

**ESCUELA POLITECNICA NACIONAL**

**FACULTAD DE INGENIERIA ELECTRICA**

**APLICACION DE UN SISTEMA DE CONTROL DISTRIBUIDO  
PARA UNA CENTRAL TERMICA DE  
GENERACION ELECTRICA**

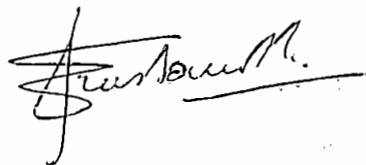
**TESIS PREVIA A LA OBTENCION DEL TITULO DE  
INGENIERO EN LA ESPECIALIDAD DE  
ELECTRONICA Y CONTROL**

**JORGE IGNACIO LEONE CAMPO**

**Octubre de 1998**

**Quito - ECUADOR**

Certifico que el presente trabajo  
ha sido elaborado en su  
totalidad por el señor  
Jorge Ignacio Leone Campo,  
bajo mi dirección.

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Patricio Burbano', with a horizontal line underneath.

**ING. PATRICIO BURBANO**

Director de tesis

## INDICE

### CAPITULO I: INTRODUCCION

1.1.	Antecedentes .....	1
1.2.	Objetivos .....	2
1.3.	Alcance .....	2
1.4.	Descripción del trabajo .....	5

### CAPITULO II: DESCRIPCION GENERAL DEL SISTEMA

2.1.	Descripción del sistema de control .....	7
2.1.1.	Sistema de control distribuido .....	7
2.1.2.	Instalación típica para centrales de generación .....	12
2.1.3.	Sistema de adquisición de datos o DAS (Data Adquisition System) .....	17
2.1.4.	Sistema de control coordinado o CCS (Coordinated Control System) .....	20
2.1.5.	Distribución de la carga .....	21
2.1.6.	Sistema de manejo de quemadores o BMS (Burner Management System) ....	22
2.1.7.	Sistema de control binario secuencial o SBCS (Secuencial Binary Control System) .....	23
2.1.8.	Unidades de procesamiento remoto o RPU (Remote Processing Unit) .....	25
2.1.9.	Unidad de procesamiento distribuido o DPU (Distributed Processing Unit) ..	26
2.1.10.	Vía de datos de fibra óptica o Data Highway .....	28
2.1.11.	Interface hombre – máquina .....	32
2.2.	Descripción de la Estructura del proceso .....	35
2.3.	Pantallas de operación .....	42
2.3.1.	Pantalla de menú principal .....	48
2.3.2.	Pantalla de aire de combustión, sellado y refrigeración .....	49
2.3.3.	Pantalla de gases de combustión .....	50
2.3.4.	Pantalla de calentador de aire regenerativo .....	51

2.3.5.	Pantalla de diesel – oil .....	52
2.3.6.	Pantalla de fuel – oil .....	53
2.3.7.	Pantalla de temperatura en los tubos de caldera .....	54
2.3.8.	Pantalla de agua – vapor, drenajes y llenado de caldera .....	56
2.3.9.	Pantalla de vista general de turbina .....	57
2.3.10.	Pantalla de aceite de lubricación de turbina .....	58
2.3.11.	Pantalla aceite de control y supervisión de expansiones y vibraciones de turbina	59
2.3.12.	Pantalla de drenajes y extracciones de turbina .....	60
2.3.13.	Pantalla de vapor de sellado o cierres de turbina .....	61
2.3.14.	Pantalla de pruebas de turbina .....	62
2.3.15.	Pantalla de controles de turbina .....	63
2.3.16.	Pantalla de vista general del ciclo térmico, parte I .....	66
2.3.17.	Pantalla de vista general del ciclo térmico, parte II .....	67
2.3.18.	Pantalla de vista general de la parte de vapor del ciclo térmico .....	68
2.3.19.	Pantalla de drenajes de los calentadores y tanque de goteo .....	69
2.3.20.	Pantalla de agua de alimentación .....	71
2.3.21.	Pantalla del circuito de agua de condensado .....	72
2.3.22.	Pantalla de análisis químico .....	73
2.3.23.	Pantalla de vapor auxiliar .....	74
2.3.24.	Pantalla de vacío de condensador .....	75
2.3.25.	Pantalla de agua de circulación .....	76
2.3.26.	Pantalla de agua de servicios .....	78
2.3.27.	Pantalla de aire comprimido .....	79
2.3.28.	Pantalla de señales de agua desmineralizada, desalada y parámetros del motor eléctrico de la bomba de agua contra incendios .....	81
2.3.29.	Pantalla de diagrama unifilar de alta y media tensión y salida central .....	82
2.3.30.	Pantalla de disparos del generador, señales de excitación y transformadores	83
2.3.31.	Pantalla de diagrama unifilar de media tensión .....	84
2.3.32.	Pantalla de diagrama unifilar en baja tensión .....	85
2.3.33.	Pantalla del alternador .....	86
2.3.34.	Pantalla de control principal de la unidad y modos de operación de la unidad	88
2.4.	Pantallas de ingeniería .....	89
2.4.1.	Bloque de entrada de valores analógicos .....	89



2.6. Pantallas de registro .....	106
----------------------------------	-----

### **CAPITULO III: LOGICA Y LAZOS DEL SISTEMA**

3.1. Descripción de la lógica de dos estados .....	108
3.1.1. Descripción general .....	108
3.1.2. Aplicaciones de las salidas .....	110
3.1.3. Discusión de los dispositivos de salida lógica .....	111
3.1.4. Discusión de la función de bloqueo de salidas .....	115
3.1.5. Implementación de la lógica de los dispositivos .....	116
3.1.6. Configuración del bloque de datos de estados del dispositivo lógico .....	116
3.1.7. Insertando el programa fuente de ExCEL .....	118
3.1.8. Aplicación de la lógica de los dispositivos .....	119
3.1.9. Descripción del programa de ExCEL para un dispositivo lógico .....	121
3.1.10. Lógica de transferencia de estados .....	121
3.1.11. Salidas lógicas .....	124
3.1.12. Ventana desplegable del dispositivo lógico .....	126
3.2. Dispositivos lógicos controlados por el sistema de control distribuido de la central térmica Trinitaria .....	130
3.2.1. Sistema de extracciones de turbina (AD) .....	130
3.2.1.1 Válvula motorizada de la extracción 4 (AD004_DV) .....	130
3.2.1.2. Válvula motorizada de la extracción 5 (AD005_DV) .....	131
3.2.1.3. Válvula motorizada de la extracción 6 (AD006_DV) .....	133
3.2.2. Sistema de agua de extracción de condensado (AF) .....	134
3.2.2.1. Bomba de extracción de condensado "A" (AFP01A_DV) .....	134
3.2.2.2. Bomba de extracción de condensado "B" (AFP01B_DV) .....	136
3.2.2.3. Bomba de aportación de condensado (AFP02_DV) .....	137
3.2.2.4. Válvula de aportación normal de condensado (AF004_A_DV) .....	138
3.2.2.5. Válvula de aportación de emergencia de condensado (AF003_E_DV) .....	139
3.2.2.6. Válvula de atemperación de purgas (AF211_DV) .....	140

3.2.2.7. Válvula motorizada de condensado del eyector de servicios	
“A” (AF007_DV) .....	141
3.2.2.8. Válvula motorizada de condensado del eyector de servicios	
“B” (AF008_DV) .....	142
3.2.3. Sistema de agua de alimentación (AH) .....	144
3.2.3.1. Bomba de agua de alimentación “A” (AHP01A_DV) .....	144
3.2.3.2. Bomba de agua de alimentación “B” (AHP01B_DV) .....	146
3.2.3.3. Bomba de lubricación de la bomba de agua de alimentación	
“A” (AHP02A_DV) .....	148
3.2.3.4. Bomba de lubricación de la bomba de agua de alimentación	
“B” (AHP02B_DV) .....	149
3.2.3.5. Válvula de recirculación de la bomba de agua de alimentación	
“A” (AH010_A_DV) .....	150
3.2.3.6. Válvula de recirculación de la bomba de agua de alimentación	
“B” (AH010_B_DV) .....	151
3.2.3.7. Válvula motorizada de descarga de la bomba de agua de alimentación	
“A” (AH003_DV) .....	152
3.2.3.8. Válvula motorizada de descarga de la bomba de agua de alimentación	
“B” (AH004_DV) .....	153
3.2.3.9. Válvula motorizada de drenaje de los calentadores de alta presión	
(AH087_DV) .....	154
3.2.4. Sistema de calentadores de agua de alimentación (AJ) .....	155
3.2.4.1. Bomba de drenaje del calentador de baja presión #3 (AJP01_DV) ..	155
3.2.5. Sistema de drenajes de sobrecalentado, recalentado y turbina (AK) .....	156
3.2.5.1. Bomba de drenaje del tanque de goteo y purgas “A” (AKP01A_DV)	156
3.2.5.2. Bomba de drenaje del tanque de goteo y purgas “B” (AKP01B_DV)	158
3.2.5.3. Válvula de drenaje de la tubería de sobrecalentado (AK809_DV) ...	159
3.2.5.4. Válvula de atemperación del tanque de goteo y purgas (AF006_DV)	160
3.2.6. Sistema de eyectores y vacío del condensador (AN) .....	161
3.2.6.1. Válvula motorizada de aire al eyector de arranque (AN001_DV) ....	161

3.2.6.2. Válvula motorizada de aire al eyector de servicio “A” (AN002_DV)	162
3.2.6.3. Válvula motorizada de aire al eyector de servicio “B” (AN003_DV)	164
3.2.6.4. Bomba de vacío de las cajas de condensador “A” (ANP01A_DV)	165
3.2.6.5. Bomba de vacío de las cajas de condensador “B” (ANP01B_DV) ....	167
3.2.7. Sistema de drenaje y purgas, llenado y vaciado de caldera (BC) .....	169
3.2.7.1. Bomba de llenado de caldera (AFP05_DV) .....	169
3.2.7.2. Válvula motorizada de recirculación del economizador (BC104_DV)	170
3.2.8. Sistema de ventilación e intercambio de calor en caldera (BD) .....	171
3.2.8.1. Ventiladores de tiro forzado “A” (VTF1) (BDV01A_DV) .....	172
3.2.8.2. Ventiladores de tiro forzado “B” (VTF2) (BDV01B_DV) .....	173
3.2.8.3. Damper de descarga del ventilador de tiro forzado “A” (BD304_1_DV)	175
3.2.8.4. Damper de descarga del ventilador de tiro forzado “B” (BD304_2_DV)	176
3.2.8.5. Ventilador de recirculación de gases (VRG) (BDV02_DV) .....	177
3.2.8.6. Motorvirador del ventilador de recirculación de gases (BDV02VO_DV)	179
3.2.8.7. Damper de descarga del ventilador de recirculación de gases (BD416_DV) .....	179
3.2.8.8. Damper de aire de calentamiento del ventilador de recirculación de gases (BD420_DV) .....	180
3.2.8.9. Damper de cierre de refrigeración del plenum (BD419_DV) .....	182
3.2.8.10. Ventilador de aire de sellado de caldera (BDV03_DV) .....	182
3.2.8.11. Damper de descarga del ventilador de aire de sellado de caldera y by-pass (BD605_6_DV) .....	184
3.2.8.12. Motor eléctrico del calentador de aire regenerativo (BDE02M1_DV)	185
3.2.8.13. Motor neumático del calentador de aire regenerativo (EVKA764_DV)	186
3.2.8.14. Motor eléctrico de lavado del calentador de aire regenerativo (BDE02M2_DV) .....	187
3.2.9. Sistema de fuel - oil (BL) .....	188
3.2.9.1. Válvula motorizada de entrada al tanque de almacenamiento (BL002_DV) .....	189
3.2.9.2. Válvula motorizada de salida del tanque de almacenamiento (BL014_DV) .....	190

3.2.9.3. Válvula motorizada de aspiración de la bomba de trasiego de fuel-oil “A” (BL015_DV) .....	191
3.2.9.4. Válvula motorizada de aspiración de la bomba de trasiego de fuel-oil “B” (BL016_DV) .....	192
3.2.9.5. Bomba de trasiego de Fuel – Oil “A” (BLP02A_DV) .....	193
3.2.9.6. Bomba de trasiego de Fuel – Oil “B” (BLP02B_DV) .....	194
3.2.9.7. Bomba de Fuel - Oil a quemadores “A” (BLP03A_DV) .....	195
3.2.9.8. Bomba de Fuel - Oil a quemadores “B” (BLP03B_DV) .....	196
3.2.10. Sistema de diesel - oil (BM) .....	198
3.2.10.1. Bomba de llenado del tanque de Diesel – Oil “A” (BMP01A_DV) .....	198
3.2.10.2. Bomba de llenado del tanque de Diesel – Oil “B” (BMP01B_DV) .....	199
3.2.10.3. Bomba de Diesel - Oil a ignitores “A” (BMP01A_DV) .....	200
3.2.10.4. Bomba de Diesel - Oil a ignitores “B” (BMP02B_DV) .....	201
3.2.11. Sistema de agua de circulación (DA) .....	202
3.2.11.1. Bomba de agua de circulación “A” (DAP01A_DV) .....	203
3.2.11.2. Bomba de agua de circulación “B” (DAP01B_DV) .....	204
3.2.11.3. Válvula motorizada de descarga de la bomba de agua de circulación “A” (DA001_DV) .....	206
3.2.11.4. Válvula motorizada de descarga de la bomba de agua de circulación “B” (DA002_DV) .....	207
3.2.11.5. Válvula motorizada de entrada lado derecho del condensador (DA005_DV) .....	208
3.2.11.6. Válvula motorizada de entrada al lado izquierdo del condensador (DA003_DV) .....	209
3.2.11.7. Válvula motorizada de salida lado derecho del condensador (DA006_DV) .....	210
3.2.11.8. Válvula motorizada de salida lado izquierdo del condensador (DA004_DV) .....	211
3.2.12. Sistema de agua de servicios (EA) ) .....	212
3.2.12.1. Bomba de agua de servicios “A” (EAP01A_DV) .....	212
3.2.12.2. Bomba de agua de servicios “B” (EAP01B_DV) .....	214

3.2.12.3. Válvula de llenado del tanque elevado de agua de servicios (EA170_DV) .....	216
3.2.13. Sistema de aire comprimido (KA) .....	216
3.2.13.1. Válvula de comunicación de los tanques de aire de instrumentos y aire de servicios (KA125_DV) .....	217
3.2.14. Sistema de vapor auxiliar (KE) .....	217
3.2.14.1. Válvula motorizada de vapor auxiliar al eyector de arranque (KE021_DV) .....	218
3.2.14.2. Válvula motorizada de vapor auxiliar al eyector de servicio “A” (KE022_DV) .....	219
3.2.14.3. Válvula motorizada de vapor auxiliar al eyector de servicio “B” (KE023_DV) .....	220
3.2.14.4. Válvula motorizada de línea de calentamiento de fondo desgasificador (KE010_DV) .....	221
3.2.14.5. Válvula motorizada mantenedora de presión del desgasificador (KE013_DV) .....	222
3.3. Descripción de los lazos de control en el sistema de control distribuido .....	223
3.3.1. Cálculo de la demanda energética de caldera (NRG_DMD) .....	223
3.3.2. Algoritmo de disminución de potencia (RUNBACK) .....	225
3.3.3. Algoritmo de limitación y regulación de la demanda (BLR_DLR) .....	226
3.3.4. Lazo de control de la válvula de caudal de fuel-oil (FU_PID) .....	226
3.3.5. Algoritmo de cálculo de calor liberado (HT_RLS) .....	226
3.3.6. Lazo de control de presión de fuel-oil a quemadores (FO_PID) .....	229
3.3.7. Lazo de control de presión de diesel-oil a ignitores (LITE_OIL_PID) .....	229
3.3.8. Lazo de control de presión de vapor de atomización a quemadores (ATOM_STM_PID) .....	230
3.3.9. Lazo de control de presión a sopladores de caldera (SOOT_BLW_PID) .....	231
3.3.10. Lazo de control de presión de aire de atomización a ignitores (ATOM_AIR_PID) .....	231
3.3.11. Lazo de control de nivel del tanque de purga continua (PURGE_TK_PID) ..	231

3.3.12. Lazo de control de temperatura de fuel-oil a la salida del tanque principal (MNFO_HTR_PID) .....	232
3.3.13. Lazo de control de temperatura de fuel-oil a la salida del tanque diario "A" (MAIN_FOA_PID) .....	233
3.3.14. Lazo de control de temperatura de fuel-oil a la salida del tanque diario "B" (MAIN_FOB_PID) .....	233
3.3.15. Lazo de control de caudal de aire para combustión a la caldera (AF_PID) ...	234
3.3.16. Lazo de control de exceso de oxígeno a la salida de combustión de la caldera (O2_PID) .....	235
3.3.17. Lazo de control de nivel de calderín .....	236
3.3.18. Lazo de control de nivel a un solo elemento (1EL_LVL_PID) .....	236
3.3.19. Lazo de control de nivel a tres elementos (3EL:LVL_PID) y lazo de control de flujo de agua de alimentación (3EL-FLO_PID) .....	238
3.3.20. Lazo de control de atemperación de vapor de sobrecalentado (SH_SPRAY_PID)	239
3.3.21. Lazo de control de atemperación de vapor de recalentado (RH_SPRAY_PID)	240
3.3.22. Lazo de control de recirculación de gases de caldera (RECIRC_PID) .....	242
3.3.23. Lazo de control de temperatura del precalentador de aire (AHTR_PID) .....	242
3.3.24. Lazo de control de presión de sellado del vestíbulo (WBOX_CV_PID & WBOX_RV_PID) .....	244
3.3.25. Lazo de control de presión de sellado del penthouse (PHSE_CV_PID & PHSE_RV_PID) .....	245
3.3.26. Lazo de control de nivel de desgasificador (DEAER_LV_PID) .....	246
3.3.27. Lazo de control de nivel del condensador (CONDS_PID) .....	247
3.3.28. Lazo de control de presión de vapor auxiliar (AUX_STM_PID) .....	247
3.3.29. Lazo de control de calentamiento del interior del desgasificador (PEG_STM_PID) .....	248
3.3.30. Lazo de control de presión interior del desgasificador (DETK_IP_PID1 & DETK_IP_PID2) .....	249
3.3.31. Lazo de control de nivel del calentador de baja presión #2 (FW_H2_PID)	249
3.3.32. Lazo de control de nivel del calentador de baja presión #3 (FW_HTR3_PID)	251
3.3.33. Lazo de control de nivel del calentador de alta presión #5 (FW_HTR5_PID)	252
3.3.34. Lazo de control de nivel del calentador de alta presión #6 (FW_HTR6_PID)	254

3.4.	Parámetros programados en los lazos de control .....	255
3.4.1.	Descripción de los parámetros de los lazos de control .....	255
3.4.2.	Parámetros del lazo de control de flujo de fuel-oil a caldera .....	259
3.4.3.	Parámetros del lazo de control de presión de fuel-oil a caldera .....	259
3.4.4.	Parámetros del lazo de control de presión de diesel-oil a ignitores .....	260
3.4.5.	Parámetros del lazo de control de exceso de oxígeno .....	260
3.4.6.	Parámetros del lazo de control de flujo de aire .....	261
3.4.7.	Parámetros del lazo de control de temperatura del precalentador de aire .....	261
3.4.8.	Parámetros del lazo de control de nivel de calderín con un solo elemento .....	262
3.4.9.	Parámetros del lazo de control de flujo de agua de alimentación al calderín ..	262
3.4.10.	Parámetros del lazo de control de nivel del calderín a tres elementos .....	263
3.4.11.	Parámetros del lazo de control de nivel del tanque de purga continua .....	263
3.4.12.	Parámetros del lazo de control de temperatura de vapor sobrecalentado .....	264
3.4.13.	Parámetros del lazo de control de temperatura de vapor sobrecalentado a la salida del sobrecalentador primario .....	264
3.4.14.	Parámetros del lazo de control de flujo de atemperación de sobrecalentado .....	265
3.4.15.	Parámetros del lazo de control de calentamiento de vapor recalentado .....	265
3.4.16.	Parámetros del lazo de control de temperatura de vapor de recalentado .....	266
3.4.17.	Parámetros del lazo de control de flujo de atemperación de recalentado .....	266
3.4.18.	Parámetros del lazo de control de presión de aire de atomización .....	267
3.4.20.	Parámetros del lazo de control de presurización del penthouse .....	267
3.4.21.	Parámetros del lazo de control de alivio de presión del penthouse .....	268
3.4.22.	Parámetros del lazo de control de presurización del vestíbulo .....	268
3.4.23.	Parámetros del lazo de control de alivio de presión del vestíbulo .....	269
3.4.24.	Parámetros del lazo de control de temperatura de fuel a la salida del tanque “A”	269
3.4.25.	Parámetros del lazo de control de temperatura de fuel a la salida del tanque “B”	270
3.4.26.	Parámetros del lazo de temperatura de fuel a la salida del tanque principal ...	270
3.4.27.	Parámetros del lazo de control de presión de vapor auxiliar .....	271
3.4.28.	Parámetros del lazo de control de presión de vapor de atomización .....	271
3.4.30.	Parámetros del lazo de control de presión de vapor a sopladores .....	272
3.4.31.	Parámetros del lazo de control de calentamiento de fondo de desgasificador	272
3.4.32.	Parámetros del lazo de control de presurización del desgasificador 1 .....	273
3.4.33.	Parámetros del lazo de control de presurización del desgasificador 2 .....	273
3.4.34.	Parámetros del lazo de control de nivel del calentador de baja presión #2 ....	274

3.4.35. Parámetros del lazo de control de nivel del calentador de baja presión #3	....	274
3.4.36. Parámetros del lazo de control de nivel del calentador de alta presión #5	.....	275
3.4.37. Parámetros del lazo de control de nivel del calentador de alta presión #6	.....	275

## **CAPITULO IV: RESULTADOS**

4.1.	Resultados de la aplicación de la lógica de dos estados	.....	276
4.2.	Resultados de la aplicación de los lazos de control	.....	278
4.2.1.	Protocolo del lazo de nivel del condensador	.....	278
4.2.2.	Protocolo del lazo de control de nivel del calentador de baja presión #2	.....	281
4.2.3.	Protocolo del lazo de control de nivel del calentador de alta presión #5	.....	284
4.2.4.	Protocolo del lazo de control de nivel del calentador de alta presión #6	.....	288
4.2.5.	Protocolo del lazo de control de presión de diesel-oil y aire de atomización		291
4.2.6.	Protocolo de funcionamiento de la unidad frente a cambios de carga	.....	295
4.3.	Comentarios de la operación del sistema	.....	312

## **CAPITULO V: CONCLUSIONES**

5.1.	Conclusiones	.....	315
5.2.	Recomendaciones	.....	320

<b>BIBLIOGRAFIA</b>	.....	322
---------------------	-------	-----

## **ANEXOS (tomo adjunto)**

Anexo A: Denominación de los códigos de sistemas de la central térmica Trinitaria	.....	A-1
Anexo B: Códigos utilizados en la instrumentación y puntos únicos del sistema	.....	B-1
Anexo C: Lista de dispositivos controlados por el sistema de control distribuido	.....	C-1
Anexo D: Muestra del programa creado para una DPU	.....	D-1
Anexo E: Impresión del reporte de la base de datos del sistema	.....	E-1
Anexo F: Fotos del sistema instalado	.....	F-1



## **CAPITULO I : INTRODUCCION**

**1.1. Antecedentes.**

**1.2. Objetivos.**

**1.3. Alcance.**

**1.4. Descripción del trabajo.**

## 1.1. ANTECEDENTES.

El sistema de control distribuido es la técnica de automatización que más se está empleando en la actualidad debido a las grandes ventajas que presenta sobre los sistemas tradicionales de automatización como son los PLC's, controladores electrónicos y analógicos, lógica cableada tradicional, etcétera.

Los sistemas de control distribuido se basan en el criterio de que la "inteligencia" (de las unidades que realizarán la tarea de control) esté repartida en varios sitios, para que dicho control se lo efectuara, cerca del proceso y sin centralizar todas las tareas en una sola unidad, lo cual es muy útil en aplicaciones críticas debido al tiempo dedicado por cada unidad de control distribuido a una tarea específica y no a todas las tareas una después de otra como sería en el caso de un control centralizado.

Los sistemas de control distribuido se han desarrollado con un pensamiento mucho más moderno, se los desarrolla de manera que prime la conectividad con otros sistemas, no se los hace como sistemas cerrados como son algunas marcas de PLC's o de controladores.

Para llevar adelante este criterio de "arquitectura abierta", los sistemas de control distribuido vienen en su mayoría con la posibilidad de crear una interface hombre-máquina a través de una computadora normal, al cual se le agregan tarjetas de comunicaciones y software para presentación de información.

Muchos de estos sistemas de control distribuido vienen con módulos de comunicación o con puertos de tipo serie y los protocolos de comunicación listos en software, desarrollados para comunicarse con otras marcas de sistemas de control distribuidos o con PLC's.

El sistema de control distribuido instalado en la central de generación térmica de la Isla Trinitaria, es un ejemplo de aplicación en el cual todos los equipos, instrumentación, transductores, etcétera, serán nuevos, por lo que se podrá sacar el máximo provecho de la utilización de este tipo de control.

## **1.2. OBJETIVOS.**

Diseñar un sistema de control distribuido computarizado para el control de una central de generación térmica por medio de vapor, con una capacidad del orden de 130 MW.

Diseñar una interface hombre-máquina que sea amigable con el usuario, que cubra las necesidades de información de los operadores, a la vez que sea lo suficientemente flexible para que los ingenieros a cargo puedan trabajar en optimizar las respuestas de los procesos.

Se diseña también un conjunto de pantallas que permitan al personal de la central analizar el comportamiento histórico de diversos puntos que hayan sido programados para cumplir con esa característica.

Se diseñan pantallas de tipo librería en las que se podrán encontrar los principales objetos desarrollados para este proyecto de modo que puedan ser utilizados para desarrollos de pantallas en el futuro.

## **1.3. ALCANCE.**

El sistema de control distribuido que se diseña para la central térmica de la Isla Trinitaria cuenta aproximadamente con unos 2400 puntos de entrada/salida, los que se dividen en dos grupos principales:

1. Puntos para control o también denominados C.C.S. (Coordinated Control System).
2. Puntos para supervisión o adquisición de datos D.A.S. (Data Acquisition System).

Se tiene más de treinta lazos de control de tipo PID, programados en el sistema de control distribuido, los cuales se considerarán en el capítulo tercero.

Para el diseño del sistema de control distribuido (D.C.S. - Distributed Control System) se utilizan tres diferentes paquetes de software, los cuales tienen su función claramente definida:

1. CEXEC para la adquisición de datos

2. INFORMIX - MCS para la programación de los puntos en el sistema, bloques de control, bloques de cálculos, etcétera.

3. DATAVUE para el desarrollo de la interface hombre-máquina.

El sistema de control distribuido que se aplica se lo puede visualizar en el diagrama de bloques de la figura 1.1.

Este sistema de control distribuido forma parte integral de la nueva central de generación térmica en la Isla Trinitaria en la ciudad de Guayaquil, la cual dará un aporte aproximado de 130 MW al sistema nacional interconectado.

Esta central térmica ha sido adquirida como una central "Llave en Mano" por parte de INECEL a la empresa Babcock & Wilcox Española S.A.

Para el presente proyecto se diseñan 4 tipos principales de pantallas que se denominan por su función de la siguiente manera:

- 1. Pantallas de Operador:** son las pantallas de uso cotidiano y normal en las que se visualiza diagramas mímicos (representaciones esquemáticas) del proceso, información del estado de funcionamiento de la central y en estas los operadores pueden tomar ciertas acciones y decisiones.

- 2. Pantallas de Ingeniería:** en éstas se visualizan todos los lazos de control de la central y en éstos los ingenieros podrán cambiar las constantes de los lazos de control para probar los cambios y obtener la respuesta óptima del proceso.

- 3. Pantallas de Control:** son pantallas a las que tiene acceso el operador, en las cuales se pueden hacer cambios operacionales en los diferentes lazos de control como sería por

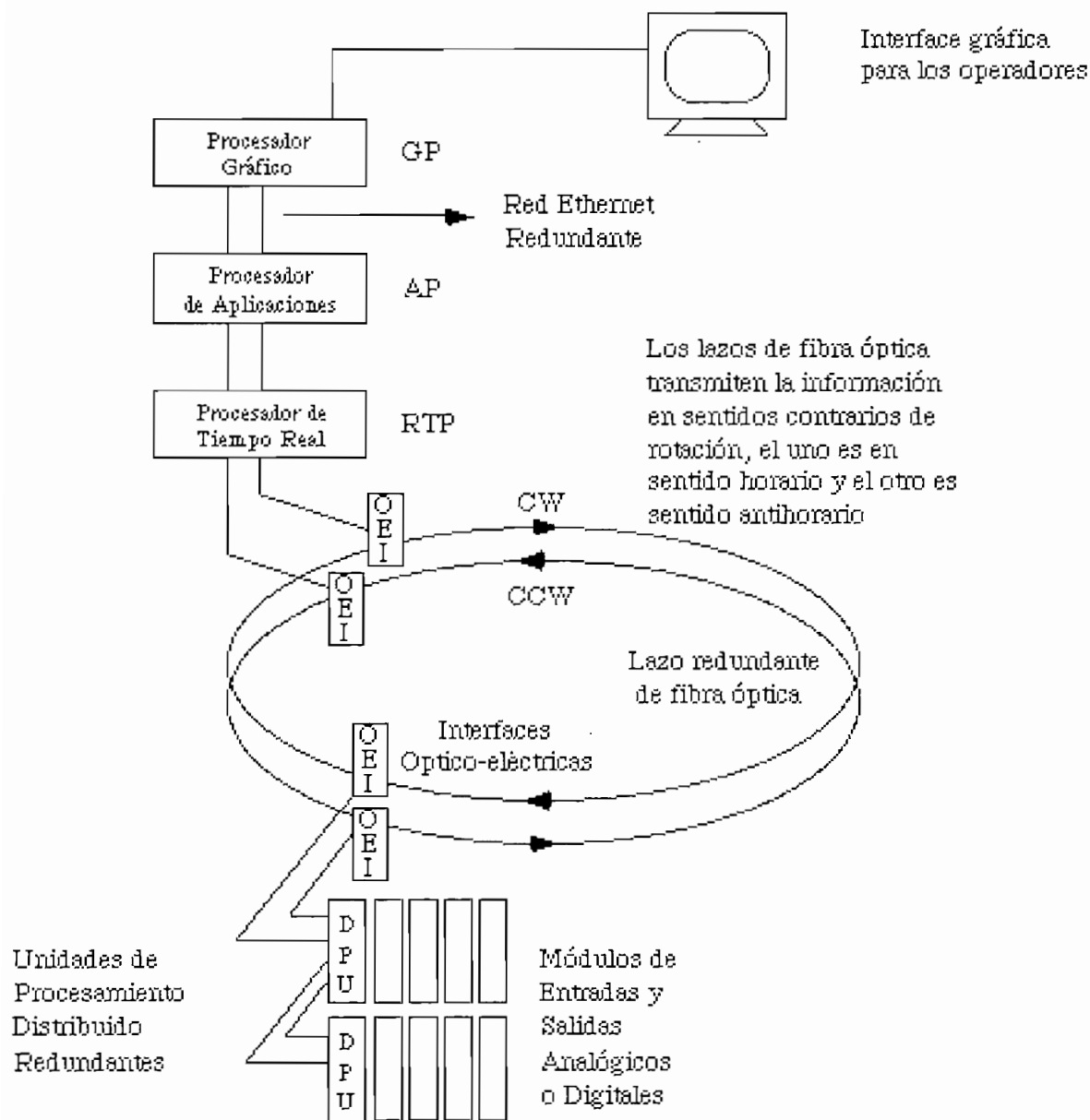


Figura 1.1

Diagrama de bloques del sistema de control distribuido

## 2.1. DESCRIPCION DEL SISTEMA DE CONTROL

### 2.1.1. Sistema de control distribuido

El sistema de control distribuido de manera muy general dispone de los siguientes componentes:

a) **Unidades de control distribuido o D.P.U. (Distributed Process Unit):** que son las que realizan el control local, monitoreo de entradas/salidas y adquisición de datos, pero todo esto al más bajo nivel.

b) **Red de comunicaciones eléctrica o Electrical Data Highway:** esta es la porción de red de comunicaciones entre las D.P.U.'s y la red de comunicaciones de tipo óptica.

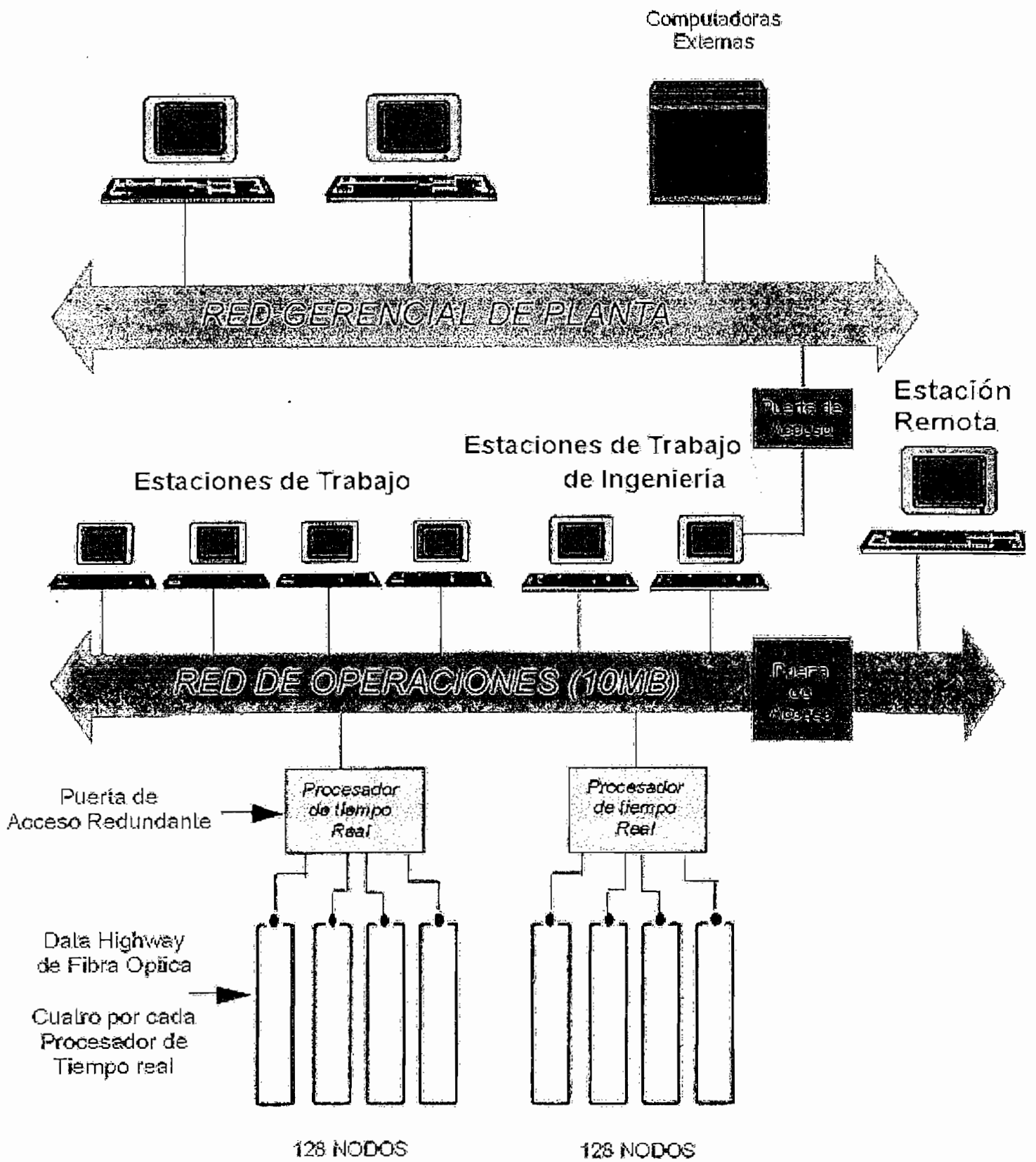
c) **Red de comunicaciones óptica u optical data highway:** esta es la red de comunicaciones que lleva la información desde las D.P.U.'s hacia las estaciones de monitoreo y control.

d) **Interfaces Optico-Eléctricas u O.E.I. :** son los transductores de señal eléctrica a señal óptica de comunicaciones.

e) **Estaciones de Monitoreo y Control:** son las estaciones donde se tiene la interface hombre-máquina y de donde provienen todos los comandos de control.

El sistema incluye una red de múltiples niveles, dispone de múltiples lazos de fibra óptica, todos enviando información en forma simultánea a la red de operaciones en las que residen las estaciones de trabajo. La figura 2.1 muestra la disposición general del sistema.

Los lazos de fibra óptica utilizan un protocolo de paso de testigo o "Token Passing" que posee un ciclo de tiempo determinístico para que cada conexión disponga de un tiempo de acceso garantizado. Todas las vías de datos disponen de sus propias fichas testigo y así reportan simultáneamente hacia arriba a través de los procesadores de tiempo real (RTP).



## DATA HIGHWAY DE FIBRA OPTICA REDUNDANTE

Figura 2.1  
Fibra óptica conectada a los procesadores de tiempo real

Comunicaciones para la gestión de la central de los que gestionan tendrá acceso a toda la información en el sistema a través de una puerta de acceso en la estación de trabajo de ingeniería.

Las vías de datos de fibra óptica ofrecen la más alta seguridad en el nivel más bajo, entre sus principales características se puede mencionar:

1. Comunicación redundante, entre DPU's, módulos de entrada/salida, entre procesadores y RTP's.
2. Inmunidad a todo tipo de ruido.
3. Funciona incluso cuando ambas vías de datos se encuentran incapacitadas en un punto

Los procesadores de tiempo real son redundantes de modo que la pérdida de uno de ellos no signifique la pérdida de operabilidad y funcionamiento.

En el sistema de control distribuido se pueden definir tres niveles:

1. Primer nivel: Es el nivel más bajo, constituido por las DPU's, los módulos de entradas/salidas, las vías de datos eléctricas y la vía de datos óptica.
2. Segundo nivel: Es el nivel intermedio, en el cual se enlaza el primer nivel con las estaciones de monitoreo, control y programación, en este nivel se tienen a los procesadores de tiempo real, el procesador de aplicaciones, los procesadores de gráficos y la red Ethernet redundante.
3. Tercer nivel: Este es el nivel más alto en el cual se pueden conectar al sistema computadoras de supervisión remota, una red de computadoras de planta, red de computadoras de gerencia, todo esto se puede conectar a través del procesador de aplicaciones.

La existencia o no del tercer nivel es optativa, el sistema de control es totalmente funcional contando únicamente con los dos primeros niveles, en caso de que exista también un tercer nivel este permite conectar al sistema estaciones remotas o también una red de comunicaciones para la gerencia de la central. La red de gerencia tendrá acceso a toda la información en el sistema a través de una puerta de acceso en la estación de trabajo de ingeniería.

Las vías de datos de fibra óptica ofrecen la más alta seguridad en el nivel más bajo, entre sus principales características se puede mencionar:

1. Comunicación redundante, entre DPU's, módulos de entrada/salida, entre procesadores y RTP's.
2. Inmunidad a todo tipo de ruido.
3. Funciona incluso cuando ambas vías de datos se encuentran incapacitadas en un punto.



4. Los mensajes se verifican en todos los niveles utilizando rutinas como "check before execute"
5. Posibilidad de segregar subsistemas en diferentes vías de datos.

En la figura 2.2. se puede observar un sistema de control distribuido con más detalle, obsérvese el lazo redundante de fibra óptica, las unidades de interface óptico-eléctrica, que convierten las señales eléctricas en señales ópticas y viceversa en cualquier lugar donde exista una puerta de acceso o una unidad de proceso remota (RPU).

Una unidad de procesamiento remota (RPU) es un conjunto de unidades de procesamiento distribuido (DPU) y dispositivos de entrada/salida. Las RPU's sirven de controladores, de unidades de adquisición de datos, para ejecutar funciones secuenciales, etcétera.

- ) La red de operaciones utiliza un sistema operativo estándar, entre sus características se puede mencionar:
1. Permite la interface con redes y hardware disponible comercialmente.
  2. Es compatible con futuras actualizaciones.
  3. Es de fácil mantenimiento.
  4. Permite el crecimiento.

A la vez, esta red de operaciones es una red de arquitectura abierta, lo que permite:

1. Proporciona operaciones de red a una velocidad ultra rápida.
2. Fácil interface con otros ordenadores y redes.
3. Se adapta a actualizaciones como red Ethernet de 100 MB.

La red de operaciones podría soportar cientos de estaciones de operación, cada una con las siguientes características.

1. Cada CRT (Cathodic Ray Tube ó Tubo de Rayos Catódicos) tiene su propio procesador gráfico.
2. Cada procesador gráfico posee dos interfaces de red.

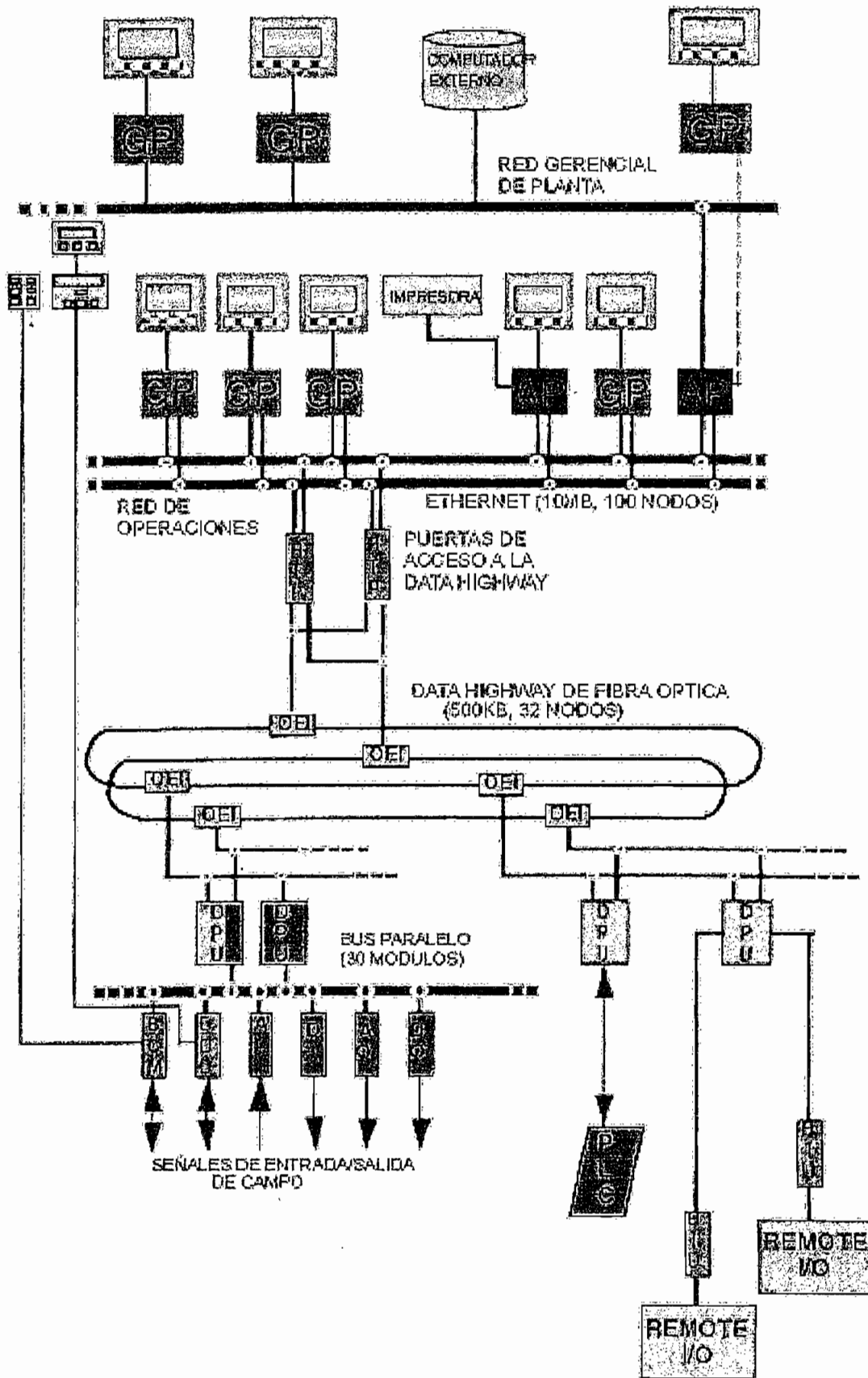


Figura 2.2  
Arquitectura del sistema de control distribuido

3. Los procesadores gráficos pueden instalarse separados de sus CRT hasta 60 metros de distancia.
4. Puede utilizarse para tomar acciones mediante un ratón, un trackball o la pantalla táctil "Touch Screen".
5. Se pueden utilizar teclados de operación dedicados y/o un teclado QWERTY normal.
6. Los gráficos de ingeniería y de configuración se encuentran disponibles en todos los CRT's.

Las estaciones de operación utilizan ordenadores con procesadores Pentium de INTEL, los cuales:

1. Hacen uso de la capacidad y tecnología de vanguardia en el mercado.
2. Existe más software escrito para este tipo de ordenador que para cualquier otro tipo.
3. La disponibilidad de repuestos puede provenir de muchas y diversas fuentes.

Las estaciones de trabajo utilizan como sistema operativo Microsoft Windows, lo que ofrece:

1. Alta familiaridad para los usuarios.
2. Habilidad de sustituirlo a la próxima generación de Windows NT.
3. Gran cantidad de software disponible, para variadas aplicaciones.

### **2.1.2. Instalación Típica para Centrales de Generación**

El sistema de control distribuido típicamente incorpora, el control coordinado, el manejo de caldera, el control secuencial y el sistema de adquisición de datos. En adición, se incluye el sistema de registro de secuencia de eventos.

El sistema se encuentra distribuido utilizando dos lazos de fibra óptica redundante. Un tercer lazo de fibra óptica puede ser provisto en el caso de que se requiera una vía de comunicaciones común entre diferentes sistemas. El operador de cada unidad puede ver toda la información de las otras unidades que circula por el tercer lazo de fibra. En la figura 2.3. se puede visualizar un diagrama de bloques simplificado del sistema.

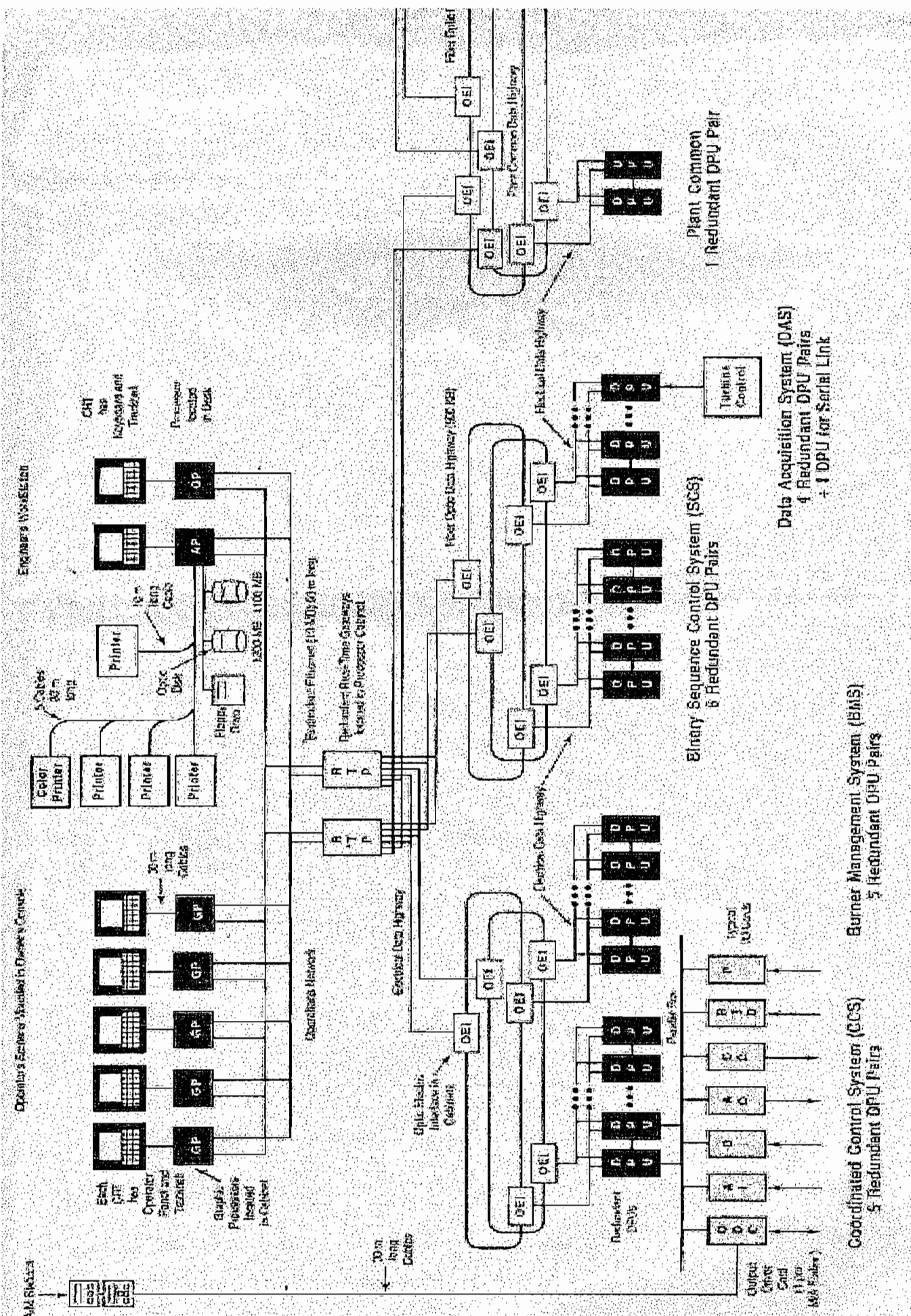


Figura 2.3  
 Instalación típica de una central de generación térmica

La interface hombre-máquina se encuentra típicamente constituida por 5 monitores y las estaciones de control manual/automático.

El sistema está provisto de tres impresoras blanco y negro del tipo de matriz de puntos que se instalan en el cuarto de control. También dos impresoras a colores por inyección de tinta permiten sacar impresiones a color de las pantallas de operación o de los registros de línea de tendencia.

Las impresoras de matriz de punto se pueden conectar a la estación de ingeniería utilizando sus cuatro pórtricos seriales y utilizando tarjetas de comunicación seriales para las impresoras o por medio de servidores de impresión a la red Ethernet. Estas impresoras pueden ser utilizadas para crear reportes y sumarios de acciones.

Una consola para ingeniería denominada EWS (Engineers Work Station) está provista de dos monitores, teclado y trackball sobre un escritorio. En uno de los monitores se visualizan las mismas pantallas que utilizan los operadores, y este puede ser utilizado también para crear nuevas pantallas y posteriormente pasarlas a los otros monitores en el sistema.

El segundo monitor y teclado son específicamente utilizados para programar, editar, hacer registros históricos, etcétera. Nótese que todos los monitores pueden acceder a esta misma información por medio de la red como terminales virtuales.

Cada monitor posee su propio procesador individual (GP, procesador de gráficos), en la consola de ingeniería se tiene el procesador de aplicaciones (AP), el cual es utilizado para ejecutar el software de configuración, almacenar y manejar la secuencia de proceso y eventos, ejecutar software especial tales como, cálculos de rendimiento y proveer la interface hacia otros sistemas.

Los monitores para los operadores se montan en la consola de operación. Cada monitor tiene su propio procesador de gráficos. Cada procesador de gráficos se comunica con el procesador de tiempo real a través de la red Ethernet. Todos los procesadores se encuentran dispuestos dentro de un gabinete, se conectan a los monitores por medio de cables de 30 metros de largo.

Los procesadores de tiempo real (RTP) proporcionan una interface redundante para cada vía de datos (data highway) dentro del sistema. Tienen una tarjeta procesadora y módem para cada highway. Un procesador de tiempo real se puede comunicar hasta con cuatro vías de datos redundantes simultáneamente sin degradar su respuesta.

El procesador de tiempo real mantiene la base de datos para el sistema, controla e inicia la comunicación con las vías de datos (data highway) y cuando los procesadores gráficos lo solicitan transfieren los datos del mundo real al mundo lógico.

Cada subsistema tiene un conjunto de gabinetes, la figura 2.4. muestra las dimensiones aproximadas de los gabinetes, los cables de alimentación ingresan a los mismos por la parte inferior, así como los cables que provienen con las señales de campo.

Se requiere de dos líneas de alimentación de 220V para alimentar el gabinete de distribución. Ambas fuentes son enviadas a cada subgrupo de gabinetes donde existen fuentes redundantes de 24V D.C. Se tiene un interruptor de transferencia estático para seleccionar a una de las dos fuentes de alimentación de corriente alterna (A.C.).

Las tarjetas de entradas/salidas están protegidas por medio de una cubierta de acero y montadas en una base por medio de un sistema de inserción al cual los terminales y los portafusibles también están agarrados. Los módulos digitales poseen en el frente leds para informar sobre el estado de dichas entradas y salidas. Los terminales soportan hasta 300 V y 10 A y están cableados por medio de cable número 12 AWG.

Las estaciones de manual/automático pueden estar conectadas con cables de hasta 30 metros de longitud y se conectan directamente a la tarjeta de salida en los gabinetes.

Los módulos de salida de tipo "driver" pueden ser:

- Módulos de salida de control de tipo pulsos, módulos denominados PAT.
- Los módulos de salida de 4 a 20 mA, módulos denominados CAT,

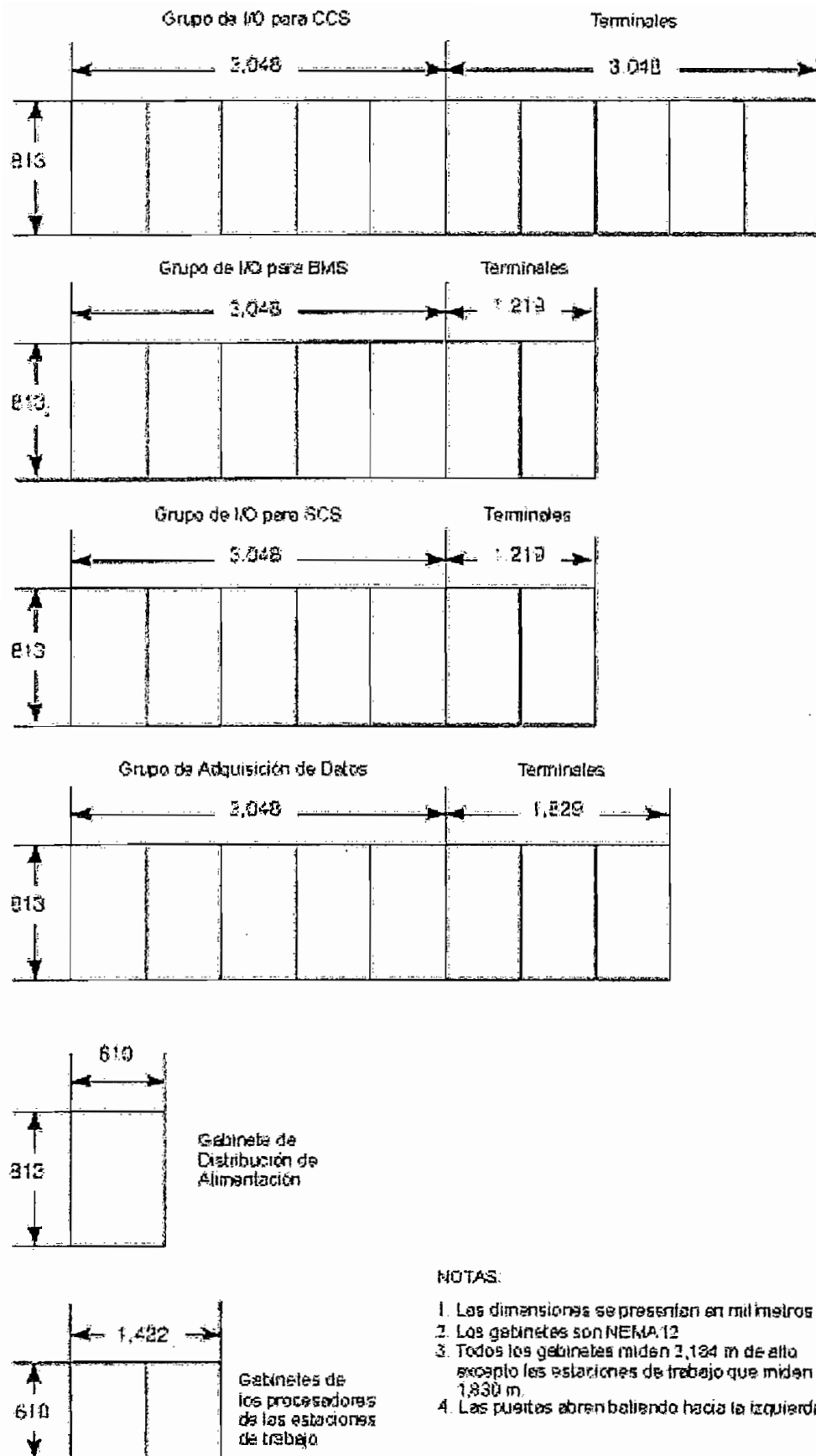


Figura 2.4  
Esquema típico de los gabinetes del sistema de control distribuido

Los módulos de salida CAT son los más conocidos y se emplean en variadas aplicaciones, pero se utilizan también donde la unidad que recibe la salida tiene su propio control o donde sea necesario la condición "fail open" (abrir en caso de falla).

Donde se requiera operación de tipo neumática, se puede disfrutar de los beneficios de utilizar módulos de tipo PAT. La conversión de motorizado a neumático puede ser realizada cerca del punto de operación. El conversor M/P recibe pulsos de 110 Vac del módulo de salida en el rack de E/S y un engranaje motorizado controla a un regulador de aire que varía la señal generalmente en pasos de 0.2 a 1.0 Kg/cm<sup>2</sup>.

En ambos casos la unidad de control, el posicionador, el M/P poseen realimentación hacia la tarjeta en el módulo, realimentación para estabilidad, esta realimentación puede ser leída también por las estaciones manual/automático como un valor en porcentaje.

### **2.1.3. Sistema de Adquisición de Datos o D.A.S. (Data Acquisition System)**

El sistema de adquisición de datos está compuesto por cuatro pares de DPU's redundantes. Una DPU hará la interface para el control de turbina.

En adición a las DPU's el procesador de aplicaciones en la consola de ingeniería puede realizar funciones como las siguientes:

- Registros históricos de largo plazo.
- Adquisición
- Registro, haciendo reportes en el administrador de base de datos.
- Ejecutar programas especiales.
- Realizar cálculos de rendimiento.

Cada DPU puede manejar hasta 248 puntos. Cada punto de datos tiene un complemento de transformadas (funciones relacionadas con el tiempo) y cálculos, los cuales pueden ser aplicados a dicho punto.



En adición, la DPU procesa otros sesenta puntos cada 125 mseg. Todos aquellos son puntos analógicos. Cada uno de esos 248 puntos puede ser sustituidos por 16 señales de tipo digital. También cada DPU posee 32 algoritmos de tipo DSA (Digital Status Alarm o Estado Digital de Alarma) ejecutados cada 125 mseg, cada uno con ocho canales para señales digitales. El número de puntos que pueden ser procesados es bastante grande.

El sistema de almacenamiento de registros históricos se lo realiza en el procesador de aplicaciones que posee un disco duro de 1,2 GB y por una unidad de disco óptico de 800 MB que trabaja con discos denominados WORM (Write Once Read Multiple) para guardarlo como archivo. Se mantienen almacenados registros históricos del proceso y registros históricos de eventos.

Los registros históricos utilizan los datos recolectados por el sistema. Estos datos recolectados se mantienen en el disco duro del RTP. Un subconjunto de unos 2000 puntos (máximo 5000 puntos se pueden recolectar) se puede poner a disposición para los registros históricos. Se pueden seleccionar hasta ocho diferentes períodos de tiempo entre datos recolectados. Además se pueden recolectar hasta siete atributos de un mismo punto, pueden ser por ejemplo, promedios, valores máximos, mínimos, desviaciones, etcétera. Una mezcla de puntos, tasas de recolección y atributos deben ser seleccionadas de manera que se optimiza el espacio disponible de disco duro. Hasta 5000 puntos digitales, alarmas y eventos pueden también ser almacenados.

Los registros de secuencia de eventos pueden ser generados por el procesador de aplicaciones de manera automática o si se lo solicita a cualquier tiempo. Los eventos (entradas digitales) son marcados con el tiempo al cual ocurren dentro de la DPU y enviado al AP (application processor o procesador de aplicaciones) por la vía de datos donde son mantenidos en el histórico. Todos los puntos que se desee que formen parte de la SOE (Sequence Of Events o secuencia de eventos) deben ser conectados a la misma DPU para que posean una resolución de un milisegundo, en caso de que se conecten a diferentes DPU puede existir un error de +1 mseg en el tiempo de registro del evento.

HI (Alto-Alto), en caso de ser necesario su pueden encadenar puntos para obtener una lista de alarma.

#### 2.1.4. Sistema de Control Coordinado o CCS (Coordinated Control System)

El sistema de control coordinado o CCS requerirá de 6 DPU's. Cada una con su DPU de respaldo que estará lista para asumir el control con uno o máximo dos milisegundos después de que descubre un error fatal de diagnóstico en la DPU operacional.

El diseño de este sistema de control distribuido ha sido sometido a pruebas de diseño y funcionalidad y se ha estimado que ejecutar completamente el CCS lleva menos de 100 bloques grandes de función, los cuales son ejecutados en menos de 125 mseg y esta listo a cambiar de acuerdo a la demanda.

Una distribución típica de un sistema de control coordinado es como sigue:

**DPU #1:**

- Generación.
- Demanda de caldera.
- Control de combustible.
- Aire de Atomización.
- Calentamiento de fuel-oil

**DPU #2:**

- Flujo de aire.
- Aire de combustión.
- Temperatura del calentador de aire.
- Presión de aire de sellado

**DPU #3:**

- Control de agua de alimentación.
- Nivel de tanque de purga continua
- Control de nivel de los calentadores de baja presión.
- Control de nivel de los calentadores de alta presión.

**DPU #4:**

- Nivel del desaireador.
- Nivel del pozo caliente o condensador.

**DPU #5:**

- Temperatura de sobrecalentamiento.
- Temperatura de recalentamiento.
- Temperatura del aceite de lubricación de la turbina.

**DPU #6:**

- Vapor a sopladores de hollín
- Presión de vapor auxiliar.
- Presión de vapor de atomización.
- Vapor de calentamiento de desgasificador.
- Vapor de presurización de desgasificador.

### **2.1.5. Distribución de la Carga**

Los gabinetes son alimentados por 2 fuentes de 220 Vac, 60 Hz, este voltaje se distribuye por medio de un conjunto de interruptores termomagnéticos hacia cada fuente de alimentación de 24 Vdc del sistema. Estas fuentes de 24 Vdc son redundantes y cada una recibe la línea principal de 220 Vac y la de respaldo.

Existen fuentes de alimentación separadas una para las DPU's y sus módulos de entradas/salidas y otra para alimentar a los dispositivos de campo como son transmisores, entradas digitales, etcétera.

Las tarjetas de entradas/salida son alimentadas con fuentes de 24 Vdc dentro de los gabinetes, pero si se desea una mayor seguridad, es posible operar las tarjetas de salida tipo driver por medio de un banco de baterías exterior. Este tipo de tarjeta es la que proporciona la salida para control con modulación y estas pueden ser conectadas directamente a las estaciones manual/automático. En el caso de una pérdida completa de energía, la tarjeta driver y las estaciones manual/automático pueden ser transferidas al banco de baterías, de esta manera un control manual se puede mantener.

Los procesadores, monitores, teclados, etcétera aceptan solo una fuente de corriente alterna, por lo cual se proporcionan los interruptores de transferencia estática a dos fuentes diferentes

de corriente alterna y por seguridad es indispensable tener una unidad de alimentación ininterrumpida (U.P.S.) que soporte al sistema y la alimentación a los dispositivos de campo.

#### **2.1.6. Sistema de Manejo de Quemadores o B.M.S. (Burner Management System)**

El sistema de manejo de quemadores está compuesto de 5 DPU's principales, cada una con su respectiva unidad de respaldo. El sistema incluye el control de quemadores de carbón y de los ignitores de combustible ligero o quemadores de gas o de combustibles pesados si se requiriese.

La lógica del sistema funcionará para proteger a la caldera de operaciones impropias limitando sus acciones a una secuencia preestablecida y segura o iniciando el disparo de dispositivos cuando se aproxime a condiciones inestables o indeseables. La lógica está diseñada de acuerdo a la última revisión de NFPA (National Fire Protection Association) artículo 85C.

La lógica que se proporciona asegura que los eventos operativos ocurran en el orden apropiado. Esta lógica proporciona procedimientos que permiten que el combustible sea preparado apropiadamente para ser ingresado al quemador, cuando exista suficiente energía de encendido y correcto flujo de aire mientras entra al horno.

La operación de cualquier seguridad que pueda causar un disparo será anunciada de modo que se indique la condición anormal.

El diseño de las seguridades será basado en los siguientes fundamentos:

- a. Disparar la mínima cantidad de equipo en la secuencia apropiada cuando la seguridad del personal y equipo está en riesgo.
- b. Indicar la causa de inicio del disparo y prevenir el arranque de cualquier porción del sistema hasta que las condiciones de seguridad sean restablecidas.
- c. Coordinar los disparos necesarios dentro de todo el sistema integrado.

—

Teniendo en mente los requerimientos para arranque y paro de la central térmica, se implementan tres niveles para el desarrollo de algoritmos de supervisión.

- d. Mantener en el diseño la suficiente flexibilidad y consistencia para una buena operación práctica.

La detección de la pérdida de toda la llama en el horno o una pérdida parcial de llama se puede extender a una condición peligrosa la cual podría desarrollar un disparo en la línea de combustible y el disparo automático sería iniciado.

El diseño del sistema reconoce que cualquier entrada de combustible que no se está encendiendo y quemando y sobre una base de que este hecho continúe puede crear un peligro. Sin consideración del número o patrones de indicaciones de pérdida de llama utilizados para el disparo, la indicación de pérdida de llama en un quemador en servicio, iniciará una alarma previniendo al operador de un peligro potencial.

El sistema recibirá señales de los detectores de llama, para detectar la pérdida de llama en un quemador. Cuando se detecta una pérdida de llama, se cierra automáticamente la válvula de alimentación al quemador.

#### **2.1.7. Sistema de Control Binario Secuencial o SBCS (Secuencial Binary Control System)**

El sistema de control binario secuencial está compuesto de seis pares de DPU's redundantes. Una unidad de generación típica de 130 MW incluirá el arranque/paro apertura/cierre, etcétera de aproximadamente 100 dispositivos auxiliares los cuales son operados por interruptores termomagnéticos, arrancadores reversibles, arrancadores no reversibles y solenoides. Estos controlan motores de bombas, motores de ventiladores, apagado de moduladores, válvulas motorizadas y válvulas solenoides.

Un amplio rango de estrategias de automatización, desde la automatización simple de un par de auxiliares hasta lo más complejo es posible.

Teniendo en mente los requerimientos para arranque y paro de la central térmica, se implementan tres niveles para el desarrollo de algoritmos de supervisión.

- a) Nivel 1: Algoritmos de control para equipos por separado, como serían motores, válvulas, etcétera.
- b) Nivel 2: Algoritmos de control para un grupo de dispositivos asociados entre sí, como sería, bombeo de combustible a la caldera, alimentación de aire, etcétera.
- c) Nivel 3: Algoritmo para implementar guías para el operador para el arranque y paro de la central.

Los niveles 1 y 2 de los algoritmos residen dentro de las unidades de procesamiento distribuido en el D.C.S., mientras que el nivel 3 debe ser implementado en el procesador de aplicaciones el cual forma parte de la función de manejo de información dentro del D.C.S.

Existen dos modos de operación disponibles en el nivel número 3:

- a) Modo 1: es un modo de monitoreo o supervisión, en el cual todas las acciones de arranque/paro son realizadas manualmente por el operador, de acuerdo a los procedimientos especificados para la central.
- b) Modo 2: es un modo de control o automático, donde las acciones requeridas son implementadas automáticamente.

Se proporciona un botón selector del modo para monitoreo/control que se puede seleccionar individualmente para cada paso del procedimiento de arranque/paro de la central.

La habilidad de efectuar un "OVERRIDE" (realizar una acción de control manual que se sobrepone a la acción de control en automático) a un paso específico le permitirá al operador continuar con el arranque en caso de un mal funcionamiento del sistema de circuitería de bloqueos asociada. Todas las acciones de tipo override quedan registradas en la secuencia de eventos del D.C.S.

Para soporte al nivel 3 de guía para el operador, se tienen los algoritmos de los niveles 2 y 1. Estos algoritmos están localizados en las DPU's y cualquier operación puede ser comenzada

desde el nivel 3, si se cumple la secuencia asociada de pasos requerida para arrancar todo un sistema.

El estado y progreso hasta completar un algoritmo de nivel 2 se lo puede visualizar por medio de una ventana de tipo "POP-UP" (que aparece en pantalla, cuando el operador solicita efectuar alguna acción), que también puede ser accedida desde las pantallas asociadas a ese pop-up.

Los algoritmos de nivel 1, se los configura para arrancar/parar, abrir/cerrar, cualquier dispositivo de la planta. Cuando se está trabajando en el modo de "control" o "automático" los algoritmos de nivel 1 se los puede ejecutar desde el nivel 2 ó 3 adecuadamente. El estado y condición de operación del dispositivo se puede visualizar en una ventana también de tipo pop-up a la cual se puede acceder desde cualquier tipo de pantalla.

Con el uso de las ventanas de tipo pop-up se puede desarrollar más ventanas de acuerdo a las convenciones y estándares que requieran los que utilizarán las pantallas.

#### **2.1.8. Unidades de Procesamiento Remoto o R.P.U.**

Las unidades de procesamiento remoto es un conjunto formado por las unidades de procesamiento distribuido (DPU's), sus tarjetas de entrada/salida en los racks, las fuentes de alimentación y los gabinetes. Las RPU's tienen bloques terminales remotos y también hay bloques terminales cerca de los módulos de entrada/salida.

Los módulos de entrada/salida tienen grado de aplicación industrial, estos cumplen con las especificaciones de transitorios de la IEEE y pueden trabajar hasta con 250V a la entrada sin sufrir daño alguno.

Se aplica el concepto de redundancia en todos los niveles, comunicaciones, DPU's, módulos de entrada/salida y fuentes de alimentación, En caso de ser necesario se puede emplear módulos de entrada/salida remoto e interfaces para el bus de señales de campo, Las RPU's se diseñan para cada central de generación.

Los módulos de entrada/salida se comunican con la DPU gracias a un bus interno de alta velocidad. Téngase en cuenta que todas las órdenes desde la DPU hacia las tarjetas de entrada/salida, son revisadas. Esto es la ejecución de la rutina de "revise antes de ejecutar".

Todos los módulos de entrada/salida están aislados ópticamente, cada tarjeta está compuesta de procesadores de comunicaciones asincrónicos (ASIC), microprocesadores, memoria de tipo EEPROM, de tal forma que la configuración se mantiene aún si existe una falla de fluido eléctrico. Amplificadores de ganancia variable se utilizan en las tarjetas de entrada analógica, de modo que pueden ser utilizados para ambos, termocuplas y entradas de alto nivel (4-20 mA). Un multiplexor de estado sólido y un conversor analógico/digital de 15 bits se utilizan.

Un solo conversor analógico/digital sirve para convertir 16 entradas de tipo analógico, pero en el caso de las salidas analógicas, existe un conversor analógico/digital por cada salida.

#### **2.1.9. Unidad de Procesamiento Distribuido o D.P.U.**

Las DPU es un procesador multipropósito el cual incluye tres microprocesadores, una batería para mantener la información en RAM, reloj de cuarzo, dos pórtricos de comunicación serial, un bus de interface paralelo y la interface redundante para la vía de datos. Se la puede utilizar en funciones de adquisición de datos, reportes de secuencia de eventos y control.

En la figura 2.5 se muestra un diagrama de bloques de la DPU

El procesador central es un INTEL 80486 DX33, posee 4 megabytes de memoria RAM autocorregible, la cual puede almacenar variables de proceso y eventos. Una pila de litio realiza la función de respaldo para la RAM en caso de una falla de fluido eléctrico.

Un segundo microprocesador controla el bus paralelo de entrada/salida, el reloj y los pórtricos seriales. Este procesador es un Motorola 68033.

Un tercer procesador se utiliza para el control de la vía de datos.



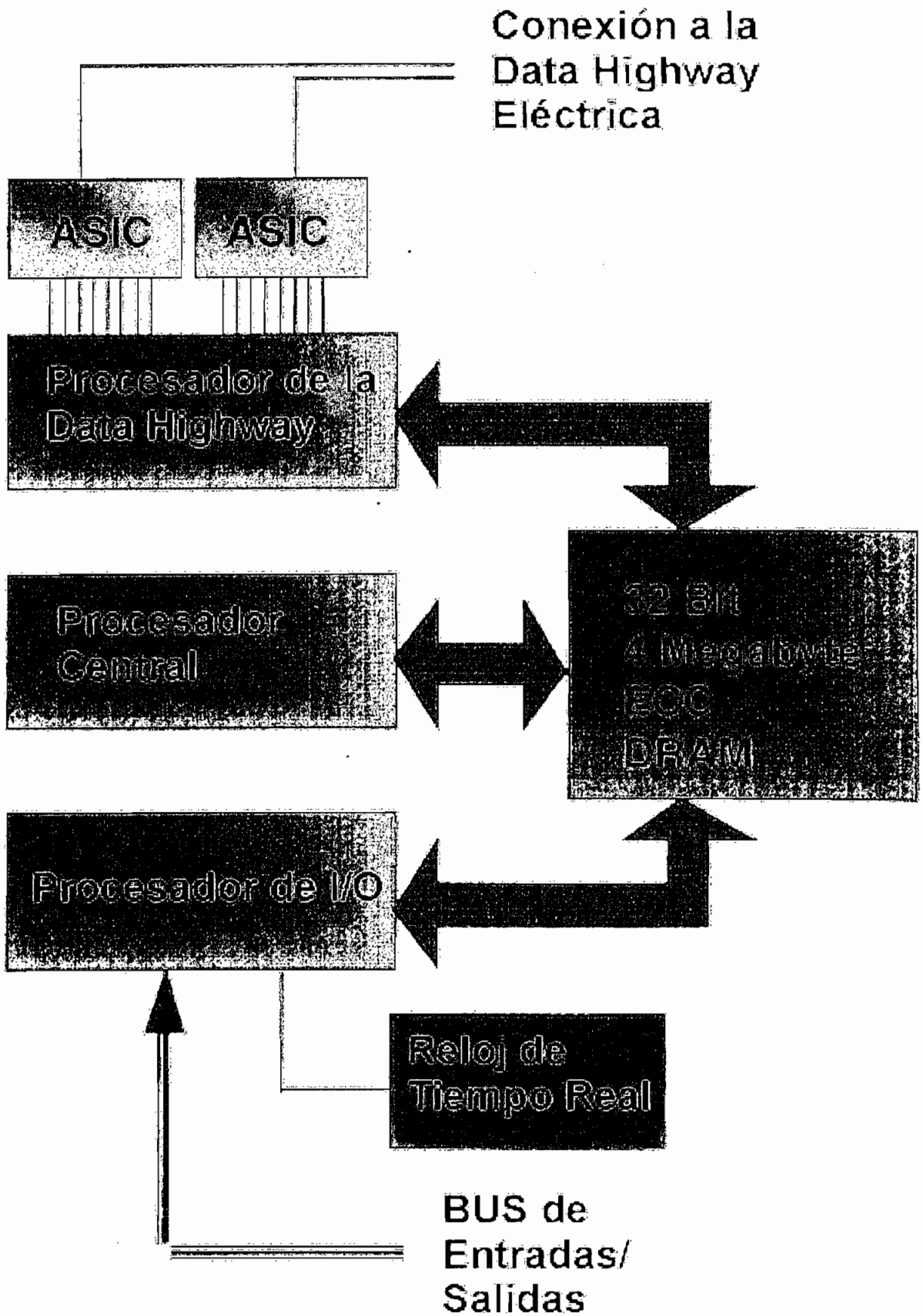


Figura 2.5  
Diagrama de bloques de una unidad de procesamiento distribuido

Cada procesador se escogió para realizar una función específica, funcionalmente esta distribución de los microprocesadores, garantiza un buen rendimiento.

Las DPUs ejecutan 5 tipos de cálculos diferentes:

1. Grandes algoritmos: ejecutan 32 grandes algoritmos cada 125 milisegundos.
2. Puntos de datos de tamaño mediano: 248 puntos cada 500 milisegundos.
3. Puntos: 60 puntos cada 125 milisegundos.
4. Ecuaciones sin restricciones en tamaño: se pueden crear rutinas escritas en un código denominado EXCEL, único para este tipo de DPU's.
5. Lógica de tipo LADDER

Todos estos cálculos y operaciones, que incluyen liberalización de entradas analógicas son realizados en un período de tiempo fijo. Todos los tipos de cálculos son preconfigurados como parte del sistema operativo con marcas de tiempo, las cuales se comparan con el reloj de tiempo real. Esto significa que la ejecución y el rendimiento serán fijos y no ajustables. Esto significa que no son importantes las preocupaciones por capacidad de reserva y de tiempo de cálculo.

La base de tiempo fija para todos los cálculos es de un milisegundo. El algoritmo más complejo, con por lo menos dos entradas de tipo analógica y cálculos en cada entrada, puede ser ejecutado en menos de un milisegundo. De hecho, todos los algoritmos han sido diseñados para ser ejecutados en menos de la mitad de un milisegundo.

Todos los algoritmos han sido diseñados de tal forma que siempre hay más del 50% del tiempo de cálculo disponible. Durante este tiempo de reserva la DPU ejecuta las rutinas de diagnóstico y ejecuta las rutinas de Excel que se hayan programado.

#### **2.1.10. Vía de Datos de Fibra Optica ó Data Highway**

La vía de datos de fibra óptica es un lazo redundante, en varias locaciones del lazo se tienen un par de interfaces opto-eléctricas (O.E.I.) que convertirán las señales ópticas en señales eléctricas de tal forma que la DPU y el RTP puedan tener acceso a la vía de datos.

La comunicación es en serie, por medio de un sistema de comunicación en sentido horario y antihorario, utilizando desplazamiento de frecuencia para representar un "1" lógico o un "0" lógico. Un "1" es 500 KHz y un "0" es 1MHz.

Debido a que esta vía de datos es redundante y la información viaja en sentidos diferentes por cada par de vía de datos, la una en sentido horario y la otra en sentido antihorario, la comunicación se mantiene aún si la vía de datos se encuentra rota completamente en un punto.

La vía de datos ha sido diseñada para cumplir con el estándar IEEE 802 para redes de tipo Token Passing. El protocolo utiliza revisiones comunes de tipo aritmético tales como CRC, pero también utiliza rutinas de tipo revise antes de ejecutar para asegurarse de que todos los mensajes son correctos.

Cuando un RTP requiere información de la DPU, la DPU enviará esa información, pero el RTP, antes del envío de información a través de la red de operaciones de tipo Ethernet, retransmitirá completamente el mensaje y solicitará a la DPU que confirme si eso fue lo que recibió originalmente, si el RTP recibe un "si", este enviará una señal para que comience la transmisión, si la DPU envía un "no", el RTP intenta toda la transmisión nuevamente.

El Token o testigo, rota a través de todos los dispositivos que se encuentran conectados en la fibra óptica, DPU's y RTP's. Sin embargo, cabe indicar que los RTP's requieren el token mucho más seguido que una DPU, debido a que estos deben transmitir información continuamente para completar y actualizar las pantallas para los operadores. En consecuencia, el token rota entre los RTP's sin pasar a las DPU's por un período de tiempo finito, la rotación típica del token entre RTP's es de 100 a 200 veces por segundo.

Cada 250 milisegundos el token se pasa a las DPU's, después de que las DPU's han utilizado el token lo regresan a los RTP's, es necesario indicar que las DPU's requieren una cantidad mínima de información tal como acciones de anticipación (feedforwards), prerequisites, permisos, etcétera. En cambio las RTP's están constantemente requiriendo información para presentarla al operador en las pantallas.

Las DPU's no transfieren información a los RTP's cuando éstas tienen el token, cuando esto ocurre, las DPU's solicitan información de otras DPU's y la reciben sin que la DPU que debe enviar los datos deba tener el token. Cabe notar que la información viaja a través de la vía de datos óptica, si la DPU que solicita la información se encuentra en una conexión diferente en la fibra óptica de la DPU que envía y si ese es el caso, la información solo permanece en la vía de datos ese tiempo dado.

La vía de datos del sistema ha sido diseñada para minimizar la cantidad de información que fluye a través de la misma, basado en el criterio de comunicar solo lo que se requiere conocer.

Esto significa que siempre se tiene un flujo bajo de información en la vía de datos, lo que permite manejar grandes cantidades de alarmas de repente, tales como 200 alarmas en un segundo y sin pérdida de datos.

Otros sistemas de comunicación están diseñados para transmitir grandes cantidades de datos a cada paso del token, como resultado, las vías de datos deben trabajar a muy altas velocidades. Por ejemplo algunos sistemas transmiten toda la base de datos de las DPU's cada vez que esta tiene el token, lo cual resulta en que la vía de datos esta operando a su máxima capacidad todo el tiempo.

Otros sistemas, utilizan redes que trabajan basándose en cambios en los puntos, lo cual debería minimizar el flujo de información, pero cuando la unidad cambia de carga o en una condición en que todos los puntos están cambiando, el resultado es que de nuevo la vía de datos está trabajando al máximo.

Cuando un procesador gráfico (GP) requiere una lista de puntos del RTP, debido a que se cambió o se está actualizando una pantalla, esto se lo hace a través de la red Ethernet. El RTP que convierte la información lógica a las peticiones del mundo real solicitará los puntos a las DPU's cuando tenga el token.

El RTP no solicita cada punto por separado, a su vez, solicita en un solo mensaje a cada DPU hasta 80 puntos. La DPU responde de inmediato con un mensaje simple que incluye los puntos solicitados. Esto minimiza el flujo de información en la vía de datos, de hecho, el flujo

de datos será solo de los puntos que se visualizan en la pantalla, más los puntos que se hayan programada para ser almacenados en registros históricos. Estos pueden ser a su vez del tipo de secuencia de eventos o de historia del proceso.

Otra razón para que el manejo de la vía de datos sea tan exitoso es la priorización de los mensajes. Todos los tipos de mensajes tienen una prioridad definida, donde las señales de control y la recepción de alarmas poseen la prioridad más alta. Esto significa que éstas señales van primero, mientras que las otras se mantienen en la DRAM de las DPU's hasta que el procesador de comunicaciones ha terminado con los puntos de prioridad más alta.

La memoria DRAM de la DPU's está alimentada con una batería de respaldo y puede mantener hasta 8000 puntos en lista, de este modo aunque existan fallas de fluido eléctrico, no existirán pérdidas de datos.

Cada DPU posee un microprocesador únicamente para comunicaciones, lo cual hace a esta DPU diferente de otras, en las cuales se utiliza al CPU para comunicaciones, procesamiento de entradas/salidas y procesamiento de algoritmos.

Estas DPU's poseen tres microprocesadores, uno para comunicaciones, uno como CPU para algoritmos y ejecución de programas y un procesador separado para el procesamiento de entrada/salidas, el cual se comunica con las tarjetas de entrada/salida y registra eventos con una precisión de un milisegundo.

Otra consideración de importancia es que el RTP sirve de puente entre la red de operaciones (Ethernet) y la vía de datos. Este puente es en tiempo real, no ocasiona cuellos de botella durante los períodos de gran actividad como ocurre en muchos sistemas multinivel.

Cada RTP posee su propio procesador para la vía de datos, aparte del CPU Pentium que se utiliza para traducir y trasladar información. Hay que tener mucho cuidado con los sistemas que utilizan comunicación de tipo serial RS232 para transmitir información entre niveles, porque estos son siempre cuellos de botella.

También hay que tener mucho cuidado con los sistemas que utilizan memoria de tipo caché en las estaciones de trabajo para completar pantallas de manera más rápida, puesto que esa información será vieja, lo cual ocultará el hecho de que el sistema es muy lento para proporcionar información actualizada.

La red del sistema es altamente eficiente y extremadamente segura por las siguientes razones:

1. El flujo de información en la vía de datos es minimizado en todas las condiciones.
2. Los reportes son hechos sobre la base de "lo que se necesita conocer", en vez de por cambios o por anuncios (broadcasting) que son ineficientes y requieren de altas velocidades.
3. Las tasas de actualización de datos se garantizan debido a que el token se lo tiene prioritariamente en los puentes de información (RTP's).
4. En un mensaje se solicitan múltiples puntos (hasta 80).
5. Las DPU's responden sin tener que esperar a tener el token.
6. Los mensajes son priorizados.
7. Las DPU's pueden almacenar hasta 8000 eventos en memoria con respaldo.
8. Los múltiples microprocesadores que poseen las DPU's garantizan el buen rendimiento.

#### **2.1.11. Interface Hombre - Máquina**

La interface hombre-máquina en el sistema está constituida por el procesador de gráficos (GP), el cual es una computadora personal basada en procesador Pentium, un monitor de 19", un trackball, touch screen y un teclado de operación. El monitor posee una resolución máxima de 1024 x 768 y se programa al PC para trabajar con 256 colores.

El teclado de operación especial que viene en la interface hombre-máquina se lo puede ver en la figura 2.6. Note que no es un teclado de tipo QWERTY. Este no es necesario debido a que es posible moverse a través de las pantallas y ejecutar acciones sin la necesidad de escribir palabras.

En el teclado existen 14 botones de tipo estándar para moverse y acceder pantallas y 32 para controlar y efectuar funciones.



Las pantallas estándar incluyen:

1. Ventanas para visualizar puntos.
2. Ventanas para control de puntos.
3. Menú detallado para optimizar y configurar lazos.
4. Pantalla de arranque.
5. Base para construir pantallas adicionales.
6. Sumario de alarmas.
7. Pantallas de estado del sistema.
8. Pantalla de terminal virtual del procesador de aplicaciones.
9. Ventana para establecer el nivel de seguridad.
10. Pantallas de establecimiento del incremento y decremento al operar un lazo de control en manual.
11. Estado de las DPU's.

En adición a esto se deben crear todo el conjunto de pantallas de operación, las cuales son diferentes de acuerdo al proyecto.

Existen nueve niveles de seguridad para funciones del operador, con palabra de acceso.

Las pantallas de registro histórico son del tipo variable vs. tiempo o también variable vs. variable, las cuales pueden ser graficadas en forma horizontal o vertical. Se pueden poner en una misma pantalla de registro hasta 12 variables y se pueden seleccionar los colores de cada uno de acuerdo a las preferencias del operador, con la opción de cambio de color del trazo sin entrar en estado de alarma. Se puede también configurar el período de tiempo a visualizar y se puede cambiar la escala de tiempo.

Las acciones de control se hacen por lo general desde ventanas desplegables, ya sea para un punto o para un lazo, se puede cambiar el modo de operación (manual/automático), el punto de consigna (set-point), la salida manualmente, etcétera.

Cada gráfico puede poseer un máximo de 255 puntos dinámicos y hasta unos 100 puntos de acción o "hot spot".



En caso de ser necesario se puede hacer un zoom o una panorámica de la pantalla, el zoom puede ser de 2:1 y la panorámica de 1:2.

Cada procesador gráfico posee las mismas pantallas, ejecuta las mismas acciones y todos se comunican entre sí y con el RTP por medio de la red Ethernet que les permite tener acceso a los puntos de la base de datos.

## **2.2. DESCRIPCION DE LA ESTRUCTURA DEL PROCESO**

El proceso que se utilizará en la central térmica de la Isla Trinitaria es denominado un ciclo cerrado, lo que significa que si no existieran pérdidas de agua en la central, teóricamente, con la misma cantidad de agua que arranca la central, seguiría operando por siempre en condiciones ideales.

Pero como en todo sistema existen pérdidas por las purgas, en empaques desgastados, mala operación, etcétera, la central tiene previsto también un sistema de reposición de agua.

La central posee una turbina acoplada a un generador el cual producirá aproximadamente 130 MW y algunos de los sistemas de la central han sido diseñados para que los equipos sean redundantes y cada uno del 100%, lo que significa que un solo equipo podría realizar el trabajo sin problemas.

Cabe citar que de los equipos que no son del 100% de capacidad operativa, están:

- Los ventiladores de tiro forzado que pueden dar cada uno un 50% de lo nominal requerido.
- Las bombas de agua de circulación que puede dar cada una un 60% de lo nominal requerido.

La turbina de la central es proporcionada por ABB (Asea Brown Boveri), dicha empresa proporciona el sistema de control para la turbina y lo que se tiene es una interface de tipo

alambrada (hard wire) con el sistema de control distribuido, solo hay intercambio de señales digitales y alguna analógicas entre la turbina y el DCS (Sistema de Control Distribuido).

Los comandos que se pueden realizar desde el DCS hacia la turbina son los siguientes:

1. Ajuste de potencia generada, incremento y decremento de la potencia generada por el conjunto turbina - generador por medio de pulsos enviados desde el DCS.
2. Disparos de la turbina, si en algún caso se debe parar la turbina, esto se lo puede hacer desde el panel de control de la turbina provisto por ABB o también desde el DCS.
3. Activación del sistema de seguridades de turbina, acción posterior al rodado de turbina y condición previa a la sincronización.
4. Activación del sistema de control de válvulas de admisión de vapor a la turbina, se lo puede dejar en manual, pero el operador deberá controlar la presión de vapor y la generación simultáneamente.
5. Activación del conjunto de bombas de lubricación de la turbina, que debe ser activado previo al rodado de turbina y que debe estar siempre en marcha.
6. Activación de la bomba de levantamiento del eje de turbina, que también debe estar encendida todo el tiempo, aun si no se está generando.
7. Activación del sistema de drenajes de turbina, este sistema cierra automáticamente los drenajes de turbina una vez pasada la barrera del 20% de la generación máxima.
8. Activación del conjunto de señales de pruebas mecánicas a la turbina, se tienen pruebas como sobrevelocidad, movimiento de válvulas de admisión y otras pruebas.

Se monitorean las vibraciones y expansiones de la turbina.

La turbina de la central tiene extracciones intermedias para alimentar con vapor otras partes del ciclo como son los calentadores de agua de baja y alta presión, el tanque de agua de alimentación.

El sistema de control distribuido puede enviar pulsos hacia la turbina los cuales harán que esta ejecute pruebas de diagnóstico interno, cuyo resultado será enviado al DCS y presentado en pantalla.

Se monitoreará las temperaturas de refrigeración, en los devanados y en la carcasa del generador, así como también las condiciones de la excitación del generador para comprobar su buen funcionamiento.

Todo el sistema de protecciones del generador y excitación es independiente del sistema de control distribuido, pero todas sus acciones quedan registradas en la secuencia de eventos del DCS por medio de señales de entrada de tipo digital.

El sistema de control distribuido tiene su aplicación principal en el funcionamiento de la caldera y del ciclo térmico, aunque también controla equipos auxiliares.

La caldera y el ciclo térmico tienen cinco puntos principales:

1. Aire
2. Combustible
3. Agua
4. Vapor
5. Refrigeración

El punto correspondiente al aire se refiere a dos partes:

1. El aire impulsado al interior de la caldera por los ventiladores de tiro forzado que servirá para la combustión en el horno.
2. El aire utilizado para atomizar el diesel-oil que será utilizado en los ignitores para los arranques de la caldera y antes del encendido de los quemadores de fuel-oil.

que da como resultado agua desmineralizada, la cual se bombea hacia condensador durante los arranques y cuando se requiera compensar la cantidad de agua en el sistema durante la generación.

2. En el condensador se recoge el agua "condensada" proveniente del vapor que sale de la turbina de baja presión y que pasa por el intercambiador de calor con el agua de refrigeración.
3. El agua del condensador es bombeada hacia el tanque de agua de alimentación, donde se la calienta por inyección de vapor y es bombeada al calderín por medio de las bombas de agua de alimentación.
4. El agua llega al calderín y es aquí donde se lleva a cabo la interface agua – vapor, el agua

El punto correspondiente al combustible se refiere a dos partes:

1. El diesel-oil que sirve esencialmente durante los arranques en frío de la caldera y siempre antes de encender un quemador debe estar encendido el ignitor de diesel-oil
2. El fuel-oil que es el combustible principal de la central, el cual para manejarlo requiere de ser precalentado por intercambio de calor con vapor y para encenderlo se requiere de grandes cantidades de energía para lo que se usa el ignitor de diesel-oil.

El punto correspondiente al agua se refiere a cuatro partes:

1. El agua tomada del estero que pasa por el proceso de desalinización y desmineralización que da como resultado agua desmineralizada, la cual se bombea hacia condensador durante los arranques y cuando se requiera compensar la cantidad de agua en el sistema durante la generación.
2. En el condensador se recoge el agua “condensada” proveniente del vapor que sale de la turbina de baja presión y que pasa por el intercambiador de calor con el agua de refrigeración.
3. El agua del condensador es bombeada hacia el tanque de agua de alimentación, donde se la calienta por inyección de vapor y es bombeada al calderín por medio de las bombas de agua de alimentación.
4. El agua llega al calderín y es aquí donde se lleva a cabo la interface agua – vapor, el agua se transforma en vapor que será inyectado a la turbina.

El punto correspondiente al vapor consta de cuatro partes:

1. Del calderín se toma una parte de vapor que constituirá lo que se denomina como vapor auxiliar, el cual será utilizado para calentar el búnker a la salida de los tanques de almacenamiento, para la planta desaladora, para los intercambiadores de calor y para atomizar el fuel-oil y facilitar su combustión.
2. El vapor que sale del calderín se denomina vapor sobrecalentado, el cual se lo atempera con agua de alimentación y se lo inyecta a la turbina de alta presión y sale de la misma como vapor recalentado frío.
3. El vapor recalentado frío ingresa nuevamente a la caldera donde se lo recalienta y se lo atempera y se lo denomina vapor recalentado e ingresa a la turbina de media presión de la

cual sale e ingresa directamente a la turbina de baja presión donde el vapor perderá casi toda su energía y bajará al condensador.

4. El vapor en el condensador por medio de intercambio de calor se convertirá nuevamente en agua que bajará al pozo del condensador y se bombeará nuevamente al tanque de agua de alimentación.

El punto correspondiente al agua de refrigeración consta de tres partes:

1. El agua se toma del estero y se bombea hacia el condensador para el intercambio de calor con el vapor, el agua caliente resultado del intercambio es despejada al estero nuevamente, este intercambio de calor es donde se pierde el mayor porcentaje de energía que causa el bajo rendimiento de las centrales térmicas a vapor.
2. Parte del agua de refrigeración es tomada para la planta desaladora y será procesada para convertirse en agua desmineralizada.
3. Otra parte va a los enfriadores que refrigerarán el agua de servicios que a su vez refrigeran el generador, la turbina, cojinetes de todos los motores y donde se requiera como puede ser los equipos de lubricación y otros.

A la caldera se la alimenta con aire por medio de dos ventiladores con moduladores, el aire impulsado por los ventiladores también es precalentado por intercambio de calor en este caso hay 2 intercambiadores, el primero se lo conoce como precalentador de vapor y el segundo es el calentador de aire regenerativo que hace el intercambio de calor con los gases de combustión a la salida de la caldera.

El aire es lo primero que se introduce a la caldera, por razones de seguridad, el flujo de aire, expulsa del interior de la caldera gases potencialmente combustibles que podrían quedar remanentes después del último disparo de unidad y encenderse al interior de la misma al meter el primer ignitor.

Se enciende el circuito de agua hacia la caldera que alimenta constantemente al calderín para reponer el agua que se convierte en vapor conforme se va presurizando el circuito de vapor.

La caldera se pone en servicio quemando primero diesel, hasta alcanzar la temperatura y presión de vapor adecuados aproximadamente unos 20Kg/cm<sup>2</sup> en el calderín, en ese momento se comienza a utilizar los quemadores de búnker que será el combustible principal utilizado que producirá el vapor sobrecalentado que se inyectará a la turbina y se procederá al apagado paulatino de los ignitores encendidos.

La caldera posee 8 quemadores, los cuales son alimentados con búnker precalentado por medio de intercambio de calor con vapor proveniente ya sea del calderín en operación normal o de la cadera auxiliar en procesos de arranque, esto permite que sea más fácil el manejo del búnker debido a su alta viscosidad. Para dar plena carga solo se requieren 7 de los 8 quemadores, el octavo es de repuesto, aunque es normal utilizar los 8 quemadores simultáneamente.

Esta ventaja permite la limpieza periódica de un quemador mientras los otros están en funcionamiento sin requerir bajar de carga. Aparte el quemador extra sirve de apoyo en caso de que alguno falle.

Una vez alcanzadas las condiciones necesarias para el rodado de turbina, que son aproximadamente unos 60 Kg/cm<sup>2</sup> de presión en el calderín y unos 100°C de temperatura de sobrecalentamiento de vapor se comienza el rodado que será controlado automáticamente y dependerá de si es un arranque en frío o en caliente el tiempo para alcanzar la velocidad de sincronización de 3600 RPM.

Una vez que se comienza el rodado, el circuito de agua de condensado debe estar en marcha y funcionando para bombear el condensado producido en el rodado

Se procede a sincronizar la unidad, lo cual se hace automáticamente y una vez sincronizada la unidad, sube la generación automáticamente a unos 5 MW para prevenir la motorización del generador, aunque existe protección por mínima potencia y potencia inversa.

Una vez en este punto el operador debe subir la carga al punto preestablecido en comunicación con el CENACE teniendo en cuenta que no se le caiga la presión de vapor en el calderín, para lo cual debe meter más quemadores y combustible, no quedarse sin agua en el

calderín para lo cual debe meter agua de alimentación y alimentar de aire a la caldera para que no dispare.

Todo esto ocurre ya que muchos lazos de control están inhabilitados de entrar en servicio hasta alcanzar cierta potencia mínima que es del orden del 15% de la potencia nominal que son aproximadamente 20 MW y el operador debe llevar manualmente algunos lazos.

El operador posteriormente puede ir poniendo los lazos de control en automático si se cumplen todas las condiciones de los lazos, los lazos en mención son el control del nivel de agua del calderín, el control del flujo de aire a la caldera, el exceso de oxígeno a la salida de caldera, el control del flujo de combustible y el seguimiento del movimiento de la turbina por parte de la caldera.

La turbina posee 6 extracciones intermedias, las cuales alimentarán con vapor otros ciclos, esto se hace buscando mejorar la eficiencia total del ciclo, las extracciones se enumeran del 1 al 6 comenzando por la de menor presión y temperatura y así en orden ascendente, que entrarán en servicio una vez alcanzado el 15% de la potencia nominal:

1. La primera extracción alimenta al intercambiador de calor de baja presión #1 donde el agua de condensado recogida de la turbina es calentada por primera vez en su camino al tanque de agua de alimentación.
2. La segunda extracción alimenta al intercambiador de calor de baja presión #2 donde el agua proveniente del intercambiador #1 es calentada por segunda ocasión en su camino al tanque de agua de alimentación.
3. La tercera extracción alimenta al intercambiador de calor de baja presión #3 donde el agua proveniente del intercambiador #2 es calentada por tercera ocasión en su camino al tanque de agua de alimentación.
4. La cuarta extracción alimenta con vapor al tanque de agua de alimentación, donde el agua proveniente del intercambiador #3, se almacena y se calienta, antes de ser bombeada al calderín.
5. La quinta extracción alimenta el intercambiador de alta presión #5, donde el agua de alimentación es calentada en su camino al calderín.

6. La sexta extracción calienta el agua de alimentación por última vez antes de su ingreso a la caldera.

Así el ciclo comienza nuevamente, de los intercambiadores de calor se recoge el condensado del vapor proveniente de las extracciones de turbina y se lo bombea al condensador donde se vuelve a unir al ciclo con el agua que se bombea al tanque de agua de alimentación.

### **2.3. PANTALLAS DE OPERACION**

Los objetivos principales que se persiguen en el desarrollo de las pantallas de operación son los siguientes:

1. Esquematizar todos los procesos de la central de una manera sencilla y comprensible.
2. Las pantallas deben tener concatenación si es necesario y ser consistentes entre sí de modo de que existan las mismas directivas en todas las pantallas.
3. Las pantallas deben ser amigables con el usuario, principalmente con los operadores y ser fáciles de entender.
4. Tener siempre en mente el concepto de Area/Instalación/Equipo/Genérico en el desarrollo de las pantallas para sacar el mayor provecho de esta característica.

Para el diseño de estas pantallas se siguieron directivas como la lógica, equipos relacionados, que información se requiere con respecto a esos equipos y otros, considerando siempre las limitaciones que pueda tener el software DATAVUE para no transgredirlas.

En las pantallas de operación se utilizan códigos de colores estandarizados para representar los diversos fluidos que se manejan en la central, en la tabla 2.1, se presentan los colores utilizados en las pantallas del proyecto:



FLUIDO	COLOR REPRESENTATIVO
Agua	Azul Marino
Diesel	Amarillo
Fuel – Oil	Habano
Vapor	Blanco
Gases de Combustión	Gris
Líneas de Lubricación	Amarillo Encendido
Aire	Beige

Tabla 2.1

### Colores estándar de fluidos

Para operar en estas pantallas se han generado los objetos necesarios de modo que se represente todos los equipos y su modo de operación con un código de colores que ayude a representar el estado de los equipos y que sea fácilmente identificable por el operador.

Los principales objetos generados son:

#### Bombas:

Las bombas se representan por medio del símbolo que se presenta en la figura 2.8:



Bomba en funcionamiento

Objeto seleccionado (recuadro exterior)



Bomba parada

Objeto no seleccionado

Figura 2.7

Símbolo de representación de una bomba

La bomba se opera de la siguiente manera en pantalla, se presiona sobre el símbolo y se abre en una ventana auxiliar, el panel de control de la misma el cual se observa en la figura 2.9:

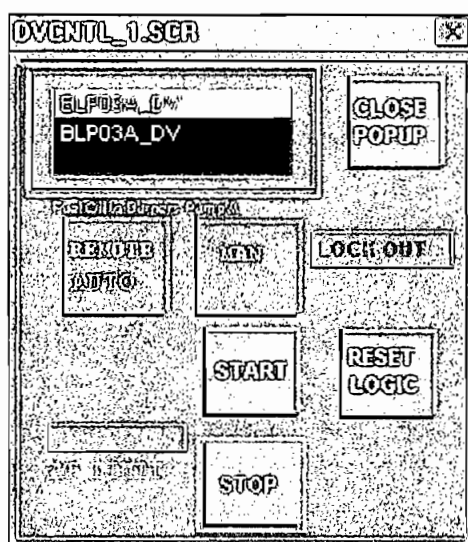


Figura 2.8

Panel de Control

En este panel de control se puede observar el estado de bomba, si está en funcionamiento, parada, disparada, también se puede inicializar (reset) la lógica de operación de la bomba de modo que exista posibilidad de manipular señales de entrada para lograr la operación de modo manual. Se puede arrancar, parar la bomba y se observará si se encuentra en estado de alarma.

El código de colores utilizado para las bombas es el siguiente, tabla 2.2:

Estado de Operación	Color Representativo
Bombeando	Rojo
Parada	Verde
Disparo	Cyan
Falla de arranque	Amarillo
Estado de alarma	Intermitente Rojo - Rojo oscuro en el recuadro exterior del símbolo

Tabla 2.2

Código de colores para representación del estado de una bomba

### Ventiladores:

Los ventiladores se representan por símbolo presentado en la figura 2.10:



Figura 2.9

Símbolo de representación de un ventilador

Los ventiladores, operan de manera similar a una bomba desde el punto de vista de la lógica y el código de colores utilizado para representar su estado de funcionamiento.

### Válvulas Motorizadas (M.O.V.):

Las válvulas motorizadas se representan por el siguiente símbolo, figura 2.11:



Válvula motorizada en falla



Válvula motorizada abierta

Figura 2.10

Símbolo de las válvulas motorizadas

Las válvulas motorizadas funcionan de la siguiente manera, se presiona sobre el símbolo y se abre un panel de control similar al anteriormente mencionado, pero adaptado a válvulas, en vez de arrancar/parar, tiene funciones de abrir/cerrar por ejemplo.

La válvula se puede abrir, cerrar, parar en el recorrido, también se puede inicializar (reset) la lógica de la válvula, lo que hará que se quede en la posición que se encuentra.

El código de colores utilizado para representar los modos de operación de éstas válvulas se presenta en la tabla 2.3:

Estado de Funcionamiento	Color Utilizado
Válvula abierta	Rojo
Válvula abriendo	Intermitente rojo - rojo oscuro
Válvula cerrada	Verde
Válvula cerrando	Intermitente verde - verde oscuro
Válvula parada en el recorrido	Magenta
Falla en apertura o cierre	Amarillo
Válvula en estado de alarma	Intermitente rojo - rojo oscuro en el recuadro exterior del símbolo

Tabla 2.3

Colores representativos del estado de válvulas motorizadas

### Válvulas Solenoides:

Las válvulas solenoides se las representa por el siguiente símbolo, figura 2.12



Válvula solenoide en falla



Válvula solenoide abierta

Figura 2.11

Símbolo de válvulas solenoides

Las válvulas solenoides también disponen de su panel de control y los colores representativos de su estado de funcionamiento son los utilizados en la tabla 2.4:

Estado de funcionamiento	Color representativo
Válvula abierta	Rojo
Válvula cerrada	Verde
Válvula en tránsito	Magenta
Fallo en apertura o cierre	Amarillo

Tabla 2.4

Colores representativos del estado de válvulas solenoides

### Indicación (display) de valores analógicos de puntos de medida:

Los valores analógicos de medida se muestran en las pantallas de operación por medio de un recuadro de color gris, con dos campos de color negro, en los cuales se visualiza el valor medido y la unidad de medida como se muestra en la figura 2.13:

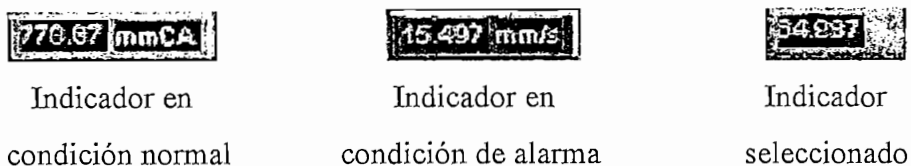


Figura 2.12

Recuadro de presentación de valores analógicos

El recuadro de presentación de valores analógicos, tiene el siguiente código de colores, que se muestra a continuación en la tabla 2.5:

Estado del valor analógico	Color representativo
Normal	Gris
En alarma - no reconocida	Intermitente rojo – rojo oscuro
En alarma – reconocida	Rojo
Seleccionado	Borde de color amarillo

Tabla 2.5

Código de colores para recuadro de valores analógicos

Las pantallas de operación se las presentarán a continuación con una explicación de la información que se puede visualizar en cada una y las acciones que se pueden tomar en cada pantalla.

Las pantallas de operación comienzan en el menú principal y este se divide en 5 secciones principales que son la caldera, la turbina, el ciclo térmico, equipos auxiliares y diagramas de adquisición de datos eléctricos.

### 2.3.1. Pantalla de menú principal:

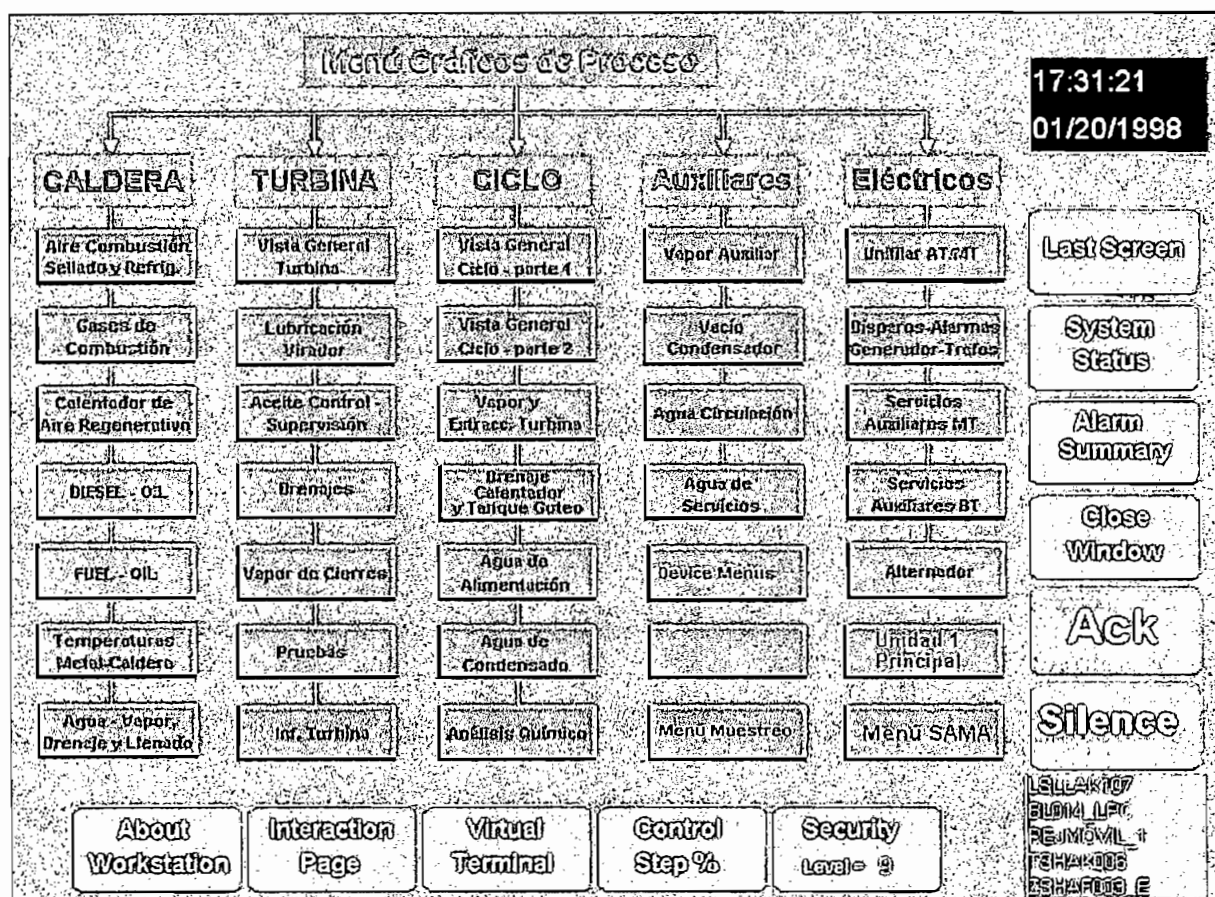


Figura 2.13

Pantalla de menú principal

Desde esta pantalla se puede presionar en cualquiera de los botones y el mismo nos conducirá hacia la pantalla titulada en el texto dentro del botón.

También se puede apreciar los botones de color cyan oscuro que llevan hacia pantallas de diagnóstico interno del sistema de control distribuido como son los botones About Workstation, Interaction Page, System Status.

El botón de Alarm Summary conducirá al sumario de alarmas donde estarán listadas las alarmas o por orden de severidad o por tiempo de aparición, esto a elección del operador. El botón de Virtual Terminal conducirá a la pantalla de programación del sistema, hacia la base de datos, la lógica escalera, la elaboración de reportes o al manejo del almacenamiento masivo de información.

El botón de Security, indica el nivel de seguridad en el cual se encuentra el procesador gráfico y también se puede cambiar el nivel de seguridad desde ahí, para bajar de nivel no se necesita ingresar la palabra clave, para subir de nivel si hay que ingresarla.

### 2.3.2. Pantalla de aire de combustión, sellado y refrigeración:

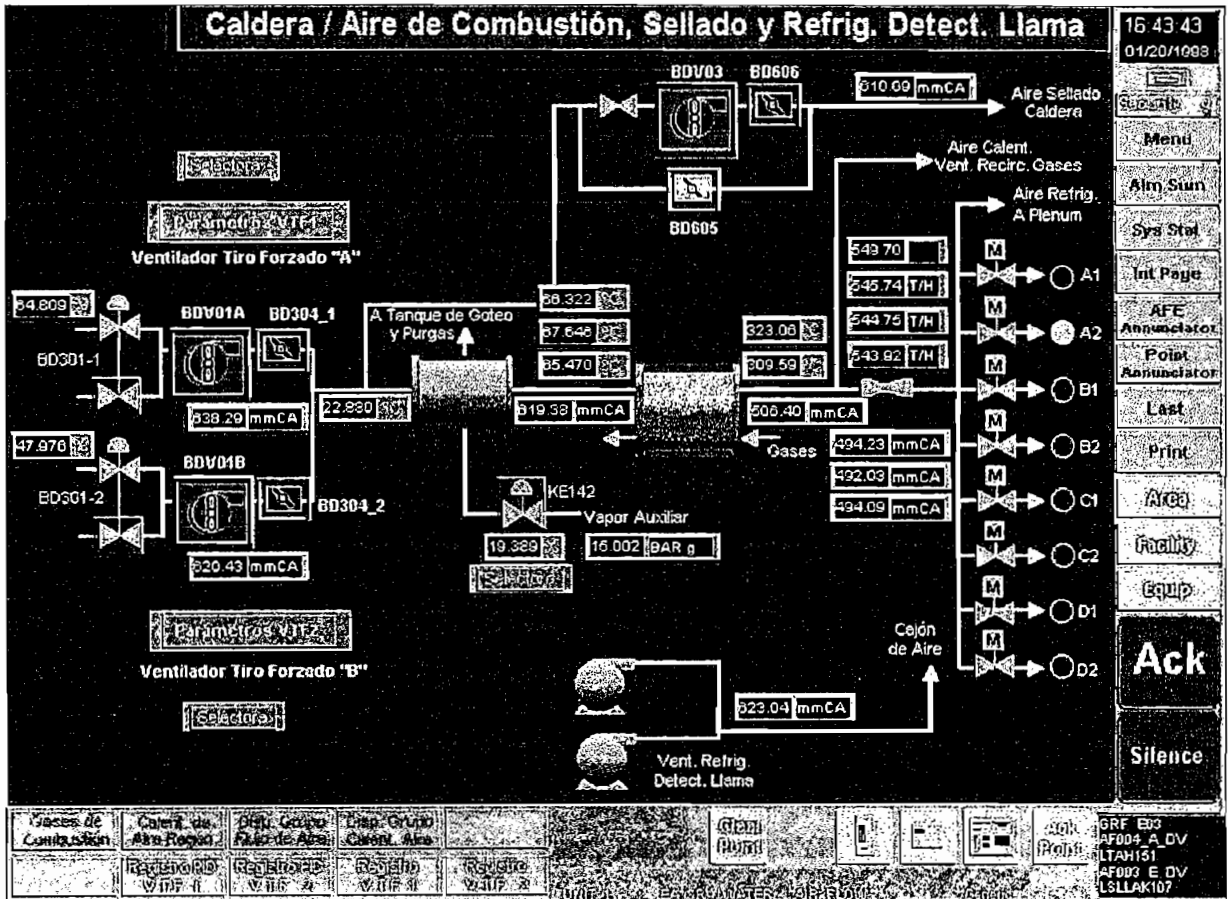


Figura 2.14

Pantalla de aire de combustión, sellado de caldera y refrigeración de detectores de llama.

En esta pantalla se puede observar el estado de los ventiladores de tiro forzado y sus compuertas de descarga, del ventilador de sellado de caldera, los porcentajes de apertura de las compuertas de aspiración, quemadores que están en servicio y datos de presiones y temperaturas de aire.

Se observa que el calentador de aire regenerativo se encuentra en marcha y si se presiona sobre los botones de parámetros de los VTF's (ventiladores de tiro forzado) se observará la corriente del motor, la temperatura de sus devanados y las temperaturas de los diferentes

cojinetes (2 del motor y 2 del ventilador), también están los medidores de vibraciones y sus alarmas de alta y muy alta vibración.

Si se presiona sobre el botón que dice selectora, se abrirá una ventana del PID de flujo de aire que permite ponerlo en manual o automático y si está en manual comandar la apertura de los dampers a gusto del operador.

Si se presiona sobre las compuertas de aspiración BD413 se va a la pantalla del PID de flujo de aire, si se lo hace en la válvula KE142 irá a la pantalla del PID del precalentador de aire.

Como se puede apreciar en la parte inferior izquierda se hallan los botones de navegación que conducen a pantallas relacionadas con el aire de combustión.

### 2.3.3. Pantalla de gases de combustión:

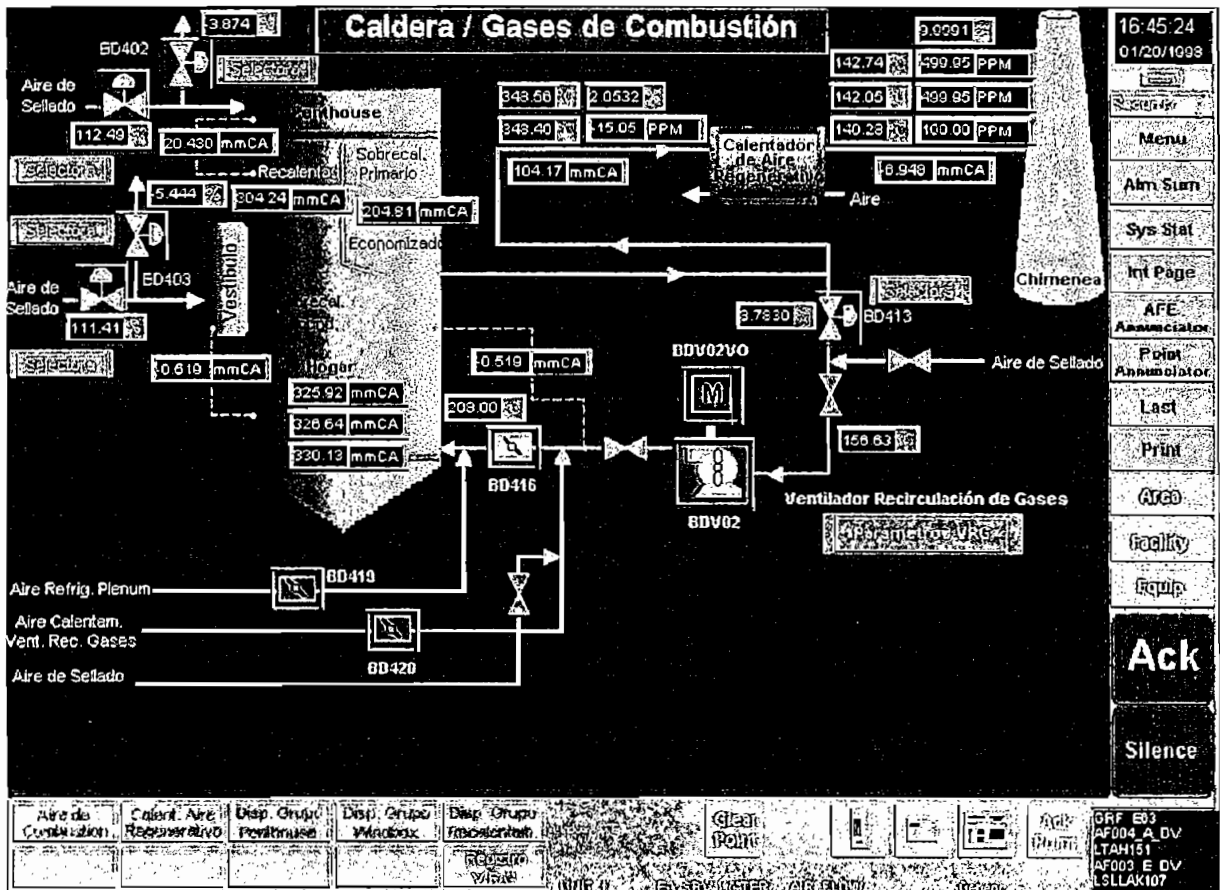


Figura 2.15

Pantalla de gases de combustión.



En esta pantalla se visualiza el ventilador de recirculación de gases, así como sus parámetros mecánicos y eléctricos, al presionar el botón de los parámetros que abrirá una ventana con los mismos.

Se puede navegar a los lazos de control PID de calentamiento de vapor recalentado al presionar sobre la compuerta BD413 y los lazos de control de presión de sellado del vestíbulo al presionar sobre las válvulas BD403 y del penthouse al presionar sobre las válvulas BD402.

Se puede también observar las compuertas de descarga del VRG (ventilador de recirculación de gases), de aire de refrigeración del plenum y de calentamiento del VRG cuando el mismo está parado. También se observan medidas como es la composición de los gases de salida de caldera y medidas de presión y temperatura al interior de la caldera.

#### 2.3.4. Calentador de aire regenerativo:

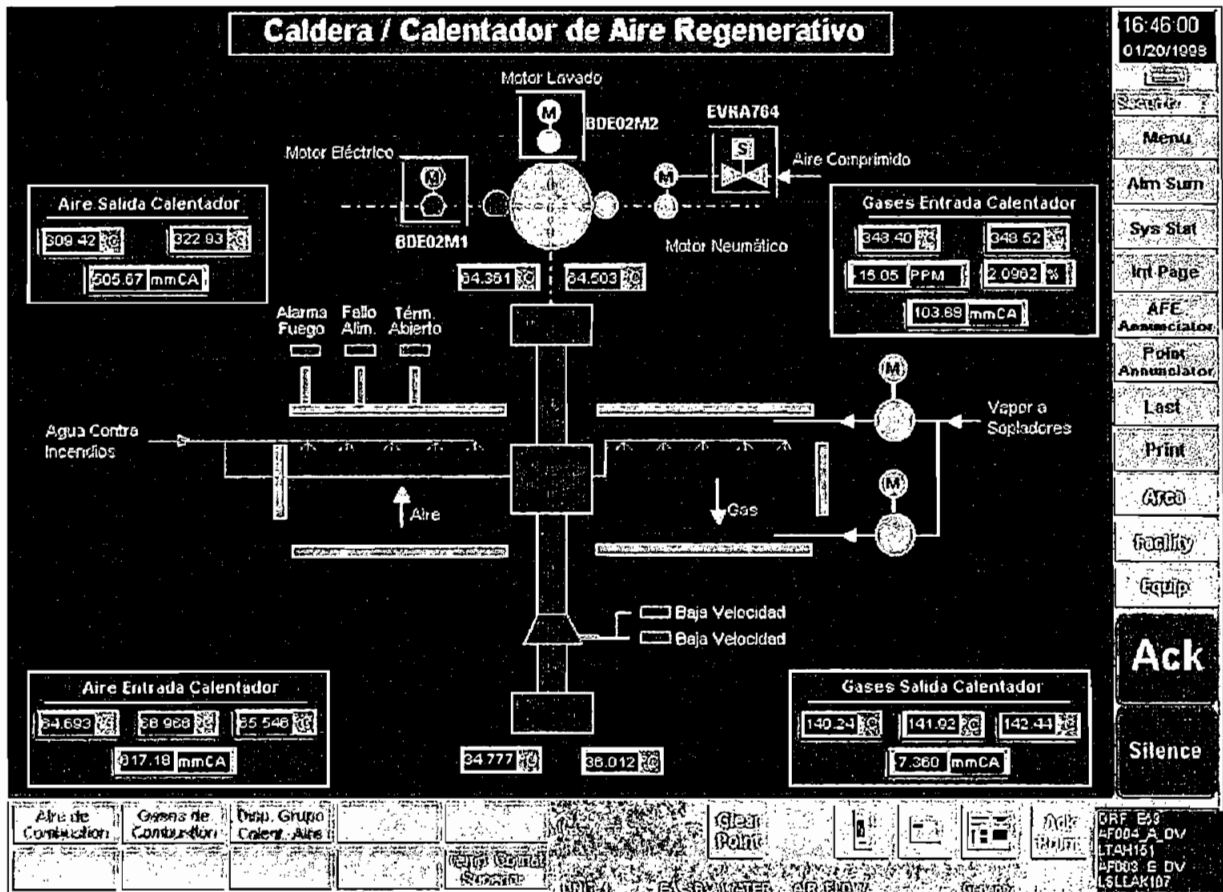


Figura 2.16

Pantalla del calentador de aire regenerativo.

En esta pantalla se visualiza si el calentador de aire regenerativo está en marcha y si lo está que motor lo impulsa, puede ser el motor eléctrico, el neumático o el motor de lavado en casos de fallas de tensión.

Se visualiza también las señales de alarma del calentador de aire regenerativo, la alarma de fuego, la alarma de fallo de alimentación, la de termocupla abierta y la de baja velocidad de rotación.

Adicional a esto se puede observar el análisis de los gases a la entrada del calentador de aire regenerativo y a la salida del mismo después del intercambio de calor. Lo mismo se puede observar para el aire de combustión que ingresa a la caldera, sus características a la entrada y a la salida.

Como en todas las pantallas en la esquina inferior izquierda se encuentran las pantallas relacionadas a esta hacia las cuales se puede navegar, en letras azules pantallas de operación relacionadas y en letras blancas pantallas de líneas de tendencia o registro relacionadas.

#### **2.3.5. Pantalla de diesel-oil**

En esta pantalla se observa el circuito de diesel de la central, el diesel se carga al tanque de almacenamiento ya sea desde un buque o un tanquero y del tanque se bombea hacia la caldera a los ignitores, todos con sus respectivos medidores de flujo y totalizadores.

La válvula BM132 es la que efectúa el control de presión de diesel en los ignitores al abrir o cerrar la recirculación, si se presiona sobre esta válvula se navega hacia la pantalla del lazo de control PID respectivo.

En esta pantalla se puede observar el botón que dice subgrupo en servicio “SI” lo que indica que en caso de que se dispare la bomba que está en servicio, arrancará la otra como bomba de respaldo.

preparación de fuel-oil, presión diferencial de vapor de atomización y fuel-oil y los lazos de presión de fuel-oil a quemadores y de flujo de fuel-oil a quemadores.

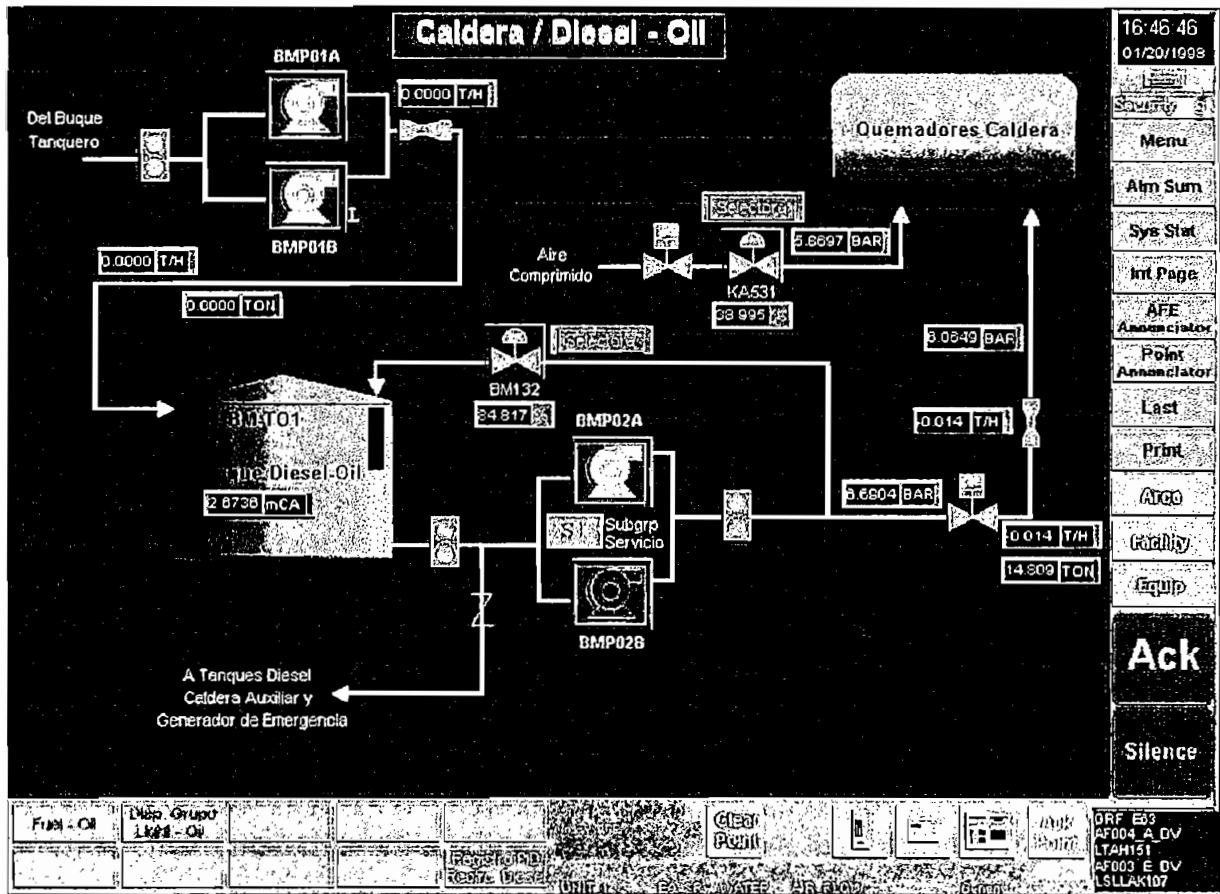


Figura 2.17

Pantalla del circuito de Diesel-Oil

Se observa también la válvula de control de aire de atomización KA531 que toma aire proveniente del tanque de aire de servicios y si se presiona sobre la misma se navega a la pantalla del lazo de control PID respectivo.

### 2.3.6. Pantalla de fuel-oil:

En esta pantalla se visualiza el circuito de fuel-oil, se ve la línea de llenado desde un buque al tanque de almacenamiento, el circuito de transferencia a los tanques de uso diario y las bombas de fuel-oil a los quemadores de caldera. En esta se puede navegar a los lazos de calentamiento de fuel-oil a la salida de los tanques, de temperatura y presión en el equipo de preparación de fuel-oil, presión diferencial de vapor de atomización y fuel-oil y los lazos de presión de fuel-oil a quemadores y de flujo de fuel-oil a quemadores.

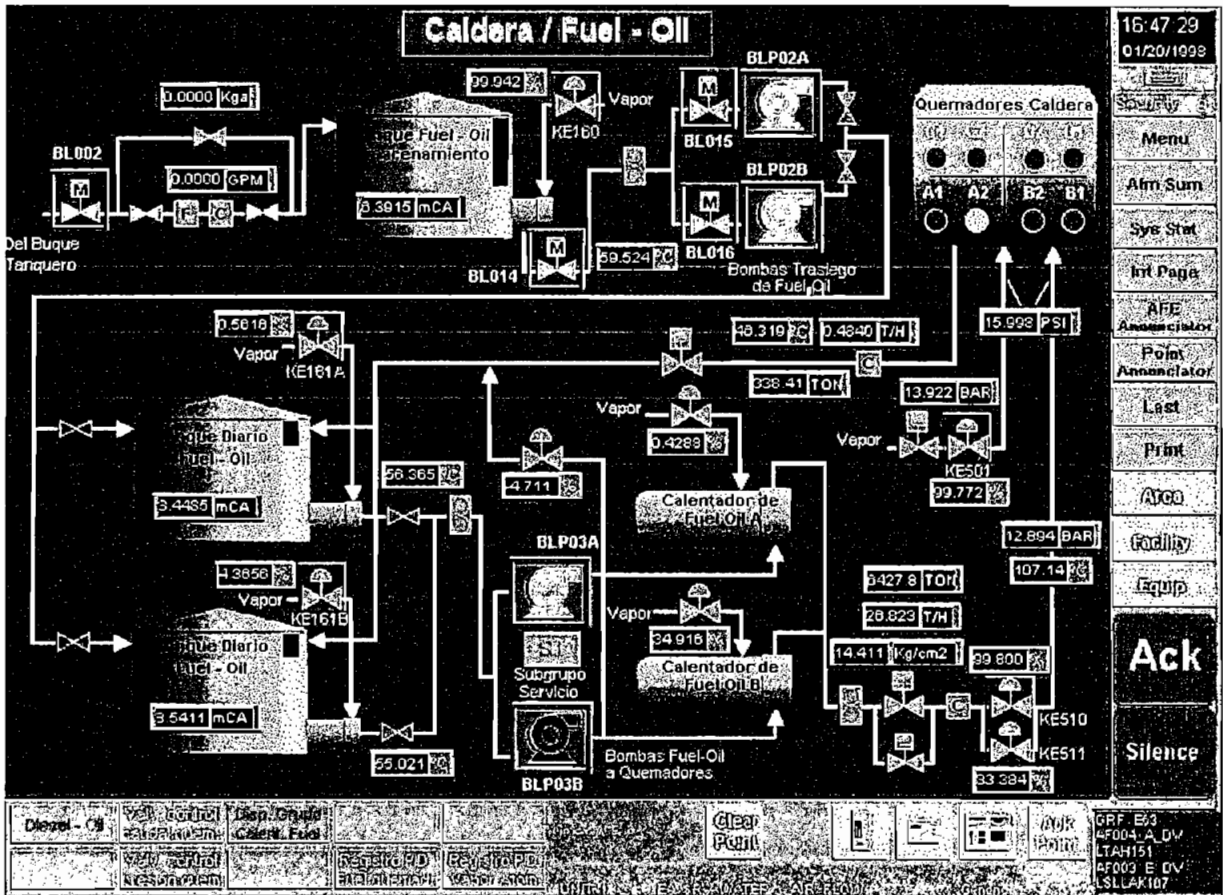


Figura 2.18

Pantalla del circuito de fuel-oil

También se pueden observar los niveles de los tanques, temperaturas y presiones en el circuito, los medidores de flujo de fuel y los totalizadores, así como los porcentajes de apertura de las válvulas.

Desde esta pantalla se observa y comanda a las válvulas motorizadas para las transferencias de fuel-oil entre los tanques y para las bombas. En esta se observa también los quemadores en servicio y se tiene la navegación correspondiente.

### 2.3.7. Pantalla de temperatura en los tubos de caldera:

Esta es una pantalla de tipo totalmente informativo, no existen lazos de control asociados a ésta, ni acciones que el operador pueda tomar. En esta se observa primeramente las temperaturas de metal en el calderín, en su parte inferior y en su parte superior, así como las

tres medidas de nivel que se tiene en diferentes zonas del calderín, también la medida de presión de vapor al interior del mismo y las temperaturas de metal en los tubos de ingreso de agua y de salida de vapor del calderín.

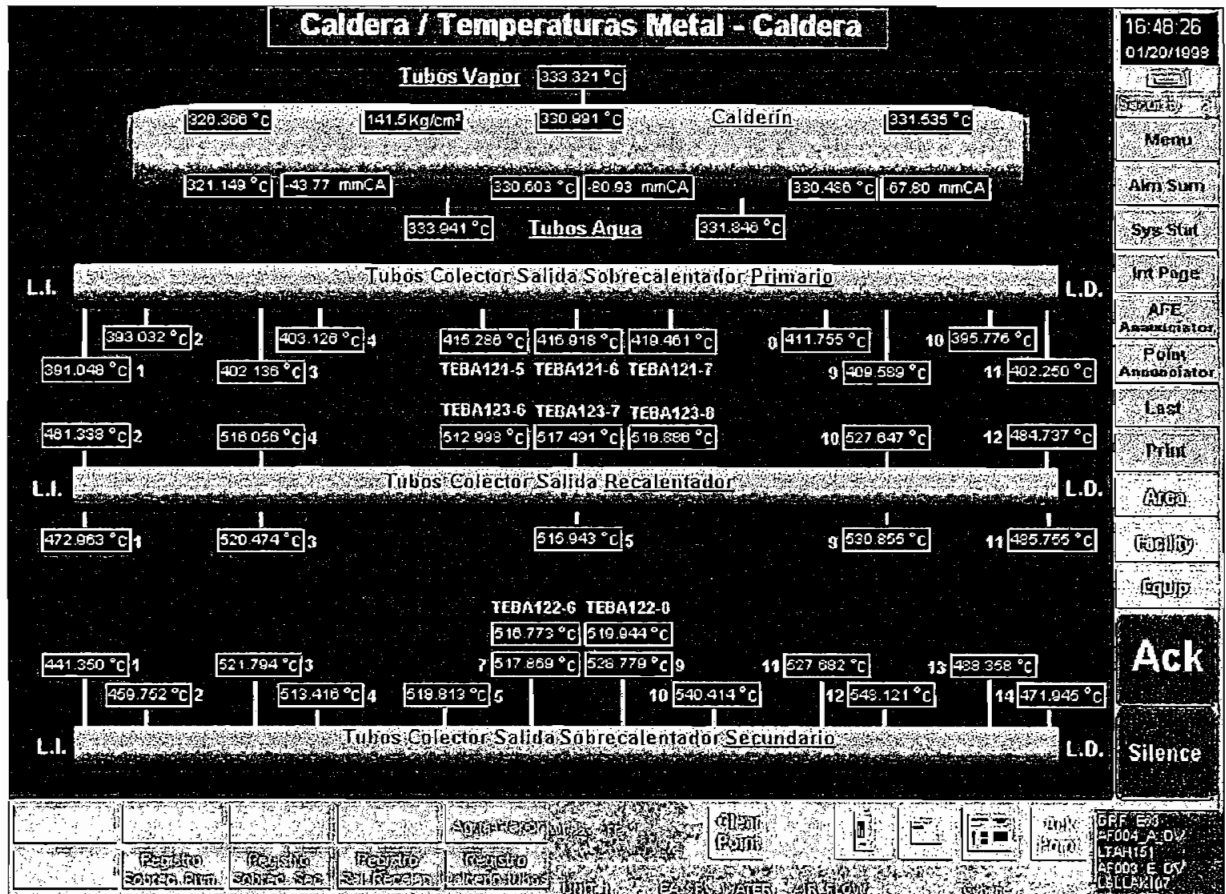


Figura 2.19

Pantalla de temperatura en los tubos de caldera

También se tiene las temperaturas de los tubos de vapor a la salida del sobrecalentador primario y secundario, cabe notar que existe muchos más tubos que medidas de temperatura al interior de la caldera, cada medida hace un muestreo y representa una zona de la caldera, se puede decir que existen casi 15 tubos por cada medida de temperatura.

Completa la pantalla las medidas de los tubos de vapor a la salida del recalentador y la anotación anterior es también válida para estas medidas. En este caso la navegación es solo a pantallas de registro de tendencia para todas las medidas presentadas en esta pantalla.

2.3.8. Pantalla de agua – vapor, drenajes y llenado de caldera:

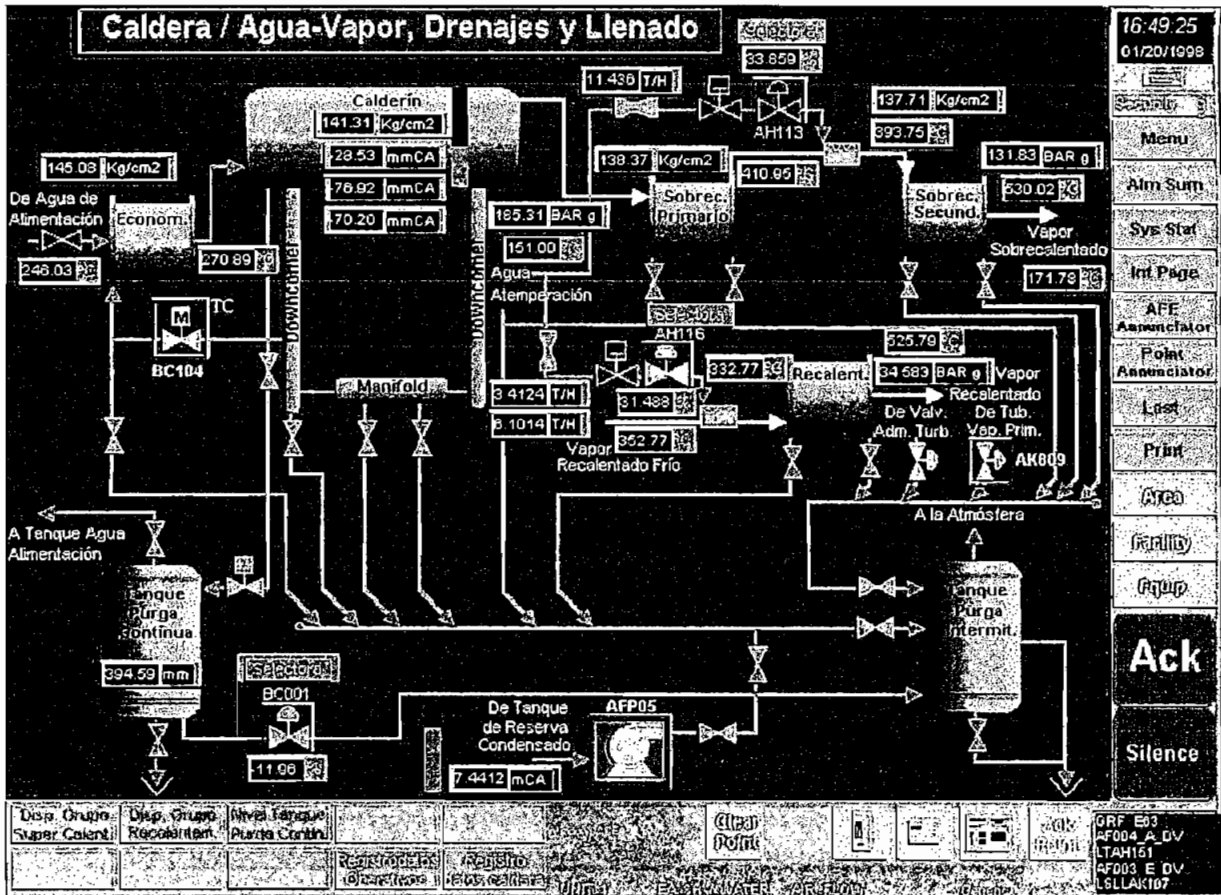


Figura 2.20

Pantalla de agua – vapor, llenado y drenajes de caldera

En esta pantalla se observa principalmente las características del vapor que sale del calderín y entra a la turbina, ya sea vapor sobrecalentado luego del sobrecalentador primario y secundario hacia la de alta presión como el vapor recalentado hacia la turbina de media presión.

También se observa la válvula de recirculación del economizador, así como la entrada de agua de alimentación al calderín, se ve también las válvulas de atemperación y de bloqueo de vapor sobrecalentado entre el sobrecalentador primario y el secundario y las válvulas de atemperación y de bloqueo antes del recalentador.

En esta pantalla esta también la bomba de llenado de caldera que se utiliza solo para el llenado inicial en un arranque en frío, sino se utiliza la bomba de agua de alimentación. Los

drenajes de la caldera aparecen en esta pantalla y solo la válvula AK809 puede ser manipulada por el operador, los otros drenajes son manuales y deben ser manipulados en el campo, el tanque de purga continua y su lazo de control de nivel se observan también.

### 2.3.9. Pantalla de vista general de turbina:

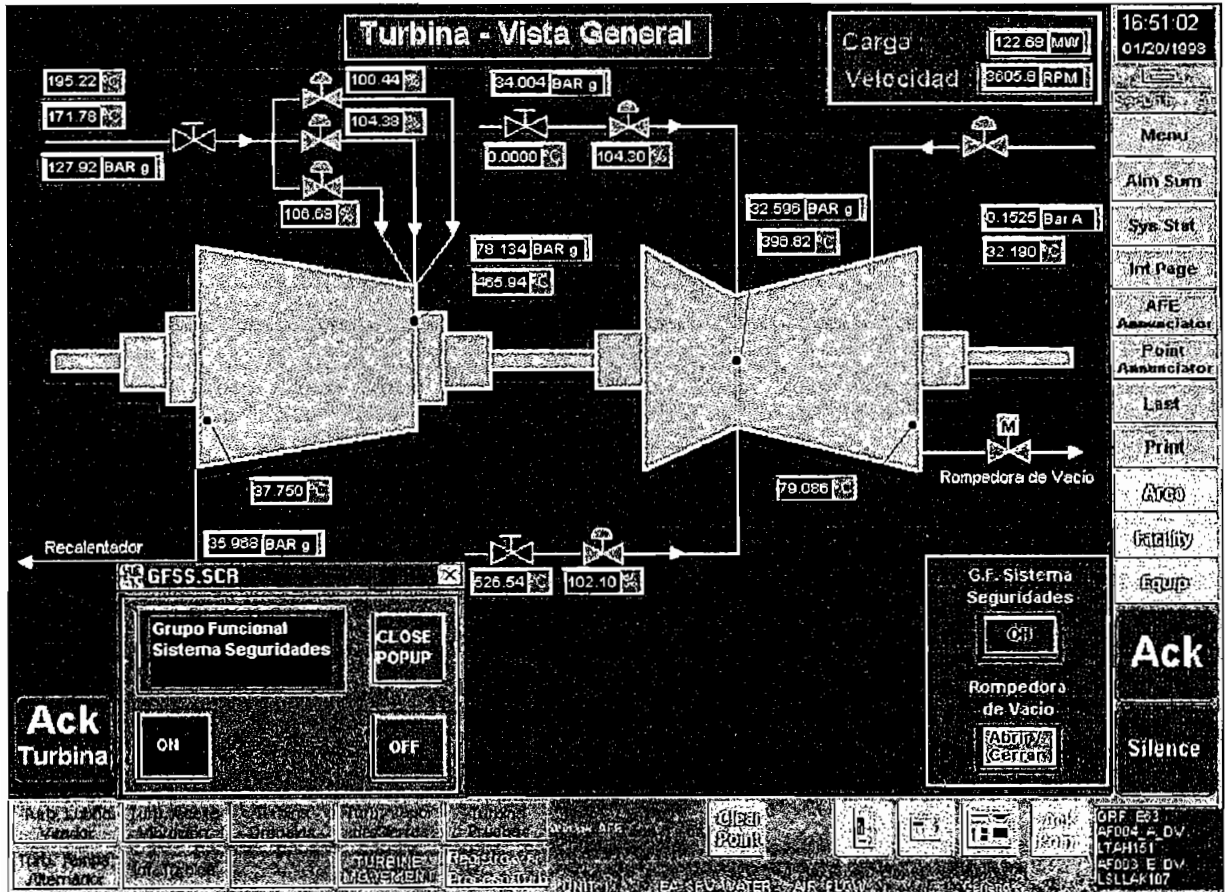


Figura 2.21

Pantalla de vista general de turbina

Esta es la primera pantalla de intercambio de información con el sistema PROCONTROL de ABB, se tiene las posiciones de las válvulas de admisión de turbina de alta y de media presión, las presiones y temperaturas del vapor y del cuerpo de turbina a la entrada de la turbina de alta, a la salida de la misma, a la entrada de la turbina de media y a la salida de la turbina de baja presión.

En esta pantalla se muestra abierto el cuadro de diálogo para el envío de las señales digitales al procontrol de sistema de seguridades encendido o apagado, con los botones respectivos y se

puede observar que está encendido ya que el botón ON está iluminado en rojo y el botón respectivo a la derecha está rojo, también obsérvese que el botón de la válvula rompedora de vacío está en verde lo que implica que la válvula está cerrada.

Obsérvese que se tienen la indicación de potencia generada y la velocidad de rotación en la esquina superior derecha y todos los botones de navegación en la esquina inferior izquierda hacia el resto de pantallas relacionadas con la operación de la turbina.

### 2.3.10. Pantalla de aceite de lubricación de turbina.

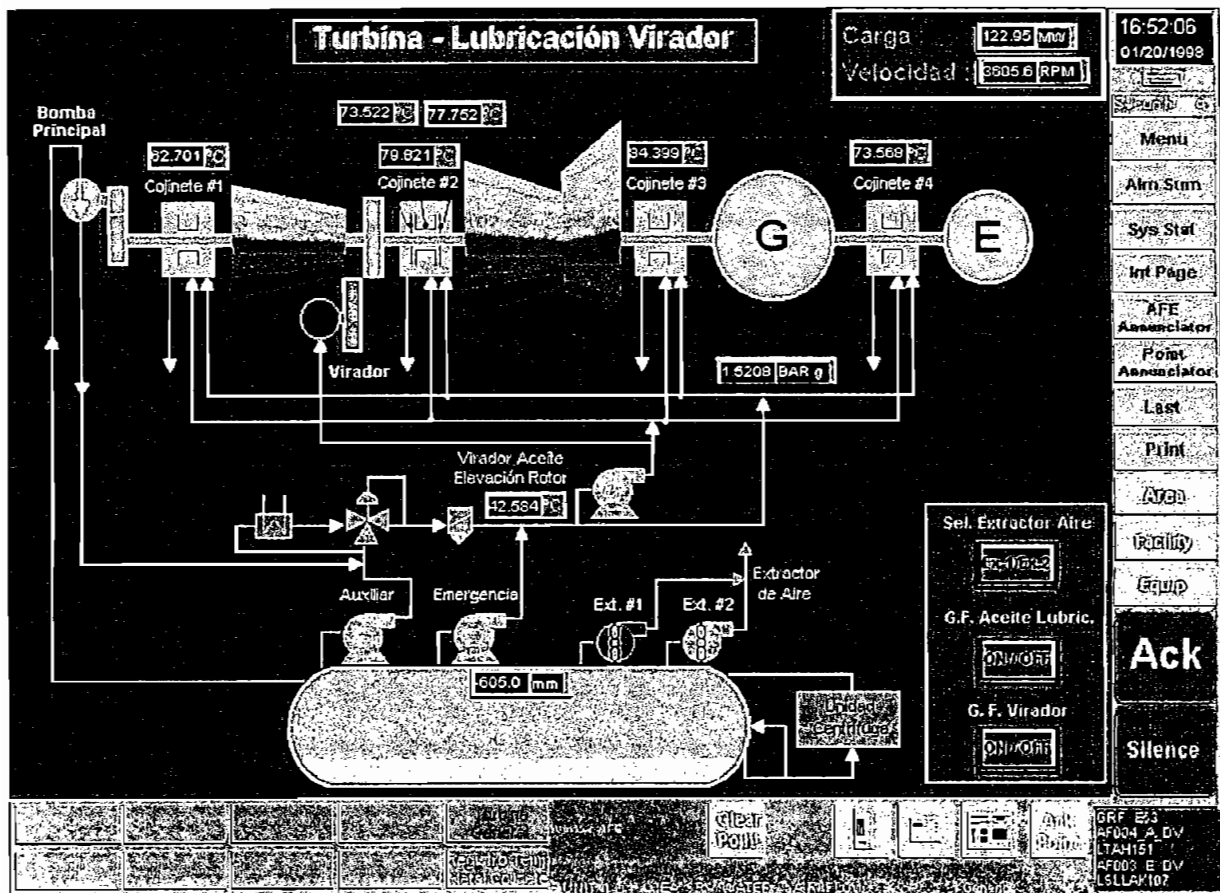


Figura 2.22

Pantalla del circuito de aceite de lubricación de turbina

Esta pantalla muestra las bombas de aceite de lubricación (auxiliar y de emergencia) y la de elevación del eje que como se ven están apagadas, que debido a que está en marcha la turbina, está utilizando la bomba mecánica. También se observan los extractores de gases y se ve que el No. 1 está en servicio.



Las temperaturas de metal de los cojinetes se registran en esta pantalla, estas son temperaturas medidas con termocuplas de contacto sobre el metal, no como se hacía antes que medían la temperatura de aceite y a partir de esto estimaban la temperatura del metal.

Además se aprecian los botones para abrir las ventanas de diálogo para cambiar de extractor de aire, para activar el grupo de aceite de lubricación cuando se dispara la turbina y para activar el grupo funcional virador que es el que mantiene la rotación de la turbina una vez que se dispara. También se puede visualizar el nivel de aceite de lubricación en el tanque, además de la medida en valor analógico, sobre la unidad de limpieza centrífuga, no hay ninguna señal que ingrese al sistema de control distribuido, por eso solo se la ha esquematizado.

### 2.3.11. Pantalla aceite de control y supervisión de expansiones y vibraciones de turbina:

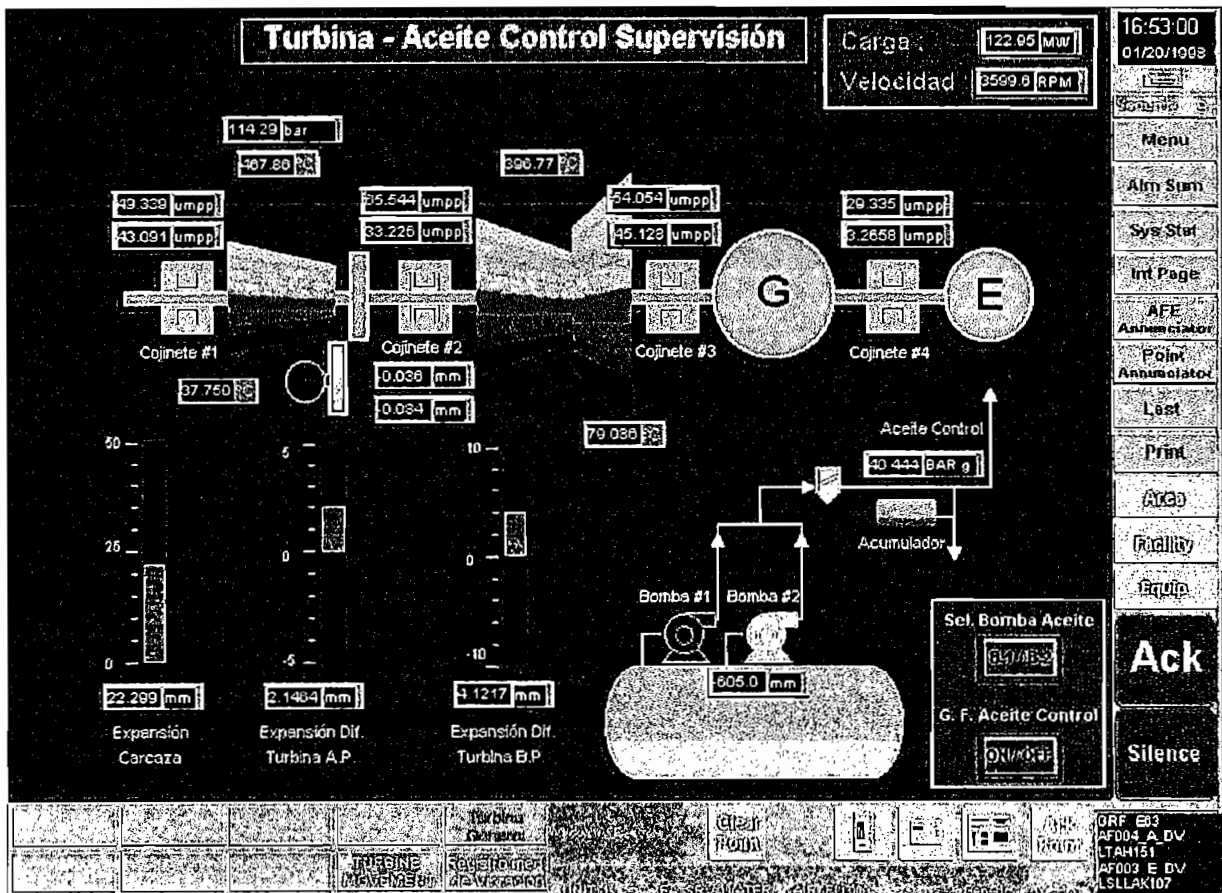


Figura 2.23

Pantalla de aceite de control y supervisión de expansiones, vibraciones y desplazamiento del eje de la turbina

En esta pantalla se tiene la activación de las bombas de aceite de control y la selección de las mismas, como se ve el grupo funcional está activado y la bomba #1 está en marcha. Es importante mencionar que en esta pantalla se encuentran algunos de los parámetros más importantes de la supervisión de la turbina como son las medidas de vibraciones, en cada uno de los cojinetes se tienen dos medidas de micrómetros pico-pico.

Otras de las medidas importantes son las expansiones diferenciales, que miden la expansión del rotor con respecto a la carcasa, cabe indicar que son parámetros que deben monitorearse puesto que son muy sensibles a cambios debido a variaciones en la temperatura de vapor o a la carga que se esté generando.

El último dato que se puede apreciar, pero no menos importante en el desplazamiento axial del eje, esta medida se toma en el cojinete #2 e indica si existe algún movimiento de la turbina que pueda causar graves daños. Como medidas complementarias se tienen las temperaturas de los diferentes cuerpos de turbina (temperatura de metal).

### **2.3.12. Pantalla de drenajes y extracciones de turbina:**

En esta pantalla se observan todas las válvulas de drenaje de la turbina para su monitoreo y comprobación, como se puede ver en el gráfico, también están representadas las extracciones y en especial las No. 4, 5 y 6 que poseen válvulas de retención controlada. El sistema de control distribuido recibe una retransmisión de los finales de carrera de las válvulas y eso es lo que se representa.

Por ejemplo se puede observar la válvula de retención controlada de la extracción No.5 en amarillo lo que indica que llegan ambos finales de carrera el de cerrado y el de abierto o las válvulas en violeta que van al tanque de expansión de purgas en los cuales no llega ningún final de carrera.

También está el botón que abre la ventana de activación del grupo funcional de drenajes de turbina. Se tienen las medidas de presión y temperatura del vapor que entra a las diferentes turbinas y las mismas medidas para las diferentes extracciones.

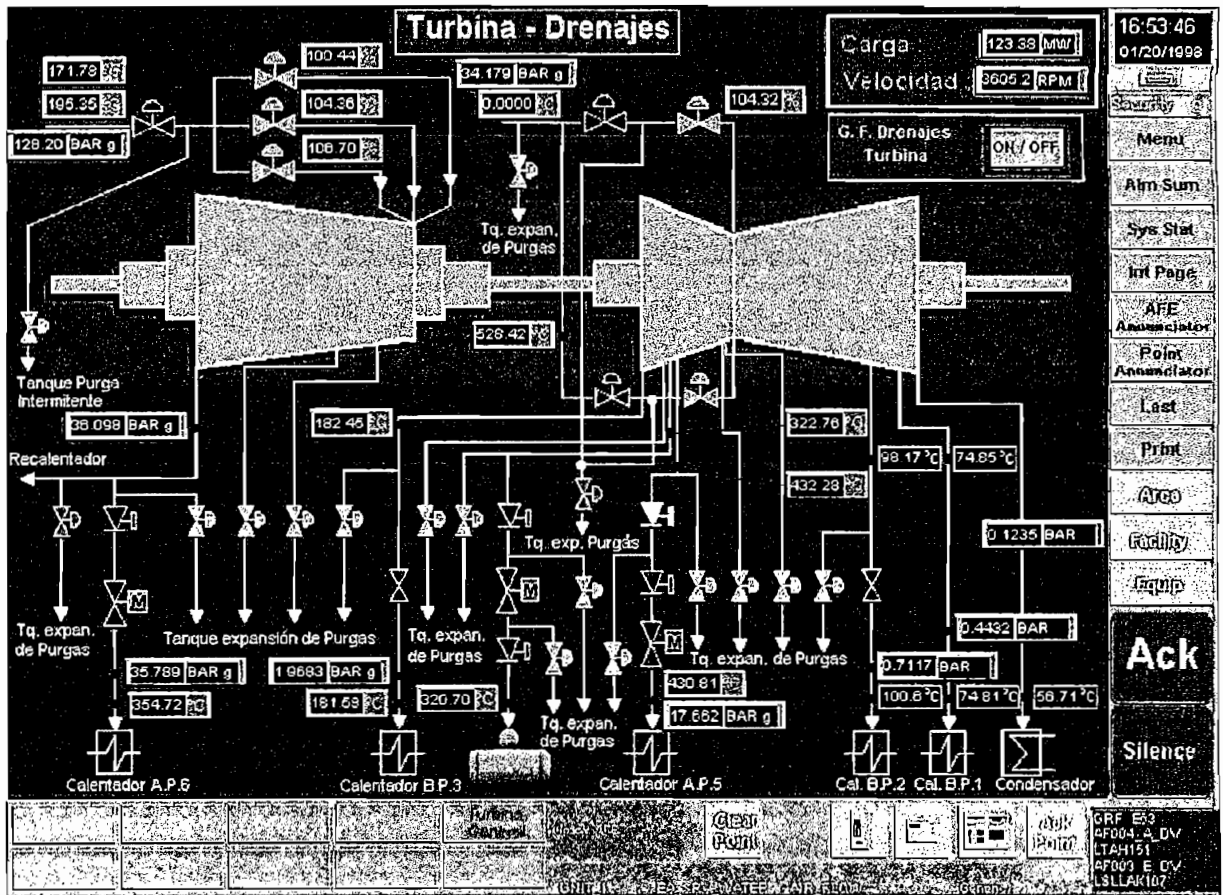


Figura 2.24

Pantalla de drenajes y extracciones de turbina

### 2.3.13. Pantalla de vapor de sellado o cierres de turbina.

Esta pantalla es bastante sencilla, pero no por eso menos importante, se toma vapor de la línea principal y por medio de un lazo de regulación (que tiene lugar en el procontrol de ABB) se regula la presión de sellado de la turbina. Este hecho no se visualiza en la pantalla debido a que el procontrol se quedo sin salidas de tipo analógico que pudieran facilitar esa información al sistema de control distribuido.

También están los botones de selección del ventilador que se utilizará y el botón de activación del grupo funcional de vapor de sellado, así como un botón para que el operador manualmente abra o cierre la válvula de vapor de cierre a los sellos.

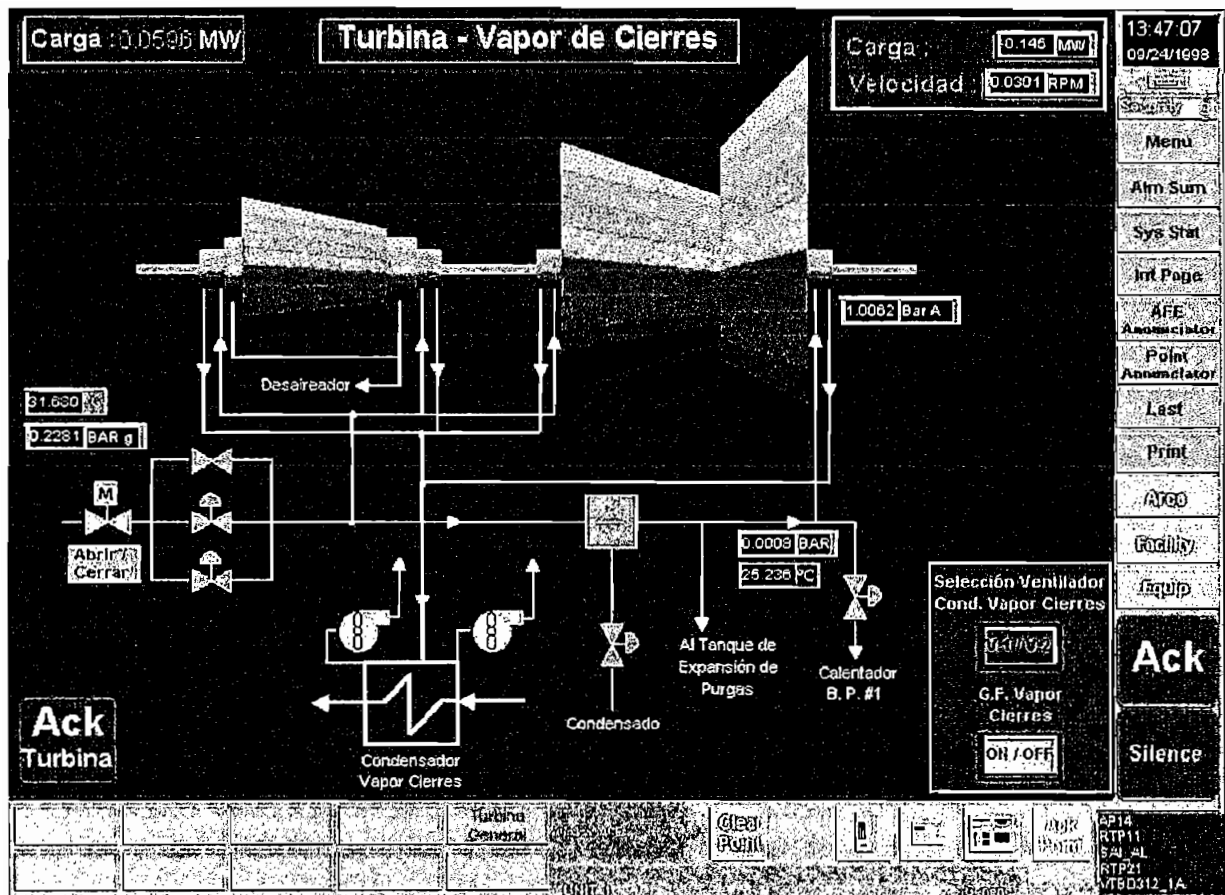


Figura 2.25

Pantalla de vapor de sellado o cierres de turbina

Cabe mencionar que ese vapor también es atemperado, pero al igual que con el otro lazo no se tiene ninguna información en pantalla que muestre su operación. La pantalla indica los valores de presión y temperatura de vapor a la entrada del sistema, la presión y temperatura después de la atemperación y la presión en el sello de la turbina de baja presión.

### 2.3.14. Pantalla de pruebas de turbina:

Esta pantalla envía señales digitales que inician una serie de pruebas y del mismo modo por medio de señales digitales se tiene el resultado de las pruebas, si fue un éxito o un fracaso. La prueba de las válvulas de retención controlada, las cierra y las abre y comunica si respondieron a las ordenes dadas. Las pruebas de recorrido total de las válvulas de entrada a turbina de alta A, B, C, de recorrido parcial de la entrada principal de vapor y las de recorrido total de ingreso a la turbina de media presión de lado derecho e izquierdo, lo que hacen es

ordenar su movimiento y comprueba que responde como se le ordena y si es así es un éxito, caso contrario un fallo de la prueba.

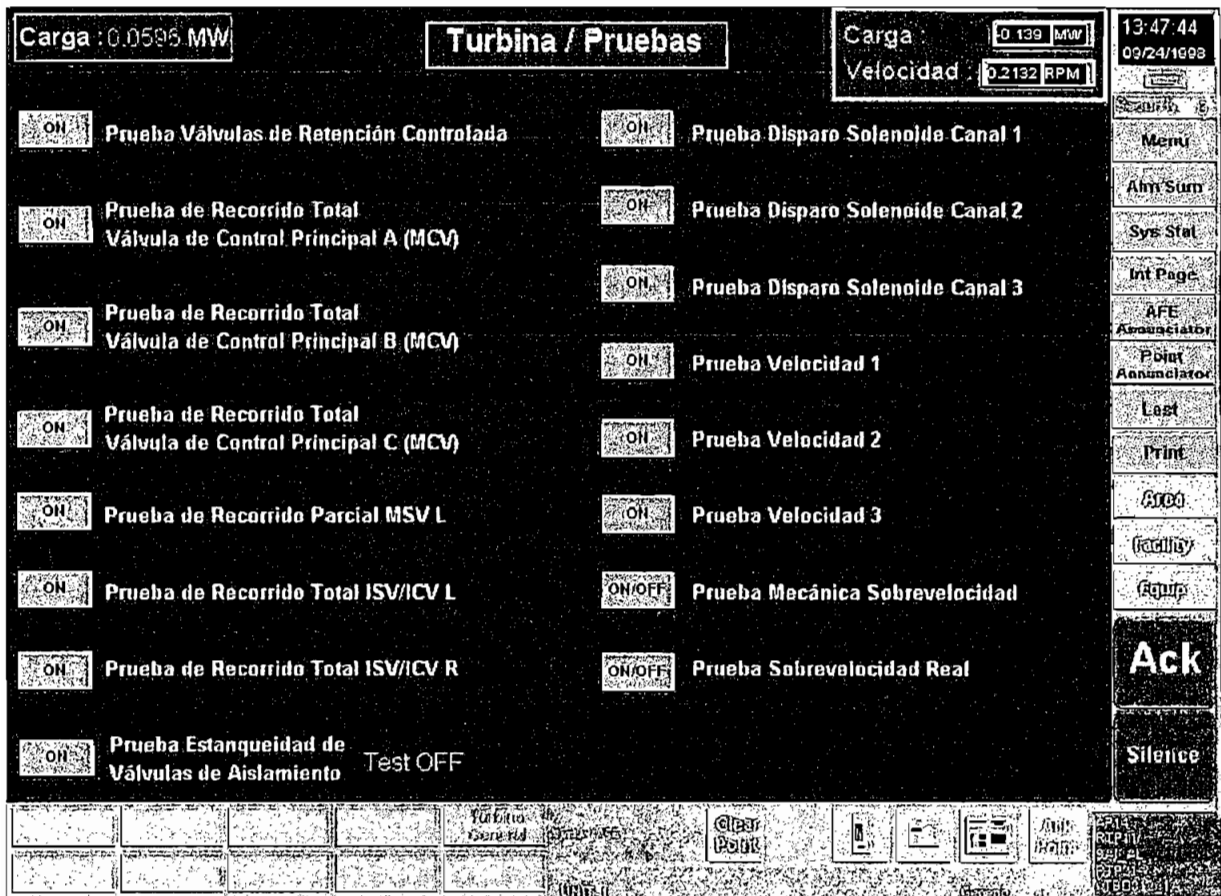


Figura 2.26

### Pantalla de pruebas mecánicas de turbina

Las pruebas de disparo de solenoide, prueba a la solenoide que da la señal de disparo de la turbina, si se prueba una a la vez no corre peligro la operación de la unidad, puesto que utiliza lógica 2 señales de 3. Las pruebas de sobrevelocidad lo que hacen es probar el disparo por sobre velocidad de la unidad y las pruebas de velocidad 1, 2, 3, prueba los sensores de velocidad de la turbina.

### 2.3.15 Pantalla de controles de turbina

En esta pantalla se puede controlar la generación por medio de señales enviadas a la turbina, la turbina posee tres modos de control que pueden ser utilizados por el operador y estos son:

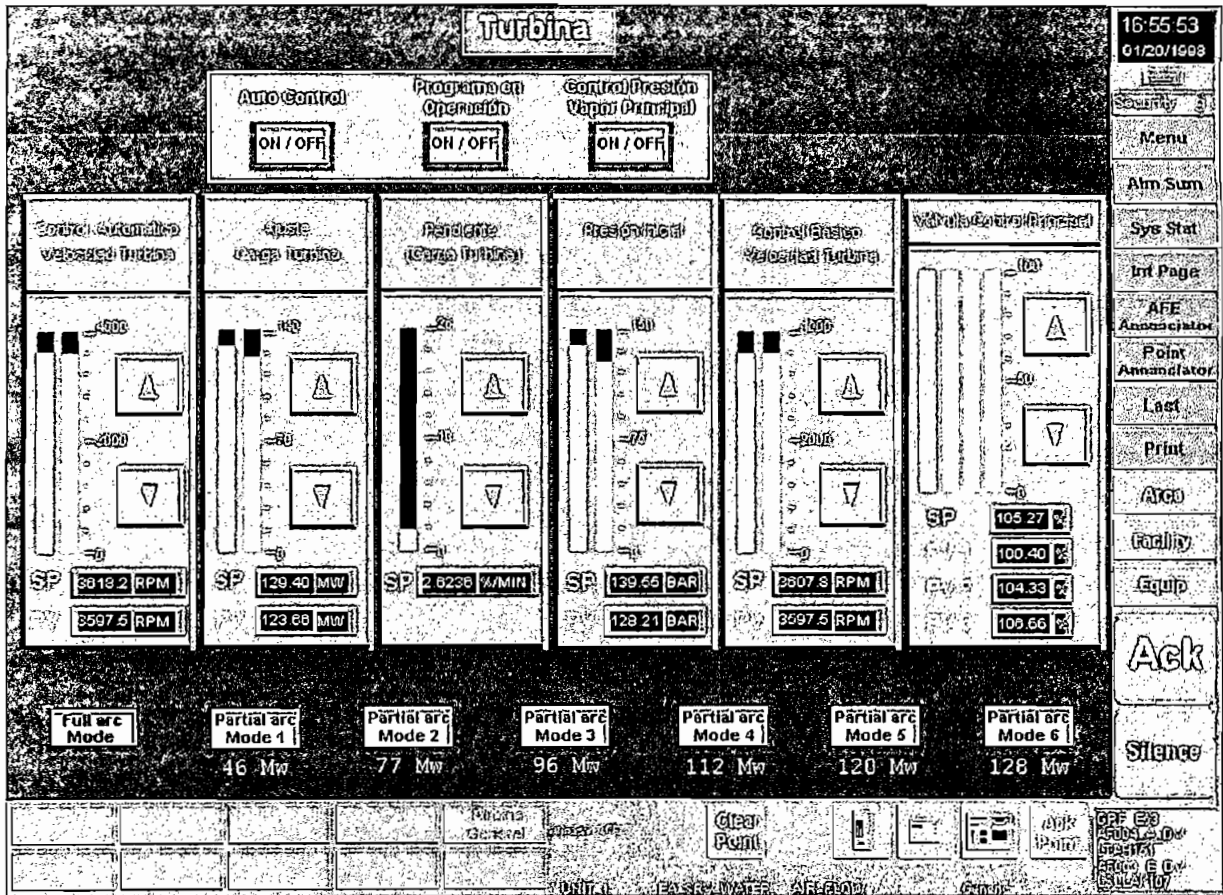


Figura 2.27

Pantalla de controles de turbina

1. Manual: El operador mueve las válvulas de admisión de turbina directamente por medio de pulsos enviados desde el sistema de control distribuido al sistema de control de turbina.
2. Básico: El operador puede subir carga abriendo las válvulas de admisión directamente por medio de pulsos, pero si desea bajar de carga lo puede solo estableciendo la nueva potencia y bajará automáticamente a la velocidad de ascenso/descenso establecida.
3. Automático: Subir y bajar carga es totalmente automático, solo se fija la potencia meta y la turbina subirá o bajará de carga de acuerdo a la rampa establecida por el operador.

Todos los datos de esta pantalla se cambian por medio de pulsos, cada pulso genera un cambio que se nota al revisar en cada ventana de control la casilla de punto de consigna (set-point) y la casilla de variable de proceso indicará que también esta haciendo el seguimiento el control a lo solicitado.

Los primeros cuatro casilleros son para el control automático y los dos últimos son para el control básico, el control manual utiliza el último casillero, siempre y cuando la turbina se haya puesto en manual desde el panel de control y sincronización (señal fuera del DCS).

En realidad el control de velocidad no tiene ninguna función, excepto el de mostrar la velocidad real de la turbina durante el rodado, ya que para rodarla siempre se sigue un programa automático del procontrol y en condiciones normales no hay como moverse de 3600 RPM cuando se está generando.

Si se está trabajando en el modo de operación de la unidad; caldera sigue, la turbina trata de mantener constante el valor de MW generados mientras la caldera trata de controlar y mantener constante su presión de salida hacia la turbina. En este caso solo se utilizan los casilleros de ajuste de carga de turbina donde se ponen lo MW a generar y el de pendiente que será la velocidad de ascenso o descenso.

Si se está trabajando en el modo de operación de la unidad; turbina sigue, la turbina trata de controlar la presión de ingreso a la turbina, mientras los MW varían y la caldera mantiene constante la energía enviada hacia la turbina. En este caso solo se utiliza el tercer casillero que es el control de presión inicial en la turbina.

Los botones de la parte superior son los siguientes,

- Auto control, es poner a la turbina en modo automático o en modo básico.
- Programa en operación, si está en automático subirá carga si está en ON y se mantendrá en la carga que esté mientras esté en OFF
- Control de presión vapor, si está en ON la turbina pasa a controlar presión y seguirá a la caldera.

Los botones de la parte inferior son para los denominados modos de apertura, que es una característica de operación de esta turbina, la ventaja es utilizar de modo diferente las tres válvulas de admisión para mejorar el rendimiento y la operación de la turbina.

- Full arc mode, implica que las tres válvulas se mueven al unísono, exactamente iguales.

parámetros del ciclo térmico comenzando desde el sistema de agua de alimentación hasta el vapor a la turbina de alta y media presión, incluyendo las extracciones No. 4, 5 y 6.



- Partial arc mode 1, implica que primero se abre la válvula C, luego la B, luego la A y los 46 MW indican el punto de mejor rendimiento de este modo de apertura.
- Partial arc mode 2, implica que primero se abre la válvula C, luego la A, luego la B.
- Partial arc mode 3, implica que primero se abre la válvula B, luego la C, luego la A.
- Partial arc mode 4, implica que primero se abre la válvula B, luego la A, luego la C.
- Partial arc mode 5, implica que primero se abre la válvula A, luego la C, luego la B.
- Partial arc mode 6, implica que primero se abre la válvula A, luego la B, luego la C.

### 2.3.16. Pantalla de vista general del ciclo térmico, parte 1

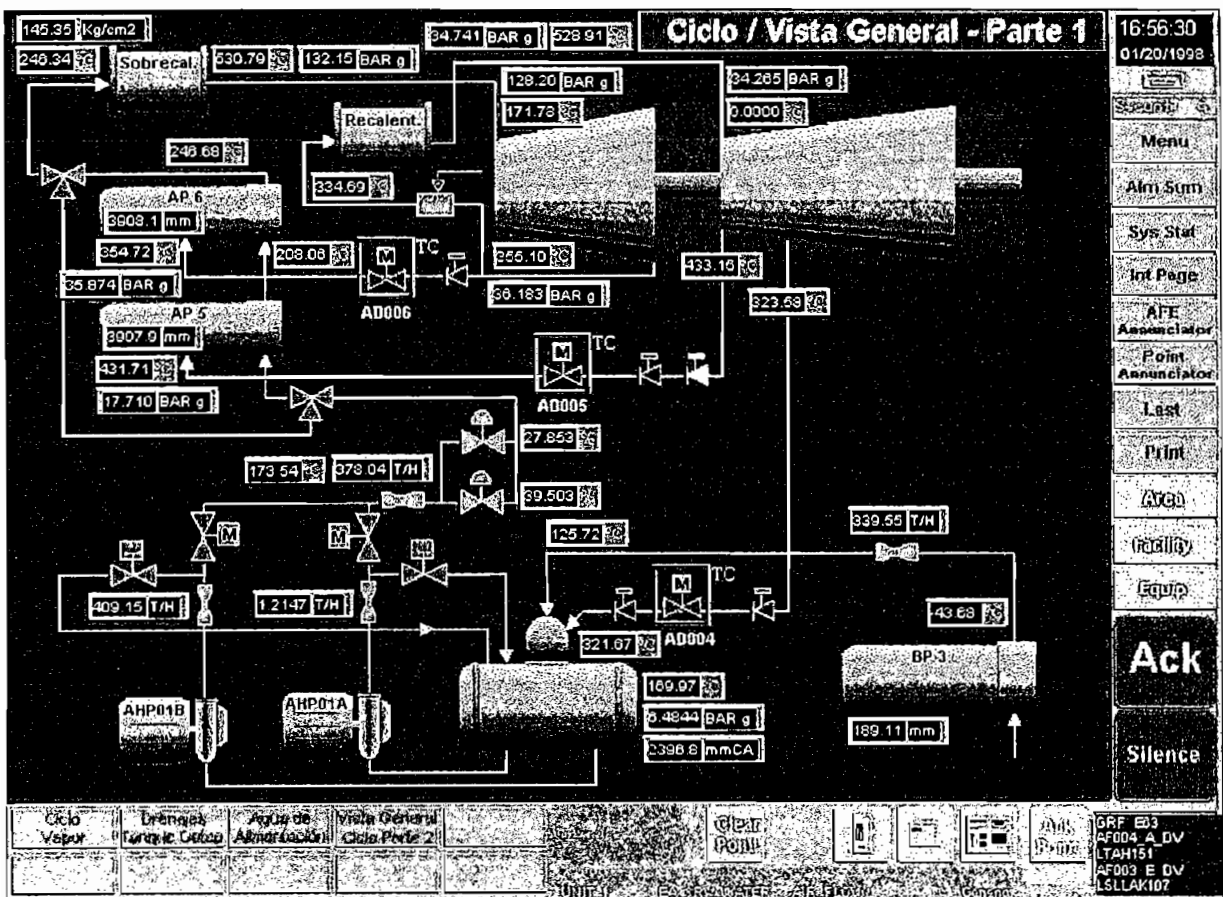


Figura 2.28

Pantalla de vista general del ciclo térmico, parte 1

Esta también es una pantalla de tipo informativo, en donde se visualizan los principales parámetros del ciclo térmico comenzando desde el sistema de agua de alimentación hasta el vapor a la turbina de alta y media presión, incluyendo las extracciones No. 4, 5 y 6.



El operador no puede tomar ninguna acción en esta pantalla, excepto por las válvulas motorizadas de los drenajes AD004, AD005 y AD006. Esta pantalla se realizó de modo que el operador al mirarla pueda saber como es la situación de esta parte del ciclo térmico sin tener que pasar de una pantalla a otra revisando todos los datos.

La navegación entre ésta pantalla y las relacionadas, se ha elaborado de modo que todos los equipos y sistemas que se pueden ver en esta pantalla, se puedan acceder con solo tocar el botón respectivo en los botones de navegación. Tampoco se puede acceder a los lazos de control desde esta pantalla, hay que navegar hasta la pantalla relacionada y específica que lo contenga. Cabe notar el indicador de nivel que está en rojo, significa que está en alarma, el operador puede presionar sobre el mismo, abrir la ventana de diálogo y ver el problema.

### 2.3.17. Pantalla de vista general del ciclo térmico, parte 2

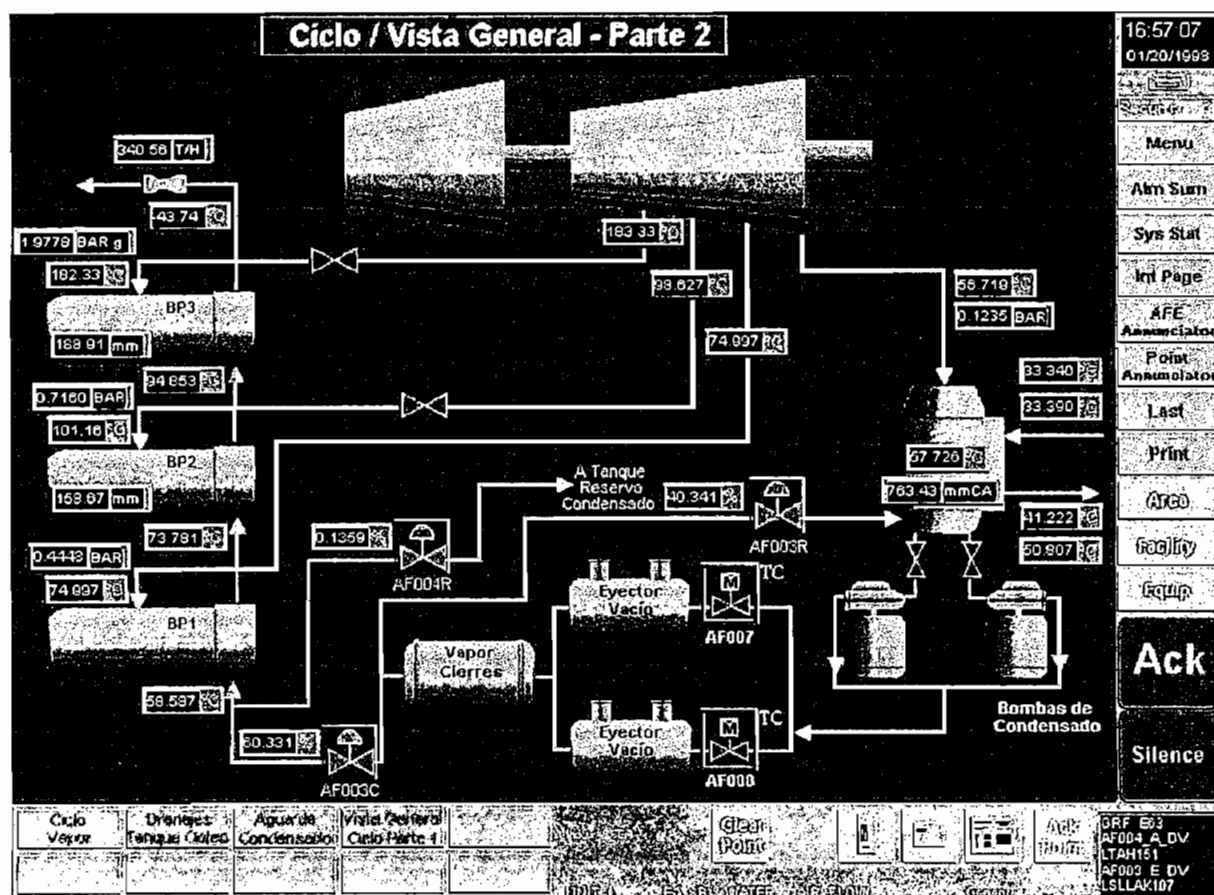


Figura 2.29

Pantalla de vista general del ciclo térmico, parte 2

Esta pantalla como la anterior es solo una pantalla de tipo informativo, la cual consta del ciclo térmico, desde la condensación de vapor en el condensador hasta su bombeo al tanque de agua de alimentación, incluyendo las extracciones No. 1, 2 y 3.

Como en la pantalla anterior, el operador no puede tomar ninguna decisión, excepto por las válvulas de condensado a los eyectores de vacío AF007 y AF008.

Es esta se observa las características del agua que se envía al tanque de agua de alimentación, así como las características del vapor que sale de las extracciones hacia los calentadores de baja presión.

Como en el caso anterior, la navegación está hecha para moverse a las pantallas de cualquiera de los equipos presentados en la pantalla. Los lazos de control tampoco se pueden acceder desde esta pantalla, hay que navegar a la relacionada correspondiente.

### **2.3.18. Pantalla de vista general de la parte de vapor del ciclo térmico**

En esta pantalla cuyo objetivo es informativo se aprecia el camino que recorre el vapor desde que sale del calderín hasta que vuelve a ser agua en el condensador, se pueden observar las presiones y temperaturas del vapor en cada uno de las diferentes secciones.

El camino seguido por el vapor es el siguiente, sale del calderín hacia el sobrecalentador primario, pasa posteriormente por la atemperación y entra al sobrecalentador secundario, luego a la turbina de alta presión, sale como vapor recalentado frío y entra al recalentador, luego hacia el atemperador e ingresa hacia la turbina de media presión y directamente a la turbina de baja presión donde el vapor sale hacia el condensador.

En este ciclo parte del vapor sale por las extracciones donde harán intercambio de calor y calentará el agua de alimentación en el caso de las extracciones 4, 5 y 6 o el agua de condensado en el caso de las extracciones 1, 2 y 3.

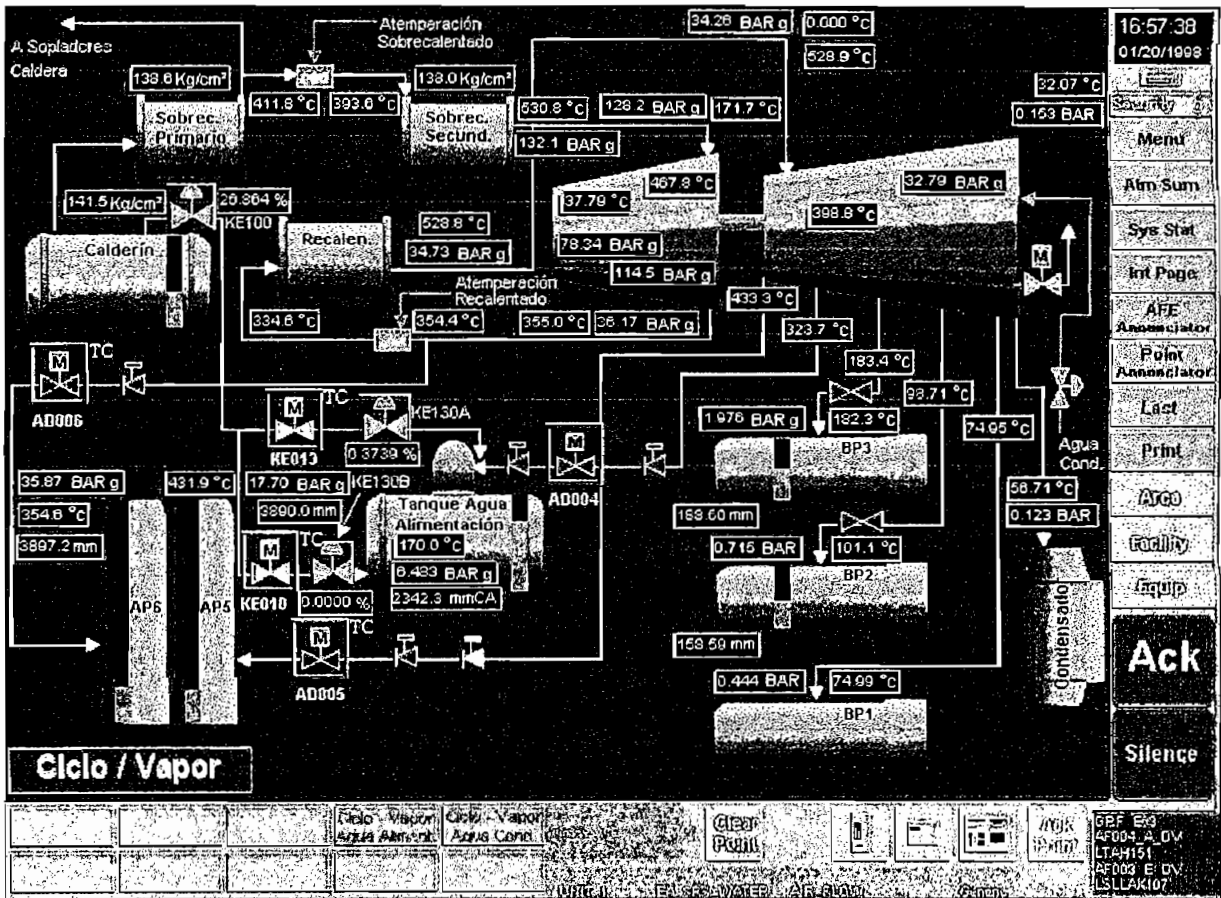


Figura 2.30

Pantalla de vista general de la parte de vapor del ciclo térmico

Desde esta pantalla se pueden operar las válvulas motorizadas AD004, AD005 y AD006 de las extracciones 4, 5 y 6 respectivamente y también se puede acceder a los lazos de calentamiento del fondo del desgasificador al presionar sobre la válvula KE010 y de presurización del mismo al presionar sobre KE013.

2.3.19. Pantalla de Drenajes de los calentadores y tanque de goteo

En esta pantalla se observa para los calentadores, sus medidas de nivel y los porcentajes de apertura de las válvulas de drenaje normal y de drenaje de emergencia. Si el operador presiona sobre cualquiera de las válvulas, navegará a la pantalla del lazo de control PID respectivo.

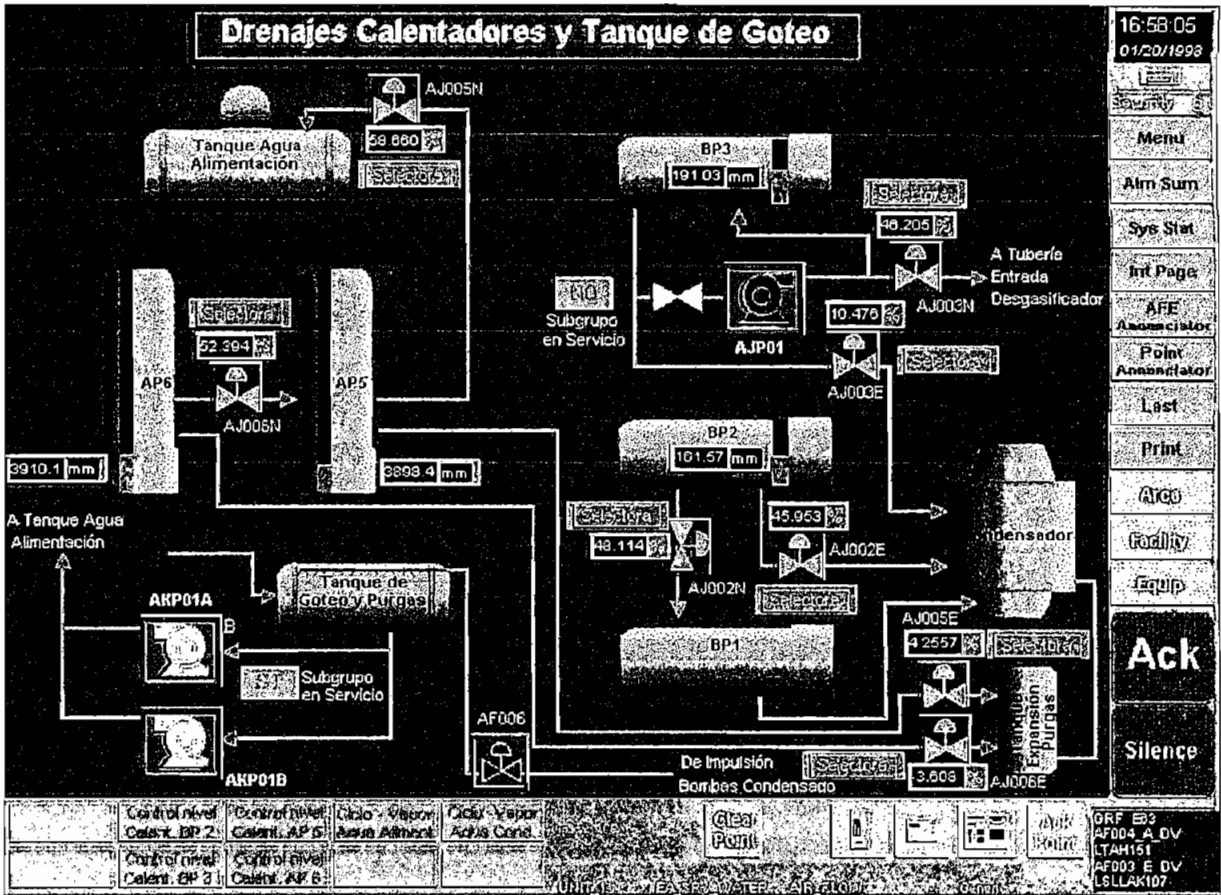


Figura 2.31

Pantalla de drenaje de los calentadores de alta y baja presión y tanque de goteo y purgas

Si presiona sobre los botones de selectora, podrá poner el lazo que haya abierto en manual y mover la válvula a su voluntad o en automático.

La bomba de drenaje del calentador #3 debe ponerse en funcionamiento antes de poner en automático el lazo de control, el operador debe arrancar manualmente la bomba para poner el calentador #3 en servicio.

También se observa el tanque de goteo y purgas, sus bombas de drenaje y la válvula de atemperación (AF006), el operador puede accionar manualmente cualquiera de estos equipos o pueden funcionar en modo automático, si el nivel dentro del tanque sube, se encienden las bombas y cuando baje se apagan y la atemperación abre si sube mucho la temperatura y se cierra al regresar a los parámetros normales.

### 2.3.20. Pantalla de agua de alimentación

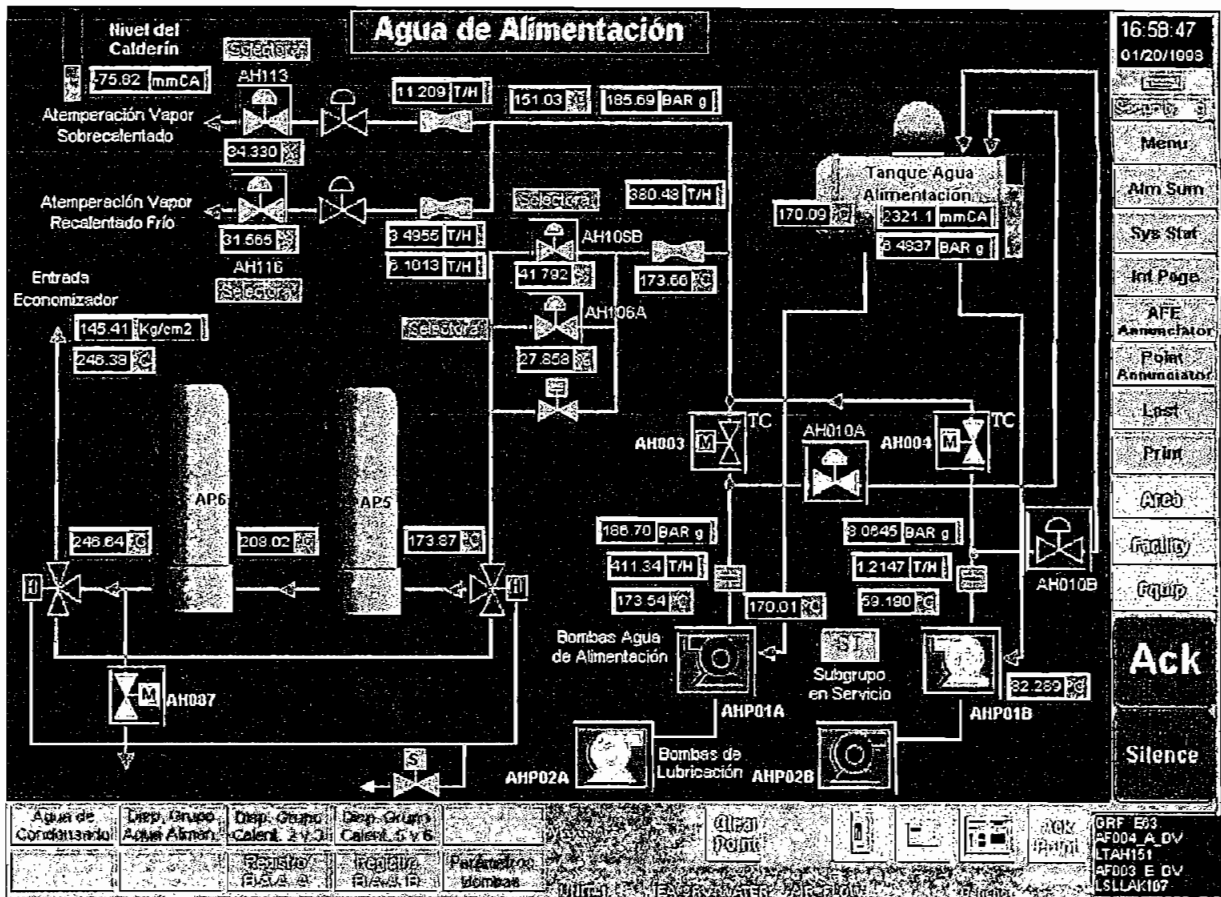


Figura 2.32

Pantalla del circuito de agua de alimentación

Esta si es una pantalla completamente operacional, se tiene el accionamiento de las bombas de agua de alimentación, sus respectivas bombas de lubricación, sus válvulas motorizadas de descarga y las válvulas de recirculación para evitar el flujo mínimo en la sección derecha inferior de la pantalla. Se observan las válvulas de control de agua de alimentación a la caldera, que son tres, una manual y dos automáticas, una para bajas cargas hasta el 50% de carga de la unidad y la otra para altas cargas para dar plena carga en el medio de la pantalla.

Se tiene también las válvulas de bloqueo y de control de la atemperación de las líneas de vapor sobrecalentado y de vapor recalentado en la parte superior izquierda de la pantalla. En la parte inferior izquierda está esquematizado el by-pass de los calentadores de alta presión y la válvula motorizada de drenaje de los mismos. Aparte de toda la información de presiones, temperaturas, flujos, niveles que completan a esta pantalla.

El operador puede presionar sobre cualquiera de los equipos mencionados anteriormente y abrirá los paneles de control o navegará hacia los lazos de control correspondientes.

### 2.3.21. Pantalla del circuito de agua de condensado

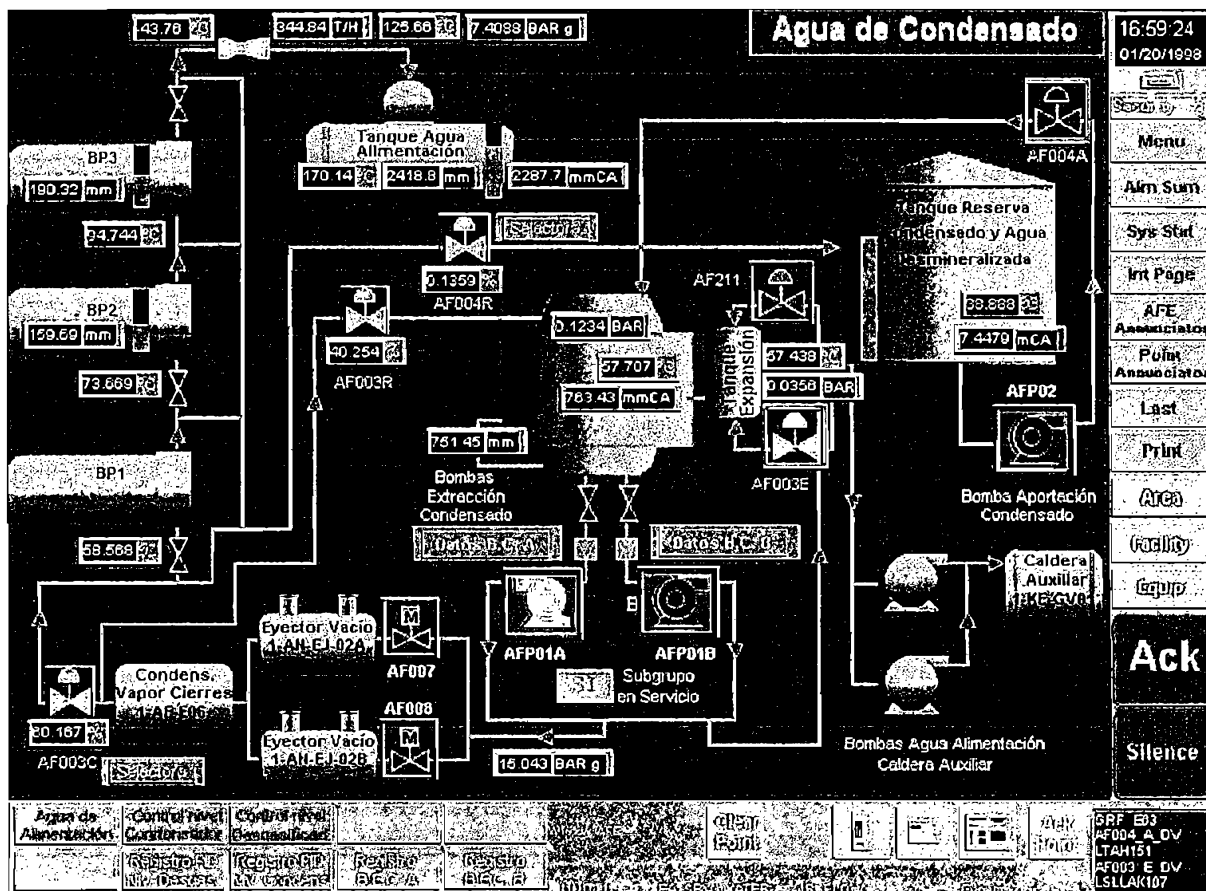


Figura 2.33

Pantalla del circuito de agua de condensado

Esta pantalla como la anterior también es una pantalla llena de equipos a comandar por el operador, se encuentran las bombas de extracción de condensado, las válvulas de descarga AF007 y AF008, la bomba de aportación de agua desmineralizada al condensador, la válvula de aportación de condensado AF004A, la válvula de aportación de emergencia AF003E, la válvula de atemperación del tanque de expansión de purgas AF211.

Se puede navegar hacia los lazos de control de nivel del condensador y de control de nivel de desgasificador si se presiona sobre las válvulas AF003C o AF004R.

Se complementa con toda la información de medidas de temperaturas de agua dentro de todo el circuito, de presiones, niveles, posiciones de válvula. Nótese en la gráfica que la válvula de aportación de condensador AF004A está abierta y su recuadro exterior en rojo, lo que implica que esta en alarma y esta se explicaría diciendo que la válvula se está demorando más tiempo que el establecido en el control de dos estados para alcanzar el final de carrera de abierto o que el operador forzó a la válvula a abrir manualmente, mientras que la lógica de dos estados manda a cerrarla, situaciones similares se pueden aplicar a AF003E.

### 2.3.22 Pantalla de análisis químico

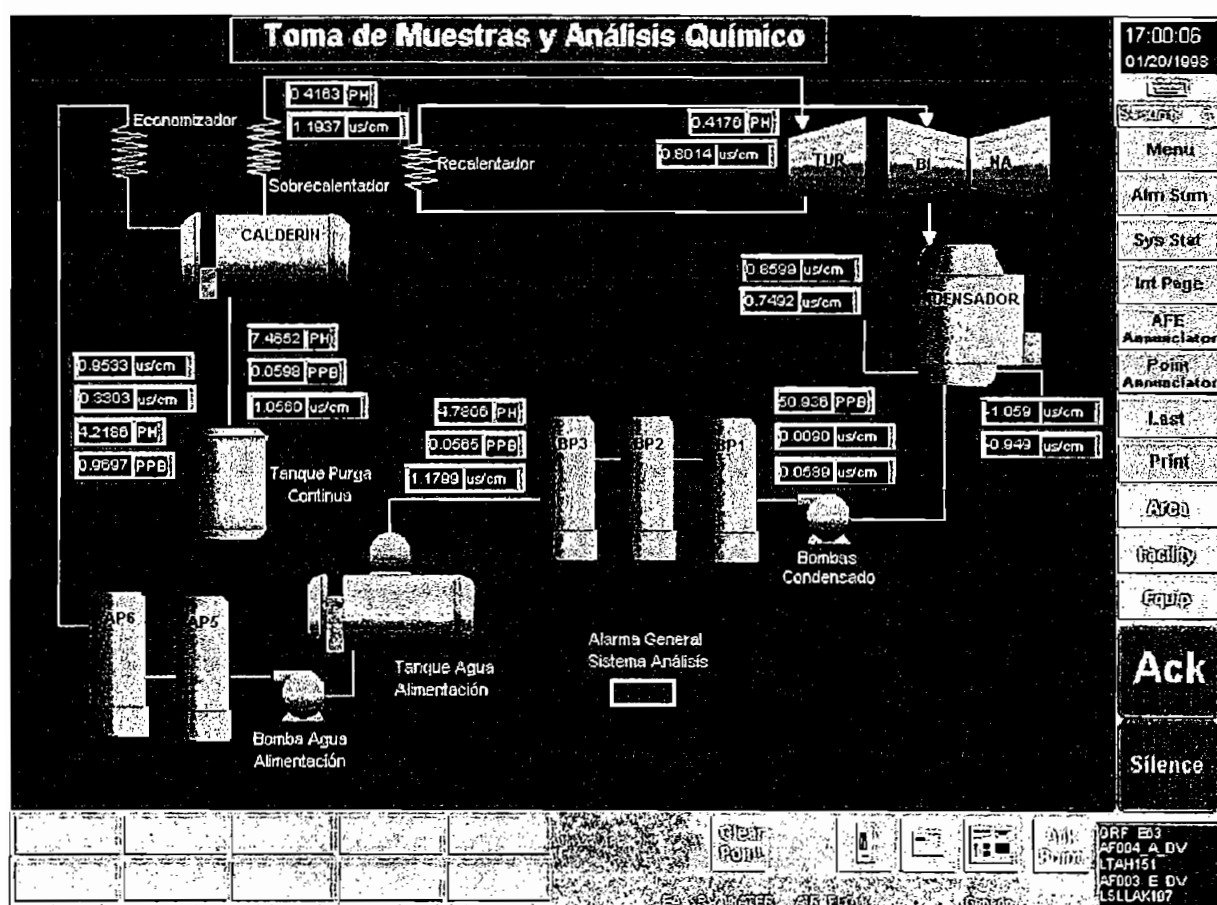


Figura 2.34

Pantalla de medidas de análisis químico.

Esta es una pantalla de tipo informativo, en esta se pueden apreciar ciertas medidas del análisis químico del agua y vapor a lo largo del ciclo térmico. Se toman medidas a la entrada al calderín, salida del sobrecalentador, salida del recalentador, en el pozo del condensador, a la descarga de las bombas de condensador, a la salida de los calentadores de baja presión y en

la descarga al tanque de purga continua. Estas medidas son tomadas por analizadores electrónicos ubicados en el laboratorio químico y son retransmitidas a la sala de control. Indicaré que esta es una de las pantallas menos utilizada por los operadores e ingenieros de turno, solo le dan un vistazo de vez en cuando.

Entre los análisis que se reciben tenemos medición del PH de agua y vapor, conductividad eléctrica, conductividad catiónica, porcentaje de oxígeno disuelto y porcentaje de silicato.

### 2.3.23. Pantalla de vapor auxiliar

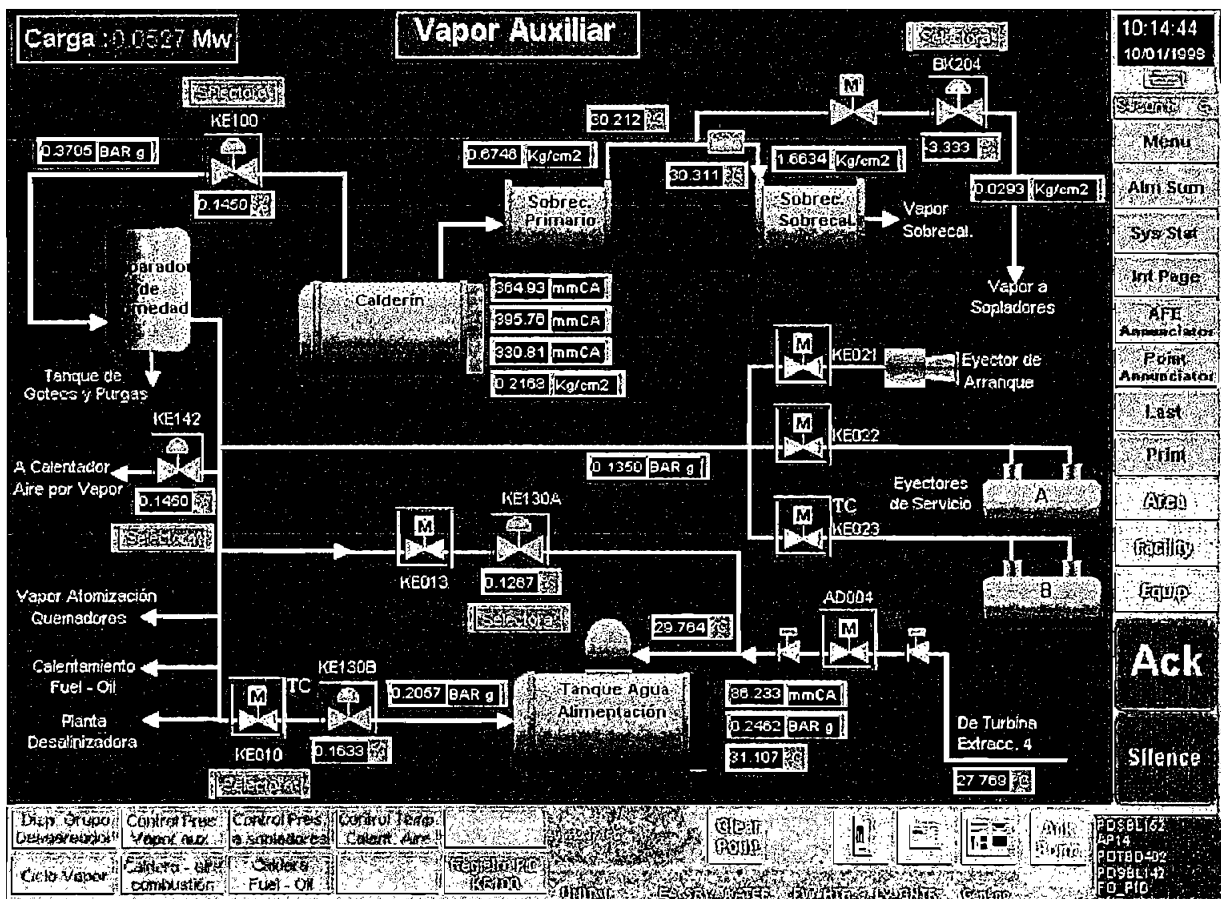


Figura 2.35

Pantalla del circuito y usos del vapor auxiliar

Esta es una de las pantallas de uso frecuente especialmente durante los arranques donde se tienen más precaución del uso del vapor extraído del calderín para los sistemas auxiliares.

En esta pantalla el operador puede comandar las válvulas motorizadas de la sección de vapor de los eyectores de vacío de arranque y de operación normal, la válvula motorizada de la



extracción #4, la válvula motorizada de calentamiento de fondo del desgasificador y la válvula motorizada de presurización del desgasificador.

Los lazos de control que se pueden acceder desde esta pantalla son el de control de presión principal de vapor auxiliar, al presionar sobre KE100, el lazo de control de temperatura del precalentador de aire con vapor al presionar sobre KE142, el control de presión de vapor a sopladores de hollín al presionar sobre KE204, el control de presión del desgasificador al presionar sobre KE130A y el control de calentamiento del fondo del desgasificador al presionar sobre KE130B. Se visualiza también las características del calderín, sus niveles y presión, las presiones de vapor en el resto del circuito, así como las posiciones de las válvulas de control y los botones para llamar a las ventanas selectoras de auto/manual y de apertura manual de las válvulas.

### 2.3.24. Pantalla de vacío del condensador

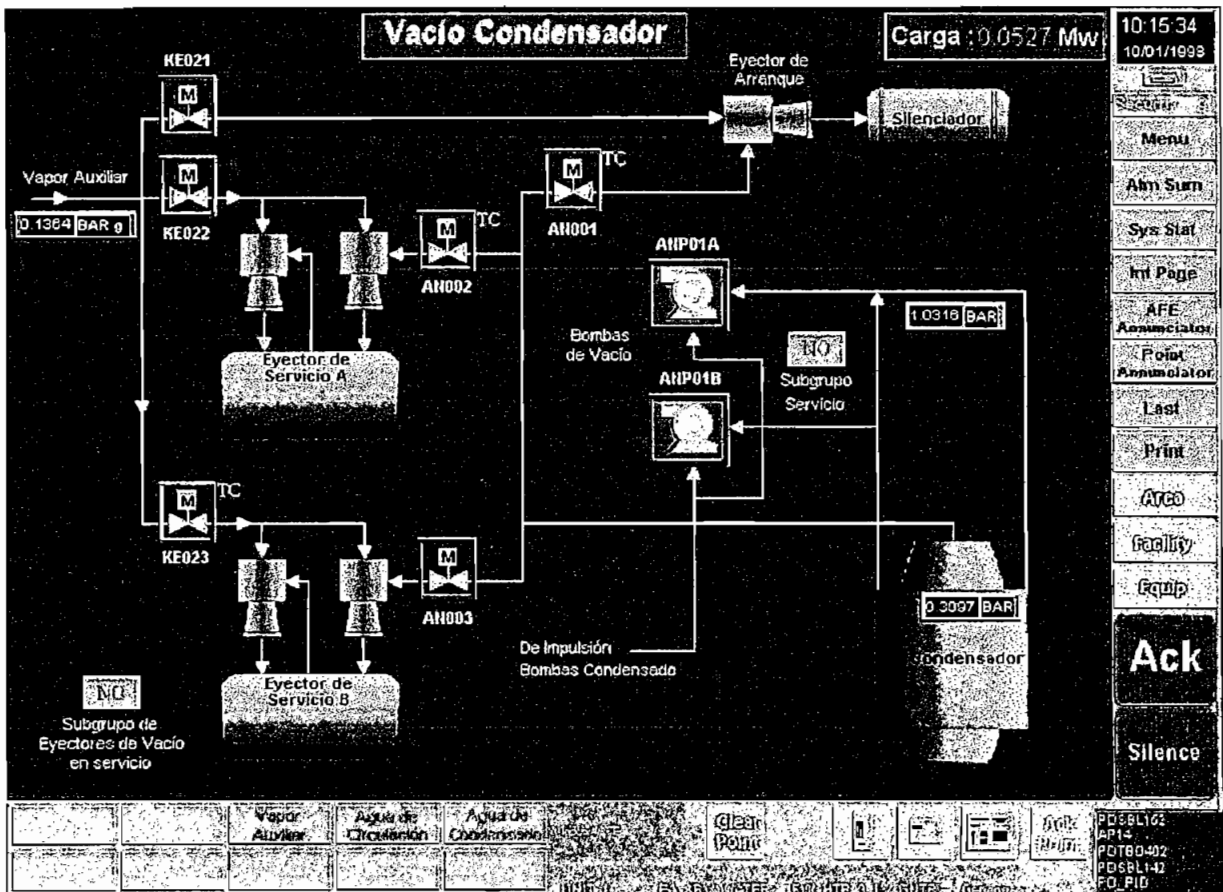


Figura 2.36

Pantalla de vacío del condensador

Esta pantalla es del sistema auxiliar que genera vacío en el condensador por medio de los eyectores de vacío, aquí el operador deberá primero poner en marcha el eyector de arranque, para lo cual debe abrir primero la válvula de vapor al eyector y luego abrir la de aire, posteriormente se pondrá uno de los eyectores de servicio en funcionamiento y se saca el de arranque, para sacar un eyector se debe primero cerrar la válvula de aire y luego la válvula de vapor.

En esta pantalla también se tienen las bombas de vacío, las cuales se utilizan para permitir que el condensador se llene completamente del agua de refrigeración, debido a que el condensador está sobre el nivel del estero, se crea vacío para facilitar que el agua llene completamente al condensador.

### 2.3.25. Pantalla de agua de circulación

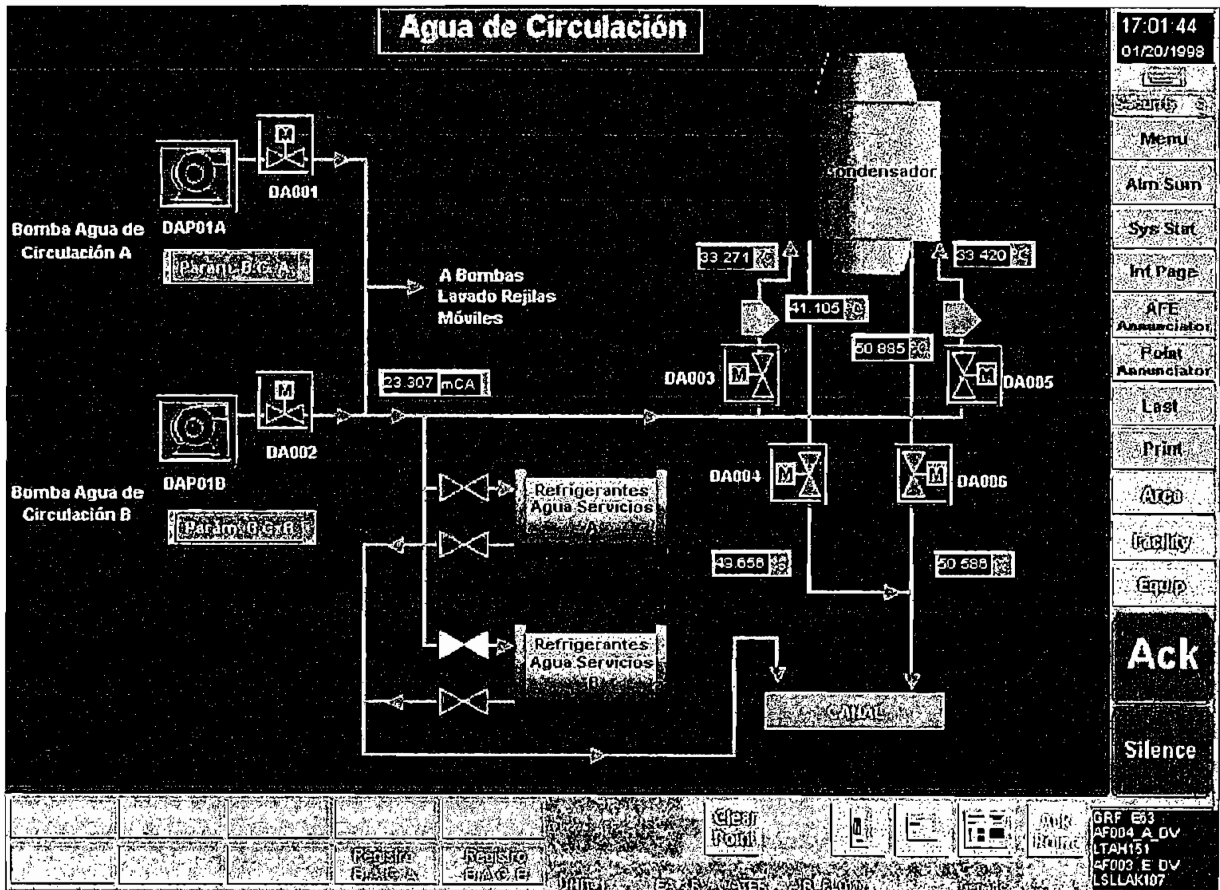


Figura 2.37

Pantalla del circuito de agua de circulación

En esta pantalla se puede controlar las bombas de agua de circulación, la apertura de las válvulas motorizadas de entrada de agua al condensador y el porcentaje de apertura de las

Como se puede observar hay un botón que pone al subgrupo de los eyectores de vacío en funcionamiento, si esta encendido el subgrupo, el funcionamiento de los eyectores es totalmente automático dependiendo únicamente del vacío al interior del condensador.

En esta pantalla se observa el circuito de agua de circulación, donde el agua del estero es bombeada hacia el condensador para el intercambio de calor con el vapor salido de la turbina de baja presión y también al intercambio de calor a los refrigerantes de agua de servicios, una vez que pasa por los intercambiadores de calor y por el condensador, el agua es devuelta al estero nuevamente.

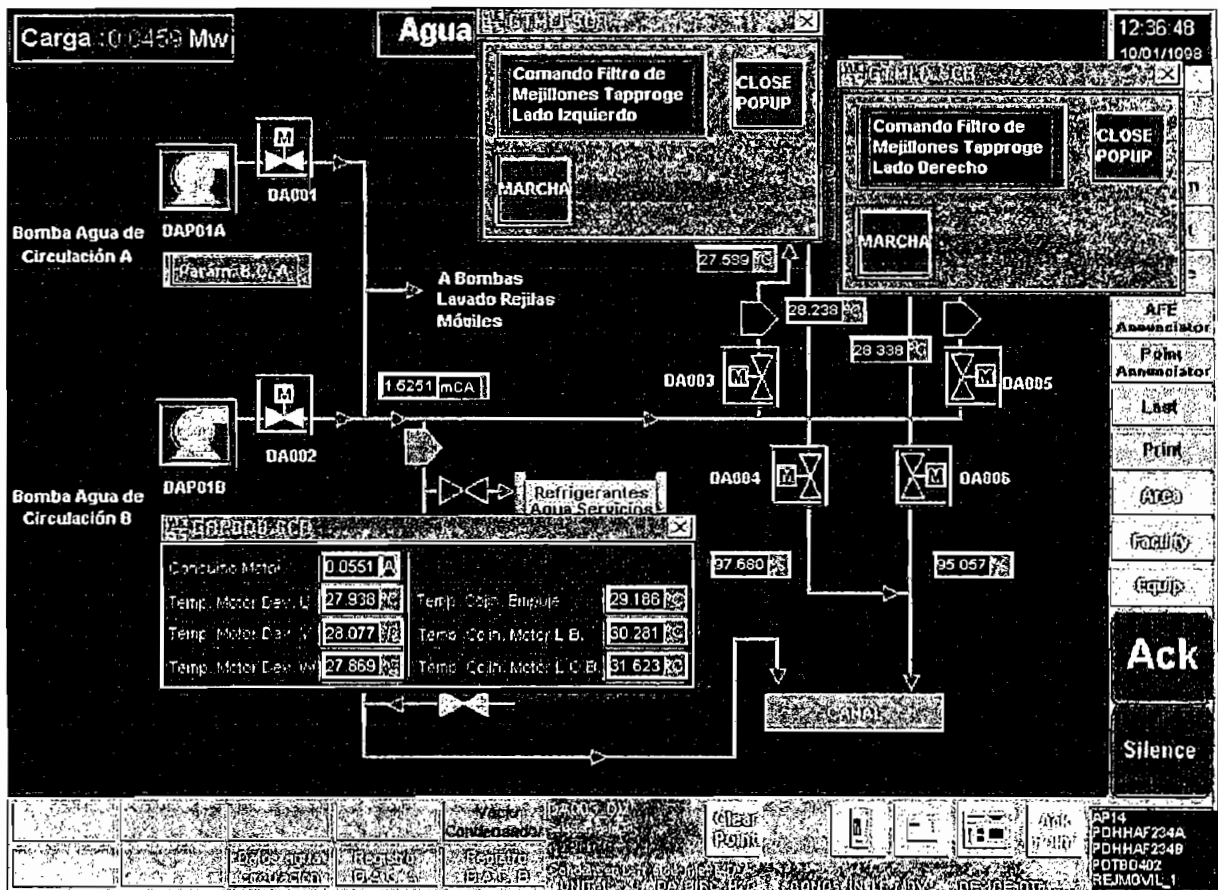


Figura 2.38

Pantalla de agua de circulación, ventana de parámetro eléctricos y marcha de lavado de filtros

En esta pantalla se puede controlar las bombas de agua de circulación, la apertura de las válvulas motorizadas de entrada de agua al condensador y el porcentaje de apertura de las

válvulas de descarga del condensador, controlando la apertura de las válvulas de descarga del condensador se controla la presión de descarga de las bombas de agua de circulación.

También se tiene el botón de parámetros de las bombas y la ventana de puesta en marcha del retrolavado de filtros como se puede observar en la siguiente figura:

### 2.3.26. Pantalla de agua de servicios

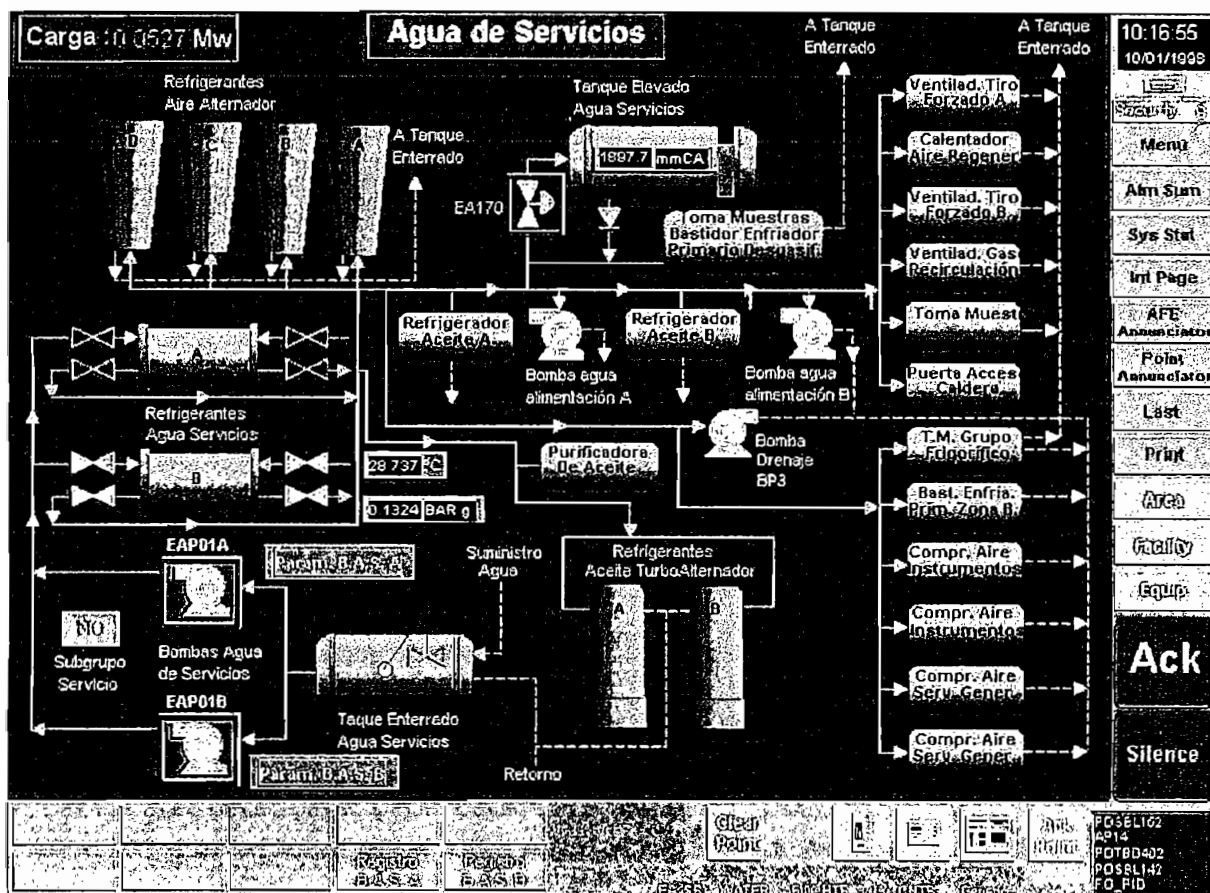


Figura 2.39

Pantalla de agua de servicios y refrigeración de equipos

En esta pantalla se encuentra esquematizado el sistema de refrigeración de equipos de la central, se utiliza el agua de servicios refrigerada por intercambio de calor con el agua de circulación y es bombeada hacia los sistemas de refrigeración de los diferentes equipos, como son las bombas de agua de alimentación, los refrigerantes del alternador, los refrigerantes de aceite del grupo turbina - generador, los compresores de aire, los ventiladores de tiro forzado y otros.

El operador puede desde esta pantalla dar orden de marcha o paro a las bombas de agua de servicios, también el botón de subgrupo en servicio que pone una bomba en respaldo de la otra que esta en marcha y entraría en servicio en caso de que la otra dejara de funcionar por alguna razón.

En la esquina inferior izquierda se tiene los botones que conducen a las pantallas de registro de parámetros de las bombas de agua de servicios.

### 2.3.27. Pantalla de aire comprimido

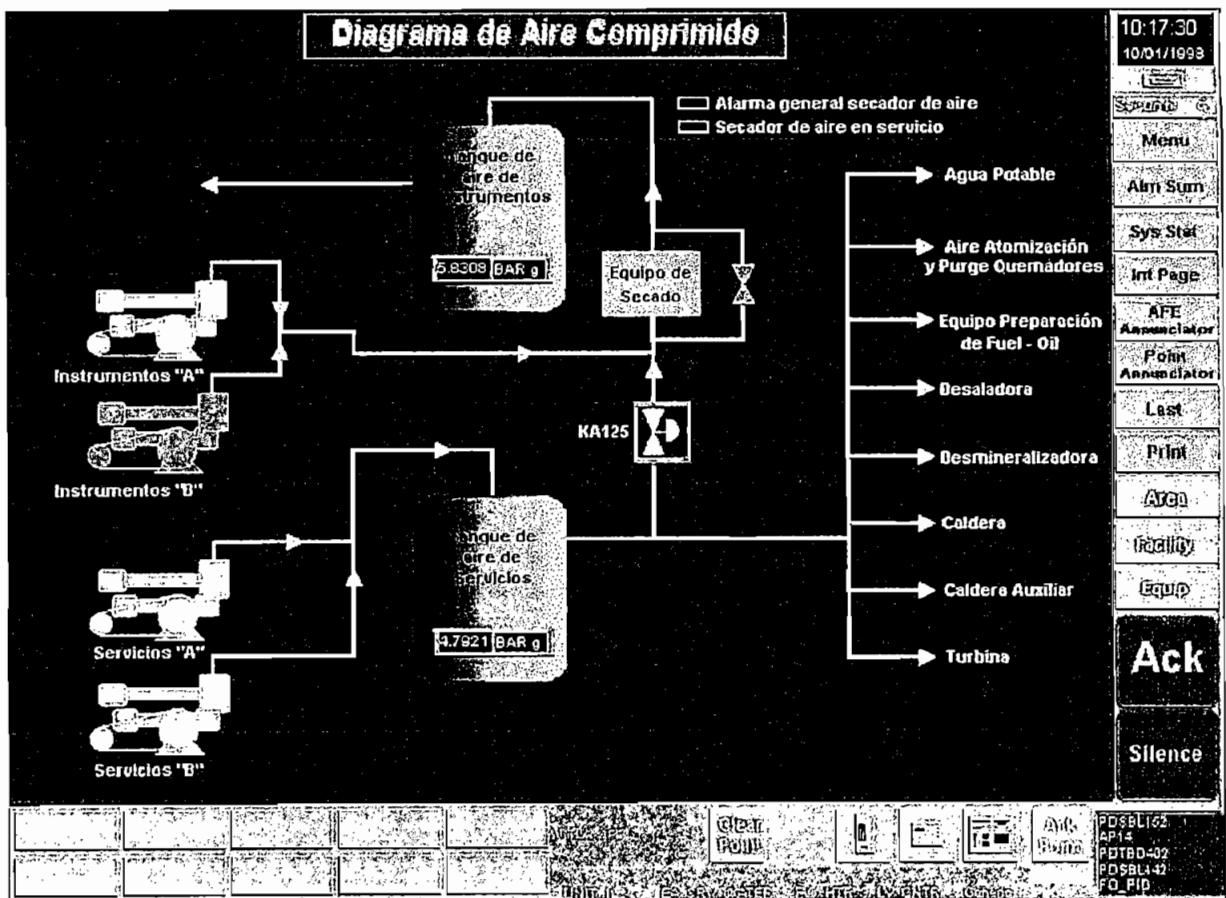


Figura 2.40

Pantalla del circuito de aire comprimido y sus usos.

En esta pantalla se observa el circuito de aire comprimido, que está formado por:

- Aire de servicios, que será utilizado en turbina, la caldera, la planta desmineralizadora, planta desaladora, agua potable, equipo de preparación de fuel-oil y otros.

- Aire de instrumentos, que será utilizado por toda la instrumentación, válvulas de control, posicionadores, compuertas y otros.

Desde esta pantalla el operador puede seleccionar la ventana de control de cualquiera de los cuatro compresores y escoger ponerlo en marcha o pararlo, por medio del panel de control respectivo que se abrirá al presionar sobre el compresor como se ve en la figura 2.41, siempre y cuando en el control local del compresor no esté el selector puesto en posición fuera de servicio y esté localmente seleccionado para control desde posición remota.

Como se observa en la pantalla, tres de los compresores están en verde lo que representa que están apagados pero disponibles a entrar en servicio, el compresor que está de color gris representa que está fuera de servicio y no podrá entrar en funcionamiento aun si se le da el comando de arranque.

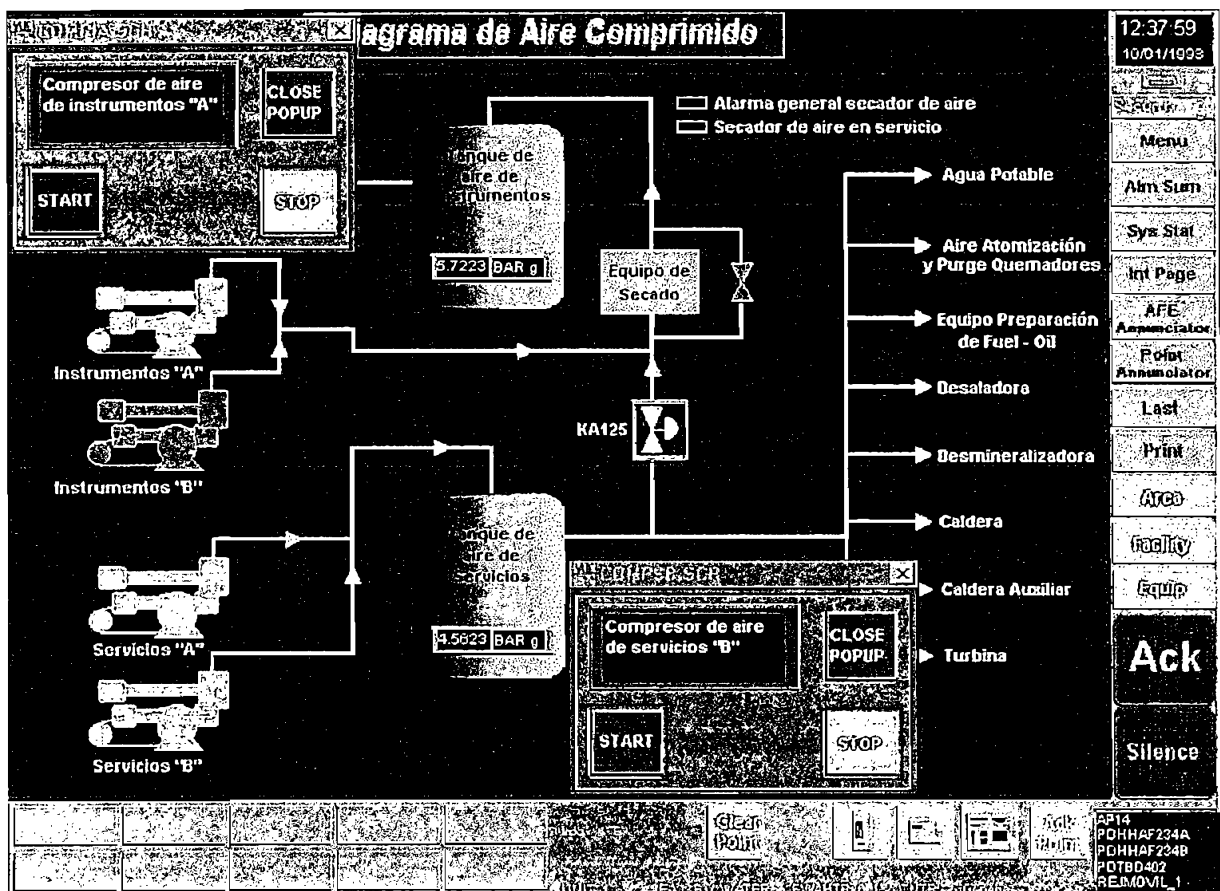


Figura 2.41

Pantalla del circuito de aire comprimido y paneles de control de compresores abiertos.

También se tiene en esta pantalla la válvula de by-pass de aire de instrumentos KA125, en caso de fallar ambos compresores de aire de instrumentos y bajar la presión de aire en el tanque de aire de instrumentos, la válvula se abre y el aire de servicios pasa a suplir al aire de instrumentos.

Se observa también las señales de alarma del secador de aire y secador de aire en servicio, que son señales provenientes desde el equipo de secado de aire en el campo.

Se especifica en forma de texto el destino del aire de servicios y también la medida de presión de aire al interior de los tanques acumuladores.

2.3.28. Pantalla de señales de agua desmineralizada, desalada y parámetros del motor eléctrico de la bomba de agua contraincendios.

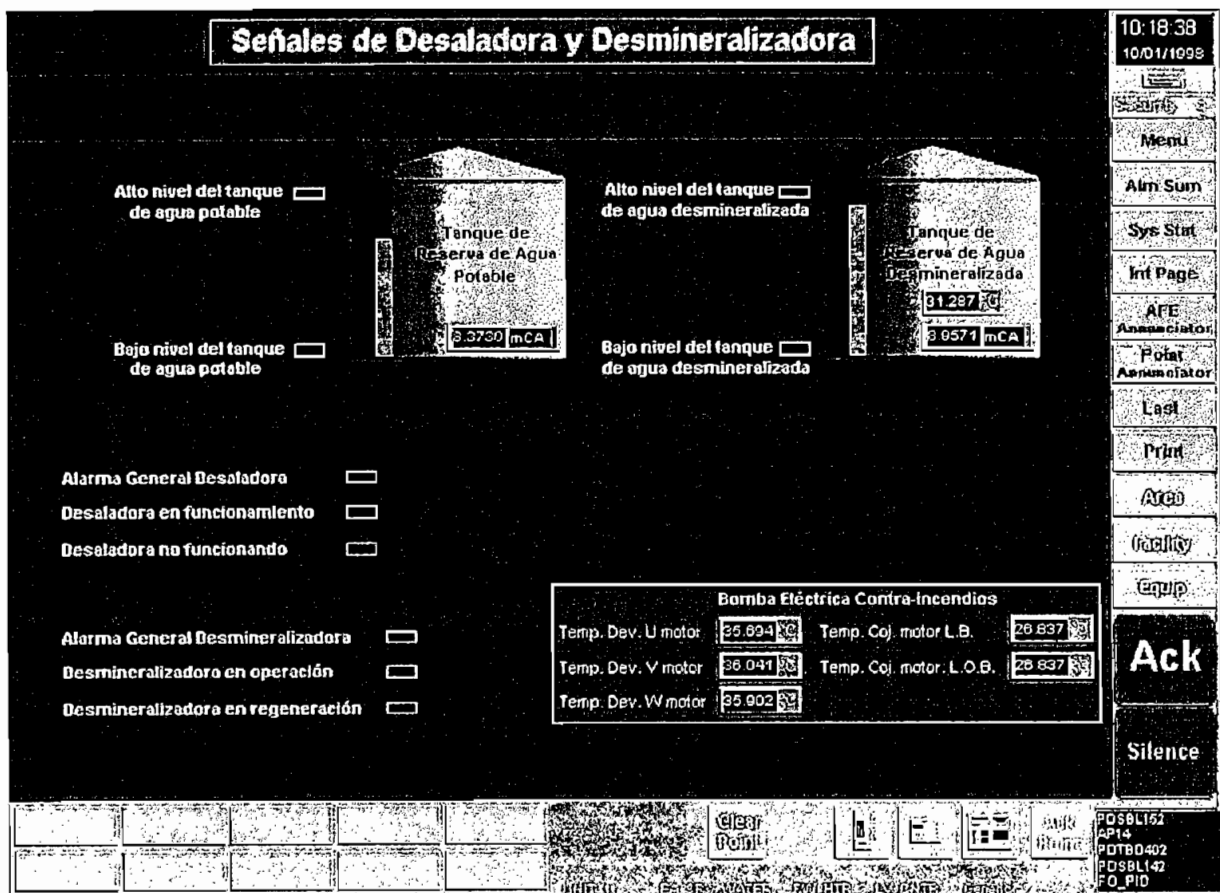


Figura 2.42

Pantalla de señales de planta desaladora, desmineralizadora y señales del motor eléctrico de la bomba eléctrica contraincendios.

Esta es una pantalla de supervisión e información únicamente, en esta el operador recibe información de la planta desaladora como planta en funcionamiento o no, desaladora en alarma. Se reciben señales de la planta desmineralizadora como desmineralizadora en operación, desmineralizadora en regeneración y la alarma general de la desmineralizadora.

Señales de alto y bajo nivel de los tanques de agua potable (agua desalada) y del tanque de agua desmineralizada, así como la medida de su nivel y la temperatura del agua desmineralizada.

Se añadió a esta pantalla las medidas de los parámetros del motor eléctrico de la bomba de agua contraincendios, ya que utiliza agua del tanque de agua potable para este fin.

### 2.3.29. Pantalla de diagrama unifilar en alta y media tensión y salida de central

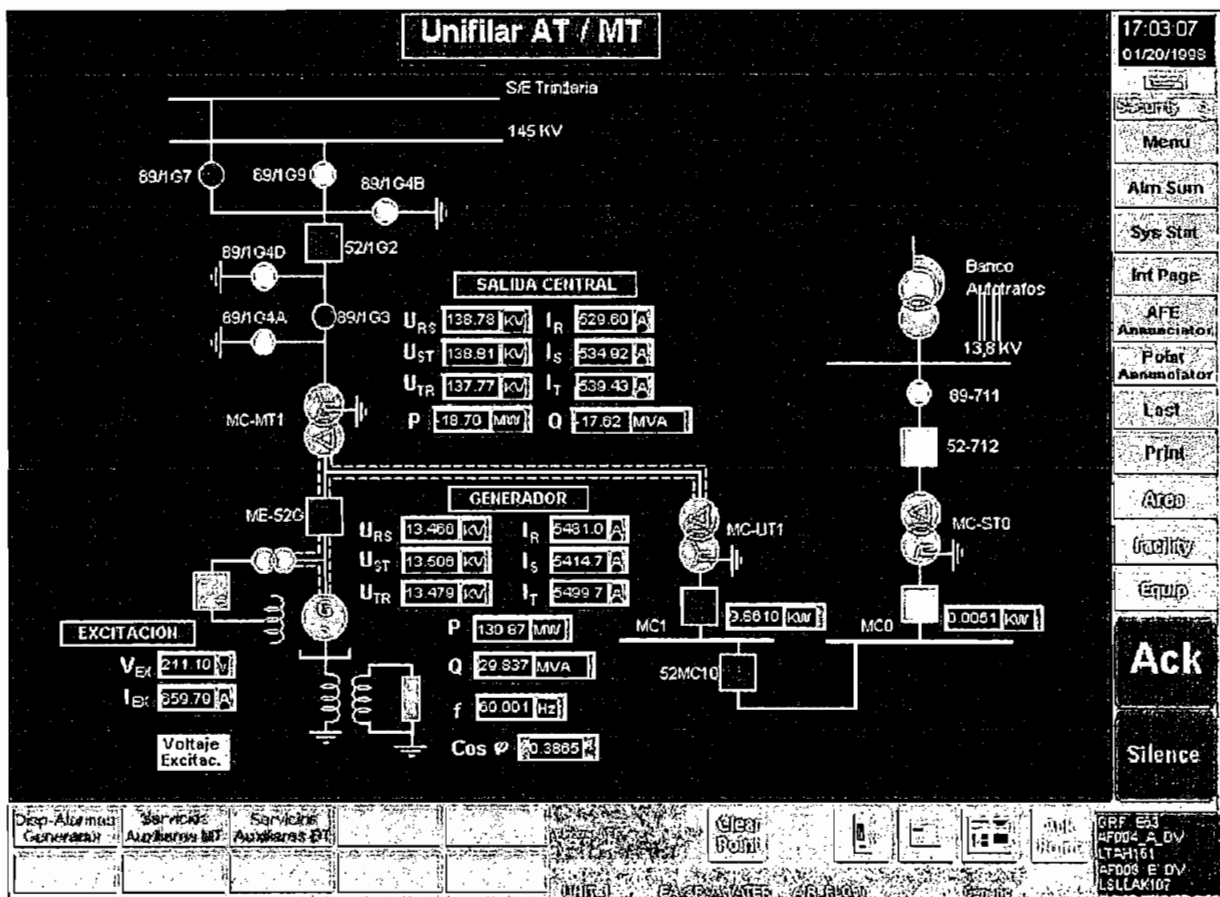


Figura 2.43

Pantalla de diagrama unifilar de alta y media tensión y salida de generación de la central.



Esta pantalla es una pantalla informativa, el operador no puede tomar ninguna acción sobre los objetos mostrados aquí, se puede apreciar un diagrama unifilar de la conexión del generador a la subestación Trinitaria, el transformador principal MT1, el generador, la excitación, el transformador auxiliar UT1, el transformador de arranque ST0, las barras de media tensión MC1 y MC0, el interruptor de máquina 52G y el interruptor de acoplamiento de barras de media tensión 52MC10.

Visto desde el generador, se tienen medidas de la potencia activa y reactiva generada, el factor de potencia, la frecuencia, las corrientes y voltajes en cada fase del generador, del lado de la subestación se tienen las medidas de potencia activa, reactiva, los voltajes y corrientes en cada fase.

La potencia consumida por la central en cualquiera de las dos barras de media tensión y el voltaje y la corriente de excitación del generador.

En rojo se visualiza los interruptores y seccionadores conectados y en verde los interruptores y seccionadores que se encuentran abiertos.

### **2.3.30. Pantalla de disparos del generador, señales de excitación y transformadores**

Esta pantalla es informativa y no hay acciones que el operador pueda tomar desde aquí, la información que el operador puede observar es la siguiente:

- Del sistema de excitación, todas las señales de alarma que se envían al sistema de control distribuido como alta temperatura del transformador de excitación, pérdida de alimentación, conmutación a manual y otros.
- Señales provenientes de la subestación como disparo interruptor de subestación, faltas a tierra, disparo de protecciones.
- Señales de los canales A y B de protecciones del generador.
- Señales de los transformadores principal, auxiliar y de arranque, cuando se enciende en rojo alguna señal indica la presencia de alarma.
- Un diagrama unifilar del generador y sus señales de disparo, indicadas por el número dentro del recuadro.

de gases, las 2 bombas de agua de alimentación, las 2 bombas de extracción de agua de condensado y las 2 bombas de agua de circulación.

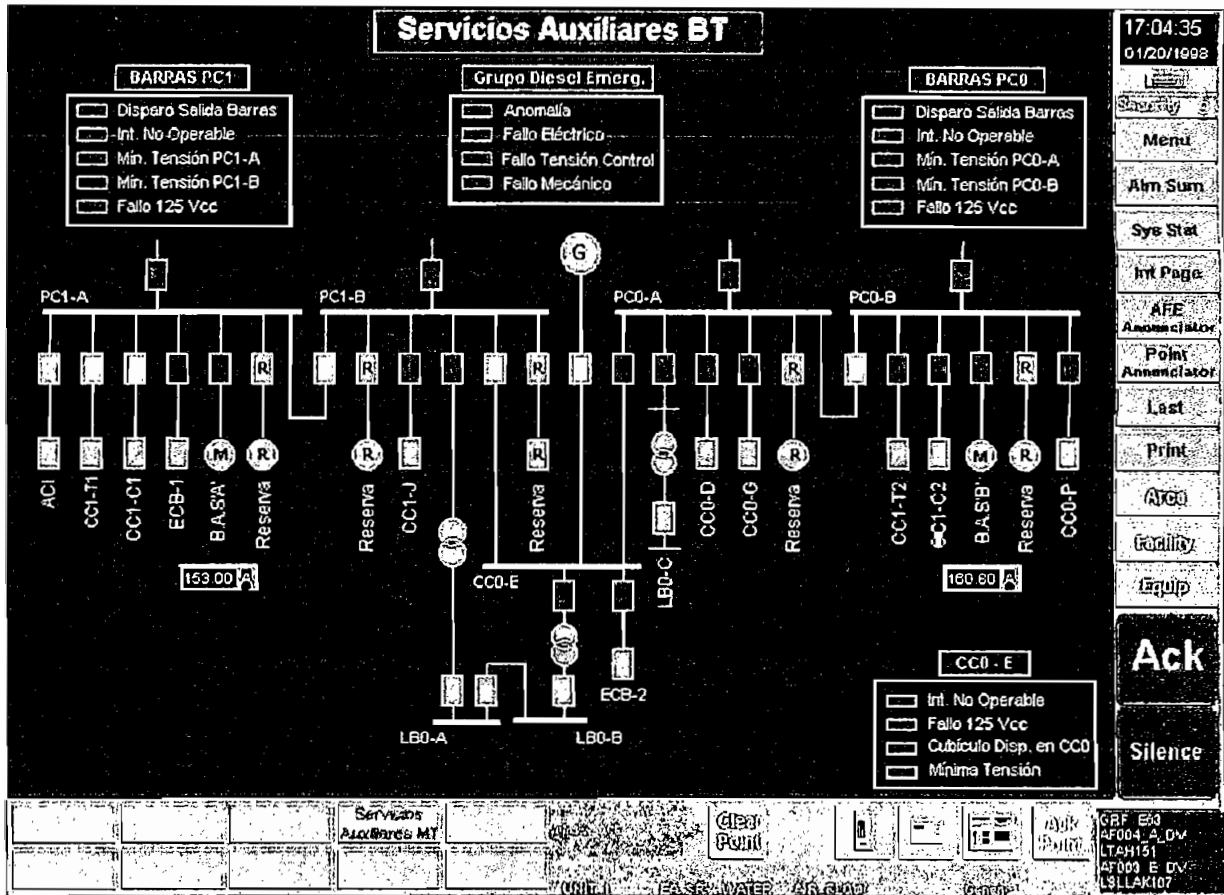


Figura 2.46

Diagrama unifilar en baja tensión

Se visualizan también las medidas de corriente de los motores de las bombas de agua de servicios y señales digitales de alarma del grupo diesel de emergencia, de las barras de baja tensión PC0 y PC1 y de la barra de servicios vitales.

En la pantalla se ve la señal de que algún interruptor no está disponible en las barras PC0 y PC1, si a algún interruptor se le desconecta la tensión de control o el interruptor es removido, esta señal de alarma aparece.

### 2.3.33. Pantalla del alternador

En esta pantalla se observa al generador y las temperaturas medidas de operación que el operador visualiza para los siguientes rubros:

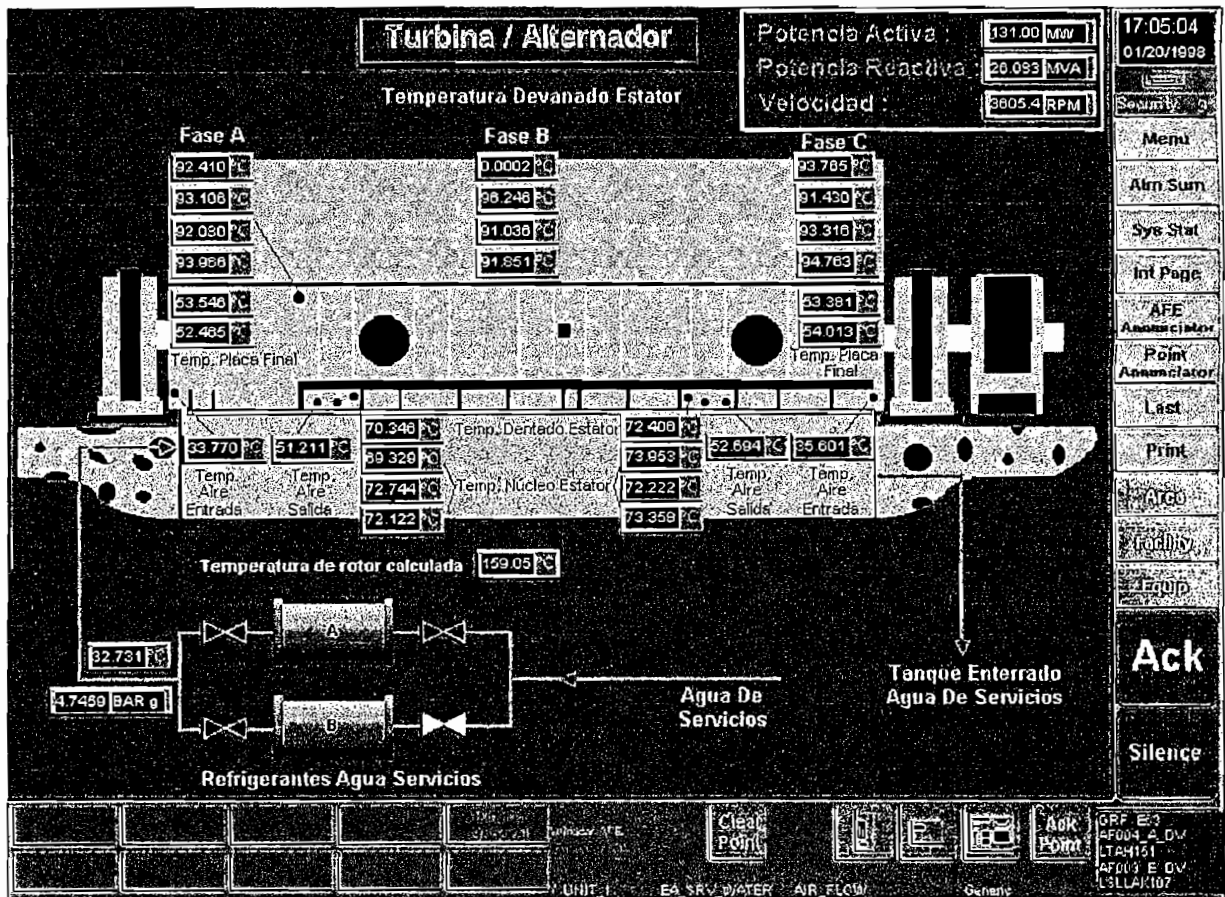


Figura 2.47

Pantalla de temperaturas del alternador

- Temperaturas de los devanados del generador en las tres fases, hay cuatro medidas de temperatura por fase.
- Temperaturas de placa final.
- Temperatura de aire de refrigeración a la entrada de aire y a la salida.
- Temperatura en el núcleo del estator.
- Temperatura en el dentado del estator.
- Temperatura calculada del rotor por medio de la fórmula:

$$\text{Temperatura del rotor (}^{\circ}\text{C)} = 1217,7 \times (\text{Voltaje excitación/Corriente excitación}) - 236$$

Se observa la presión de agua de servicios y la temperatura de agua de refrigeración a los refrigerantes del alternador, aparte de la potencia activa y reactiva generada y la velocidad de rotación del generador.

- Caldera Sigue: Este modo de operación es cuando lazo de control de flujo de combustión a caldera se encuentra en automático y la demanda de energía se encuentra en automático,

2.3.34. Pantalla de control principal de unidad y modos de operación de la unidad

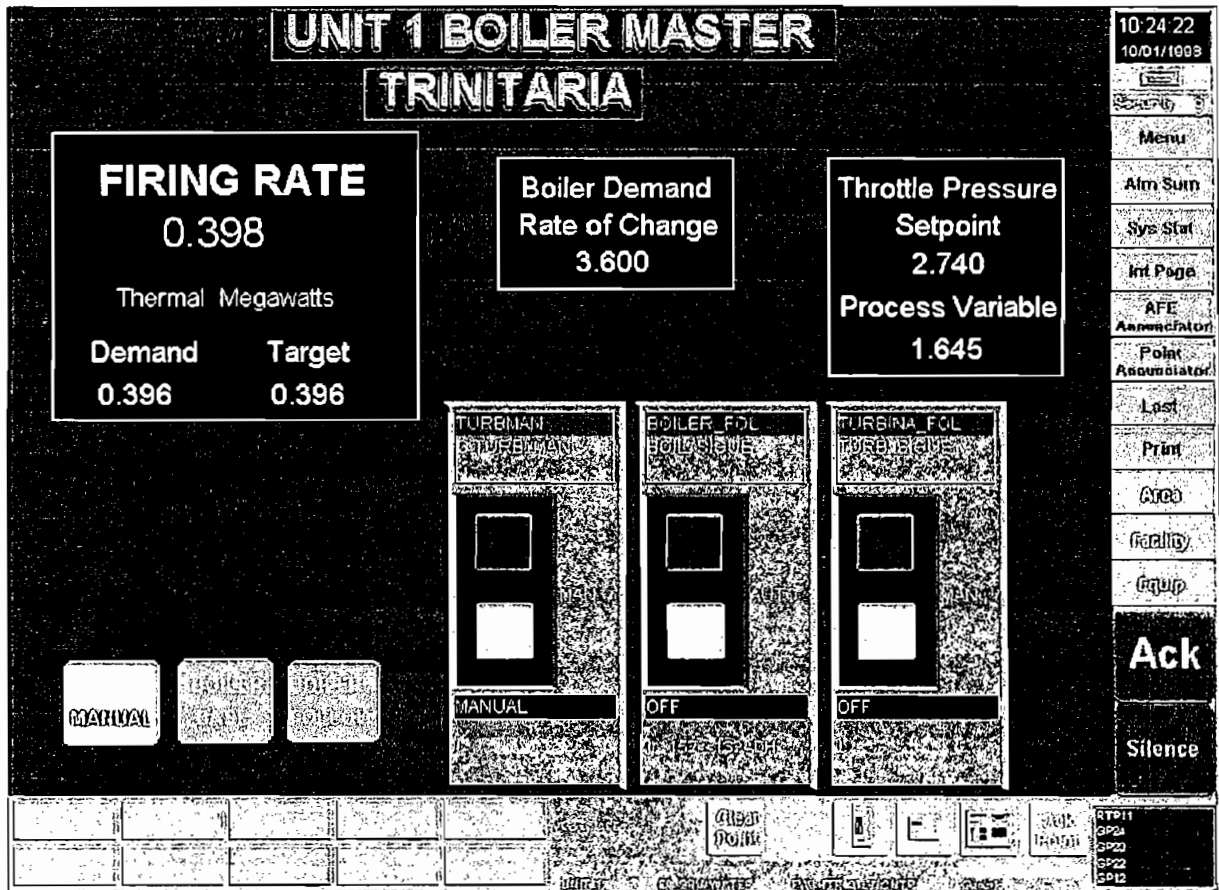


Figura 2.48

Pantalla de control principal de unidad y modos de operación

En esta pantalla el operador selecciona los modos de operación de la unidad, como se puede observar en los botones en la parte inferior izquierda de la pantalla, que son los siguientes:

- Manual: Este modo es cuando el lazo de control de flujo de combustible a caldera se encuentra en manual (este modo se confirma con el retroaviso que viene de turbina).
- Caldera Base: Este modo de operación es cuando el lazo de control de flujo de combustible a caldera se encuentra en automático y la demanda de energía se encuentra en manual, el operador ingresa en el casillero de “Target” (objetivo) el porcentaje entre 0 y 100% de combustión que quemará la caldera, la turbina estará en modo de operación turbina sigue y la caldera subirá y bajará de porcentaje de combustión de acuerdo a la tasa de cambio expresado en % de carga por minuto.
- Caldera Sigue: Este modo de operación es cuando lazo de control de flujo de combustible a caldera se encuentra en automático y la demanda de energía se encuentra en automático,

en este modo el operador ingresa en el casillero de set-point de presión de salida de caldera la presión que regulará la caldera y la turbina estará en control de megavattios. Este modo se confirma con el retroaviso que proviene de turbina.

## 2.4. PANTALLAS DE INGENIERIA

En éstas se pueden observar y controlar todos los lazos de control de la central térmica, estas pantallas se las diseña siguiendo al pie de la letra los planos de los diagramas funcionales, los cuales detallan las variables que intervienen en un lazo de control y los modificadores que puedan existir.

En estas pantallas los ingenieros deberán trabajar para optimizar la respuesta de los lazos de control en cuanto la central se encuentre operativa. Para cumplir con éste objetivo se puede utilizar la información que se obtenga en las pantallas de registro.

Las pantallas de ingeniería se las puede observar en el capítulo III cuando se describan los lazos de control implementados en el sistema de control distribuido. Las pantallas están desarrolladas como diagramas de bloques interconectados, los cuales tienen un código de colores para lograr diferenciar un bloque de otro.

### 2.4.1. Bloque de entrada de valores analógicos:

Son bloques de color naranja como se muestra en la figura 2.48, en los cuales se visualiza el valor de entrada, la unidad de medida, la calidad de la medida, si la medida se encuentra en alarma:

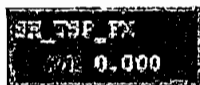


Figura 2.48

Bloque de entrada de valores analógicos

#### 2.4.2. Bloque de salida de valores analógicos:

Estos son de color naranja, en estos se visualiza el valor de salida, la unidad de medida, si existe un override sobre la salida, como se observa en la figura 2.49



Figura 2.49

Bloque de salida de valores analógicos

#### 2.4.3. Bloque de resultados de operaciones:

Estos son de color azul, en estos se visualiza el resultado de la operación efectuada, ya sea matemática, lógica, de función, de lista y otras, en estos bloques también se visualiza si el resultado está en las regiones de alarma, si el cálculo se está efectuando o los valores de entrada son inciertos y la salida es una salida forzada, como se observa en la figura 2.50



Figura 2.50

Bloque de resultado de operaciones

#### 2.4.4. Bloques PID:

Estos son de color azul y están compuestos por dos bloques el primero presenta el resultado de aplicar el algoritmo de control PID a la variable de entrada y entrega datos de desviación de la variable de proceso con respecto al punto de consigna, si se encuentra en override, si esta en alarma y el segundo bloque que es un controlador en el cual se puede poner el lazo en automático o manual y teclas para el control manual.



Figura 2.51

Bloque PID

## 2.5. PANTALLAS DE CONTROL

En estas pantallas los operadores pueden ver el funcionamiento de los lazos de control de tipo PID, los operadores podrán observar la operación de los lazos, cambiar el punto de consigna (set-point), si les es permitido, poner los lazos en manual o automático, visualizar si existen señales de override sobre el PID, cambiar el valor de la señal de salida en caso de que el lazo esté en manual. Para poder realizar éstas acciones y visualizar la operación de los lazos se utilizan paneles de control, los cuales serán descritos a continuación.

### 2.5.1. Panel de entrada de valores analógicos:

Este panel presenta el valor medido, puede ponerse en automático con lo cual se utilizará en el bloque PID el valor medido por el sensor o se puede cambiar a manual con lo que se utilizará como entrada al PID un valor proporcionado por el operador (esto es muy útil en caso de un daño en el sensor, transductor o la línea de transmisión del valor medido), se puede observar si la señal de entrada se encuentra en alarma.

En la figura 2.52 se observa el panel utilizado para los valores de entrada

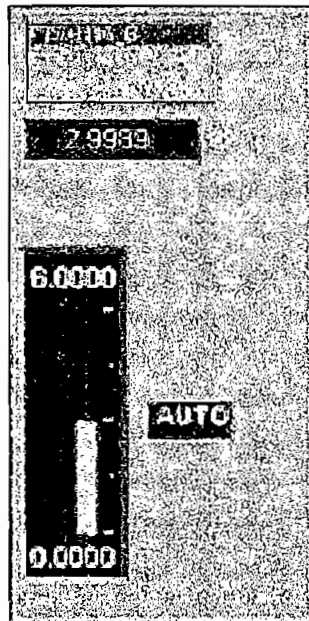


Figura 2.52

Panel de control para valores de entrada

### 2.5.2. Panel de control de un lazo PID:

En este se puede observar el valor del punto de consigna (set-point) establecido, el valor de la salida de la aplicación del algoritmo PID, los límites superior e inferior establecidos, si el lazo PID se encuentra en alarma, si existe una señal de override sobre el lazo, si el lazo se encuentra en manual o en automático, los botones de incremento y decremento de la señal de salida del lazo en caso de que se encuentre en manual. En la figura 2.53 se puede observar el panel de control del lazo PID

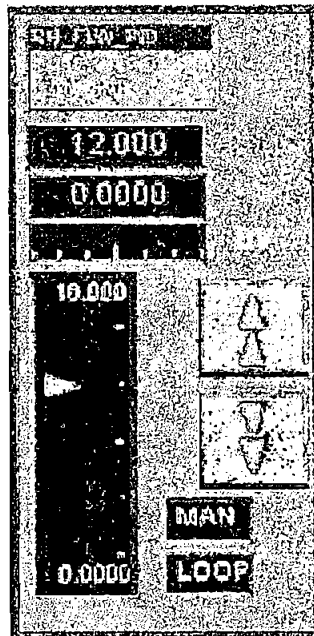


Figura 2.53

Panel de control para lazos PID

### 2.5.3. Panel de control de salida de valores analógicos:

Los paneles de control de un lazo PID, no presentan el valor de salida del lazo PID, ni la posibilidad de poner el bloque en manual o automático; por medio del bloque de salida de valores analógicos el operador puede ingresar un valor de salida, el cual será enviado al dispositivo de salida en vez del valor del lazo PID, los límites superior e inferior establecidos para el valor de salida, botones de control manual para incremento y decremento del valor de salida, visualización de señales de override aplicadas a la salida. En la figura 2.54 se puede observar el panel de salida de valores:



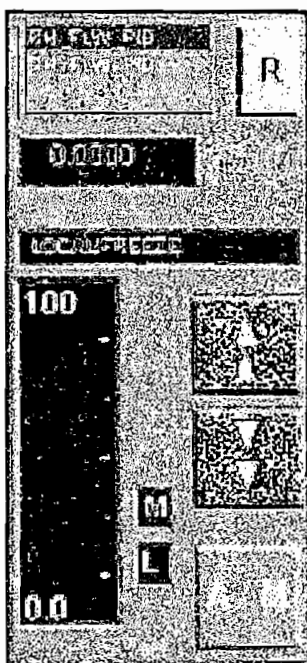


Figura 2.54

Panel de control de salida de valores analógicos

**2.5.4. Paneles de control para PID con participación:**

Existen lazos PID, los cuales se diseñaron de modo que la salida es la participación de dos señales de salida, de modo que en realidad es un PID que trabaja de un modo coordinado para obtener dos salidas que son el resultado de la participación ponderada de los componentes de salida.

Como ejemplo podemos citar el control de flujo de aire, la participación en este es de 50% para cada ventilador, si falla uno, el otro tomará toda la participación que tenía el otro. En el caso de los calentadores de alta y baja presión, la participación funciona de la siguiente manera, la válvula normal abre hasta el 100% y luego comienza a abrir la de emergencia.

A continuación se presentan todas las pantallas de control para los diferentes lazos implementados y en el capítulo III, sección 3.3 se explica a cada uno de los lazos PID implementados en el sistema de control distribuido.



Figura 2.56. Lazo de control de presión de fuel-oil a quemadores

### 2.5.5. Pantalla del lazo de control de flujo de combustible a caldera

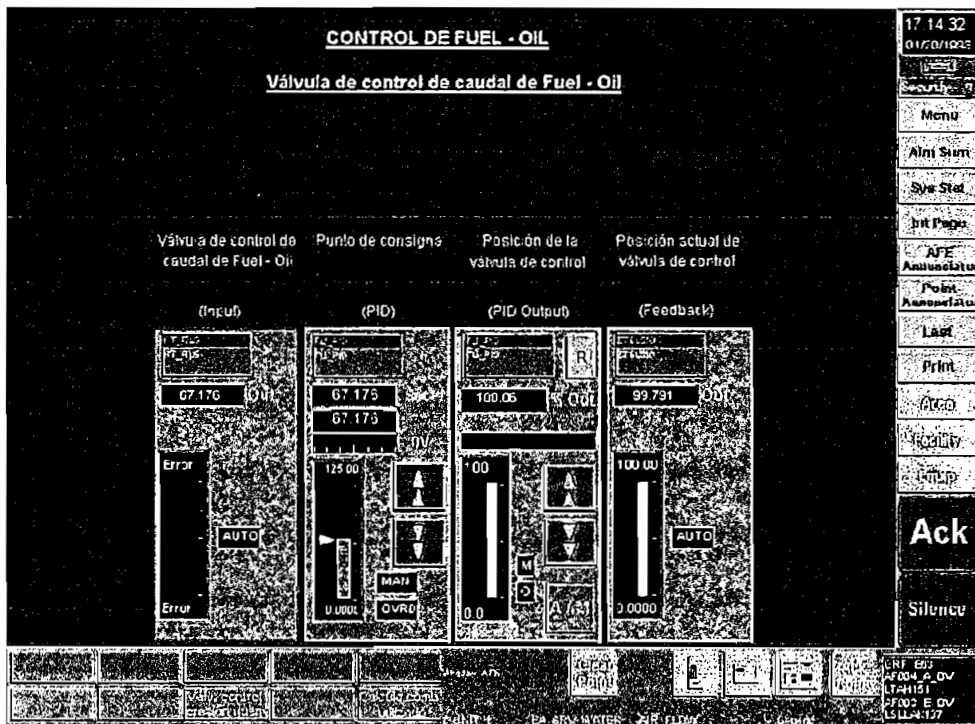


Figura 2.55. Lazo de control de flujo de fuel-oil a caldera

### 2.5.6. Lazo de control de presión de fuel-oil a quemadores

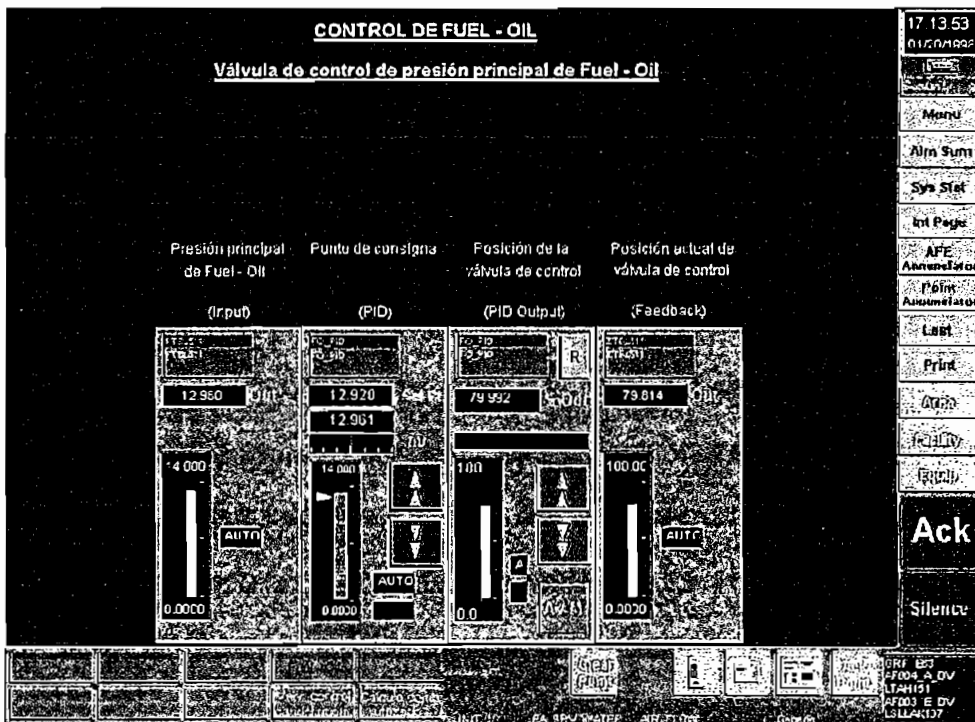


Figura 2.56. Lazo de control de presión de fuel-oil a quemadores

2.5.7. Lazo de control de Recirculación de diesel-oil

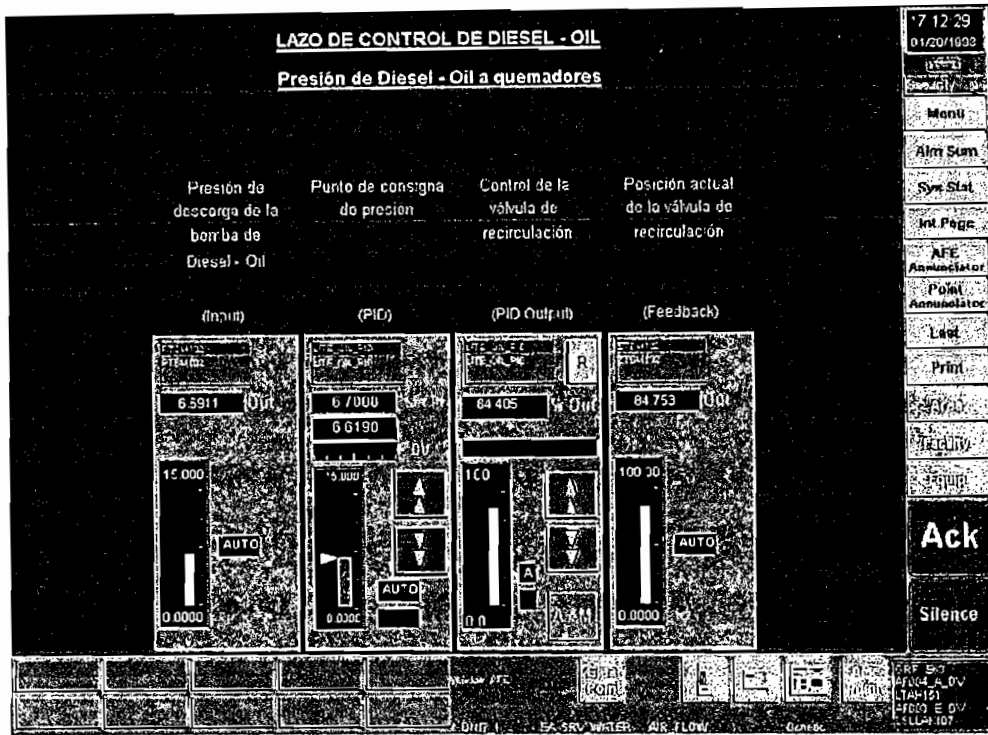


Figura 2.57. Lazo de control de presión de diesel-oil a ignitores

2.5.8. Lazo de control de flujo de aire de combustión

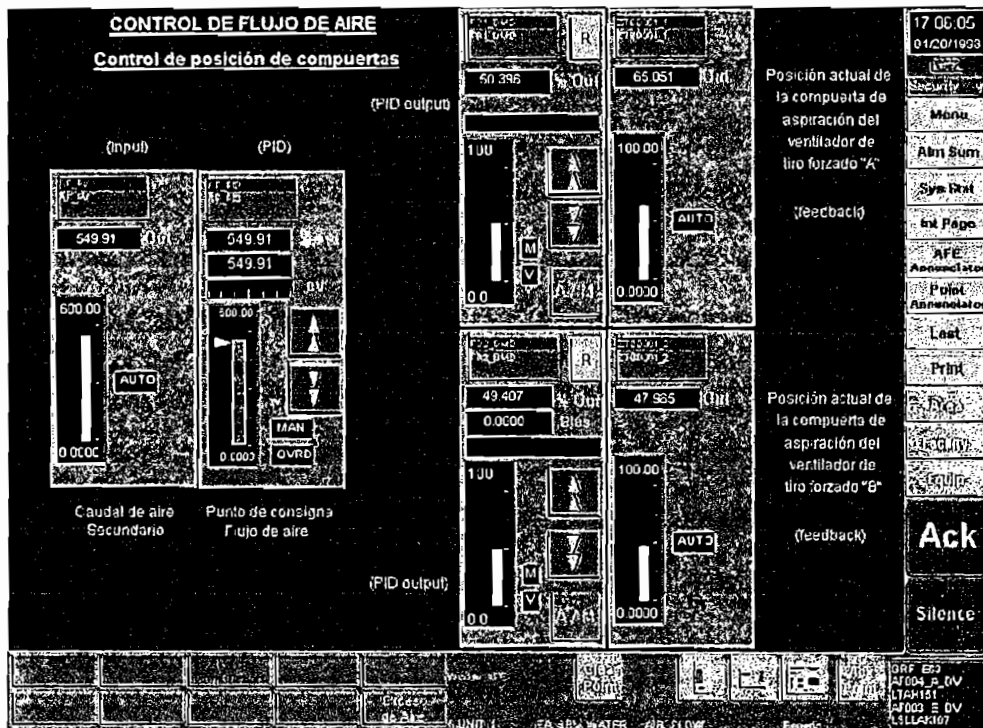


Figura 2.58. Lazo de control de flujo de aire de combustión

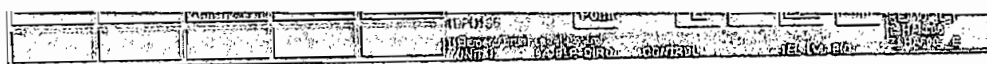


Figura 2.60. Lazo de control de nivel del calderín

### 2.5.9. Lazo de Control de temperatura del precalentador de aire

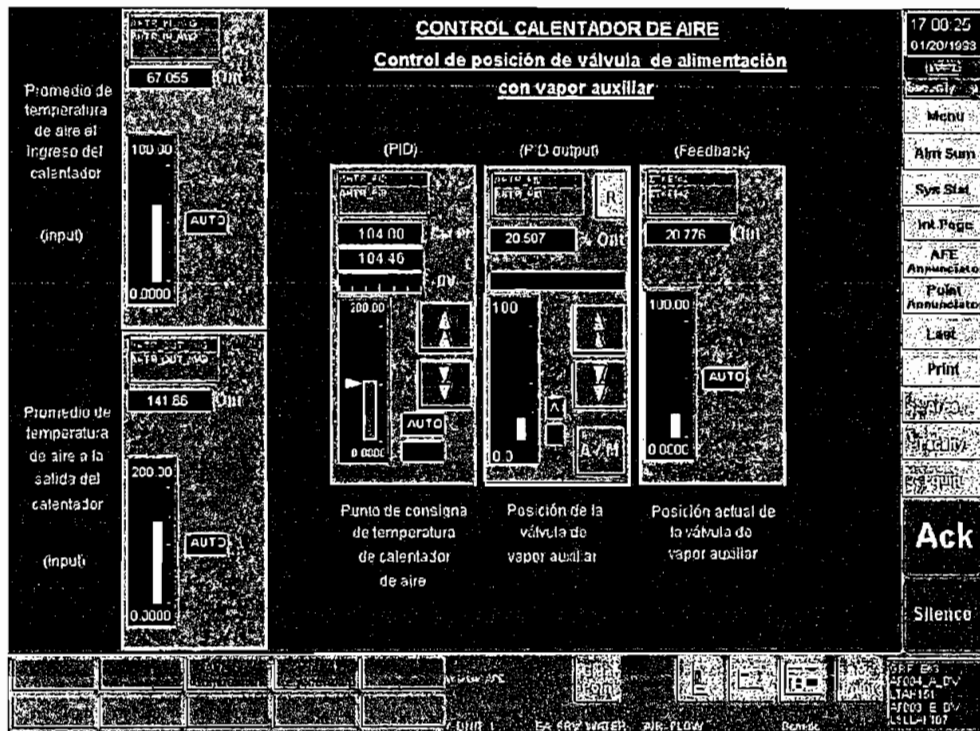


Figura 2.59. Lazo de control de temperatura del precalentador de aire

### 2.5.10. Lazo de control de nivel de agua de alimentación

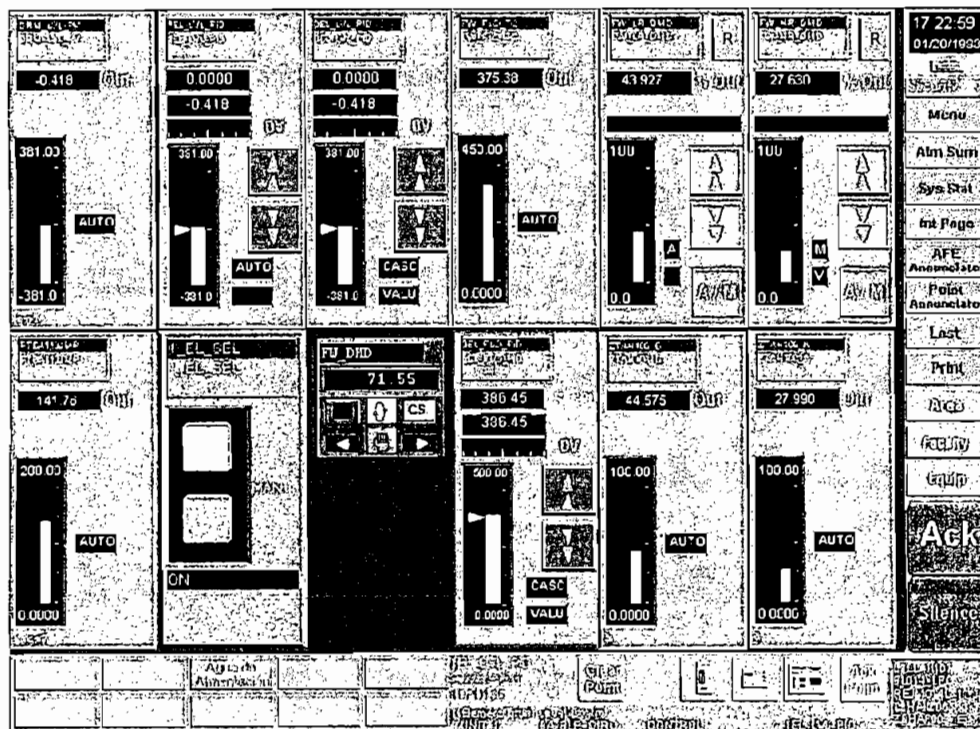


Figura 2.60. Lazo de control de nivel del calderín

2.5.11. Lazo de control de nivel del tanque de purga continua

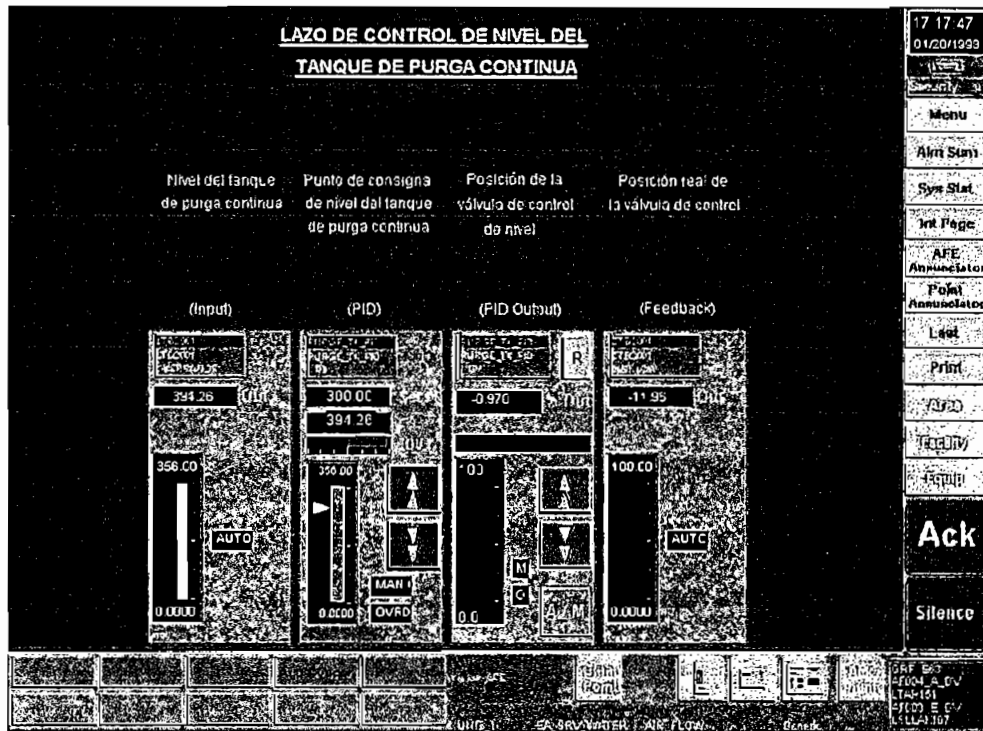


Figura 2.61. Lazo de control de nivel del tanque de purga continua

2.5.12 Lazo de control de temperatura de sobrecalentamiento

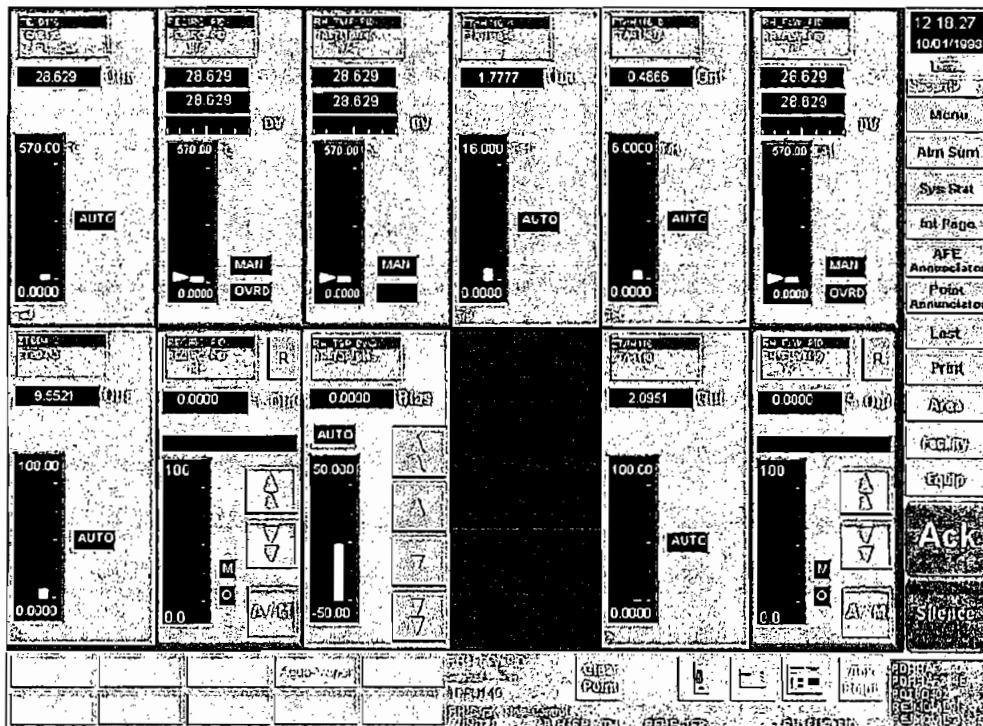


Figura 2.62. Lazo de control de atemperación de vapor recalentado

2.5.13. Lazo de control de temperatura de vapor sobrecalentado

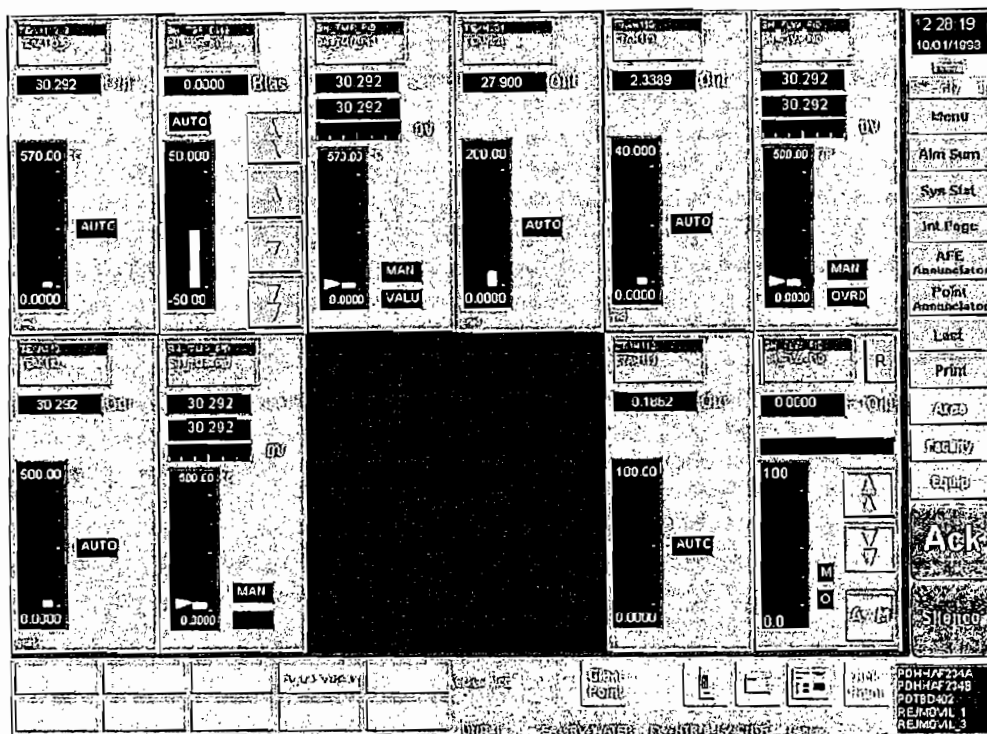


Figura 2.63. Lazo de control de atemperación de sobrecalentado

2.5.14. Lazo de control presión de aire de sellado de Penthouse

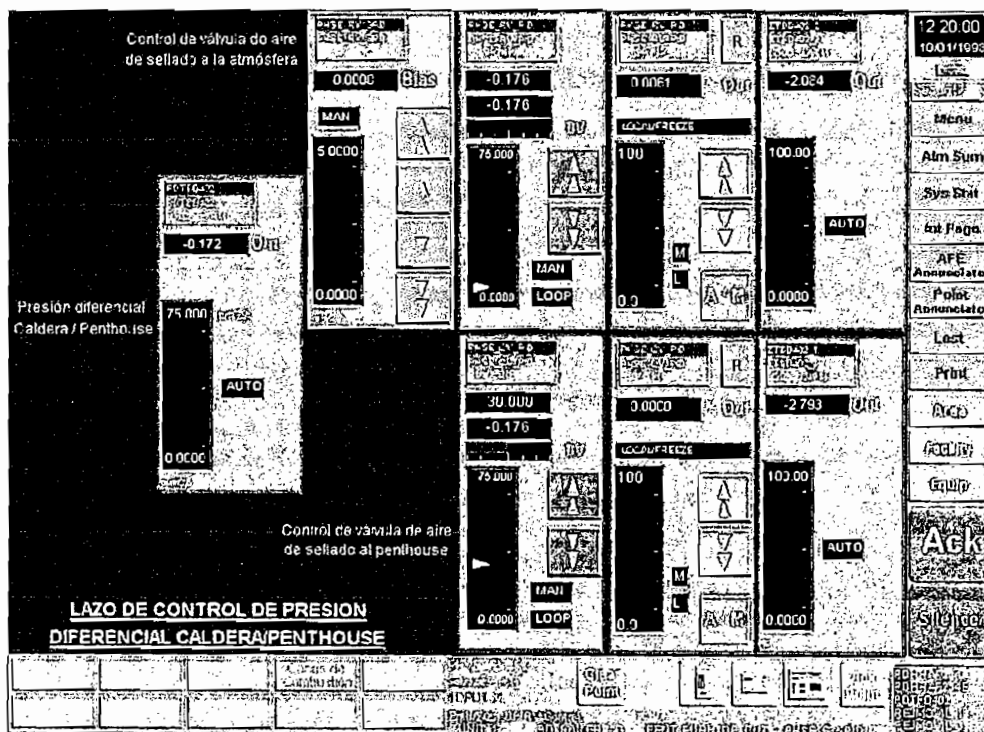


Figura 2.64. Pantalla de presión de aire de sellado de penthouse



Figura 2.66. Lazo de control de temperatura de fuel-oil a la salida del tanque diario A



2.5.15. Pantalla de presión de aire de sellado del vestíbulo

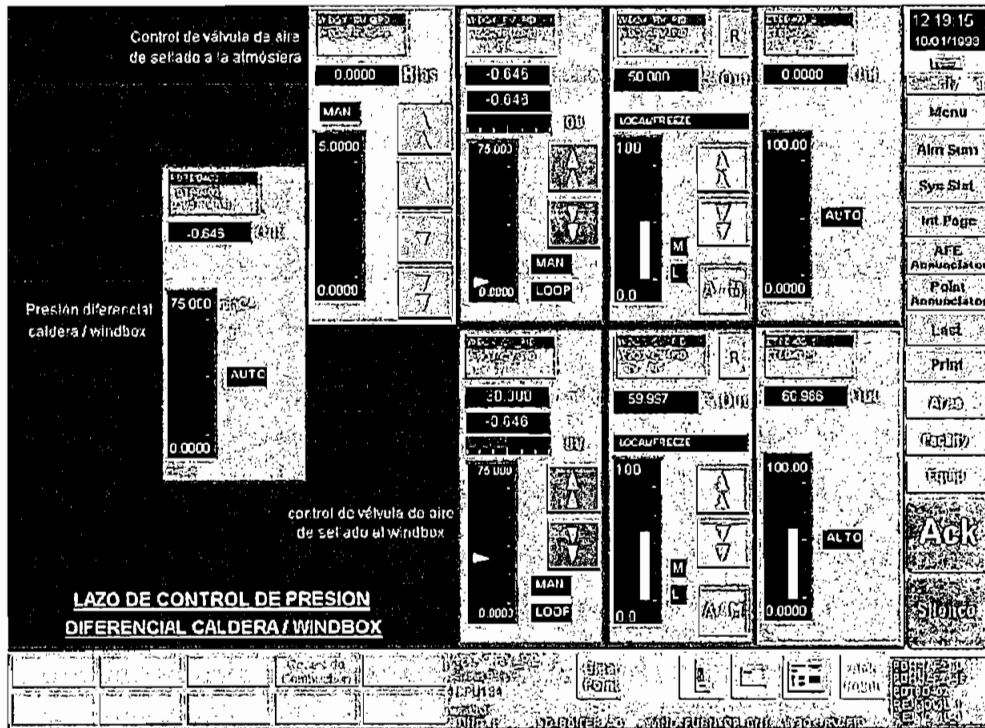


Figura 2.65. Lazo de control de aire de sellado del vestíbulo

2.5.16. Lazo de control de temperatura de fuel-oil a la salida del tanque de diario A

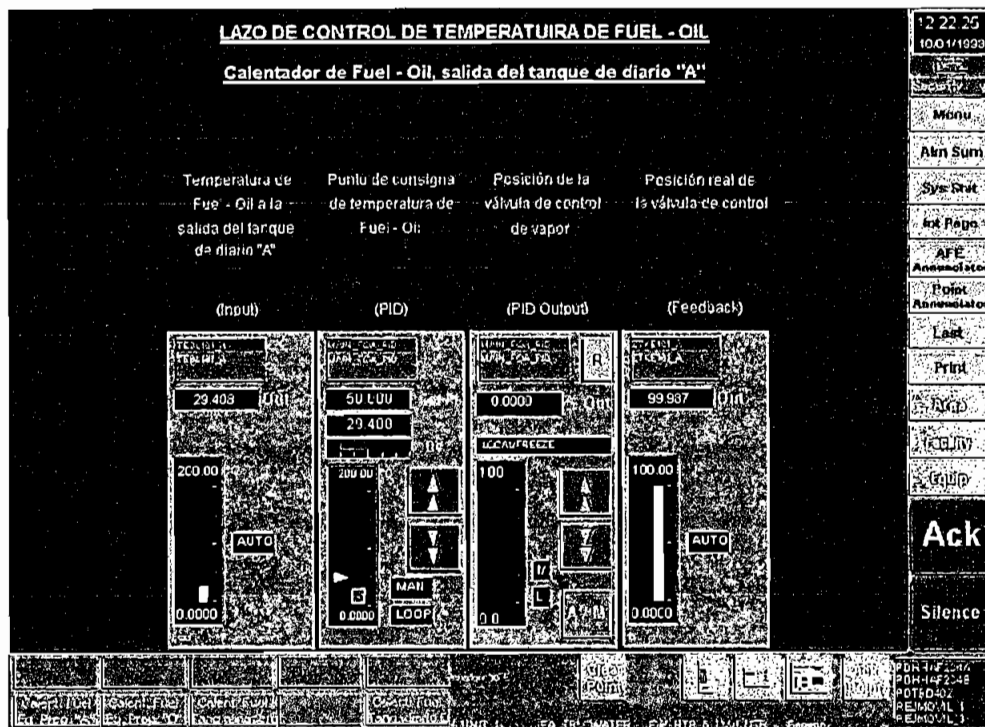


Figura 2.66. Lazo de control de temperatura de fuel-oil a la salida del tanque diario A

2.5.17. Lazo de control de temperatura de fuel-oil a la salida del tanque diario B

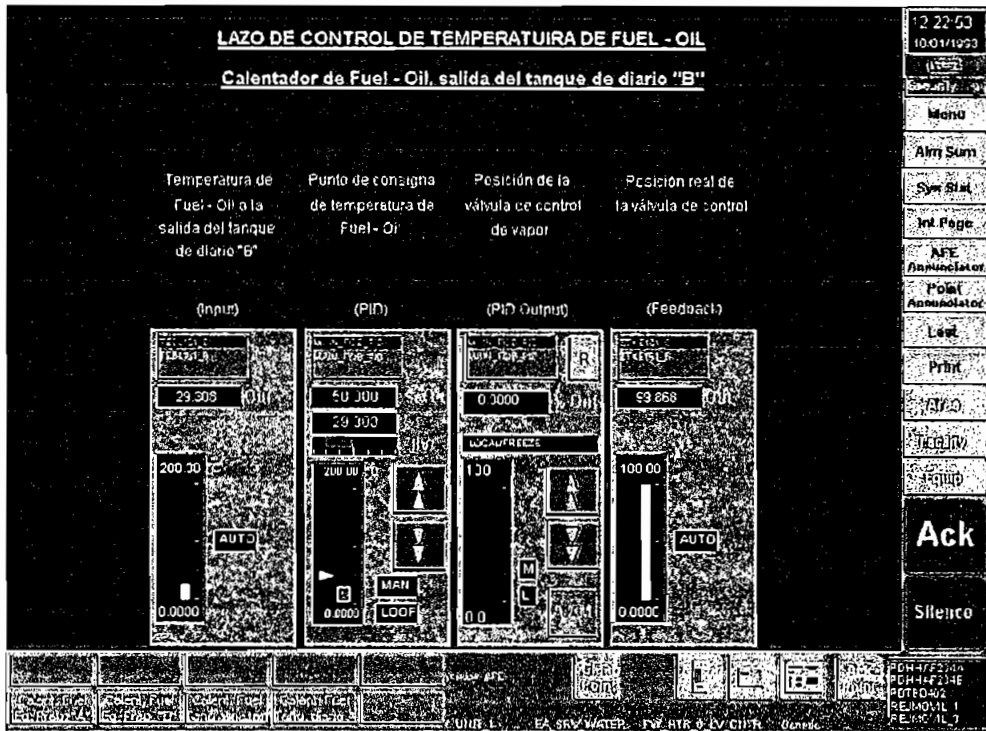


Figura 2.67. Lazo de control de temperatura de fuel-oil a la salida del tanque diario B

2.5.18. Lazo de control de temperatura de fuel-oil a la salida del tanque principal

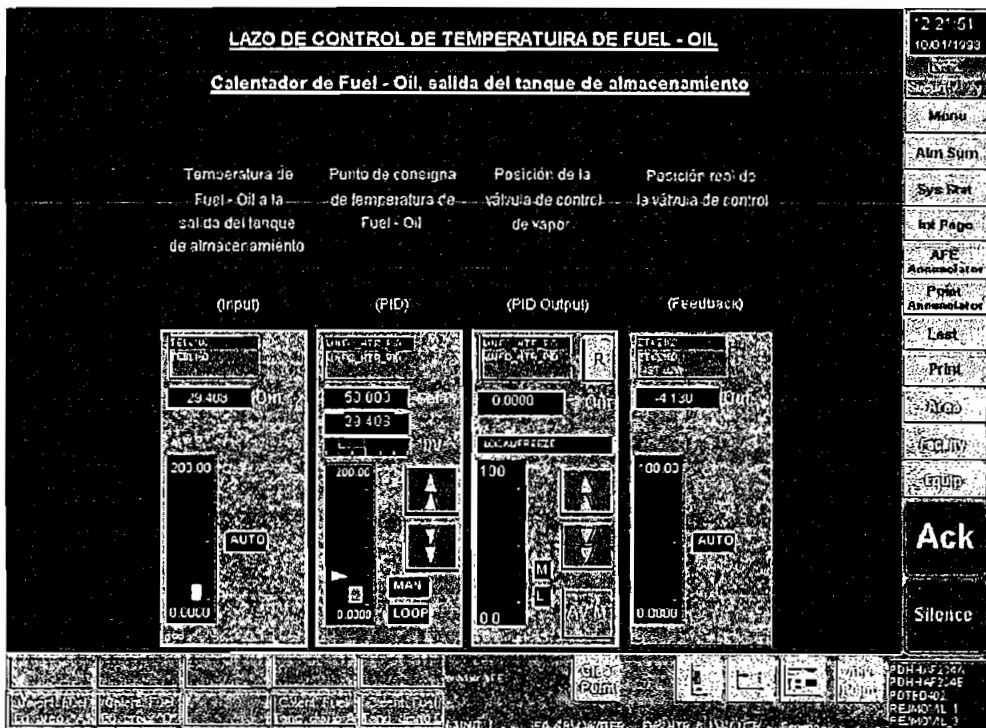


Figura 2.68. Lazo de control de temperatura de fuel-oil a la salida del tanque principal



### 2.5.19. Lazo de control de aire de atomización en los ignitores

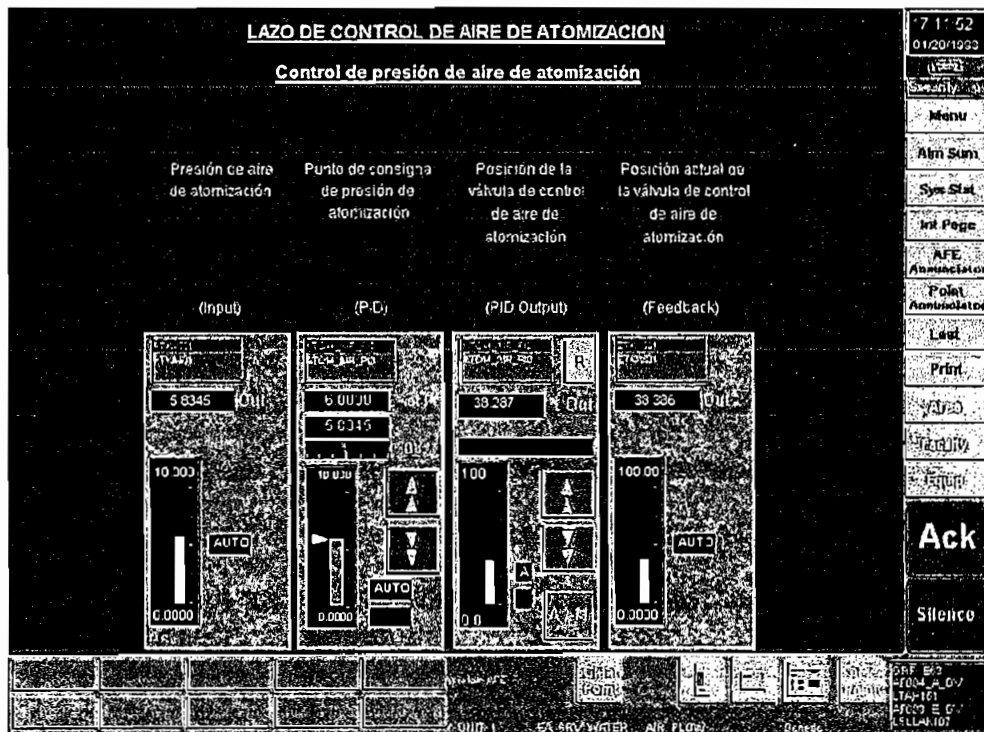


Figura 2.69. Lazo de control de aire de atomización en los ignitores

### 2.5.20. Lazo de control de presión de vapor auxiliar

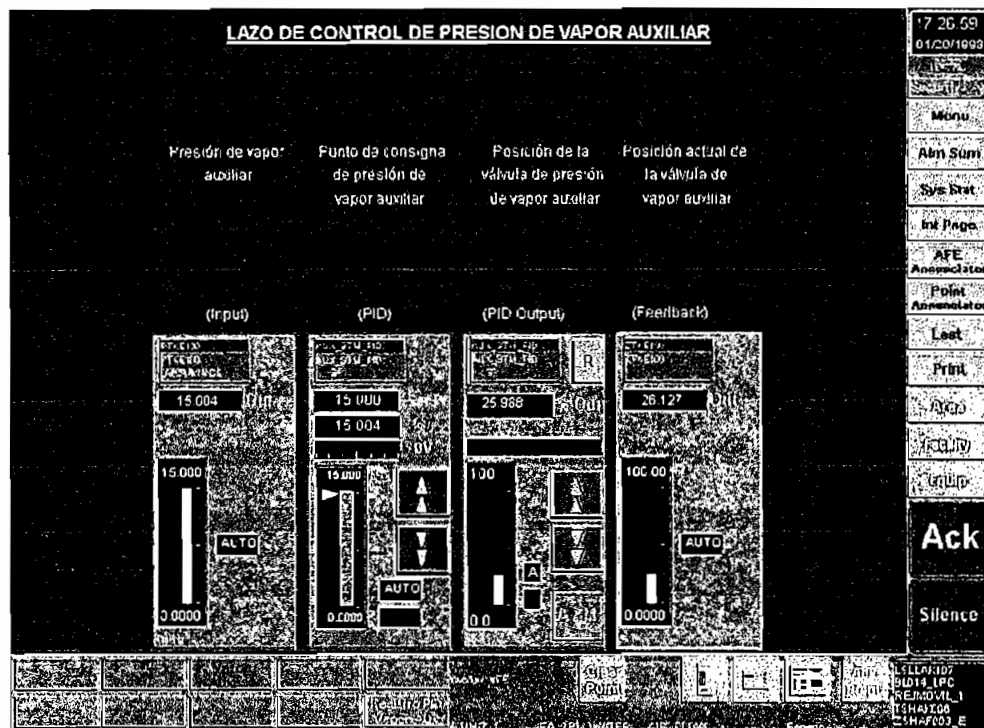


Figura 2.70. Lazo de control de presión de vapor auxiliar

### 2.5.21. Lazo de control de vapor de atomización a quemadores

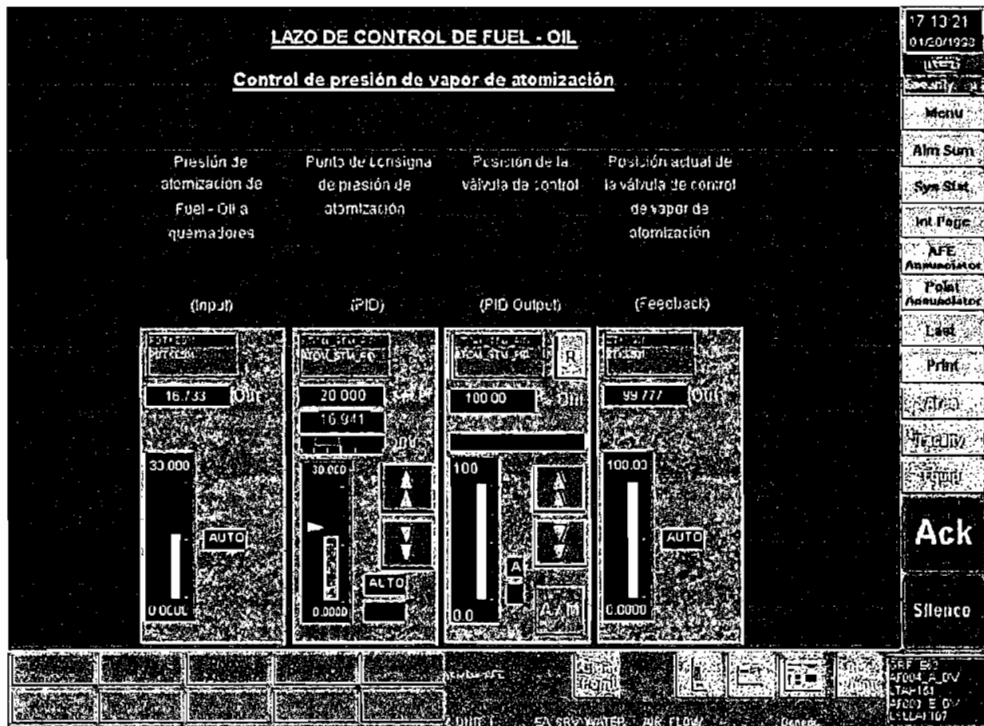


Figura 2.71. Lazo de control de presión de vapor auxiliar

### 2.5.22. Lazo de control de presión de vapor a sopladores

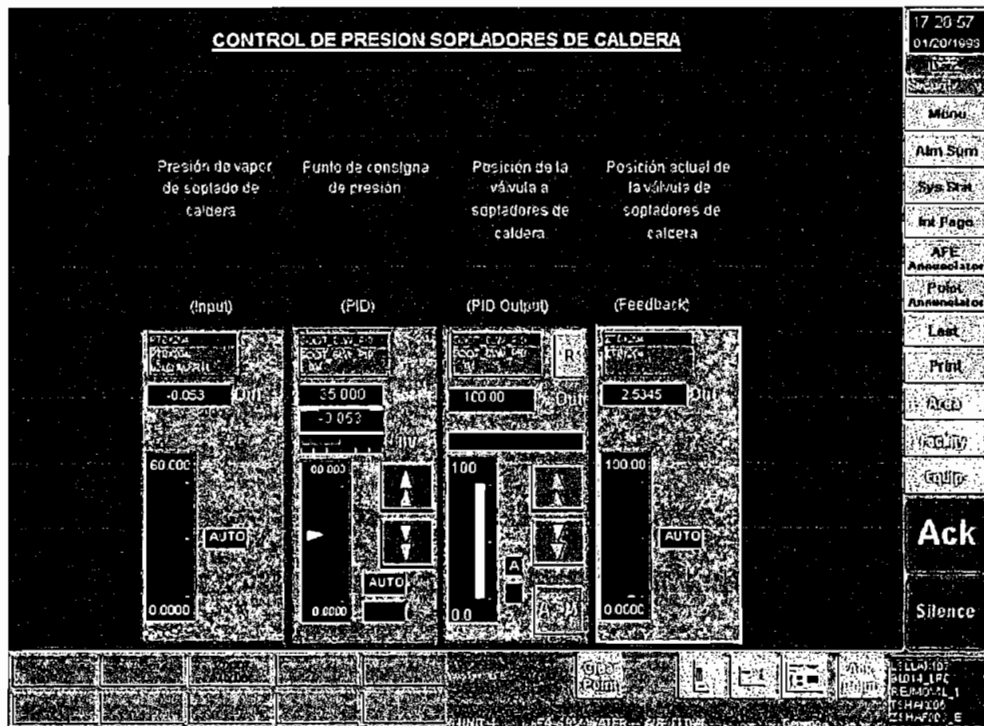


Figura 2.72. Lazo de control de presión de vapor a sopladores

### 2.5.23. Lazo de control de presión de vapor al desgasificador

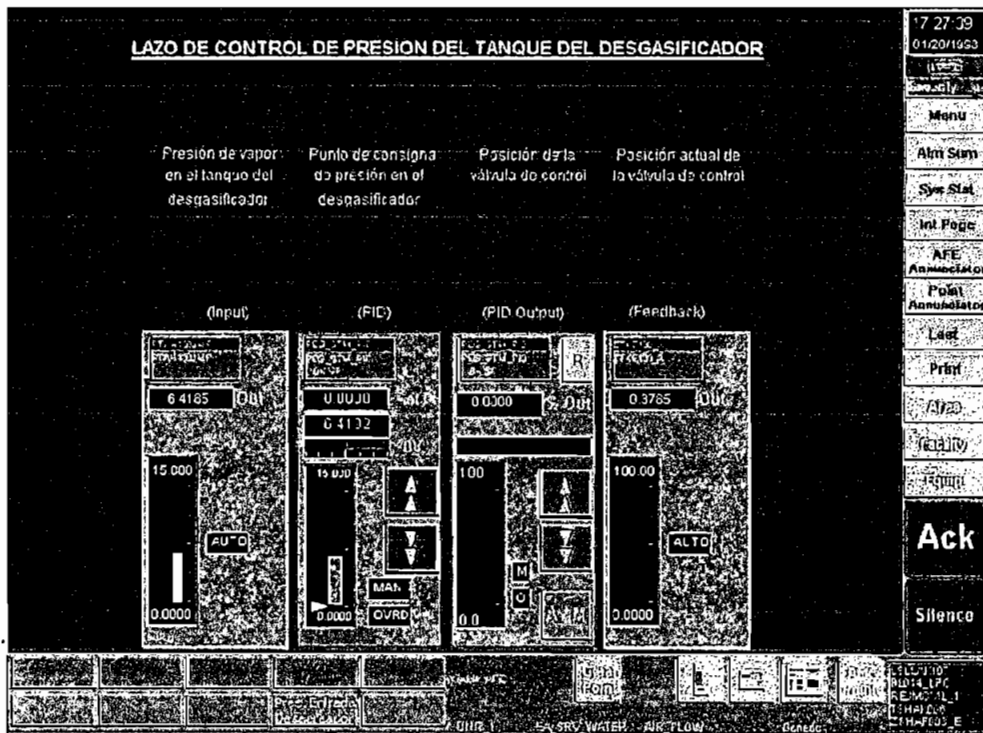


Figura 2.73. Lazo de control de presión de vapor al desgasificador

### 2.5.24. Lazo de control de presión de vapor al interior del desgasificador

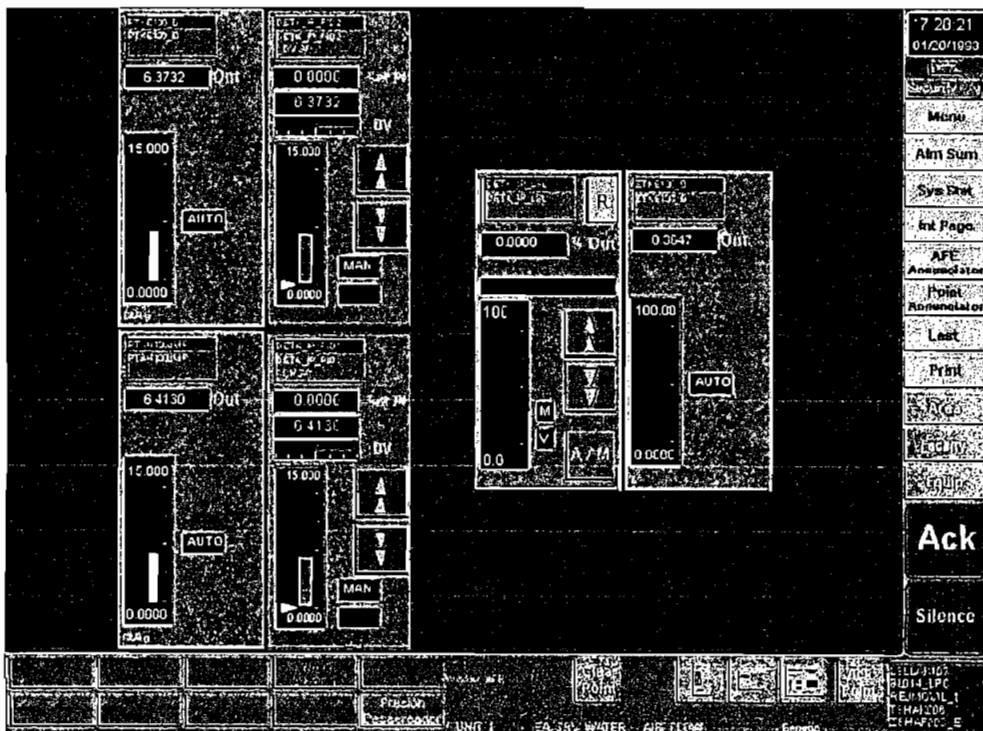


Figura 2.74. Lazo de control de presión de vapor al interior del desgasificador

2.5.25. Lazo de control de nivel del calentador de baja presión #2

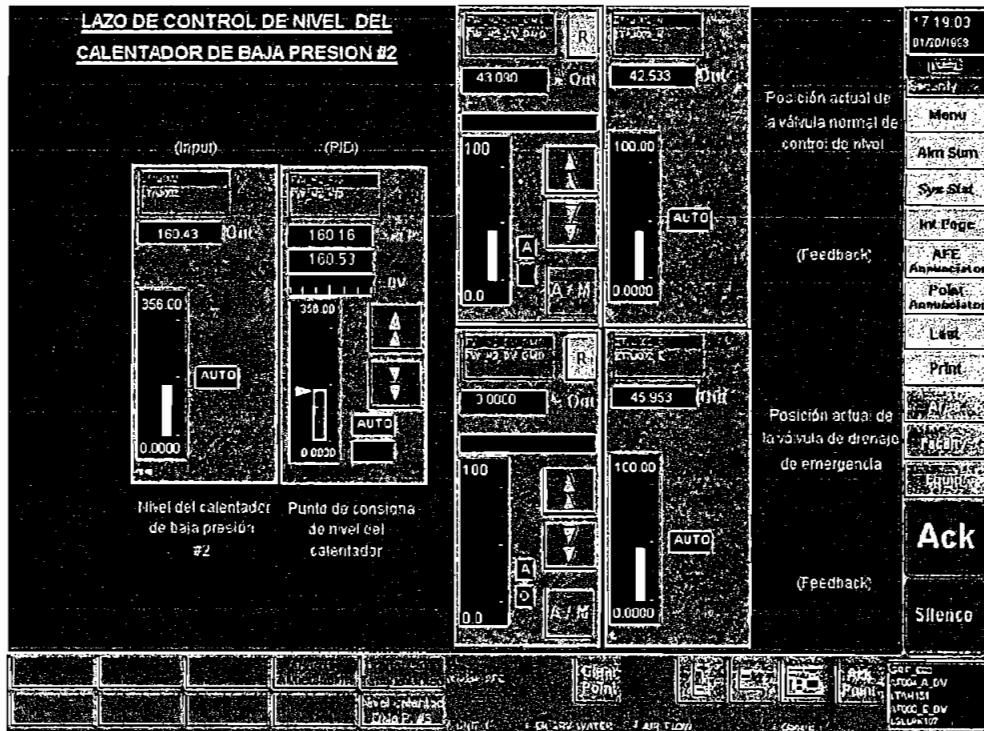


Figura 2.75. Lazo de control de nivel del calentador de baja presión #2

2.5.26. Lazo de control de nivel del calentador de baja presión #3

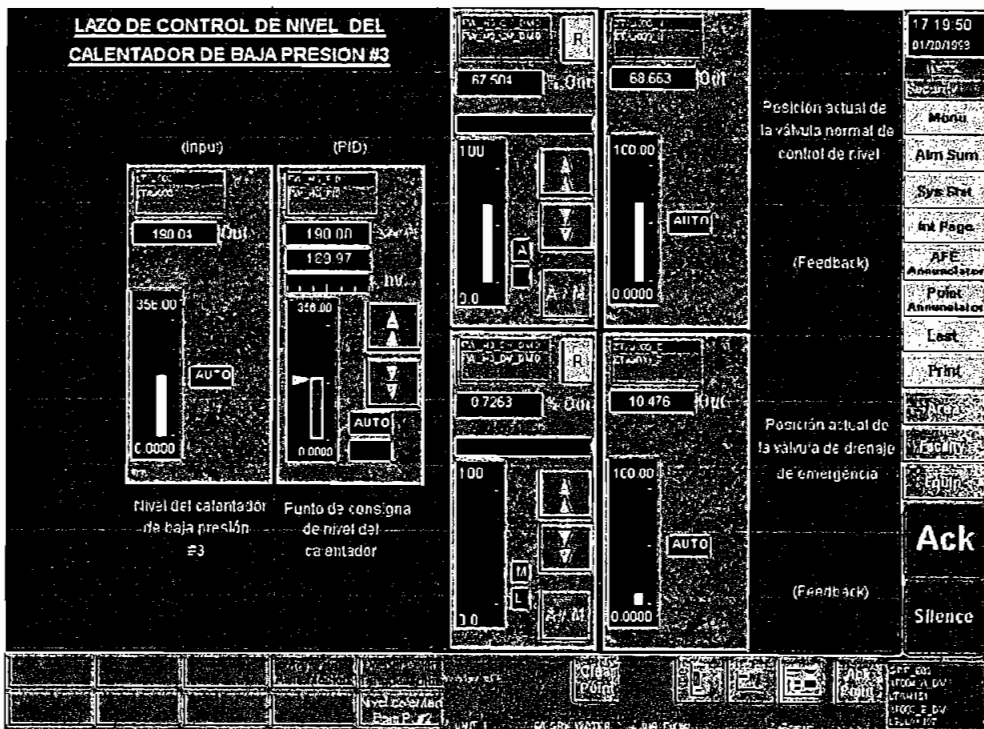


Figura 2.76. Lazo de control de nivel del calentador de baja presión #3

2.5.27. Lazo de control de nivel del calentador de alta presión #5

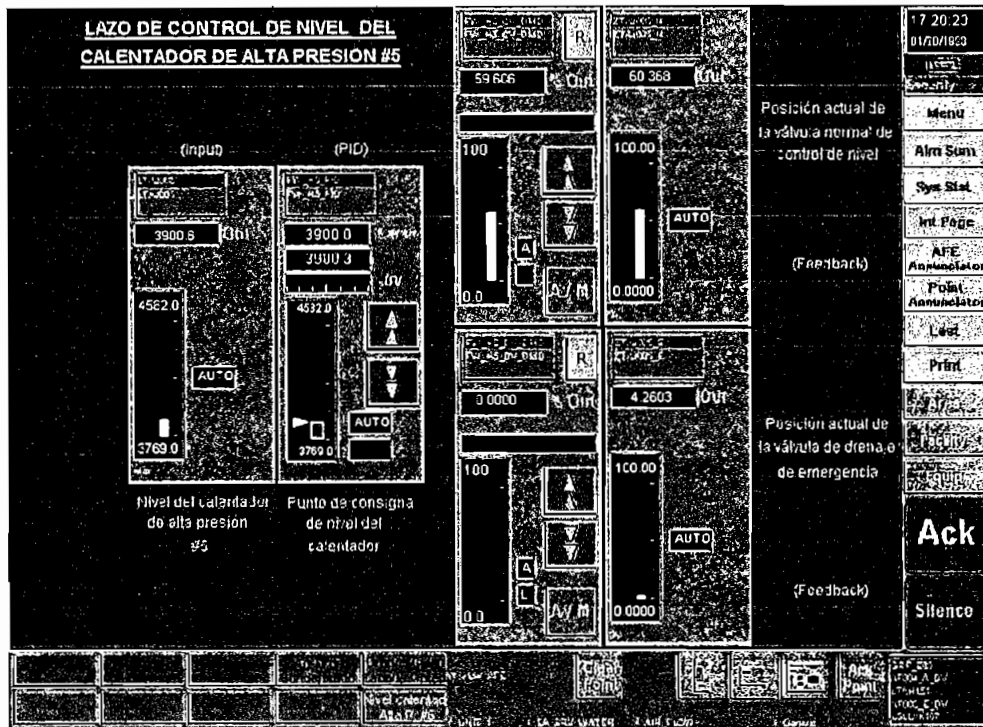


Figura 2.77. Lazo de control de nivel del calentador de alta presión #5

2.5.28. Lazo de control de nivel del calentador de alta presión #6

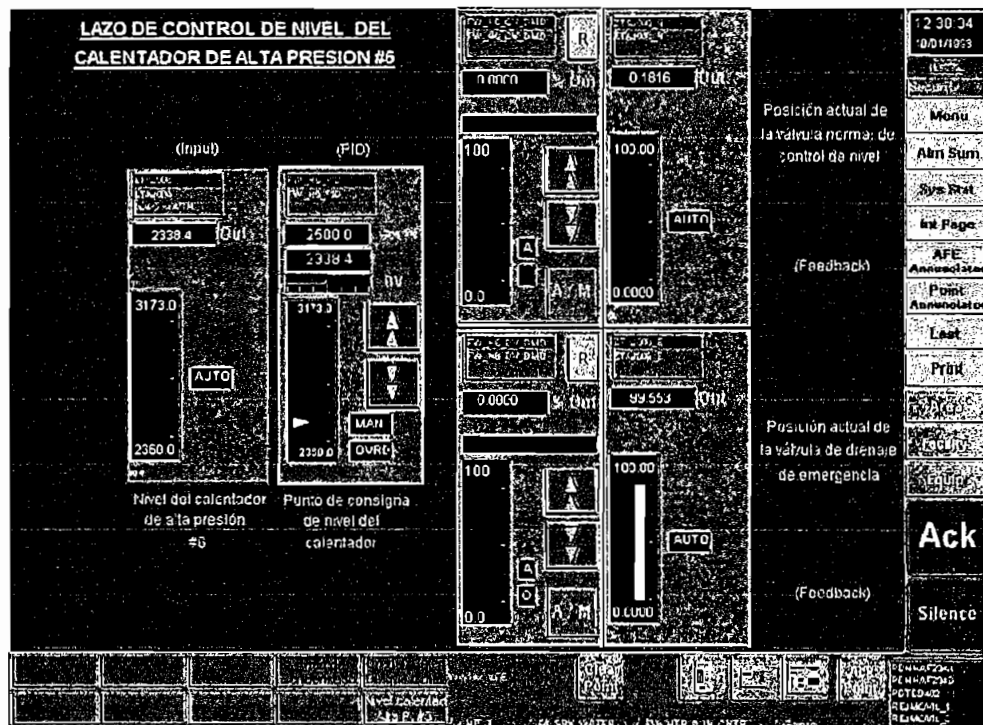


Figura 2.78. Lazo de control de nivel del calentador de alta presión #6

## 2.5.29. Lazo de control de exceso de oxígeno

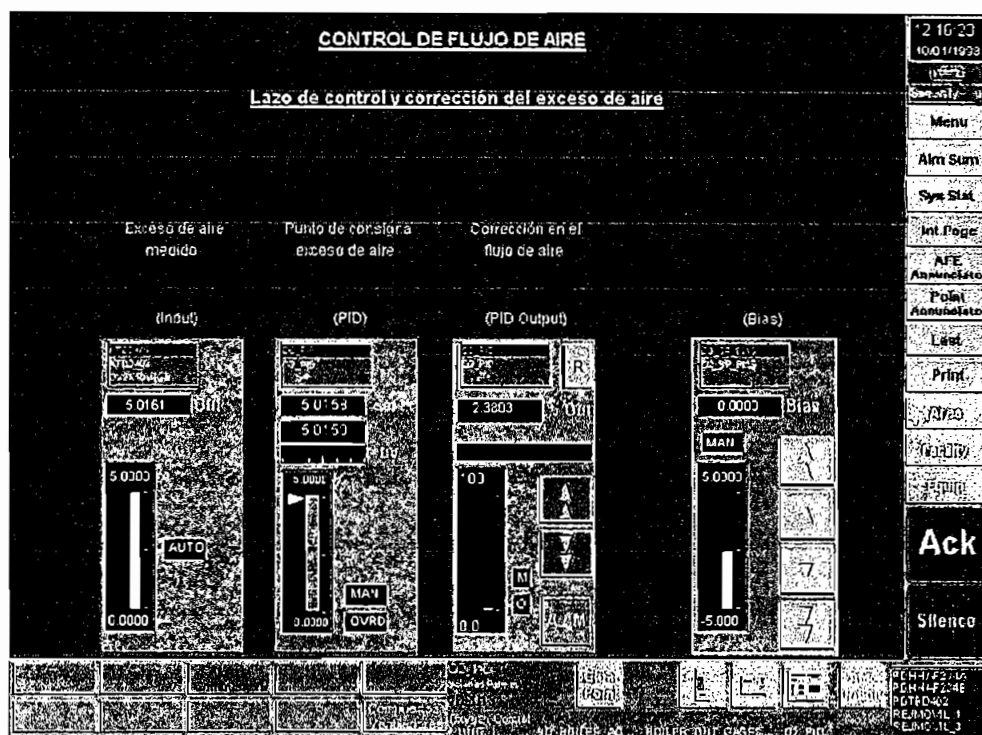


Figura 2.79. Lazo de control de exceso de oxígeno

## 2.6. PANTALLAS DE REGISTRO

En estas pantallas se pueden observar las tendencias históricas de puntos analógicos que hayan sido seleccionados para que sean almacenados sus valores a través del tiempo, estas pantallas son en general un plano XY, en el cual se encuentra representado el valor de la variable en el tiempo.

Estas pantallas sirven para controles de operación, velocidad de respuesta de lazos, valores históricos de operación de la central, y otras funciones. Para encontrar un valor histórico, lo que hay que hacer es ingresar en la pantalla de registro y retroceder en el tiempo al punto requerido, si este punto no se encuentra en el disco duro, solicitará se ingrese el disco de almacenamiento correspondiente a esa época de modo de poder graficar y extraer los datos requeridos.

Su función primaria al arranque de la central es analizar el comportamiento de los lazos de control PID, para lograr su optimización en lo que a tiempos de respuesta y oscilación se refiere, posterior a esta función en cuanto se haya logrado un punto de configuración óptima, se utilizarán estos datos para controles de operación y supervisión de las operaciones, así como controles de rendimiento.

Una muestra de las pantallas de registro se puede observar en el capítulo IV en el *punto 4.2*, resultados de la aplicación de los lazos de control, donde se encuentran los resultados de los protocolos de pruebas de los lazos de control efectuados en la central térmica trinitaria en presencia de la fiscalización por parte de INECEL.

En estas pantallas se pueden observar también los registros históricos guardados en la unidad de almacenamiento masivo, estas pantallas tienen otras características como expansión o compresión de tiempo en la pantalla, se puede observar datos con un intervalo mínimo de un segundo entre medidas y hasta más de 90 días en una sola pantalla.

También se puede cambiar las variables que se presentan en la pantalla en línea sin tener que crear una pantalla nueva, del mismo modo se puede cambiar el rango de visualización de una señal o hacer acercamientos a un rango definido por el operador en una sección de la pantalla.

Se puede cambiar los colores de las líneas presentadas en estas pantallas por facilidad y se puede por medio del cuadro de indicación de valores, al mover la línea de medida, ir analizando el comportamiento y los valores alcanzados por cada señal de la línea de registro, dato a dato dibujado en la pantalla.

### **CAPITULO III: LOGICA Y LAZOS DEL SISTEMA**

- 3.1. Descripción de la lógica de dos estados.**
- 3.2. Dispositivos lógicos controlados por el sistema de control distribuido de la central térmica Trinitaria.**
- 3.3. Descripción de los lazos de control en el sistema de control distribuido.**
- 3.4. Parámetros programados de los diferentes lazos.**



### **3.1. DESCRIPCION DE LA LOGICA DE DOS ESTADOS.**

La lógica de dos estados es aplicable a todo equipo que requiera de comandos tipo ON/OFF, como son bombas, ventiladores, válvulas solenoides, compuertas, sopladores de hollín y otros. Lo que se hizo es generar una rutina de comprobación del estado del equipo por medio de sus realimentaciones, ya sean marcha/parada, abierto/cerrado, insertado/extraído y comprobarlo con las órdenes generadas por el operador, a esta rutina se la denominará en adelante como dispositivo lógico.

#### **3.1.1. DESCRIPCION GENERAL**

Estos dispositivos de operación lógicos proporcionan una operación basada en comandos desde las pantallas para un dispositivo con lógica de dos estados.

La lógica proporciona bits de salida lógica para los siguientes casos:

Operación direccionada de salidas digitales al hardware que controla el dispositivo.

Operación de la salida digital al hardware que detiene los dispositivos (donde se requiera).

Indicación direccionada de los estados de los comandos.

Indicación del estado de las alarmas de fallo.

Indicación del estado automático (remoto).

Indicación del estado de alarma de fallo para Abriendo/Arrancando o Abierto/Arrancado.

Indicación del estado de alarma de fallo para Cerrando/Disparando o Cerrado/Disparado.

En las pantallas se despliega un menú que proporciona los siguientes botones:

Dos botones de control que dirigen el estado del dispositivo.

Un botón opcional de parada.

Dos botones para seleccionar el modo de operación, Auto (remoto)/Manual (local)

Un botón de Reset, el cual inicializa la lógica conforme a las entradas al dispositivo (lo cual elimina también muchas condiciones de alarma).

Los botones de control inician el proceso de cambio en la salida lógica para cambiar el estado de los dispositivos.

Los botones de modo de operación permiten (o bloquean) la operación de un dispositivo con dos programas de más alto nivel (en el nivel 2: Lógica de grupo de dispositivos o lógica de secuencia de Arranques/Paros o en el nivel 3: Función supervisora de Startup/Shutdown). En Auto (remoto) el dispositivo responde a los comandos de los programas de más alto nivel; en Manual (local) el dispositivo ignora dichos comandos.

Las salidas lógicas también responden a la aplicación de entradas lógicas:

Entradas direccionadas a las Inhibiciones, hacen que el bloque no funcione cuando es verdadero o uno lógico.

Entradas direccionadas a los Override, hacen cambiar el estado de las salidas cuando es verdadero o uno lógico.

Inhibición del estado Auto (remoto).

Bloqueos de salidas (Lockout), que previenen la operación de cualquier salida.

Los fallos de alimentación de energía bloquean la operación.

La lógica de los dispositivos proporciona alarmas de fallos para indicar:

Fallos para ejecutar un comando luego de un tiempo configurado.

Cambios en el estado del dispositivo sin haberse ejecutado un comando.

Conflictos en el estado de los retroavisos de campo.

Fallos de alimentación sin Lockout.

El botón de reset inicializa el dispositivo lógico al estado existente en el dispositivo, en consecuencia remueve la condición de alarma (suponiendo que no existe un conflicto con el estado de los retroavisos o que no hay fallos de alimentación).

La ventana de control desplegable presenta los siguientes estados:

Modo de operación del dispositivo (Auto (remoto), Manual (local), Lockout).

Modo automático del dispositivo inhibido.

Estado de retroavisos del dispositivo.

Estado lógico de las salidas del dispositivo.

Estado lógico del dispositivo operativo (bloqueado, inicializado, en tránsito, al límite, parado).

Estado de los enclavamientos del dispositivo (inhibido (direccional), override (dirigido o paro)).

Fallo de alimentación del dispositivo.

### **3.1.2. APLICACIONES DE LAS SALIDAS**

La operación de un dispositivo lógico puede ser configurada para proporcionar control a tres tipos básicos de dispositivos:

Dispositivos operados por medio de dos salidas, que requieren de un pulso de disparo a la salida:

Protecciones termomagnéticas para motores.

Válvulas motorizadas y compuertas en circuitos de contactor con enclavamiento.

Solenoides con retención que operan válvulas y compuertas.

Dispositivos operados por medio de dos salidas, que requieren que la salida esté activa para continuar su recorrido:

Válvulas y compuertas motorizadas (sin circuito de enclavamiento del contactor).

Dispositivos operados por una sola salida, que requieren salidas sostenidas:

Bobinas y solenoides que operan válvulas y compuertas.

Arrancadores de motores.

La diferenciación entre motores y válvulas / compuertas es indicada en la ventana de control donde los botones están marcados START/STOP para motores y OPEN/CLOSE para válvulas/compuertas (otras designaciones pueden ser provistas por ventanas de control adicionales tales como INSERT/RETRACT para por ejemplo sopladores de ceniza o sondas para medición de temperatura de hogar).

Otras opciones se proporcionan para:

Un comando de parada en medio viaje para dispositivos operados por doble salida. (Esto incluiría un nuevo botón de STOP en el menú de control y una salida de pulso para el paro).

Mantener el estado de las salidas durante las condiciones de override.

Bloqueo direccionado de los dispositivos controlados por doble salida, debiendo restablecerse la salida para que continúen su movimiento.

Activación de las salidas STOP/CLOSE cuando se bloquee el dispositivo (Lockout).

Retiro de la revisión de retroavisos para las direcciones que no tengan feedback o poseen otro tipo de condiciones no alarmantes que podrían inhibir la operación del feedback (tales como control modulante local u operaciones de arranque/parada).

### **3.1.3. DISCUSION DE LOS DISPOSITIVOS DE SALIDA LOGICA**

La opción de mantener la salida lógica proporciona una diferenciación básica en la operación de las salidas lógicas entre salidas para dispositivos que se “aseguran en el sitio” y dispositivos que requieren que se mantenga la salida para mantener su estado.

Sin la opción de salida mantenida seleccionada (y no otras opciones), las salidas son solo verdaderas o uno lógico durante el estado “en tránsito” (son falsas durante los estados “al límite”). Esta funcionalidad es usualmente conveniente para dispositivos de dos salidas digitales (Abrir/Cerrar, Arranque/Paro, Encendido/Apagado, Insertar/Retraer, etc.) tales como protecciones termomagnéticas para motores, válvulas y compuertas motorizadas o solenoides con retención para operar válvulas y compuertas. Con esta opción seleccionada, la salida es verdadera o uno lógico mientras el temporizador (activo solo en los estados “en

transito”) es menor que un tiempo límite configurable. Nótese que un dispositivo confirmador transfiere a la lógica un estado de “al límite” haciendo que la salida se ponga en falso o cero lógico.

Hay dos tipos diferentes de características de operar dispositivos, que se ajustan a esta opción de configuración por un pulso limitado de tiempo; dispositivos que memorizan y dispositivos que requieren de una salida constante mientras están “en transito”. Las protecciones termomagnéticas, válvulas y compuertas motorizadas que poseen circuitos de enclavamiento y solenoides con retención que operan válvulas y compuertas, requieren de un pulso de accionamiento que se espera sea menor al tiempo “en tránsito”.

Válvulas y compuertas motorizadas que se mueven solo en presencia del comando de accionamiento durante todo el tiempo “en tránsito”, deberían tener configurado salidas que permanezcan activas como un pulso de mayor duración que el tiempo “en transito” (por ejemplo 9999.0 segundos sería un buen dato para la configuración por omisión (default), aunque tiempos más cortos podrían ser considerados que apagarían la salida para detectar condiciones de fallo).

Con la opción salida mantenida (y no otras opciones seleccionadas), las salidas son verdaderas durante los estados “en tránsito” y “al límite” (no es una función de salida de pulso). Esta funcionalidad es usualmente conveniente para dispositivos controlados por una única salida tales como contactores de arranque de motores o válvulas y compuertas operadas por una sola solenoide.

La salida mantenida podría ser seleccionada para válvulas y compuertas motorizadas que operen en presencia de la salida. Esto mantendría energizados los circuitos operativos del motor continuamente, aún cuando el motor alcance la posición “al límite”.

Sin la opción de salida mantenida, los circuitos operativos del motor serían desenergizados cuando se llega a un límite o en caso de previsión de fallo del detector de límite, después de un tiempo finito (9999.0 segundos máximo, más de 2½ horas).

Otras opciones se proporcionan para casos especiales de operación de dispositivos:

La opción de Stop activo, le permite la aplicación de un comando de paro y hace un override a las alarmas de reset o de estado parado (reconociendo un paro durante el tránsito). Esto es conveniente para válvulas y compuertas motorizadas que se espera que paren en medio viaje. Donde hay circuitos de enclavamiento operados por una salida de tipo pulso, el estado de parado proporciona una tercera salida para detener la válvula o la compuerta; la operación a cualquiera de las direcciones de la válvula o la compuerta será reiniciada cuando reciba nuevamente la señal de salida para operar (sí aún no llega “al límite”).

Esto es conveniente también para una válvula de control neumático sobre la cual se aplica la salida direccionada a solenoides que harían un by-pass al control neumático llevando la válvula a alguno de los dos límites, permitiendo que controle nuevamente neumáticamente si ninguna de las salidas es verdadera. En este caso la opción de salida mantenida sería aplicable.

La opción de bloqueo con inhibiciones hace que una salida activa (en el estado “en tránsito”) se ponga en falso cuando se recibe un uno lógico en una inhibición en la misma dirección en la que estaba operando. Esto también se aplica para el temporizador previniendo la alarma de tiempo “en tránsito” mientras esté parado por la condición de inhibición.

Sin esta opción, una inhibición solo bloquea la entrada al estado “en tránsito” (bloqueando inicialmente a la salida); si el dispositivo está “en tránsito” la salida permanece mantenida.

Esta opción es conveniente para válvulas y compuertas motorizadas que se mueven solo si la salida es verdadera y deban parar en medio viaje. Esto permite utilizar a la inhibición como una función de parada, el dispositivo continuaría su movimiento cuando la inhibición haya desaparecido, sea falsa o cero lógico.

Nótese que esta opción no es conveniente con dispositivos operados con salida de pulso debido a que al desaparecer la inhibición el pulso no es reiniciado, la opción de Stop activo debería ser utilizada y con una lógica de emisión de un comando para que continúe el movimiento.

Esta opción no es aplicable con la opción de salida mantenida, no es conveniente para dispositivos operados con una única salida.

La opción Override mantenido ocasiona que la salida se mantenga verdadera cuando se recibe un uno lógico en el override de la misma dirección en la que se está moviendo el dispositivo (sin tomar en consideración todas las descripciones de tipos de salidas mencionadas anteriormente). Esta opción es conveniente para aplicaciones con dispositivos operados por pulsos en donde el override mantendrá la salida para evitar operaciones contrarias. Esto también puede ser aplicado para hacer un override a la opción de bloqueo con inhibiciones. Esta no es conveniente (no tiene efecto) en dispositivos operados por una única salida (sería lo mismo que la opción de salida mantenida).

La opción de bloqueo salidas de disparo (Lockout Trip) es solo funcional cuando el dispositivo entra en estado de bloqueo de salidas (Lockout). Esto causa que la salida de Cerrar / Parar / Apagar / Retraer se vuelva uno lógico mientras se esté en el estado de bloqueo de salidas (de otro modo ambas salidas serían cero lógico en el estado de bloqueo de salidas).

Las opciones de no-comprobación de los retroavisos, ignoran los estados de los retroavisos para la dirección seleccionada según la salida. La transferencia del estado “en tránsito” al estado “al límite” está condicionada únicamente por el tiempo del pulso de salida (el cual debe ser menor que el tiempo establecido para “en tránsito” de modo de evitar una alarma de fallo basada en la ausencia del retroaviso). El estado del retroaviso es ignorado en el estado “al límite”.

Esta opción es conveniente para una válvula de control neumático que aplica una salida direccionada a una solenoide para causar un by-pass al control y llevarla a uno de los límites, permitiendo el control neumático cuando ninguna de las salidas esté presente. En este caso la opción de salida mantenida también sería aplicada.

La no-comprobación de los retroavisos sería aplicada al caso de permitir el control neumático normal, debido a que el control puede llevar a la válvula a cualquiera de los dos límites. Esta

opción también sería aplicable a dispositivos cuyas funciones de operación son de tipo no alarmantes como son motores con una función de arranque automático. Para estos casos, la no-comprobación de los retroavisos se puede aplicar en la dirección de parada, puesto que mientras el dispositivo lógico se encuentra en el estado de parado, arrancar el dispositivo es aceptable.

Nótese que cuando se selecciona la opción de no-comprobación de retroavisos, el botón de reset de lógica inicializa el dispositivo lógico al estado en que se encuentran sus salidas (no su estado) si es que existe como señal. Para cambiar el comando del dispositivo el operador debe seleccionar un comando (o no comando) oprimiendo el pulsador correspondiente a la dirección deseada.

#### **3.1.4. DISCUSION DE LA FUNCION DE BLOQUEO DE SALIDAS**

La operación en pantalla de la función de bloqueo de salidas (Lockout) transfiere al dispositivo lógico a un estado de bloqueo donde todas las salidas son establecidas en cero lógico (excepto sí se ha seleccionado la opción de bloqueo de salidas de disparo). Este estado no proporciona una condición totalmente segura de bloqueo. Esto se establece por un reconocimiento en software de un bloqueo en hardware, condición que es indicada por la entrada de fallo de alimentación.

Una aplicación sugerida de esta función sería establecer en un monitor una pantalla diseñada de bloqueos en la cual se pueda ver el bit de bloqueo de salidas y el estado de fallo de alimentación y permitir la operación del comando de bloqueo desde ahí (el cual no es operable desde la ventana de control desplegable).

El procedimiento sería para el operador activar el comando de bloqueo de salidas y luego establecer el bloqueo del hardware indicado por la entrada de fallo de alimentación. Con este procedimiento ninguna alarma se generará, pero una condición de bloqueo de salidas confirmada pudiera ser indicada. Para remover el bloqueo de salidas, el operador debe remover el bloqueo en hardware y luego eliminar el comando lockout en software. Si la



entrada de fallo de alimentación es verdadera sin tener el comando de lockout presente, el dispositivo lógico entrará en alarma para indicar esta condición.

La aplicación del bloqueo de salidas es opcional, Si el bit de bloqueo de salidas nunca es puesto en uno lógico, la funcionalidad del bloqueo de salidas puede hacerse invisible en el sistema.

### **3.1.5. IMPLEMENTACION DE LA LOGICA DE LOS DISPOSITIVOS**

La implementación de los dispositivos lógicos involucra algunos aspectos de la configuración de las DPU's, utilización de lenguaje LADDER para recepción de las entradas lógicas y activación de las salidas lógicas; el bloque de datos de estados lógicos en la configuración direcciona la operación lógica y el lenguaje EXCEL ejecuta la lógica.

### **3.1.6. CONFIGURACION DEL BLOQUE DE DATOS DE ESTADOS DEL DISPOSITIVO LOGICO**

Un bloque de control denominado terminal digital (DTB) se requiere para cada uno de los dispositivos, el bloque de datos es utilizado para almacenar los estados de los dispositivos y la información de configuración. El bloque de datos de un DTB se configura sin referencia a ningún buffer de entrada o salida de referencia, seleccionando el bit 1 como bit de alarma y se establece la severidad de alarma y los niveles de seguridad para el acceso al operador.

Los campos de configuración, los denominados campos K en el DTB, son proporcionados para establecer la funcionalidad del dispositivo lógico como sigue:

- K1** Tiempo del pulso de disparo.
- K2** Tiempo de viaje.
- K3** Retardo de tiempo para cambiar de estado sin ejecutar comando de alarma.
- K4** Número entero para configuración (el cual selecciona las opciones descritas anteriormente).
- K5** Número entero comando del operador (espera a ser configurado 0.0)

- K6** Número que selecciona el tipo de ventana desplegable
- K7** Estado del dispositivo después de una grabación de software (opcional, pero por omisión es estado reset).

**K4**, valores que pueden ser ingresados (sumario de opciones seleccionables):

- 1 - Salida Mantenido
- 2 - Función de Parada Activa
- 4 - Bloqueo de Salidas con Inhibición
- 8 - Override si las salidas son mantenidas
- 16 - Bloqueo de Salidas de Disparo
- 32 - No-comprobación de retroaviso de Apertura/Arranque
- 64 - No-comprobación de retroaviso de Cierre/Paro

**K5**, valores que pueden ser ingresados (comandos de operador):

- 1 - Reset
- 2 - Abrir / Arranque
- 3 - Cerrar / Paro
- 4 - Paro en medio viaje

Cualquier configuración de estos valores diferente de cero ejecutará comandos a las salidas del dispositivo lógico.

**K6**, valores que pueden ser ingresados (selección de la ventana desplegable de control):

Este campo está reservado para un valor utilizado por DATAVUE para seleccionar la ventana desplegable de control representativa del dispositivo.

- 0 - Genérico, botones “Abrir/Arrancar”, “Cerrar/Disparar” y “Paro”
- 1 - Motores, botones de “Arrancar” y “Disparo”
- 2 - Válvula/Compuerta, botones de “Abrir” y “Cerrar”
- 3 - Válvula/Compuerta con Paro, botones de “Abrir”, “Cerrar” y “Parar”

La sugerencia puede ser expandida de acuerdo al número de diferentes ventanas desplegables de control diseñadas.

**K7**, valores que pueden ser ingresados (estado inicial):

- 1 - Salidas Bloqueadas
- 2 - Abriendo/Arrancando
- 3 - Abierta/Arrancada
- 4 - Cerrando/Disparando
- 5 - Cerrado/Disparado
- 6 - Parado
- 7 - Reset

### **3.1.7. INSERTANDO EL PROGRAMA FUENTE DE EXCEL**

El algoritmo para los dispositivos lógicos es establecido en las DPU's, al incorporar una subrutina de EXCEL en la partición 1. La subrutina de programa XS0CDLOG debe ser insertada en la librería de subsistemas y luego en cada DPU que se espera que ejecute los dispositivos lógicos. El punto instalado en el configurador debe tener un nombre que causará al programa a ser compilado antes de cualquier llamado a esta subrutina. Los últimos seis caracteres del nombre del programa 0CDLOG con el número de dirección de la DPU como un sufijo es un nombre que cumpliría con ese requerimiento.

El programa proporciona una opción para introducir una lógica que inicializará (reset) todos los dispositivos lógicos de una DPU. Esta opción permite la incorporación de una función de reset global para los dispositivos lógicos. Si la opción no es elegida, la entrada en ese campo debe ser asignada como "FALSO"

La aplicación de los algoritmos de dispositivos lógicos a cada equipo es realizada por programas que llaman a subrutinas. La XL\_DXSDV y XL\_DXMDV son programas que proporcionan métodos alternativos:

XL\_DXSDV ejecuta una llamada a subrutina para un solo dispositivo. En este punto se requiere la identificación del bloque de datos de estado del dispositivo lógico por su TAGNAME.ADDRESS.

XL\_DXMDV ejecuta múltiples llamadas a una subrutina para múltiples dispositivos con su dirección de bloque de datos de estado en orden secuencial. Esta instancia requiere la identificación del primer dispositivo lógico en la secuencia por su TAGNAME.ADDRESS más la cantidad de dispositivos en la secuencia.

El nombre del punto sugerido para cada instancia sería el nombre del dispositivo lógico referenciado con el sufijo "XL".

### 3.1.8. APLICACION DE LA LOGICA EN LOS DISPOSITIVOS

Las salidas lógicas (bitas auxiliares que activan una salida física) deben ser aplicadas para operar las salidas digitales en hardware que operan los circuitos de campo de los equipos. Las entradas son aplicadas para proporcionar enclavamientos y operaciones automáticas. Las salidas y entradas están listadas abajo con su direccionamiento y atributos de diseño.

Las salidas operativas que pueden ser direccionadas por Ladder Logic, Excel o algoritmos DSA (Digital Status Alarm) para operar las salidas digitales de hardware son:

DO_3	Abrir/Arrancar
DO_4	Cerrar/Disparar
DO_11	Parar

Las salidas indicativas que son direccionadas por Ladder Logic, Excel o gráficos en DATAVUE, requeridos para la ejecución lógica del sistema son:

DO_1	Alarma de fallo
DO_5	Comando de Abrir/Arrancar
DO_6	Comando de Cerrar/Disparar
DO_13	Fallo de Apertura/Arranque
DO_14	Fallo de Cierre/Disparo
DO_16	Auto

La aplicación de las entradas que son operadas por Ladder Logic o Excel para proporcionar el estado de la lógica son:

DI_12	Fallo de alimentación
DI_13	Retroaviso de Abrir/Arrancar
DI_14	Retroaviso de Cerrar/Disparar

La aplicación de las entradas que son operadas por Ladder Logic o Excel para inhibir o ejecutar override al dispositivo lógico son:

DI_5	Inhibición a la Apertura/Arranque
DI_6	Inhibición al Cierre/Disparo
DI_7	Override a la Apertura/Arranque
DI_8	Override al Cierre/Disparo
DI_15	Inhibición de Automático
DI_16	Paro de Override

Los grupos de comandos enteros escritos por Ladder Logic, Excel o funciones del AP (Procesador de Aplicaciones) para dirigir la operación automática de un dispositivo (los valores enteros escritos para la operación deseada es el mismo valor mostrado anteriormente en la configuración de los enteros de comando de operador, en el valor **K5**).

L2	Comando de grupo (Auto/remoto)
----	--------------------------------

Comando de operador, escrito por un gráfico en DATAVUE:

K5	Comando de operador
----	---------------------

Comando de bloqueo de salidas operado por un gráfico de DATAVUE:

DO_2	Comando de bloqueo de salidas
------	-------------------------------

### **3.1.9. DESCRIPCION DEL PROGRAMA EN EXCEL PARA UN DISPOSITIVO LOGICO**

La estructura del programa en EXCEL es establecer la lógica y minimizar el tiempo de ejecución, al considerar solo las salidas lógicas que son aplicables a un estado en particular. Debido a la universalidad de la lógica, denominaremos “A/A” para Abrir/Arrancar y “C/D” para Cerrar/Disparar y los estados en tránsito serán indicados agregando los sufijos “ando”, “endo”, mientras que los estados “al límite” llevarán el sufijo “ado”, a excepción de abierto.

Un dispositivo lógico está en uno de los siguientes siete estados que son mutuamente excluyentes:

Asegurado

Reseteado

Abriendo/Arrancando

Cerrando/Disparando

Abierto/Arrancado

Cerrado/Disparado

Parado

Los estados Asegurado, Abierto/Arrancado, Cerrado/Disparado y Parado pueden existir por períodos indefinidos de tiempo. Excepto por condiciones de alarma Reseteado, Abriendo/Arrancando y Cerrando/Disparando debieran existir por períodos finitos de tiempo, el Reseteado por el tiempo que toma realizar una pasada completa al programa existente en la DPU, Abriendo/Arrancando y Cerrando/Disparando por el tiempo “en tránsito” para cada equipo.

### **3.1.10. LOGICA DE TRANSFERENCIA DE ESTADOS**

En cada ejecución del programa al interior de la DPU, los estados de entrada son determinados por la siguiente lógica (en orden de dominancia):

- Comando de salidas aseguradas en verdadero

Vaya a SALIDAS ASEGURADAS.

- Control binario de operación en verdadero

Reset los comandos de operador y de grupos.

Si una dirección opuesta está activa o parada o en estado de reset y hay una operación binaria válida (una operación y no la otra).

Vaya a ABRIENDO o CERRANDO de acuerdo al estado de operación.

- Comando de override válido en verdadero (un override y no otro)

Reset los comandos de operador y de grupos.

Si una dirección opuesta está activa o parada o en estado de reset y no hay una inhibición binaria válida en la misma dirección.

Vaya a ABRIENDO o CERRANDO de acuerdo al estado del override.

- Comando de operador o de grupo presente

Si hay un comando de operador o no automático, ignore los comandos de grupo

Vaya a ABRIENDO o CERRANDO de acuerdo al estado de los comandos y en ausencia de inhibiciones (aplicación lógica o control binario) u overrides que bloqueen la transferencia.

- Ninguno de los estados anteriormente determinados

Vaya al estado existente

En adición, algunos estados tienen una lógica de transición precedente a sus salidas lógicas como sigue:

## SALIDAS ASEGURADAS

Transfiera a RESET si el comando de salidas aseguradas no es verdadero.

## RESET

Si no hay comprobación de retroaviso en verdadero

Transfiera a ABRIENDO o CERRANDO de acuerdo al estado del comando existente.

(Comando ordenado en la última ejecución del programa).

Caso contrario

Transfiera a ABIERTO o CERRADO de acuerdo al retroaviso válido.

Final del Si

## ABRIENDO o CERRANDO

Si no hay comprobación de retroaviso (para estado)

Si el tiempo transcurrido > tiempo del pulso

Transfiera al relacionado a ABIERTO o CERRADO

Caso contrario

Si el estado del retroaviso válido (uno y no el otro)

Transfiera al relacionado a ABIERTO o CERRADO

Final del Si



### 3.1.11. SALIDAS LOGICAS

Los dispositivos lógicos tienen tres salidas para utilizar en operación, hacia las salidas digitales a la circuitería de los equipos; abrir/arrancar, cerrar/disparar y parar.

Los dispositivos lógicos poseen cuatro salidas para indicación, fallo, automático, comando abrir/arrancar y el comando cerrar/disparar.

El estado automático es determinado independientemente del estado de la lógica, las salidas son falso por defecto, operadas por lógica para cada estado como sigue:

#### SALIDAS ASEGURADAS

CERRAR/DISPARAR = Salida de cerrar/disparar asegurada, una función configurable la cual energiza la salida cerrar/disparar en condición de salida asegurada.

FALLO = verdadero, si hay salida de cerrar/disparar asegurada y no hay retroaviso.

Una alarma se ocasiona si la salida cerrar/disparar está presente y el dispositivo no está en esa condición.

RESET (salidas lógicas solo si el reset no transfiere a otro estado, normalmente en condición de alarma).

FALLO = verdadero, si no hay activo PARAR (una función configurable la cual permite la condición de parar) o fallo de alimentación.

ABRIENDO/ARRANCANDO (el tiempo transcurrido es inicializado al ingresar el comando)

Si hay salidas mantenidas

ABRIR/ARRANCAR = verdadero

Caso contrario

ABRIR/ARRANCAR = verdadero, si el tiempo transcurrido < pulso de salida y no hay inhibiciones o bloqueo de salidas con inhibiciones

o hay un override a abrir/arrancar y el override mantiene las salidas

Final del Si

FALLO = verdadero, si el tiempo transcurrido > pulso de salida

o hay fallo de alimentación

comando ABRIR/ARRANCAR = verdadero

CERRANDO/DISPARANDO (el tiempo transcurrido es inicializado al ingresar el comando)

Si hay salidas mantenidas

CERRAR/DISPARAR = verdadero

Caso contrario

CERRAR/DISPARAR = verdadero, si el tiempo transcurrido < pulso de salida  
y no hay inhibiciones o bloqueo de salidas con inhibiciones

o hay un override a cerrar/disparar y el override mantiene las salidas

Final del Si

FALLO = verdadero, si el tiempo transcurrido > pulso de salida

o hay fallo de alimentación

Comando CERRAR/DISPARAR = verdadero

ABIERTO/ARRANCADO (el tiempo transcurrido es inicializado al ingresar el comando)

ABRIR/ARRANCAR = verdadero, si hay salida mantenida

o hay un override abrir/arrancar y el override mantiene las salidas

Si no hay retroaviso de abrir/arrancar o retroaviso de cerrar/disparar y no  
cerrar/disparar y no hay comprobación de retroaviso

Comprobar tiempo acumulado

FALLO = verdadero, si el tiempo > el tiempo de retardo

o fallo de alimentación

Caso contrario

FALLO = verdadero, fallo de alimentación

Final del Si

Comando ABRIR/ARRANCAR = verdadero

CERRADO/DISPARADO (el tiempo transcurrido es inicializado al ingresar el comando)

CERRAR/DISPARAR = verdadero, si hay salida mantenida

o hay un override cerrar/disparar y el override mantiene las salidas

Si no hay retroaviso de cerrar/disparar o retroaviso de abrir/arrancar y no abrir/arrancar y no hay comprobación de retroaviso

Comprobar tiempo acumulado

FALLO = verdadero, si el tiempo > el tiempo de retardo

o fallo de alimentación

Caso contrario

FALLO = verdadero, fallo de alimentación

Final del Si

Comando CERRAR/DISPARAR = verdadero

PARADO (el tiempo transcurrido es inicializado al ingresar el comando)

PARAR = verdadero, si el tiempo transcurrido < pulso de salida

FALLO = verdadero, si no hay activo PARAR

o hay fallo de alimentación.

### **3.1.12. VENTANA DESPLEGABLE DEL DISPOSITIVO LOGICO**

El estado detallado de un bloque de estados del dispositivo (terminal digital) y la habilidad para operar el dispositivo son proporcionadas por una ventana desplegable. Varias ventanas están disponibles y difieren únicamente en el texto de los botones y la presencia o ausencia del botón de PARAR. Ventanas adicionales pueden ser hechas para otros tipos de dispositivos, cambiando los textos de los botones; ver figuras 3.1, 3.2, 3.3 y 3.4.

El recuadro de la esquina superior izquierda de la ventana contiene 3 líneas de texto que son:

- El nombre único para el dispositivo (TAGNAME).
- El título corto para éste dispositivo.
- El mensaje de alarma para el dispositivo.

El título largo para el dispositivo se muestra inmediatamente debajo de este recuadro.

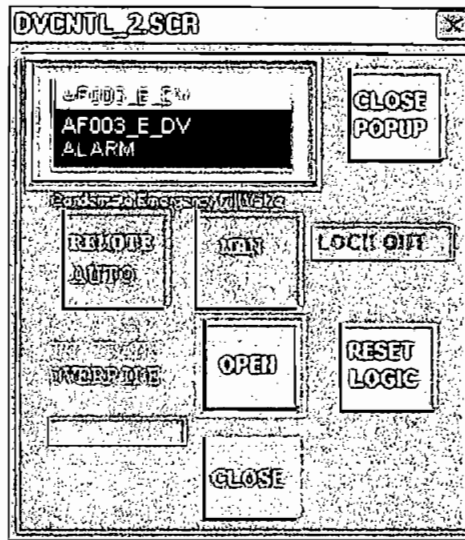


Figura 3.1

Menú del dispositivo lógico para una válvula controlada por una solenoide, en estado de alarma (debido a que existe una orden forzada de apertura y después del tiempo de apertura permitido, no ha liberado el final de carrera de cerrado).

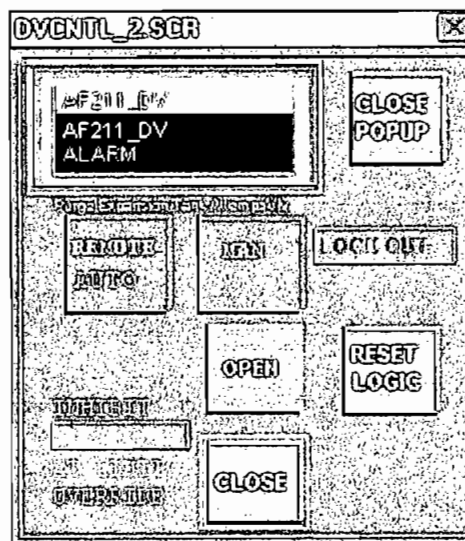


Figura 3.2.

Menú del dispositivo lógico de una válvula controlada por una solenoide en estado de alarma (debido a que existe una orden forzada de cierre e inhibición a la apertura, pero no libera el final de carrera de abierto)

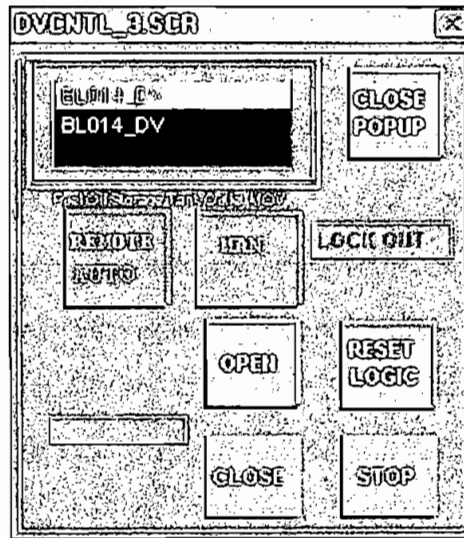


Figura 3.3.

Menú del dispositivo lógico de una válvula motorizada (donde se observa que está cerrada y parada, el botón de parada permite parar el movimiento de la válvula en cualquier parte del recorrido sin tener que llegar al final de carrera).

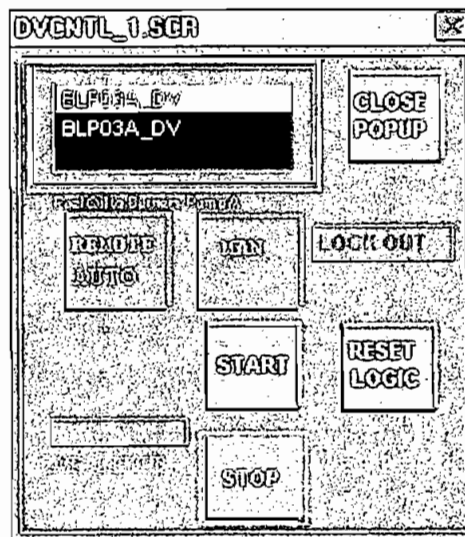


Figura 3.4.

Menú del dispositivo lógico del motor eléctrico de una bomba

Ambos el recuadro y la ventana desplegable tienen un borde en rojo cuando existe una condición de alarma y no está reconocida. Solo el borde del recuadro se pone en rojo si la alarma existe y está reconocida.

El recuadro también contiene un “punto de accionamiento” donde se puede seleccionar el bloque de datos. Cuando está seleccionado el borde del recuadro se pone en amarillo y el bloque es el punto seleccionado en el procesador gráfico.

Los botones de REMOTO y MANUAL son utilizados para controlar el modo de control del dispositivo, ya sea remoto o local. Los mensajes en cada botón indican éste estado. Si el bloque de datos está en manual, la palabra SOLO se añade en el botón MANUAL y el REMOTO no tendrá mensaje. Si el bloque de datos no está en manual, el botón MANUAL no tendrá mensaje y el botón REMOTO tendrá un mensaje dependiendo del valor del bit 16 de la palabra de salida, si este bit es verdadero el mensaje será AUTO; si es falso el mensaje será SELECCIÓN.

Si el bit de inhibición automático del dispositivo está activo, INHIBIT aparecerá bajo el botón de REMOTO.

SALIDAS ASEGURADAS es un indicador el cual muestra el bit de comando de salidas aseguradas para el dispositivo.

El estado de fallo de alimentación se muestra debajo del botón de salidas aseguradas.

Los botones de RESET, PARAR (STOP), ABRIR (OPEN) y CERRAR (CLOSE) son “puntos de accionamiento” los cuales escriben valores al bloque de estados lógicos en el campo K5 que ocasiona que el dispositivo vaya al estado indicado por el botón.

Los botones ABRIR, CERRAR y PARAR tiene un recuadro en el contorno que corresponde a la salida lógica correspondiente cuando es verdadera. En estos casos donde la salida digital del dispositivo lógico se asigna directamente a la salida digital, este recuadro también muestra el estado de la salida digital (DO, Digital Output) correspondiente. A su vez los

botones ABRIR, CERRAR y PARAR cambian de color cuando el retroaviso correspondiente es verdadero.

Tres líneas de información se muestran inmediatamente a la izquierda de los botones de ABRIR y CERRAR. El primero indica la posición “Al Límite” o “En Tránsito”. La segunda indica el estado del bit de Override al presentarse el comando. La tercera línea indica el estado del bit de Inhibición al presentarse el comando.

### **3.2. DISPOSITIVOS LOGICOS CONTROLADOS POR EL SISTEMA DE CONTROL DISTRIBUIDO DE LA CENTRAL TERMICA TRINITARIA**

A continuación se describen los dispositivos lógicos controlados por el sistema de control distribuido, dividiéndolos en sus respectivos sistemas y por orden alfabético.

#### **3.2.1. SISTEMA DE EXTRACCIONES DE TURBINA (AD)**

El sistema de control distribuido controla 3 dispositivos lógicos en este sistema, los cuales son los siguientes,

- Válvula motorizada de la extracción 4.
- Válvula motorizada de la extracción 5.
- Válvula motorizada de la extracción 6.

##### **3.2.1.1. Válvula Motorizada de la Extracción 4 (AD004\_DV):**

El dispositivo lógico de control de la válvula motorizada de la extracción 4 posee los siguientes condicionantes:

*Override de Parada:* La orden de parada automática está generada por las siguientes señales,

- Protecciones eléctricas activadas AD004\_74 ó
- Accionamiento del límite de par abre AD004\_LPA, mientras la válvula está abriendo AD004\_DV.DO\_3 y la válvula no está cerrada ZSLAD004 ó
- Accionamiento del límite de par cierra AD004\_LPC, mientras la válvula está cerrando AD004\_DV.DO\_4 y la válvula no está abierta ZSHAD004

*Override de Cierre:* La orden de cierre automático está generada por la siguiente señal,

- Muy alto nivel del desgasificador, nivel > 2770 mm

*Señal de Apertura del equipo:* La orden de apertura del equipo es generada por una señal mantenida (hasta realimentación de abierta o par límite) denominada AD004\_RAOB.

*Señal de Cierre del equipo:* La orden de cierre del equipo es generada por una señal mantenida (hasta realimentación de cerrada o par límite) denominada AD004\_RCOB.

*Señal de Fallo del dispositivo:* La señal de fallo del dispositivo se genera por la señal AD004\_DV.DO\_1

*Señal de Discrepancia / Falla eléctrica:* La señal de alarma AD004\_DVFL está generada por las siguientes señales,

- Fallo del dispositivo se genera por la siguiente señal AD004\_DV.DO\_1 ó
- Protecciones eléctricas activadas AD004\_74

*Retroaviso de válvula abierta:* El retroaviso de válvula abierta está dado por un final de carrera de abierta en la válvula por medio de la señal ZSHAD004.

*Retroaviso de válvula cerrada:* El retroaviso de válvula cerrada está dado por las siguientes señales,

- El final de carrera de cerrada en la válvula por medio de la señal ZSLAD004 y
- El límite de par cierra AD004\_LPC

### **3.2.1.2. Válvula Motorizada de la Extracción 5 (AD005\_DV):**

El dispositivo lógico de control de la válvula motorizada de la extracción 5 posee los siguientes condicionantes:

*Override de Parada:* La orden de parada automática está generada por las siguientes señales,

- Protecciones eléctricas activadas AD005\_74 ó



- Accionamiento del límite de par abre AD005\_LPA, mientras la válvula está abriendo AD005\_DV.DO\_3 y la válvula no está cerrada ZSLAD005 ó
- Accionamiento del límite de par cierra AD005\_LPC, mientras la válvula está cerrando AD005\_DV.DO\_4 y la válvula no está abierta ZSHAD005

**Override de Cierre:** La orden de cierre automático está generada por las siguientes señales,

- Muy alto nivel del calentador de alta presión #5 > 4320 mm, LSHHAJ502 ó
- Calentadores de alta presión en by-pass

**Señal de Apertura del equipo:** La orden de apertura del equipo es generada por una señal mantenida (hasta realimentación de abierta o par límite) denominada AD005\_RA0B.

**Señal de Cierre del equipo:** La orden de cierre del equipo es generada por una señal mantenida (hasta realimentación de cerrada o par límite) denominada AD005\_RCOB.

**Señal de Fallo del dispositivo:** La señal de fallo del dispositivo se genera por la señal AD005\_DV.DO\_1

**Señal de Discrepancia / Falla eléctrica:** La señal de alarma AD005\_DVFL está generada por las siguientes señales,

- Fallo del dispositivo se genera por la siguiente señal AD005\_DV.DO\_1 ó
- Protecciones eléctricas activadas AD005\_74

**Retroaviso de válvula abierta:** El retroaviso de válvula abierta está dado por un final de carrera de abierta en la válvula por medio de la señal ZSHAD005.

**Retroaviso de válvula cerrada:** El retroaviso de válvula cerrada está dado por las siguientes señales,

- El final de carrera de cerrada en la válvula por medio de la señal ZSLAD005 y
- El límite de par cierra AD005\_LPC

### **3.2.1.3. Válvula Motorizada de la Extracción 6 (AD006\_DV):**

El dispositivo lógico de control de la válvula motorizada de la extracción 6 posee los siguientes condicionantes:

*Override de Parada:* La orden de parada automática está generada por las siguientes señales,

- Protecciones eléctricas activadas AD006\_74 ó
- Accionamiento del límite de par abre AD006\_LPA, mientras la válvula está abriendo AD006\_DV.DO\_3 y la válvula no está cerrada ZSLAD006 ó
- Accionamiento del límite de par cierra AD006\_LPC, mientras la válvula está cerrando AD006\_DV.DO\_4 y la válvula no está abierta ZSHAD006

*Override de Cierre:* La orden de cierre automático está generada por las siguientes señales,

- Muy alto nivel del calentador de alta presión #6 > 2950 mm, LSHHAJ602 ó
- Calentadores de alta presión en by-pass

*Señal de Apertura del equipo:* La orden de apertura del equipo es generada por una señal mantenida (hasta realimentación de abierta o par límite) denominada AD006\_RAOB.

*Señal de Cierre del equipo:* La orden de cierre del equipo es generada por una señal mantenida (hasta realimentación de cerrada o par límite) denominada AD006\_RCOB.

*Señal de Fallo del dispositivo:* La señal de fallo del dispositivo se genera por la señal AD006\_DV.DO\_1

*Señal de Discrepancia / Falla eléctrica:* La señal de alarma AD006\_DVFL está generada por las siguientes señales,

- Fallo del dispositivo se genera por la siguiente señal AD006\_DV.DO\_1 ó
- Protecciones eléctricas activadas AD006\_74

*Retroaviso de válvula abierta:* El retroaviso de válvula abierta está dado por un final de carrera de abierta en la válvula por medio de la señal ZSHAD006.

**Retroaviso de válvula cerrada:** El retroaviso de válvula cerrada está dado por las siguientes señales,

- El final de carrera de cerrada en la válvula por medio de la señal ZSLAD006 y
- El límite de par cierra AD006\_LPC

### **3.2.2. SISTEMA DE AGUA DE EXTRACCION DE CONDENSADO (AF)**

El sistema de control distribuido controla ocho dispositivos lógicos para este sistema, los cuales son los siguientes:

- Las bombas de agua de extracción de condensado AFP01A y AFP01B.
- La bomba de aportación de condensado al condensador AFP02
- Las válvulas de condensado a los eyectores de servicios AF007 y AF008.
- Las válvulas de aportación de condensado AF004\_A y AF003\_E
- La válvula de atemperación de purgas AF211

#### **3.2.2.1. Bomba de extracción de condensado “A” (AFP01A\_DV):**

El dispositivo lógico de control de la bomba de extracción de condensado “A” posee los siguientes condicionantes:

**Inhibición de Arranque:** La inhibición de arranque está presente si,

- La válvula de succión no se encuentra abierta ZSHAF001 ó
- Las protecciones eléctricas están activadas AFP01A\_86 ó
- Alarma de bajo nivel en el pozo del condensador < 500 mm LTAF213.ALARM\_LO ó
- Una señal de paro de la bomba como bomba de apoyo STPS\_AFP01A ó
- Muy bajo nivel del pozo del condensador COND\_LOLO ó
- Que ambas válvulas de condensado a los eyectores no estén abiertas ZSHAF007 y ZSHAF008 ó
- Alta presión diferencial en el filtro de aspiración PDHHAF234A ó
- Baja presión de descarga de la bomba < 13,8 bar, PTAF238.ALARM\_LO después de 30 seg. de que la bomba está en funcionamiento AFP01A\_52CTN ó
- Fallo del dispositivo lógico AFP01A\_DV.DO\_13

**Override de Arranque:** La orden de arranque automático se ejecutará por medio de las siguientes señales,

- No hay inhibición de arranque AFP01A\_DV.DI\_5 y
- La orden de arranque de la bomba de apoyo STRS\_AFP01A ó
- La orden de arranque del equipo de reserva START\_AFP01A.

**Override de Paro:** La orden de paro automático está generada por la siguiente señal,

- Señal de paro del equipo de apoyo STPS\_AFP01A

**Señal de Arranque del equipo:** La orden de arranque del equipo es generada por una señal de pulso de 4 segundos de duración y denominada AFP01A\_RCOB

**Señal de Paro del equipo:** La orden de paro del equipo es generada por una señal de pulso de 4 segundos de duración y denominada AFP01A\_RAOB, producida por las siguientes señales,

- Orden de paro generada por una salida del dispositivo lógico AFP01A\_DV.DO\_4 ó
- Un pulso de 10 segundos formado por las siguientes señales,
- Válvula de succión de la bomba no abierta ZSHAF001 ó
- Muy bajo nivel del pozo del condensador CONDS\_LOLO ó
- Si la bomba está en marcha y la presión de descarga es menor a 13,2 bar ó
- Alta presión diferencial en el filtro de aspiración PDHHAF234A ó
- Fallo del dispositivo lógico AFP01A\_DV.DO\_13 ó
- Que las válvulas de condensado a los eyectores no estén abiertas ZSHAF007 y ZSHAF008

**Señal de Arranque del equipo de reserva:** La orden de arranque del equipo de reserva se genera por las siguientes señales,

- Subgrupo en servicio AFP01\_GR\_INS y la resultante de
- Fallo de arranque de la bomba AFP01A\_DV.DO\_13 ó el resultado de
- Comando de paro AFP01A\_DV.DO\_6 y el pulso de paro de 10 segundos descrito anteriormente.

**Retroaviso de bomba en marcha:** El retroaviso está dado por un contacto del interruptor de la bomba por medio de la señal AFP01A\_52C.

**Retroaviso de bomba parada:** El retroaviso está dado por un contacto del interruptor de la bomba por medio de la señal AFP01A\_52A.

### **3.2.2.2. Bomba de extracción de condensado “B” (AFP01B\_DV):**

El dispositivo lógico de control de la bomba de extracción de condensado “B” posee los siguientes condicionantes:

**Inhibición de Arranque:** La inhibición de arranque está presente si,

- La válvula de succión no se encuentra abierta ZSHAF002 ó
- Las protecciones eléctricas están activadas AFP01B\_86 ó
- Alarma de bajo nivel en el pozo del condensador < 500 mm, LTAF213.ALARM\_LO ó
- Una señal de paro de la bomba como bomba de apoyo STPS\_AFP01B ó,
- Muy bajo nivel del pozo del condensador COND\_LOLO ó
- Que ambas válvulas de condensado a los eyectores no estén abiertas ZSHAF007 y ZSHAF008 ó
- Alta presión diferencial en el filtro de aspiración PDHHAF234B ó
- Baja presión de descarga de la bomba PTAF238.ALARM\_LO después de 30 seg. de que la bomba está en funcionamiento AFP01B\_52CTN ó
- Fallo del dispositivo lógico AFP01B\_DV.DO\_13

**Override de Arranque:** La orden de arranque automático se ejecutará por medio de las siguientes señales,

- No hay inhibición de arranque AFP01B\_DV.DI\_5 y
- La orden de arranque de la bomba de apoyo STRS\_AFP01B ó
- La orden de arranque del equipo de reserva START\_AFP01B.

**Override de Paro:** La orden de paro automático está generada por la siguiente señal,

- Señal de paro del equipo de apoyo STPS\_AFP01B

**Señal de Arranque del equipo:** La orden de arranque del equipo es generada por una señal de pulso de 4 segundos de duración y denominada AFP01B\_RCOB

**Señal de Paro del equipo:** La orden de paro del equipo es generada por una señal de pulso de 4 segundos de duración y denominada AFP01B\_RA0B, producida por las siguientes señales,

- Orden de paro generada por una salida del dispositivo lógico AFP01B\_DV.DO\_4 ó
- Un pulso de 10 segundos formado por las siguientes señales,
- Válvula de succión de la bomba no abierta ZSHAF002 ó
- Muy bajo nivel del pozo del condensador CONDS\_LOLO ó
- Si la bomba está en marcha y la presión de descarga es menor a 13,2 bar ó
- Alta presión diferencial en el filtro de aspiración PDHHAF234B ó
- Fallo del dispositivo lógico AFP01B\_DV.DO\_13 ó
- Que las válvulas de condensado a los eyectores no estén abiertas ZSHAF007 y ZSHAF008

**Señal de Arranque del equipo de reserva:** La orden de arranque del equipo de reserva se genera por las siguientes señales,

- Subgrupo en servicio AFP01\_GR\_INS y la resultante de
- Fallo de arranque de la bomba AFP01B\_DV.DO\_13 ó el resultado de
- Comando de paro AFP01B\_DV.DO\_6 y el pulso de paro de 10 segundos descrito anteriormente.

**Retroaviso de bomba en marcha:** El retroaviso está dado por un contacto del interruptor de la bomba por medio de la señal AFP01B\_52C.

**Retroaviso de bomba parada:** El retroaviso está dado por un contacto del interruptor de la bomba por medio de la señal AFP01B\_52A.

### **3.2.2.3. Bomba de aportación de condensado (AFP02\_DV):**

El dispositivo lógico de control de la bomba de aportación de condensado posee los siguientes condicionantes:

***Inhibición de Arranque:*** La inhibición de arranque está presente si,

- Las protecciones eléctricas están activadas AFP02\_74 ó
- Existe muy bajo nivel del tanque de reserva de condensado <0,45 m, LSLLA203.

***Señal de Arranque/Paro del equipo:*** La orden de arranque/paro del equipo es generada por una señal mantenida denominada AFP02\_RMOB, que se genera de las siguientes señales,

- Salida del dispositivo lógico AFP02\_DV.DO\_3 y
- No exista muy bajo nivel en el tanque de reserva de condensado <0,45 m, LSLLA203 y
- No haya fallo del dispositivo lógico AFP02\_DV.DO\_13

***Retroaviso de bomba en marcha/parada:*** El retroaviso está dado por un contacto del interruptor de la bomba por medio de la señal AFP02\_M.

#### **3.2.2.4. Válvula de Aportación Normal de Condensado (AF004 A DV):**

El dispositivo lógico de control de la válvula de aportación de condensado al condensador, posee los siguientes condicionantes:

***Override de Apertura:*** La orden de apertura automática está generada por las siguientes señales,

- No existe alto nivel del pozo del condensador, LTAF213 < 1050 mm y
- El nivel del desgasificador DEGAS\_LVL\_AR está por debajo de 2350 mm

***Inhibición de Apertura:*** La orden de inhibición de apertura proviene de la siguiente señal,

- Existe alto nivel del pozo del condensador, LTAF213 > 1050 mm

***Override de Cierre:*** La orden de cierre automático proviene de las siguientes señales,

- Existe alto nivel del pozo del condensador, LTAF213 > 1050 mm ó
- El nivel del desgasificador DEGAS\_LVL\_AR está por encima de 2450 mm ó
- Tenemos señal de muy alto nivel del condensador > 1950 mm, LSHHAF214 ó
- Existe muy bajo nivel del tanque de reserva de condensado <0,45 m, LSLLA203.

*Señal de Apertura/Cierre del equipo:* La orden de apertura/cierre del equipo es generada por una señal mantenida denominada EVAF004\_AOB.

*Señal de Fallo del dispositivo:* La señal de fallo del dispositivo se genera por la señal AF004\_A\_DV.DO\_13

*Retroaviso de válvula abierta:* El retroaviso de válvula abierta está dado por un final de carrera de abierta en la válvula por medio de la señal ZSHAF004\_A.

*Retroaviso de válvula cerrada:* El retroaviso de válvula cerrada está dado por la señal de final de carrera de cerrada en la válvula por medio de la señal ZSLAF004\_A.

### **3.2.2.5. Válvula de Aportación de Emergencia de Condensado (AF003\_E\_DV):**

El dispositivo lógico de control de la válvula de aportación de emergencia de condensado al condensador, posee los siguientes condicionantes:

*Override de Apertura:* La orden de apertura automática está generada por las siguientes señales,

- No existe alto nivel del pozo del condensador, LTAF213 < 1050 mm y
- El nivel del desgasificador DEGAS\_LVL\_AR está por debajo de 2200 mm ó
- El nivel del condensador está bajo, LTAF213 < 550 mm

*Inhibición de Apertura:* La orden de inhibición de apertura proviene de la siguiente señal,

- Existe alto nivel del pozo del condensador, LTAF213 > 1050 mm

*Override de Cierre:* La orden de cierre automático proviene de las siguientes señales,

- Existe alto nivel del pozo del condensador, LTAF213 > 1050 mm ó
- 30 segundos después de recuperar el nivel del condensador está por encima de 550 mm y el desgasificador DEGAS\_LVL\_AR está por encima de 2320 mm ó
- Tenemos señal de muy alto nivel del condensador LSHHAF214 ó
- Existe muy bajo nivel del tanque de reserva de condensado <0,45 m, LSLAF203 ó
- No está bajo el nivel del desgasificador, DEGAS\_LVL\_AR < 2250 mm



*Señal de Apertura/Cierre del equipo:* La orden de apertura/cierre del equipo es generada por una señal mantenida denominada EVAF003\_EOB.

*Señal de Fallo del dispositivo:* La señal de fallo del dispositivo se genera por la señal AF003\_E\_DV.DO\_13

*Retroaviso de válvula abierta:* El retroaviso de válvula abierta está dado por un final de carrera de abierta en la válvula por medio de la señal ZSHAF003\_E.

*Retroaviso de válvula cerrada:* El retroaviso de válvula cerrada está dado por la señal de final de carrera de cerrada en la válvula por medio de la señal ZSLAF003\_E.

#### **3.2.2.6. Válvula de Atemperación de Purgas (AF211\_DV):**

El dispositivo lógico de control de la válvula de atemperación de purgas en el tanque de expansión de purgas al condensador, posee los siguientes condicionantes:

*Override de Apertura:* La orden de apertura automática está generada por las siguientes señales,

- Si alguna de las bombas de condensado no está parada y
- Alguna válvula de drenaje se encuentra abierta ó
- La carga de la turbina es menor al 15% de la nominal.

*Inhibición de Apertura:* La orden de inhibición de apertura proviene de la siguiente señal,

- Ambas bombas de condensado están paradas, fuera de servicio

*Override de Cierre:* La orden de cierre automático proviene de la siguiente señal,

- Ambas bombas de condensado están paradas, fuera de servicio

*Señal de Apertura/Cierre del equipo:* La orden de apertura/cierre del equipo es generada por una señal mantenida denominada EVAF211OB.

**Señal de Fallo del dispositivo:** La señal de fallo del dispositivo se genera por la señal AF211\_DV.DO\_14

**Retroaviso de válvula abierta:** El retroaviso de válvula abierta está dado por un final de carrera de abierta en la válvula por medio de la señal ZSHAF211.

**Retroaviso de válvula cerrada:** El retroaviso de válvula cerrada está dado por la señal de final de carrera de cerrada en la válvula por medio de la señal ZSLAF211.

### **3.2.2.7. Válvula Motorizada de Condensado del Eyector de Servicio “A” (AF007\_DV):**

El dispositivo lógico de control de la válvula motorizada de condensado del eyector de servicio “A”, posee los siguientes condicionantes:

**Override de Parada:** La orden de parada automática está generada por las siguientes señales,

- Protecciones eléctricas activadas AF007\_74 ó
- Accionamiento del límite de par abre AF007\_LPA, mientras la válvula está abriendo AF007\_DV.DO\_3 y la válvula no está cerrada ZSLAF007 ó
- Accionamiento del límite de par cierra AF007\_LPC, mientras la válvula está cerrando AF007\_DV.DO\_4 y la válvula no está abierta ZSHAF007

**Override de Apertura:** La orden de cierre automático proviene de la señal, orden de apertura de válvula OPEN\_AF007 que es generada por las siguientes señales,

- Subgrupo de eyectores de vacío en servicio, VACEJ\_GR\_INS y
- El eyector de servicio “A” está como eyector base y la válvula AF007 no está abierta y
- Uno de los eyectores de servicio está en funcionamiento y la presión absoluta sube de 0.23 barA, PTAD021\_AR.ALARM\_HI

**Override de Cierre:** La orden de cierre automático proviene de la señal, orden de cierre de válvula CLOSE\_AF007 que es generada por las siguientes señales,

- Subgrupo de eyectores de vacío en servicio, VACEJ\_GR\_INS y
- El eyector de servicio “A” no está como eyector base y la válvula AF007 está abierta y

- El eyector de servicio “A” está en funcionamiento y la presión absoluta baja de 0.08 barA, PTAD021\_AR.ALARM\_LOLO

*Señal de Apertura del equipo:* La orden de apertura del equipo es generada por una señal mantenida (hasta realimentación de abierta o par límite) denominada AF007\_RAOB.

*Señal de Cierre del equipo:* La orden de cierre del equipo es generada por una señal mantenida (hasta realimentación de cerrada o par límite) denominada AF007\_RCOB.

*Señal de Fallo del dispositivo:* La señal de fallo del dispositivo se genera por la señal AF007\_DV.DO\_1

*Señal de Discrepancia / Falla eléctrica:* La señal de alarma AF007\_DVFL está generada por las siguientes señales,

- Fallo del dispositivo se genera por la señal AF007\_DV.DO\_1 ó
- Protecciones eléctricas activadas AF007\_74

*Retroaviso de válvula abierta:* El retroaviso de válvula abierta está dado por un final de carrera de abierta en la válvula por medio de la señal ZSHAF007.

*Retroaviso de válvula cerrada:* El retroaviso de válvula cerrada está dado por la señal de final de carrera de cerrada en la válvula por medio de la señal ZSLAF007

### **3.2.2.8. Válvula Motorizada de Condensado del Eyector de Servicio “B” (AF008\_DV):**

El dispositivo lógico de control de la válvula motorizada de condensado del eyector de servicio “B”, posee los siguientes condicionantes:

*Override de Parada:* La orden de parada automática está generada por las siguientes señales,

- Protecciones eléctricas activadas AF008\_74 ó
- Accionamiento del límite de par abre AF008\_LPA, mientras la válvula está abriendo AF008\_DV.DO\_3 y la válvula no está cerrada ZSLAF008 ó

- Accionamiento del límite de par cierra AF008\_LPC, mientras la válvula está cerrando AF008\_DV.DO\_4 y la válvula no está abierta ZSHAF008

**Override de Apertura:** La orden de cierre automático proviene de la señal, orden de apertura de válvula OPEN\_AF008 que es generada por las siguientes señales,

- Subgrupo de eyectores de vacío en servicio, VACEJ\_GR\_INS y
- El eyector de servicio “B” está como eyector base y la válvula AF008 no está abierta y
- Uno de los eyectores de servicio está en funcionamiento y la presión absoluta sube de 0.23 barA, PTAD021\_AR.ALARM\_HI

**Override de Cierre:** La orden de cierre automático proviene de la señal, orden de cierre de válvula CLOSE\_AF008 que es generada por las siguientes señales,

- Subgrupo de eyectores de vacío en servicio, VACEJ\_GR\_INS y
- El eyector de servicio “B” no está como eyector base y la válvula AF008 está abierta y
- El eyector de servicio “B” está en funcionamiento y la presión absoluta baja de 0.08 barA, PTAD021\_AR.ALARM\_LOLO

**Señal de Apertura del equipo:** La orden de apertura del equipo es generada por una señal mantenida (hasta realimentación de abierta o par límite) denominada AF008\_RAOB.

**Señal de Cierre del equipo:** La orden de cierre del equipo es generada por una señal mantenida (hasta realimentación de cerrada o par límite) denominada AF008\_RCOB.

**Señal de Fallo del dispositivo:** La señal de fallo del dispositivo se genera por la señal AF008\_DV.DO\_1

**Señal de Discrepancia / Falla eléctrica:** La señal de alarma AF008\_DVFL está generada por las siguientes señales,

- Fallo del dispositivo se genera por la siguiente señal AF008\_DV.DO\_1 ó
- Protecciones eléctricas activadas AF008\_74

*Retroaviso de válvula abierta:* El retroaviso de válvula abierta está dado por un final de carrera de abierta en la válvula por medio de la señal ZSHAF008.

*Retroaviso de válvula cerrada:* El retroaviso de válvula cerrada está dado por la señal de final de carrera de cerrada en la válvula por medio de la señal ZSLAF008

### **3.2.3. SISTEMA DE AGUA DE ALIMENTACION (AH)**

El sistema de control distribuido controla nueve dispositivos lógicos para este sistema, los cuales son los siguientes:

- Las bombas de agua de alimentación AHP01A y AHP01B.
- Las bombas auxiliares de lubricación de agua de alimentación AHP02A y AHP02B.
- Las válvulas motorizadas de descarga de las bombas de agua de alimentación AH003 y AH004.
- Las válvulas de recirculación mínima de las bombas de agua de alimentación AH010\_A y AH010\_B
- La válvula de drenaje de los calentadores de alta presión AH087.

#### **3.2.3.1. Bomba de Agua de Alimentación “A” (AHP01A\_DV):**

El dispositivo lógico de control de la bomba de agua de alimentación “A” posee los siguientes condicionantes:

*Inhibición de Arranque:* La inhibición de arranque está presente si,

- Las protecciones eléctricas están activadas AHP01A\_86 ó
- La no-existencia de los permisivos de arranque FWA\_STR\_PERM ó
- La presencia de condiciones de disparo de la bomba FWA\_TRIP ó
- Falta de presión de lubricación <1,3 bar, PSAH271\_A ó
- Fallo de dispositivo AHP01A\_DV.DO\_13

*Override de Arranque:* La orden de arranque automático se ejecutará por medio de las siguientes señales,

- Si no hay inhibición de arranque AHP01A\_DV.DI\_5 y
- La orden de arranque de la bomba de reserva START\_AHP01A

**Señal de Arranque del equipo:** La orden de arranque del equipo es generada por una señal de pulso de 4 segundos de duración y denominada AHP01A\_RCOB

Las señales que forman el permisivo de arranque FWA\_STR\_PERM y que se deben cumplir son las siguientes:

- Exista suficiente presión de lubricación  $> 1,5$  bar; PSAH270\_A
- No exista bajo nivel del desgasificador, LTAH151  $< 2170$  mm
- La válvula de recirculación se encuentre abierta, ZSHAH010\_A

**Señal de Paro del equipo:** La orden de paro del equipo es generada por una señal de pulso de 4 segundos de duración y denominada AHP01A\_RAOB, producida por las siguientes señales,

- Orden de paro salida del dispositivo lógico AHP01A\_DV.DO\_4 ó
- Un pulso de 4 segundos formado por las siguientes señales,
- Presencia de condiciones de disparo de la bomba FWA\_TRIP ó
- Bajo caudal de descarga de la bomba de agua de alimentación FTAH010\_A  $< 110$  m<sup>3</sup>/h ó
- Fallo del dispositivo lógico AHP01A\_DV.DO\_13

Las condiciones de disparo anteriormente mencionadas y que generan la señal FWA\_TRIP son las siguientes,

- Muy bajo nivel del desgasificador, DEGAS\_LOLO ó
- Alta presión diferencial de aceite de lubricación  $> 0,8$  bar; PDSAH275A2 ó
- Baja presión de aceite de lubricación  $< 1,2$  bar; PSAH272\_A ó
- Alta temperatura del cojinete de empuje de la bomba lado no actuado TEAH255\_A4  $> 95^{\circ}\text{C}$  ó
- Alta temperatura del cojinete de empuje de bomba lado actuado TEAH255\_A3  $> 95^{\circ}\text{C}$  ó
- Alta temperatura del cojinete radial de la bomba lado no actuado TEAH255\_A2  $> 95^{\circ}\text{C}$  ó
- Alta temperatura del cojinete radial de la bomba lado actuado TEAH255\_A1  $> 95^{\circ}\text{C}$  ó
- Alta temperatura de agua de sellado de la bomba lado no actuado TSHHAH260A ó
- Alta temperatura de agua de sellado de la bomba lado actuado TSHHAH261A

**Señal de Arranque del equipo de reserva:** La orden de arranque del equipo de reserva START\_AHP01B, se genera por las siguientes señales,

- Subgrupo en servicio AHP01\_GR\_INS y
- No exista muy bajo nivel del desgasificador DEGAS\_LOLO y la resultante de
- Fallo de arranque de la bomba AHP01A\_DV.DO\_13 ó el resultado de
- Comando de paro AHP01A\_DV.DO\_6 y no presencia de condiciones de disparo.

***Retroaviso de bomba en marcha:*** El retroaviso está dado por un contacto del interruptor de la bomba por medio de la señal AHP01A\_52C.

***Retroaviso de bomba parada:*** El retroaviso está dado por un contacto del interruptor de la bomba por medio de la señal AHP01A\_52A.

### **3.2.3.2. Bomba de Agua de Alimentación “B” (AHP01B\_DV):**

El dispositivo lógico de control de la bomba de agua de alimentación “B” posee los siguientes condicionantes:

***Inhibición de Arranque:*** La inhibición de arranque está presente si,

- Las protecciones eléctricas están activadas AHP01B\_86 ó
- La no-existencia de los permisivos de arranque FWB\_STR\_PERM ó
- La presencia de condiciones de disparo de la bomba FWB\_TRIP ó
- Falta de presión de lubricación <1,3, bar, PSAH271\_B ó
- Fallo de dispositivo AHP01B\_DV.DO\_13

***Override de Arranque:*** La orden de arranque automático se ejecutará por medio de las siguientes señales,

- Si no hay inhibición de arranque AHP01B\_DV.DI\_5 y
- La orden de arranque de la bomba de reserva START\_AHP01B

***Señal de Arranque del equipo:*** La orden de arranque del equipo es generada por una señal de pulso de 4 segundos de duración y denominada AHP01B\_RCOB

Las señales que forman el permisivo de arranque FWB\_STR\_PERM y que se deben cumplir son las siguientes:

- Exista suficiente presión de lubricación > 1,5 bar; PSAH270\_B
- No exista bajo nivel del desgasificador, LTAH151 < 2170 mm
- La válvula de recirculación se encuentre abierta, ZSHAH010\_B

**Señal de Paro del equipo:** La orden de paro del equipo es generada por una señal de pulso de 4 segundos de duración y denominada AHP01B\_RA0B, producida por las siguientes señales,

- Orden de paro salida del dispositivo lógico AHP01B\_DV.DO\_4 ó
- Un pulso de 4 segundos formado por las siguientes señales,
- Presencia de condiciones de disparo de la bomba FWB\_TRIP ó
- Bajo caudal de descarga de la bomba de agua de alimentación FTAH010\_B < 110 m<sup>3</sup>/h ó
- Fallo del dispositivo lógico AHP01B\_DV.DO\_13

Las condiciones de disparo anteriormente mencionadas y que generan la señal FWB\_TRIP son las siguientes,

- Muy bajo nivel del desgasificador, DEGAS\_LOLO ó
- Alta presión diferencial de aceite de lubricación > 0,8 bar; PDSAH275B2 ó
- Baja presión de aceite de lubricación < 1,2 bar; PSAH272\_B ó
- Alta temperatura del cojinete de empuje de la bomba lado no actuado TEAH255\_B4 > 95°C ó
- Alta temperatura del cojinete de empuje de bomba lado actuado TEAH255\_B3 > 95°C ó
- Alta temperatura del cojinete radial de la bomba lado no actuado TEAH255\_B2 > 95°C ó
- Alta temperatura del cojinete radial de la bomba lado actuado TEAH255\_B1 > 95°C ó
- Alta temperatura de agua de sellado de la bomba lado no actuado TSHHAH260B ó
- Alta temperatura de agua de sellado de la bomba lado actuado TSHHAH261B

**Señal de Arranque del equipo de reserva:** La orden de arranque del equipo de reserva START\_AHP01A, se genera por las siguientes señales,

- Subgrupo en servicio AHP01\_GR\_INS y
- No exista muy bajo nivel del desgasificador DEGAS\_LOLO y la resultante de
- Fallo de arranque de la bomba AHP01B\_DV.DO\_13 ó el resultado de
- Comando de paro AHP01B\_DV.DO\_6 y no presencia de condiciones de disparo.



*Retroaviso de bomba en marcha:* El retroaviso está dado por un contacto del interruptor de la bomba por medio de la señal AHP01B\_52C.

*Retroaviso de bomba parada:* El retroaviso está dado por un contacto del interruptor de la bomba por medio de la señal AHP01B\_52A.

### **3.2.3.3. Bomba de Lubricación de la Bomba de Agua de Alimentación “A” (AHP02A\_DV):**

El dispositivo lógico de control de la bomba de lubricación de la bomba de agua de alimentación “A” posee los siguientes condicionantes:

*Inhibición de Arranque:* La inhibición de arranque está presente si,

- Las protecciones eléctricas están activadas AHP02A\_74 ó
- Existe orden de paro automático del dispositivo lógico AHP02A\_DV.DI\_8

*Override de Arranque:* La orden de arranque automático se ejecutará por medio de las siguientes señales,

- Si no hay inhibición de arranque AHP02A\_DV.DI\_5 y
- La orden de arranque automático proveniente de la bomba de alimentación AHP01A\_A\_STR ó
- Baja presión de lubricación PSAH271\_A, mientras la bomba está en marcha ó
- Al momento de parar la bomba de agua de alimentación.

*Override de Paro:* La orden de paro automático está generada por las siguientes señales,

- Si hay muy alta presión de lubricación PSAH273\_A y la bomba de alimentación está en marcha ó
- 10 minutos después de que la bomba de agua de alimentación ha parado ó
- Fallo del dispositivo lógico AHP02A\_DV.DO\_13

*Señal de Arranque/Paro del equipo:* La orden de arranque/paro del equipo es generada por una señal mantenida y denominada AHP02A\_RMOB y que no exista falla del dispositivo lógico AHP02A\_DV.DO\_13

*Retroaviso de bomba en marcha/parada:* El retroaviso está dado por un contacto del interruptor de la bomba por medio de la señal AHP02A\_M.

#### **3.2.3.4. Bomba de Lubricación de la Bomba de Agua de Alimentación “B” (AHP02B\_DV):**

El dispositivo lógico de control de la bomba de lubricación de la bomba de agua de alimentación “B” posee los siguientes condicionantes:

*Inhibición de Arranque:* La inhibición de arranque está presente si,

- Las protecciones eléctricas están activadas AHP02B\_74 ó
- Existe orden de paro automático del dispositivo lógico AHP02B\_DV.DI\_8

*Override de Arranque:* La orden de arranque automático se ejecutará por medio de las siguientes señales,

- Si no hay inhibición de arranque AHP02B\_DV.DI\_5 y
- La orden de arranque automático proveniente de la bomba de alimentación AHP01B\_A\_STR ó
- Baja presión de lubricación PSAH271\_B, mientras la bomba está en marcha ó
- Al momento de parar la bomba de agua de alimentación.

*Override de Paro:* La orden de paro automático está generada por las siguientes señales,

- Si hay muy alta presión de lubricación PSAH273\_B y la bomba de alimentación está en marcha ó
- 10 minutos después de que la bomba de agua de alimentación ha parado ó
- Fallo del dispositivo lógico AHP02B\_DV.DO\_13

*Señal de Arranque/Paro del equipo:* La orden de arranque/paro del equipo es generada por una señal mantenida y denominada AHP02B\_RMOB y que no exista falla del dispositivo lógico AHP02B\_DV.DO\_13

*Retroaviso de bomba en marcha/parada:* El retroaviso está dado por un contacto del interruptor de la bomba por medio de la señal AHP02B\_M.

### 3.2.3.5. Válvula de Recirculación de la Bomba de Agua de Alimentación "A" (AH010\_A\_DV):

El dispositivo lógico de control de la válvula de recirculación de la bomba de agua de alimentación, posee los siguientes condicionantes:

*Override de Apertura:* La orden de apertura automática está generada por la siguiente señal,

- Si el flujo de descarga de la bomba de agua de alimentación FTAH010\_A es menor a 125 m<sup>3</sup>/h por un lapso de tiempo mayor a 10 segundos.

*Inhibición de Cierre:* La orden de inhibición de cierre proviene de la siguiente señal,

- Si el flujo de descarga de la bomba de agua de alimentación es menor a 125 m<sup>3</sup>/h.

*Override de Cierre:* La orden de cierre automático proviene de la siguiente señal,

- Si el flujo de descarga de la bomba de agua de alimentación es mayor a 265 m<sup>3</sup>/h.

*Señal de Apertura/Cierre del equipo:* La orden de apertura/cierre del equipo es generada por una señal mantenida denominada EVAH010\_AOB.

*Señal de Fallo del dispositivo a la apertura:* La señal de fallo del dispositivo se genera por la señal AH010\_A\_DV.DO\_13

*Señal de Fallo del dispositivo al cierre:* La señal de fallo del dispositivo se genera por la señal AH010\_A\_DV.DO\_14

*Retroaviso de válvula abierta:* El retroaviso de válvula abierta está dado por un final de carrera de abierta en la válvula por medio de la señal ZSHAH010\_A.

*Retroaviso de válvula cerrada:* El retroaviso de válvula cerrada está dado por el final de carrera de cerrada en la válvula por medio de la señal ZSLAH010\_A.

**3.2.3.6. Válvula de Recirculación de la Bomba de Agua de Alimentación “B” (AH010\_B\_DV):**

El dispositivo lógico de control de la válvula de recirculación de la bomba de agua de alimentación, posee los siguientes condicionantes:

*Override de Apertura:* La orden de apertura automática está generada por la siguiente señal,

- Si el flujo de descarga de la bomba de agua de alimentación FTAH010\_B es menor a 125 m<sup>3</sup>/h por un lapso de tiempo mayor a 10 segundos.

*Inhibición de Cierre:* La orden de inhibición de cierre proviene de la siguiente señal,

- Si el flujo de descarga de la bomba de agua de alimentación es menor a 125 m<sup>3</sup>/h.

*Override de Cierre:* La orden de cierre automático proviene de la siguiente señal,

- Si el flujo de descarga de la bomba de agua de alimentación es mayor a 265 m<sup>3</sup>/h.

*Señal de Apertura/Cierre del equipo:* La orden de apertura/cierre del equipo es generada por una señal mantenida denominada EVAH010\_BOB.

*Señal de Fallo del dispositivo a la apertura:* La señal de fallo del dispositivo se genera por la señal AH010\_B\_DV.DO\_13

*Señal de Fallo del dispositivo al cierre:* La señal de fallo del dispositivo se genera por la señal AH010\_B\_DV.DO\_14

*Retroaviso de válvula abierta:* El retroaviso de válvula abierta está dado por un final de carrera de abierta en la válvula por medio de la señal ZSHAH010\_B.

*Retroaviso de válvula cerrada:* El retroaviso de válvula cerrada está dado por el final de carrera de cerrada en la válvula por medio de la señal ZSLAH010\_B.

### **3.2.3.7. Válvula Motorizada de Descarga de la Bomba de Agua de Alimentación “A” (AH003 DV):**

El dispositivo lógico de control de la válvula motorizada de descarga de la bomba de agua de alimentación “A”, posee los siguientes condicionantes:

*Override de Parada:* La orden de parada automática está generada por las siguientes señales,

- Protecciones eléctricas activadas AH003\_74 ó
- Accionamiento del límite de par abre AH003\_LPA, mientras la válvula está abriendo AH003\_DV.DO\_3 y la válvula no está cerrada ZSLAH003 ó
- Accionamiento del límite de par cierra AH003\_LPC, mientras la válvula está cerrando AH003\_DV.DO\_4 y la válvula no está abierta ZSHAH003

*Override de Apertura:* La orden de cierre automático proviene de la siguiente señal generada por la bomba de agua de alimentación AHP01A\_A\_STR.

*Señal de Apertura del equipo:* La orden de apertura del equipo es generada por una señal mantenida (hasta realimentación de abierta o par límite) denominada AH003\_RA0B.

*Señal de Cierre del equipo:* La orden de cierre del equipo es generada por una señal mantenida (hasta realimentación de cerrada o par límite) denominada AH003\_RCOB.

*Señal de Fallo del dispositivo:* La señal de fallo del dispositivo se genera por la siguiente señal AH003\_DV.DO\_1

*Señal de Discrepancia / Falla eléctrica:* La señal de alarma AH003\_DVFL está generada por las siguientes señales,

- Fallo del que dispositivo se genera por la señal AH003\_DV.DO\_1 ó
- Protecciones eléctricas activadas AH003\_74

*Retroaviso de válvula abierta:* El retroaviso de válvula abierta está dado por un final de carrera de abierta en la válvula por medio de la señal ZSHAH003.

*Retroaviso de válvula cerrada:* El retroaviso de válvula cerrada está dado por las siguientes señales,

- El final de carrera de cerrada en la válvula por medio de la señal ZSLAH003 y
- La señal de límite de par de cierre AH003\_LPC

### **3.2.3.8. Válvula Motorizada de Descarga de la Bomba de Agua de Alimentación "B" (AH004\_DV):**

El dispositivo lógico de control de la válvula motorizada de descarga de la bomba de agua de alimentación "B", posee los siguientes condicionantes:

*Override de Parada:* La orden de parada automática está generada por las siguientes señales,

- Protecciones eléctricas activadas AH004\_74 ó
- Accionamiento del límite de par abre AH004\_LPA, mientras la válvula está abriendo AH004\_DV.DO\_3 y la válvula no está cerrada ZSLAH004 ó
- Accionamiento del límite de par cierra AH004\_LPC, mientras la válvula está cerrando AH004\_DV.DO\_4 y la válvula no está abierta ZSHAH004.

*Override de Apertura:* La orden de cierre automático proviene de la siguiente señal generada por la bomba de agua de alimentación AHP01B\_A\_STR.

*Señal de Apertura del equipo:* La orden de apertura del equipo es generada por una señal mantenida (hasta realimentación de abierta o par límite) denominada AH004\_RA0B.

*Señal de Cierre del equipo:* La orden de cierre del equipo es generada por una señal mantenida (hasta realimentación de cerrada o par límite) denominada AH004\_RCOB.

*Señal de Fallo del dispositivo:* La señal de fallo del dispositivo se genera por la señal AH004\_DV.DO\_1

*Señal de Discrepancia / Falla eléctrica:* La señal de alarma AH004\_DVFL está generada por las siguientes señales,

- Fallo del dispositivo que se genera por la señal AH004\_DV.DO\_1 ó

- Protecciones eléctricas activadas AH004\_74

**Retroaviso de válvula abierta:** El retroaviso de válvula abierta está dado por un final de carrera de abierta en la válvula por medio de la señal ZSHAH004.

**Retroaviso de válvula cerrada:** El retroaviso de válvula cerrada está dado por las siguientes señales,

- El final de carrera de cerrada en la válvula por medio de la señal ZSLAH004 y
- La señal de límite de par de cierre AH004\_LPC

### **3.2.3.9. Válvula Motorizada de Drenaje de los calentadores de Alta Presión (AH087 DV):**

El dispositivo lógico de control de la válvula motorizada de drenaje de los calentadores de alta presión, posee los siguientes condicionantes:

**Override de Parada:** La orden de parada automática está generada por las siguientes señales,

- Protecciones eléctricas activadas AH087\_74 ó
- Accionamiento del límite de par abre AH087\_LPA, mientras la válvula está abriendo AH087\_DV.DO\_3 y la válvula no está cerrada ZSLAH087 ó
- Accionamiento del límite de par cierra AH087\_LPC, mientras la válvula está cerrando AH087\_DV.DO\_4 y la válvula no está abierta ZSHAH087

**Override de Apertura:** La orden de cierre automático proviene de la siguiente señal OPEN\_AH087.

**Señal de Apertura del equipo:** La orden de apertura del equipo es generada por una señal mantenida (hasta realimentación de abierta o par límite) denominada AH087\_RAOB.

**Señal de Cierre del equipo:** La orden de cierre del equipo es generada por una señal mantenida (hasta realimentación de cerrada o par límite) denominada AH087\_RCOB.

*Señal de Fallo del dispositivo:* La señal de fallo del dispositivo se genera por la señal AH087\_DV.DO\_1

*Señal de Discrepancia / Falla eléctrica:* La señal de alarma AH087\_DVFL está generada por las siguientes señales,

- Fallo del dispositivo se genera por la siguiente señal AH087\_DV.DO\_1 ó
- Protecciones eléctricas activadas AH087\_74

*Retroaviso de válvula abierta:* El retroaviso de válvula abierta está dado por un final de carrera de abierta en la válvula por medio de la señal ZSHAH087.

*Retroaviso de válvula cerrada:* El retroaviso de válvula cerrada está dado por las siguientes señales,

- El final de carrera de cerrada en la válvula por medio de la señal ZSLAH087 y
- La señal de límite de par de cierre AH087\_LPC

### **3.2.4. SISTEMA DE CALENTADORES DE AGUA DE ALIMENTACION (AJ)**

El sistema de control distribuido controla un dispositivo lógico para este sistema, el cual es el siguiente:

- La bomba de drenaje del calentador de baja presión #3, AJP01.

#### **3.2.4.1. Bomba de drenaje del calentador de baja presión #3 (AJP01\_DV):**

El dispositivo lógico de control de la bomba de aportación de condensado posee los siguientes condicionantes:

*Inhibición de Arranque:* La inhibición de arranque está presente si las protecciones eléctricas están activadas AJP01\_74

*Override de Arranque:* La orden de arranque automático es generada por las siguientes señales,

- Las protecciones eléctricas no están activadas AJP01\_74 y
- La carga de la turbina es mayor al 30 % y



- El subgrupo se encuentra en servicio AJP01\_GR\_INS

**Señal de Arranque/Paro del equipo:** La orden de arranque/paro del equipo es generada por una señal mantenida denominada AJP01\_RMOB, que se genera de las siguientes señales,

- Salida del dispositivo lógico AJP01\_DV.DO\_3 y
- No exista fallo del dispositivo lógico AJP01\_DV.DO\_13 y la resultante de las siguientes señales,
- No exista bajo nivel en el calentador de baja presión #3 < 50 mm, LSLAJ303 ó
- Que la válvula manual de succión de la bomba no esté abierta ZSHAJ007 ó
- Que estando el subgrupo en servicio, se cierre la válvula de descarga por más de 20 segundos.

**Retroaviso de bomba en marcha/parada:** El retroaviso está dado por un contacto del interruptor de la bomba por medio de la señal AJP01\_M.

### **3.2.5. SISTEMA DE DRENAJES DE SOBRECALENTADO, RECALENTADO Y TURBINA (AK)**

El sistema de control distribuido controla cuatro dispositivos lógicos para este sistema, los cual son los siguientes:

- Las bombas de drenaje del tanque de goteo y purgas, AKP01A y AKP01B.
- La válvula de drenaje de la tubería de sobrecalentado, AK809.
- La válvula de atemperación del tanque de goteo y purgas AF006.

#### **3.2.5.1. Bomba de drenaje del tanque de goteo y purgas “A” (AKP01A\_DV):**

El dispositivo lógico de control de la bomba de drenaje del tanque de goteo y purgas “A” posee los siguientes condicionantes:

**Inhibición de Arranque:** La inhibición de arranque está presente si,

- Las protecciones eléctricas están activadas AKP01A\_74 ó
- Tenemos selección en local del selector local / remoto AKP01A\_SEL

**Inhibición de Paro:** La inhibición de paro está generada por la siguiente señal,

- Selección en local del selector local / remoto AKP01A\_SEL.

*Override de Arranque:* La orden de arranque automático se ejecutará por medio de las siguientes señales,

- No existen protecciones eléctricas activadas AKP01A\_74 y
- No existen condiciones de parada y la resultante de las siguientes señales,
- Arranque de la bomba A como bomba base STRB\_AKP01A ó
- Arranque de la bomba A como bomba de apoyo STRS\_AKP01A ó
- Arranque de la bomba A de respaldo START\_AKP01A ó
- La orden de arranque local.

La orden de arranque local de la bomba se ejecuta a través del override de arranque, que se genera por las señales,

- Orden de arranque local AKP01A\_PM (presión del pulsador local de arranque) y
- El selector en posición local, AKP01A\_SEL.

*Override de Paro:* La orden de paro automático está generada por las siguientes señales,

- Bajo nivel del tanque de goteo y purgas LSLAK107
- Señal de fallo de arranque de la bomba AKP01A\_DV.DO\_13 ó
- La orden de paro local.

La orden de paro local de la bomba se ejecuta a través del override de paro, que se genera por las señales,

- Orden de paro local AKP01A\_PP (presión del pulsador local de paro) y
- El selector en posición local, AKP01A\_SEL.

*Señal de Arranque/Paro del equipo:* La orden de arranque/paro del equipo es generada por una señal de tipo sostenido, denominada AKP01A\_RMOB, generada por las siguientes señales,

- La salida del dispositivo lógico AKP01A\_DV.DO\_3 y
- Que no exista fallo del dispositivo lógico AKP01A\_DV.DO\_13

**Señal de Arranque del equipo de apoyo:** La orden de arranque del equipo de apoyo se genera por las siguientes señales,

- Subgrupo en servicio AKP01\_GR\_INS y la resultante de
- Fallo de arranque de la bomba AKP01A\_DV.DO\_13 ó
- Comando de paro AKP01A\_DV.DO\_6 y muy bajo nivel del tanque de goteo y purgas LSLAK107.

**Retroaviso de bomba en marcha/parada:** El retroaviso está dado por un contacto del interruptor de la bomba por medio de la señal AKP01A\_M.

### **3.2.5.2. Bomba de drenaje del tanque de goteo y purgas “B” (AKP01B\_DV):**

El dispositivo lógico de control de la bomba de drenaje del tanque de goteo y purgas “B” posee los siguientes condicionantes:

**Inhibición de Arranque:** La inhibición de arranque está presente si,

- Las protecciones eléctricas están activadas AKP01B\_74 ó
- Tenemos selección en local del selector local / remoto AKP01B\_SEL

**Inhibición de Paro:** La inhibición de paro está generada por la siguiente señal,

- Selección en local del selector local / remoto AKP01B\_SEL

**Override de Arranque:** La orden de arranque automático se ejecutará por medio de las siguientes señales,

- No existen protecciones eléctricas activadas AKP01B\_74 y
- No existen condiciones de parada y la resultante de las siguientes señales,
- Arranque de la bomba A como bomba base STRB\_AKP01B ó
- Arranque de la bomba A como bomba de apoyo STRS\_AKP01B ó
- Arranque de la bomba A de respaldo START\_AKP01B ó
- La orden de arranque local.

La orden de arranque local de la bomba se ejecuta a través del override de arranque, que se genera por las señales,

- Orden de arranque local AKP01B\_PM (presión del pulsador local de arranque) y
- El selector en posición local, AKP01B\_SEL.

*Override de Paro:* La orden de paro automático está generada por las siguientes señales,

- Bajo nivel del tanque de goteo y purgas LSLAK107
- Señal de fallo de arranque de la bomba AKP01B\_DV.DO\_13 ó
- La orden de paro local.

La orden de paro local de la bomba se ejecuta a través del override de paro, que se genera por las señales,

- Orden de paro local AKP01B\_PP (presión del pulsador local de paro) y
- El selector en posición local, AKP01B\_SEL.

*Señal de Arranque/Paro del equipo:* La orden de arranque/paro del equipo es generada por una señal de tipo sostenido, denominada AKP01B\_RMOB, generada por las siguientes señales,

- La salida del dispositivo lógico AKP01B\_DV.DO\_3 y
- Que no exista fallo del dispositivo lógico AKP01B\_DV.DO\_13

*Señal de Arranque del equipo de apoyo:* La orden de arranque del equipo de apoyo se genera por las siguientes señales,

- Subgrupo en servicio AKP01\_GR\_INS y la resultante de
- Fallo de arranque de la bomba AKP01B\_DV.DO\_13 ó
- Comando de paro AKP01B\_DV.DO\_6 y muy bajo nivel del tanque de goteo y purgas LSLAK107.

*Retroaviso de bomba en marcha/parada:* El retroaviso está dado por un contacto del interruptor de la bomba por medio de la señal AKP01BM.

### **3.2.5.3. Válvula de drenaje de la tubería de sobrecalentado (AK809\_DV):**

El dispositivo lógico de control de la válvula de drenaje de la tubería de sobrecalentado, posee los siguientes condicionantes:

*Override de Cierre:* La orden de cierre automático está generada por la siguiente señal,

- La carga de turbina no menor al 15% de la nominal.

*Override de Apertura:* La orden de apertura automático proviene de la siguiente señal,

- La carga de turbina es menor al 15% de la nominal.

*Señal de Apertura/Cierre del equipo:* La orden de apertura/cierre del equipo es generada por una señal de tipo mantenida denominada EVAK809OB.

*Señal de Fallo del dispositivo:* La señal de fallo del dispositivo se genera por la señal AK809\_DV.DO\_14.

*Retroaviso de válvula abierta:* El retroaviso de válvula abierta está dado por un final de carrera de abierta en la válvula por medio de la señal ZSHAK809.

*Retroaviso de válvula cerrada:* El retroaviso de válvula cerrada está dado por la señal de final de carrera de cerrada en la válvula por medio de la señal ZSLAK809.

#### **3.2.5.4. Válvula Atemperación del Tanque de Goteo y Purgas (AF006\_DV):**

El dispositivo lógico de control de la válvula de atemperación del tanque de goteo y purgas, posee los siguientes condicionantes:

*Override de Cierre:* La orden de cierre automático está generada por la siguiente señal,

- No existe alta temperatura del tanque de goteo y purgas.

*Override de Apertura:* La orden de apertura automático proviene de la siguiente señal,

- Alta temperatura del tanque de goteo y purgas TSHAK006.

*Señal de Apertura/Cierre del equipo:* La orden de apertura/cierre del equipo es generada por una señal de tipo mantenida denominada EVAF006OB.

**Señal de Fallo del dispositivo:** La señal de fallo del dispositivo se genera por la señal AF006\_DV.DO\_14.

**Retroaviso de válvula abierta:** El retroaviso de válvula abierta está dado por un final de carrera de abierta en la válvula por medio de la señal ZSHAF006.

**Retroaviso de válvula cerrada:** El retroaviso de válvula cerrada está dado por el final de carrera de cerrada en la válvula por medio de la señal ZSLAF006.

### **3.2.6. SISTEMA DE EYECTORES Y VACIO DEL CONDENSADOR (AN)**

El sistema de control distribuido controla cinco dispositivos lógicos para este sistema, los cuales son los siguientes:

- Válvula de aire del eyector de arranque AN001.
- Válvulas de aire a los eyectores de servicio AN002 y AN003.
- Las bombas de vacío del condensador, ANP01A y ANP01B.

#### **3.2.6.1. Válvula Motorizada de Aire al Eyector de Arranque (AN001\_DV):**

El dispositivo lógico de control de la válvula motorizada de aire al eyector arranque posee los siguientes condicionantes:

**Override de Parada:** La orden de parada automática está generada por las siguientes señales,

- Protecciones eléctricas activadas AN001\_74 ó
- Accionamiento del límite de par abre AN001\_LPA, mientras la válvula está abriendo AN001\_DV.DO\_3 y la válvula no está cerrada ZSLAN001 ó
- Accionamiento del límite de par cierra AN001\_LPC, mientras la válvula está cerrando AN001\_DV.DO\_4 y la válvula no está abierta ZSHAN001

**Override de Apertura:** La orden de apertura automática es OPEN\_AN001 y está generada por las siguientes señales,

- Presión de vapor auxiliar mayor a 10 bar y
- La válvula de vapor esté abierta ZSHKE021 y
- La orden de arranque del eyector de arranque y

- Que la válvula no esté abierta ZSHAN001

*Override de Cierre:* La orden de cierre automático es CLOSE\_AN001 y está generada por las siguientes señales,

- La orden de parada del eyector de arranque ó
- La presión absoluta del condensador sea menor a 0,15 bar y
- Que alguno de los eyectores de servicio esté en funcionamiento.

*Señal de Apertura del equipo:* La orden de apertura del equipo es generada por una señal mantenida (hasta realimentación de abierta o par límite) denominada AN001\_RA0B.

*Señal de Cierre del equipo:* La orden de cierre del equipo es generada por una señal mantenida (hasta realimentación de cerrada o par límite) denominada AN001\_RCOB.

*Señal de Fallo del dispositivo:* La señal de fallo del dispositivo se genera por la señal AN001\_DV.DO\_1

*Señal de Discrepancia / Falla eléctrica:* La señal de alarma AN001\_DVFL está generada por las siguientes señales,

- Fallo del dispositivo se genera por la siguiente señal AN001\_DV.DO\_1 ó
- Protecciones eléctricas activadas AN001\_74

*Retroaviso de válvula abierta:* El retroaviso de válvula abierta está dado por un final de carrera de abierta en la válvula por medio de la señal ZSHAN001.

*Retroaviso de válvula cerrada:* El retroaviso de válvula cerrada está dado por la señal de final de carrera de cerrada en la válvula por medio de la señal ZSLAN001

### **3.2.6.2. Válvula Motorizada de Aire al Eyector de Servicio "A" (AN002 DV):**

El dispositivo lógico de control de la válvula motorizada de aire al eyector de servicio "A" posee los siguientes condicionantes:

*Override de Parada:* La orden de parada automática está generada por las siguientes señales,

- Protecciones eléctricas activadas AN002\_74 ó
- Accionamiento del límite de par abre AN002\_LPA, mientras la válvula está abriendo AN002\_DV.DO\_3 y la válvula no está cerrada ZSLAN002 ó
- Accionamiento del límite de par cierra AN002\_LPC, mientras la válvula está cerrando AN002\_DV.DO\_4 y la válvula no está abierta ZSHAN002

*Override de Apertura:* La orden de apertura automática es OPEN\_AN002 y está generada por las siguientes señales,

- Por lo menos una de las bombas de condensado esté en marcha y
- La válvula de vapor esté abierta ZSHKE022 y
- La orden de arranque del eyector de servicio "A"

*Override de Cierre:* La orden de cierre automático es CLOSE\_AN002 y está generada por las siguientes señales,

- No haya alguna bomba de condensado en marcha ó
- La válvula de vapor esté cerrada ZSLKE022 ó
- La orden de parada del eyector de servicio "A"

*Señal de Apertura del equipo:* La orden de apertura del equipo es generada por una señal mantenida (hasta realimentación de abierta o par límite) denominada AN002\_RA0B.

*Señal de Cierre del equipo:* La orden de cierre del equipo es generada por una señal mantenida (hasta realimentación de cerrada o par límite) denominada AN002\_RCOB.

*Señal de Fallo del dispositivo:* La señal de fallo del dispositivo se genera por la señal AN002\_DV.DO\_1

*Señal de Discrepancia / Falla eléctrica:* La señal de alarma AN002\_DVFL está generada por las siguientes señales,

- Fallo del dispositivo se genera por la siguiente señal AN002\_DV.DO\_1 ó
- Protecciones eléctricas activadas AN002\_74



*Retroaviso de válvula abierta:* El retroaviso de válvula abierta está dado por un final de carrera de abierta en la válvula por medio de la señal ZSHAN002.

*Retroaviso de válvula cerrada:* El retroaviso de válvula cerrada está dado por la señal de final de carrera de cerrada en la válvula por medio de la señal ZSLAN002

### **3.2.6.3. Válvula Motorizada de Aire al Eyector de Servicio “B” (AN003\_DV):**

El dispositivo lógico de control de la válvula motorizada de aire al eyector de servicio “B” posee los siguientes condicionantes:

*Override de Parada:* La orden de parada automática está generada por las siguientes señales,

- Protecciones eléctricas activadas AN003\_74 ó
- Accionamiento del límite de par abre AN003\_LPA, mientras la válvula está abriendo AN003\_DV.DO\_3 y la válvula no está cerrada ZSLAN003 ó
- Accionamiento del límite de par cierra AN003\_LPC, mientras la válvula está cerrando AN003\_DV.DO\_4 y la válvula no está abierta ZSHAN003

*Override de Apertura:* La orden de apertura automática es OPEN\_AN003 y está generada por las siguientes señales,

- Por lo menos una de las bombas de condensado esté en marcha y
- La válvula de vapor esté abierta ZSHKE023 y
- La orden de arranque del eyector de servicio “B”

*Override de Cierre:* La orden de cierre automático es CLOSE\_AN003 y está generada por las siguientes señales,

- No haya alguna bomba de condensado en marcha ó
- La válvula de vapor esté cerrada ZSLKE023 ó
- La orden de parada del eyector de servicio “B”

*Señal de Apertura del equipo:* La orden de apertura del equipo es generada por una señal mantenida (hasta realimentación de abierta o par límite) denominada AN003\_RA0B.

*Señal de Cierre del equipo:* La orden de cierre del equipo es generada por una señal mantenida (hasta realimentación de cerrada o par límite) denominada AN003\_RCOB.

*Señal de Fallo del dispositivo:* La señal de fallo del dispositivo se genera por la señal AN003\_DV.DO\_1

*Señal de Discrepancia / Falla eléctrica:* La señal de alarma AN003\_DVFL está generada por las siguientes señales,

- Fallo del dispositivo se genera por la siguiente señal AN003\_DV.DO\_1 ó
- Protecciones eléctricas activadas AN003\_74

*Retroaviso de válvula abierta:* El retroaviso de válvula abierta está dado por un final de carrera de abierta en la válvula por medio de la señal ZSHAN003.

*Retroaviso de válvula cerrada:* El retroaviso de válvula cerrada está dado por la señal de final de carrera de cerrada en la válvula por medio de la señal ZSLAN003

#### **3.2.6.4. Bomba de vacío de las cajas del condensador “A” (ANP01A\_DV):**

El dispositivo lógico de control de la bomba de vacío de las cajas del condensador “A” posee los siguientes condicionantes:

*Inhibición de Arranque:* La inhibición de arranque está presente si,

- Las protecciones eléctricas están activadas ANP01A\_74 ó
- Bajo caudal de agua de cierres FSLAF001\_A ó
- Existencia de señal de override de paro de la bomba ANP01A\_DV.DI\_8

*Override de Arranque:* La orden de arranque automático se ejecutará por medio de las siguientes señales,

- No hay inhibiciones de arranque ANP01A\_DV.DI\_5 y
- La presencia de alguna de las siguientes señales,
- Arranque de la bomba A como bomba base STRB\_ANP01A ó
- Arranque de la bomba A como bomba de apoyo STRS\_ANP01A ó

- Arranque de la bomba A de respaldo START\_ANP01A

La señal de arranque de la bomba “A” como bomba base es generada por las siguientes señales,

- La presión en el condensador es mayor que 400 mbar absolutos PSHAN002 y
- La bomba “A” estuvo en marcha ANP01A\_MTN y no la bomba “B” ANP01B\_MTN ó
- La bomba “B” está disparada ANP01B\_DV.DO\_13.

La señal de arranque de la bomba “A” como bomba de apoyo es generada por las siguientes señales,

- La presión de vacío del condensador es mayor a 500 mbar absolutos PSHHAN001 y
- La bomba de vacío ”B” es la bomba base.

*Override de Paro:* La orden de paro automático está generada por las siguientes señales,

- Orden de parada de la bomba base STPB\_ANP01A ó
- Orden de parada de la bomba de apoyo STPS\_ANP01A ó
- Señal de fallo de arranque de la bomba ANP01A\_DV.DO\_13 ó

La señal de parada de la bomba base es generada por las siguientes señales,

- Si la bomba “A” es la bomba base y
- La presión en el condensador es menor a 300 mbar absolutos PSLLAN002.

La señal de parada de la bomba “A” como bomba de apoyo es generada por las siguientes señales,

- Si la bomba “B” es la bomba base y
- Si el vacío en el condensador es menor a 400 mbar absolutos PSLAN001 y
- Si la bomba “A” está en funcionamiento.

*Señal de Arranque/Paro del equipo:* La orden de arranque/paro del equipo es generada por una señal de tipo sostenido, denominada ANP01A\_RMOB, generada por las siguientes señales,

- La salida del dispositivo lógico ANP01A\_DV.DO\_3 y

- Que no exista bajo flujo de agua de cierres FSLAF001\_A y
- Que no exista fallo del dispositivo lógico ANP01A\_DV.DO\_13

**Señal de Arranque del equipo de respaldo:** La orden de arranque del equipo de respaldo se genera por las siguientes señales,

- Subgrupo en servicio ANP01\_GR\_INS y la resultante de
- Fallo de arranque de la bomba ANP01A\_DV.DO\_13 ó
- Comando de paro ANP01A\_DV.DO\_6 y que no exista orden de override de parada.

**Retroaviso de bomba en marcha/parada:** El retroaviso está dado por un contacto del interruptor de la bomba por medio de la señal ANP01A\_M.

### **3.2.6.5. Bomba de vacío de las cajas del condensador “B” (ANP01B\_DV):**

El dispositivo lógico de control de la bomba de vacío de las cajas del condensador “B” posee los siguientes condicionantes:

**Inhibición de Arranque:** La inhibición de arranque está presente si,

- Las protecciones eléctricas están activadas ANP01B\_74 ó
- Bajo caudal de agua de cierres FSLAF001\_B ó
- Existencia de señal de override de paro de la bomba ANP01B\_DV.DI\_8

**Override de Arranque:** La orden de arranque automático se ejecutará por medio de las siguientes señales,

- No hay inhibiciones de arranque ANP01B\_DV.DI\_5 y
- La presencia de alguna de las siguientes señales,
- Arranque de la bomba B como bomba base STRB\_ANP01B ó
- Arranque de la bomba B como bomba de apoyo STRS\_ANP01B ó
- Arranque de la bomba B de respaldo START\_ANP01B

La señal de arranque de la bomba “B” como bomba base es generada por las siguientes señales,

- La presión en el condensador es mayor que 400 mbar absolutos PSHAN002 y

- La bomba “B” estuvo en marcha ANP01B\_MTN y no la bomba “A” ANP01A\_MTN ó
- La bomba “A” está disparada ANP01A\_DV.DO\_13.

La señal de arranque de la bomba “B” como bomba de apoyo es generada por las siguientes señales,

- La presión de vacío del condensador es mayor a 500 mbar absolutos PSHHAN001 y
- La bomba de vacío “A” es la bomba base.

***Override de Paro:*** La orden de paro automático está generada por las siguientes señales,

- Orden de parada de la bomba base STPB\_ANP01B ó
- Orden de parada de la bomba de apoyo STPS\_ANP01B ó
- Señal de fallo de arranque de la bomba ANP01B\_DV.DO\_13 ó

La señal de parada de la bomba base es generada por las siguientes señales,

- Si la bomba “B” es la bomba base y
- La presión en el condensador es menor a 300 mbar absolutos PSLLAN002.

La señal de parada de la bomba “B” como bomba de apoyo es generada por las siguientes señales,

- Si la bomba “A” es la bomba base y
- Si el vacío en el condensador es menor a 400 mbar absolutos PSLAN001 y
- Si la bomba “B” está en funcionamiento.

***Señal de Arranque/Paro del equipo:*** La orden de arranque/paro del equipo es generada por una señal de tipo sostenido, denominada ANP01B\_RMOB, generada por las siguientes señales,

- La salida del dispositivo lógico ANP01B\_DV.DO\_3 y
- Que no exista bajo flujo de agua de cierres FSLAF001\_B y
- Que no exista fallo del dispositivo lógico ANP01B\_DV.DO\_13

***Señal de Arranque del equipo de respaldo:*** La orden de arranque del equipo de respaldo se genera por las siguientes señales,

- Subgrupo en servicio ANP01\_GR\_INS y la resultante de

- Fallo de arranque de la bomba ANP01B\_DV.DO\_13 ó
- Comando de paro ANP01B\_DV.DO\_6 y que no exista orden de override de parada.

**Retroaviso de bomba en marcha/parada:** El retroaviso está dado por un contacto del interruptor de la bomba por medio de la señal ANP01B\_M.

### **3.2.7. SISTEMA DE DRENAJE Y PURGAS, LLENADO Y VACIADO DE CALDERA (BC)**

El sistema de control distribuido controla dos dispositivos lógicos para este sistema, los cuales son los siguientes:

- La bomba de llenado de caldera AFP05.
- La válvula motorizada de recirculación del economizador BC104.

#### **3.2.7.1. Bomba de llenado de caldera (AFP05 DV):**

El dispositivo lógico de control de la bomba de llenado de caldera posee los siguientes condicionantes:

**Inhibición de Arranque:** La inhibición de arranque está presente si,

- Las protecciones eléctricas están activadas AFP05\_74 ó
- Tenemos selección en local del selector local / remoto AFP05\_SEL ó
- Existe muy bajo nivel en el tanque de reserva de condensado LSLLAF203.

**Inhibición de Paro:** La inhibición de paro está generada por la siguiente señal,

- Selección en local del selector local / remoto AFP05\_SEL

**Override de Arranque:** La orden de arranque automático se ejecutará por medio de las siguientes señales,

- No existen protecciones eléctricas activadas AFP05\_74 y
- Selección en local del selector local / remoto AFP05\_SEL y
- No existe muy bajo nivel en el tanque de reserva de condensado LSLLAF203 y
- La orden de arranque local.

La orden de arranque local de la bomba se ejecuta a través del override de arranque, que se genera desde el pulsador de campo.

*Override de Paro:* La orden de paro automático está generada por las siguientes señales,

- Selección en local del selector local / remoto AFP05\_SEL y
- La orden de paro local.

La orden de paro local de la bomba se ejecuta a través del override de paro, que se genera por el pulsador de campo.

*Señal de Arranque/Paro del equipo:* La orden de arranque/paro del equipo es generada por una señal de tipo sostenido, denominada AFP05\_RMOB, generada por las siguientes señales,

- La salida del dispositivo lógico AFP05A\_DV.DO\_3 y
- Que no exista fallo del dispositivo lógico AFP05\_DV.DO\_13 y
- Que no exista muy bajo nivel del tanque de reserva de condensado LSLAF203.

*Retroaviso de bomba en marcha/parada:* El retroaviso está dado por un contacto del interruptor de la bomba por medio de la señal AFP05\_M.

### **3.2.7.2. Válvula Motorizada de Recirculación del Economizador (BC104\_DV):**

El dispositivo lógico de control de la válvula motorizada de recirculación del economizador, posee los siguientes condicionantes:

*Override de Parada:* La orden de parada automática está generada por las siguientes señales,

- Protecciones eléctricas activadas BC104\_74 ó
- Accionamiento del límite de par abre BC104\_LPA, mientras la válvula está abriendo BC104\_DV.DO\_3 y la válvula no está cerrada ZSLBC104 ó
- Accionamiento del límite de par cierra BC104\_LPC, mientras la válvula está cerrando BC104\_DV.DO\_4 y la válvula no está abierta ZSHBC104

**Señal de Apertura del equipo:** La orden de apertura del equipo es generada por una señal mantenida (hasta realimentación de límite abierta o de par límite) denominada BC104\_RA0B.

**Señal de Cierre del equipo:** La orden de cierre del equipo es generada por una señal mantenida (hasta realimentación de límite cerrada o de par límite) y denominada BC104\_RCOB.

**Señal de Fallo del dispositivo:** La señal de fallo del dispositivo se genera por la señal BC104\_DV.DO\_1.

**Señal de Discrepancia / Falla eléctrica:** La señal de alarma BC104\_DVFL está generada por las siguientes señales,

- Fallo del dispositivo se genera por la siguiente señal BC104\_DV.DO\_1 ó
- Protecciones eléctricas activadas BC104\_74

**Retroaviso de válvula abierta:** El retroaviso de válvula abierta está dado por el final de carrera de abierta en la válvula por medio de la señal ZSHBC104.

**Retroaviso de válvula cerrada:** El retroaviso de válvula cerrada está dado por las siguientes señales,

- El final de carrera de cerrada en la válvula por medio de la señal ZSLBC104 y
- La señal de límite de par de cierre BC104\_LPC

### **3.2.8. SISTEMA DE VENTILACION E INTERCAMBIO DE CALOR EN CALDERA (BD)**

El sistema de control distribuido controla catorce dispositivos lógicos para este sistema, los cuales son los siguientes:

- Los ventiladores de tiro forzado BDV01A y BDV01B.
- Las compuertas de descarga de los ventiladores BD304\_1 y BD304\_2.
- El ventilador de recirculación de gases BDV02 y su motovirador BDV02VO.
- La compuerta de impulsión del ventilador de recirculación de gases BD416.



- La compuerta de refrigeración del plenum BD419 y la de calentamiento del ventilador de recirculación de gases BD420.
- El ventilador de aire de sellado BDV03 y su compuerta de descarga y by-pass BD605\_6.
- El motor eléctrico del calentador de aire regenerativo BDE02M1, el motor neumático EVKA764 y el motor de lavado BDE02M2.

### **3.2.8.1. Ventilador de Tiro Forzado “A” (VTF1) (BDV01A\_DV):**

El dispositivo lógico de control del ventilador de tiro forzado “A” posee los siguientes condicionantes:

*Inhibición de Arranque:* La inhibición de arranque está presente si,

- Las protecciones eléctricas están activadas BDV01A\_86 ó
- La no-existencia de los permisivos de arranque FD1\_STR\_PERM ó
- La presencia de condiciones de disparo del ventilador FD1\_TRIP

*Señal de Arranque del equipo:* La orden de arranque del equipo es generada por una señal de pulso de 4 segundos de duración y denominada BDV01A\_RCOB

Las señales que forman el permisivo de arranque FD1\_STR\_PERM y que se deben cumplir son las siguientes:

- La compuerta de descarga esté cerrada ZSLBD304\_1 y
- La compuerta de aspiración esté cerrada ZSLBD301\_1 y
- El motor eléctrico BDE02M1\_MTN o el motor neumático EVKA764OB del calentador de aire regenerativo estén en marcha y
- Que el VTF2 no esté parado y si lo está, que tenga su compuerta de descarga cerrada.

*Señal de Paro del equipo:* La orden de paro del equipo es generada por una señal de pulso de 4 segundos de duración y denominada BDV01A\_RAOB, producida por las siguientes señales,

- Orden de paro salida del dispositivo lógico BDV01A\_DV.DO\_4 ó
- Un pulso de 10 segundos formado por las siguientes señales,
- Presencia de condiciones de disparo del ventilador FD1\_TRIP ó

- Fallo del dispositivo lógico BDV01A\_DV.DO\_13

Las condiciones de disparo anteriormente mencionadas y que generan la señal FD1\_TRIP son las siguientes,

- Muy alta vibración del cojinete del ventilador lado motor >10 mm/s VHHBD312A1 ó
- Muy alta vibración del cojinete del ventilador lado opuesto motor > 10 mm/s VHHBD312B1 ó
- Muy alta temperatura del cojinete del ventilador lado motor TEBD302\_1A > 95°C ó
- Muy alta temperatura del cojinete del ventilador lado opuesto motor TEBD302\_1B > 95°C.

**Señal de ventilador en marcha:** La señal de ventilador en marcha se genera por las siguientes señales,

- La señal de ventilador funcionando BDV01A\_CTN y
- La señal de que la compuerta de aspiración no está cerrada ZSLBD301\_1.

**Retroaviso de ventilador funcionando:** El retroaviso está dado por un contacto del interruptor del ventilador por medio de la señal BDV01A\_52C.

**Retroaviso de ventilador parado:** El retroaviso está dado por un contacto del interruptor del ventilador por medio de la señal BDV01A\_52A.

### **3.2.8.2. Ventilador de Tiro Forzado “B” (VTF2) (BDV01B\_DV):**

El dispositivo lógico de control del ventilador de tiro forzado “B” posee los siguientes condicionantes:

**Inhibición de Arranque:** La inhibición de arranque está presente si,

- Las protecciones eléctricas están activadas BDV01B\_86 ó
- La no-existencia de los permisivos de arranque FD2\_STR\_PERM ó
- La presencia de condiciones de disparo del ventilador FD2\_TRIP

**Señal de Arranque del equipo:** La orden de arranque del equipo es generada por una señal de pulso de 4 segundos de duración y denominada BDV01B\_RCOB

Las señales que forman el permisivo de arranque FD2\_STR\_PERM y que se deben cumplir son las siguientes:

- La compuerta de descarga esté cerrada ZSLBD304\_2 y
- La compuerta de aspiración esté cerrada ZSLBD301\_2 y
- El motor eléctrico BDE02M1\_MTN o el motor neumático EVKA764OB del calentador de aire regenerativo estén en marcha y
- Que el VTF1 no esté parado y si lo está, que tenga su compuerta de descarga cerrada.

**Señal de Paro del equipo:** La orden de paro del equipo es generada por una señal de pulso de 4 segundos de duración y denominada BDV01B\_RAOB, producida por las siguientes señales,

- Orden de paro salida del dispositivo lógico BDV01B\_DV.DO\_4 ó
- Un pulso de 10 segundos formado por las siguientes señales,
- Presencia de condiciones de disparo del ventilador FD2\_TRIP ó
- Fallo del dispositivo lógico BDV01B\_DV.DO\_13

Las condiciones de disparo anteriormente mencionadas y que generan la señal FD2\_TRIP son las siguientes,

- Muy alta vibración del cojinete del ventilador lado motor  $> 10$  mm/s VHHBD312A2 ó
- Muy alta vibración del cojinete del ventilador lado opuesto motor  $> 10$  mm/s VHHBD312B2 ó
- Muy alta temperatura del cojinete del ventilador lado motor  $TEBD302\_2A > 95^{\circ}C$  ó
- Muy alta temperatura del cojinete del ventilador lado opuesto motor  $TEBD302\_2B > 95^{\circ}C$ .

**Señal de ventilador en marcha:** La señal de ventilador en marcha se genera por las siguientes señales,

- La señal de ventilador funcionando BDV01B\_CTN y
- La señal de que la compuerta de aspiración no está cerrada ZSLBD301\_2.

***Retroaviso de ventilador funcionando:*** El retroaviso está dado por un contacto del interruptor del ventilador por medio de la señal BDV01B\_52C.

***Retroaviso de ventilador parado:*** El retroaviso está dado por un contacto del interruptor del ventilador por medio de la señal BDV01B\_52A.

### **3.2.8.3. Damper de Descarga del Ventilador de Tiro Forzado “A” (BD304\_1\_DV):**

El dispositivo lógico de control del damper de descarga del ventilador de tiro forzado “A”, posee los siguientes condicionantes:

***Override de Apertura:*** La orden de apertura automática está generada por las siguientes señales,

- Apertura 30 segundos después de arrancado el ventilador de tiro forzado “A”, BDV01A\_52CTN ó
- Orden de apertura del damper proveniente del BMS (sistema de control de quemadores), para tener tiro natural al disparar ambos VTF's, por un período de 15 minutos, NBD003\_09

***Inhibición de Apertura:*** La orden de inhibición de apertura proviene de las siguientes señales,

- Que el ventilador de tiro forzado “A” no se encuentre en marcha BDV01A\_52CTN y
- Que el ventilador de tiro forzado “B” no se encuentre parado BDV01B\_52ATF

***Override de Cierre:*** La orden de cierre automático proviene de las siguientes señales,

- Que el ventilador de tiro forzado “A” no se encuentre en marcha BDV01A\_52CTN y
- Que el ventilador de tiro forzado “B” no se encuentre parado BDV01B\_52ATF

***Inhibición de Cierre:*** La orden de inhibición de cierre proviene de la siguiente señal,

- Orden de apertura del damper proveniente del BMS (sistema de control de quemadores), para tener tiro natural al disparar ambos VTF's, por un período de 15 minutos, NBD003\_09

*Señal de Apertura del equipo:* La orden de apertura del equipo es generada por una señal mantenida denominada EVBD304\_1AOB.

*Señal de Cierre del equipo:* La orden de cierre del equipo es generada por una señal mantenida denominada EVBD304\_1COB.

*Retroaviso de damper abierto:* El retroaviso de damper abierto está dado por un final de carrera de abierto en el damper por medio de la señal ZSHBD304\_1.

*Retroaviso de damper cerrado:* El retroaviso de damper cerrado está dado por el final de carrera de cerrado en el damper por medio de la señal ZSLBD304\_1.

#### **3.2.8.4. Damper de Descarga del Ventilador de Tiro Forzado “B” (BD304\_2\_DV):**

El dispositivo lógico de control del damper de descarga del ventilador de tiro forzado “B”, posee los siguientes condicionantes:

*Override de Apertura:* La orden de apertura automática está generada por las siguientes señales,

- Apertura 30 segundos después de arrancado el ventilador de tiro forzado “B”, BDV01B\_52CTN ó
- Orden de apertura del damper proveniente del BMS (sistema de control de quemadores), para tener tiro natural al disparar ambos VTF’s, por un período de 15 minutos, NBD003\_09

*Inhibición de Apertura:* La orden de inhibición de apertura proviene de las siguientes señales,

- Que el ventilador de tiro forzado “B” no se encuentre en marcha BDV01B\_52CTN y
- Que el ventilador de tiro forzado “A” no se encuentre parado BDV01A\_52ATF

*Override de Cierre:* La orden de cierre automático proviene de las siguientes señales,

- Que el ventilador de tiro forzado “B” no se encuentre en marcha BDV01B\_52CTN y
- Que el ventilador de tiro forzado “A” no se encuentre parado BDV01A\_52ATF

*Inhibición de Cierre:* La orden de inhibición de cierre proviene de la siguiente señal,

- Orden de apertura del damper proveniente del BMS (sistema de control de quemadores), para tener tiro natural al disparar ambos VTF's, por un período de 15 minutos, NBD003\_09

*Señal de Apertura del equipo:* La orden de apertura del equipo es generada por una señal mantenida denominada EVBD304\_2AOB.

*Señal de Cierre del equipo:* La orden de cierre del equipo es generada por una señal mantenida denominada EVBD304\_2COB.

*Retroaviso de damper abierto:* El retroaviso de damper abierto está dado por un final de carrera de abierto en el damper por medio de la señal ZSHBD304\_2.

*Retroaviso de damper cerrado:* El retroaviso de damper cerrado está dado por el final de carrera de cerrado en el damper por medio de la señal ZSLBD304\_2.

### **3.2.8.5. Ventilador de Recirculación de Gases (VRG) (BDV02\_DV):**

El dispositivo lógico de control del ventilador de recirculación de gases posee los siguientes condicionantes:

*Inhibición de Arranque:* La inhibición de arranque está presente si,

- Las protecciones eléctricas están activadas BDV02\_86 ó
- La no-existencia de los permisivos de arranque BDV02\_STR\_P ó
- La presencia de condiciones de disparo del ventilador BDV02\_TRIP.

*Señal de Arranque del equipo:* La orden de arranque del equipo es generada por una señal de pulso de 4 segundos de duración y denominada BDV02\_RCOB

Las señales que forman el permisivo de arranque BDV02\_STR\_P y que se deben cumplir son las siguientes:

- El damper de impulsión esté cerrado ZSLBD416 y

- La compuerta de aspiración esté cerrada ZSLBD413 y
- El damper de calentamiento del ventilador de recirculación de gases esté abierto ZSHBD420 y
- El damper de refrigeración del plenum esté abierto ZSHBD419 y
- Alguno de los ventiladores de tiro forzado se encuentren en marcha.

**Señal de Paro del equipo:** La orden de paro del equipo es generada por una señal de pulso de 4 segundos de duración y denominada BDV02\_RA0B, producida por las siguientes señales,

- Orden de paro salida del dispositivo lógico BDV02\_DV.DO\_4 ó
- Un pulso de 10 segundos formado por las siguientes señales,
- presencia de condiciones de disparo del ventilador BDV02\_TRIP ó
- fallo del dispositivo lógico BDV02\_DV.DO\_13

Las condiciones de disparo anteriormente mencionadas y que generan la señal BDV02\_TRIP son las siguientes,

- Ninguno de los ventiladores de tiro forzado se encuentra en funcionamiento ó
- Muy alta temperatura de gases a la descarga  $> 400\text{ }^{\circ}\text{C}$  TEBD417.ALARM\_HI ó
- Muy alta vibración del cojinete del ventilador lado motor  $> 10\text{ mm/s}$  VHHBD421A ó
- Muy alta vibración del cojinete del lado opuesto motor  $> 10\text{ mm/s}$ , VHHBD421B ó
- Muy alta temperatura del cojinete del ventilador lado motor TEBD415\_A  $> 95^{\circ}\text{C}$  ó
- Muy alta temperatura del cojinete del ventilador lado opuesto motor TEBD415\_B  $> 95^{\circ}\text{C}$  ó
- Existe baja presión diferencial descarga VRG/Hogar  $< 25,4$  PDTBD418.ALARM\_LO y la corriente del motor baja del 50% de la corriente nominal, ITBD432.ALARM\_LO ó
- 30 segundos después de que el VRG se ha puesto en marcha, no ha abierto la compuerta de impulsión y no han cerrado las de refrigeración de plenum y calentamiento del VRG

**Señal de ventilador en marcha:** La señal de ventilador en marcha se genera por las siguientes señales,

- la señal de ventilador funcionando BDV02\_CTN y
- la señal de que la compuerta de aspiración no está cerrada ZSLBD413.
- la señal de que el damper de descarga no está cerrada ZSLBD416.

*Retroaviso de ventilador funcionando:* El retroaviso está dado por un contacto del interruptor del ventilador por medio de la señal BDV02\_52CTN.

*Retroaviso de ventilador parado:* El retroaviso está dado por un contacto del interruptor del ventilador por medio de la señal BDV02\_52ATF.

#### **3.2.8.6. Motovirador del Ventilador de Recirculación de Gases (BDV02VO\_DV):**

El dispositivo lógico de control del motovirador del ventilador de recirculación de gases posee los siguientes condicionantes:

*Inhibición de Arranque:* La inhibición de arranque está presente si,

- Las protecciones eléctricas están activadas BDV02VO\_74

*Override de Arranque:* La orden de arranque automático es generada por las siguientes señales,

- Las protecciones eléctricas no están actuadas BDV02VO\_74 y
- 5 segundos después de que el ventilador de recirculación de gases se pare BDV02\_52ATF.

*Override de Parada:* La orden de parada automática es generada por la siguiente señal,

- Que el ventilador de recirculación de gases no esté parado BDV02\_52ATF.

*Señal de Arranque/Parada del equipo:* La orden de arranque/parada del equipo es generada por una señal mantenida denominada BDV02VO\_RMOB

*Retroaviso de ventilador funcionando/parado:* El retroaviso está dado por un contacto del interruptor del ventilador por medio de la señal BDV02VO\_M.

#### **3.2.8.7. Damper de Descarga del Ventilador de Recirculación de Gases (BD416\_DV):**

El dispositivo lógico de control del damper de descarga del ventilador de recirculación de gases, posee los siguientes condicionantes:



*Override de Apertura:* La orden de apertura automática del damper de descarga está generada por la siguiente señal, apertura 30 segundos después de arrancado el ventilador de recirculación de gases BDV02\_52CTN.

*Override de Cierre:* La orden de cierre automático del damper de descarga es generado por las siguientes señales,

- Orden de parada del ventilador de recirculación de gases BDV02\_RA0B ó
- Existe alta temperatura a la descarga del VRG TEBD417.ALARM\_HI ó
- Existe baja presión diferencial descarga VRG/Hogar, PDTBD418.ALARM\_LO ó
- La corriente del motor baja del 50% de la corriente nominal, ITBD432.ALARM\_LO.

*Señal de Apertura y Cierre del Damper:* La orden de apertura y cierre del damper es generada por una señal mantenida denominada EVBD416OB.

*Retroaviso de damper abierto:* El retroaviso de damper abierto está dado por un final de carrera de abierto en el damper por medio de la señal ZSHBD416.

*Retroaviso de damper cerrado:* El retroaviso de damper cerrado está dado por un final de carrera de cerrado en el damper por medio de la señal ZSLBD416.

*Señal de Fallo a la apertura del Damper:* La señal de fallo a la apertura del damper es generada por la salida BD416\_DV.DO\_13 del dispositivo lógico.

*Señal de Fallo al cierre del Damper de descarga:* La señal de fallo de cierre del damper de descarga del ventilador recirculación de gases es generada por la salida BD416\_DV.DO\_14 del dispositivo lógico.

### **3.2.8.8. Damper de Aire de calentamiento del Ventilador de Recirculación de Gases (BD420\_DV):**

El dispositivo lógico de control del damper de aire de descarga del ventilador de recirculación de gases, posee los siguientes condicionantes:

***Override de Apertura:*** La orden de apertura automática del damper de aire de calentamiento está generada por las siguientes señales,

- Ventilador de recirculación de gases parado BDV02\_52ATF y.
- El ventilador de recirculación de gases no en mantenimiento GRF\_IN\_MANT.

***Override de Cierre:*** La orden de cierre automático del damper de aire de calentamiento es generado por la siguiente señal ventilador de recirculación de gases en marcha BDV02\_52CTN.

***Inhibición de Apertura:*** La inhibición de apertura automática del damper de aire de calentamiento está generada por la señal ventilador de recirculación de gases en mantenimiento GRF\_IN\_MANT.

***Inhibición de Cierre:*** La inhibición de cierre automático del damper de aire de calentamiento es generada por la señal, VRG no está en mantenimiento GRF\_IN\_MANT.

***Señal de Apertura y Cierre del Damper:*** La orden de apertura y cierre del damper es generada por una señal mantenida denominada EVBD420OB.

***Retroaviso de damper abierto:*** El retroaviso de damper abierto está dado por un final de carrera de abierto en el damper por medio de la señal ZSHBD420.

***Retroaviso de damper cerrado:*** El retroaviso de damper cerrado está dado por un final de carrera de cerrado en el damper por medio de la señal ZSLBD420.

***Señal de Fallo a la apertura del Damper:*** La señal de fallo a la apertura del damper es generada por la salida BD420\_DV.DO\_13 del dispositivo lógico.

***Señal de Fallo al cierre del Damper de descarga:*** La señal de fallo de cierre del damper de descarga del ventilador recirculación de gases es generada por la salida BD420\_DV.DO\_14 del dispositivo lógico.

### **3.2.8.9. Damper de Cierre de Refrigeración del Plenum (BD419\_DV):**

El dispositivo lógico de control del damper de refrigeración del plenum, posee los siguientes condicionantes:

*Override de Apertura:* La orden de apertura automática del damper de descarga está generada por la siguiente señal, ventilador de recirculación de gases parado BDV02\_52ATF.

*Override de Cierre:* La orden de cierre automático del damper de descarga está generado por las siguientes señales,

- Orden de apertura del damper de descarga del VRG, BD416\_DV.DO\_3 ó
- Que el damper de descarga del VRG no esté cerrado ZSLBD416.

*Señal de Apertura y Cierre del Damper:* La orden de apertura y cierre del damper es generada por una señal mantenida denominada EVBD419OB.

*Retroaviso de damper abierto:* El retroaviso de damper abierto está dado por un final de carrera de abierto en el damper por medio de la señal ZSHBD419.

*Retroaviso de damper cerrado:* El retroaviso de damper cerrado está dado por un final de carrera de cerrado en el damper por medio de la señal ZSLBD419.

*Señal de Fallo a la apertura del Damper:* La señal de fallo a la apertura del damper es generada por la salida BD419\_DV.DO\_13 del dispositivo lógico.

*Señal de Fallo al cierre del Damper de descarga:* La señal de fallo de cierre del damper de cierre de refrigeración de plenum es generada por la salida BD419\_DV.DO\_14 del dispositivo lógico.

### **3.2.8.10. Ventilador de Aire de Sellado de Caldera (BDV03\_DV):**

El dispositivo lógico de control del ventilador de aire de sellado de caldera, posee los siguientes condicionantes:

***Inhibición de Arranque:*** La inhibición de arranque está presente si se cumplen las siguientes señales,

- Las protecciones eléctricas están activadas BDV03\_74 ó
- El damper de impulsión no se encuentra cerrado ZSLBD606.

***Override de Arranque:*** La orden de arranque automático es generada por las siguientes señales,

- Si no hay inhibición de arranque BDV03\_DV.DI\_5 y
- Existe baja presión de aire a la salida del precalentador de aire por vapor < 500 mmCA, PTBD306.ALARM\_LO y
- Alguno de los ventiladores de tiro forzado se encuentran en marcha.

***Override de Parada:*** La orden de parada automática es generada por las siguientes señales,

- Si el ventilador de aire de sellado arranca BDV03\_M y 30 segundos después no abre su damper de descarga ZSLBD606 ó
- Ninguno de los ventiladores de tiro forzado se encuentra en marcha.

***Señal de Arranque/Parada del equipo:*** La orden de arranque/parada del equipo es generada por una señal mantenida denominada BDV03\_RMOB, la cual está formada por las siguientes señales,

- Señal de salida del dispositivo lógico BDV03\_DV.DO\_3 y
- No exista fallo en el dispositivo lógico BDV03\_DV.DO\_13

***Señal de ventilador en marcha:*** La señal de ventilador en marcha se genera por un contacto del interruptor del equipo denominado BDV03\_MTN.

***Señal de ventilador parado:*** La señal de ventilador parado se genera por un contacto del interruptor negado lógicamente del equipo denominado BDV03\_MTF.

***Retroaviso de ventilador funcionando/parado:*** El retroaviso está dado por un contacto del interruptor del ventilador por medio de la señal BDV03\_M.

### **3.2.8.11. Damper de Descarga del Ventilador de Aire de Sellado de Caldera y BYPASS (BD605\_6\_DV):**

El dispositivo lógico de control del damper de descarga del ventilador de aire de sellado de caldera, controla al mismo tiempo el by-pass del mismo y posee los siguientes condicionantes:

*Override de Apertura:* La orden de apertura automática del damper de descarga está generada por la señal de apertura 20 segundos después de arrancado el ventilador de aire de sellado de caldera BDV03\_MTN y a la vez cierra el by-pass del ventilador.

*Override de Cierre:* La orden de cierre automático del damper de descarga es generado por la señal que el ventilador de aire de sellado de caldera se encuentre parado BDV03\_MTF y a la vez abre el by-pass del mismo ventilador.

*Señal de Apertura del Damper y Cierre del By-pass:* La orden de apertura del damper y cierre del by-pass es generada por una señal mantenida denominada EVBD605OB.

*Señal de Cierre del Damper y Apertura del By-pass:* La orden de cierre del damper y apertura del by-pass es generada por una señal mantenida denominada EVBD606COB.

*Retroaviso de damper abierto:* El retroaviso de damper abierto está dado por un final de carrera de abierto en el damper por medio de la señal ZSHBD606.

*Retroaviso de by-pass abierto:* El retroaviso de by-pass abierto está dado por un final de carrera de abierto en el by-pass por medio de la señal ZSHBD605.

*Señal de Fallo al cierre del By-pass:* La señal de fallo de cierre del by-pass BYP\_VLV\_FL es generada por la salida BD605\_6\_DV.DO\_13 del dispositivo lógico.

*Señal de Fallo al cierre del Damper de descarga:* La señal de fallo de cierre del damper de descarga del ventilador de aire de sellado de caldera DISC\_VL\_FL es generada por la salida BD605\_6\_DV.DO\_14 del dispositivo lógico.

### **3.2.8.12. Motor Eléctrico del Calentador de Aire Regenerativo (BDE02M1\_DV):**

El dispositivo lógico de control del motor eléctrico del calentador de aire regenerativo posee los siguientes condicionantes:

***Inhibición de Arranque:*** La inhibición de arranque está presente si se cumplen las siguientes señales,

- Las protecciones eléctricas están activadas BDE02M1\_74 ó
- La temperatura diferencial aire de entrada / gases de salida no es menor a 60°C ó
- El motor eléctrico de lavado se encuentra arrancado BDE02M2\_RMOB.

***Inhibición de Parada:*** La inhibición de parada es generada por las siguientes señales,

- Si el motor neumático del calentador de aire regenerativo no está en marcha EVKA764OB y
- No hay espera por MFT (main fuel trip), WAIT\_MFT (espera por MFT).

***Señal de Arranque/Parada del equipo:*** La orden de arranque/parada del equipo es generada por una señal mantenida denominada BDE02M1\_RMOB, la cual está formada por las siguientes señales,

- Señal de salida del dispositivo lógico BDE02M1\_DV.DO\_3 y
- No exista fallo en el dispositivo lógico BDE02M1\_DV.DO\_13 y
- No haya baja velocidad de rotación del calentador de aire regenerativo SSLBD755\_A y B, ó exista alta temperatura en los cojinetes HI\_BEAR\_TMP.

***Señal de motor en marcha:*** La señal de motor en marcha se genera por un contacto del interruptor del equipo denominado BDE02M1\_MTN.

***Señal de motor parado:*** La señal de motor parado se genera por un contacto del interruptor negado lógicamente del equipo denominado BDE02M1\_MTF.

***Retroaviso de motor funcionando/parado:*** El retroaviso está dado por un contacto del interruptor del ventilador por medio de la señal BDE02M1\_M.

*Orden automática de arranque del motor neumático:* Esta orden PNUE\_MTR\_STR se genera al cumplirse las siguientes condiciones,

- Fallo de dispositivo lógico BDE02M1\_DV.DO\_13 y
- Al tener baja velocidad del calentador de aire regenerativo SSLBD755\_A y B.

### **3.2.8.13. Motor Neumático del Calentador de Aire Regenerativo (EVKA764\_DV):**

El dispositivo lógico del motor neumático del calentador de aire regenerativo, controla la válvula solenoide de ingreso de aire al mismo y posee los siguientes condicionantes:

*Override de Apertura:* La orden automática de apertura está presente si se cumplen las siguientes señales,

- Orden automática de arranque del motor neumático PNUE\_MTR\_STR y
- El motor eléctrico de lavado no se encuentra arrancado BDE02M2\_RMOB.

*Inhibición de Apertura:* La inhibición de apertura es generada por las siguientes señales,

- El motor eléctrico de lavado se encuentra en marcha BDE02M2\_RMOB ó
- La temperatura diferencial aire de entrada / gases de salida no es menor a 60°C.

*Override de Cierre:* La orden automática de cierre está presente si se cumplen las siguientes señales,

- Existe alta temperatura en el cojinete superior interior del CAR (calentador de aire regenerativo) > 85 °C TEBD752\_B.ALARM\_HI ó
- Existe alta temperatura en el cojinete superior del CAR TEBD756\_B.ALARM\_HI ó
- Existe baja velocidad en el CAR, SSLBD755\_A y SSLBD755\_B
- El motor eléctrico de lavado se encuentra en marcha BDE02M2\_M.

*Inhibición de Cierre:* La inhibición de cierre es generada por las siguientes señales,

- El motor eléctrico del CAR no se encuentra en marcha BDE02M1\_RMOB ó
- No hay espera por MFT (main fuel trip) , WAIT\_MFT (espera por MFT).

*Señal de Apertura/Cierre:* La orden de apertura/cierre de la solenoide es generada por una señal mantenida denominada EVKA764OB, la cual es generada por EVKA764\_DV.DO\_3

*Orden automática de arranque del motor de lavado:* Esta orden STR\_WASH\_MTR se genera al cumplirse las siguientes condiciones,

- 5 segundos después de la orden de apertura de la solenoide EVKA764OB y
- Tener baja velocidad del calentador de aire regenerativo SSLBD755\_A y B.

#### **3.2.8.14. Motor Eléctrico de Lavado del Calentador de Aire Regenerativo (BDE02M2\_DV):**

El dispositivo lógico de control del motor eléctrico de lavado del calentador de aire regenerativo posee los siguientes condicionantes:

*Inhibición de Arranque:* La inhibición de arranque está presente si se cumplen las siguientes señales,

- Las protecciones eléctricas están activadas BDE02M2\_74 ó
- El motor eléctrico no está parado BDE02M1\_MTF y el motor neumático no está funcionando EVKA764OB ó
- La temperatura diferencial aire de entrada / gases de salida no es menor a 60°C y el selector local/remoto se encuentra en posición local BDE02M2\_SR.

*Override de Arranque:* La orden automática de arranque está presente si se cumplen las siguientes señales,

- Las protecciones eléctricas no están actuadas BDE02M2\_74 y
- Existe la orden de arranque del motor eléctrico de lavado, STR\_WASH\_MTR ó
- Estando el selector en posición local BDE02M2\_SR y la temperatura diferencial aire de entrada / gases de salida no es menor a 60°C y se presiona el pulsador de campo de arranque BDE02M2\_PM.

*Inhibición de Parada:* La inhibición de parada es generada por la señal, el selector local/remoto se encuentra en posición local BDE02M2\_SR.

*Override de Parada:* La orden automática de parada está presente si se cumplen las siguientes señales,

- El selector local/remoto en posición local BDE02M2\_SR y



- Se presiona el pulsador de campo de parada BDE02M2\_PP.

**Señal de Arranque/Parada del equipo:** La orden de arranque/parada del equipo es generada por una señal mantenida denominada BDE02M2\_RMOB, la cual está formada por las siguientes señales,

- Señal de salida del dispositivo lógico BDE02M2\_DV.DO\_3 y
- No exista fallo en el dispositivo lógico BDE02M2\_DV.DO\_13.

**Señal de motor en marcha:** La señal de motor en marcha se genera por un contacto del interruptor del equipo denominado BDE02M2\_LOOB.

**Retroaviso de motor funcionando/parado:** El retroaviso está dado por un contacto del interruptor del ventilador por medio de la señal BDE02M2\_M.

**Permisivo de lavado del calentador de aire regenerativo:** Esta orden se genera al cumplirse las siguientes condiciones,

- Motor eléctrico de lavado funcionando BDE02M2\_LOOB y
- Selector local/remoto en posición local BDE02M2\_SR y
- Ventilador de tiro forzado No. 1 parado BDV01A\_52ATF y
- Ventilador de tiro forzado No. 2 parado BDV01B\_52ATF y
- No tener baja velocidad del calentador de aire regenerativo SSLBD755\_A y B.

### **3.2.9. SISTEMA DE FUEL - OIL (BL)**

El sistema de control distribuido controla ocho dispositivos lógicos para este sistema, los cuales son los siguientes:

- Las válvulas de ingreso y salida de Fuel - Oil al tanque de almacenamiento BL002 y BL014.
- Las válvulas de aspiración de las bombas de trasiego BL015 y BL016.
- Las bombas de trasiego (envío de fuel-oil del tanque principal a los tanques de uso diario) de Fuel - Oil, BLP02A y BLP02B.
- Las bombas de Fuel - Oil a quemadores, BLP03A y BLP03B.

### **3.2.9.1. Válvula Motorizada de Entrada al Tanque de Almacenamiento (BL002\_DV):**

El dispositivo lógico de control de la válvula motorizada de entrada de Fuel - Oil al tanque de almacenamiento, posee los siguientes condicionantes:

*Override de Parada:* La orden de parada automática está generada por las siguientes señales,

- Protecciones eléctricas activadas BL002\_74 ó
- Accionamiento del límite de par abre BL002\_LPA, mientras la válvula está abriendo BL002\_DV.DO\_3 y la válvula no está cerrada ZSLBL002 ó
- Accionamiento del límite de par cierra BL002\_LPC, mientras la válvula está cerrando BL002\_DV.DO\_4 y la válvula no está abierta ZSHBL002

*Señal de Apertura del equipo:* La orden de apertura del equipo es generada por una señal mantenida (hasta realimentación de límite abierta o de par límite) denominada BL002\_RA0B.

*Señal de Cierre del equipo:* La orden de cierre del equipo es generada por una señal mantenida (hasta realimentación de límite cerrada o de par límite) denominada BL002\_RCOB.

*Señal de Fallo del dispositivo:* La señal de fallo del dispositivo se genera por la señal BL002\_DV.DO\_1

*Señal de Discrepancia / Falla eléctrica:* La señal de alarma BL002\_DVFL está generada por las siguientes señales,

- Fallo del dispositivo se genera por la señal BL002\_DV.DO\_1 ó
- Protecciones eléctricas activadas BL002\_74

*Retroaviso de válvula abierta:* El retroaviso de válvula abierta está dado por un final de carrera de abierta en la válvula ZSHBL002.

*Retroaviso de válvula cerrada:* El retroaviso de válvula cerrada está dado por la señal de final de carrera de cerrada en la válvula ZSLBL002.

### **3.2.9.2. Válvula Motorizada de Salida del Tanque de Almacenamiento (BL014\_DV):**

El dispositivo lógico de control de la válvula motorizada de salida de Fuel - Oil del tanque de almacenamiento, posee los siguientes condicionantes:

*Override de Parada:* La orden de parada automática está generada por las siguientes señales,

- Protecciones eléctricas activadas BL014\_74 ó
- Accionamiento del límite de par abre BL014\_LPA, mientras la válvula está abriendo BL014\_DV.DO\_3 y la válvula no está cerrada ZSLBL014 ó
- Accionamiento del límite de par cierra BL014\_LPC, mientras la válvula está cerrando BL014\_DV.DO\_4 y la válvula no está abierta ZSHBL014

*Señal de Apertura del equipo:* La orden de apertura del equipo es generada por una señal mantenida (hasta realimentación de límite abierta o de par límite) denominada BL014\_RAOB.

*Señal de Cierre del equipo:* La orden de cierre del equipo es generada por una señal mantenida (hasta realimentación de límite cerrada o de par límite) denominada BL014\_RCOB.

*Señal de Fallo del dispositivo:* La señal de fallo del dispositivo se genera por la señal BL014\_DV.DO\_1

*Señal de Discrepancia / Falla eléctrica:* La señal de alarma BL014\_DVFL está generada por las siguientes señales,

- Fallo del dispositivo se genera por la señal BL014\_DV.DO\_1 ó
- Protecciones eléctricas activadas BL014\_74

*Retroaviso de válvula abierta:* El retroaviso de válvula abierta está dado por un final de carrera de abierta en la válvula ZSHBL014.

*Retroaviso de válvula cerrada:* El retroaviso de válvula cerrada está dado por la señal de final de carrera de cerrada en la válvula ZSLBL014.

### **3.2.9.3. Válvula Motorizada de Aspiración de la Bomba de Trasego de Fuel-Oil “A”**

#### **(BL015\_DV):**

El dispositivo lógico de control de la válvula motorizada de aspiración de la bomba de trasego “A” de Fuel - Oil, posee los siguientes condicionantes:

*Override de Parada:* La orden de parada automática está generada por las siguientes señales,

- Protecciones eléctricas activadas BL015\_74 ó
- Accionamiento del límite de par abre BL015\_LPA, mientras la válvula está abriendo BL015\_DV.DO\_3 y la válvula no está cerrada ZSLBL015 ó
- Accionamiento del límite de par cierra BL015\_LPC, mientras la válvula está cerrando BL015\_DV.DO\_4 y la válvula no está abierta ZSHBL015.

*Señal de Apertura del equipo:* La orden de apertura del equipo es generada por una señal mantenida (hasta realimentación de límite abierta o de par límite) denominada BL015\_RAOB.

*Señal de Cierre del equipo:* La orden de cierre del equipo es generada por una señal mantenida (hasta realimentación de límite cerrada o de par límite) denominada BL015\_RCOB.

*Señal de Fallo del dispositivo:* La señal de fallo del dispositivo se genera por la señal BL015\_DV.DO\_1

*Señal de Discrepancia / Falla eléctrica:* La señal de alarma BL015\_DVFL está generada por las siguientes señales,

- Fallo del dispositivo se genera por la señal BL015\_DV.DO\_1 ó
- Protecciones eléctricas activadas BL015\_74

*Retroaviso de válvula abierta:* El retroaviso de válvula abierta está dado por un final de carrera de abierta en la válvula ZSHBL015.

*Retroaviso de válvula cerrada:* El retroaviso de válvula cerrada está dado por la señal de final de carrera de cerrada en la válvula ZSLBL015.

#### **3.2.9.4. Válvula Motorizada de Aspiración de la Bomba de Traslado de Fuel-Oil “B” (BL016\_DV):**

El dispositivo lógico de control de la válvula motorizada de aspiración de la bomba de traslado “B” de Fuel - Oil, posee los siguientes condicionantes:

*Override de Parada:* La orden de parada automática está generada por las siguientes señales,

- Protecciones eléctricas activadas BL016\_74 ó
- Accionamiento del límite de par abre BL016\_LPA, mientras la válvula está abriendo BL016\_DV.DO\_3 y la válvula no está cerrada ZSLBL016 ó
- Accionamiento del límite de par cierra BL016\_LPC, mientras la válvula está cerrando BL016\_DV.DO\_4 y la válvula no está abierta ZSHBL016.

*Señal de Apertura del equipo:* La orden de apertura del equipo es generada por una señal mantenida (hasta realimentación de límite abierta o de par límite) denominada BL016\_RA0B.

*Señal de Cierre del equipo:* La orden de cierre del equipo es generada por una señal mantenida (hasta realimentación de límite cerrada o de par límite) denominada BL016\_RCOB.

*Señal de Fallo del dispositivo:* La señal de fallo del dispositivo se genera por la señal BL016\_DV.DO\_1

*Señal de Discrepancia / Falla eléctrica:* La señal de alarma BL016\_DVFL está generada por las siguientes señales,

- Fallo del dispositivo se genera por la señal BL016\_DV.DO\_1 ó
- Protecciones eléctricas activadas BL016\_74

*Retroaviso de válvula abierta:* El retroaviso de válvula abierta está dado por un final de carrera de abierta en la válvula ZSHBL016.

*Retroaviso de válvula cerrada:* El retroaviso de válvula cerrada está dado por la señal de final de carrera de cerrada en la válvula ZSLBL016.

### **3.2.9.5. Bomba de Trasiego de Fuel - Oil "A" (BLP02A\_DV):**

El dispositivo lógico de control de la bomba de trasiego de Fuel - Oil "A", posee los siguientes condicionantes:

*Inhibición de Arranque:* La inhibición de arranque está presente si se cumplen las siguientes señales,

- Las protecciones eléctricas están activadas BLP02A\_74 ó
- El selector local/remoto se encuentra en local, BLP02A\_SEL.

*Override de Arranque:* La orden de arranque automático es generada por las siguientes señales,

- Si no hay protecciones eléctricas activadas BLP02A\_74 y
- El selector local/remoto se encuentra en local, BLP02A\_SEL y
- Se presiona el pulsador de campo de marcha, BLP02A\_PM.

*Inhibición de Parada:* La inhibición de parada es generada por la señal del selector local/remoto si se encuentra en local, BLP02A\_SEL.

*Override de Parada:* La orden de parada automática es generada por la resultante de las siguientes señales,

- Orden de parada local mediante el pulsador de campo de parada BLP02A\_PP, si el selector local/remoto se encuentra en posición local BLP02A\_SEL ó
- Muy bajo nivel de Fuel - Oil en el tanque de almacenamiento < 1,43 m, LTBL123.ALARM\_LOLO.
- La válvula del tanque diario de Fuel - Oil "A" no se encuentra abierta, ZSHBL019 ó
- La válvula del tanque diario de Fuel - Oil "B" no se encuentra abierta, ZSHBL020 ó

- La válvula del tanque diario de Fuel - Oil "A" se encuentra abierta, ZSHBL019 y existe muy alto nivel en el tanque diario > 10 m, LTBL135\_A.ALARM\_HHHI ó
- La válvula del tanque diario de Fuel - Oil "B" se encuentra abierta, ZSHBL020 y existe muy alto nivel en el tanque diario > 10 m, LTBL135\_B.ALARM\_HHHI.

**Señal de Arranque/Parada del equipo:** La orden de arranque/parada del equipo es generada por una señal mantenida denominada BLP02A\_RMOB, la cual está formada por las siguientes señales,

- Señal de salida del dispositivo lógico BLP02A\_DV.DO\_3 y
- No exista fallo en el dispositivo lógico BLP02A\_DV.DO\_13 y
- La válvula de aspiración de la bomba no se encuentra abierta ZSHBL015 y
- La válvula de salida del tanque de almacenamiento de Fuel - Oil no está abierta ZSHBL014.

**Retroaviso de bomba funcionando/parada:** El retroaviso está dado por un contacto del interruptor de la bomba por medio de la señal BLP02A\_M.

### **3.2.9.6. Bomba de Trasiego de Fuel - Oil "B" (BLP02B\_DV):**

El dispositivo lógico de control de la bomba de trasiego de Fuel - Oil "B", posee los siguientes condicionantes:

**Inhibición de Arranque:** La inhibición de arranque está presente si se cumplen las siguientes señales,

- Las protecciones eléctricas están activadas BLP02B\_74 ó
- El selector local/remoto se encuentra en local, BLP02B\_SEL.

**Override de Arranque:** La orden de arranque automático es generada por las siguientes señales,

- Si no hay protecciones eléctricas activadas BLP02B\_74 y
- El selector local/remoto se encuentra en local, BLP02B\_SEL y
- Se presiona el pulsador de campo de marcha, BLP02B\_PM.

***Inhibición de Parada:*** La inhibición de parada es generada por la señal, del selector local/remoto si se encuentra en local, BLP02B\_SEL.

***Override de Parada:*** La orden de parada automática es generada por la resultante de las siguientes señales,

- Orden de parada local mediante el pulsador de campo de parada BLP02B\_PP, si el selector local/remoto se encuentra en posición local BLP02B\_SEL ó
- Muy bajo nivel de Fuel - Oil en el tanque de almacenamiento LTBL123.ALARM\_LOLO.
- La válvula del tanque diario de Fuel - Oil “A” no se encuentra abierta, ZSHBL019 ó
- La válvula del tanque diario de Fuel - Oil “B” no se encuentra abierta, ZSHBL020 ó
- La válvula del tanque diario de Fuel - Oil “A” se encuentra abierta, ZSHBL019 y existe muy alto nivel en el tanque diario > 10 m, LTBL135\_A.ALARM\_HIHI ó
- La válvula del tanque diario de Fuel - Oil “B” se encuentra abierta, ZSHBL020 y existe muy alto nivel en el tanque diario > 10 m, LTBL135\_B.ALARM\_HIHI.

***Señal de Arranque/Parada del equipo:*** La orden de arranque/parada del equipo es generada por una señal mantenida denominada BLP02B\_RMOB, la cual está formada por las siguientes señales,

- Señal de salida del dispositivo lógico BLP02B\_DV.DO\_3 y
- No exista fallo en el dispositivo lógico BLP02B\_DV.DO\_13 y
- La válvula de aspiración de la bomba no se encuentra abierta ZSHBL016 y
- La válvula de salida del tanque de almacenamiento de Fuel - Oil no está abierta ZSHBL014.

***Retroaviso de bomba funcionando/parada:*** El retroaviso está dado por un contacto del interruptor de la bomba por medio de la señal BLP02B\_M.

### **3.2.9.7. Bomba de Fuel - Oil a Quemadores “A” (BLP03A\_DV):**

El dispositivo lógico de control de la bomba de Fuel - Oil a quemadores “A”, posee los siguientes condicionantes:

***Inhibición de Arranque:*** La inhibición de arranque está presente si se tiene la siguiente señal, las protecciones eléctricas están activadas BLP03A\_74.



*Override de Arranque:* La orden de arranque automático es generada por las siguientes señales,

- Si no hay protecciones eléctricas están activadas BLP03A\_74 y
- Está presente la orden de arranque automático, START\_BLP03A.

*Override de Parada:* La orden de parada automática es generada por la resultante de las siguientes señales,

- Muy bajo nivel de fuel-oil en el tanque diario "A" < 1,1m LTBL135\_A.ALARM\_LOLO y
- Muy bajo nivel de fuel-oil en el tanque diario "B" < 1,1m LTBL135\_B.ALARM\_LOLO.

*Señal de Arranque/Parada del equipo:* La orden de arranque/parada del equipo es generada por una señal mantenida denominada BLP03A\_RMOB, la cual está formada por las siguientes señales,

- Señal de salida del dispositivo lógico BLP03A\_DV.DO\_3 y
- No exista fallo en el dispositivo lógico BLP03A\_DV.DO\_13 y
- No exista baja presión de ingreso a la caldera < 5 bar, PTBL155.ALARM\_LO después de 10 segundos de que la bomba entra en marcha BLP03A\_M.

*Retroaviso de bomba funcionando/parada:* El retroaviso está dado por un contacto del interruptor de la bomba por medio de la señal BLP03A\_M.

*Arranque del equipo de Respaldo:* Esta señal START\_BLP03B es generada si se cumplen las siguientes señales,

- Si el subgrupo se encuentra en servicio BLP03\_GR\_INS y además se cumple lo siguiente,
- Exista fallo en el dispositivo lógico BLP03A\_DV.DO\_13 ó
- Las protecciones eléctricas están activadas BLP03A\_74 ó
- Existe orden de parada del dispositivo BLP03A\_DV.DO\_6 y no existe muy bajo nivel de fuel-oil en ambos tanques diarios.

### **3.2.9.8. Bomba de Fuel - Oil a Quemadores "B" (BLP03B\_DV):**

El dispositivo lógico de control de la bomba de Fuel - Oil a quemadores "B", posee los siguientes condicionantes:

***Inhibición de Arranque:*** La inhibición de arranque está presente si se tiene la siguiente señal, las protecciones eléctricas están activadas BLP03B\_74.

***Override de Arranque:*** La orden de arranque automático es generada por las siguientes señales,

- Si no hay protecciones eléctricas están activadas BLP03B\_74 y
- Está presente la orden de arranque automático, START\_BLP03B.

***Override de Parada:*** La orden de parada automática es generada por la resultante de las siguientes señales,

- Muy bajo nivel de fuel-oil en el tanque diario "A" < 1,1m LTBL135\_A.ALARM\_LOLO y
- Muy bajo nivel de fuel-oil en el tanque diario "B" < 1,1m LTBL135\_B.ALARM\_LOLO.

***Señal de Arranque/Parada del equipo:*** La orden de arranque/parada del equipo es generada por una señal mantenida denominada BLP03B\_RMOB, la cual está formada por las siguientes señales,

- Señal de salida del dispositivo lógico BLP03B\_DV.DO\_3 y
- No exista fallo en el dispositivo lógico BLP03B\_DV.DO\_13 y
- No exista baja presión de ingreso a la caldera < 5 bar, PTBL155.ALARM\_LO después de 10 segundos de que la bomba entra en marcha, BLP03B\_M.

***Retroaviso de bomba funcionando/parada:*** El retroaviso está dado por un contacto del interruptor de la bomba por medio de la señal BLP03B\_M.

***Arranque del equipo de Respaldo:*** Esta señal START\_BLP03A es generada si se cumplen las siguientes señales,

- Si el subgrupo se encuentra en servicio BLP03\_GR\_INS y además se cumple lo siguiente,
- Exista fallo en el dispositivo lógico BLP03B\_DV.DO\_13 ó
- Las protecciones eléctricas están activadas BLP03B\_74 ó
- Existe orden de parada del dispositivo BLP03B\_DV.DO\_6 y no existe muy bajo nivel de fuel-oil en ambos tanques diarios.

### **3.2.10. SISTEMA DE DIESEL - OIL (BM)**

El sistema de control distribuido controla cuatro dispositivos lógicos para este sistema, los cuales son los siguientes:

- Las bombas de llenado del tanque de Diesel - Oil, BMP01A y BMP01B.
- Las bombas de Diesel - Oil a ignitores, BMP01A y BMP02B.

#### **3.2.10.1. Bomba de Llenado del Tanque de Diesel - Oil "A" (BMP01A\_DV):**

El dispositivo lógico de control de la bomba de llenado del tanque Diesel - Oil "A", posee los siguientes condicionantes:

*Inhibición de Arranque:* La inhibición de arranque está presente si se cumplen las siguientes señales,

- Las protecciones eléctricas están activadas BMP01A\_74 ó
- El selector local/remoto se encuentra en local, BMP01A\_SEL.

*Override de Arranque:* La orden de arranque automático es generada por las siguientes señales,

- Si no hay protecciones eléctricas activadas BMP01A\_74 y
- El selector local/remoto se encuentra en local, BMP01A\_SEL y
- Se presiona el pulsador de campo de marcha, BMP01A\_PM.

*Inhibición de Parada:* La inhibición de parada es generada por la señal, del selector local/remoto si se encuentra en local, BMP01A\_SEL.

*Override de Parada:* La orden de parada automática es generada por la resultante de las siguientes señales,

- Orden de parada local mediante el pulsador de campo de parada BMP01A\_PP, si el selector local/remoto se encuentra en posición local BMP01A\_SEL ó
- Muy alto nivel de Diesel - Oil en el tanque de almacenamiento LTBM122.ALARM\_HIHI.

**Señal de Arranque/Parada del equipo:** La orden de arranque/parada del equipo es generada por una señal mantenida denominada BMP01A\_RMOB, la cual está formada por las siguientes señales,

- Señal de salida del dispositivo lógico BMP01A\_DV.DO\_3 y
- No exista fallo en el dispositivo lógico BMP01A\_DV.DO\_13 y
- No exista baja presión a la descarga de la bomba PSBM117 < 5 bar, después de 10 segundos de que la bomba entra en marcha BMP01A\_M.

**Retroaviso de bomba funcionando/parada:** El retroaviso está dado por un contacto del interruptor de la bomba por medio de la señal BMP01A\_M.

### **3.2.10.2. Bomba de Llenado del Tanque de Diesel - Oil “B” (BMP01B\_DV):**

El dispositivo lógico de control de la bomba de llenado del tanque Diesel - Oil “B”, posee los siguientes condicionantes:

**Inhibición de Arranque:** La inhibición de arranque está presente si se cumplen las siguientes señales,

- Las protecciones eléctricas están activadas BMP01B\_74 ó
- El selector local/remoto se encuentra en local, BMP01B\_SEL.

**Override de Arranque:** La orden de arranque automático es generada por las siguientes señales,

- Si no hay protecciones eléctricas activadas BMP01B\_74 y
- El selector local/remoto se encuentra en local, BMP01B\_SEL y
- Se presiona el pulsador de campo de marcha, BMP01B\_PM.

**Inhibición de Parada:** La inhibición de parada es generada por la señal, del selector local/remoto si se encuentra en local, BMP01B\_SEL.

**Override de Parada:** La orden de parada automática es generada por la resultante de las siguientes señales,

- Orden de parada local mediante el pulsador de campo de parada BMP01B\_PP, si el selector local/remoto se encuentra en posición local BMP01B\_SEL ó
- Muy alto nivel de Diesel - Oil en el tanque de almacenamiento LTBM122.ALARM\_HIII.

**Señal de Arranque/Parada del equipo:** La orden de arranque/parada del equipo es generada por una señal mantenida denominada BMP01B\_RMOB, la cual está formada por las siguientes señales,

- Señal de salida del dispositivo lógico BMP01B\_DV.DO\_3 y
- No exista fallo en el dispositivo lógico BMP01B\_DV.DO\_13 y
- No exista baja presión a la descarga de la bomba PSBM117 < 5 bar, después de 10 segundos de que la bomba entra en marcha BMP01B\_M.

**Retroaviso de bomba funcionando/parada:** El retroaviso está dado por un contacto del interruptor de la bomba por medio de la señal BMP01B\_M.

### **3.2.10.3. Bomba de Diesel - Oil a Ignitores “A” (BMP02A\_DV):**

El dispositivo lógico de control de la bomba de Diesel - Oil a Ignitores “A”, posee los siguientes condicionantes:

**Inhibición de Arranque:** La inhibición de arranque está presente si se tiene la señal de las protecciones eléctricas están activadas BMP02A\_74 ó

**Override de Arranque:** La orden de arranque automático es generada por las siguientes señales,

- Si no hay protecciones eléctricas activadas BMP02A\_74 y
- Está presente la orden de arranque automático, START\_BMP02A.

**Override de Parada:** La orden de parada automática es generada por la resultante de las siguientes señales,

- Muy bajo nivel de Diesel-Oil en el tanque de almacenamiento < 0,65 m, LTBM122.ALARM\_LOLO ó

- Existe baja presión de ingreso a la caldera PTBM132.ALARM\_LO < 5 bar, después de 10 segundos de que la bomba entra en marcha BMP02A\_M.

**Señal de Arranque/Parada del equipo:** La orden de arranque/parada del equipo es generada por una señal mantenida denominada BMP02A\_RMOB, la cual está formada por las siguientes señales,

- Señal de salida del dispositivo lógico BMP02A\_DV.DO\_3 y
- No exista fallo en el dispositivo lógico BMP02A\_DV.DO\_13

**Retroaviso de bomba funcionando/parada:** El retroaviso está dado por un contacto del interruptor de la bomba por medio de la señal BMP02A\_M.

**Arranque del equipo de Respaldo:** Esta señal START\_BMP02B es generada si se cumplen las siguientes señales,

- Si el subgrupo se encuentra en servicio BMP02\_GR\_INS y además se cumple lo siguiente,
- Exista fallo en el dispositivo lógico BMP02A\_DV.DO\_13 ó
- Existe orden de parada del dispositivo BMP02A\_DV.DO\_6 y no existe muy bajo nivel de diesel-oil en el tanque de almacenamiento LTBM122.ALARM\_LOLO < 0,65 m.

#### **3.2.10.4. Bomba de Diesel - Oil a Ignitores “B” (BMP02B\_DV):**

El dispositivo lógico de control de la bomba de Diesel - Oil a Ignitores “B”, posee los siguientes condicionantes:

**Inhibición de Arranque:** La inhibición de arranque está presente si se tiene la siguiente señal, las protecciones eléctricas están activadas BMP02B\_74 ó

**Override de Arranque:** La orden de arranque automático es generada por las siguientes señales,

- Si no hay protecciones eléctricas activadas BMP02B\_74 y
- Está presente la orden de arranque automático, START\_BMP02B.

*Override de Parada:* La orden de parada automática es generada por la resultante de las siguientes señales,

- Muy bajo nivel de Diesel-Oil en el tanque de almacenamiento  $< 0,65$  m, LTBL122.ALARM\_LOLO ó
- Existe baja presión de ingreso a la caldera PTBM132.ALARM\_LO  $< 5$  bar, después de 10 segundos de que la bomba entra en marcha BMP02B\_M.

*Señal de Arranque/Parada del equipo:* La orden de arranque/parada del equipo es generada por una señal mantenida denominada BMP02B\_RMOB, la cual está formada por las siguientes señales,

- Señal de salida del dispositivo lógico BMP02B\_DV.DO\_3 y
- No exista fallo en el dispositivo lógico BMP02B\_DV.DO\_13

*Retroaviso de bomba funcionando/parada:* El retroaviso está dado por un contacto del interruptor de la bomba por medio de la señal BMP02B\_M.

*Arranque del equipo de Respaldo:* Esta señal START\_BMP02A es generada si se cumplen las siguientes señales,

- Si el subgrupo se encuentra en servicio BMP02\_GR\_INS y además se cumple lo siguiente,
- Exista fallo en el dispositivo lógico BMP02B\_DV.DO\_13 ó
- Existe orden de parada del dispositivo BMP02B\_DV.DO\_6 y no existe muy bajo nivel de diesel-oil en el tanque de almacenamiento LTBM122.ALARM\_LOLO  $< 0,65$  m.

### **3.2.11. SISTEMA DE AGUA DE CIRCULACION (DA)**

El sistema de control distribuido controla ocho dispositivos lógicos para este sistema, los cuales son los siguientes:

- Las bombas de agua de circulación DAP01A y DAP01B.
- Las válvulas de impulsión de las bombas de agua de circulación DA001 y DA002.
- Las válvulas de ingreso al condensador lado derecho DA005 y lado izquierdo DA003.
- Las válvulas de salida del condensador lado derecho DA006 y lado izquierdo DA004.

### **3.2.11.1. Bomba de Agua de Circulación “A” (DAP01A\_DV):**

El dispositivo lógico de control de la bomba de agua de circulación “A” posee los siguientes condicionantes:

*Inhibición de Arranque:* La inhibición de arranque está presente si,

- Las protecciones eléctricas están activadas DAP01A\_86 ó
- No exista señal de permisivo de arranque STR\_P\_DAP01A ó
- Existe señales de disparo de la bomba TRIP\_DAP01A ó
- Existe fallo del dispositivo lógico DAP01A\_DV.DO\_13
- Existe muy bajo nivel de la cántara “A”, LSL LDA110A.

Las señales que forman el permisivo de arranque STR\_P\_DAP01A y que se deben cumplir son las siguientes:

- La válvula de descarga de la bomba debe estar cerrada ZSLDA001 y
- La válvula de entrada al condensador lado derecho está abierta ZSHDA005 y la de salida del condensador de lado derecho esté más abierta que la posición de cebado ZSMDA006 ó
- La válvula de entrada al condensador lado izquierdo está abierta ZSHDA003 y la de salida del condensador de lado izquierdo esté más abierta que la posición de cebado ZSMDA004.

Las condiciones de disparo anteriormente mencionadas y que generan la señal TRIP\_DAP01A son las siguientes,

- La válvula de entrada al condensador del lado derecho ZSLDA005 ó la válvula de salida del lado derecho ZSLDA006 estén cerradas y
- La válvula de entrada al condensador del lado izquierdo ZSLDA003 ó la válvula de salida del lado izquierdo ZSLDA004 estén cerradas ó
- Muy alta temperatura del cojinete de empuje de la bomba, TEDA224\_A.ALARM\_HIII > 85 °C ó
- Alarma de muy alto nivel de rejilla móvil “A”, REJMOVIL\_4 ó
- La válvula de descarga ZSHDA001 no se ha abierto después de 30 segundos de que la bomba se ha puesto en marcha DAP01A\_52CTN.



*Señal de Arranque del equipo:* La orden de arranque del equipo es generada por una señal de pulso de 4 segundos de duración y denominada DAP01A\_RCOB

*Señal de Paro del equipo:* La orden de paro del equipo es generada por una señal de pulso de 4 segundos de duración y denominada DAP01A\_RAOB, producida por las siguientes señales,

- Orden de paro desde una salida del dispositivo lógico DAP01A\_DV.DO\_4 ó
- Muy bajo nivel de la cántara “A” LSL LDA110A ó
- Señales de disparo TRIP\_DAP01A ó
- Fallo del dispositivo lógico DAP01A\_DV.DO\_13.

*Retroaviso de bomba en marcha:* El retroaviso está dado por un contacto del interruptor de la bomba por medio de la señal DAP01A\_52C.

*Retroaviso de bomba parada:* El retroaviso está dado por un contacto del interruptor de la bomba por medio de la señal DAP01A\_52A.

### **3.2.11.2. Bomba de Agua de Circulación “B” (DAP01B\_DV):**

El dispositivo lógico de control de la bomba de agua de circulación “B” posee los siguientes condicionantes:

*Inhibición de Arranque:* La inhibición de arranque está presente si,

- Las protecciones eléctricas están activadas DAP01B\_86 ó
- No exista señal de permisivo de arranque STR\_P\_DAP01B ó
- Existe señales de disparo de la bomba TRIP\_DAP01B ó
- Existe fallo del dispositivo lógico DAP01B\_DV.DO\_13
- Existe muy bajo nivel de la cántara “B”, LSL LDA110B.

Las señales que forman el permisivo de arranque STR\_P\_DAP01B y que se deben cumplir son las siguientes:

- La válvula de descarga de la bomba debe estar cerrada ZSLDA002 y

- La válvula de entrada al condensador lado derecho está abierta ZSHDA005 y la de salida del condensador de lado derecho esté más abierta que la posición de cebado ZSMDA006 ó
- La válvula de entrada al condensador lado izquierdo está abierta ZSHDA003 y la de salida del condensador de lado izquierdo esté más abierta que la posición de cebado ZSMDA004.

Las condiciones de disparo anteriormente mencionadas y que generan la señal TRIP\_DAP01B son las siguientes,

- La válvula de entrada al condensador del lado derecho ZSLDA005 ó la válvula de salida del lado derecho ZSLDA006 estén cerradas y
- La válvula de entrada al condensador del lado izquierdo ZSLDA003 ó la válvula de salida del lado izquierdo ZSLDA004 estén cerradas ó
- Muy alta temperatura del cojinete de empuje de la bomba, TEDA224\_B.ALARM\_HIII ó
- Alarma de muy alto nivel de rejilla móvil "B", REJMOVIL\_5 ó
- La válvula de descarga ZSHDA002 no se ha abierto después de 30 segundos de que la bomba se ha puesto en marcha DAP01B\_52CTN.

**Señal de Arranque del equipo:** La orden de arranque del equipo es generada por una señal de pulso de 4 segundos de duración y denominada DAP01B\_RCOB

**Señal de Paro del equipo:** La orden de paro del equipo es generada por una señal de pulso de 4 segundos de duración y denominada DAP01B\_RAOB, producida por las siguientes señales,

- Orden de paro desde una salida del dispositivo lógico DAP01B\_DV.DO\_4 ó
- Muy bajo nivel de la cántara "B" LSL LDA110B ó
- Señales de disparo TRIP\_DAP01B ó
- Fallo del dispositivo lógico DAP01B\_DV.DO\_13.

**Retroaviso de bomba en marcha:** El retroaviso está dado por un contacto del interruptor de la bomba por medio de la señal DAP01B\_52C.

*Retroaviso de bomba parada:* El retroaviso está dado por un contacto del interruptor de la bomba por medio de la señal DAP01B\_52A.

### **3.2.11.3. Válvula Motorizada de Descarga de la Bomba de Agua de Circulación “A” (DA001\_DV):**

El dispositivo lógico de control de la válvula motorizada de descarga de la bomba de agua de circulación “A”, posee los siguientes condicionantes:

*Override de Parada:* La orden de parada automática está generada por las siguientes señales,

- Las protecciones eléctricas activadas DA001\_74 ó
- Accionamiento del límite de par abre DA001\_LPA, mientras la válvula está abriendo DA001\_DV.DO\_3 y la válvula no está cerrada ZSLDA001 ó
- Accionamiento del límite de par cierra DA001\_LPC, mientras la válvula está cerrando DA001\_DV.DO\_4 y la válvula no está abierta ZSHDA001.

*Override de Apertura:* La orden de apertura automática proviene de la siguiente señal,

- Orden de apertura de válvula DA001\_DV.DI\_7, es generada por la señal DAP01A\_DV.DO\_5 proveniente del dispositivo lógico de la bomba.

*Override de Cierre:* La orden de cierre automático es generada por las siguientes señales,

- Orden de cierre de válvula por parada de bomba DAP01A\_DV.DO\_6 ó
- Falla del dispositivo DAP01A\_DV.DO\_13.

*Señal de Apertura del equipo:* La orden de apertura del equipo es generada por una señal mantenida (hasta realimentación de abierta o par límite) denominada DA001\_RAOB.

*Señal de Cierre del equipo:* La orden de cierre del equipo es generada por una señal mantenida (hasta realimentación de abierta o par límite) denominada DA001\_RCOB.

*Señal de Fallo del dispositivo:* La señal de fallo del dispositivo se genera por la señal DA001\_DV.DO\_1

**Señal de Discrepancia / Falla eléctrica:** La señal de alarma DA001\_DVFL está generada por las siguientes señales,

- Fallo del dispositivo, se genera por la señal DA001\_DV.DO\_1 ó
- Protecciones eléctricas activadas DA001\_74.

**Retroaviso de válvula abierta:** El retroaviso de válvula abierta está dado por un final de carrera de abierta en la válvula por medio de la señal ZSHDA001.

**Retroaviso de válvula cerrada:** El retroaviso de válvula cerrada está dado por el final de carrera de cerrada en la válvula por medio de la señal ZSLDA001.

#### **3.2.11.4. Válvula Motorizada de Descarga de la Bomba de Agua de Circulación “B” (DA002\_DV):**

El dispositivo lógico de control de la válvula motorizada de descarga de la bomba de agua de circulación “B”, posee los siguientes condicionantes:

**Override de Parada:** La orden de parada automática está generada por las siguientes señales,

- Las protecciones eléctricas activadas DA002\_74 ó
- Accionamiento del límite de par abre DA002\_LPA, mientras la válvula está abriendo DA002\_DV.DO\_3 y la válvula no está cerrada ZSLDA002 ó
- Accionamiento del límite de par cierra DA002\_LPC, mientras la válvula está cerrando DA002\_DV.DO\_4 y la válvula no está abierta ZSHDA002.

**Override de Apertura:** La orden de apertura automática proviene de la siguiente señal,

- Orden de apertura de válvula DA002\_DV.DI\_7, es generada por la señal DAP01B\_DV.DO\_5 proveniente del dispositivo lógico de la bomba.

**Override de Cierre:** La orden de cierre automático es generada por las siguientes señales,

- Orden de cierre de válvula por parada de bomba DAP01B\_DV.DO\_6 ó
- Fallo del dispositivo DAP01B\_DV.DO\_13.

*Señal de Apertura del equipo:* La orden de apertura del equipo es generada por una señal mantenida (hasta realimentación de abierta o par límite) denominada DA002\_RA0B.

*Señal de Cierre del equipo:* La orden de cierre del equipo es generada una señal mantenida (hasta realimentación de abierta o par límite) denominada DA002\_RCOB.

*Señal de Fallo del dispositivo:* La señal de fallo del dispositivo se genera por la señal DA002\_DV.DO\_1

*Señal de Discrepancia / Falla eléctrica:* La señal de alarma DA002\_DVFL está generada por las siguientes señales,

- Fallo del dispositivo, se genera por la señal DA002\_DV.DO\_1 ó
- Protecciones eléctricas activadas DA002\_74.

*Retroaviso de válvula abierta:* El retroaviso de válvula abierta está dado por un final de carrera de abierta en la válvula por medio de la señal ZSHDA002.

*Retroaviso de válvula cerrada:* El retroaviso de válvula cerrada está dado por el final de carrera de cerrada en la válvula por medio de la señal ZSLDA002.

### **3.2.11.5. Válvula Motorizada de Entrada Lado Derecho del Condensador (DA005\_DV):**

El dispositivo lógico de control de la válvula motorizada de entrada lado derecho del condensador, posee los siguientes condicionantes:

*Override de Parada:* La orden de parada automática está generada por las siguientes señales,

- Las protecciones eléctricas activadas DA005\_74 ó
- Accionamiento del límite de par abre DA005\_LPA, mientras la válvula está abriendo DA005\_DV.DO\_3 y la válvula no está cerrada ZSLDA005 ó
- Accionamiento del límite de par cierra DA005\_LPC, mientras la válvula está cerrando DA005\_DV.DO\_4 y la válvula no está abierta ZSHDA005.

*Señal de Apertura del equipo:* La orden de apertura del equipo es generada por una señal mantenida (hasta realimentación de abierta o par límite) denominada DA005\_RAOB.

*Señal de Cierre del equipo:* La orden de cierre del equipo es generada por una señal mantenida (hasta realimentación de abierta o par límite) denominada DA005\_RCOB.

*Señal de Fallo del dispositivo:* La señal de fallo del dispositivo se genera por la señal DA005\_DV.DO\_1

*Señal de Discrepancia / Falla eléctrica:* La señal de alarma DA005\_DVFL está generada por las siguientes señales,

- Fallo del dispositivo, se genera por la señal DA005\_DV.DO\_1 ó
- Protecciones eléctricas activadas DA005\_74.

*Retroaviso de válvula abierta:* El retroaviso de válvula abierta está dado por un final de carrera de abierta en la válvula por medio de la señal ZSHDA005.

*Retroaviso de válvula cerrada:* El retroaviso de válvula cerrada está dado por el final de carrera de cerrada en la válvula por medio de la señal ZSLDA005.

### **3.2.11.6. Válvula Motorizada de Entrada Lado Izquierdo del Condensador (DA003\_DV):**

El dispositivo lógico de control de la válvula motorizada de entrada lado izquierdo del condensador, posee los siguientes condicionantes:

*Override de Parada:* La orden de parada automática está generada por las siguientes señales,

- Las protecciones eléctricas activadas DA003\_74 ó
- Accionamiento del límite de par abre DA003\_LPA, mientras la válvula está abriendo DA003\_DV.DO\_3 y la válvula no está cerrada ZSLDA003 ó
- Accionamiento del límite de par cierra DA003\_LPC, mientras la válvula está cerrando DA003\_DV.DO\_4 y la válvula no está abierta ZSHDA003.

*Señal de Apertura del equipo:* La orden de apertura del equipo es generada por una señal mantenida (hasta realimentación de abierta o par límite) denominada DA003\_RA0B.

*Señal de Cierre del equipo:* La orden de cierre del equipo es generada por una señal mantenida (hasta realimentación de abierta o par límite) denominada DA003\_RCOB.

*Señal de Fallo del dispositivo:* La señal de fallo del dispositivo se genera por la señal DA003\_DV.DO\_1

*Señal de Discrepancia / Falla eléctrica:* La señal de alarma DA003\_DVFL está generada por las siguientes señales,

- Fallo del dispositivo, se genera por la señal DA003\_DV.DO\_1 ó
- Protecciones eléctricas activadas DA003\_74.

*Retroaviso de válvula abierta:* El retroaviso de válvula abierta está dado por un final de carrera de abierta en la válvula por medio de la señal ZSHDA003.

*Retroaviso de válvula cerrada:* El retroaviso de válvula cerrada está dado por el final de carrera de cerrada en la válvula por medio de la señal ZSLDA003.

### **3.2.11.7. Válvula Motorizada de Salida Lado Derecho del Condensador (DA006\_DV):**

El dispositivo lógico de control de la válvula motorizada de salida lado derecho del condensador, posee los siguientes condicionantes:

*Override de Parada:* La orden de parada automática está generada por las siguientes señales,

- Las protecciones eléctricas activadas DA006\_74 ó
- Accionamiento del límite de par abre DA006\_LPA, mientras la válvula está abriendo DA006\_DV.DO\_3 y la válvula no está cerrada ZSLDA006 ó
- Accionamiento del límite de par cierra DA006\_LPC, mientras la válvula está cerrando DA006\_DV.DO\_4 y la válvula no está abierta ZSHDA006 ó
- Alcanzar la posición de cebado de la válvula ZSMDA006.

*Señal de Apertura del equipo:* La orden de apertura del equipo es generada por una señal mantenida (hasta realimentación de abierta o par límite) denominada DA006\_RA0B.

*Señal de Cierre del equipo:* La orden de cierre del equipo es generada por una señal mantenida (hasta realimentación de abierta o par límite) denominada DA006\_RCOB.

*Señal de Fallo del dispositivo:* La señal de fallo del dispositivo se genera por la señal DA006\_DV.DO\_1

*Señal de Discrepancia / Falla eléctrica:* La señal de alarma DA006\_DVFL está generada por las siguientes señales,

- Fallo del dispositivo, se genera por la señal DA006\_DV.DO\_1 ó
- Protecciones eléctricas activadas DA006\_74.

*Retroaviso de válvula abierta:* El retroaviso de válvula abierta está dado por un final de carrera de abierta en la válvula por medio de la señal ZSHDA006.

*Retroaviso de válvula cerrada:* El retroaviso de válvula cerrada está dado por el final de carrera de cerrada en la válvula por medio de la señal ZSLDA006.

### **3.2.11.8. Válvula Motorizada de Salida Lado Izquierdo del Condensador (DA004\_DV):**

El dispositivo lógico de control de la válvula motorizada de salida lado izquierdo del condensador, posee los siguientes condicionantes:

*Override de Parada:* La orden de parada automática está generada por las siguientes señales,

- Las protecciones eléctricas activadas DA004\_74 ó
- Accionamiento del límite de par abre DA004\_LPA, mientras la válvula está abriendo DA004\_DV.DO\_3 y la válvula no está cerrada ZSLDA004 ó
- Accionamiento del límite de par cierra DA004\_LPC, mientras la válvula está cerrando DA004\_DV.DO\_4 y la válvula no está abierta ZSHDA004 ó
- Alcanzar la posición de cebado de la válvula ZSMDA004.



*Señal de Apertura del equipo:* La orden de apertura del equipo es generada por una señal mantenida (hasta realimentación de abierta o par límite) denominada DA004\_RA0B.

*Señal de Cierre del equipo:* La orden de cierre del equipo es generada por una señal mantenida (hasta realimentación de abierta o par límite) denominada DA004\_RCOB.

*Señal de Fallo del dispositivo:* La señal de fallo del dispositivo se genera por la señal DA004\_DV.DO\_1

*Señal de Discrepancia / Falla eléctrica:* La señal de alarma DA004\_DVFL está generada por las siguientes señales,

- Fallo del dispositivo, se genera por la señal DA004\_DV.DO\_1 ó
- Protecciones eléctricas activadas DA004\_74.

*Retroaviso de válvula abierta:* El retroaviso de válvula abierta está dado por un final de carrera de abierta en la válvula por medio de la señal ZSHDA004.

*Retroaviso de válvula cerrada:* El retroaviso de válvula cerrada está dado por el final de carrera de cerrada en la válvula por medio de la señal ZSLDA004.

### **3.2.12. SISTEMA DE AGUA DE SERVICIOS (EA)**

El sistema de control distribuido controla tres dispositivos lógicos para este sistema, los cuales son los siguientes:

- Las bombas de agua de servicios EAP01A y EAP01B.
- La válvula de llenado del tanque elevado de agua de servicios EA170.

#### **3.2.12.1. Bomba de agua de servicios “A” (EAP01A\_DV):**

El dispositivo lógico de control de la bomba de agua de servicios “A” posee los siguientes condicionantes:

*Inhibición de Arranque:* La inhibición de arranque está presente si,

- Las protecciones eléctricas están activadas EAP01A\_86 ó

- Tenemos selección en local del selector local / remoto EAP01A\_SEL ó
- Existe muy bajo nivel del tanque enterrado de agua de servicios < 0,6 m, LSLLEA101

**Inhibición de Paro:** La inhibición de paro está generada por la siguiente señal,

- Selección en local del selector local / remoto EAP01A\_SEL

**Override de Arranque:** La orden de arranque automático se ejecutará por medio de las siguientes señales,

- No Protecciones eléctricas activadas EAP01A\_86 y
- No muy bajo nivel del tanque enterrado de agua de servicios < 0,6 m, LSLLEA101 y
- Orden de arranque del equipo de apoyo START\_EAP01A ó la orden de arranque local.

La orden de arranque local de la bomba se ejecuta a través del override de arranque, que se genera por las señales,

- Orden de arranque local EAP01A\_PM (presión del pulsador local de arranque) y
- El selector en local EAP01A\_SEL

**Override de Paro:** La orden de paro automático está generada por las siguientes señales,

- Señal de fallo de arranque de la bomba EAP01A\_DV.DO\_13 ó
- La orden de paro local.

La orden de paro local de la bomba se ejecuta a través del override de paro, que se genera por las señales,

- Orden de paro local EAP01A\_PP (presión del pulsador local de paro) y
- El selector en local EAP01A\_SEL

**Señal de Arranque del equipo:** La orden de arranque del equipo es generada por una señal de pulso de 4 segundos de duración y denominada EAP01A\_RCOB

**Señal de Paro del equipo:** La orden de paro del equipo es generada por una señal de pulso de 4 segundos de duración y denominada EAP01A\_RAOB, producida por las siguientes señales,

- Orden de paro salida del dispositivo lógico EAP01A\_DV.DO\_4 ó

- Muy bajo nivel del tanque enterrado de agua de servicios < 0,6 m, LSLLEA101

*Señal de Arranque del equipo de apoyo:* La orden de arranque del equipo de apoyo se genera por las siguientes señales,

- Subgrupo en servicio EAP01\_GR\_INS y la resultante de
- Fallo de arranque de la bomba EAP01A\_DV.DO\_13 ó
- Comando de paro EAP01A\_DV.DO\_6 y Muy bajo nivel del tanque enterrado < 0,6 m, LSLLEA101

*Retroaviso de bomba en marcha:* El retroaviso está dado por un contacto del interruptor de la bomba por medio de la señal EAP01A\_52C.

*Retroaviso de bomba parada:* El retroaviso está dado por un contacto del interruptor de la bomba por medio de la señal EAP01A\_52A.

### **3.2.12.2. Bomba de agua de servicios “B” (EAP01B\_DV):**

El dispositivo lógico de control de la bomba de agua de servicios “B” posee los siguientes condicionantes:

*Inhibición de Arranque:* La inhibición de arranque está presente si,

- Las protecciones eléctricas están activadas EAP01B\_86 ó
- Tenemos selección en local del selector local / remoto EAP01B\_SEL ó
- Existe muy bajo nivel del tanque enterrado de agua de servicios < 0,6 m, LSLLEA101

*Inhibición de Paro:* La inhibición de paro está generada por la siguiente señal,

- Selección en local del selector local / remoto EAP01B\_SEL

*Override de Arranque:* La orden de arranque automático se ejecutará por medio de las siguientes señales,

- No Protecciones eléctricas activadas EAP01B\_86 y
- No muy bajo nivel del tanque enterrado de agua de servicios < 0,6 m, LSLLEA101 y
- Orden de arranque del equipo de apoyo START\_EAP01B ó la orden de arranque local.

La orden de arranque local de la bomba se ejecuta a través del override de arranque, que se genera por las señales,

- Orden de arranque local EAP01B\_PM (presión del pulsador local de marcha) y
- El selector en local EAP01B\_SEL

**Override de Paro:** La orden de paro automático está generada por las siguientes señales,

- Señal de fallo de arranque de la bomba EAP01B\_DV.DO\_13 ó
- La orden de paro local.

La orden de paro local de la bomba se ejecuta a través del override de paro, que se genera por las señales,

- Orden de paro local EAP01B\_PP (presión del pulsador local de paro) y
- El selector en local EAP01B\_SEL

**Señal de Arranque del equipo:** La orden de arranque del equipo es generada por una señal de pulso de 4 segundos de duración y denominada EAP01B\_RCOB

**Señal de Paro del equipo:** La orden de paro del equipo es generada por una señal de pulso de 4 segundos de duración y denominada EAP01B\_RAOB, producida por las siguientes señales,

- Orden de paro salida del dispositivo lógico EAP01B\_DV.DO\_4 ó
- Muy bajo nivel del tanque enterrado de agua de servicios < 0,6 m, LSLLEA101

**Señal de Arranque del equipo de apoyo:** La orden de arranque del equipo de apoyo se genera por las siguientes señales,

- Subgrupo en servicio EAP01\_GR\_INS y la resultante de
- Fallo de arranque de la bomba EAP01B\_DV.DO\_13 ó
- Comando de paro EAP01B\_DV.DO\_6 y Muy bajo nivel del tanque enterrado < 0,6 m, LSLLEA101

**Retroaviso de bomba en marcha:** El retroaviso está dado por un contacto del interruptor de la bomba por medio de la señal EAP01B\_52C.

*Retroaviso de bomba parada:* El retroaviso está dado por un contacto del interruptor de la bomba por medio de la señal EAP01B\_52A.

### **3.2.12.3. Válvula de Llenado del Tanque Elevado de Agua de Servicios (EA170\_DV):**

El dispositivo lógico de control de la válvula de llenado del tanque elevado de agua de servicios posee los siguientes condicionantes:

*Override de Apertura:* La orden de apertura automática está generada por la siguiente señal,

- Bajo nivel de agua en el tanque elevado de agua de servicios < 1500 mm, LSLEA170

*Override de Cierre:* La orden de cierre automático está generada por la siguiente señal,

- Alto nivel de agua en el tanque elevado de agua de servicios > 1780 mm, LSHEA170

*Señal de Apertura/Cierre del equipo:* La orden de apertura/cierre del equipo es generada por una señal mantenida denominada EVEA170OB.

*Señal de Fallo del dispositivo:* La señal de fallo del dispositivo se genera por la señal EA170\_DV.DO\_13

*Retroaviso de válvula abierta:* El retroaviso de válvula abierta está dado por un final de carrera de abierta en la válvula por medio de la señal ZSHEA170.

*Retroaviso de válvula cerrada:* El retroaviso de válvula cerrada está dado por el final de carrera de cerrada en la válvula por medio de la señal ZSLEA170

### **3.2.13. SISTEMA DE AIRE COMPRIMIDO (KA)**

El sistema de control distribuido controla un dispositivo lógico para este sistema, el cual es el siguiente:

- La válvula de comunicación de los tanques de aire de instrumentos y aire de servicios KA125.

### **3.2.13.1. Válvula de Comunicación de los tanques de aire de instrumentos y de servicios (KA125\_DV):**

El dispositivo lógico de control de la válvula de comunicación de los tanques de aire de instrumentos y de aire de servicios, posee los siguientes condicionantes:

*Override de Apertura:* La orden de apertura automática está generada por la señal, baja presión de aire de instrumentos < 4,5 bar, PTKX125.ALARM\_LO.

*Override de Cierre:* La orden de cierre automático está generada por la señal, alta presión de aire de instrumentos > 6 bar, PTKX125.ALARM\_HI.

*Señal de Apertura/Cierre del equipo:* La orden de apertura y cierre del equipo es generada por una señal mantenida denominada EVKA125OB.

*Señal de Fallo del dispositivo:* La señal de fallo del dispositivo se genera por la siguiente señal KA125\_DV.DO\_13

*Retroaviso de válvula abierta:* El retroaviso de válvula abierta está dado por un final de carrera de abierta en la válvula por medio de la señal ZSHKA125.

*Retroaviso de válvula cerrada:* El retroaviso de válvula cerrada está dado por el final de carrera de cerrada en la válvula por medio de la señal ZSLKA125.

### **3.2.14. SISTEMA DE VAPOR AUXILIAR (KE)**

El sistema de control distribuido controla cinco dispositivos lógicos para este sistema, que son los siguientes:

- La válvula de vapor auxiliar al eyector de arranque KE021.
- Las válvulas de vapor auxiliar a los eyectores de servicio "A" y "B", KE022 y KE023.
- La válvula de línea de calentamiento de fondo de desgasificador KE010.
- La válvula mantenedora de presión del desgasificador KE013.

### **3.2.14.1. Válvula Motorizada de Vapor Auxiliar al Eyector de Arranque (KE021\_DV):**

El dispositivo lógico de control de la válvula motorizada de vapor auxiliar al eyector de arranque, posee los siguientes condicionantes:

*Override de Parada:* La orden de parada automática está generada por las siguientes señales,

- Las protecciones eléctricas activadas KE021\_74 ó
- Accionamiento del límite de par abre KE021\_LPA, mientras la válvula está abriendo KE021\_DV.DO\_3 y la válvula no está cerrada ZSLKE021 ó
- Accionamiento del límite de par cierra KE021\_LPC, mientras la válvula está cerrando KE021\_DV.DO\_4 y la válvula no está abierta ZSHKE021.

*Señal de Apertura del equipo:* La orden de apertura del equipo es generada por una señal mantenida (hasta realimentación de abierta o par límite) denominada KE021\_RA0B.

*Señal de Cierre del equipo:* La orden de cierre del equipo es generada una señal mantenida (hasta realimentación de abierta o par límite) denominada KE021\_RCOB.

*Señal de Fallo del dispositivo:* La señal de fallo del dispositivo se genera por la señal KE021\_DV.DO\_1

*Señal de Discrepancia / Falla eléctrica:* La señal de alarma KE021\_DVFL está generada por las siguientes señales,

- Fallo del dispositivo se genera por la siguiente señal KE021\_DV.DO\_1 ó
- Protecciones eléctricas activadas KE021\_74.

*Retroaviso de válvula abierta:* El retroaviso de válvula abierta está dado por un final de carrera de abierta en la válvula por medio de la señal ZSHKE021.

*Retroaviso de válvula cerrada:* El retroaviso de válvula cerrada está dado por el final de carrera de cerrada en la válvula por medio de la señal ZSLKE021.

### 3.2.14.2. Válvula Motorizada de Vapor Auxiliar al Eyectador de Servicio “A” (KE022\_DV):

El dispositivo lógico de control de la válvula motorizada de vapor auxiliar al eyector de servicio “A”, posee los siguientes condicionantes:

*Override de Parada:* La orden de parada automática está generada por las siguientes señales,

- Las protecciones eléctricas activadas KE022\_74 ó
- Accionamiento del límite de par abre KE022\_LPA, mientras la válvula está abriendo KE022\_DV.DO\_3 y la válvula no está cerrada ZSLKE022 ó
- Accionamiento del límite de par cierra KE022\_LPC, mientras la válvula está cerrando KE022\_DV.DO\_4 y la válvula no está abierta ZSHKE022.

*Señal de Apertura del equipo:* La orden de apertura del equipo es generada por una señal mantenida (hasta realimentación de abierta o par límite) denominada KE022\_RA0B.

*Señal de Cierre del equipo:* La orden de cierre del equipo es generada una señal mantenida (hasta realimentación de abierta o par límite) denominada KE022\_RCOB.

*Señal de Fallo del dispositivo:* La señal de fallo del dispositivo se genera por la señal KE022\_DV.DO\_1

*Señal de Discrepancia / Falla eléctrica:* La señal de alarma KE022\_DVFL está generada por las siguientes señales,

- Fallo del dispositivo se genera por la siguiente señal KE022\_DV.DO\_1 ó
- Protecciones eléctricas activadas KE022\_74.

*Retroaviso de válvula abierta:* El retroaviso de válvula abierta está dado por un final de carrera de abierta en la válvula por medio de la señal ZSHKE022.

*Retroaviso de válvula cerrada:* El retroaviso de válvula cerrada está dado por el final de carrera de cerrada en la válvula por medio de la señal ZSLKE022.



### 3.2.14.3. Válvula Motorizada de Vapor Auxiliar al Eyector de Servicio “B” (KE023\_DV):

El dispositivo lógico de control de la válvula motorizada de vapor auxiliar al eyector de servicio “B”, posee los siguientes condicionantes:

*Override de Parada:* La orden de parada automática está generada por las siguientes señales,

- Las protecciones eléctricas activadas KE023\_74 ó
- Accionamiento del límite de par abre KE023\_LPA, mientras la válvula está abriendo KE023\_DV.DO\_3 y la válvula no está cerrada ZSLKE023 ó
- Accionamiento del límite de par cierra KE023\_LPC, mientras la válvula está cerrando KE023\_DV.DO\_4 y la válvula no está abierta ZSHKE023.

*Señal de Apertura del equipo:* La orden de apertura del equipo es generada por una señal mantenida (hasta realimentación de abierta o par límite) denominada KE023\_RA0B.

*Señal de Cierre del equipo:* La orden de cierre del equipo es generada una señal mantenida (hasta realimentación de abierta o par límite) denominada KE023\_RCOB.

*Señal de Fallo del dispositivo:* La señal de fallo del dispositivo se genera por la señal KE023\_DV.DO\_1

*Señal de Discrepancia / Falla eléctrica:* La señal de alarma KE023\_DVFL está generada por las siguientes señales,

- Fallo del dispositivo se genera por la siguiente señal KE023\_DV.DO\_1 ó
- Protecciones eléctricas activadas KE023\_74.

*Retroaviso de válvula abierta:* El retroaviso de válvula abierta está dado por un final de carrera de abierta en la válvula por medio de la señal ZSHKE023.

*Retroaviso de válvula cerrada:* El retroaviso de válvula cerrada está dado por el final de carrera de cerrada en la válvula por medio de la señal ZSLKE023.

#### **3.2.14.4. Válvula Motorizada de Línea de Calentamiento de Fondo Desgasificador (KE010\_DV):**

El dispositivo lógico de control de la válvula motorizada de vapor auxiliar de línea de calentamiento de fondo de desgasificador, posee los siguientes condicionantes:

*Override de Parada:* La orden de parada automática está generada por las siguientes señales,

- Las protecciones eléctricas activadas KE010\_74 ó
- Accionamiento del límite de par abre KE010\_LPA, mientras la válvula está abriendo KE010\_DV.DO\_3 y la válvula no está cerrada ZSLKE010 ó
- Accionamiento del límite de par cierra KE010\_LPC, mientras la válvula está cerrando KE010\_DV.DO\_4 y la válvula no está abierta ZSHKE010.

*Override de Cierre:* La orden de cierre automático está generada por las siguientes señales,

- Alto nivel del desgasificador > 2570 mm, LTAH151\_AR.ALARM\_HI ó
- Presión del desgasificador mayor que 8.4 bar, PTAH130JMP. ALARM\_HI ó
- La bomba de agua de alimentación “A” está en funcionamiento, AHP01A\_52C ó
- La bomba de agua de alimentación “B” está en funcionamiento, AHP01B\_52C.

*Señal de Apertura del equipo:* La orden de apertura del equipo es generada por una señal mantenida (hasta realimentación de abierta o par límite) denominada KE010\_RA0B.

*Señal de Cierre del equipo:* La orden de cierre del equipo es generada una señal mantenida (hasta realimentación de abierta o par límite) denominada KE010\_RCOB.

*Señal de Fallo del dispositivo:* La señal de fallo del dispositivo se genera por la señal KE010\_DV.DO\_1

*Señal de Discrepancia / Falla eléctrica:* La señal de alarma KE010\_DVFL está generada por las siguientes señales,

- Fallo del dispositivo se genera por la siguiente señal KE010\_DV.DO\_1 ó
- Protecciones eléctricas activadas KE010\_74.

**Retroaviso de válvula abierta:** El retroaviso de válvula abierta está dado por un final de carrera de abierta en la válvula por medio de la señal ZSHKE010.

**Retroaviso de válvula cerrada:** El retroaviso de válvula cerrada está dado por el final de carrera de cerrada en la válvula por medio de la señal ZSLKE010.

#### **3.2.14.5. Válvula Motorizada Mantenedora de Presión de Desgasificador (KE013\_DV):**

El dispositivo lógico de control de la válvula motorizada de vapor auxiliar mantenedora de presión de desgasificador, posee los siguientes condicionantes:

**Override de Parada:** La orden de parada automática está generada por las siguientes señales,

- Las protecciones eléctricas activadas KE013\_74 ó
- Accionamiento del límite de par abre KE013\_LPA, mientras la válvula está abriendo KE013\_DV.DO\_3 y la válvula no está cerrada ZSLKE013 ó
- Accionamiento del límite de par cierra KE013\_LPC, mientras la válvula está cerrando KE013\_DV.DO\_4 y la válvula no está abierta ZSHKE013.

**Override de Cierre:** La orden de cierre automático está generada por las siguientes señales,

- Alto nivel del desgasificador > 2570 mm, LTAH151\_AR.ALARM\_HI ó
- Presión del desgasificador mayor que 8.4 bar, PTAH130JMP.ALARM\_HI.

**Señal de Apertura del equipo:** La orden de apertura del equipo es generada por una señal mantenida (hasta realimentación de abierta o par límite) denominada KE013\_RA0B.

**Señal de Cierre del equipo:** La orden de cierre del equipo es generada una señal mantenida (hasta realimentación de abierta o par límite) denominada KE013\_RCOB.

**Señal de Fallo del dispositivo:** La señal de fallo del dispositivo se genera por la señal KE013\_DV.DO\_1

**Señal de Discrepancia / Falla eléctrica:** La señal de alarma KE013\_DVFL está generada por las siguientes señales,

- Fallo del dispositivo se genera por la siguiente señal KE013\_DV.DO\_1 ó
- Protecciones eléctricas activadas KE013\_74.

***Retroaviso de válvula abierta:*** El retroaviso de válvula abierta está dado por un final de carrera de abierta en la válvula por medio de la señal ZSHKE013.

***Retroaviso de válvula cerrada:*** El retroaviso de válvula cerrada está dado por el final de carrera de cerrada en la válvula por medio de la señal ZSLKE013.

### **3.3. DESCRIPCION DE LOS LAZOS DE CONTROL EN EL SISTEMA DE CONTROL DISTRIBUIDO.**

A continuación se describe la operación de todos los lazos programados en el sistema de control distribuido y también ciertos algoritmos necesarios que fueron utilizados para cumplir con las labores de control según se muestra en la figura 3.5.

#### **3.3.1. Cálculo de la demanda energética de caldera (NRG\_DMD)**

Este es un algoritmo que permite al sistema de control distribuido tener una imagen del movimiento efectivo de las válvulas de admisión de turbina. El cálculo de la demanda energética se lo realiza a partir de la presión de ingreso a la turbina de alta presión y la presión en la primera rueda (también denominada presión en Rueda Curtis), dando como resultado de este cálculo megavatios térmicos (en porcentaje), ésta demanda energética pasa a ser la demanda de energía a la caldera BLR\_DMD.

La demanda energética se definirá utilizando los parámetros mencionados anteriormente como:

$$\text{Demanda Energética} = (P_1 / P_T * P_{TSP}) + (e * de / dt)$$

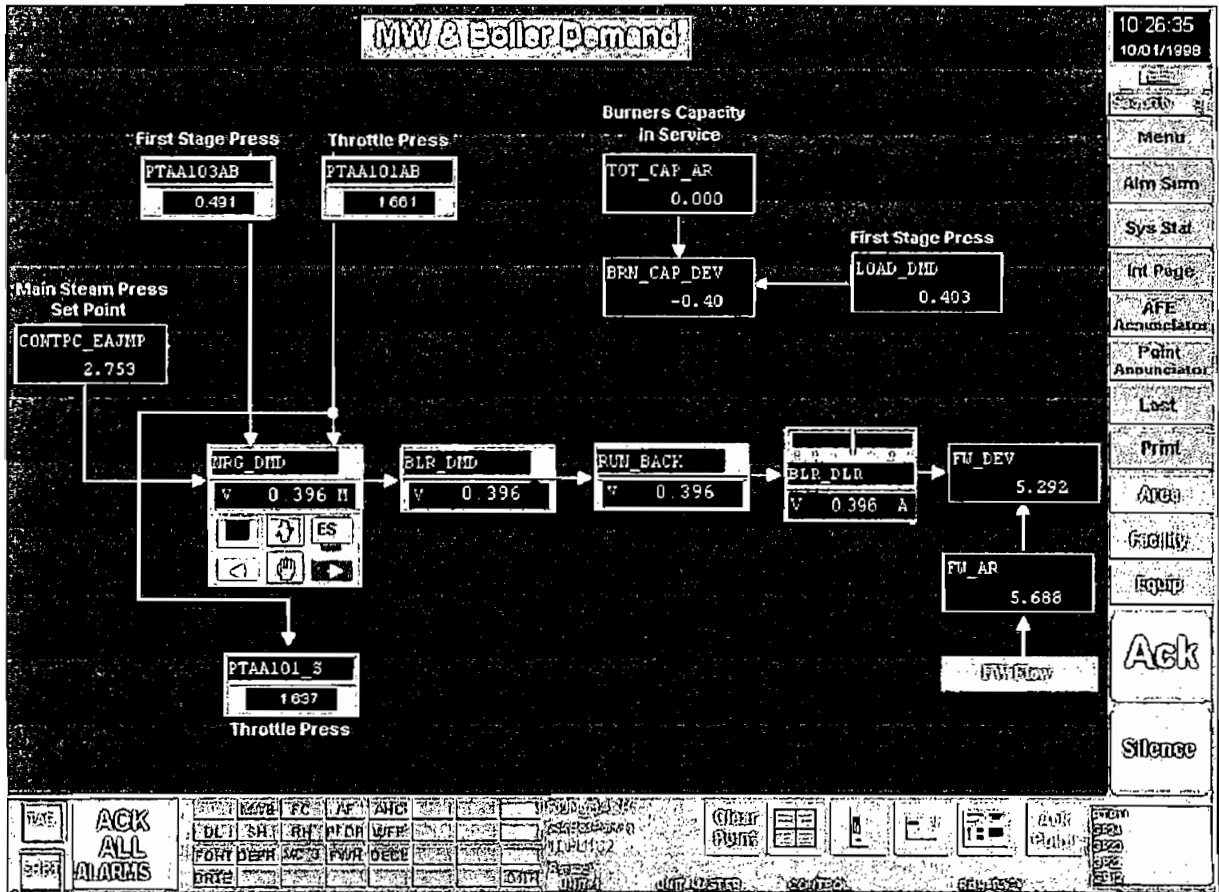
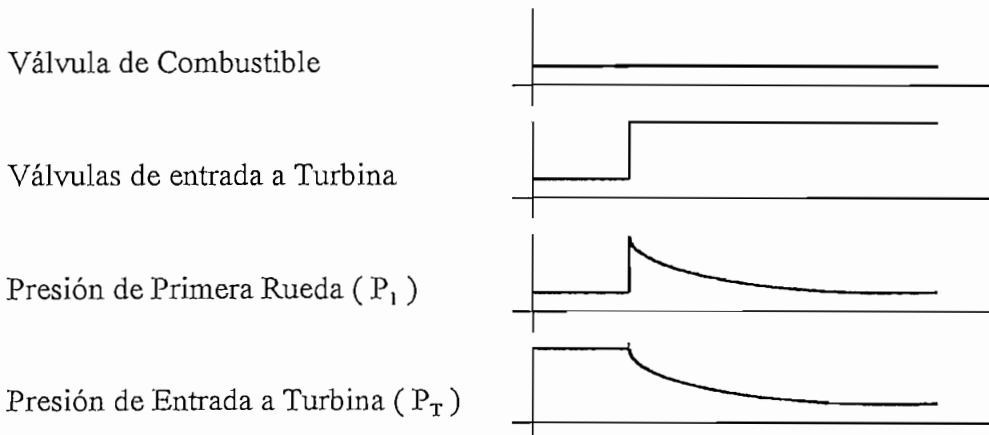


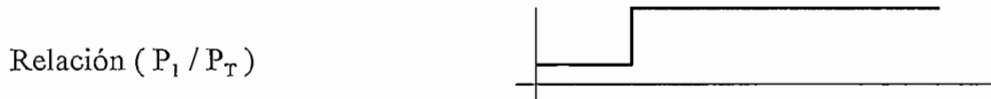
Figura 3.5

Algoritmo de cálculo de la demanda energética de caldera

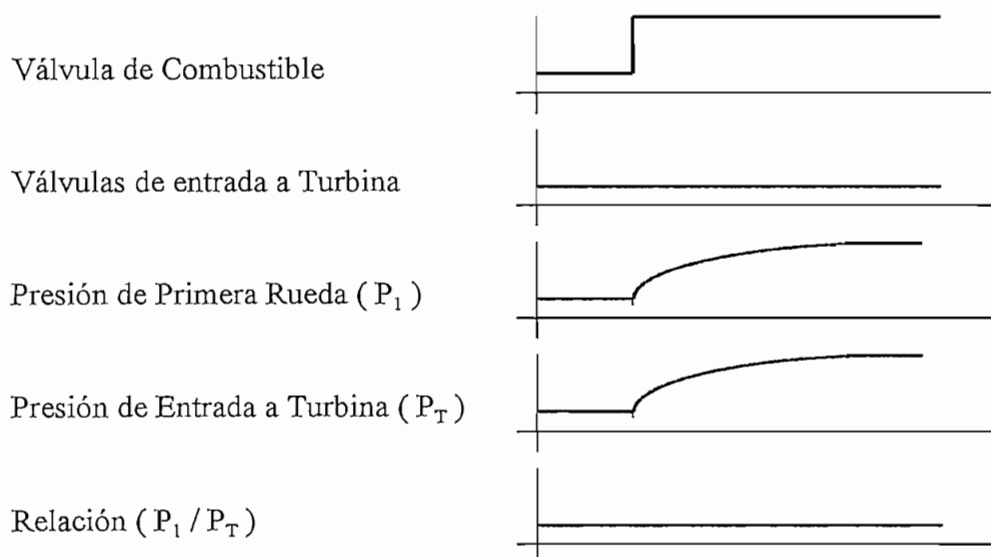
Por medio de los siguientes diagramas se mostrará que la relación  $P_1/P_T$  es una buena representación del movimiento de las válvulas de turbina, para lo cual se analiza los dos casos, movimiento de las válvulas de turbina o movimiento de la válvula de combustible.

1. Movimiento de las válvulas de turbina y la de combustible estable:





2. Movimiento de la válvula de combustible y las válvulas de turbina estables:



Como se puede observar la relación ( $P_1 / P_T$ ) es una buena representación del movimiento de las válvulas de admisión de turbina y si se la multiplica por el punto de consigna de la presión de ingreso a turbina se tiene la cantidad de energía requerida.

### 3.3.2. Algoritmo de Disminución de Potencia (RUNBACK)

Este es un algoritmo que permite al sistema de control distribuido bajar la potencia generada por la unidad debido a la pérdida de equipos importantes en el ciclo térmico, se han programado solo dos causas para que se ejecute una rutina de disminución de potencia y estas son:

- a) Pérdida de uno de los ventiladores de tiro forzado, la carga bajará al 40% de la potencia máxima, aproximadamente a 53 MW.
- b) Pérdida de una bomba de agua de circulación, la carga bajará al 50% de la potencia máxima, aproximadamente a 66 MW.

### **3.3.3. Algoritmo de Limitación y Regulación de la Demanda (BLR\_DLR)**

Este es un algoritmo que permite al sistema de control distribuido subir o bajar la potencia generada por la unidad debido a una muy alta desviación en uno de los siguientes parámetros:

- a) Muy alta desviación en combustible.
- b) Muy alta desviación en agua de alimentación.
- c) Muy alta desviación en aire.

Para que estos movimientos de la carga se puedan realizar, la unidad debe pasar de su modo de operación normal que es caldera sigue a turbina y pasar al modo turbina sigue a caldera.

### **3.3.4. Lazo de control de la válvula de caudal de fuel-oil (FU\_PID)**

En este lazo de control la variable de control es el calor liberado HT\_RLS, el cual es un cálculo realizado a partir de la presión en el calderín y la presión en la primera rueda de turbina, a este cálculo del calor liberado se lo compara con el valor de la demanda de caldera, el resultado de ésta comparación ingresa al lazo de control PID que actúa sobre la válvula de caudal de fuel-oil BL510 (figura 3.6), que actúa de la siguiente manera:

- si se requiere aumentar el caudal de fuel-oil a la caldera, se debe abrir la válvula de caudal de fuel-oil.
- si se requiere disminuir el caudal de fuel-oil a la caldera, se debe cerrar la válvula de caudal de fuel-oil.

Al cálculo del calor liberado (ver algoritmo de cálculo a continuación) se lo compara con la medida de flujo de diesel más el flujo de fuel-oil de ingreso menos el flujo de retorno y esta diferencia proporciona señales que habilitan o inhabilitan el lazo de control de combustión. A plena carga la apertura de la válvula de caudal de fuel-oil es del 60%

### **3.3.5. Algoritmo de Cálculo de Calor Liberado (HT\_RLS)**

Este es un algoritmo que permite al sistema de control distribuido calcular la cantidad de combustible requerida para proporcionar la energía necesaria para la turbina y mantener estables las condiciones de operación ante variaciones de carga de la unidad (figura 3.6).

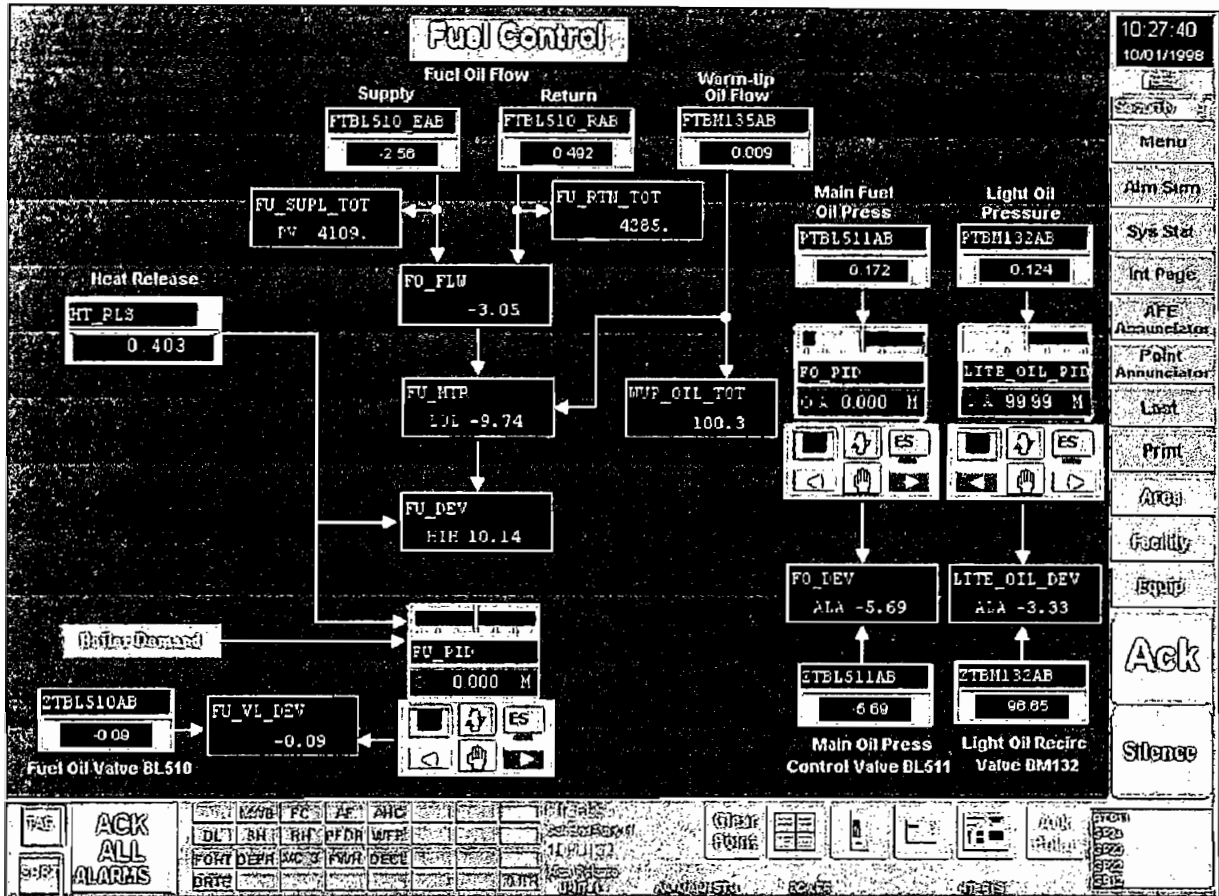


Figura 3.6

Lazos de control de caudal de Fuel-Oil, Presión de Fuel-Oil y Presión de Diesel-Oil.

El calor liberado se lo define por medio de la siguiente expresión:

$$\text{Calor Liberado} = P_1 + dP_D / dt$$

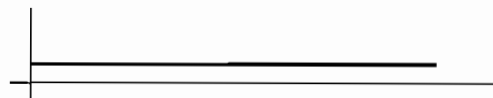
Donde,  $P_1$  es la presión de primera rueda de turbina de alta presión

$P_D$  es la presión en el calderín.

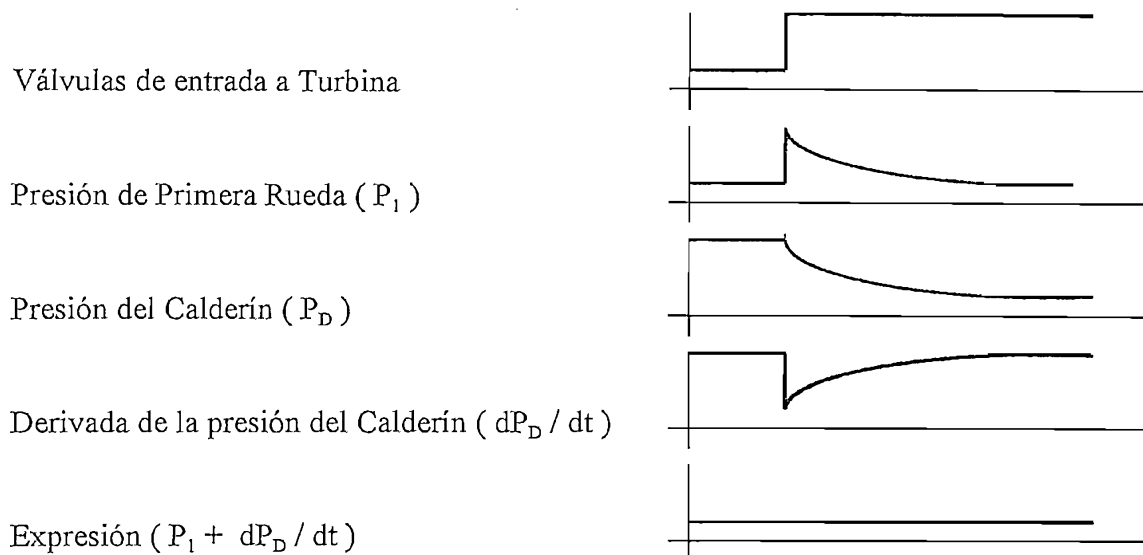
Por medio de los siguientes diagramas se mostrará que la expresión  $P_1 + dP_D / dt$  es una buena representación del movimiento de la válvula de combustible, para lo cual se analiza los dos casos; movimiento de las válvulas de turbina o movimiento de la válvula de combustible.

1. Movimiento de las válvulas de turbina y la de combustible estable:

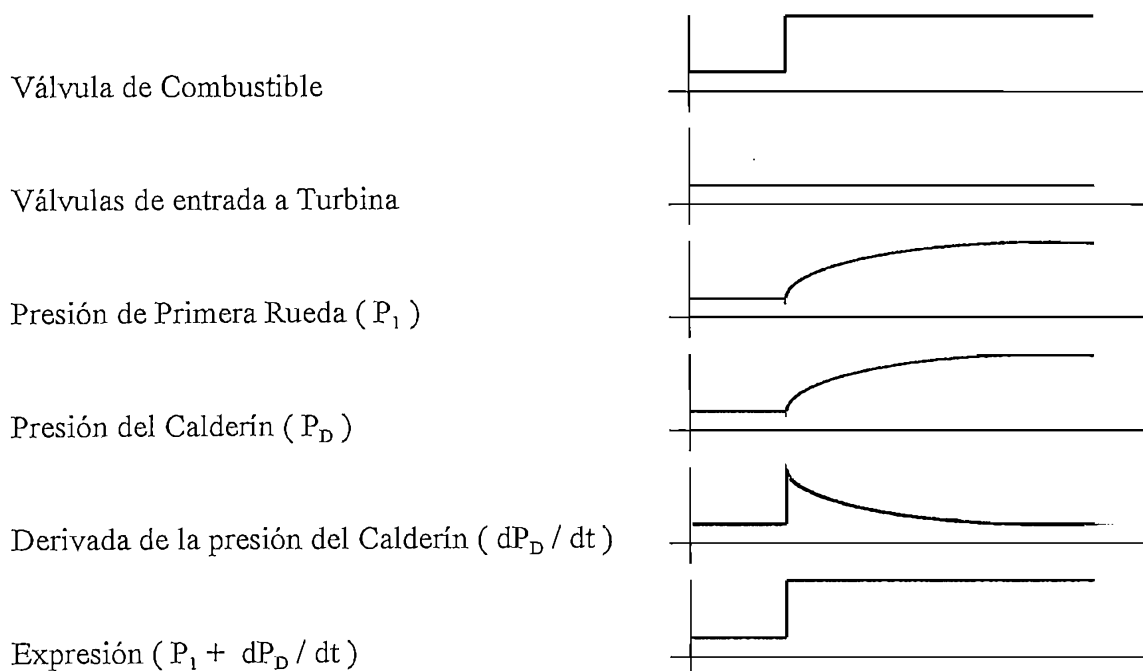
Válvula de Combustible







2. Movimiento de la válvula de combustible y las válvulas de turbina estables:



Como se puede observar la relación ( $P_1 + dP_D/dt$ ) es una buena representación del movimiento de la válvula de combustible.

A este algoritmo de control de caudal de Fuel-Oil, teniendo como variable de proceso al calor liberado y como punto de consigna a la demanda energética, se lo conoce como Balance Directo de Energía (DEB).

### **3.3.6. Lazo de control de presión de Fuel Oil a quemadores (FO\_PID)**

Este lazo tiene como variable de control a la presión de fuel-oil a quemadores a la descarga de las bombas de fuel-oil PTBL511 y el lazo PID actúa sobre la válvula de control de presión de fuel-oil a los quemadores BL511 (figura 3.6), de la siguiente manera:

- si se requiere cerrar la presión de fuel-oil a los quemadores, se debe cerrar la válvula.
- si se requiere subir la presión de fuel-oil a los quemadores, se debe abrir la válvula.

El punto de consigna para este lazo se pondrá de acuerdo a la carga entregada por el grupo y requerida esencialmente en los arranques, con cargas mayores al 15%, el uso de este lazo es innecesario ya que se utiliza la válvula de flujo de fuel, el uso de ambos lazos simultáneamente es perjudicial para el control de combustión de la caldera. A plena carga la presión en quemadores será de 10.0 bar con 8 quemadores o de 12.0 bar con 7 quemadores y el punto estable de operación será con la válvula cerrada en su totalidad.

### **3.3.7. Lazo de control de presión de Diesel Oil a ignitores (LITE\_OIL\_PID)**

Este lazo tiene como variable de control a la presión de descarga de las bombas de diesel-oil a ignitores PTBM132 y el lazo PID actúa sobre la válvula de recirculación de diesel-oil al tanque de almacenamiento BM132 (figura 3.6), de la siguiente manera:

- si se requiere subir la presión de diesel a los ignitores, se debe cerrar la válvula de recirculación.
- si se requiere bajar la presión de diesel a los ignitores, se debe abrir la válvula de recirculación.

El punto de consigna para este lazo se pondrá en 6.3 bar, la apertura de la válvula de recirculación dependerá de la cantidad de ignitores que estén encendidos al mismo tiempo.

### 3.3.8. Lazo de control de presión de vapor de atomización a quemadores (ATOM\_STM\_PID)

Este lazo tiene como variable de control a la presión diferencial entre la presión de fuel-oil a quemadores y el vapor de atomización a quemadores transmitida por el instrumento PDTKE501A, proveniente del sistema de vapor auxiliar tomado del calderín o proveniente de la caldera auxiliar (en arranques en frío), el lazo PID actúa sobre la válvula de control de presión de vapor de atomización a los quemadores KE501 (figura 3.7), como sigue:

- si se requiere subir la presión de vapor de atomización a los ignitores, se debe abrir la válvula.
- si se requiere bajar la presión de vapor de atomización a los ignitores, se debe cerrar la válvula.

El punto de consigna para este lazo se pondrá en 20.0 PSI, a plena carga la válvula tiene el punto estable de operación con una apertura del 70%.

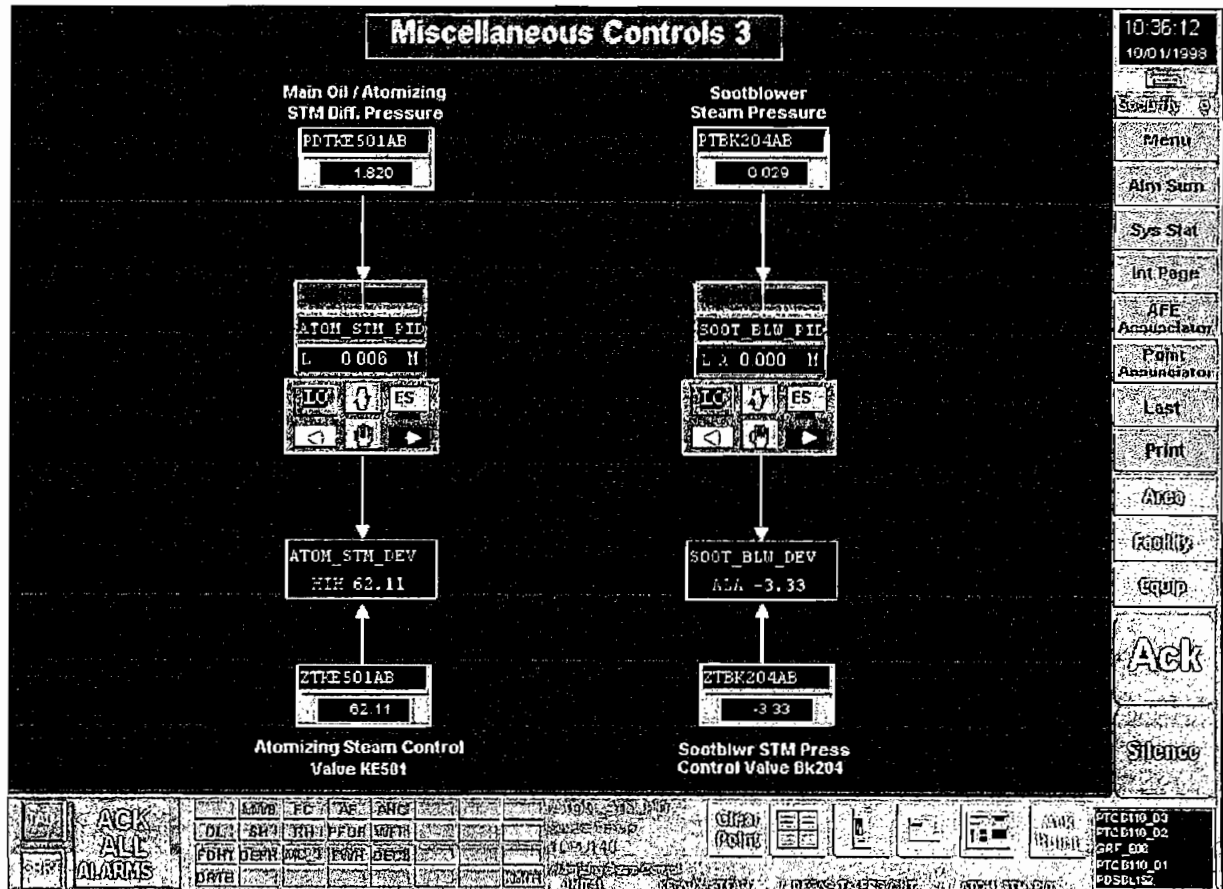


Figura 3.7

Lazos de control de presión diferencial de vapor de atomización y vapor a sopladores.

### **3.3.9. Lazo de control de presión a sopladores de caldera (SOOT\_B LW\_PID)**

Este lazo tiene como variable de control la presión de vapor transmitida por el instrumento PTBK204 que se inyectará a los sopladores de caldera, el lazo PID actúa sobre la válvula de admisión de vapor proveniente del calderín a los sopladores BK204 y que opera cuando el control con PLC de los sopladores proporciona la señal de operación del lazo que actúa directamente sobre la válvula (figura 3.7), el lazo funciona de la siguiente manera:

- si se requiere subir la presión de vapor, se abre la válvula de admisión de vapor a sopladores.
- si se requiere bajar la presión de vapor, se cierra la válvula de admisión de vapor a sopladores.

El punto de consigna para este lazo se pondrá en 35 °Kg/cm<sup>2</sup>. En condiciones de plena carga, ésta válvula opera de manera estable, con aproximadamente un 30% de apertura.

### **3.3.10. Lazo de control de presión de aire de atomización a ignitores (ATOM\_AIR\_PID)**

Este lazo tiene como variable de control a la presión de aire de atomización a ignitores transmitida por el instrumento PTKA531, proveniente de los compresores de aire de servicios generales y el lazo PID actúa sobre la válvula de control de presión de aire a los ignitores KA531 (figura 3.8), de la siguiente manera:

- si se requiere subir la presión de aire de atomización a los ignitores, se debe abrir la válvula.
- si se requiere bajar la presión de aire de atomización a los ignitores, se debe cerrar la válvula.

El punto de consigna para este lazo se pondrá en 6.0 bar, la apertura de la válvula de recirculación dependerá de la cantidad de ignitores que estén encendidos al mismo tiempo.

### **3.3.11. Lazo de control de nivel del tanque de purga continua (PURGE\_TK\_PID)**

Este lazo tiene como variable de control el nivel de condensado en el tanque transmitido por el instrumento LTBC001, el lazo PID actúa sobre la válvula de drenaje al tanque de purga intermitente BC001 (figura 3.8), el lazo funciona de la siguiente manera:

- si se requiere subir el nivel del tanque de purga continua, se cierra la válvula de drenaje al tanque de purga intermitente.
- si se requiere bajar el nivel del tanque de purga continua, se abre la válvula de drenaje al tanque de purga intermitente.

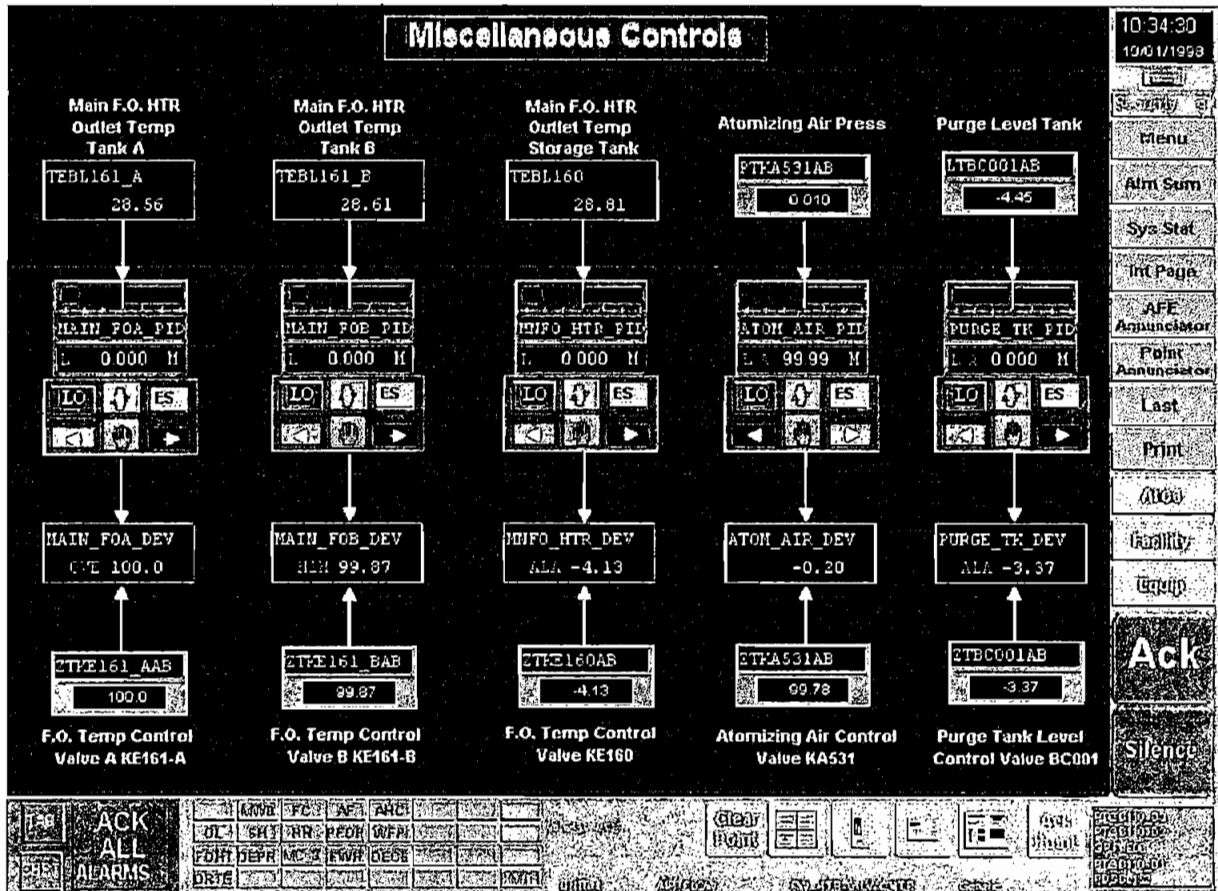


Figura 3.8

Lazos de control de aire de atomización, calentadores de Fuel-Oil a la salida de los tanques principal y diarios y de nivel del tanque de purga continua.

### 3.3.12. Lazo de control de temperatura de fuel-oil a la salida del tanque principal (MNFO\_HTR\_PID)

Este lazo tiene como variable de control la temperatura de fuel-oil que se trasiega a los tanques diarios medido por la termocupla TEBL160, el lazo PID actúa sobre la válvula de vapor de calentamiento KE160 (figura 3.8), el lazo funciona de la siguiente manera:

- si se requiere subir la temperatura de fuel-oil, se abre la válvula de alimentación de vapor.

- si se requiere bajar la temperatura de fuel-oil, se cierra la válvula de alimentación de vapor.

En caso de que se tenga señal de muy bajo nivel del tanque de almacenamiento de fuel-oil, una señal de cierre forzado se aplicará a la válvula de alimentación de vapor.

### **3.3.13. Lazo de control de temperatura de fuel-oil a la salida del tanque diario A (MAIN\_FOA\_PID)**

Este lazo tiene como variable de control la temperatura de fuel-oil que se bombea al equipo de preparación de fuel y a los quemadores de caldera medido por la termocupla TEBL161\_A, el lazo PID actúa sobre la válvula de vapor de calentamiento KE161\_A (figura 3.8), el lazo funciona de la siguiente manera:

- si se requiere subir la temperatura de fuel-oil, se abre la válvula de alimentación de vapor.
- si se requiere bajar la temperatura de fuel-oil, se cierra la válvula de alimentación de vapor.

En caso de que se tenga señal de muy bajo nivel del tanque de diario de fuel-oil “A”, una señal de cierre forzado se aplicará a la válvula de alimentación de vapor.

### **3.3.14. Lazo de control de temperatura de fuel-oil a la salida del tanque diario B (MAIN\_FOB\_PID)**

Este lazo tiene como variable de control la temperatura de fuel-oil que se bombea al equipo de preparación de fuel y a los quemadores de caldera medido por la termocupla TEBL161\_B, el lazo PID actúa sobre la válvula de vapor de calentamiento KE161\_B (figura 3.8), el lazo funciona de la siguiente manera:

- si se requiere subir la temperatura de fuel-oil, se abre la válvula de alimentación de vapor.
- si se requiere bajar la temperatura de fuel-oil, se cierra la válvula de alimentación de vapor.

En caso de que se tenga señal de muy bajo nivel del tanque de diario de fuel-oil “B”, una señal de cierre forzado se aplicará a la válvula de alimentación de vapor.

### 3.3.15. Lazo de control de caudal de aire para combustión a la caldera (AF\_PID)

Este lazo tiene como variable de control la medida de flujo de aire que ingresa a la caldera compensado AF\_PV, por su temperatura AT (que es el promedio de dos mediciones de temperatura TEBD309\_A y TEBD309\_B a la salida del calentador de aire regenerativo), a partir de tres mediciones de caudal de aire sin compensar FTBD301\_A, FTBD301\_B y FTBD301\_C, el lazo PID actúa sobre las compuertas de aspiración de los ventiladores de tiro forzado BD301\_1 para el VTF1 y BD301\_2 para el VTF2 (figura 3.9), el lazo funciona de la siguiente manera:

- si se requiere subir el caudal de aire a la caldera, se abre la compuerta de aspiración de los ventiladores de tiro forzado.
- si se requiere bajar el caudal de aire a la caldera, se cierra la compuerta de aspiración de los ventiladores de tiro forzado.

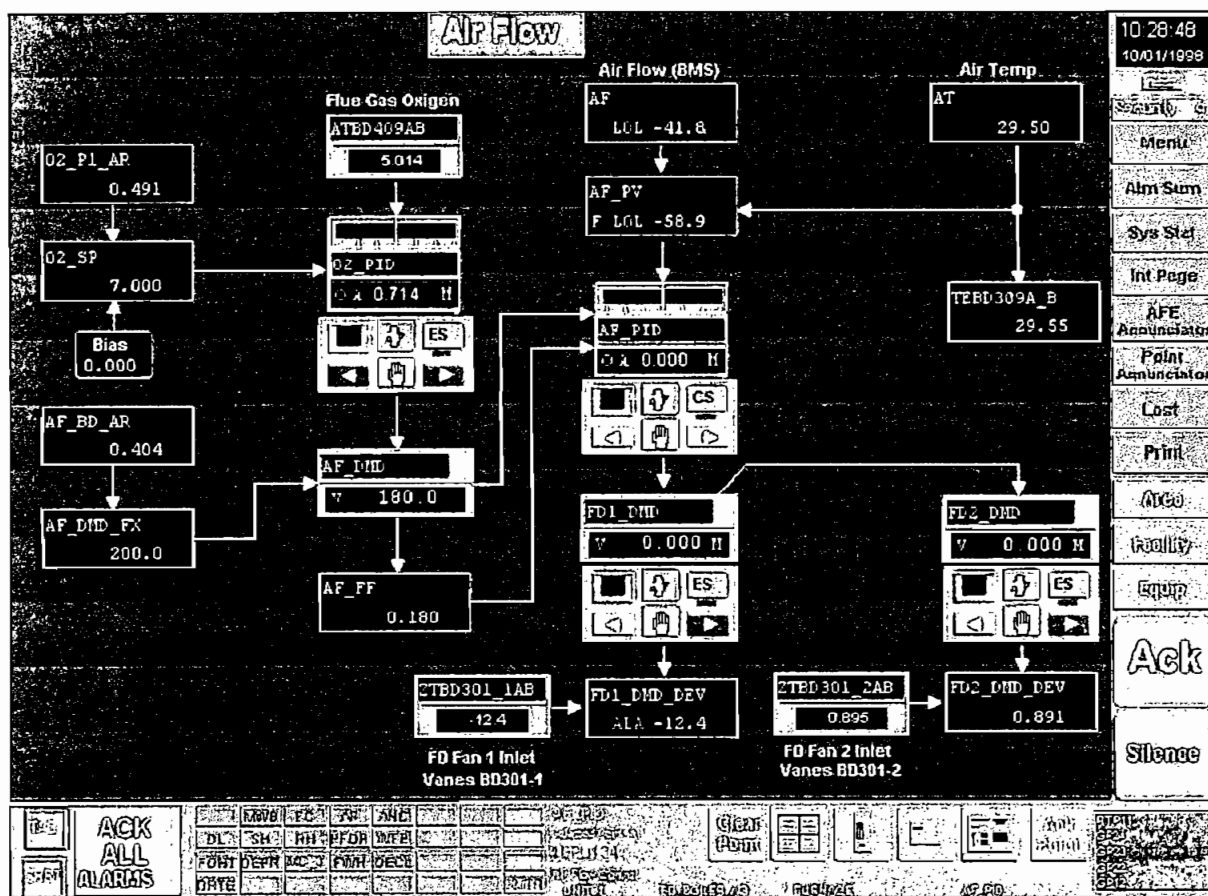


Figura 3.9

Lazo de control de aire de combustión y exceso de oxígeno.

Para que este lazo pueda entrar en automático se requiere que la caldera no esté disparada y que se tenga medida del flujo de aire por lo menos con dos de los tres transmisores no compensados, tener medida de la temperatura de aire de ingreso a la caldera y tener medida del flujo de combustible a la caldera.

Este lazo es una de las dos partes constitutivas del control de combustión.

El punto de consigna para este lazo es calculado automáticamente por el sistema de control distribuido a partir de los datos de flujo de aire y de la temperatura del aire, la cual es comparada con la demanda de caldera calculada a partir de la demanda energética y teniendo en cuenta el porcentaje de oxígeno contenida en los gases de salida posterior a la combustión.

Las compuertas de aspiración poseen varias condiciones operativas que son muy importantes de mencionar, si se dispara la caldera y los ventiladores de tiro forzado continúan funcionando, las compuertas de aspiración son forzadas a moverse a la posición de purga que es una apertura del 30% por un período de 5 minutos.

Si la caldera se dispara y los ventiladores de tiro forzado no continúan en marcha, las compuertas reciben una orden que las fuerza a abrir completamente al 100% para mantener lo que se denomina como “tiro natural” por un período de 15 minutos

Si uno de los ventiladores se encuentra parado y el otro se pone en marcha, la compuerta de aspiración del ventilador que se encuentra parado recibe una orden de cierre forzado.

Este lazo actúa sobre las compuertas de dos ventiladores de tiro forzado, para lo cual se utiliza un algoritmo de participación, mientras funciona uno de los ventiladores, el lazo actúa totalmente sobre la compuerta del ventilador en marcha, pero si están ambos ventiladores en servicio, el lazo actúa sobre las compuertas de ambos ventiladores en igual proporción, a un 50% cada uno de la acción del lazo.

### **3.3.16. Lazo de control de exceso de oxígeno a la salida de combustión de la caldera (O<sub>2</sub>\_PID)**

Este lazo tiene como variable de control la medida de oxígeno a la salida de combustión de la caldera ATBD409 y tiene como objetivo el producir una buena combustión, es decir gases a



la salida de la caldera en la chimenea totalmente imperceptibles, a modo explicativo se puede mencionar que si el exceso de oxígeno es demasiado, los gases se tornan de color blanco o gris muy claro, en cambio si no es suficiente el exceso de oxígeno los gases se tornan de color negro.

Este lazo de exceso de oxígeno actúa sobre la demanda de aire de combustión AF\_DMD, demandando una mayor o menor cantidad de aire que pasa a ser el punto de consigna para el lazo de aire de combustión (figura 3.9).

- si se requiere subir el exceso de oxígeno a la salida de la caldera, se incrementa la demanda de aire, lo que se apreciará cuando se abran las compuertas de aspiración de los ventiladores de tiro forzado.

- si se requiere bajar el exceso de oxígeno a la salida de la caldera, se disminuye la demanda de aire, lo que se apreciará cuando se cierren las compuertas de aspiración de los ventiladores de tiro forzado.

### **3.3.17. Lazo de control de nivel del calderín**

Este lazo tiene como variable de control el nivel de agua de alimentación que es impulsada al interior del calderín, el lazo PID actúa sobre dos válvulas, ambas operando en diferentes rangos de carga de la central, la primera es la válvula para bajas cargas AH106\_B, cargas menores al 40% de la potencia nominal del grupo y la segunda es la válvula para altas cargas AH106\_A, cargas mayores al 40% de la potencia nominal del grupo, para este lazo tenemos 3 controladores de tipo PID que operan de la siguiente manera (figura 3.10):

### **3.3.18. Lazo de control de nivel a un solo elemento (1EL\_LVL\_PID)**

En este lazo de control, la variable de proceso es el nivel del calderín compensado por la presión en el interior del mismo DRM\_LVL\_PV, se tienen tres mediciones de nivel sin compensar LTBA106\_A, LTBA106\_B y LTBA106\_C; de los cuales se toma la mediana (es decir, la medida que está en el medio de las otras dos), a esta medida escogida DRM\_LVL, se la compensa con la presión PTBA110JMP, considerando el cambio en la densidad del agua y

el peso de la columna de vapor en el transmisor, el resultado de este algoritmo es comparado con el punto de consigna de este lazo que es 0 mm y opera de la siguiente forma:

- si se requiere subir el nivel de agua en el calderín, se abre la válvula de agua de alimentación.
- si se requiere bajar el nivel del agua en el calderín, se cierra la válvula de agua de alimentación.

Para el funcionamiento del lazo de nivel de control del calderín por un elemento se requiere que dos de los tres niveles sin compensar registren valores similares, que el cálculo de la demanda de agua de alimentación FW\_DMD se encuentre en automático y que una bomba de agua de alimentación se encuentre en marcha.

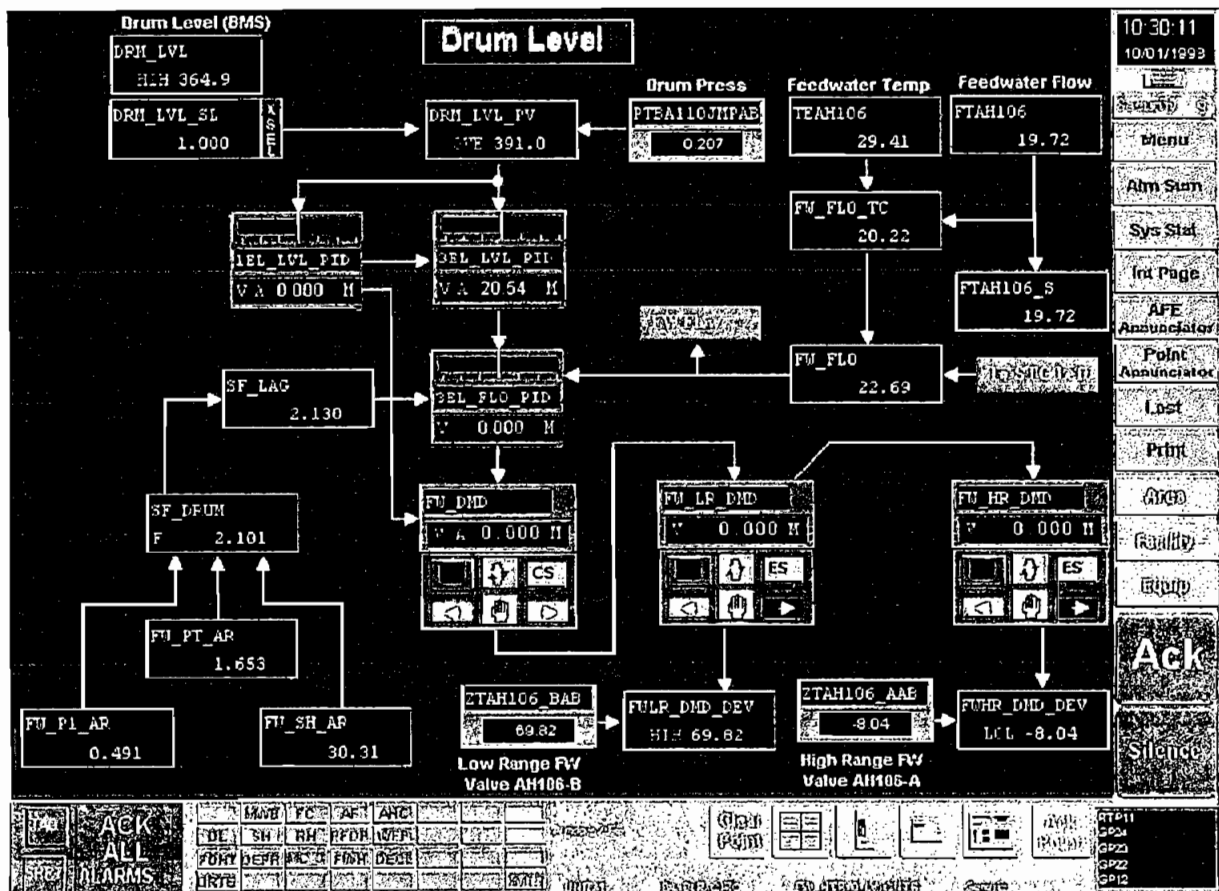


Figura 3.10

Lazo de control de agua de alimentación al calderín.

### **3.3.19. Lazo de control de nivel a tres elementos (3EL\_LVL\_PID) y lazo de control de flujo de agua de alimentación (3EL\_FLO\_PID)**

En este lazo de control como su nombre lo indica son tres las variables de proceso, el nivel del calderín compensado por la presión en el interior del mismo DRM\_LVL\_PV, el flujo de vapor consumido por la turbina SF\_DRUM y el flujo de agua de alimentación hacia el calderín compensado por la temperatura del agua FW\_FLO, en este lazo lo que se hace es igualar los flujos de agua de alimentación y de vapor consumido con el lazo de tipo PID denominado 3EL\_FLO\_PID. El nivel del calderín sirve como compensación para mantener los flujos y el nivel simultáneamente, en el lazo de tres elementos se ingresa el punto de consigna de nivel que es 0 mm, pero el punto de consigna de flujo de agua de alimentación es calculado y corregido automáticamente por el sistema y opera de la siguiente forma:

- si se requiere subir el nivel de agua en el calderín, se abre la válvula de agua de alimentación.
- si se requiere bajar el nivel del agua en el calderín, se cierra la válvula de agua de alimentación.

Para que éste lazo pueda operar se requiere la medida de flujo de agua de alimentación y la temperatura del agua de alimentación, también es indispensable la medida de la presión de vapor en la primera rueda de turbina, la presión de ingreso a la turbina de alta y la temperatura de vapor sobrecalentado que ingresa a la turbina.

Como requerimiento operativo se necesita que el flujo de agua de alimentación sea mayor al 20% del requerido a carga nominal y que los operadores no seleccionen manualmente el lazo de control de nivel de un solo elemento.

Este lazo actúa sobre dos válvulas de control, para lo cual se utiliza un algoritmo de participación, mientras funciona el grupo con una demanda de agua menor al 40%, el lazo actúa totalmente sobre la válvula de bajas cargas, pero si está el grupo operando con una demanda de agua mayor al 40%, el lazo actúa sobre la válvula de altas cargas, mientras se está en la etapa de transición se transfiere la apertura de la válvula de bajas cargas hacia la de altas cargas.

### 3.3.20. Lazo de control de atemperación de vapor de sobrecalentado (SH\_SPRAY\_PID)

Este lazo tiene como variable de control la temperatura de vapor que ingresará a la turbina de alta presión medida por la termocupla TEAA113\_S, el lazo PID actúa sobre la válvula de spray de agua de alimentación al vapor a la salida del sobrecalentador primario AH113, el lazo funciona de la siguiente manera (figura 3.11):

- si se requiere subir la temperatura de vapor, se cierra la válvula de spray de agua de alimentación.
- si se requiere bajar la temperatura de vapor, se abre la válvula de spray de agua de alimentación.

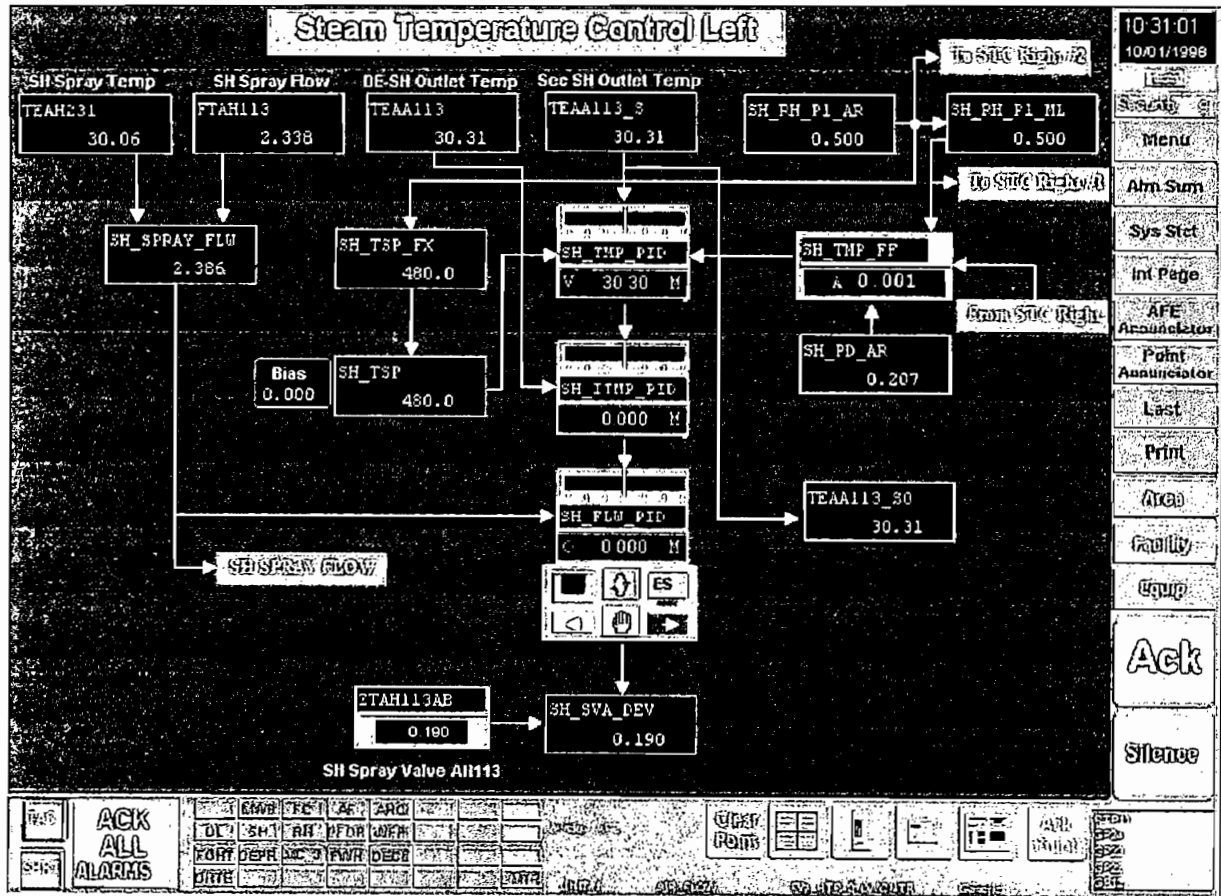


Figura 3.11

Lazo de atemperación de vapor sobrecalentado.

En caso de alguno de los siguientes instrumentos falle, medida de presión en la primera rueda de turbina de alta presión, termocupla de temperatura de vapor sobrecalentado a la salida del sobrecalentador secundario, termocupla de temperatura de vapor sobrecalentado a la salida

del sobrecalentador primario y medida de flujo de spray, el lazo de control se pasa de automático a manual, ya que todos estos datos son requeridos para la operación del mismo.

Si la temperatura de vapor sobrecalentado está por debajo de la temperatura de saturación de vapor más 20°C ó se dispara la caldera o la turbina o la carga del grupo en menor al 20% de la carga nominal, una orden de cierre forzado se ejecutará sobre la válvula de spray.

El funcionamiento de éste lazo está condicionado a que la válvula de bloqueo AH115 anterior a la de control se encuentre abierta.

En este lazo el sistema de control distribuido calcula el punto de consigna a partir de la presión en la primera rueda de turbina, el cual se compara con la temperatura de vapor sobrecalentado de salida del sobrecalentador secundario en un lazo PID denominado SH\_TMP\_PID, este lazo posee una anticipación (feedforward) por la presión en la primera rueda de turbina que da el consumo de vapor SH\_TMP\_FF; la salida de este lazo ingresa a un segundo lazo de control en el cual se compara con la temperatura de vapor sobrecalentado a la salida del sobrecalentador secundario, la salida de este lazo ingresa a un tercer lazo de control que compara el flujo de agua de alimentación que se inyecta para atemperar con el punto de consigna resultado del anterior lazo.

### **3.3.21. Lazo de control de atemperación de vapor de recalentado (RH\_SPRAY\_PID)**

Este lazo tiene como variable de control la temperatura de vapor recalentado que ingresará a la turbina media presión medido por la termocupla TEAB116, el lazo PID actúa sobre la válvula de spray de agua de alimentación al vapor a la salida del recalentador AH116, el lazo funciona de la siguiente manera (figura 3.12):

- si se requiere subir la temperatura de vapor, se cierra la válvula de spray de agua de alimentación.
- si se requiere bajar la temperatura de vapor, se abre la válvula de spray de agua de alimentación.

En caso de que falle la medida de flujo de agua de alimentación que servirá de spray o la medida de temperatura de vapor recalentado o la presión de vapor en la primera rueda de

turbina, el lazo de control se pasará de automático a manual, ya que estos datos son necesarios para la operación del mismo.

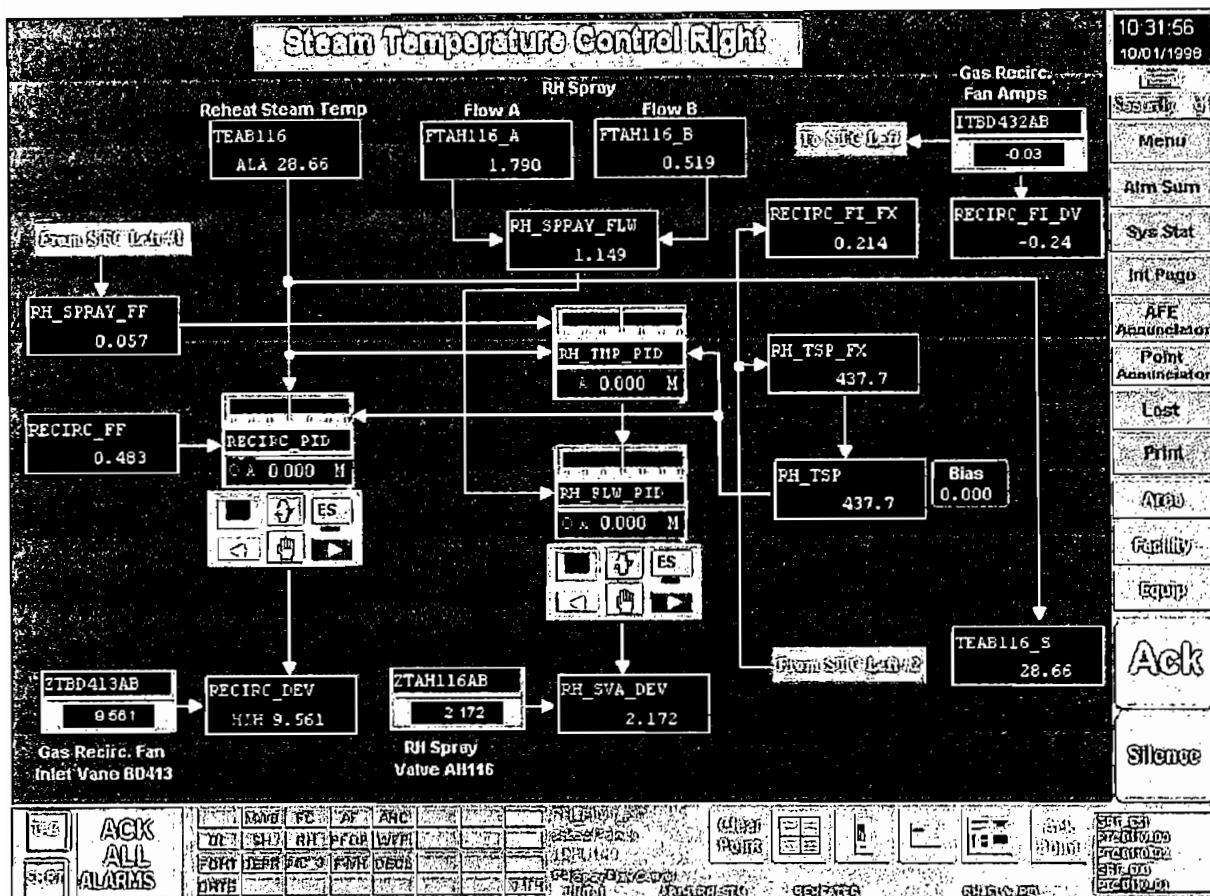


Figura 3.12

Lazo de atemperación y calentamiento de vapor recalentado.

Si la temperatura de vapor sobrecalentado está por debajo de la temperatura de saturación de vapor más 32°F ó se dispara la caldera o la turbina o la carga del grupo en menor al 20% de la carga nominal, una orden de cierre forzado se ejecutará sobre la válvula de spray.

El funcionamiento de éste lazo está condicionado a que la válvula de bloqueo AH117 anterior a la de control se encuentre abierta y que funcione el lazo de recirculación de gases de caldera.

En este lazo el sistema de control distribuido calcula el punto de consigna a partir de la presión en la primera rueda de turbina, el cual se compara con la temperatura de vapor recalentado en un lazo PID denominado RH\_TMP\_PID, este lazo posee un feedforward

(anticipación) por la presión en la primera rueda de turbina que da el consumo de vapor RH\_TMP\_FF, la salida de este lazo ingresa a un segundo lazo de control en el cual se compara con el flujo de agua de alimentación que se inyecta para atemperar con el punto de consigna resultado del anterior lazo.

### **3.3.22. Lazo de control de recirculación de gases de caldera (RECIRC\_PID)**

Este lazo tiene como variable de control la temperatura de vapor recalentado que ingresará a la turbina media presión medido por la termocupla TEAB116, el lazo PID actúa sobre las compuertas de aspiración del ventilador de recirculación de gases BD413, el lazo funciona de la siguiente manera (figura 3.12):

- si se requiere subir la temperatura de vapor, se abre las compuertas de aspiración del ventilador de recirculación de gases.
- si se requiere bajar la temperatura de vapor, se cierra las compuertas de aspiración del ventilador de recirculación de gases.

En caso de que falle la medida de temperatura de vapor recalentado o la presión de vapor en la primera rueda de turbina, el lazo de control se pasará de automático a manual, ya que estos datos son necesarios para la operación del mismo, si el ventilador de recirculación de gases está parado, el lazo no puede ponerse en automático.

Si el ventilador de recirculación de gases está parado o el consumo de corriente está muy alto o muy bajo o la temperatura de los gases de salida es muy alta o los ventiladores de tiro forzado están apagados, una orden de cierre forzado se ejecutará sobre la compuerta de aspiración del ventilador de recirculación de gases.

El funcionamiento de éste lazo está condicionado a que funcione el lazo de atemperación de vapor recalentado y la válvula de spray no esté cerrada.

### **3.3.23. Lazo de control de temperatura en el precalentador de aire (AHTR\_PID)**

Este lazo tiene como variable de control a la diferencia entre el promedio de las tres señales de temperatura de aire a la salida del precalentador AHTR\_OUT\_AVG y el promedio de las

tres señales de temperatura de aire a la entrada del precalentador AHTR\_IN\_AVG que es la señal AHTR\_TMP\_AVG, el lazo PID actúa sobre la válvula de admisión de vapor auxiliar al precalentador de aire KE142 (figura 3.13), que opera de la siguiente manera:

- si se requiere subir la temperatura del aire, se abre la válvula de admisión de vapor auxiliar al precalentador.
- si se requiere bajar la temperatura del aire, se cierra la válvula de admisión de vapor auxiliar al precalentador.

El punto de consigna para este lazo se pondrá en 100°C. En condiciones de plena carga, ésta válvula opera de manera estable, con aproximadamente un 25% de apertura.

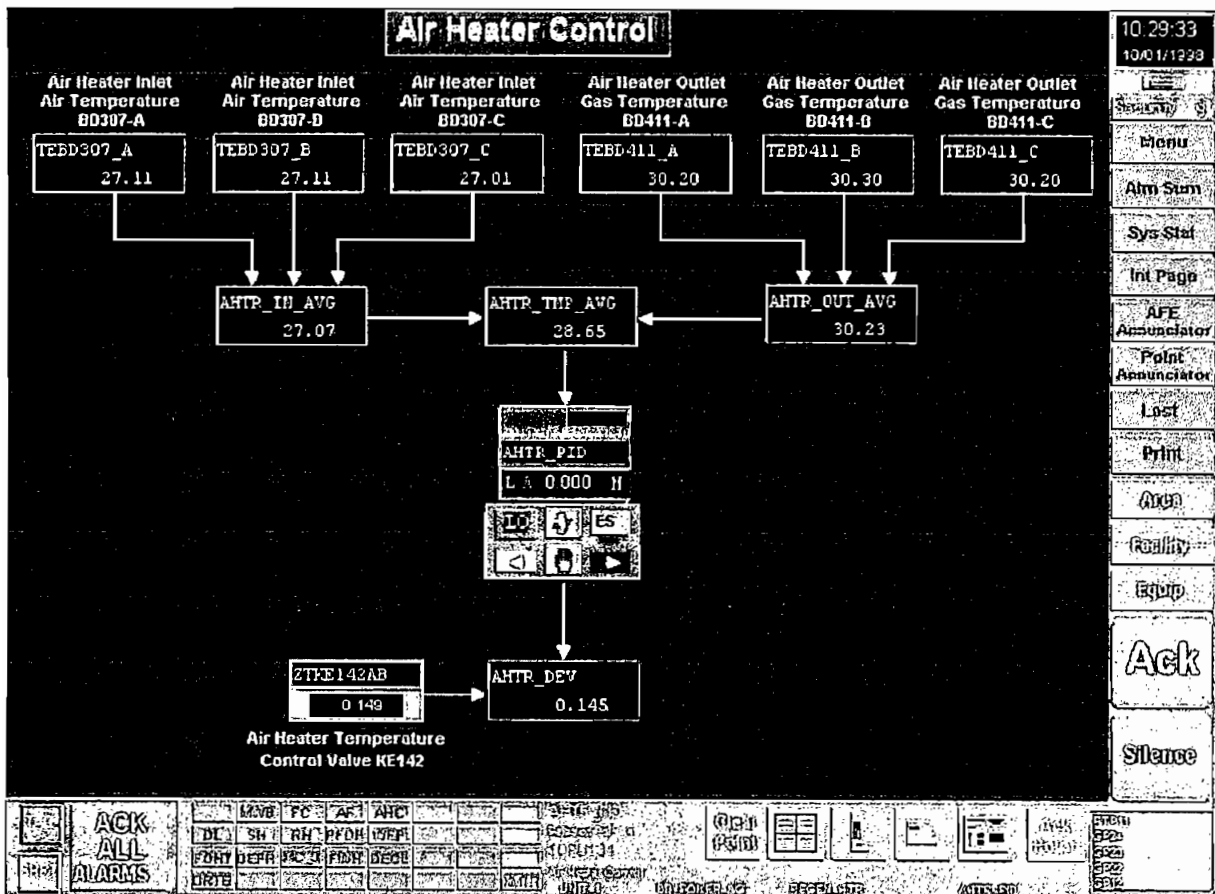


Figura 3.13

Lazo de control del precalentador de aire por vapor.



### 3.3.24. Lazo de control de presión de sellado del vestíbulo (WBOX\_CV\_PID & WBOX\_RV\_PID)

Este lazo tiene como variable de control la presión de sellado del vestíbulo transmitida por el instrumento PDTBD403, contiene dos lazos PID independientes que actúan sobre dos válvulas, ambas operando por separado para ejecutar diferentes acciones, la primera es de alimentación de aire al vestíbulo BD403\_1 y la segunda es el alivio de presión (venteo) hacia la atmósfera del exceso de presión BD403\_2, para este lazo el punto de consigna se pondrá en 30 mm y opera de la siguiente manera (figura 3.14):

- si se requiere subir la presión de aire en el vestíbulo, se abre la válvula de ingreso de aire y se cierra la válvula de venteo a la atmósfera.
- si se requiere bajar la presión de aire en el vestíbulo, se cierra la válvula de ingreso de aire y se abre la válvula de venteo a la atmósfera.

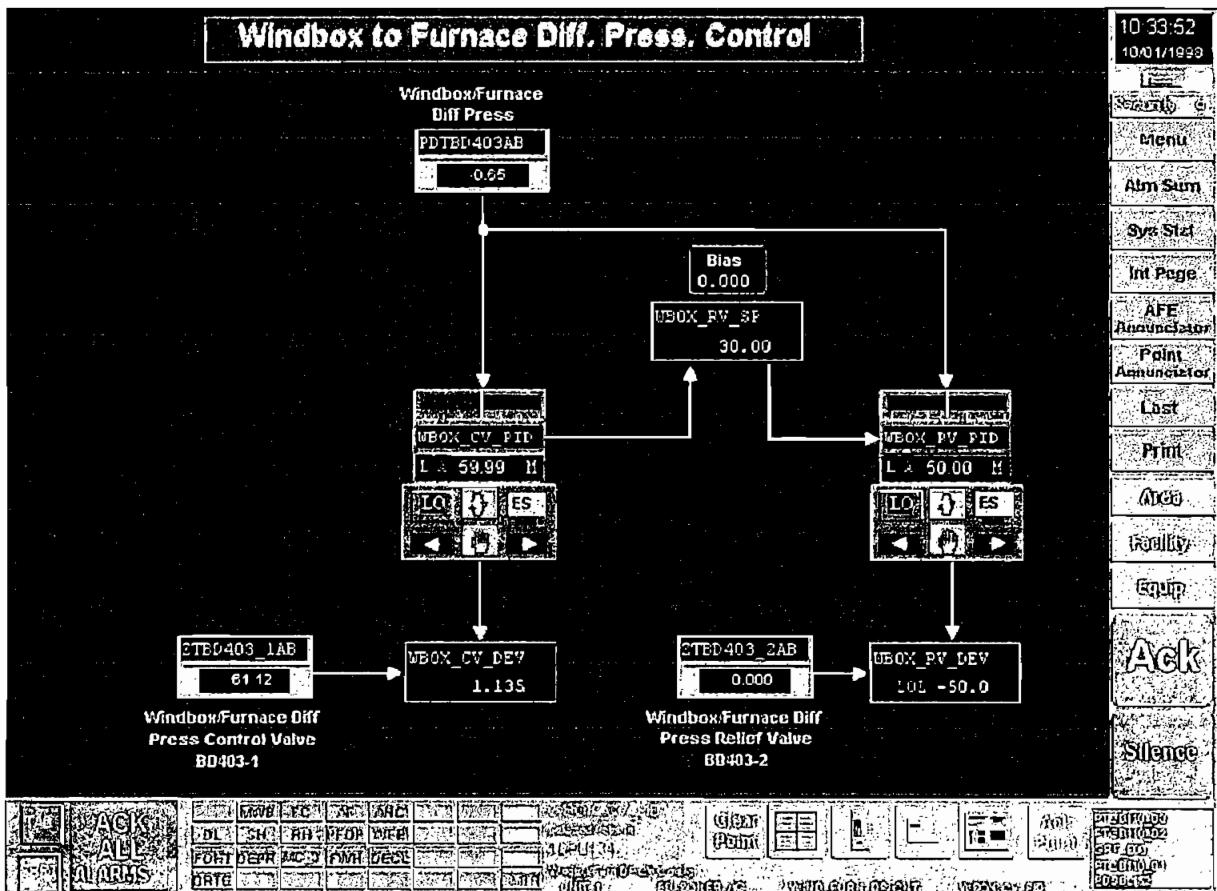


Figura 3.14

Lazo de regulación de presión de sellado del vestíbulo (Windbox)

### 3.3.25. Lazo de control de presión de sellado del penthouse (PHSE\_CV\_PID & PHSE\_RV\_PID)

Este lazo tiene como variable de control la presión de sellado del penthouse transmitida por el instrumento PTBD402, contiene dos lazos PID independientes que actúan sobre dos válvulas, ambas operando por separado para ejecutar diferentes acciones, la primera es de alimentación de aire al penthouse BD402\_1 y la segunda es el venteo hacia la atmósfera del exceso de presión BD402\_2, para este lazo el punto de consigna se pondrá en 30 mm y opera de la siguiente manera (figura 3.15):

- si se requiere subir la presión de aire en el penthouse, se abre la válvula de ingreso de aire y se cierra la válvula de venteo a la atmósfera.
- si se requiere bajar la presión de aire en el penthouse, se cierra la válvula de ingreso de aire y se abre la válvula de venteo a la atmósfera.

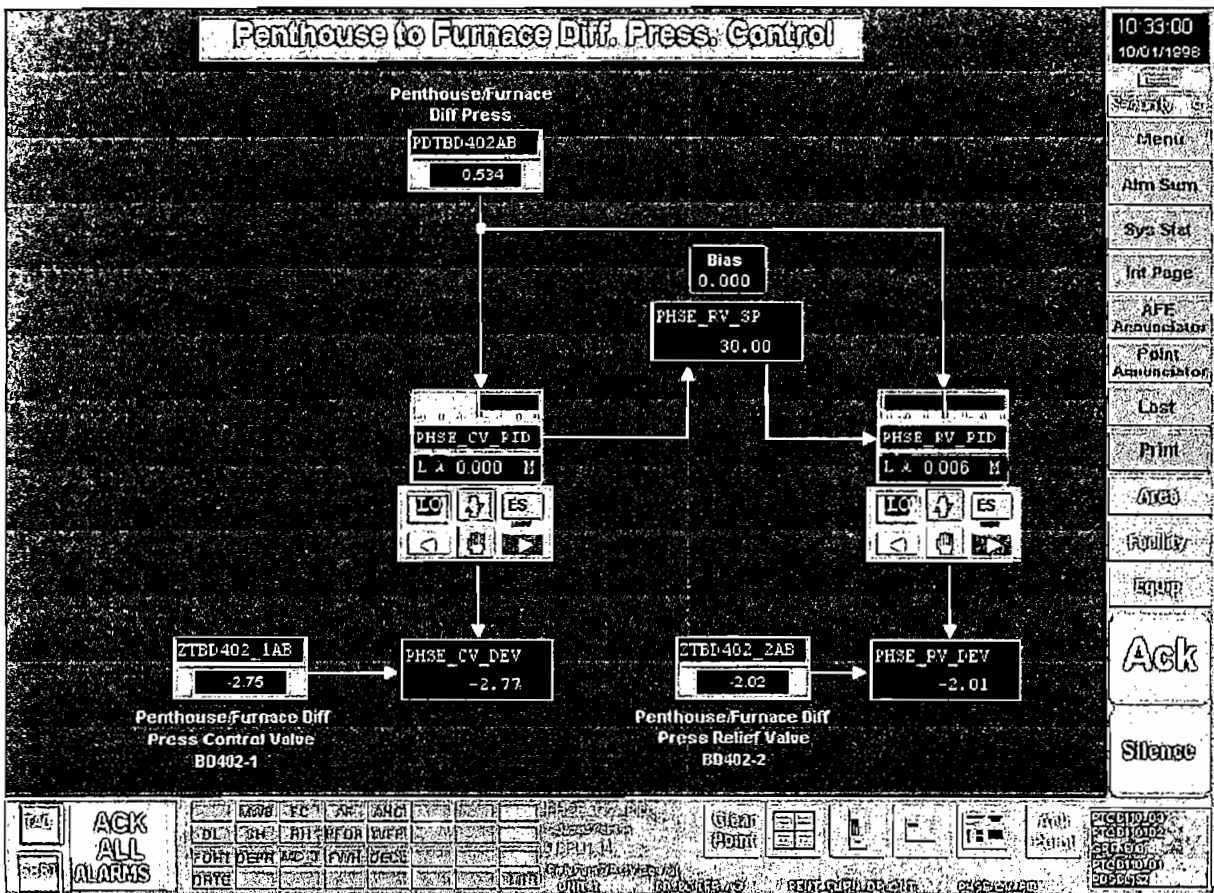


Figura 3.15

Lazo de control de presión de sellado del Penthouse

### 3.3.26. Lazo de control de nivel del desgasificador (DEAER\_LV\_PID)

Este lazo tiene como variable de control el nivel del desgasificador transmitido por el instrumento LTAH004JMP, el lazo PID actúa sobre la válvula de recirculación de agua condensado al tanque de reserva de condensado AF004\_R (figura 3.16), que opera de la siguiente manera:

- si se requiere subir el nivel del desgasificador, se cierra la válvula de recirculación al tanque de reserva de condensado.
- si se requiere bajar el nivel del desgasificador, se abre la válvula de recirculación al tanque de reserva de condensado.

El punto de consigna para este lazo se pondrá en 2550 mm. En caso de muy alto nivel del desgasificador, una orden de apertura forzada se ejecutará sobre la válvula de recirculación de condensador al tanque de reserva de agua desmineralizada.

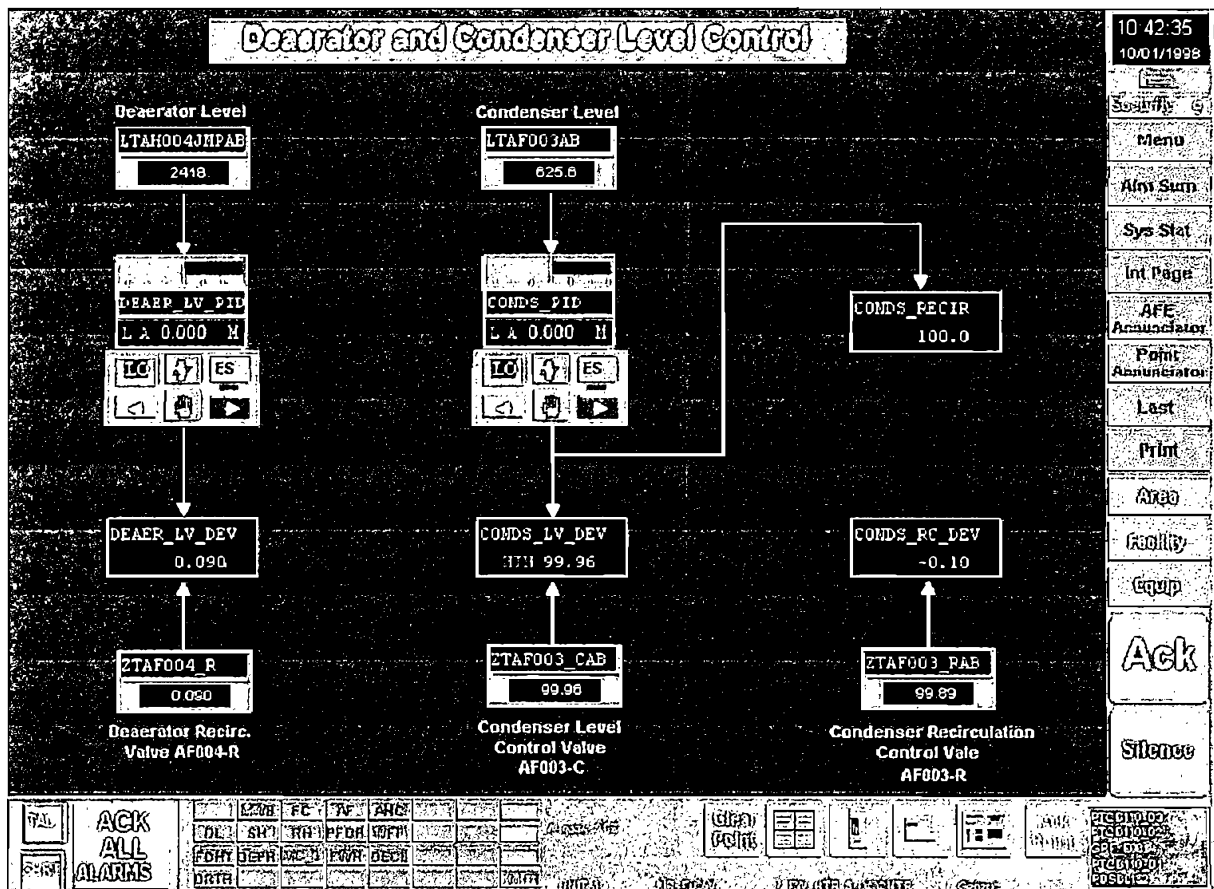


Figura 3.16

Lazos de control de nivel del condensador y desgasificador

### **3.3.27. Lazo de control de nivel del condensador (CONDS\_PID)**

Este lazo tiene como variable de control el nivel del condensador que es transmitido por el instrumento LTAF003, el lazo PID actúa sobre dos válvulas, ambas operando en forma complementaria, la primera es la aportación de agua al desgasificador AF003\_C y la segunda es la recirculación de agua al condensador AF003\_R, para garantizar la operación sobre el punto de flujo mínimo de la bomba, las válvulas de control de nivel del condensador operan de la siguiente manera (figura 3.16):

- si se requiere subir el nivel del condensador, se cierra la válvula de aportación al desgasificador y se abre la válvula de recirculación.
- si se requiere bajar el nivel del condensador, se abre la válvula de aportación al desgasificador y se cierra la válvula de recirculación.

El punto de consigna para este lazo se pondrá en 750 mm. A plena carga la válvula de aportación tiene el punto estable de operación con una apertura del 60% y la válvula de recirculación de un 40%.

En caso de que se alcance el nivel muy alto del desgasificador, una orden de cerrado forzado se ejecutará sobre la válvula de aportación al desgasificador.

### **3.3.28. Lazo de control de presión de vapor auxiliar (AUX\_STM\_PID)**

Este lazo tiene como variable de control la presión del vapor extraído del calderín, destinado a vapor auxiliar transmitido por el instrumento PTKE100, el lazo PID actúa sobre la válvula de regulación de presión KE100 de vapor auxiliar a todos los sistemas que requieran vapor como son precalentador de aire, sopladores de caldera, eyectores de vacío, quemadores de caldera al precalentador de aire y otros que opera de la siguiente manera (figura 3.17):

- si se requiere subir la presión de vapor, se abre la válvula de presión de vapor auxiliar del calderín.
- si se requiere bajar la presión de vapor, se cierra la válvula de presión de vapor auxiliar del calderín.

El punto de consigna para este lazo se pondrá en 15 Kg/cm<sup>2</sup>. En condiciones de plena carga, ésta válvula opera de manera estable, con aproximadamente un 50% de apertura.

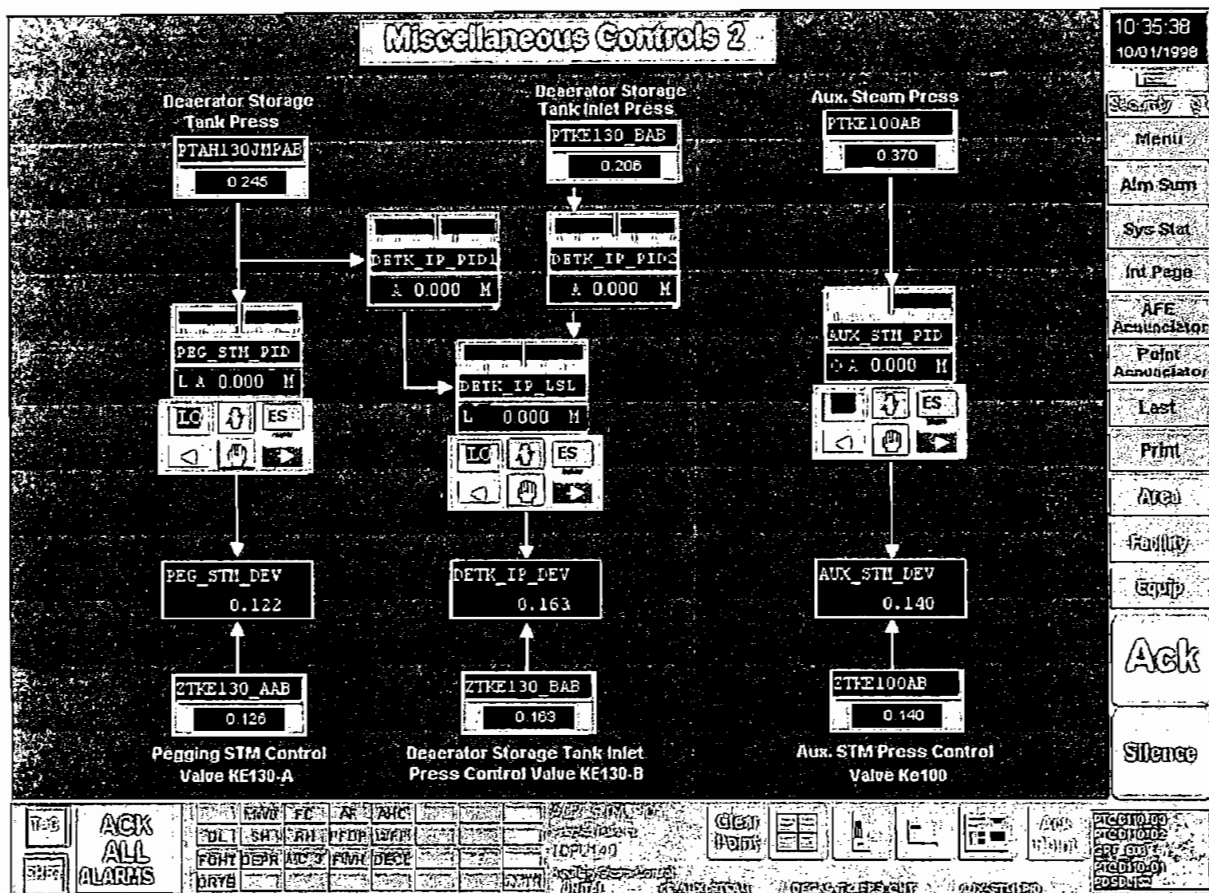


Figura 3.17

Lazos de control de presión del desgasificador y presión de vapor auxiliar

### 3.3.29. Lazo de control de calentamiento del interior del desgasificador (PEG\_STM\_PID)

Este lazo tiene como variable de control la presión interior del desgasificador transmitido por el instrumento PTAH130JMP, el lazo PID actúa sobre la válvula de caldeo KE130\_A que toma vapor para efectuar el caldeo del sistema de vapor auxiliar, este lazo funciona de la siguiente manera (figura 3.17):

- si se requiere subir la presión de vapor, se abre la válvula de presión de vapor auxiliar.
- si se requiere bajar la presión de vapor, se cierra la válvula de presión de vapor auxiliar.

Este lazo de control se utiliza solamente durante los arranques y siempre y cuando las condiciones exijan caldear el agua al interior del desgasificador.

### **3.3.30. Lazo de control de presión interior del desgasificador (DETK\_IP\_PID1 & DETK\_IP\_PID2)**

Este lazo tiene como variable de control la presión de vapor auxiliar a la entrada del desgasificador transmitida por el instrumento PTK130\_B, el lazo PID actúa sobre la válvula de regulación de presión KE130\_B que toma vapor para mantener la presión del sistema de vapor auxiliar, este lazo opera de la siguiente manera (figura 3.17):

- si se requiere subir la presión de vapor, se abre la válvula de presión de vapor auxiliar.
- si se requiere bajar la presión de vapor, se cierra la válvula de presión de vapor auxiliar.

La función de este lazo es mantener la presión al interior del desgasificador, como es el caso de que la extracción de turbina #4 se cierre, el desgasificador se queda sin alimentación de vapor, este lazo compensa este tipo de carencias, no solo al cierre de la extracción, sino también al tener variaciones en la carga del grupo.

### **3.3.31. Lazo de control de nivel del calentador de baja presión No. 2 (FW\_H2\_PID)**

Este lazo tiene como variable de control el nivel de agua condensada en el calentador de baja presión No.2 transmitido por el instrumento LTAJ002, el lazo PID actúa sobre dos válvulas, ambas operando por separado en diferentes rangos de medida del transmisor de nivel. La primera es el drenaje normal del condensado del calentador #2 hacia el calentador de baja presión No.1 AJ002\_N. La segunda es el drenaje de emergencia del condensado hacia el condensador AJ002\_E. Para este lazo el punto de consigna se pondrá en 190 mm y opera de la siguiente manera (figura 3.18):

Si el nivel está dentro de un rango de  $\pm 25$  mm del punto de consigna, actúa la válvula de drenaje normal:

- si se requiere subir el nivel del condensado en el calentador, se cierra la válvula de drenaje normal y se mantiene cerrada la válvula de drenaje de emergencia.
- si se requiere bajar el nivel del condensado en el calentador se abre la válvula de drenaje normal y se mantiene cerrada la válvula de drenaje de emergencia.

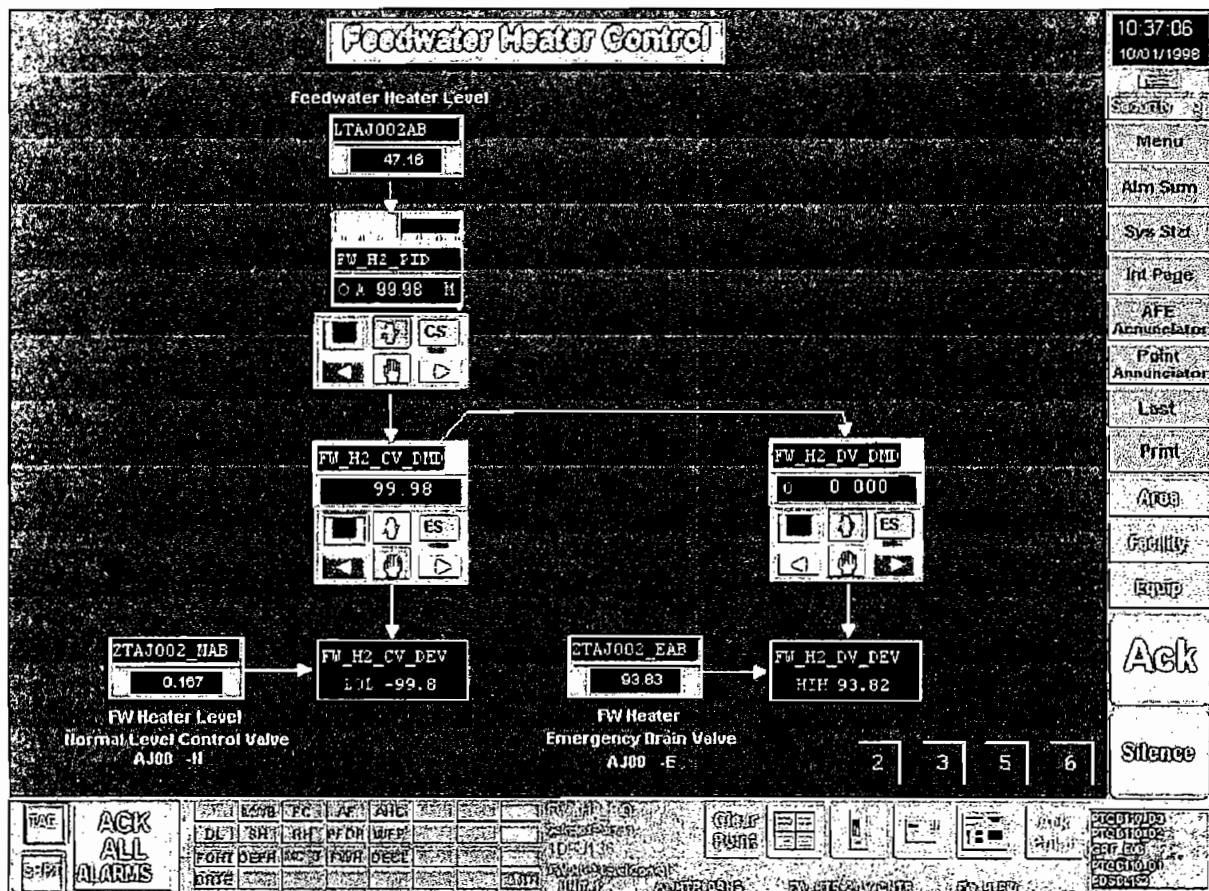


Figura 3.18

### Lazo de control de nivel del calentador de baja presión No. 2

Si el nivel está en un rango superior a + 25 mm del punto de consigna, actúa la válvula de drenaje de emergencia:

- si se requiere subir el nivel del condensado en el calentador, se cierra la válvula de drenaje de emergencia mientras se mantiene abierta la válvula de drenaje normal.
- si se requiere bajar el nivel del condensado en el calentador se abre la válvula de drenaje de emergencia mientras se mantiene abierta la válvula de drenaje normal.

En caso de que se registre un alto nivel o muy alto nivel del calentador de baja presión No.1, una orden de cierre forzado se ejecutara sobre la válvula de drenaje normal. Si existiera señal de alto nivel en el calentador de baja presión No. 2, una orden de apertura forzada se ejecutará sobre la válvula de drenaje de emergencia.

### 3.3.32. Lazo de control de nivel del calentador de baja presión No. 3 (FW\_HTR3\_PID)

Este lazo tiene como variable de control el nivel de agua condensada en el calentador de baja presión No.3 transmitido por el instrumento LTAJ003, el lazo PID actúa sobre dos válvulas, ambas operando por separado en diferentes rangos de medida del transmisor de nivel. La primera es el drenaje normal del condensado del calentador #3 hacia el desgasificador AJ003\_N, este condensado es impulsado una bomba centrífuga AJP01A, la cual posee protección de mínimo flujo cuando la válvula de drenaje normal está cerrada. La segunda es el drenaje de emergencia del condensado hacia el condensador AJ003\_E. Para este lazo el punto de consigna se pondrá en 190 mm y opera de la siguiente manera (figura 3.19):

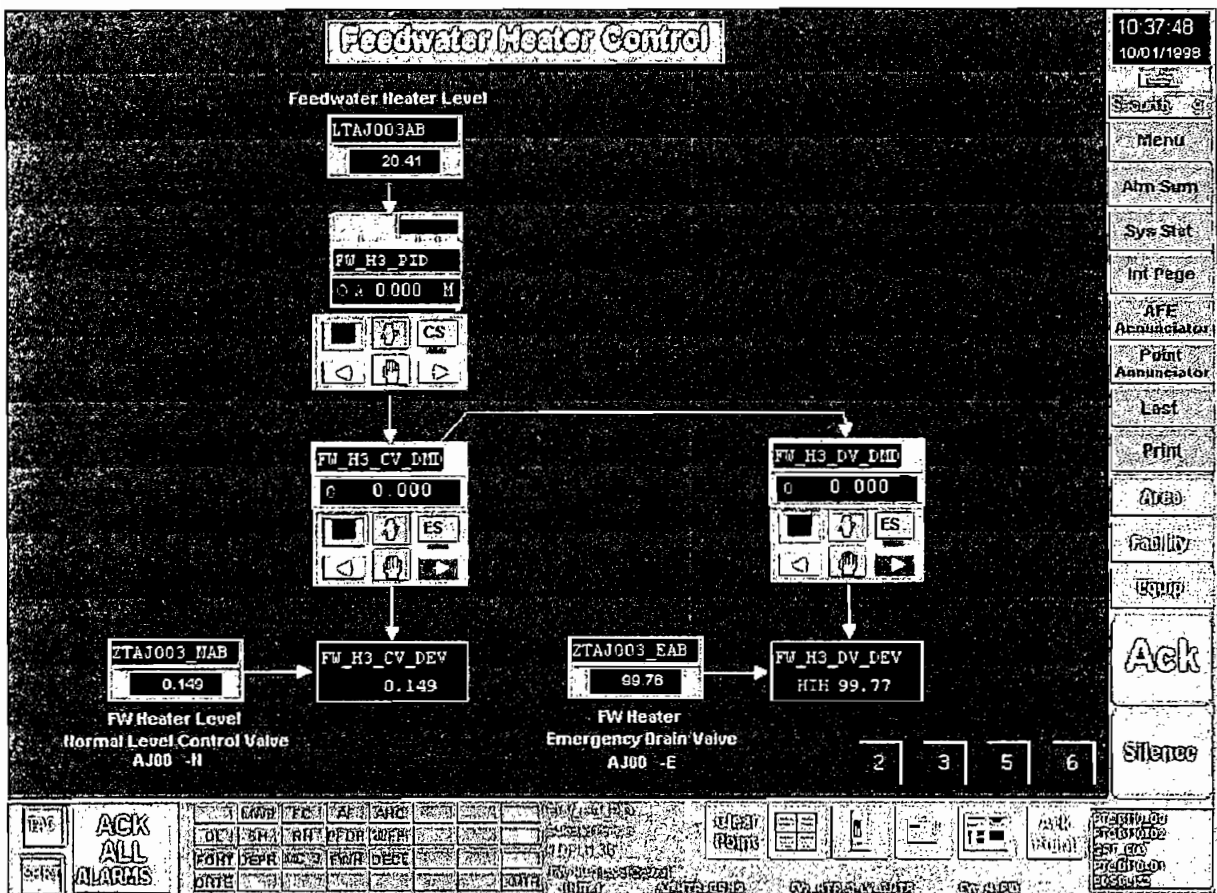


Figura 3.19

Lazo de control de nivel del calentador de baja presión No. 3

Si el nivel está dentro de un rango de  $\pm 25$  mm del punto de consigna, actúa la válvula de drenaje normal:



- si se requiere subir el nivel del condensado en el calentador, se cierra la válvula de drenaje normal y se mantiene cerrada la válvula de drenaje de emergencia.
- si se requiere bajar el nivel del condensado en el calentador se abre la válvula de drenaje normal y se mantiene cerrada la válvula de drenaje de emergencia.

Si el nivel está en un rango superior a + 25 mm del punto de consigna, actúa la válvula de drenaje de emergencia:

- si se requiere subir el nivel del condensado en el calentador, se cierra la válvula de drenaje de emergencia mientras se mantiene abierta la válvula de drenaje normal.
- si se requiere bajar el nivel del condensado en el calentador se abre la válvula de drenaje de emergencia mientras se mantiene abierta la válvula de drenaje normal.

En caso de que en la bomba de drenaje se produzca un fallo y se parase, una orden forzada de cierre se ejecutará sobre la válvula de drenaje normal. Si tenemos señal de alto nivel en el calentador de baja presión #3, una orden de apertura forzada se ejecutará sobre la válvula de drenaje de emergencia.

### **3.3.33. Lazo de control de nivel del calentador de alta presión No. 5 (FW\_HTR5\_PID)**

Este lazo tiene como variable de control el nivel de agua condensada en el calentador de alta presión No.5 transmitida por el instrumento LTAJ005, el lazo PID actúa sobre dos válvulas, ambas operando por separado en diferentes rangos de medida del transmisor de nivel. La primera es el drenaje normal del condensado del calentador #5 hacia el desgasificador AJ005\_N. La segunda es el drenaje de emergencia del condensado hacia el tanque de expansión de purgas AJ005\_E. Para este lazo el punto de consigna se pondrá en 3900 mm y opera de la siguiente manera (figura 3.20):

- Si el nivel está dentro de un rango de  $\pm 25$  mm del punto de consigna, actúa la válvula de drenaje normal:
- si se requiere subir el nivel del condensado en el calentador, se cierra la válvula de drenaje normal y se mantiene cerrada la válvula de drenaje de emergencia.

- si se requiere bajar el nivel del condensado en el calentador se abre la válvula de drenaje normal y se mantiene cerrada la válvula de drenaje de emergencia.

Si el nivel está en un rango superior a + 25 mm del punto de consigna, actúa la válvula de drenaje de emergencia:

- si se requiere subir el nivel del condensado en el calentador, se cierra la válvula de drenaje de emergencia mientras se mantiene abierta la válvula de drenaje normal.

- si se requiere bajar el nivel del condensado en el calentador se abre la válvula de drenaje de emergencia mientras se mantiene abierta la válvula de drenaje normal.

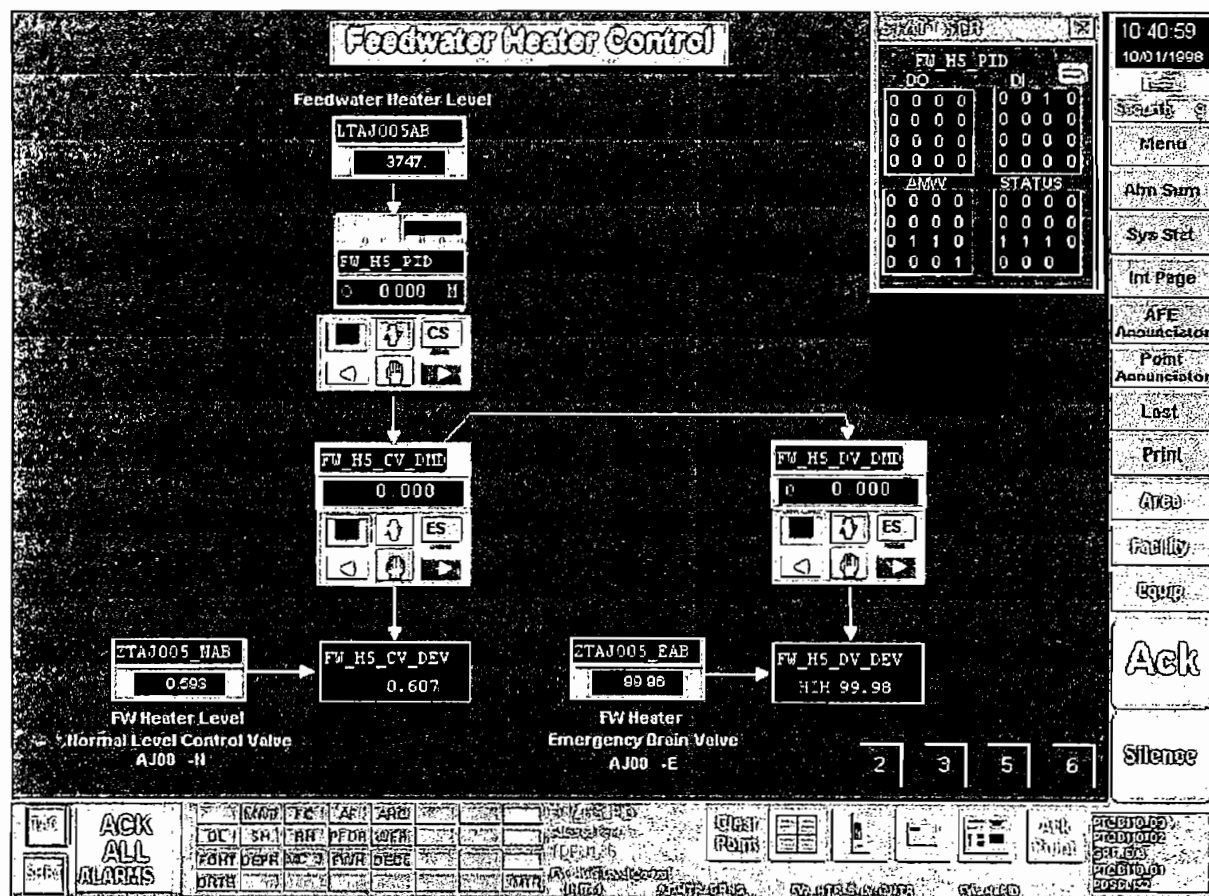


Figura 3.20

Lazo de control de nivel del calentador de alta presión No. 5

y menú de bloque de bits de estado y bits de entrada - salida del lazo de control abierto

En caso de que en el desgasificador exista señal de alto o muy alto nivel o el flujo de vapor sea menor al 15% del flujo de plena carga, una señal de cierre forzado se aplicará sobre la

válvula de drenaje normal y si hubiese una señal de alto nivel en el calentador de alta presión #5, una señal de apertura forzada se aplicará a la válvula de drenaje de emergencia.

### 3.3.34. Lazo de control de nivel del calentador de alta presión No. 6 (FW\_HTR6\_PID)

Este lazo tiene como variable de control el nivel de agua condensada en el calentador de alta presión No.6 transmitida por el instrumento LTAJ006, el lazo PID actúa sobre dos válvulas, ambas operando por separado en diferentes rangos de medida del transmisor de nivel. La primera es el drenaje normal del condensado del calentador #6 hacia el calentador de alta presión #5 AJ006\_N. La segunda es el drenaje de emergencia del condensado hacia el tanque de expansión de purgas AJ006\_E. Para este lazo el punto de consigna se pondrá en 2480 mm y opera de la siguiente manera (figura 3.21):

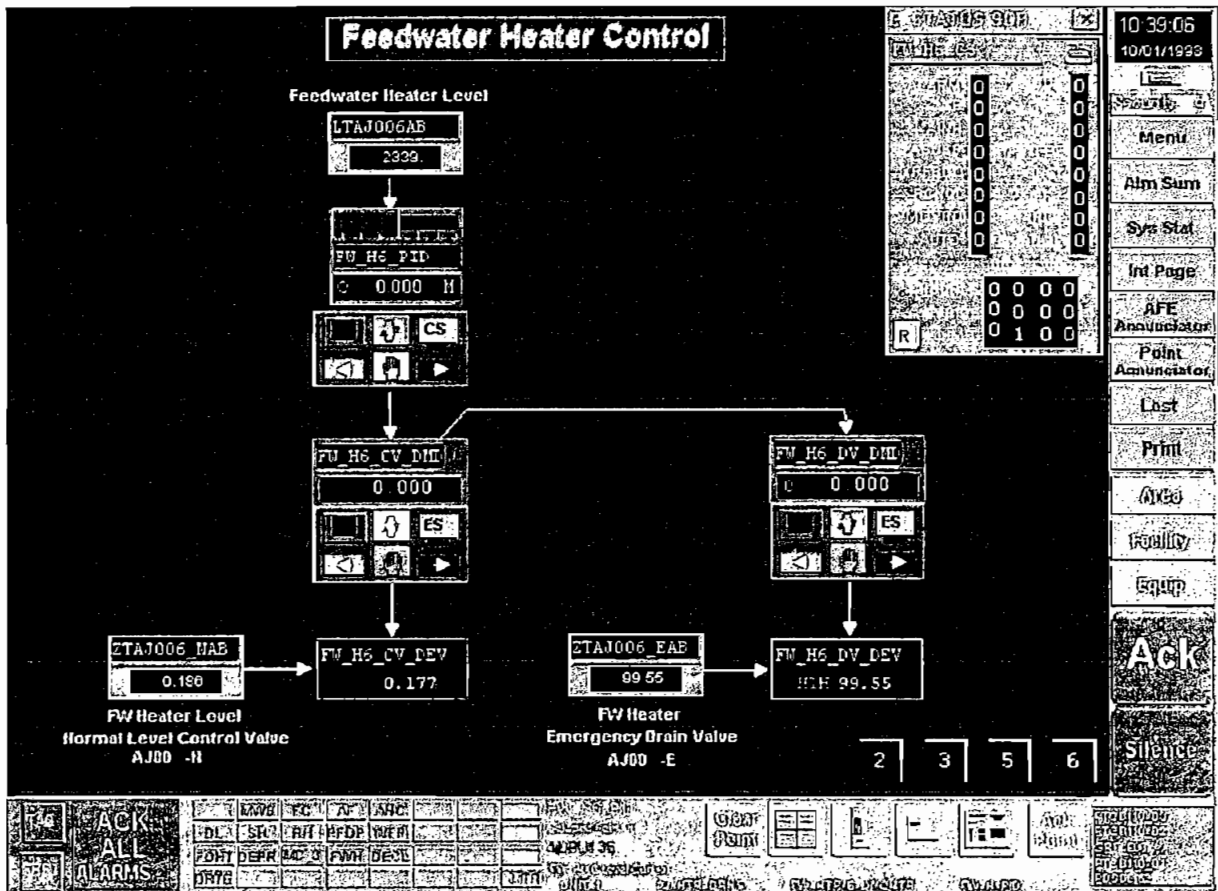


Figura 3.21

Lazo de control de nivel del calentador de alta presión No. 6 y bloque de estado de bits digitales pertenecientes al lazo de control abierto

Si el nivel está dentro de un rango de  $\pm 25$  mm del punto de consigna, actúa la válvula de drenaje normal:

- si se requiere subir el nivel del condensado en el calentador, se cierra la válvula de drenaje normal y se mantiene cerrada la válvula de drenaje de emergencia.
- si se requiere bajar el nivel del condensado en el calentador se abre la válvula de drenaje normal y se mantiene cerrada la válvula de drenaje de emergencia.

Si el nivel está en un rango superior a  $+ 25$  mm del punto de consigna, actúa la válvula de drenaje de emergencia:

- si se requiere subir el nivel del condensado en el calentador, se cierra la válvula de drenaje de emergencia mientras se mantiene abierta la válvula de drenaje normal.
- si se requiere bajar el nivel del condensado en el calentador se abre la válvula de drenaje de emergencia mientras se mantiene abierta la válvula de drenaje normal.

Si ocurriera señal de alto o muy alto nivel del calentador de alta presión No.5 ó la carga en la turbina es menor al 15% de la carga nominal, una orden de cierre forzado se aplicará sobre la válvula de drenaje normal, si se presenta una señal de alto nivel del calentador de alta presión No.6, una señal de apertura forzada se aplicará sobre la válvula de drenaje de emergencia.

### **3.4. PARAMETROS PROGRAMADOS EN LOS LAZOS DE CONTROL.**

#### **3.4.1. Descripción de los parámetros de los lazos de control**

Los lazos de control implementados en el sistema de control distribuido se basan en un algoritmo llamado PID con zona muerta, esta característica de zona muerta es una porción de la respuesta del lazo en la que se define una ganancia proporcional diferente a la que tiene el lazo fuera de esta zona.

Este hecho de variación de la ganancia proporcional en la zona muerta, se puede expresar por medio de la siguiente expresión:

$$K_p = K_1 \times [ (1-K_6) \times \text{desviación} ]$$

El cambio de la ganancia proporcional se muestra en la figura 3.22

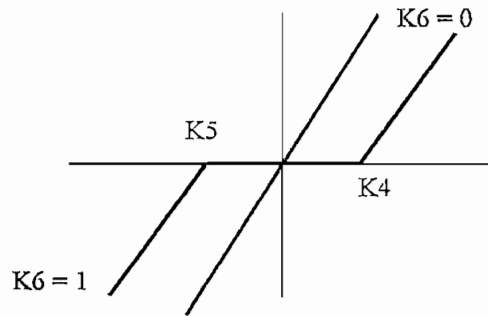


Figura 3.22

Variación de la acción proporcional

Pero esta zona muerta puede tener variaciones que se pueden ajustar según las necesidades del proceso o requerimientos de la operación como se muestra en la figura 3.23

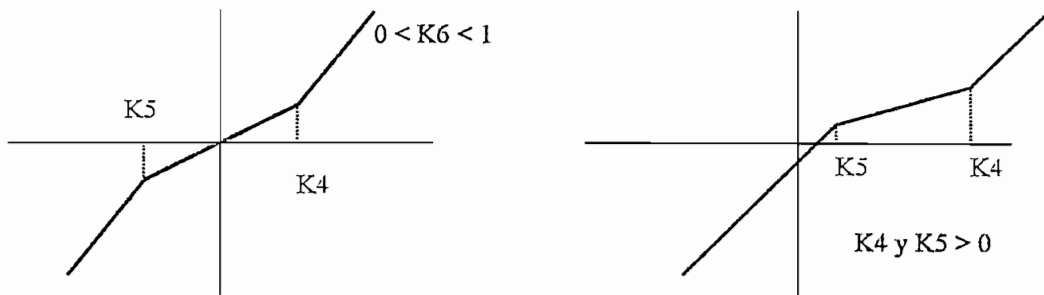


Figura 3.23

Diferentes esquemas de aplicación de la zona muerta

El algoritmo del lazo de control posee las siguientes entradas, que se observan en la figura 3.24:

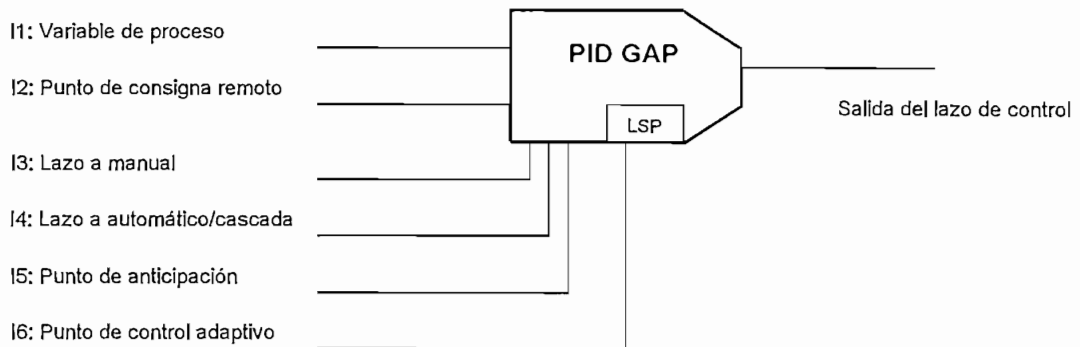


Figura 3.24

Entradas al bloque de lazo de control con zona muerta

Para establecer las variaciones en la zona muerta se debe hacer uso de unas constantes que definirán la variación de la pendiente y los puntos de inicio y final de la zona muerta, estas constantes se definen a continuación. Los parámetros que deben ser programados en cada lazo de control son los siguientes:

- I1:** En esta entrada se ingresa la variable de proceso del lazo
- I2:** En esta entrada se ingresa el punto de consigna remoto, este es usado cuando se pone el lazo PID en cascada con otros lazos.
- I3:** Esta entrada cuando es verdadera pasa el lazo a modo manual y la salida del mismo queda congelada en su último valor.
- I4:** Esta entrada permite seleccionar el paso del lazo de control al estado automático o al estado en cascada, en el estado automático el lazo actúa con el punto de consigna local (valor ingresado por el operador), en el estado en cascada, el lazo actúa con el punto de consigna remoto que será la salida de otro lazo de control.
- I5:** Esta entrada es para aplicar el “feedforward” o anticipación para ayudar al lazo a tener una salida y una respuesta más rápida.
- I6:** Esta es para el punto de control adaptivo (programación de ganancias) proporcional e integral, esto es que se puede variar la constante proporcional e integral de lazo dependiendo del porcentaje de salida del lazo y adaptarse mejor al proceso.
- I8:** Esta entrada es una señal para pasar a un estado seguro en caso de emergencia si está configurado, si esta entrada es verdadera, el lazo se pasa a manual y la salida del lazo va hacia el valor de seguridad.

Las constantes que se definen a continuación permiten parametrizar el lazo:

- K1:** Es la ganancia proporcional del lazo ( $K_p$ ), este es el recíproco de la banda proporcional. Una ganancia por ejemplo de 0,5 especifica que habrá un cambio en la salida del 0,5% por un cambio de desviación del 1%.
- K2:** Es la constante integral, el “reset” está expresado como  $(1/T_i)$  en repeticiones por minuto.
- K3:** Es la constante derivativa, el “rate” está expresado como  $(T_d)$  en unidades de minuto.
- K4:** Este es el límite superior de la zona muerta.
- K5:** Este es el límite inferior de la zona muerta.

- K6:** Es el modificador de la pendiente de la salida del lazo dentro de la zona muerta, este valor puede ir de 0 a 1, con 0 la ganancia proporcional en la zona muerta no varía, con 1 la ganancia proporcional en la zona muerta se reduce en un 100%.
- K7:** Tasa de variación del punto de consigna en unidades de ingeniería por cada segundo, esto limita la variación del punto de consigna para evitar grandes sobresaltos, si este valor es 0, no hay limitación de rampa y si es negativo, el punto de consigna no se puede cambiar.
- K8:** Esto solo se utiliza para módulos de salidas de pulso, define el tiempo de duración de los pulsos cuando se hace decrementos de salida.
- K9:** Es la banda muerta en porcentaje del rango sobre la cual no se actúa la salida, solo se utiliza para módulos de salidas de pulso.
- K10:** Es el multiplicador en cascada, es el valor que convierte la salida del lazo en porcentaje a unidades de ingeniería.
- K11:** Esto solo se utiliza para módulos de salidas de pulso, define el tiempo de duración de los pulsos cuando se hace incrementos de salida.

Los límites para los lazos de control se establecen en las siguientes constantes:

- L1:** Alarma de alto para la variable de proceso, en unidades de ingeniería, si la variable de proceso supera este valor, el lazo entra en alarma.
- L2:** Alarma de bajo para la variable de proceso, en unidades de ingeniería, si la variable de proceso cae debajo de este valor, el lazo entra en alarma.
- L3:** Alarma de desviación alta de la variable de proceso con respecto al punto de consigna.
- L4:** Alarma de desviación baja de la variable de proceso con respecto al punto de consigna.
- L5:** Valor máximo de la salida del lazo, puede ir desde 0% a 100%.
- L6:** Valor mínimo de la salida del lazo, puede ir desde 0% a 100%.
- L7:** Tasa de cambio de la salida, en porcentaje de salida por segundo, puede ir de 0% a 199.9% por segundo.

A continuación se presenta las pantallas de los parámetros programados para cada lazo de control PID implementado en la central térmica Trinitaria.

### 3.4.2. Parámetros del lazo de control de flujo de fuel-oil a caldera

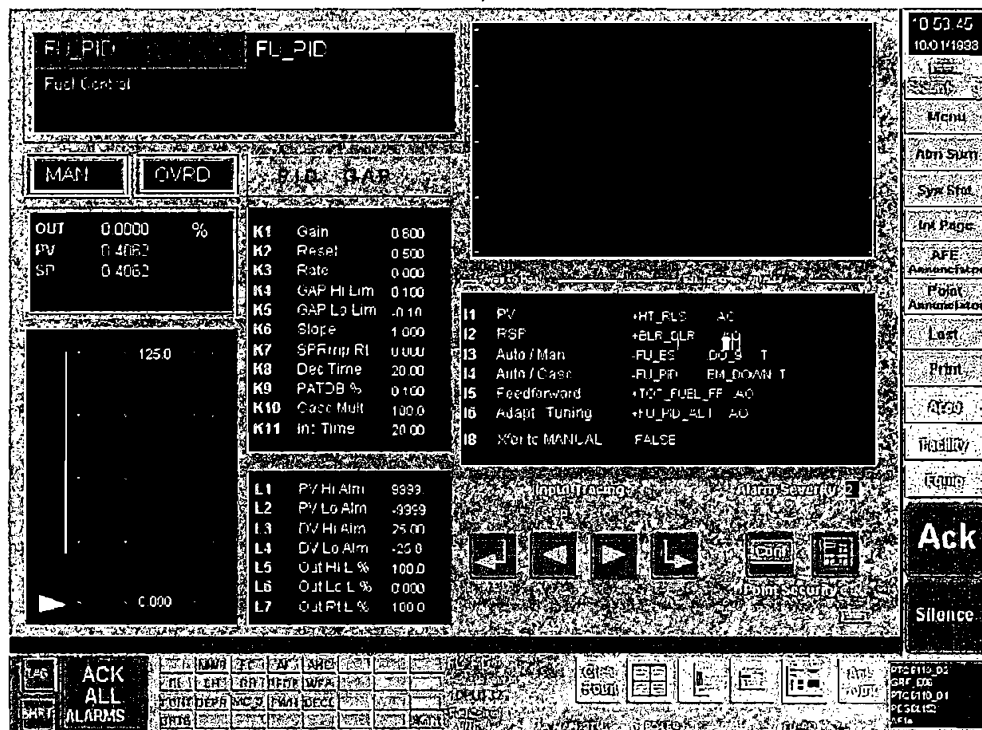


Figura 3.25. Parámetros del lazo de control de flujo de fuel-oil a caldera

### 3.4.3. Parámetros del lazo de control de presión de fuel-oil a caldera

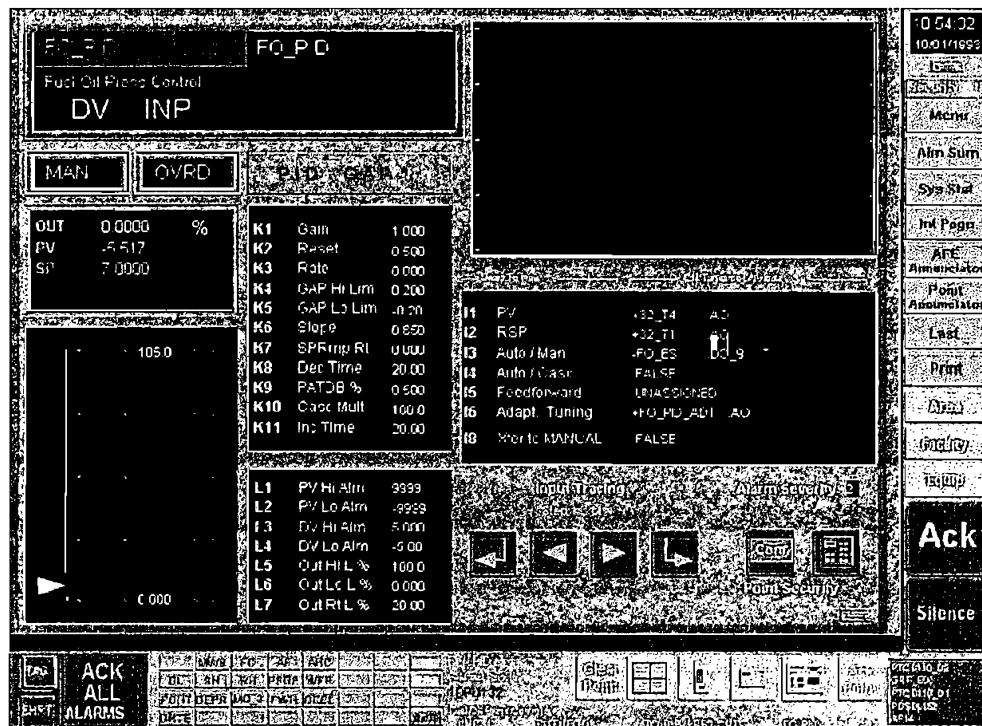


Figura 3.26. Parámetros del lazo de control de presión de fuel-oil a caldera



### 3.4.4. Parámetros del lazo de control de presión de diesel-oil a ignitores

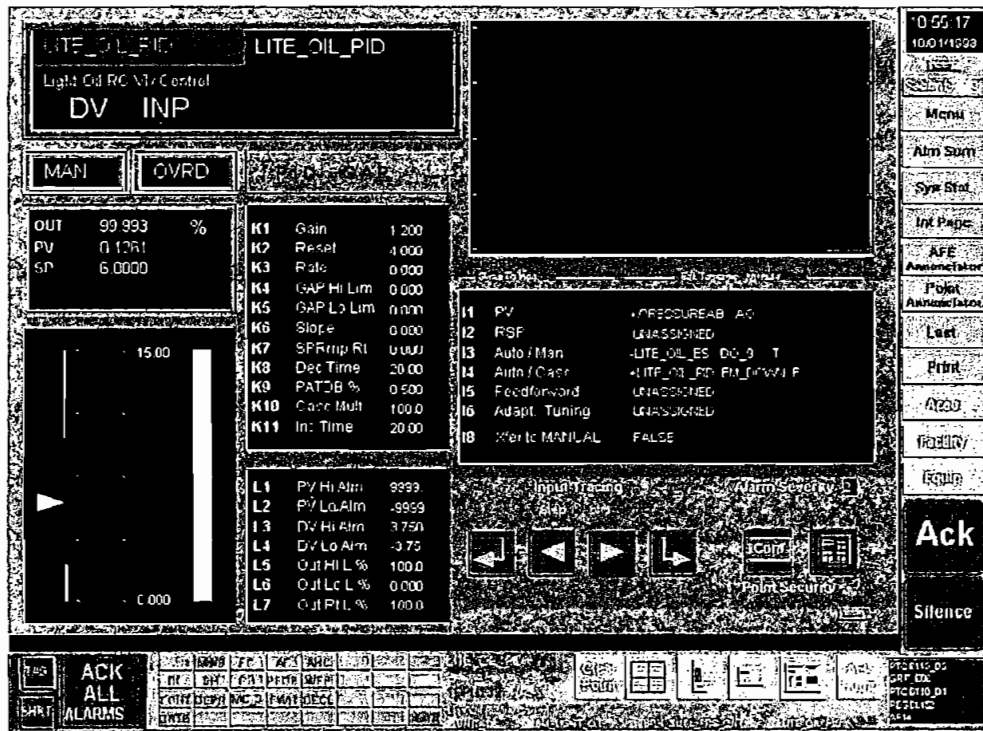


Figura 3.27. Parámetros del lazo de control de presión de diesel-oil a ignitores

### 3.4.5. Parámetros del lazo de control de exceso de oxígeno

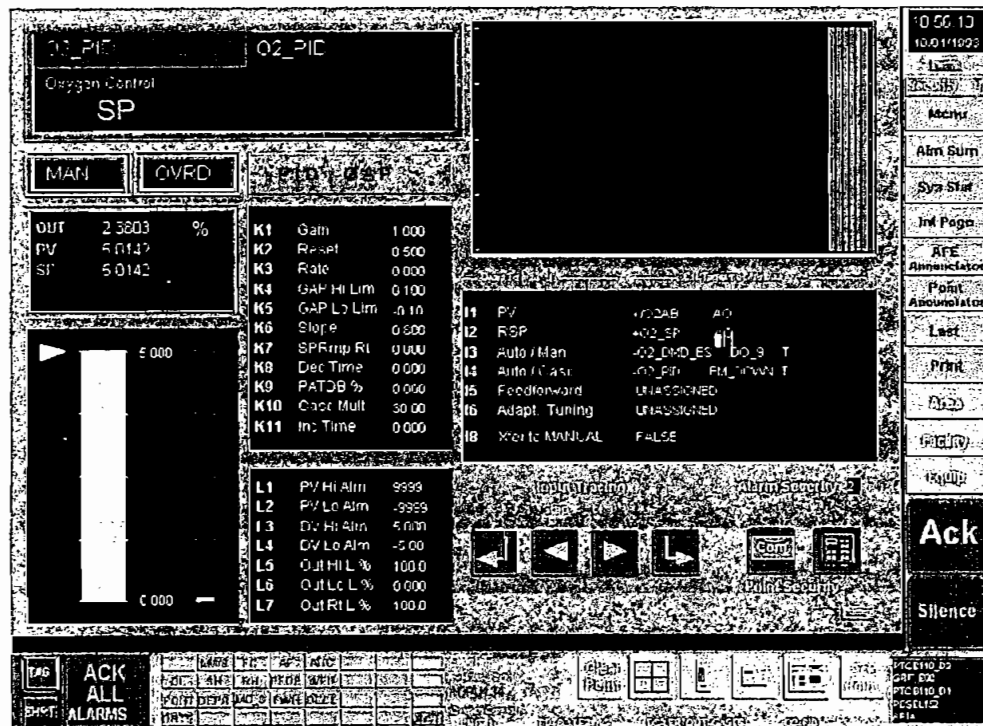


Figura 3.28. Parámetros del lazo de control de exceso de oxígeno

### 3.4.6. Parámetros del lazo de control de flujo de aire

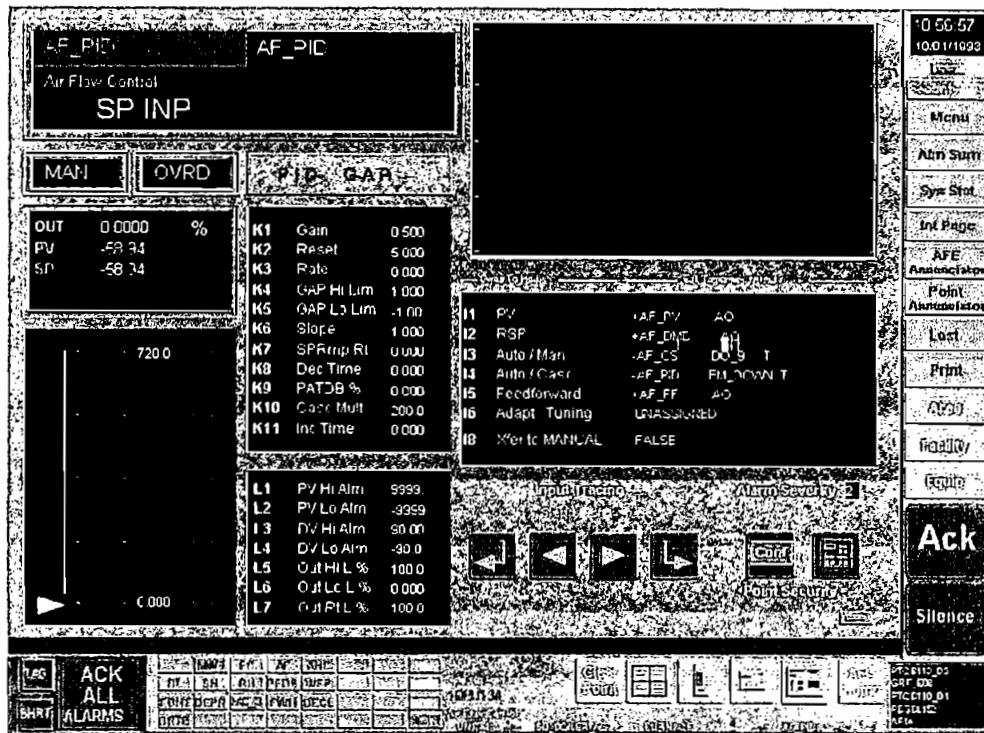


Figura 3.29. Parámetros del lazo de control de flujo de aire

### 3.4.7. Parámetros del lazo de control de temperatura del precalentador de aire

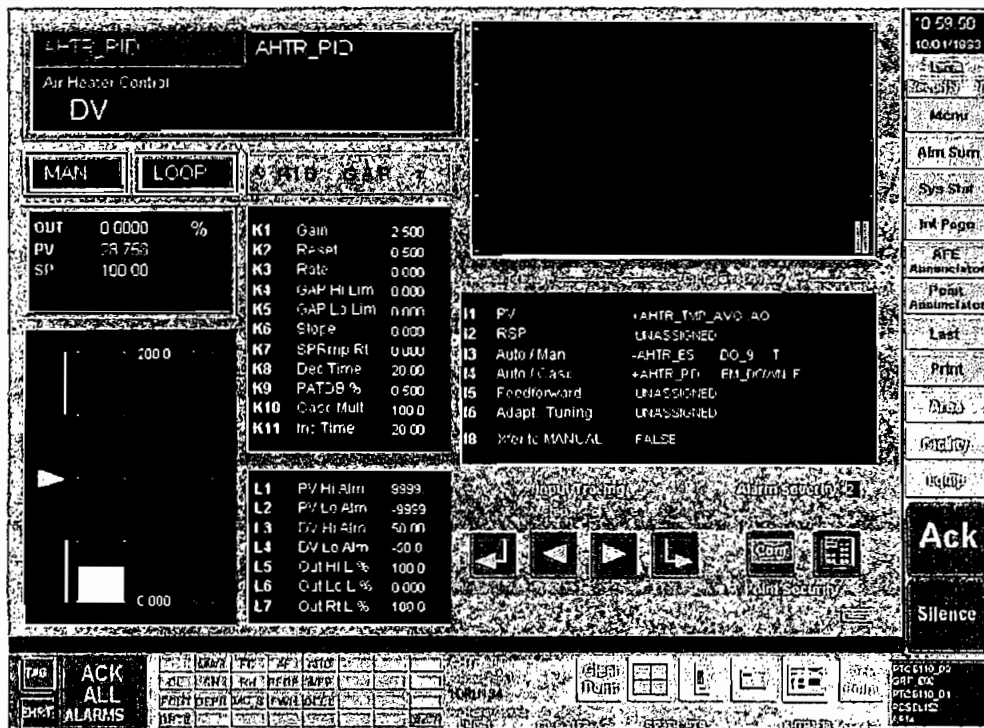


Figura 3.30. Parámetros del lazo de control de temperatura del precalentador de aire

### 3.4.8. Parámetros del lazo de control de nivel del calderín con un solo elemento

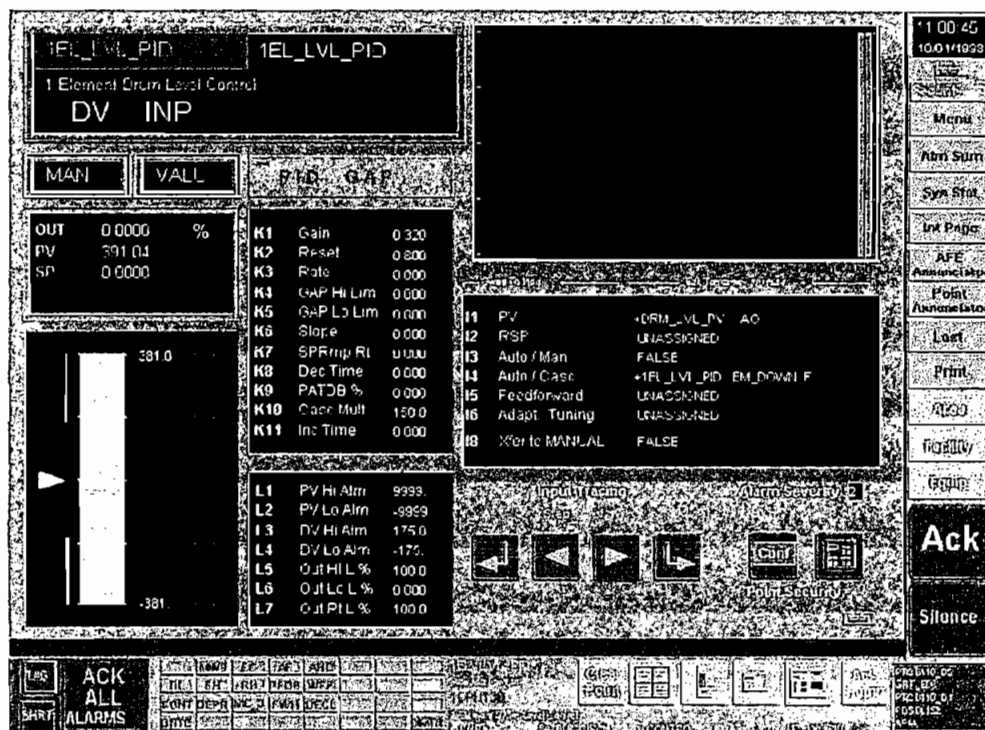


Figura 3.31. Parámetros del lazo de control de nivel del calderín con un solo elemento

### 3.4.9. Parámetros del lazo de control de flujo de agua de alimentación al calderín

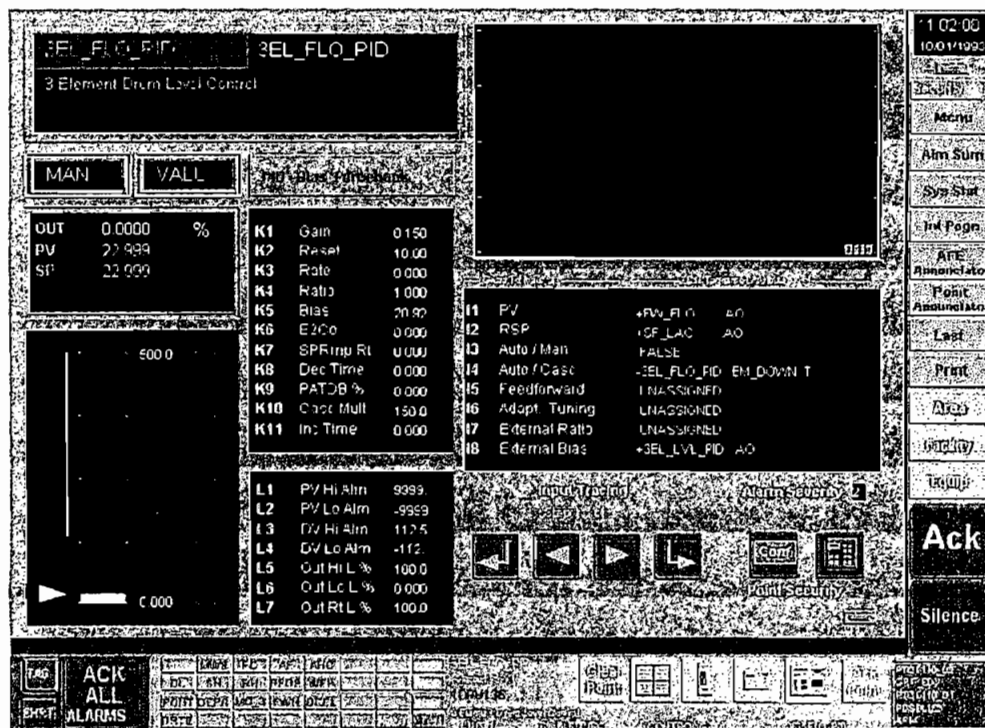


Figura 3.32. Parámetros del lazo de control de flujo de agua de alimentación al calderín

### 3.4.10. Parámetros del lazo de control de nivel del calderín con tres elementos

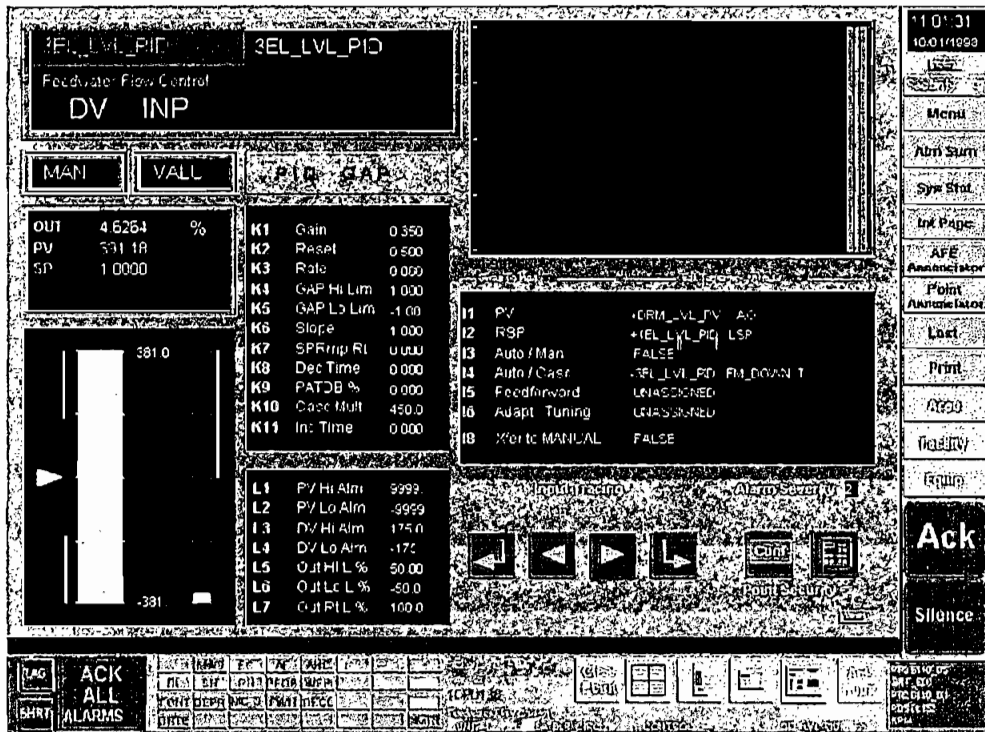


Figura 3.33. Parámetros del lazo de control de nivel del calderín con tres elementos

### 3.4.11. Parámetros del lazo de control de nivel del tanque de purga continua

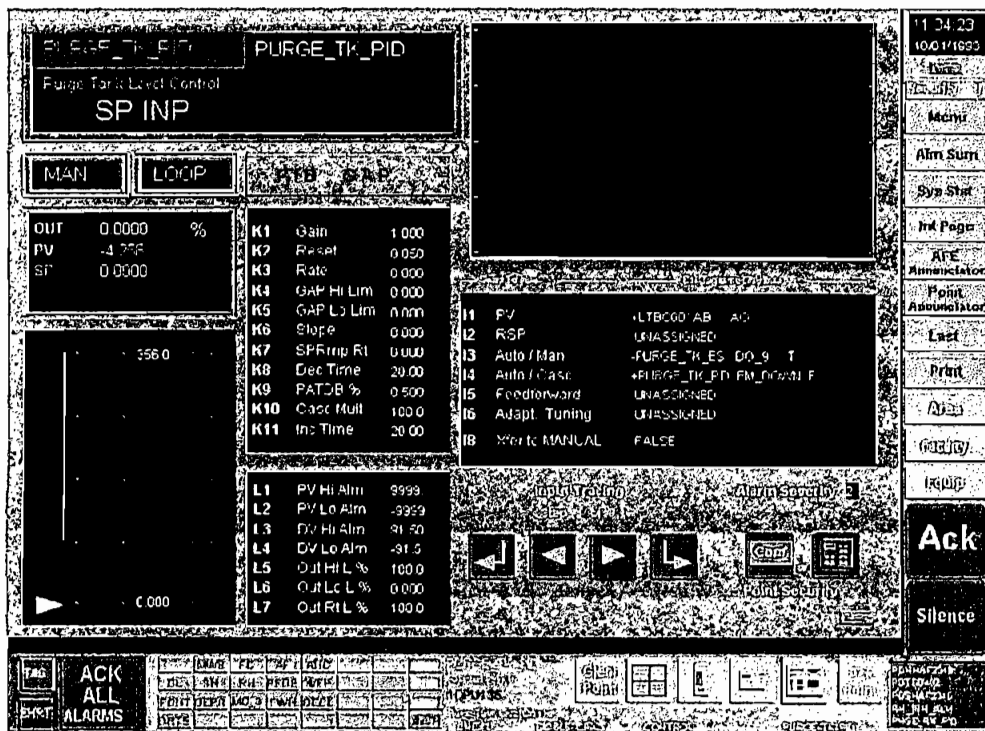


Figura 3.34. Parámetros del lazo de control de nivel del tanque de purga continua

### 3.4.12. Parámetros del lazo de control de temperatura de vapor sobrecalentado

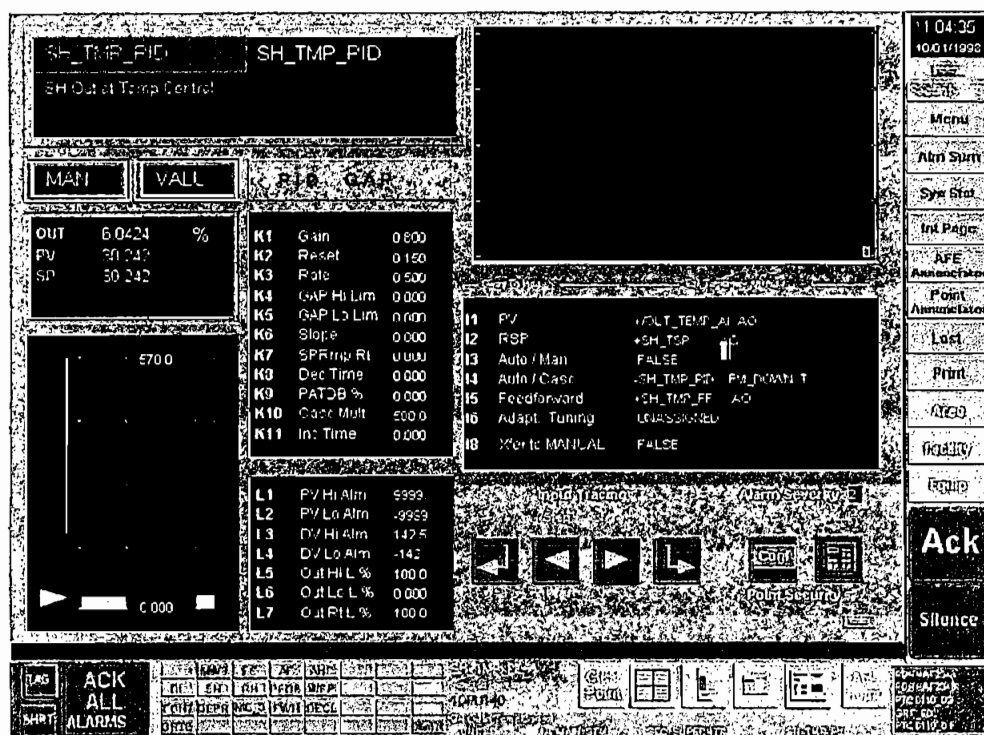


Figura 3.35. Parámetros del lazo de control de temperatura de vapor sobrecalentado a turbina

### 3.4.13. Parámetros del lazo de control de temperatura de vapor sobrecalentado a la salida del sobrecalentador primario

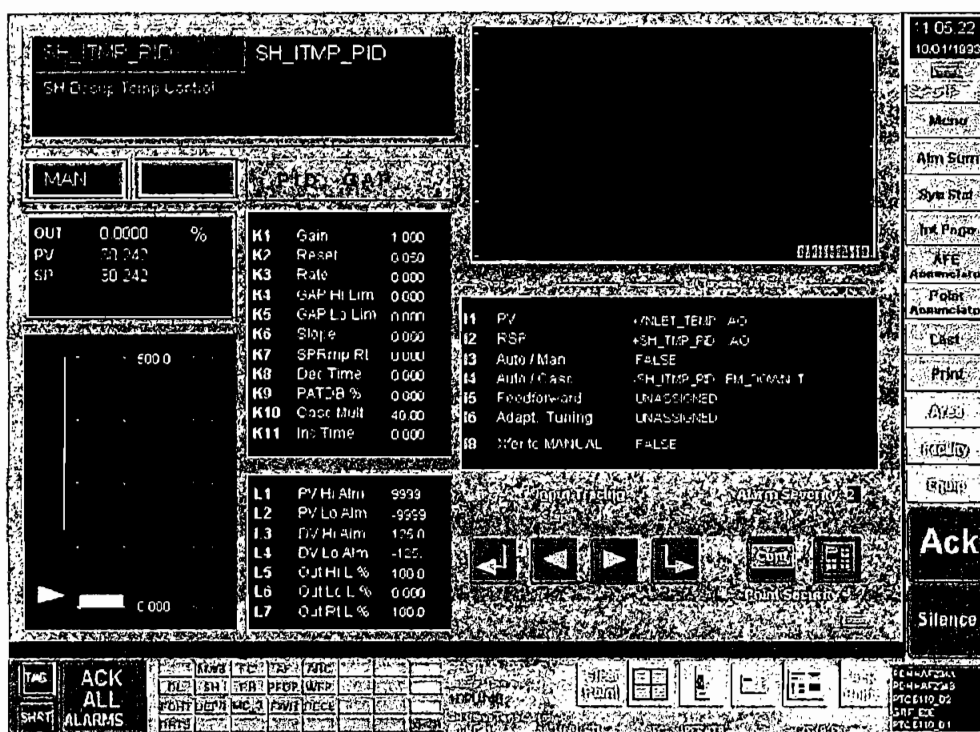


Figura 3.36. Lazo de temperatura de sobrecalentado a la salida del sobrecalentador primario

### 3.4.14. Parámetros del lazo de control de flujo de atemperación de sobrecalentado

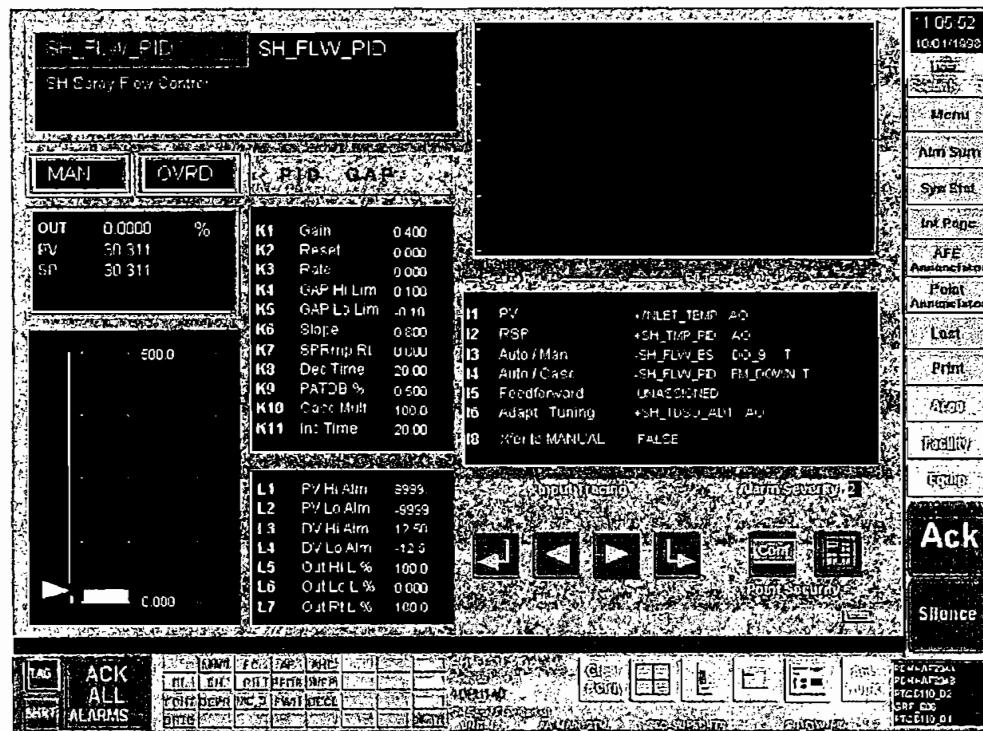


Figura 3.37. Parámetros del lazo de control de flujo de atemperación de vapor sobrecalentado

### 3.4.15. Parámetros del lazo de control de calentamiento de vapor recalentado

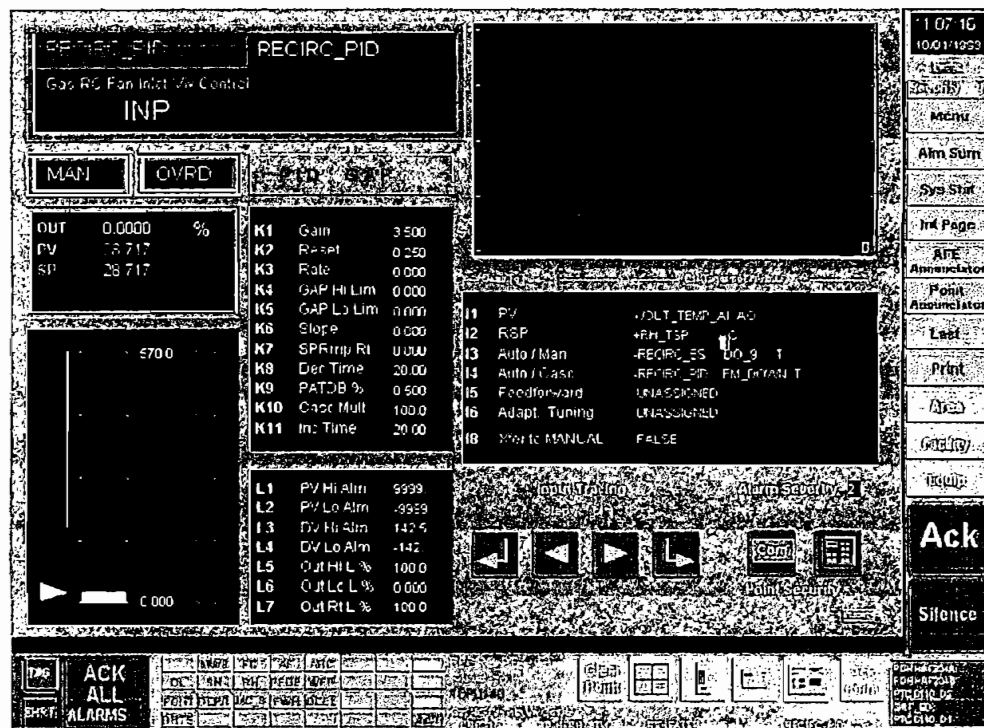


Figura 3.38. Parámetros del lazo de control de calentamiento de vapor recalentado



### 3.4.16. Parámetros del lazo de control de temperatura de vapor recalentado

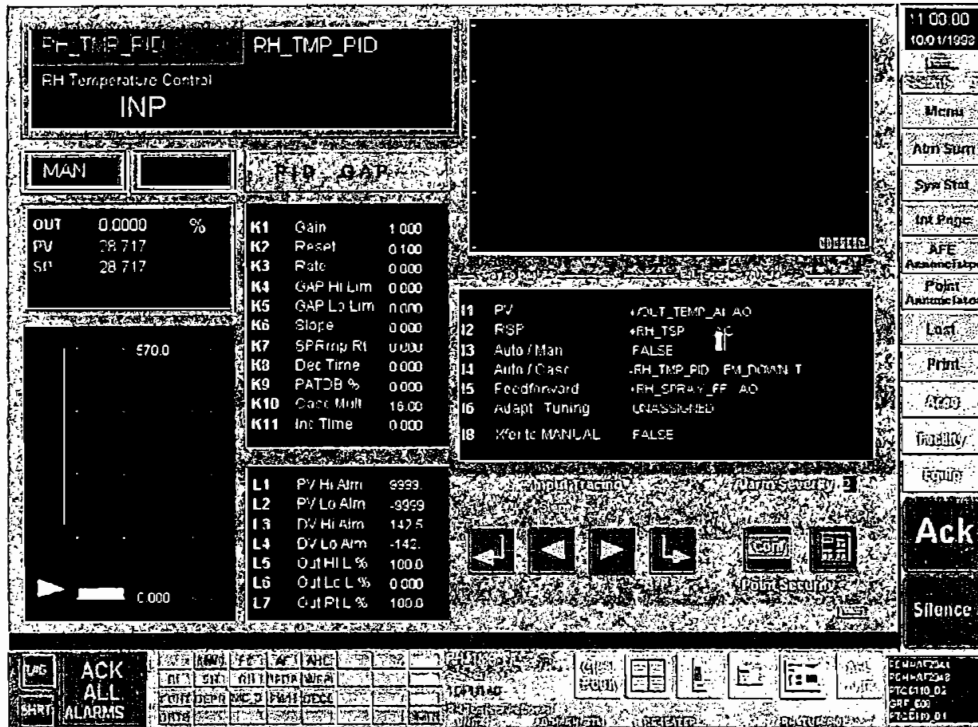


Figura 3.39. Parámetros del lazo de control de temperatura de vapor recalentado

### 3.4.17. Parámetros del lazo de control de flujo de atemperación de recalentado

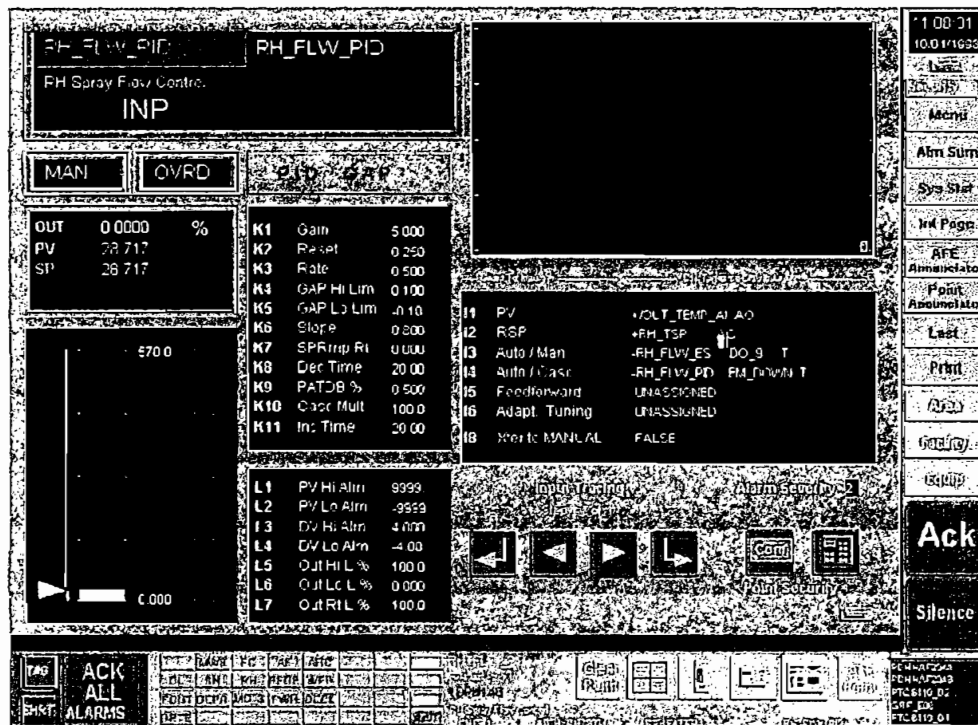


Figura 3.40. Parámetros del lazo de control de flujo de atemperación de recalentado

### 3.4.18. Parámetros del lazo de control de aire de atomización

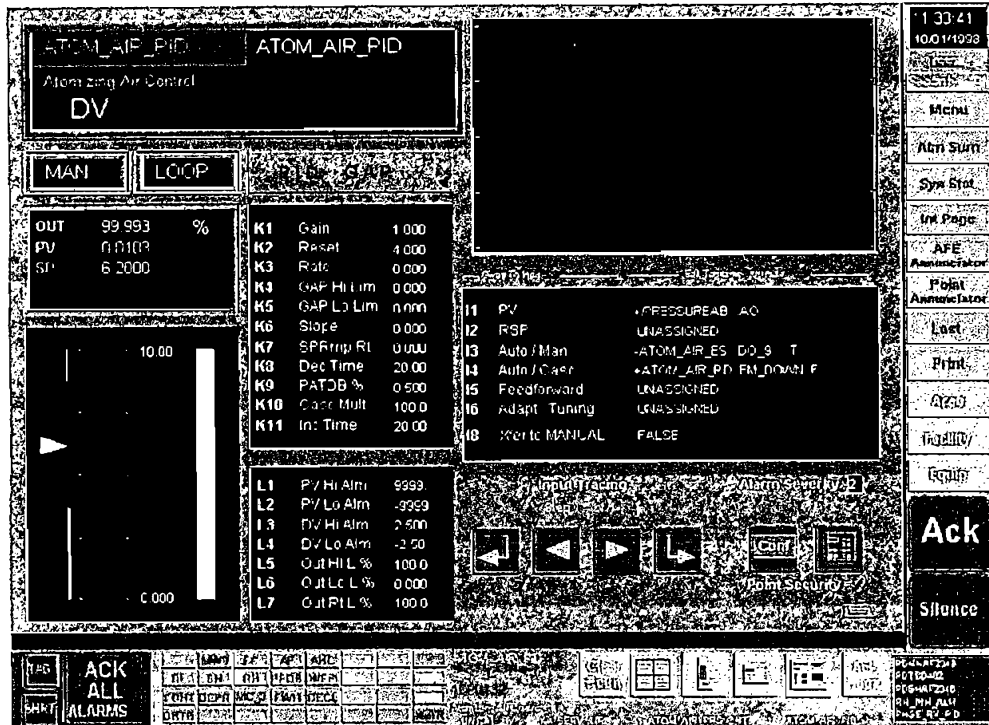


Figura 3.41. Parámetros del lazo de control de aire de atomización

### 3.4.20. Parámetros del lazo de control de presurización del penthouse

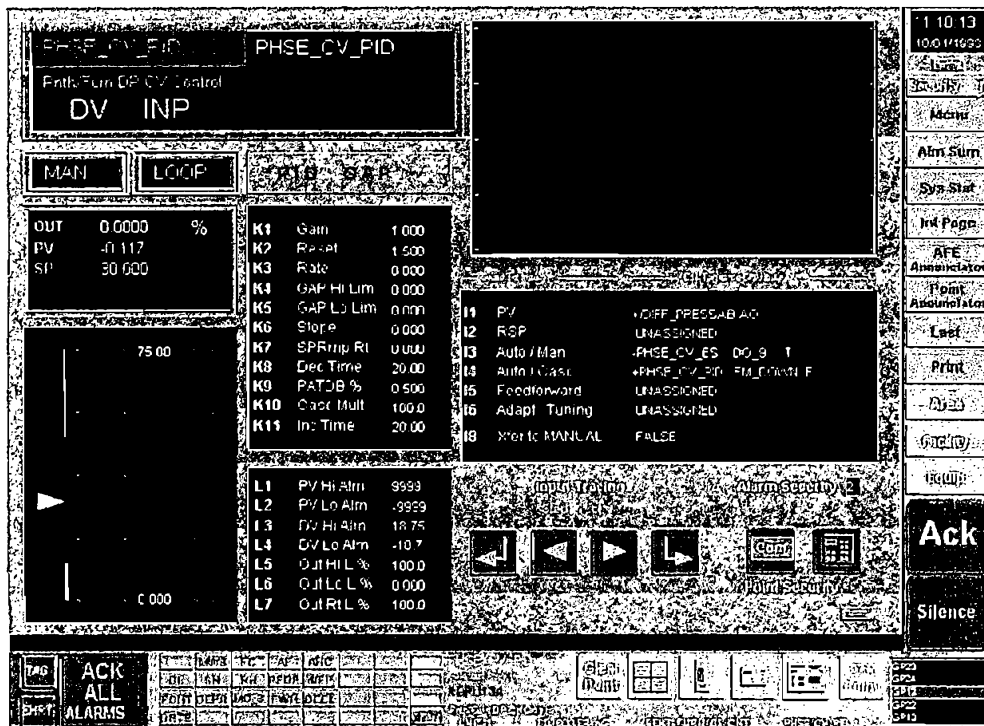


Figura 3.42. Parámetros del lazo de control de presurización del penthouse



### 3.4.21. Parámetros del lazo de control de alivio de presión del penthouse

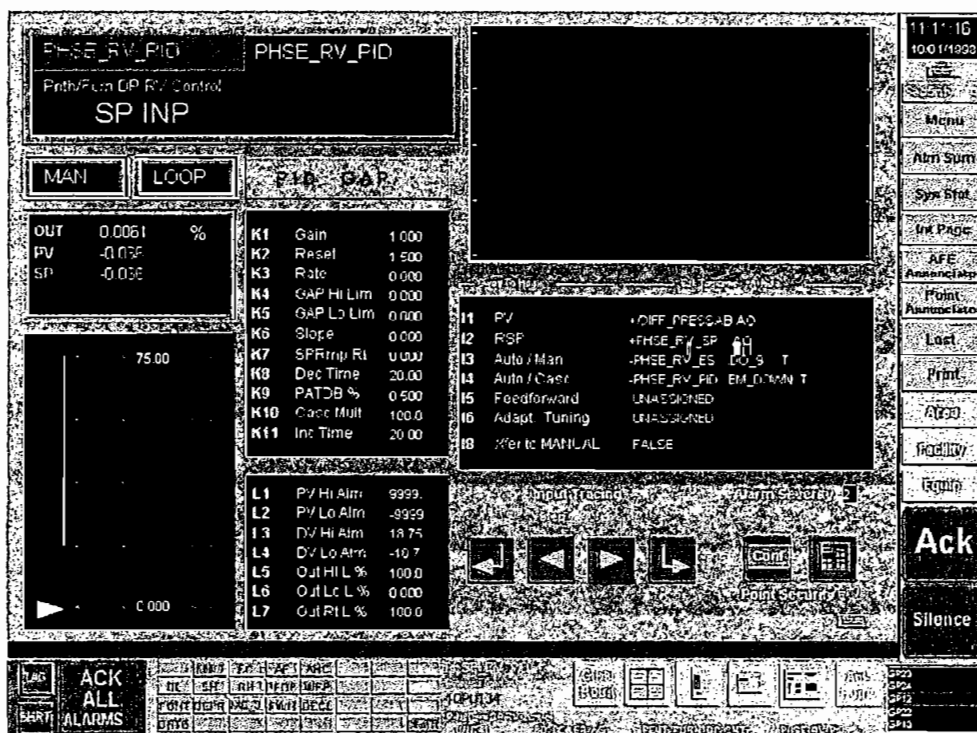


Figura 3.43. Parámetros del lazo de control de alivio de presión del penthouse

### 3.4.22. Parámetros del lazo de control de presurización del vestíbulo

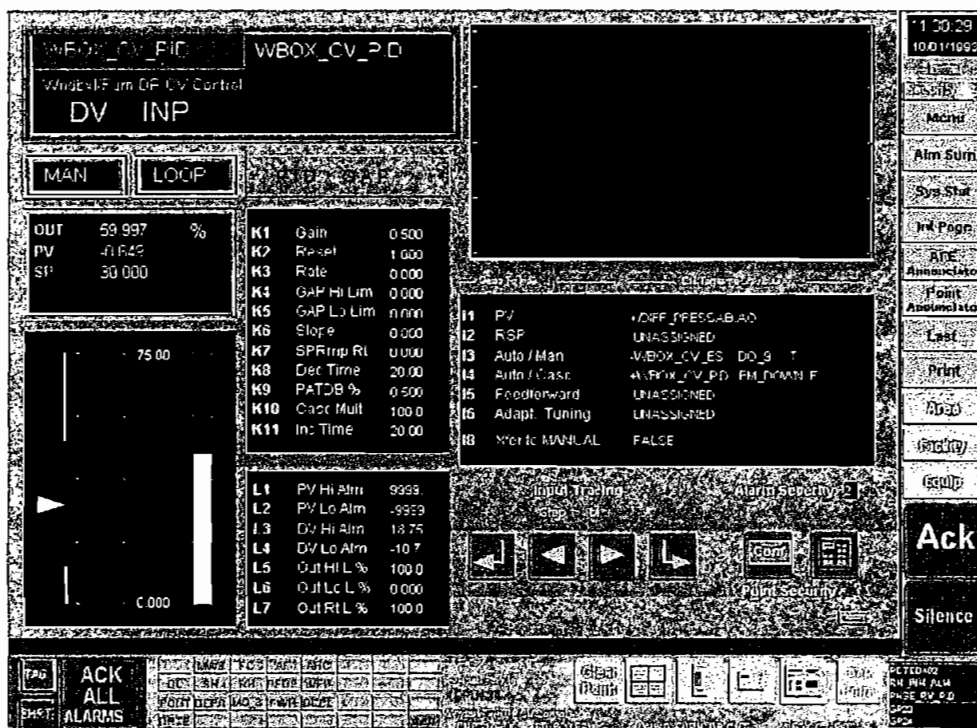


Figura 3.44. Parámetros del lazo de control de presurización del vestíbulo

### 3.4.23. Parámetros del lazo de control de alivio de presión del vestíbulo

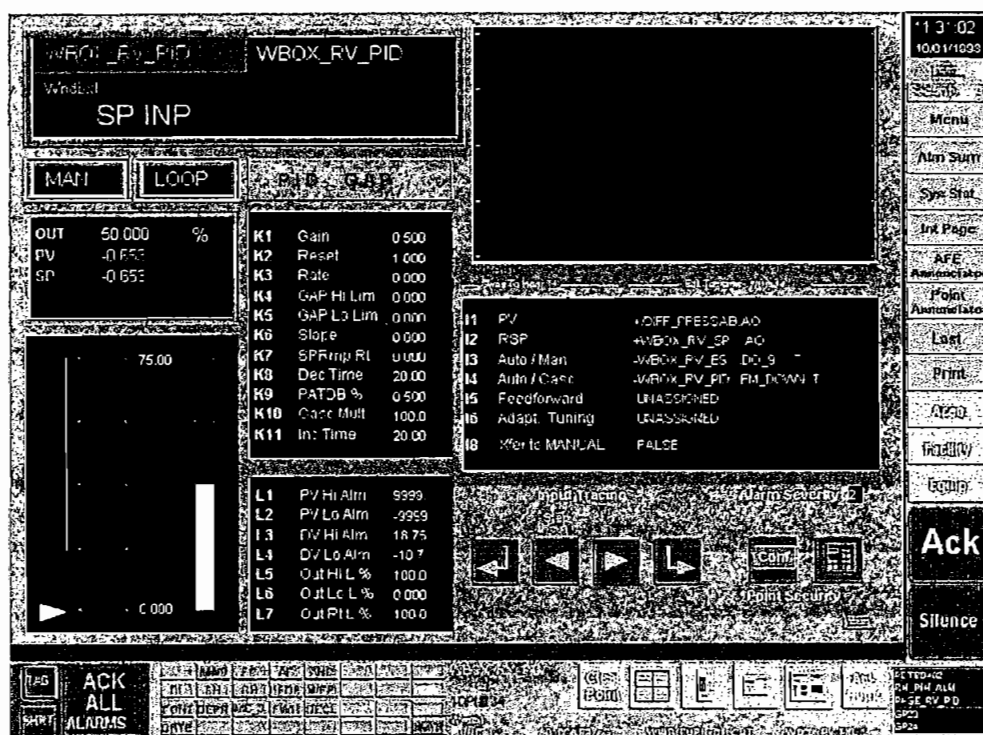


Figura 3.45. Parámetros del lazo de control de alivio de presión del vestíbulo

### 3.4.24. Parámetros del lazo de control de temperatura de fuel a la salida del tanque A

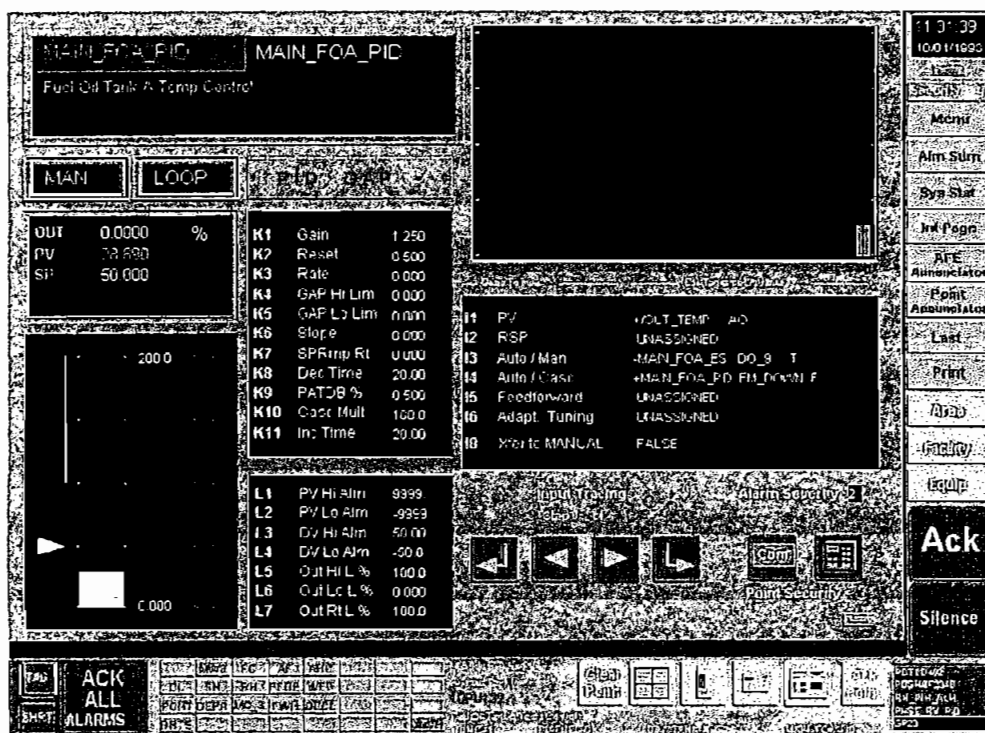


Figura 3.46. Parámetros del lazo de control de temperatura de fuel-oil a la salida del tanque diario A

### 3.4.25. Parámetros del lazo de control de temperatura de fuel a la salida del tanque B

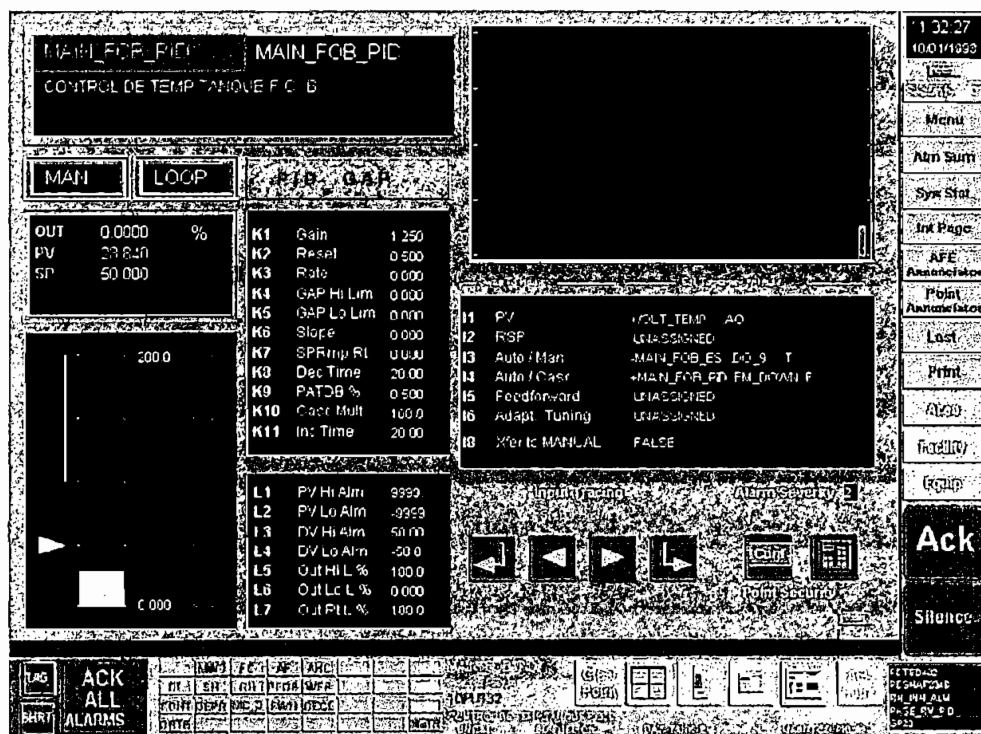


Figura 3.47. Parámetros del lazo de control de temperatura de fuel a la salida del tanque B

### 3.4.26. Parámetros del lazo de temperatura de fuel a la salida del tanque principal

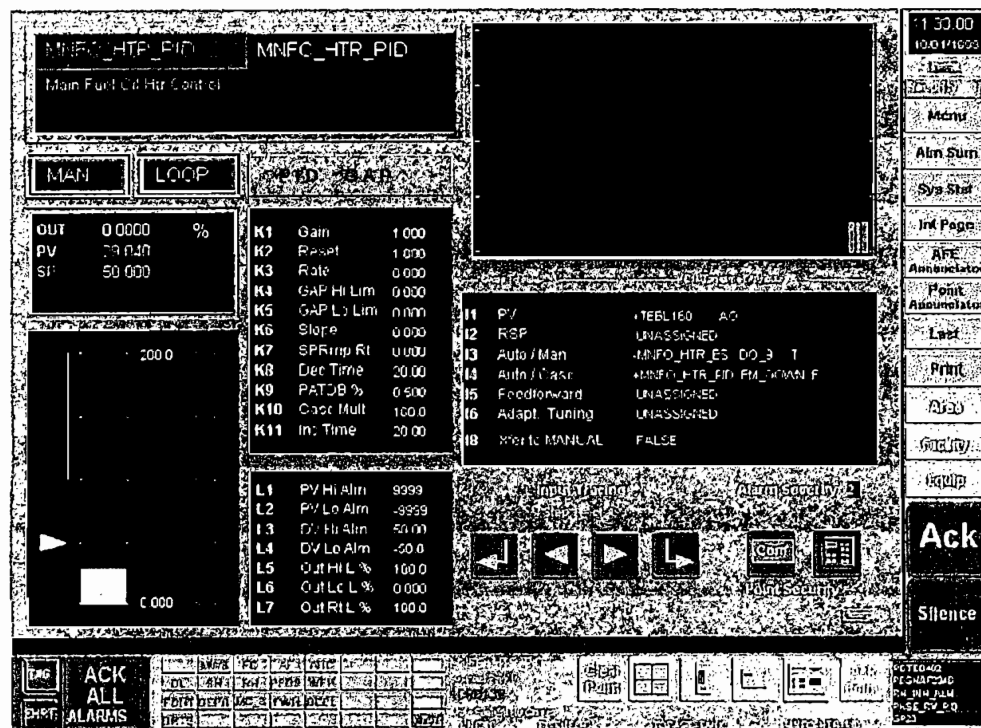


Figura 3.48. Parámetros del lazo de control de temperatura de fuel-oil a la salida del tanque principal

### 3.4.27. Parámetros del lazo de control de presión de vapor auxiliar

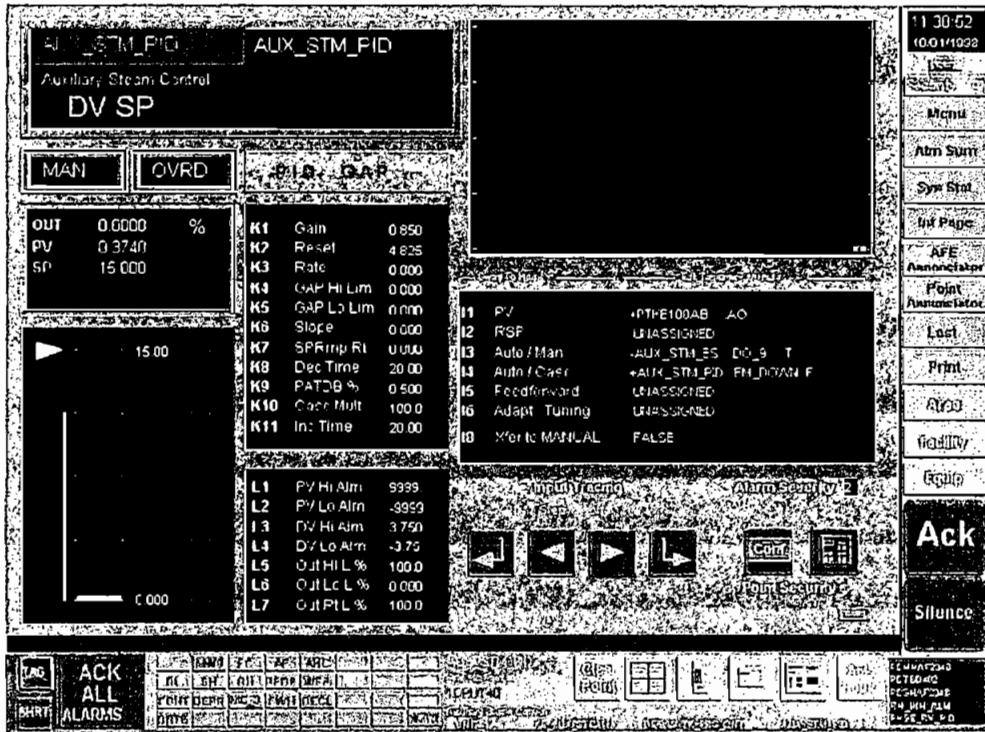


Figura 3.49. Parámetros del lazo de control de presión de vapor auxiliar

### 3.4.28. Parámetros del lazo de control de presión de vapor de atomización

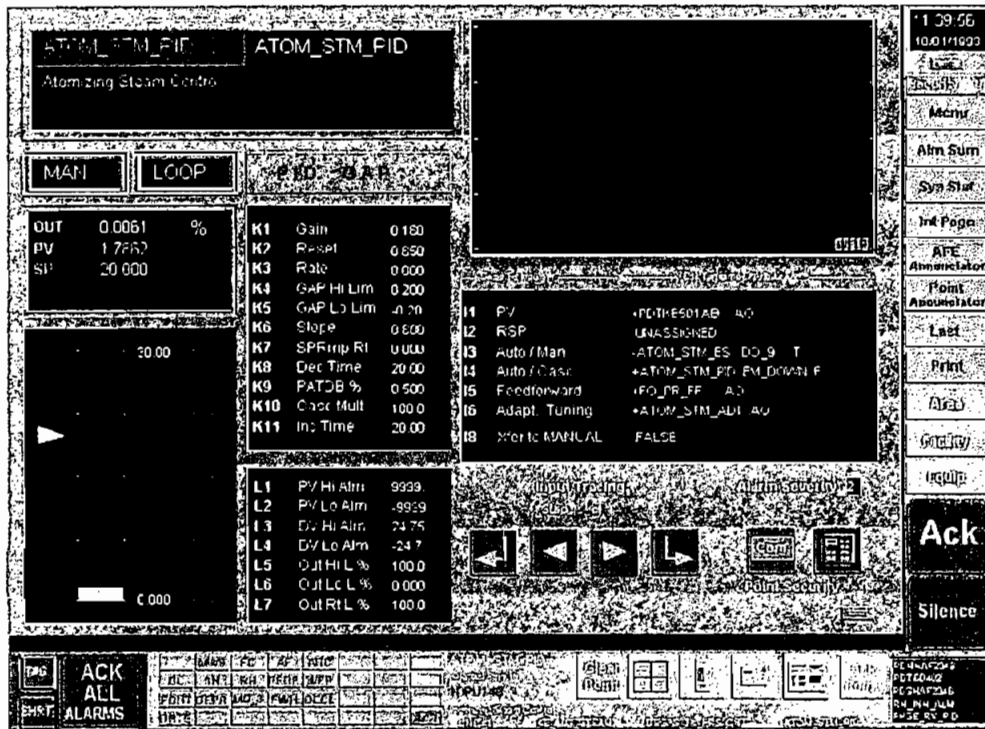


Figura 3.50. Parámetros del lazo de control de presión de vapor de atomización

### 3.4.30. Parámetros del lazo de control de presión de vapor a sopladores



Figura 3.51. Parámetros del lazo de control de presión de vapor a sopladores

### 3.4.31. Parámetros del lazo de control de calentamiento de fondo de desgasificador

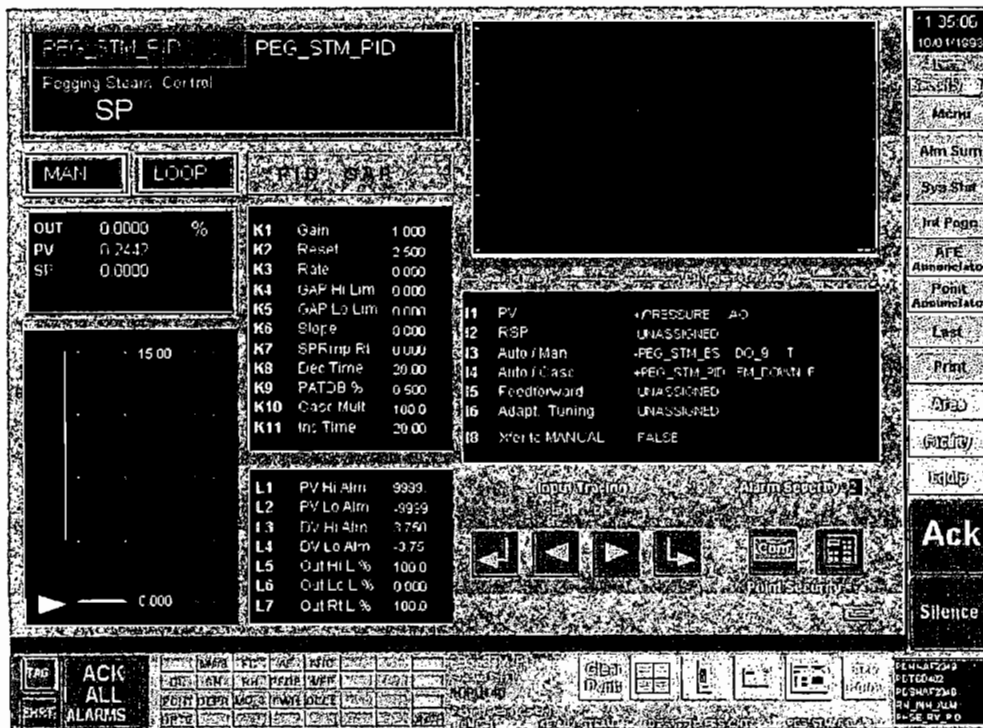


Figura 3.52. Parámetros del lazo de control de calentamiento de fondo de desgasificador

### 3.4.32. Parámetros del lazo de control de presurización del desgasificador 1

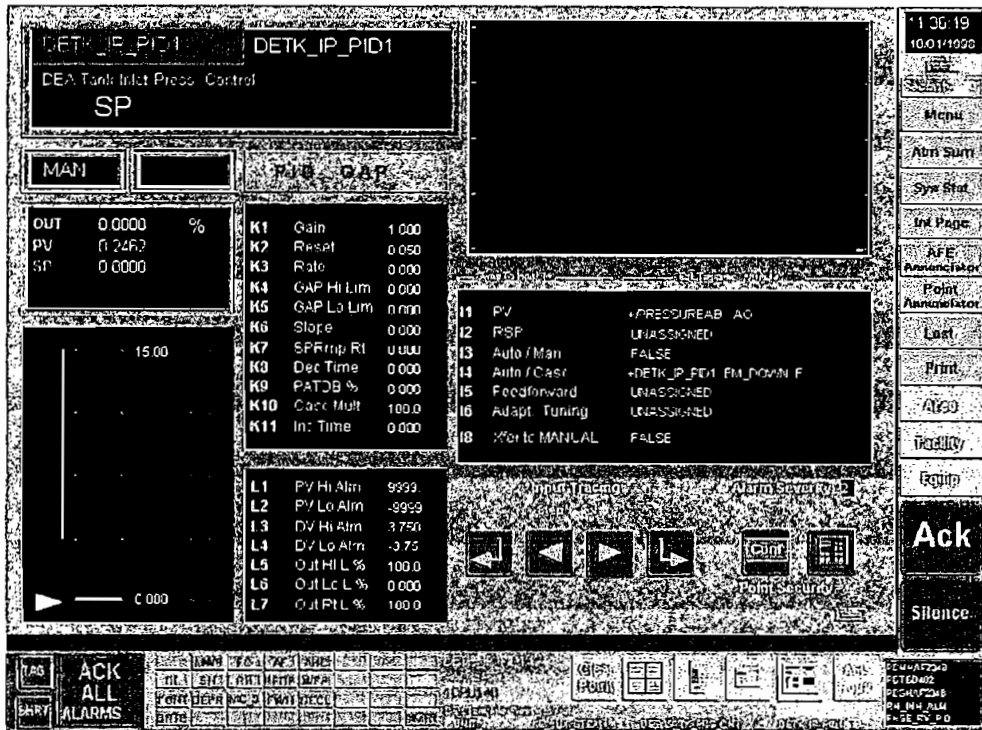


Figura 3.53. Parámetros del lazo de control de presurización del desgasificador 1

### 3.4.33. Parámetros del lazo de control de presurización del desgasificador 2

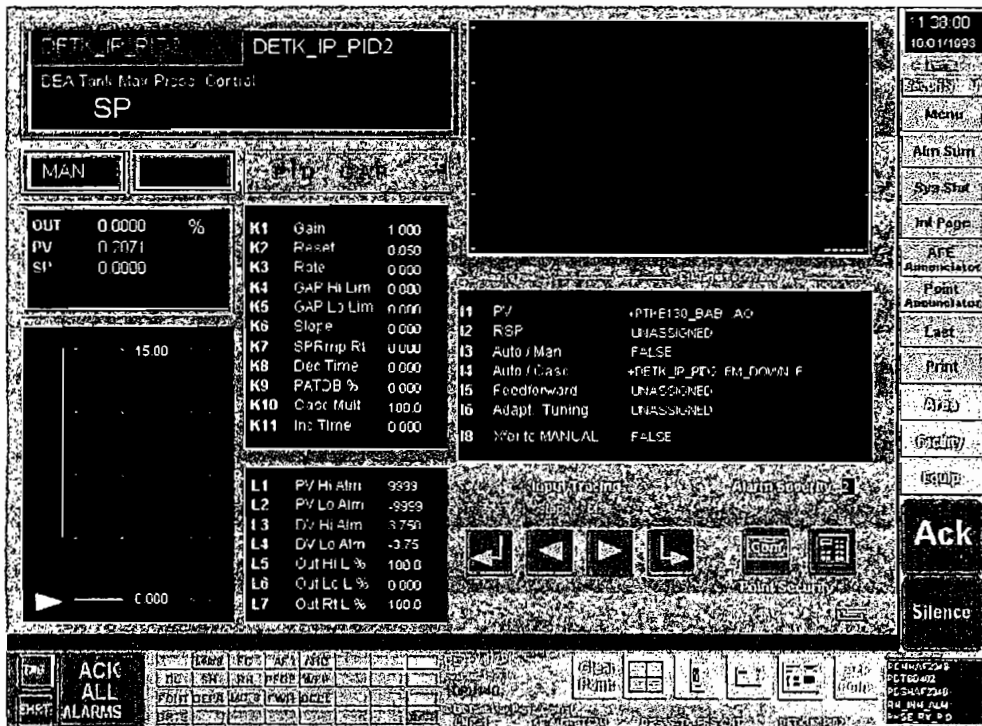


Figura 3.54. Parámetros del lazo de control de presurización del desgasificador 2



### 3.4.34. Parámetros del lazo de control de nivel del calentador de baja presión #2

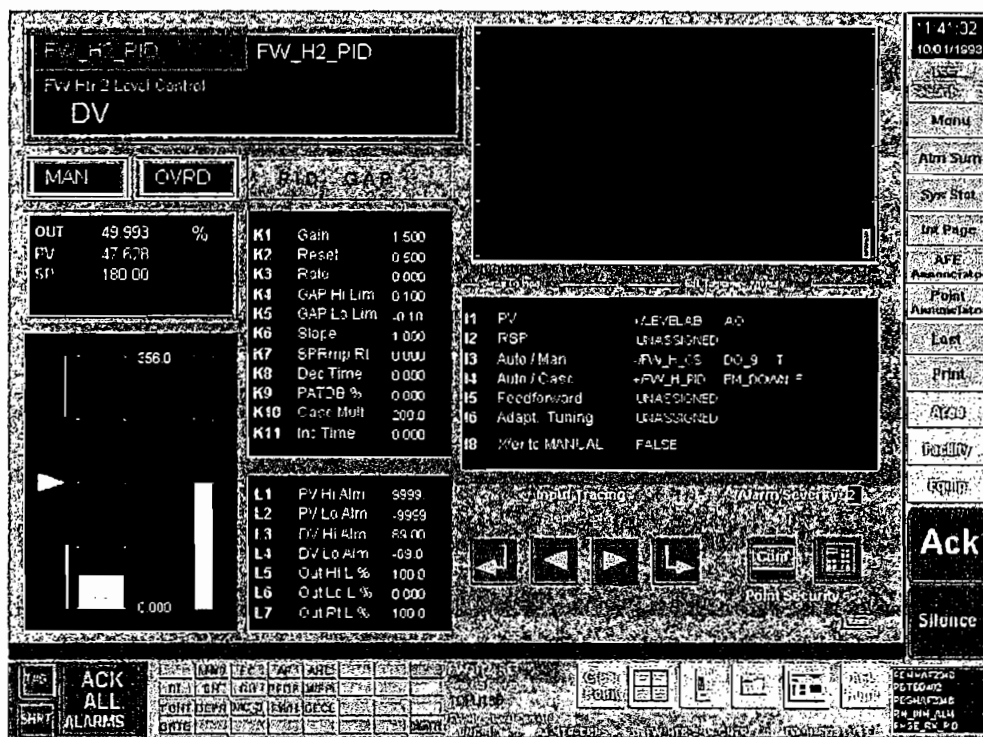


Figura 3.55. Parámetros del lazo de control de nivel del calentador de baja presión #2

### 3.4.35. Parámetros del lazo de control de nivel del calentador de baja presión #3

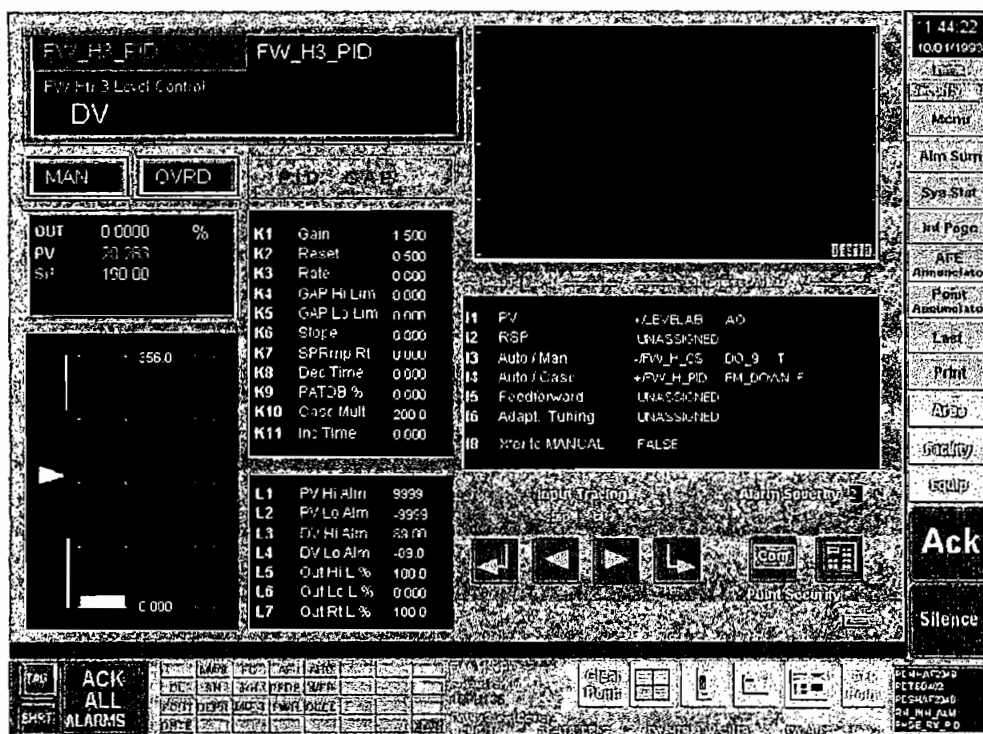


Figura 3.56. Parámetros del lazo de control de nivel del calentador de baja presión #3



Figura 3.58. Parámetros del lazo de control de nivel del calentador de alta presión #6

## **CAPITULO IV : RESULTADOS**

- 4.1. Resultados de la aplicación de la lógica de dos estados.**
- 4.2. Resultados de la aplicación de los lazos de control.**
- 4.3. Comentarios sobre la operación del sistema.**



#### **4.1. RESULTADOS DE LA APLICACIÓN DE LA LOGICA DE DOS ESTADOS.**

Durante la comprobación del funcionamiento de los dispositivos de dos estados, se realizaron pruebas de funcionamiento para cada uno de los mismos. Se abrió las ventanas de llamada a los puntos que forman parte integral de la lógica de control de los dispositivos y comprobó toda la lógica operativa.

Se iniciaba probando todas las señales de inhibición de arranque/apertura, cada una de ellas por separado y tratando de dar arranque o apertura al dispositivo en prueba.

Posterior a esto se arrancaba o abría el dispositivo en prueba, pero sin tener conectado el elemento final, se desconectaba la fuerza ya sea de motores o válvulas y se probaba solo hasta el interruptor o contactor respectivo.

Se probaban las señales de override a parar o cerrar, una a una, en caso de que este dispositivo tuviese esta característica, que debía desconectar el interruptor o contactor que se había cerrado anteriormente.

Luego se probaban las señales de override de arranque o apertura, del mismo modo que para los otros casos, se probaba una a una las señales que generan este tipo de señal en caso de que para el dispositivo en prueba sea aplicable y se esperaba el cierre del interruptor o contactor.

Por último se comprobó la inhibición a parar o cerrar en caso de que fuese aplicable al dispositivo en pruebas, una a una cada señal que generaba esta señal.

Al mismo tiempo que se comprobaba el funcionamiento de las inhibiciones y los overrides, se comprobaba la estructuración correcta de la lógica operativa de cada dispositivo

El cierre o apertura del interruptor o contactor se lo comprobaba en las cabinas del centro de control de motores y en las pantallas de operación en la sala de control comprobando los puntos de los retroavisos respectivos provenientes del dispositivo respectivo.

Una vez comprobada la lógica se probaba las seguridades, en el caso de todos los motores de la planta se probaba el disparo por protección térmica, pero solo con el interruptor y contactor, una vez probado esto se procedía a conectar la fuerza al motor respectivo. Una vez hecho esto se procedía al arranque del motor, para hacer esto se disponía de personal en el campo cerca al motor, en las cabinas cerca al interruptor y en la sala de control.

Los arranques de los motores siempre se probaron desacoplados, se comprobaba el sentido de giro y una vez comprobado el sentido de giro correcto se procedía al acople con el elemento de carga, ya sea una bomba o un ventilador y se continuaba el proceso de pruebas.

Se aprovechó para medir corrientes de arranque y corrientes nominales, estos datos se utilizaron posteriormente para la correcta calibración de las protecciones, en caso de ser un éxito el arranque se procedía a la prueba de la última seguridad, el pulsador de emergencia en el campo.

En caso de ser fallido el arranque, se procedía a un estudio exhaustivo de las causas que pudieron ocasionar el fallo con la consulta respectiva a la secuencia de eventos para comprobar lo sucedido, una vez solucionado el inconveniente se procedía nuevamente al arranque y al proceso de medidas para la calibración de protecciones.

Si el elemento a probar era una válvula motorizada, después de probar la protección térmica, se procedía a ponerla en marcha y probar el paro de emergencia al accionarse el límite de par respectivo, es decir si está abriendo que pare si actúa el límite de par abre y si esta cerrando que pare si actuaba el límite de par cierra.

Luego se comprobó el correcto funcionamiento y calibración de los finales de carrera de las válvulas, es decir que la válvula pare al alcanzar el final de carrera y siempre que actúe el final de carrera antes que el límite de par.

Para las válvulas se tomaba la medida de la corriente nominal de funcionamiento para la calibración de las protecciones y el tiempo de apertura y cierre para poner en el sistema de control distribuido el tiempo de alarma por fallo en alcanzar los finales de carrera.

Una vez finalizado este proceso de pruebas se aceptaba la lógica como estaba o en el caso de requerirse alguna modificación se probaba nuevamente con la modificación necesaria.

## **4.2. RESULTADOS DE LA APLICACIÓN DE LOS LAZOS DE CONTROL.**

Para mostrar los resultados de la aplicación de los lazos de control del sistema de control distribuido al proceso, se adjuntan los protocolos de pruebas de los lazos de control realizados en la central Trinitaria en presencia de la fiscalización.

A continuación se presenta una copia de los protocolos de pruebas efectuados; se toman los que se consideran los más interesantes:

### **4.2.1. PROTOCOLO DEL LAZO DE CONTROL DE NIVEL DE CONDENSADOR**

Se adjunta la presentación del protocolo de aceptación del lazo del condensador aceptado por la fiscalización por parte de INECEL y por parte del constructor BABCOCK & WILCOX ESPAÑOLA. Los parámetros programados en los diferentes lazos se mostraron en el capítulo III bajo parámetros programados en los lazos de control. Una muestra en línea de registro de la acción del lazo de control frente a una perturbación, se adjunta con el protocolo.

Este es un lazo de control de nivel, y la perturbación provocada es el ingreso de agua por medio de la válvula de aportación de emergencia hacia el condensador y se observa la reacción del lazo para controlar el nivel.

En la gráfica se observan las siguientes variables:

1. Nivel medido del condensador en azul oscuro.
2. Punto de consigna de regulación del lazo en color celeste.
3. Variable de proceso del lazo, en color verde que es igual al punto 1.
4. Salida de control del lazo en color amarillo.
5. Apertura de la válvula de by-pass del desgasificador en rojo.
6. Apertura de la válvula de control de nivel del condensador en color habano.



**BABCOCK**  
WILCOX ESPAÑOLA

PROTOCOLO  
DE  
COMMISSIONING

FECHA EDICION  
MAYO DE 1998

**LAZO DE CONTROL  
NIVEL CONDENSADOR**

	Verificado Inecel
1.- Ajustes controladores	
a) CONDS-PID	<u>O.K</u>
b) CONDS-RECIR	<u>O.K</u>
2.- Registros	<u>O.K</u>
3.- Verificación bloques de lógica	
a) L-AF-12	<u>O.K</u>
b) L-AF-13	<u>O.K</u>
4.- Operación lazo de control	<u>O.K</u>

OBSERVACIONES:

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

MAX CONTROL	B.W.E.	Fiscalización INECEL
Ing. Jorge Leone	Ing. Manuel Chaves	Ing. Patricio López

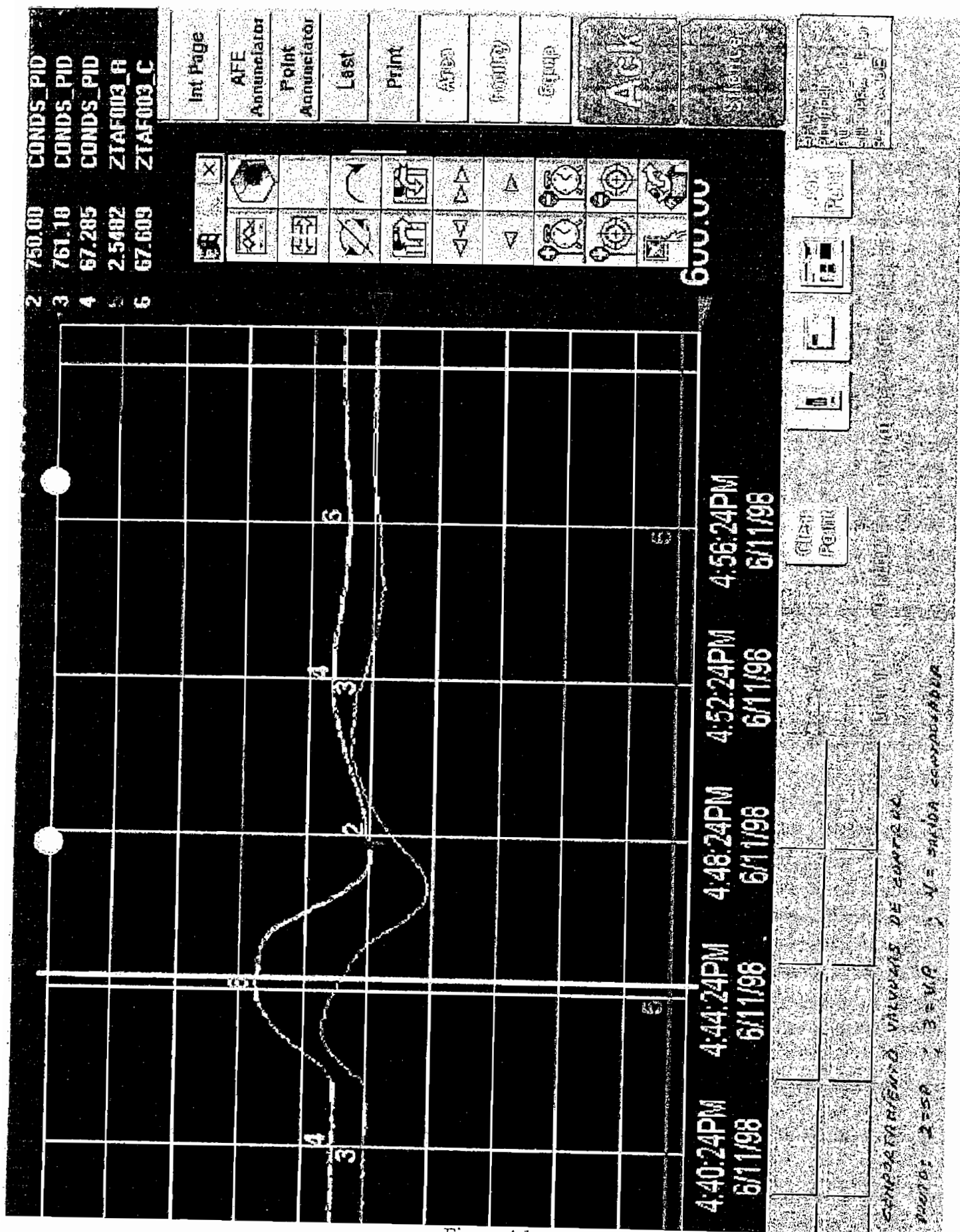


Figura 4.1  
Pantalla de registro del lazo de nivel del condensador

demasiado la válvula de control que...  
condensado ya que la presión de descarga bajaría más allá del punto de disparo de la bomba.

La velocidad de respuesta de este lazo mejora bastante si se utilizan ambas bombas de extracción de condensado a la vez, pero esta práctica no es la normal.

#### 4.2.2. PROTOCOLO DEL LAZO DE CONTROL DE NIVEL DEL CALENTADOR DE BAJA PRESION No. 2

Como para todos los lazos, se tiene la presentación del protocolo de aceptación del lazo de control de nivel del calentador de baja presión No.2 y la pantalla de la línea de registro de los calentadores de baja y alta presión.

En la pantalla de registro de la figura 4.1, tómesese en cuenta los rangos para nivel son desde 600 mm hasta 900 mm y para las válvulas de 0 a 100 %.

Obsérvese la línea #3 correspondiente al nivel del condensador (en color verde) como aumenta al ingresar agua por la aportación de emergencia, el lazo de control ordena a la válvula comenzar la apertura (líneas #4 en amarillo y #6 en habano) hasta controlar la perturbación en aproximadamente 15 minutos. Cabe indicar que la perturbación incrementa el nivel en máximo 25 mm y mínimo en 28 mm para un punto de consigna de 750 mm.

Nótese la gran inercia de este lazo, aparte de otros limitantes como es el que no se puede abrir demasiado la válvula de control (más del 65%) trabajando con una sola bomba de condensado ya que la presión de descarga bajaría más allá del punto de disparo de la bomba.

La velocidad de respuesta de este lazo mejora bastante si se utilizan ambas bombas de extracción de condensado a la vez, pero esta práctica no es la normal.

#### **4.2.2. PROTOCOLO DEL LAZO DE CONTROL DE NIVEL DEL CALENTADOR DE BAJA PRESION No. 2**

Como para todos los lazos, se tiene la presentación del protocolo de aceptación del lazo de control de nivel del calentador de baja presión No.2 y la pantalla de la línea de registro de los calentadores de baja y alta presión.

Para probar este lazo se cerró la válvula de control de nivel poniendo el lazo de control en manual y luego se lo paso a automático.

En la pantalla se aprecia las siguientes variables:

1. Punto de consigna del control de nivel del calentador No. 2, en color verde claro.
2. Variable de proceso del control de nivel del calentador No. 2, en color verde.
3. Salida del lazo a la válvula de control de nivel del calentador No. 2, en color verde oscuro.
4. Punto de consigna del control de nivel del calentador No. 3, en color celeste.
5. Variable de proceso del control de nivel del calentador No. 3, en color azul.



**BABCOCK**  
WILCOX ESPAÑOLA

PROTOCOLO  
DE  
COMMISSIONING

FECHA EDICION  
ABRIL DE 1998

**LAZO DE CONTROL  
CALENTADOR BP 2**

		Verificado Inecel
1.-	Ajustes controladores	
	a) FW - H2 - PID	<u>OK</u>
	b) FW - H2 - CV - DMD	<u>OK</u>
	c) FW - H2 - DV - DMD	<u>OK</u>
2.-	Registro de nivel	<u>OK</u>
3.-	Verificación bloques de lógica	
	a) L - AJ - 3	<u>OK</u>
	b) L - AJ - 4	<u>OK</u>
4.-	Operación lazo de control	<u>OK</u>

OBSERVACIONES:

MAX CONTROL	B.W.E.	Fiscalización INECEL
Ing. Jorge Leone	Ing. Manuel Chaves	Ing. Marcelo Castelo

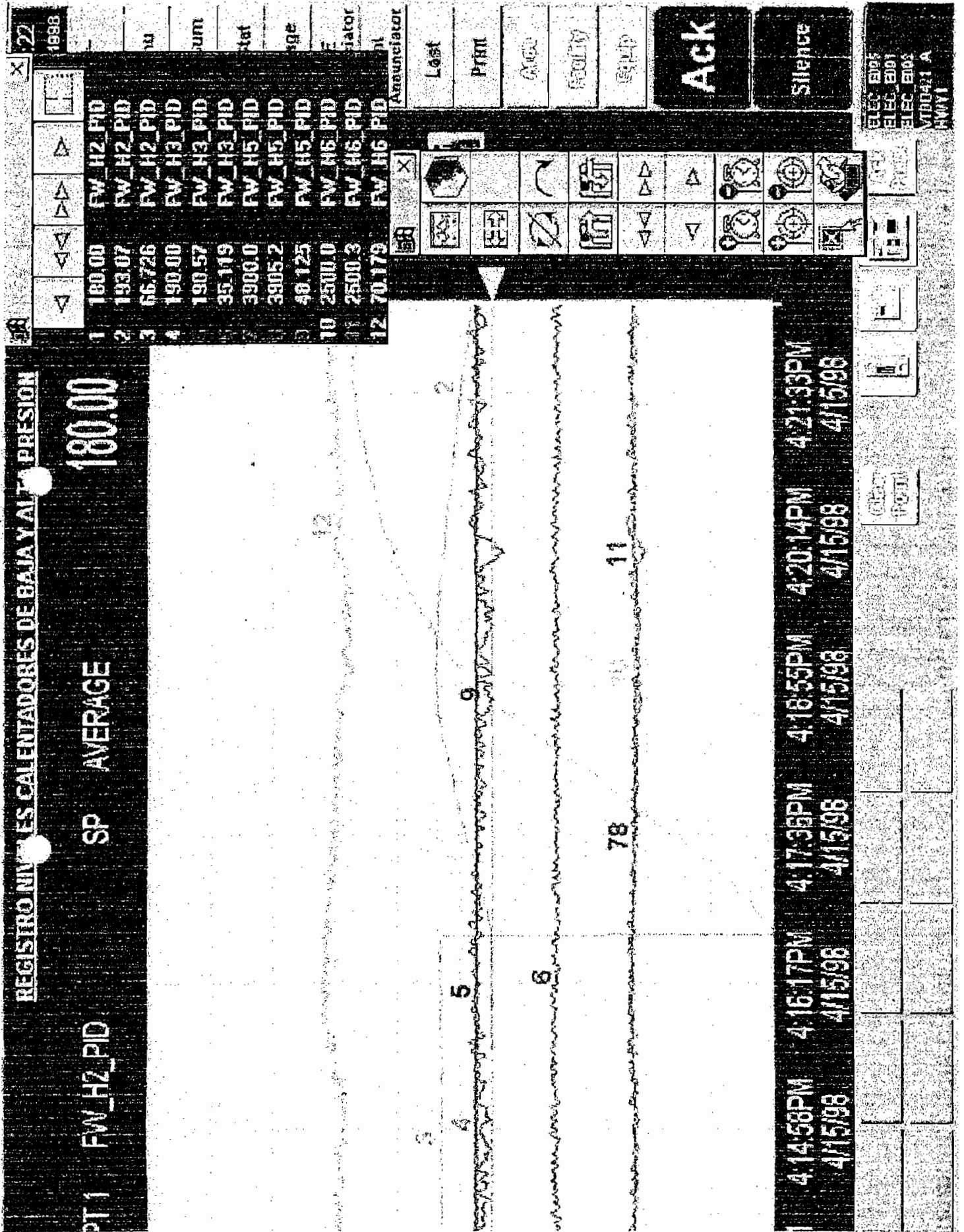


Figura 4.2

Pantalla de registro del lazo de nivel del calentador de baja presión #2



6. Salida del lazo a la válvula de control de nivel del calentador No. 3, en color azul oscuro.
7. Punto de consigna del control de nivel del calentador No. 5, en color rosado.
8. Variable de proceso del control de nivel del calentador No. 5, en color morado.
9. Salida del lazo a la válvula de control de nivel del calentador No. 5, en color violeta.
10. Punto de consigna del control de nivel del calentador No. 6, en color amarillo.
11. Variable de proceso del control de nivel del calentador No. 2, en color naranja.
12. Salida del lazo a la válvula de control de nivel del calentador No. 2, en habano.

En la pantalla de registro de la figura 4.2, tómesese en cuenta los rangos para nivel del calentador #2 (líneas verdes) son desde 0 mm hasta 400 mm y para las válvulas de 0 a 100 %. Obsérvese la línea #3 correspondiente a la válvula de drenaje normal del calentador #2, como es cerrada en su totalidad, de modo que el nivel comienza a subir como se lo observa en la línea #2. Después de 10 segundos de tener la válvula cerrada, se vuelve a poner en automático el lazo de control y se observa a la válvula ir abriendo progresivamente y el nivel de agua se va estabilizando hasta volver al punto de consigna, esta perturbación se controla en aproximadamente 6 minutos. Cabe indicar que la perturbación incrementa el nivel en máximo 35 mm para un punto de consigna de 190 mm.

Este lazo también posee gran inercia debido al tamaño del calentador #2 y a que es un calentador horizontal de aproximadamente 6 metros de largo y 1 metro de diámetro y a que el drenaje del mismo es evacuado por gravedad.

#### **4.2.3. PROTOCOLO DEL LAZO DE CONTROL DE NIVEL DEL CALENTADOR DE ALTA PRESION No. 5**

Como para todos los lazos, se tiene la presentación del protocolo de aceptación del lazo de control de nivel del calentador de alta presión No.5 y la pantalla de la línea de registro de los calentadores de baja y alta presión.

Para probar este lazo se cambió progresivamente el punto de consigna del lazo y se comprobó su respuesta, otro punto muy importante a notar en este lazo es que los calentadores de alta presión 5 y 6 se encuentran interconectados, de modo que es importante observar la regulación del lazo 5 y simultáneamente la del 6.



**BABCOCK**  
WILCOX ESPAÑOLA

PROTOCOLO  
DE  
COMMISSIONING

FECHA EDICION  
MAYO DE 1998

**LAZO DE CONTROL  
CALENTADOR AP-5**

		Verificado Inecel
1.-	Ajustes controladores	
	a) FW-H5-PID	<u>O.K.</u>
	b) FW-H5-DV-DMD	<u>O.K.</u>
	c) FW-H5-CV-DMD	<u>O.K.</u>
2.-	Registros	<u>O.K.</u>
3.-	Verificación bloques de lógica	
	a) L-AJ-8	<u>O.K.</u>
	b) L-AJ-9	
	c) L-AJ-10	
4.-	Operación lazo de control	<u>O.K.</u>

OBSERVACIONES:

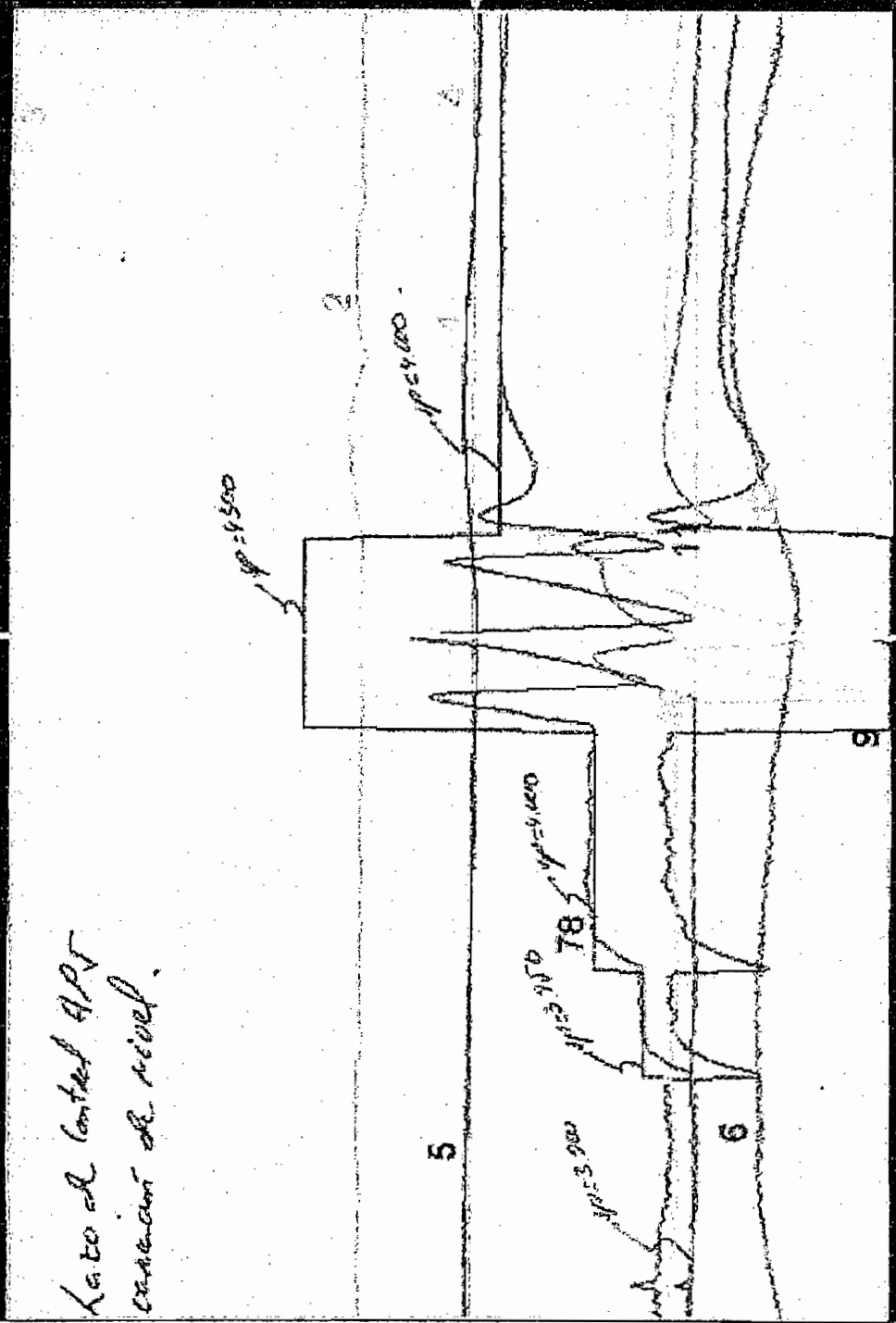
MAX-CONTROL	B.W.E.	Fiscalización INECEL
Ing. Jorge Leone	Ing. Manuel Chaves	Ing. Patricio López

REGISTRO NIVEL ES CALENTADORES DE BAJA Y ALTA PRESION

16:12:09

PT1 FW\_H2\_PID SP AVERAGE 190.00

1	190.00	FW_H2_PID
2	240.04	FW_H2_PID
3	119.90	FW_H2_PID
4	190.00	FW_H3_PID
5	188.05	FW_H3_PID
6	10.793	FW_H3_PID
7	4300.0	FW_H5_PID
8	4179.3	FW_H5_PID
9	0.1389	FW_H5_PID
10	2500.0	FW_H6_PID
11	2519.6	FW_H6_PID
12	9.9976	FW_H6_PID



PM	3:54:52PM	3:56:02PM	4:01:12PM	4:04:22PM	4:07:32PM	4:10:42PM
18	6/26/98	6/26/98	6/26/98	6/26/98	6/26/98	6/26/98

Level

Print

ALTER

PROG

GROUP

Ack

Silence

ABOVE

PT100-402

TSHARD00

FW\_H4\_PID

PHASE\_RV\_PID

Figura 4.3

Pantalla de registro del lazo de nivel del calentador de alta presión #5

Otro punto a notar es que se hizo la prueba de poner un punto de consigna mayor a la alarma de alto nivel del calentador (SP = 4300 mm) y se comprueba la acción del lazo tratando de llegar a esa consigna y se observa también la acción de la válvula de control de nivel de emergencia abriendo al superar el nivel de alarma, luego se vuelve el punto de consigna a un valor normal y se observa la regulación de los calentadores 5 y 6.

En la pantalla se aprecia las siguientes variables:

1. Punto de consigna del control de nivel del calentador No. 2, en color verde claro.
2. Variable de proceso del control de nivel del calentador No. 2, en color verde.
3. Salida del lazo a la válvula de control de nivel del calentador No. 2, en color verde oscuro.
4. Punto de consigna del control de nivel del calentador No. 3, en color celeste.
5. Variable de proceso del control de nivel del calentador No. 3, en color azul.
6. Salida del lazo a la válvula de control de nivel del calentador No. 3, en color azul oscuro.
7. Punto de consigna del control de nivel del calentador No. 5, en color rosado.
8. Variable de proceso del control de nivel del calentador No. 5, en color morado.
9. Salida del lazo a la válvula de control de nivel del calentador No. 5, en color violeta.
10. Punto de consigna del control de nivel del calentador No. 6, en color amarillo.
11. Variable de proceso del control de nivel del calentador No. 6, en color naranja.
12. Salida del lazo a la válvula de control de nivel del calentador No. 6, en habano.

En la pantalla de registro de la figura 4.3, tómense en cuenta los rangos para nivel del calentador #5 desde 3750 mm hasta 4600mm y para el #6 desde 2350 mm hasta 3200mm (líneas moradas y amarillas), es decir 850 mm de rango y para las válvulas de 0 a 100 %.

Obsérvese la línea #7 correspondiente al punto de consigna de nivel del calentador #5, como la consigna es cambiada y la línea #8 que es la medida de nivel como alcanza rápidamente la consigna y la línea #9 que es la válvula de drenaje normal del calentador #5, como en un principio cierra bruscamente y luego regresa al punto original donde estaba regulando antes de la perturbación (cerca del 25% de apertura de válvula). Cada perturbación se controla en aproximadamente 1 minuto.

También se puede observar que al utilizar la consigna de SP=4300 mm, el nivel del calentador comienza a oscilar bruscamente, mientras que la válvula de drenaje normal está totalmente cerrada, esto es debido a la operación de la válvula de drenaje de emergencia.

Nótese también que esta inestabilidad acarrea inestabilidad del calentador #6 (véase línea #11 en color naranja) y como al poner una consigna debajo del nivel de alarma se estabilizan los calentadores en aproximadamente 2 minutos y medio el calentador #5 y en aproximadamente 4 minutos el calentador #6.

Cabe indicar que este lazo es mucho más rápido que el de los calentadores de baja presión # 2 y #3, ya que los calentadores de alta presión #5 y #6 son calentadores del mismo tamaño de los otros, pero dispuestos verticalmente, de modo que las variaciones de nivel son mucho más rápidas y perceptibles que en los calentadores de baja presión.

#### **4.2.4. PROTOCOLO DEL LAZO DE CONTROL DE NIVEL DEL CALENTADOR DE ALTA PRESION No. 6**

Como para todos los lazos se tiene la presentación del protocolo de aceptación del lazo de control de nivel del calentador de alta presión No.6 y la pantalla de la línea de registro de los calentadores de baja y alta presión.

Para probar este lazo se cambió progresivamente el punto de consigna del lazo y se comprobó la respuesta del lazo a estos cambios.

En la pantalla se aprecia las siguientes variables:

1. Punto de consigna del control de nivel del calentador No. 6, en color rojo.
2. Variable de proceso del control de nivel del calentador No. 6, en color azul.
3. Salida del lazo a la válvula de control de nivel del calentador No. 6, en verde.

En la pantalla de registro de la figura 4.4, tómesese en cuenta los rangos para nivel del calentador #6 (líneas roja y azul) son desde 2350 mm hasta 3200, es decir 850 mm de rango y para las válvulas de 0 a 100 %.



**BABCOCK**  
WILCOX ESPAÑOLA

PROTOCOLO  
DE  
COMMISSIONING

FECHA EDICION  
MAYO DE 1998

**LAZO DE CONTROL  
CALENTADOR AP-6**

Verificado  
Inecel

1.- Ajustes controladores

- a) FW-H6-PID
- b) FW-H6-DV-DMD
- c) FW-H6-CV-DMD

O.K

O.K

O.K

2.- Registros

O.K

3.- Verificación bloques de lógica


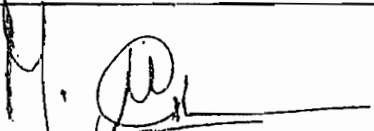
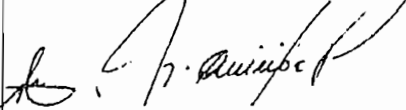
- a) L-AJ-11
- b) L-AJ-12
- c) L-AJ-13

O.K

4.- Operación lazo de control

O.K.

OBSERVACIONES:

MAX CONTROL	B.W.E.	Fiscalización INECEL
		
Ing. Jorge Leone	Ing. Manuel Chaves	Ing. Patricio López

REGISTRO NIVELES CALENTADORES DE BAJA Y ALTA PRESION

FW\_H6\_PID SP AVERAGE 2580.0

FW\_H6\_PID 2580.0  
FW\_H6\_PID 2581.3  
FW\_H6\_PID 27.875

3

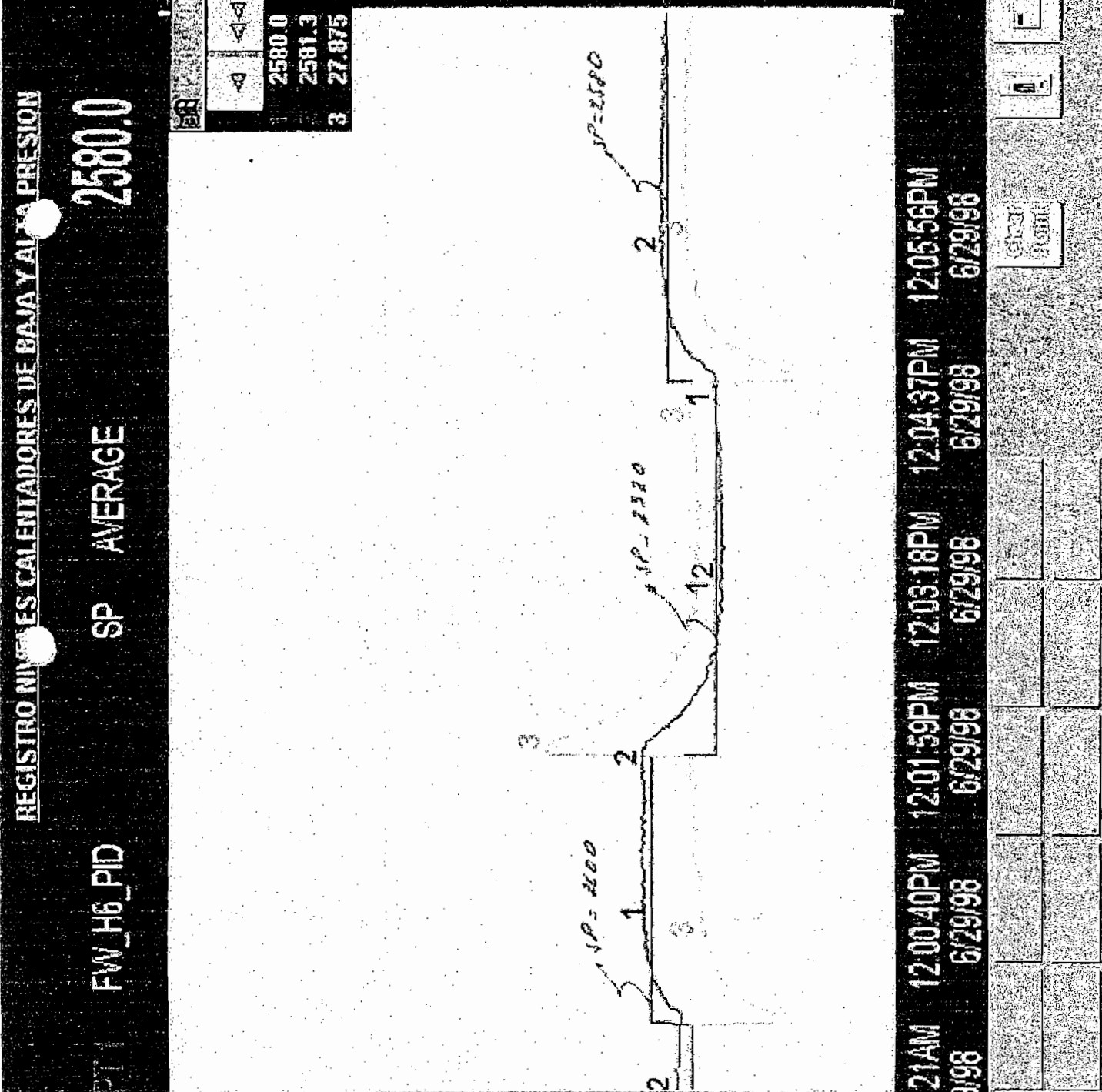


Figura 4.4

Pantalla de registro del lazo de nivel del calentador de alta presión #6

Obsérvese la línea #1 correspondiente al punto de consigna de nivel del calentador #6, como la consigna es cambiada y la línea #2 que es la medida de nivel como alcanza rápidamente la consigna y la línea #3 que es la válvula de drenaje normal del calentador #6, como en un principio cierra o abre bruscamente y luego regresa al punto original donde estaba regulando antes de la perturbación (cerca del 28% de apertura de válvula). Cada perturbación se controla en aproximadamente 1 minuto y medio.

#### **4.2.5. PROTOCOLO DEL LAZO DE CONTROL DE PRESION DE DIESEL-OIL Y AIRE DE ATOMIZACION**

Como para todos los lazos se tiene la presentación del protocolo de aceptación del lazo de control de presión de diesel-oil a ignitores y la presión de aire de atomización y la pantalla de líneas de registro correspondiente.

Para probar este lazo se colocó el punto de consigna respectivo y se comenzó el proceso de puesta en marcha de los ignitores A1, A2, B1 y B2 en ese orden y se comprobará que los ignitores entren en servicio y que el lazo responda correctamente a las necesidades de operación.

Cabe citar que la operación que se hizo no es totalmente normal, solo en algún caso de emergencia se necesitaría poner en marcha 4 ignitores tan rápida y seguidamente. Las líneas de registro que interesa observar son las líneas desde la 7 a la 12.

En la pantalla se aprecia las siguientes variables:

1. Punto de consigna del control de vapor de atomización, en color verde claro.
2. Variable de proceso del control de vapor de atomización, en color verde.
3. Salida del lazo a la válvula de control de vapor de atomización, en color verde oscuro.
4. Punto de consigna del control de presión de fuel-oil a quemadores, en color azul oscuro.
5. Variable de proceso del control de presión de fuel-oil a quemadores, en color azul.
6. Salida del lazo a la válvula de control de presión de fuel-oil a quemadores, en color azul claro.
7. Punto de consigna del control de presión de diesel-oil a ignitores, en color rosado.



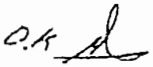
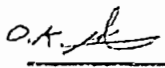
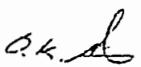
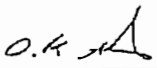


**BABCOCK**  
WILCOX ESPAÑOLA

PROTOCOLO  
DE  
COMMISSIONING

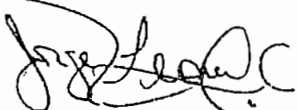

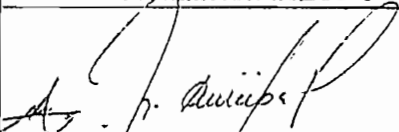
FECHA EDICION  
MAYO DE 1998

**LAZO DE CONTROL  
PRESION AIRE ATOMIZACION**

	Verificado Inceel
1.- Ajustes controladores a) ATOM-AIR-PID	<u>O.K. </u>
2.- Registros	<u>O.K. </u>
3.- Verificación bloques de lógica a) L-BM-6	<u>O.K. </u>
4.- Operación lazo de control	<u>O.K. </u>

OBSERVACIONES:

\_\_\_\_\_

MAX CONTROL	B.W.E.	Fiscalización INECEL
 Ing. Jorge Leone	 Ing. Manuel Chaves	 Ing. Patricio López

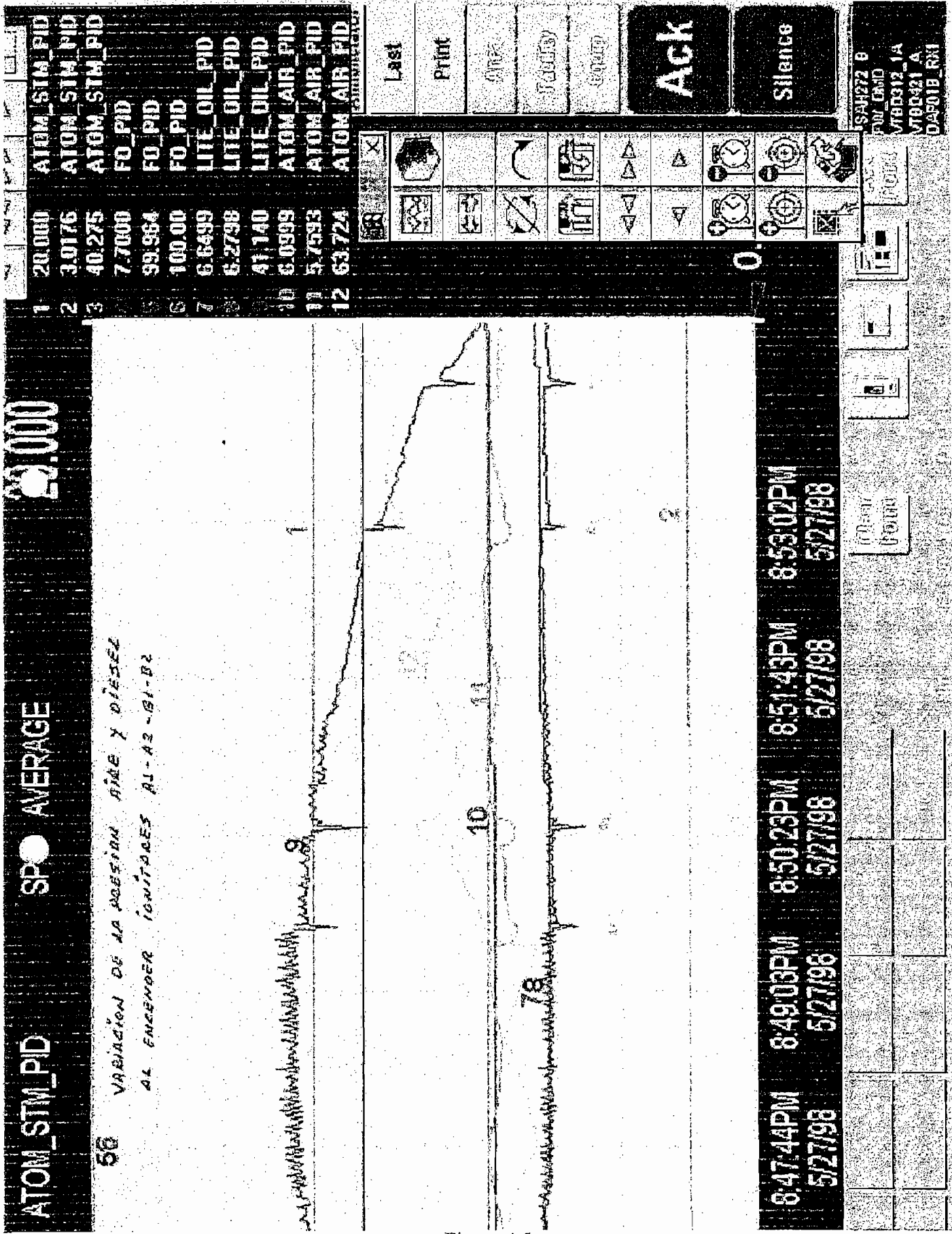


Figura 4.5

Pantalla de registro del lazo de presión de diesel-oil y aire de atomización

8. Variable de proceso del control de presión de diesel-oil a ignitores, en color morado.
9. Salida del lazo a la válvula de control de presión de diesel-oil a ignitores, en color violeta.
10. Punto de consigna del control de presión de aire de atomización, en color amarillo.
11. Variable de proceso del control de presión de aire de atomización, en color naranja.
12. Salida del lazo a la válvula de control de presión de aire de atomización, en habano.

En la pantalla de registro de la figura 4.5, tómese en cuenta los rangos para presión de diesel-oil a ignitores desde 0 a 20 bar, para presión de aire de atomización de 0 a 15 bar y para las válvulas de 0 a 100 %.

Obsérvese la línea #7 correspondiente al punto de consigna de la presión de diesel-oil a ignitores y la línea #8 que es la presión medida hacia los ignitores. La línea #9 es el movimiento de la válvula de control de presión a ignitores por medio de la recirculación de diesel-oil al tanque de almacenamiento.

Obsérvese sobre la línea #8 las caídas de presión que son consecuencia de la apertura de la válvula de alimentación de diesel-oil al ignitor consecuencia de poner en marcha el ignitor. Se observan las cuatro caídas correspondientes a la puesta en servicio de los ignitores A1, A2, B1 y B2 respectivamente.

Sobre la línea #7 se puede observar pequeños escalones correspondientes a subir el punto de consigna de la presión por parte del operador conforme se incrementaban el número de ignitores.

En la línea #9 se puede observar que al meter el ignitor la presión cae bruscamente y produce una reacción similar en la válvula de control para contrarrestar dicho efecto.

Un punto muy importante que se nota en la línea de registro es los picos sobre la línea #8. La variable física presión es muy rápida y cualquier variación mínima, aunque sea en la impulsión de la bomba se refleja sobre esta variable. Al inicio no hay consumo de diesel-oil y cualquier variación en el proceso hace que la medida oscile, pero hay que indicar que conforme se insertan los ignitores, el consumo de diesel-oil aumenta y véase que las oscilaciones tienden a desaparecer por completo ya cuando se inserta el tercer ignitor.

Este es un lazo de control muy rápido, note que la primera caída de presión se controla en 2 segundos y que se recupera la variable de proceso en aproximadamente 30 segundos para los dos primeros ignitores y un minuto para el tercero y cuarto.

En lo que se refiere a la presión de aire de atomización, es un lazo complejo ya que la fuente de aire no tiene una presión constante, ya que los compresores comprimen hasta la presión máxima, entran en reposo hasta que baja la presión al mínimo y comienzan a comprimir nuevamente, esto se observa en la línea #11 como este ciclo se repite cada dos minutos debido a que no hay consumo de aire y que luego de insertar el primer ignitor al existir consumo, el lazo regula mucho mejor como se observa después de insertar el segundo y tercer ignitor.

#### **4.2.6. PROTOCOLO DE FUNCIONAMIENTO DE LA UNIDAD FRENTE A CAMBIOS DE CARGA.**

Este protocolo no es específicamente de un solo lazo de control, se refiere a varios lazos de control de la unidad, los más importantes y a su comportamiento frente a cambios de carga, por medio de rampas normales, o cambios bruscos como puede ser por pérdida de algún equipo que cause una bajada de carga de emergencia (RUN BACK), rechazos de carga o subidas muy intempestivas de carga.

En esta se indica un conjunto de pantallas de registro que muestran el comportamiento de la unidad cuando controla la presión de salida de caldera, el control de nivel del calderín (es importante observar la conmutación de las válvulas de bajas cargas a la de altas cargas), conmutación de modos de operación de la unidad, RUN BACK por agua de alimentación y comportamiento de la unidad a la pérdida de un quemador.

En la pantalla de registro de la figura 4.6 del protocolo, se indica un cambio en la presión de salida de caldera, las variables que se observan en esta pantalla son las siguientes:

1. Cálculo del calor liberado en color rojo y tiene un rango de 0 a 110%.
2. Generación en MW de la unidad en color azul oscuro y tiene un rango de 0 a 140 MW.
3. Salida a válvula de control de flujo de fuel-oil a caldera en rosado y tiene un rango de 0 a 100%.



**LAZOS DE CONTROL  
GRAFICOS DE COMPORTAMIENTO**

	Verificado Inecel
1.- Registro de válvula de caudal calor liberado durante la variación del SET-POINT de la presión de vapor entrada Turbina	<u>O.K.</u>
2.- Registro de válvula de caudal y calor liberado durante el aumento de carga 60 a 85MW	<u>O.K.</u>
3.- Registro de válvula de caudal y calor liberado durante la disminución de carga de 132 a 62MW (3MW/min).	<u>O.K.</u>
4.- Atemperación vapor sobrecalentado durante a) Disminución de carga de 132 a 62 MW b) Subida de carga de 85 a 132 MW	<u>O.K.</u> <u>O.K.</u>
5.- Atemperación vapor recalentado durante a) Subida de carga de 85 a 132 MW b) Disminución de carga de 132 a 62 MW	<u>O.K.</u> <u>O.K.</u>
6.- Nivel del calderín y transferencia de las válvulas de control de agua de alimentación durante: a) Subida de carga de 60 a 85 MW b) Subida de carga de 85 a 132 MW c) Disminución de carga de 132 a 62MW d) Disminución de carga de 132 a 64MW	<u>O.K.</u> <u>O.K.</u> <u>O.K.</u> <u>O.K.</u>
7.- Registro de válvula de control, calor liberado y nivel del calderín durante la conmutación de turbina sigue a caldero sigue	<u>O.K.</u>
8.- RUN BACK (95 a 84MW) por pérdida bomba agua de alimentación	<u>O.K.</u>
9.- Pérdida de carga por disparo de quemador y recuperación de carga (133MW)	<u>O.K.</u>
10.- Variación brusca de carga 60 - 90MW	<u>O.K.</u>

OBSERVACIONES:

MAX CONTROL	B.W.E.	Fiscalización INECEL
Ing. Jorge Leone	Ing. Manuel Chaves	Ing. Marcelo Castelo



**LAZOS DE CONTROL  
PRUEBA DE LOGICAS Y SELECTORES**

	Verificado Inecel
<b>1. LAZO DE CONTROL: BOILER DEMAND</b>	
1.1. Variación del set point THROTTLE PRESSURE (CONT PC – EAIMP)	<u>O.K.</u>
1.2. Pasar control caudal de combustible a MANUAL y verificar que el control de demanda de energía pase a MANUAL (NRG.DMD)	<u>O.K.</u>
1.3. Verificar algoritmo de RUN BACK (L-UM-3) turbina follow requerido	<u>O.K.</u>
1.4. Simular un error de flujo de agua de alimentación en 3EL-FLO-PID y verificar actuación de BOILER DEMAND Limit Regulador (BLR-DLR)	<u>O.K.</u>
<b>2. LAZO DE CONTROL: COMBUSTIBLE</b>	
2.1. Falla o error en un transmisor de flujo de combustible produce cambio de auto a manual del controlador FU-PID (LOGICA L-BL-9)	<u>O.K.</u>
2.2. Variación del valor del SET POINT en FU-DEV produce cambio de conmutación AUTO a MANUAL del control de flujo de combustible (LOGICA-L-BL-9).	<u>O.K.</u>
2.3. Falla de transmisor PT-BL-511 –cambio de AUTO a MANUAL del controlador FD-PID.	<u>O.K.</u>
<b>3. LAZO DE CONTROL: FLUJO DE AIRE</b>	
3.1. Cambiar el valor del SET POINT de demanda de flujo de aire y verificar inhibición de automático del controlador 02-PID (LOGICA L-BD-24).	<u>O.K.</u>
3.2. Variación del SET POINT 02-SP-BIAS.	<u>O.K.</u>
3.3. Prueba de los selectores AF-SEL y AT-SEL	<u>O.K.</u>
3.4. Falla en un transmisor de flujo de aire FT-BD-301 y conmutación de AUTO a MANUAL del controlador AF-PID (LOGICA L-BD-25).	<u>O.K.</u>
3.5. Verificación conmutación a MANUAL de dampers del ventilador de tiro forzado (LOGICA L-BD-26).	<u>O.K.</u>
<b>4. LAZO DE CONTROL: NIVEL CALDERIN</b>	
4.1. Prueba de selector DRUM-LVL-SEL	<u>O.K.</u>
4.2. Variación del SET POINT 1 EL-LVL-PID	<u>O.K.</u>
4.3. Comprobación de transferencia de 1 a 3 elementos (LOGICA L-AH-14)	<u>O.K.</u>
4.4. Verificación de señales salida SF-MONITOR >25% Y >60% de carga.	<u>O.K.</u>
<b>5. LAZO DE CONTROL: TEMPERATURA VAPOR SOBRECALENTADO</b>	
5.1. Variación del vapor de SH-TSP-BIAS	<u>O.K.</u>
5.2. Verificación cierre válvula de bloqueo AH 115 con límite bajo de TE AA 113 (LOGICA LAA-1).	<u>O.K.</u>
5.3. Verificación cierre válvula de bloqueo AH 115 posición válvula de control AH113 en valor mínimo (LOGICA L-AA-1).	<u>O.K.</u>

5.4. Falla señal TE-AA-113 y conmutación de AUTO a MANUAL de SH-FLW-PID (LOGICA L-A 1/2).	O.K
5.5. Falla señal de retroalimentación de la válvula SH-AA-113 incorrecta, cambio de AUTO a MANUAL en SH-FLW-PID (LOGICA L-AA 1/2).	O.K
<b>6. LAZO DE CONTROL: TEMPERATURA VAPOR RECALENTADO</b>	
6.1. Variación del valor de RH-TSP-BIAS	O.K
6.2. Verificación cierre de válvula de bloqueo AH-116 con límite bajo de TE-AC-116. (LOGICA L-AB-2).	O.K
6.3. Verificación cierre de válvula de bloqueo AH-116 posición válvula de control AH-116 en valor mínimo (LOGICA L-AA-1).	O.K
6.4. Falla de señal TE-AB-116 y conmutación a manual RECIRC-PID y RH-FLW-PID.	O.K
6.5. Cierre de dampers del VRG cuando la corriente en el motor del ventilador supera un determinado valor (LOGICA L-AB-1).	O.K
6.6. Cierre de dampers del VRG con temperatura de gases alta.	O.K
6.7. Cierre de dampers del VRG con bajo valor de corriente del motor y presión diferencial VRG/HOGAR.	O.K

OBSERVACIONES: *Realizar cambio a lógica RUNBACK de bombas de agua de alimentación por bombas de circulación.*

MAX CONTROL	B.W.E.	Fiscalización INECEL
	Ing. Manuel Chaves	Ing. Marcelo Castelo

*Realizada la observación*  
  
 Ing. Manuel Prado  
 30-06-98.



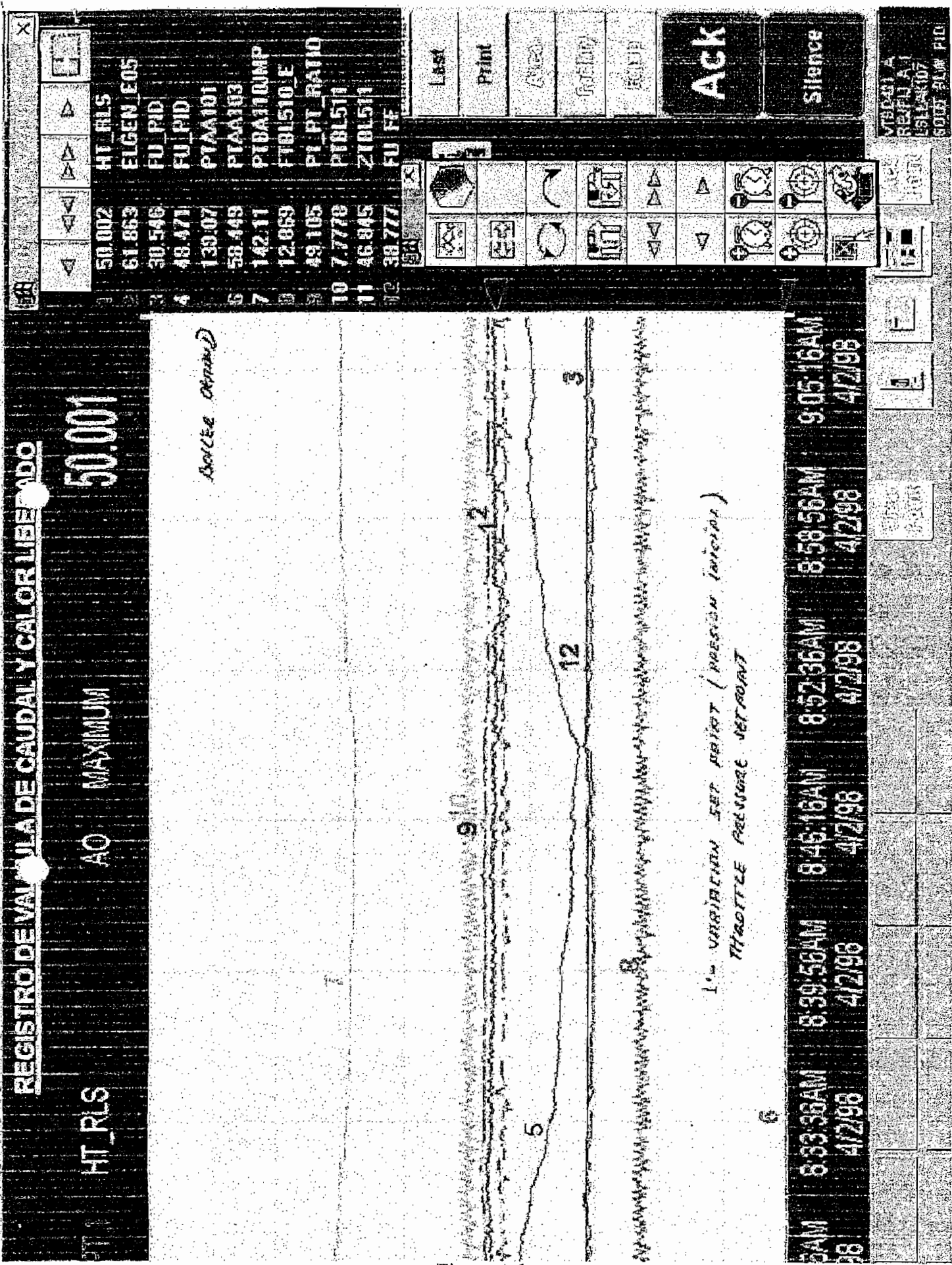


Figura 4.6  
Pantalla de registro del cambio de presión de salida de caldera



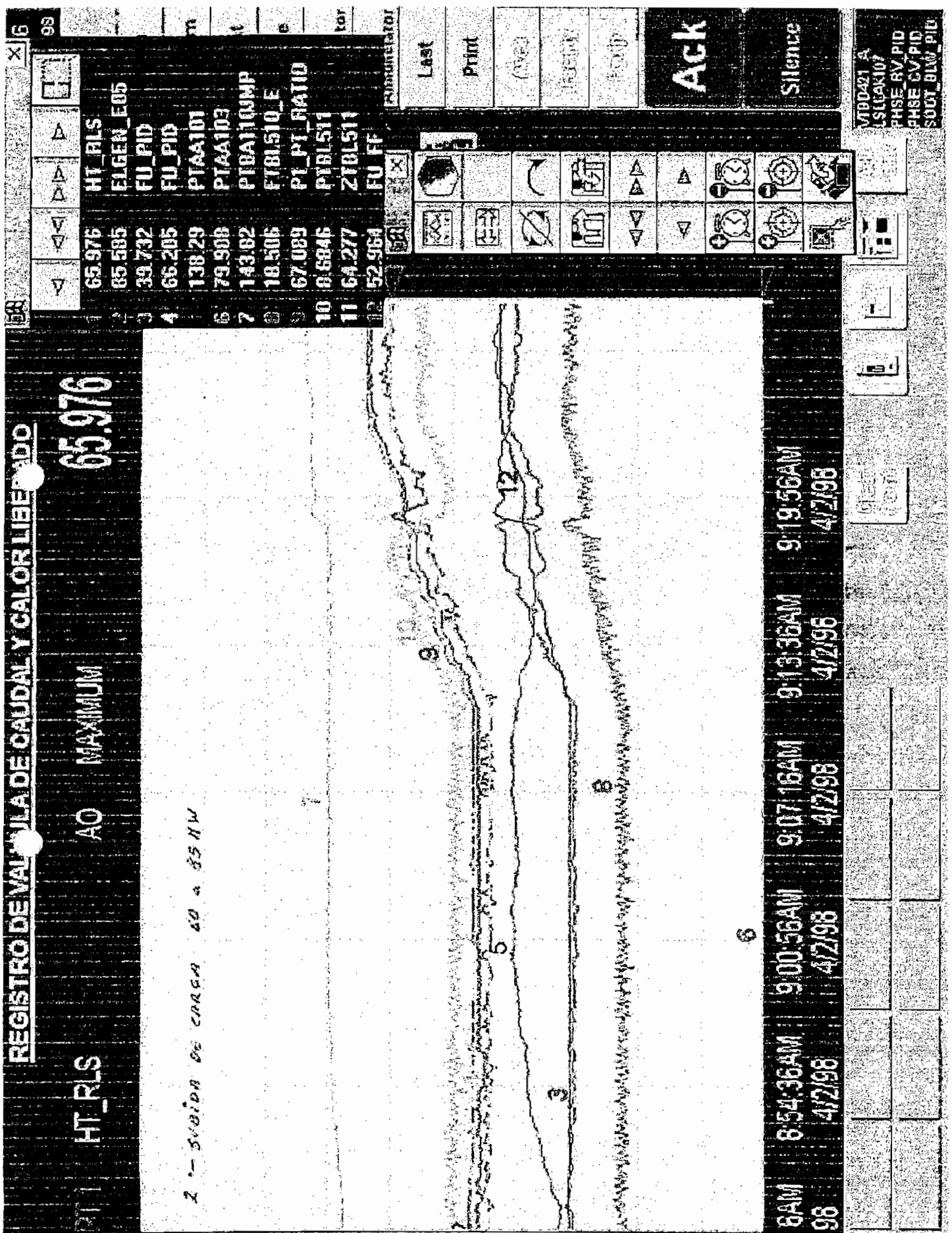


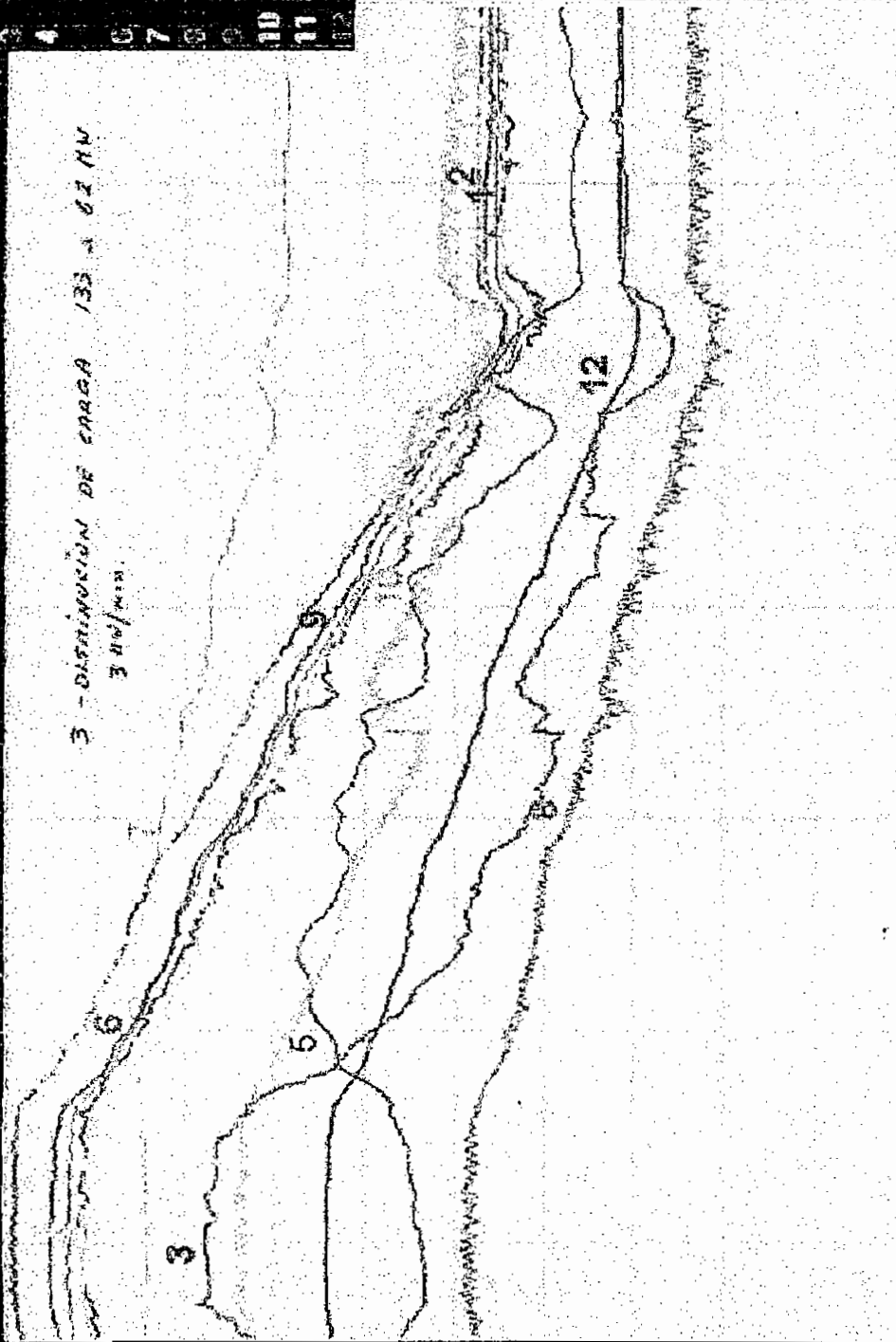
Figura 4.7  
Pantalla de registro de subida de carga de 60 a 85 MW.

REGISTRO DE VALVULA DE CAUDAL Y CALOR LIBERADO

48.970

AO MAXIMUM

HT\_RLS



10:07:36AM 4/2/98 10:13:56AM 4/2/98 10:20:16AM 4/2/98 10:26:36AM 4/2/98 10:32:56AM 4/2/98 10:39:16AM 4/2/98

HT_RLS	40.970
ELGEN_E06	62.171
FD_PID	31.510
FU_PID	40.975
PIAA101	137.62
PIAA103	59.835
PIBATIOIMP	141.65
PIBL510_E	14.319
PI_PT_RATIO	49.597
PIBL511	7.9573
ZIBL511	47.595
FU_FF	39.181

Amplificador

Last Print Run Facility Equip

0.0

ACK

Silence

VTBD021 A

LSL5K410P

GROUP\_OIL\_TOT

02\_PID

RECIRC\_PID

0.0

4/2/98

Figura 4.8  
Pantalla de registro de bajada de carga de 133 a 62 MW.

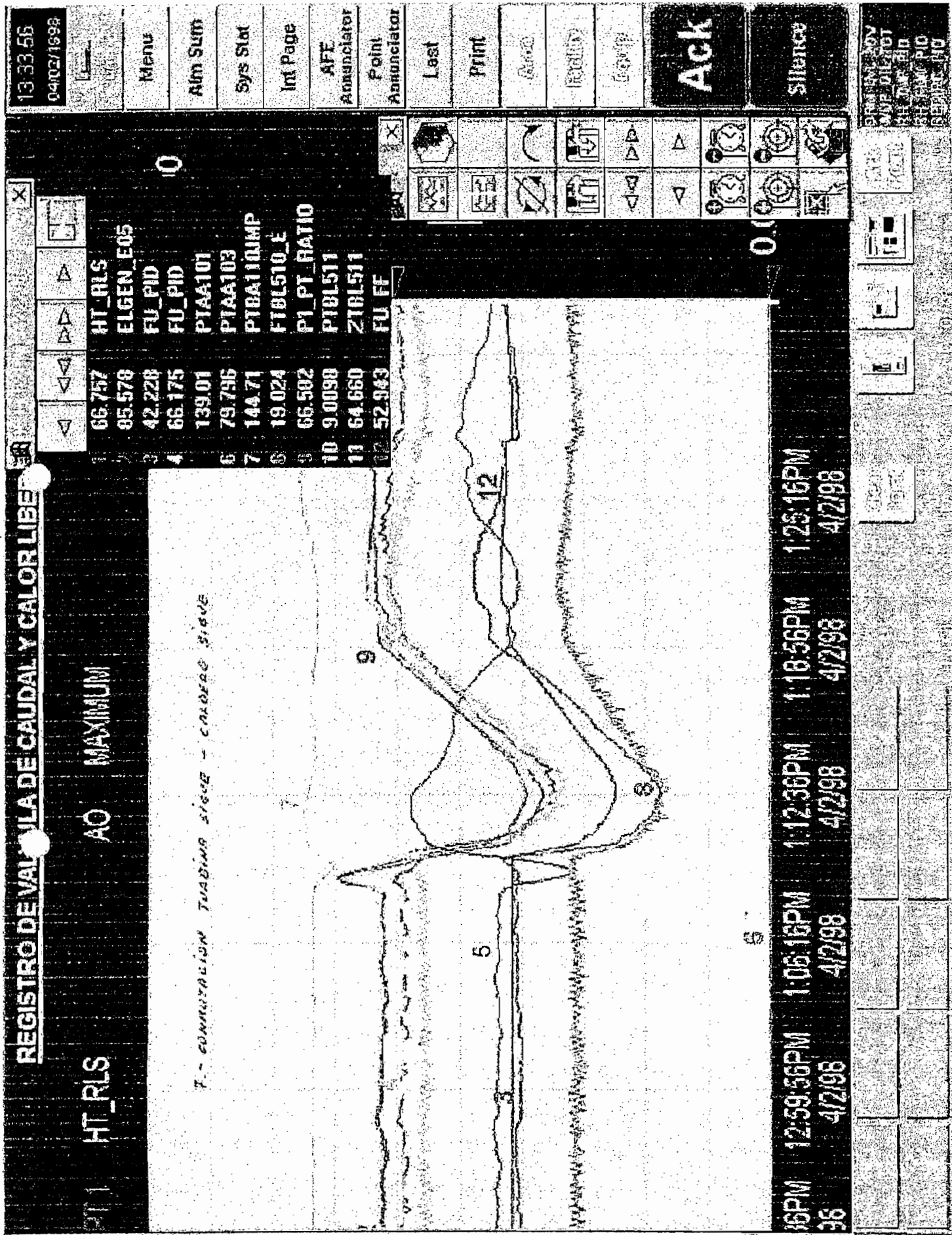


Figura 4.9  
Pantalla de registro de conmutación de modos de operación de la central térmica.

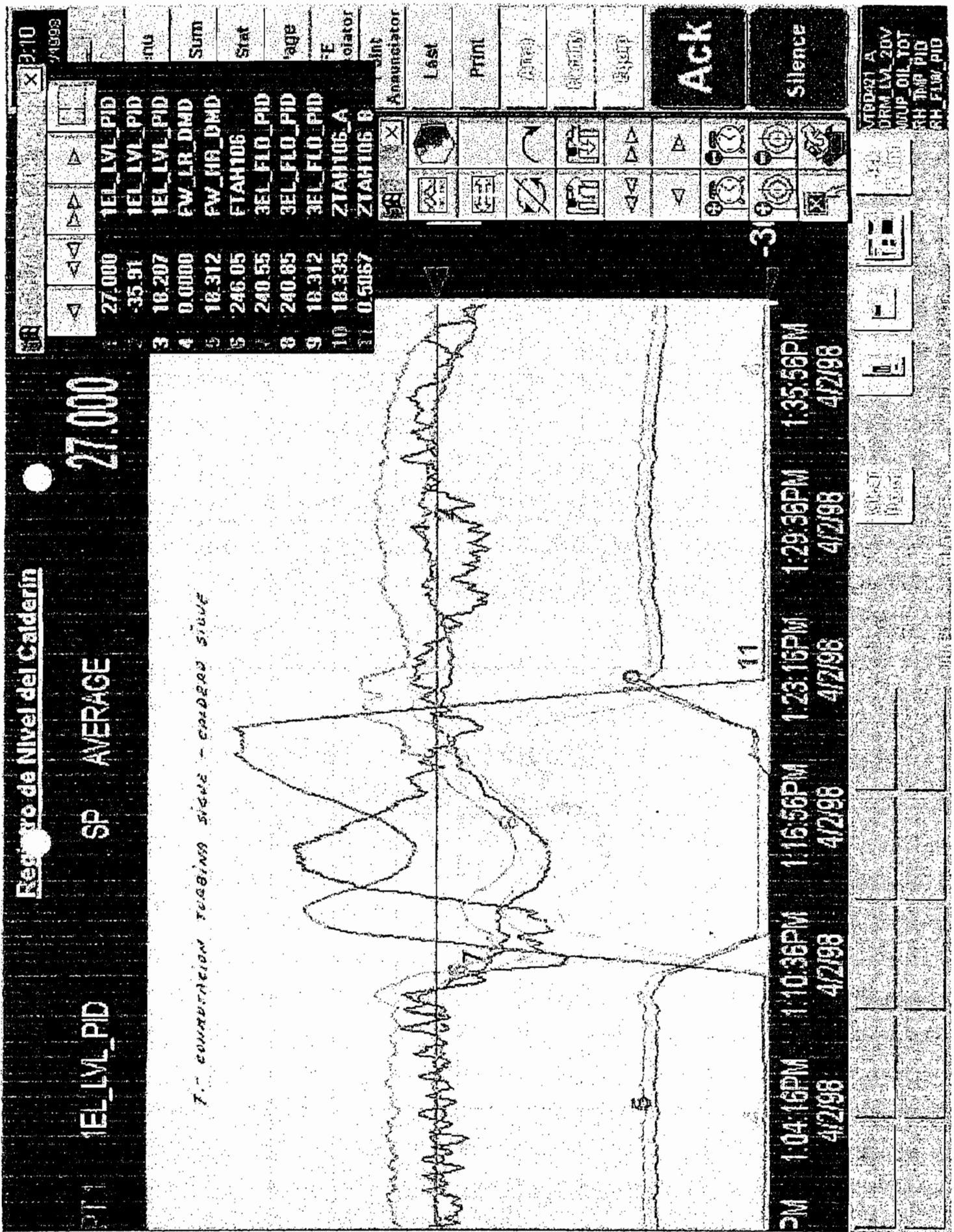


Figura 4.10  
 Pantalla de registro de conmutación de válvulas de agua de alimentación.



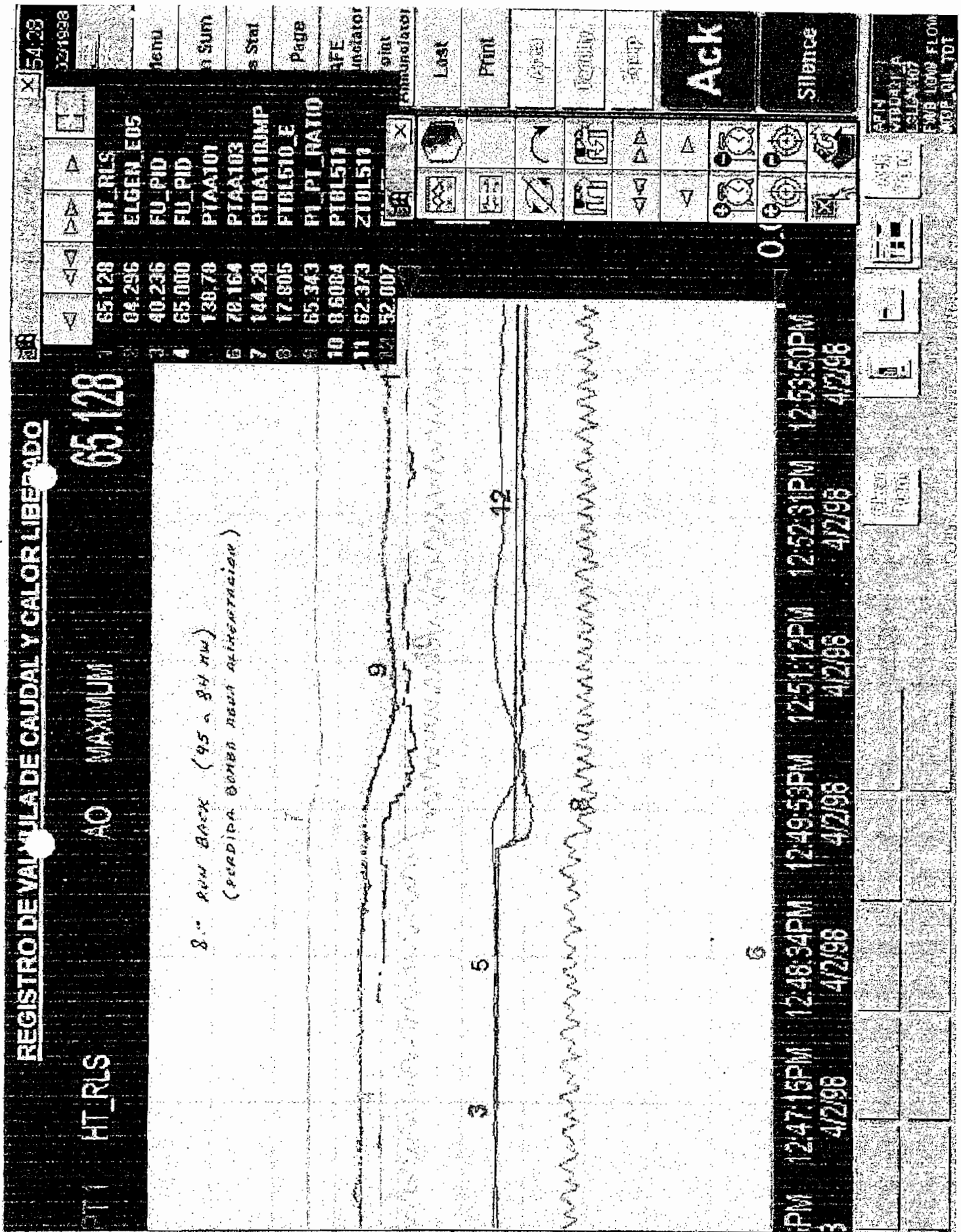


Figura 4.11  
Pantalla de registro de RUN BACK por pérdida de bomba de agua de alimentación.

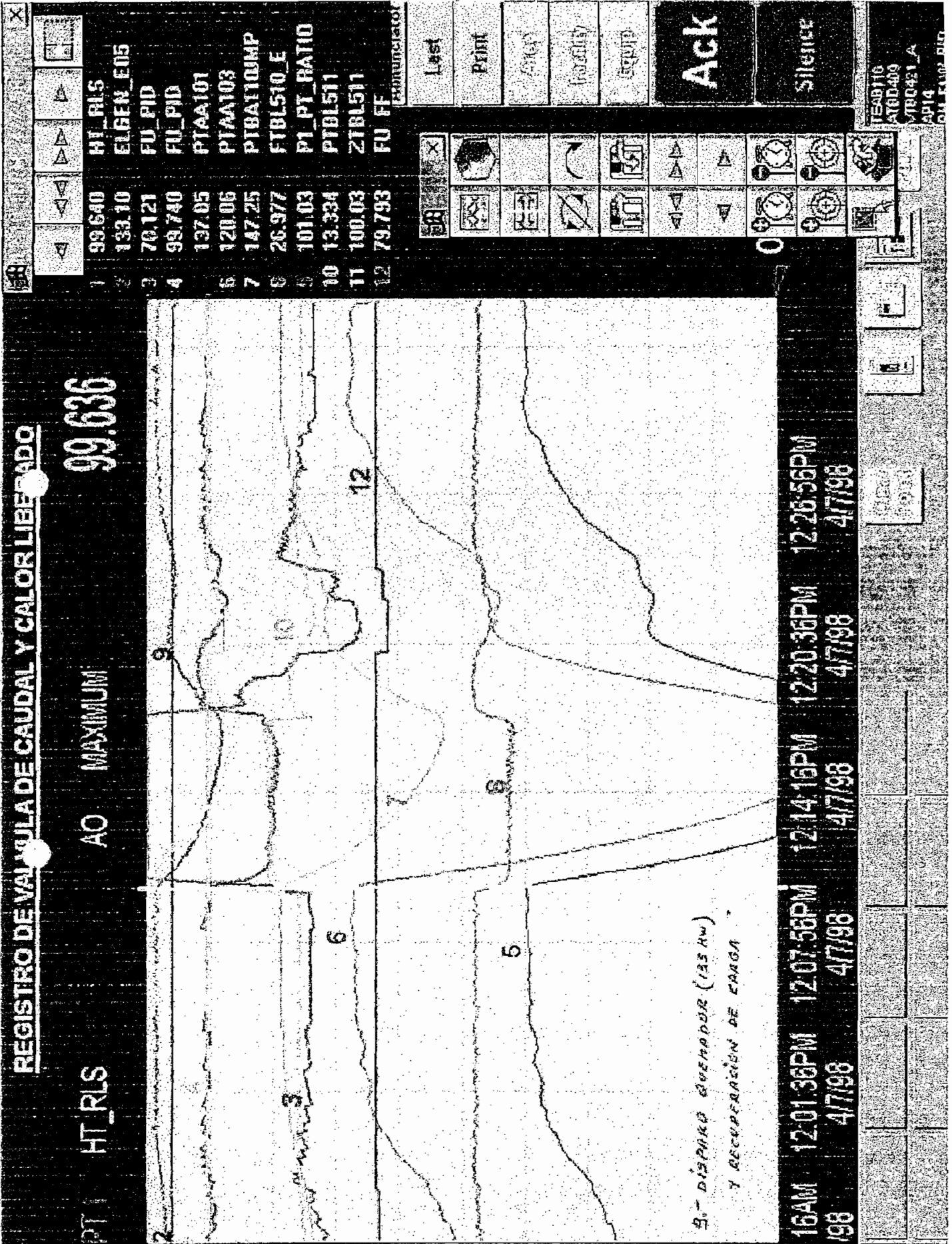


Figura 4.12  
Pantalla de registro de comportamiento de unidad tras pérdida de un quemador.

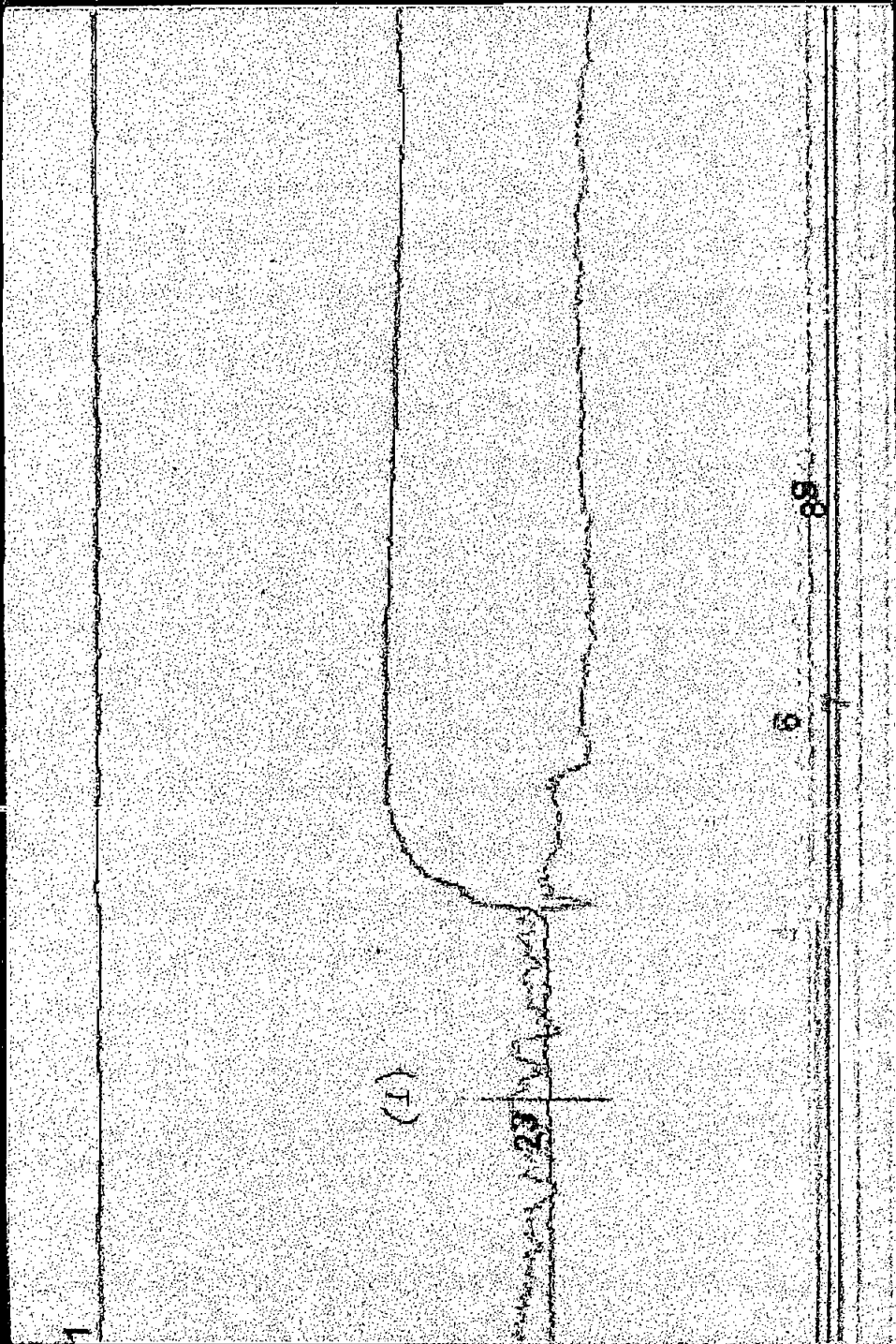
**REGISTRO DE MEDIDAS DE VIBRACION**

3606.0

AC MAXIMUM

STCD110\_A

- 3606.0 STCD110\_A
- 300.960 ELGEN\_E05
- 45.353 ELGEN\_E06
- 60.416 VTCD120\_AA
- 50.654 VTCD120\_BA
- 51.559 VTCD121\_AA
- 20.066 VTCD121\_BA
- 34.712 VTCD125\_AA
- 41.052 VTCD125\_BA
- 20.190 VTCD126\_AA
- 3.2559 VTCD126\_BA



2:01:52PM 2:03:11PM 2:04:30PM 2:05:49PM 2:07:08PM  
4/9/98 4/9/98 4/9/98 4/9/98 4/9/98

Navigation icons: Home, Back, Forward, Stop, Play, Pause, etc.

Ack

Silence

00049  
08053) A  
11 110  
11 110  
11 110  
11 110

Figura 4.13

Pantalla de registro de subida abrupta de carga de 60 a 90 MW.

4. Variable de proceso del lazo de flujo de fuel-oil a caldera en verde y tiene un rango de 0 a 110%.
5. Presión de salida de caldera en color negro y tiene un rango de 130 a 150 bar.
6. Presión de primera rueda en azul claro y tiene un rango de 90 a 120 bar.
7. Presión al interior del calderín en verde claro y tiene un rango de 0 a 200 Kg/cm<sup>2</sup>.
8. Flujo de entrada de fuel-oil a caldera en café claro y tiene un rango de 0 a 60 Ton/h.
9. Relación ( $P_1/P_T$ ) conocida como movimiento efectivo de válvulas de admisión de turbina en color violeta y tiene un rango de 0 a 100%.
10. Presión de fuel-oil a quemadores en color amarillo y tiene un rango de 0 a 15 bar.
11. Posición de la válvula de control de presión de fuel-oil en verde claro y tiene un rango de 0 a 100%.
12. Valor de la anticipación en el lazo de flujo de fuel-oil a caldera de 0 a 100 %.

En esta pantalla obsérvese como la presión de salida de caldera, línea #5 baja en una forma aproximadamente lineal y sube con igual tendencia, mientras la generación de la unidad se mantiene constante, se puede ver también la línea #7 como la presión en el calderín es afectada al cambiar la presión de salida de caldera.

Cabe destacar que el cambio en la presión de salida se produce exitosamente sin generar graves variaciones en el proceso, ni en la generación de la unidad.

La pantalla de la figura 4.7, muestra una subida de carga de la unidad desde 60 a 85 MW, las variables presentadas en la pantalla son las mismas que para la anterior pantalla.

Obsérvese a las líneas #1 y #2 que son la consigna de flujo de fuel-oil y la generación como suben de una forma lineal, y a las líneas #4 y #9 que es el flujo de fuel-oil a caldera introducido por la válvula de fuel-oil y el movimiento efectivo de válvulas como siguen bastante bien a las líneas #1 y #2.

Hay que indicar que la presión de salida de caldera no cambia apreciablemente, se puede observar que después de estar estable como se ve entre las 9:00 y las 9:07 después de la prueba de cambio de consigna de presión (observar tiempo de ambas pantallas y observar que



la prueba fue a continuación de la primera), el aumento de carga produce inicialmente una caída de aproximadamente 1 bar y luego sube aproximadamente 1 bar sobre el punto de consigna y luego tiende a estabilizarse sobre el punto de consigna, lo que representa una variación máxima pico-pico de 2 bar, en una subida de carga que duró aproximadamente 10 minutos lo cual es muy aceptable como operación normal.

La pantalla de la figura 4.8 es una bajada de carga de potencia nominal a un poco menos de media carga, la pantalla contiene las mismas variables de proceso que las dos pantallas anteriores.

Obsérvese la línea #1 y como la línea #4 la sigue bastante cerca con errores menores al 0,5% y como el cálculo del movimiento eficaz de válvulas de admisión de turbina línea #9 sigue muy bien la medida de la generación, línea #2.

En este caso la presión de salida de caldera línea #5, se incrementa al comienzo del descenso de carga, por una reacción física natural al cierre de las válvulas de turbina y luego comienza a bajar consecuencia de la reducción en fuel-oil hacia los quemadores, cabe citar que en esta prueba se comenzó con la variable un poco fuera de la consigna, pero que se regulariza al final bastante bien como se lo puede apreciar. La máxima desviación observada en la presión de salida es aproximadamente 7 bar lo que es aceptable para un proceso como este.

Este proceso se llevó a cabo en 23 minutos, lo cual no está mal considerando que para una unidad típica como esta cuyo tiempo típico de subida o bajada de carga del 50% al 100% son aproximadamente 20 minutos. Como nota adicional a este comentario se puede citar que se hicieron pruebas satisfactorias de subida y bajada de carga desde menos del 50% al 100% de generación en tiempos menores a 13 minutos.

La pantalla de la figura 4.9 del protocolo muestra una conmutación entre los modos de operación de la unidad, pasando del modo turbina sigue al modo caldera sigue, las variables presentadas son las mismas que en pantallas anteriores.

Obsérvese a la línea #4 totalmente constante al inicio de la línea de registro, esto es debido a que en el modo de operación turbina sigue a caldera, la demanda energética de caldera es constante, entonces el flujo de fuel-oil ingresado a la caldera tiende a ser constante.

Obsérvese la línea #2 como inmediatamente después del cambio de turbina controlando presión a turbina controlando megavatios, hay una pequeña subida de potencia y luego una gran caída de la misma, esto ocasiona el efecto observado en la línea #5, primero cae abruptamente la presión y luego sube rápidamente debido a la baja de generación, luego al estabilizarse la generación, la presión de salida de caldera se estabiliza normalmente.

La pantalla de la figura 4.10, es el registro de agua de alimentación y nivel del calderín para cuando esta conmutación ocurrió y las variables que se visualizan en esta pantalla son las siguientes:

1. Punto de consigna de nivel del calderín en color rojo y de rango de -380 mm a 380 mm.
2. Medida de nivel del calderín compensado por presión en color azul oscuro y de rango desde -380mm a 380 mm.
3. Salida del lazo de control de nivel de un elemento, de color amarillo y de rango de 0 a 100%.
4. Participación de la válvula de agua de alimentación de bajas cargas, de color verde y de 0 a 100%.
5. Participación de la válvula de agua de alimentación de altas cargas, de color morado y de 0 a 100%.
6. Medida de flujo de agua de alimentación al calderín en color café claro y con rango de 0 a 400 Ton/h.
7. Punto de consigna del lazo de control de flujo de agua de alimentación en color azul y de rango de 0 a 500 Ton/h.
8. Variable de proceso del lazo de control de flujo de agua de alimentación en color celeste y de rango de 0 a 500 Ton/h.
9. Salida del lazo de control de flujo de agua de alimentación en color café claro y de rango desde 0 a 100%.
10. Posición de la válvula de altas cargas, en color azul claro y de rango de 0 a 100%.
11. Posición de la válvula de bajas cargas, en color violeta y de rango de 0 a 100%.

En esta pantalla es muy interesante observar que al moverse la presión fuertemente como se observó en la pantalla anterior, el nivel del calderín sufre variaciones importantes línea #2, sobretodo si existen condiciones de cambio de válvulas de agua de alimentación por la potencia generada, se observa que al bajar la potencia fuertemente, las válvulas de agua de alimentación hacen el primer cambio de altas cargas a la de bajas cargas líneas #5 y #11 (obsérvese las horas en las pantallas) y el segundo cambio de la de bajas cargas a la de altas cargas se lo hace ya cuando la potencia de la unidad se ha estabilizado y el requerimiento de agua se ha incrementado.

Lo importante de esta pantalla es ver el funcionamiento de la participación y del lazo de control al mismo tiempo, observen las líneas durante el cambio como la válvula que estaba en funcionamiento va totalmente al cierre y el lazo de control comienza a utilizar la otra válvula para la regulación.

La pantalla de la figura 4.11, muestra una prueba del comportamiento de la generación al perder la bomba de agua de alimentación, para esta prueba se programó que al perder una bomba la potencia bajara hasta un valor de seguridad de 85 MW, se colocó la unidad generando unos 10 MW más para observar como baja la potencia y como controla la presión de salida de caldera. Se presenta la misma pantalla que se ha utilizado para los cuatro primeros registros.

Dos aspectos muy importantes de esta pantalla son que al hacer este RUN BACK, la unidad pasa del modo de operación de caldera sigue al modo de operación turbina sigue y el segundo es que la unidad puede soportar la carencia de la bomba de agua de alimentación sin disparar por bajo nivel en el calderín por un par de minutos, tiempo más que suficiente para que el operador encienda la bomba de respaldo en caso de que haya olvidado poner el subgrupo de respaldo en servicio y poner el lazo de control de nivel en automático. En caso de que el subgrupo de respaldo esté en servicio, la bomba de respaldo arranca en aproximadamente 8 segundos.

Obsérvese la línea #5 como al principio de la pantalla es bastante lineal cuando la controla la caldera y la línea #4 como también está bastante estable, se podría decir que la operación era

muy estable en ese punto, se da el disparo de la bomba de agua de alimentación y la línea #4 baja a la carga de seguridad establecida en esta prueba al 65% de la nominal, nótese la línea #3 como la válvula de fuel cierra para alcanzar la nueva carga y como la presión hace una pequeña oscilación y se mantiene bastante estable, ahora controlada por la turbina.

La pantalla de la figura 4.12, muestra a la unidad generando a plena carga utilizando 8 quemadores y se disparó manualmente uno de ellos y en teoría, la unidad puede generar plena carga utilizando solo 7 de los quemadores. Se muestra la pantalla con las variables utilizada anteriormente.

Lo primero que se debe notar es que la línea #9 no cambia en ningún momento, ya que representa el movimiento efectivo de las válvulas de turbina y como es de esperarse, si la turbina está controlando generación, tratará de mantenerla y por lo tanto dejará sus válvulas de admisión completamente abiertas ya que estamos a plena carga. Note también que la línea #9 aunque es calculada por la relación de las líneas #6 y #5, no varía, lo que comprueba una vez más lo acertado de este algoritmo de cálculo, cuando las líneas #5 y #6 se mueven tan radicalmente.

Lo segundo a identificar es que la línea #5 que es la presión controlada por caldera cae bruscamente al perder un quemador, lo cual es muy lógico, ya que se pierde poder calorífico y véase la línea #3 como la válvula de flujo de fuel abre del 75% que estaba al 100% para compensar la pérdida del quemador, al mismo tiempo, observe la línea #10 como la presión a los quemadores salta a 13.3 bar y luego se regula a 12 bar aproximadamente.

Luego de aproximadamente 20 minutos, la situación vuelve a la normalidad, la generación bajó de 133 MW a un mínimo de 120 MW, la presión de salida de caldera cayó de 138 bar a algo menos de 120 bar. Si bien la oscilación en la presión es grande, hay que destacar que no se pierde demasiada generación por este inconveniente que es el disparo de un quemador.

La pantalla de la figura 4.13 de este protocolo es para indicar una subida de generación muy brusca como prueba operativa, la línea a tener en cuenta es la #2 en color rojo que es la generación de la unidad, como se puede apreciar en la línea de registro, la generación sube de

60 MW a 90 MW en el tiempo transcurrido desde las 2:03:11 P.M. hasta las 2:03:53 P.M. lo que es un aumento de carga de 30 MW, es decir un 22,5% de la potencia nominal en 42 segundos.

Observe que luego de este salto brusco la generación permanece casi constante, baja un par de megavatios, pero es estable, se lo presenta como ejemplo de las capacidades de la central para manejar fluctuaciones de carga.

#### **4.3. COMENTARIOS DE LA OPERACIÓN DEL SISTEMA.**

Los comentarios que se recibieron de la operación del sistema pueden describirse como muy variados, en lo que tiene que ver con la interface hombre-máquina, empieza a ser un factor de mucho peso la subjetividad de cada individuo y como prefiere cada uno visualizar el proceso y cuales son sus preferencias para operar la unidad.

En general la operación del sistema de control distribuido fue calificada como fácil por todos los operadores e ingenieros de turno, aunque eso no evitó el hecho de tener que darles dos meses de entrenamiento en lo que se refiere a operación, mantenimiento, ingeniería e interface gráfica.

Debido a que en la central térmica Trinitaria, existen otros sistemas de control para sistemas auxiliares como por ejemplo, Siemens para el oscilo - perturbógrafo y planta desmineralizadora y desaladora, Bailey para la secuencia de los quemadores de caldera y Procontrol de ABB para la turbina, los operadores han comparado la operación, programación, mantenimiento de cada sistema y han comentado que es el más "amigable", de mayor facilidad operativa y de comprensión es el sistema de control distribuido, lo cual demuestra las bondades del sistema y su diseño.

Aunque la operación fue de fácil asimilación y comprensión por parte de los operadores, ciertamente también hubo que realizar trabajos sobre el sistema para adaptarse y facilitar la operación del mismo al gusto de operadores e ingenieros de turno.

Casi todos los cambios solicitados por el personal de puesta en marcha, ingenieros de turno y operadores se pueden clasificar bajo los siguientes numerales:

1. Cambios de lógica: una vez comprobada la lógica programada se la estudiaba y analizaba y si se consideraba necesario se cambiaba para cumplir los requerimientos operativos.

Entre estos cambios se puede citar la operación de las bombas de circulación y sus válvulas de descarga, el arranque de la bomba de agua de alimentación de apoyo y el cambio del modo de operación de caldera sigue a turbina sigue y viceversa.

2. Cambios en las pantallas de operación: estos cambios se refieren a mover información en las pantallas que podría verse confusa, mover elementos para una operación más fácil o crear nuevos accesos de navegación a otras pantallas.

Entre estos cambios los más importantes que se pueden citar son la creación del botón “selectora” para los lazos de control que permite desde la pantalla de operación llamar a un lazo PID, ponerlo en automático o manual, cambiar el punto de consigna o la salida del lazo, sin tener que navegar hasta la pantalla de control respectiva y todos los cambios solicitados por el personal de ABB en las pantallas de la interface sistema de control distribuido - turbina que literalmente hicieron que se deba reconstruir nuevamente todas las pantallas correspondientes.

3. Cambios en las pantallas de ingeniería: sobre este punto no se hicieron casi cambios excepto por la creación de una nueva pantalla que contenga tres nuevos lazos PID creados para reemplazar un equipo de control local que resulto dañado.

4. Cambios en las pantallas de control: con respecto a estas pantallas se debe mencionar que se rehicieron totalmente a pedido de INECEL para facilitar la comprensión de los operadores de los lazos, aunque para lazos complejos no hubo más alternativa que explicarlos y revisarlos una y otra vez hasta que quedaron entendidos.

5. Cambios en las pantallas de registro: en estas pantallas lo más común fue la petición de crear nuevas pantallas para abarcar más información sobre la operación de la planta.

Cabe citar que muchos operadores solicitaron la creación de pantallas que para otros no parecían útiles, de modo que en este punto se puede decir que cada operador operaba la unidad a su mejor conveniencia, aplicando la “experiencia” que estos poseen de otras unidades en las que han trabajado.

## **CAPITULO V : CONCLUSIONES**

**5.1. Conclusiones.**

**5.2. Recomendaciones.**



## 5.1. CONCLUSIONES.

1. El sistema de control distribuido fue una implementación exitosa y está entregando resultados adecuados y en muchos casos mejores que los previstos y esperados. El personal de INECEL reconoce las bondades del sistema y está muy interesado en proyectos futuros de modernización de unidades de generación con sistemas como el que se ha instalado en Trinitaria.
2. Los objetivos trazados se han cumplido a satisfacción de la compañía que adquirió el sistema en primera instancia como es BABCOCK & WILCOX ESPAÑOLA, del usuario final que es INECEL y hasta el personal de ABB que trabajó con la interface hombre máquina desarrollada. Las pantallas de operación y de control que se realizaron para este proyecto, fueron enviadas a Corea para una presentación de las capacidades del sistema y como resultado, HYUNDAI HEAVY INDUSTRIES adquirió un sistema similar y el “know how” de las pantallas que se crearon para la central térmica Trinitaria.
3. El sistema de control distribuido es un sistema idóneo y apropiado para el control de este tipo de procesos, la característica de tener la “inteligencia distribuida”, sus capacidades de comunicación que permiten comunicaciones estándar e interfaces a otros controles ya preprogramados en software y las características operativas de las unidades de procesamiento distribuido, permiten una cantidad muy grande de controles, señales de entrada y salida de diferentes tipos, aparte de presentar la gran ventaja de permitir supervisión centralizada en la sala de control o supervisión remota en oficinas centrales de mantenimiento, operación y gerencia como se lo hizo en este proyecto.
4. Las pantallas se han hecho adecuadamente de forma que el operador siempre visualice el flujo del proceso y se ha puesto sobre este flujo de proceso, todas las señales de instrumentación recibidas de campo para que la información sea siempre completa y requiera de la menor cantidad de navegación entre pantallas. Toda la información que se presenta es necesaria para la operación de la unidad, fácil de analizar y los operadores e ingenieros de turno y mantenimiento están en capacidad luego del entrenamiento que se les impartió de trabajar con esta información, interpretarla y tomar decisiones al respecto.

5. El software de interface gráfica llamado DATAVUE es uno de los programas más versátiles y sencillos de utilizar que se puedan encontrar en el mercado. Su total compatibilidad con el sistema operativo Windows95 hace que cualquier diseño gráfico que se genere en otros programas de dibujo, por ejemplo AutoCAD, Adobe Photoshop, COREL y más se puedan importar al DATAVUE tan fácil como copiar y pegar. Si los archivos gráficos provienen de otras máquinas, puede importar toda clase de archivos gráficos como son .BMP, .PCX, .TIF, .JPG, .DWG, .GIF y muchos más. Una de sus principales ventajas es que trabaja con la base de datos creada en el procesador de aplicaciones, es decir no se requiere crear palabras de comunicaciones, ni registros de memoria especiales para enviar datos, solo se utiliza el mismo nombre de punto único que se programó en la base de datos y está lista la comunicación. Este software permite trabajar en dos modos, uno es el modo gráfico con el cual se comienza a familiarizarse con el mismo, y está disponible un modo texto para programadores más avanzados. La combinación de uso de estos dos modos es la más eficiente forma de programar, toda la presentación de dibujos y gráficas se lo hace en modo gráfico, secuencias lógicas condicionales, cambios de color en situaciones de alarma y otros (que también se pueden hacer en modo gráfico) se hacen más rápido en modo texto.
  
6. Las pantallas de control tienen un principio muy simple y que fue bien recibido por el personal operativo de la central Trinitaria, en el primer cuadro de datos se presenta siempre la variable de proceso, en el segundo cuadro de datos se presenta el lazo PID y botones para cambiar el punto de consigna hacia arriba o hacia abajo al oprimirlos o también ingresando por teclado directamente el valor requerido del punto de consigna al presionar sobre dicho valor, en el tercer cuadro se presenta la salida del lazo de control PID, en este cuadro el operador puede poner en automático o en manual el lazo y si el lazo está en manual el puede manipular la salida según sus requerimientos, al final se coloca el cuadro de realimentación de posición proveniente de la válvula de campo que es muy útil para comprobar desviaciones y que el equipo de campo este funcionando adecuadamente.

7. Las pantallas de registro son la mayor fuente de información del comportamiento de la unidad controlada por el sistema de control distribuido y fue uno de los primeros puntos que el personal de INECEL quiso que se tratara durante el entrenamiento, posterior al entrenamiento, cada operador e ingeniero de turno elaboraba sus propias pantallas de registro con la información que cada uno deseaba ver. Estas pantallas de registro ofrecen características muy importantes para operación y análisis como es la capacidad de visualizar registros históricos, comprimir o expandir el tiempo en una sola pantalla o hacer zoom en alguna zona importante de datos o cambiar los puntos a visualizar en la pantalla sin necesidad de crear una pantalla nueva. El sistema de pantallas de registro y su capacidad del almacenamiento fue una de las características que más impresionó al personal de ABB en la planta, ya que su sistema de supervisión no poseía muchas de las características que el sistema tiene y se recibieron muy buenos comentarios al respecto.
  
8. La base de datos donde se programan los puntos del sistema es una base de datos hecha en INFORMIX con aplicaciones desarrolladas especialmente para este sistema que se denomina MCS, la base de datos aunque corre bajo sistema operativo UNIX, posee muchas características de importación y exportación, lo que permite trabajar en otros ambientes “más amigables” con el usuario como es la base de datos ACCESS. Aunque no mucho personal en general se encuentra familiarizado con UNIX, es una de las mejores alternativas para esta aplicación, ya que el sistema operativo UNIX tiene una gran capacidad de procesamiento de datos, a su gran capacidad de trabajo multitarea y al gran número de aplicaciones que corren al mismo tiempo en el procesador de aplicaciones.
  
9. La navegación entre pantallas relacionadas fue uno de los hechos que colaboró más en la comprensión de la operación de la central térmica utilizando el sistema de control distribuido, la gran ayuda que presta navegar a pantallas de control por ejemplo solo con presionar sobre la válvula de control o utilizando los botones de navegación de la parte inferior izquierda de las pantallas, para navegar hacia pantallas de línea de registro y evita tener que regresar al menú principal siempre y escoger la pantalla que se requiere. Esto es siempre y cuando sean pantallas relacionadas, si no lo son hay que regresar al menú principal para navegar hacia otras pantallas.

10. La instalación del sistema de control distribuido en la central térmica Trinitaria fue un trabajo bastante exigente, no solo por la cantidad de gabinetes involucrados, sino también por la cantidad de módulos, señales y cables involucrados. La primera parte de la instalación se la realizó en los Estados Unidos en presencia de personal de BABCOCK & WILCOX ESPAÑOLA e INECEL, en donde se comprobó la operabilidad del sistema, la calibración de los módulos de entrada y salida y el funcionamiento de la interface hombre-máquina después de cuatro meses de desarrollo. La segunda parte de la instalación fue a la llegada de los equipos a Guayaquil en donde se procedió a su instalación definitiva en la sala de control y a la comprobación de que todos los equipos arribaron en perfecto estado después del transporte y desaduanización que fueron aproximadamente dos meses.
  
11. Posterior a esto se comenzó la puesta en marcha del equipo, lo que comprendió la prueba de cada señal de campo antes de conectarla a la bornera respectiva en los gabinetes del sistema de control distribuido, esta tarea fue bastante larga y difícil considerando que al comienzo se trabajó casi un mes y medio con linternas ya que la sala de control carecía de iluminación y hasta de piso falso, todo este proceso que se comenzó antes de lo recomendado por exigencias de parte de INECEL por cumplir los cronogramas hizo que después de comprobadas muchas señales se tuviera problemas de cortocircuitos, señales incorrectas, ya que el montaje no estaba terminado y muchos cables se los desconectaba para facilitar el montaje o se cortaron por descuidos y otros. Una pieza clave para minimizar estos problemas es tener una buena comunicación con el supervisor eléctrico por parte de la compañía que está haciendo el montaje, el generar esta relación hizo posible que muchísimos problemas que pudieron presentarse sean evitados.
  
12. Durante la puesta en marcha que fue bajo la supervisión y comando de técnicos españoles, el personal de operación e ingenieros de turno que serían asignados a la central Trinitaria, no se habían escogido y cuando ya los habían escogido recibieron en España dos meses de entrenamiento en centrales térmicas, lo cual realmente impidió que aprendieran mucho más al observar la forma de operación y la puesta en marcha de todos los equipos de operación de la central y como se realizaba este proceso desde el sistema

de control distribuido, esto ocasionó que cuando se estaban haciendo los primeros rodajes de turbina y pruebas de generación, el personal que operaba el sistema de control distribuido eran los supervisores y el personal de puesta en marcha mientras los operadores e ingenieros de turno seguían observando y aprendiendo de la manera como se realizaban las operaciones. Es importante que todo el personal involucrado en la futura operación de una unidad como esta esté presente en todas las operaciones de puesta en marcha ya que facilita el aprendizaje y familiarización con el sistema de control distribuido.

13. Durante la puesta en marcha, uno de los puntos importantes que se realizaron fue el ajuste de los diversos lazos de control PID, de modo que una vez ajustado, estos respondan lo mejor posible y que funcionen lo más cerca al comportamiento esperado por el personal de puesta en marcha. El ajuste de los lazos no solo era una labor de ajuste de parámetros de ganancias, constantes integrales y derivativas, existían en muchas ocasiones otras condicionantes de proceso que debían tenerse en cuenta y cumplirse para un óptimo funcionamiento de la unidad. Como ejemplo se indica que el lazo de control del condensador en operación normal funciona con una bomba de condensado, a plena carga si la válvula de control abre más del 70%, la presión de descarga de la bomba cae debajo del mínimo establecido para su disparo y la bomba sale fuera de servicio, por eso el lazo debe funcionar, sin llegar a estas regiones peligrosas de operación para la bomba y la unidad.
14. Cuando el personal de INECEL encargado del manejo y supervisión de la unidad recibió el curso de entrenamiento en el sistema de control distribuido, se les impartió la información necesaria para que puedan realizar un análisis de la operación de todos los lazos y si así lo consideran conveniente, cambiar las constantes operativas de los mismos para obtener una mejor respuesta a las variaciones que sufre el proceso. Al comienzo de la puesta en marcha, cada lazo era ajustado, reajustado y vuelto a ajustar hasta cumplir todas las exigencias de la fiscalización, pero una vez que comprobaron el funcionamiento de algunos lazos y la capacidad del sistema para controlar procesos, la puesta en marcha se volvió más educativa, el personal de la fiscalización estaba mucho más dispuesto a

aprender sobre el funcionamiento, programación y ajuste de los lazos en el sistema de control distribuido.

15. La central térmica Trinitaria es una central moderna, que cumple con su función de entregar al sistema nacional interconectado 130MW, utilizando equipos, instrumentación y sistemas de última tecnología, que requieren personal bien preparado para operarla y supervisarla. Estos sistemas aunque están hechos para ambientes industriales y trabajo pesado, también requieren de operación correcta, atención y mantenimiento preventivo para que cumplan su función y aprovechar toda su vida útil.

## **5.2. RECOMENDACIONES.**

1. En proyectos de gran tamaño como es el caso de la central térmica Trinitaria, es de gran importancia que el personal que formará parte del equipo de operación y supervisión, sea escogido adecuadamente, sobre una base de conocimientos y experiencia mínimos requeridos que ayudarán en su aprendizaje futuro y agilizarán el traspaso de la operación de manos del constructor a manos del cliente.
2. Otro punto que hay que resaltar es la política empleada en este proyecto para el traspaso de equipos y funciones de manos del constructor BABCOCK & WILCOX ESPAÑOLA a manos del cliente que operará los mismos INECEL – DOSNI, que no fue la más acertada, ya que el procedimiento utilizado era como sigue, el supervisor de cada equipo, hacía las pruebas respectivas de funcionamiento y operación en conjunto con la fiscalización y posteriormente, la fiscalización lo entregaba a INECEL – DOSNI para su operación, lo que implicaba que muchas dudas, inquietudes y preguntas de éste personal sobre los equipos no podían ser resueltas por la fiscalización, de modo que el supervisor debía nuevamente explicar y realizar lo que había hecho enfrente de la fiscalización, ahora enfrente del personal operativo. De modo que en muchas ocasiones se debió realizar el mismo trabajo dos o más veces hasta que todo el personal quedara satisfecho, con conocimientos y en capacidad de operar los equipos consignados.

3. El sistema de control distribuido no requiere de mayor mantenimiento, entre los puntos que se deben tener en cuenta, se puede citar a las computadoras de supervisión, los cuales si requieren una limpieza cada mes, considerando el ambiente en el que se encuentra la central, cambio o limpieza de los filtros de aire de refrigeración de los gabinetes, aspiración del interior de los gabinetes para eliminar el polvo acumulado y una vez cada seis meses comprobar la calibración de los módulos de entradas analógicas de alto nivel y de las salidas analógicas, buscando comprobar exactitud en las lecturas y en las salidas, en caso de lo amerite, se deberá cumplir con el procedimiento de calibración de estos módulos, procedimiento que fue enseñado durante el entrenamiento al personal de mantenimiento de la central.
4. Un procedimiento que se debe volver rutina para el personal de ingenieros encargados del sistema de control distribuido es la elaboración de las cintas de respaldo del sistema desde el procesador de aplicaciones, es recomendable que posterior a cualquier modificación que se realice en el sistema se hagan las cintas de respaldo y que existan por lo menos dos juegos de cintas, los cuales se pueden rotar para mantenerlas siempre actualizadas y que serán de gran ayuda en caso de pérdida de información o problemas de software con el sistema de control distribuido.
5. Una de las características a resaltar del sistema es su capacidad de autodiagnóstico y la posibilidad de cambiar módulos de entrada o salida “en caliente”, es decir sin necesidad de cortar la alimentación hacia las DPU's, lo que permite detectar rápidamente si algún módulo del sistema ha fallado y se puede proceder a cambiarlo, para lo cual el personal de mantenimiento debe tener una reserva de cada tipo de módulo y DPU y que antes de hacer el cambio, comprueben que no dejarán fuera de servicio algún equipo, lazo de control o sistema que perjudique la operación de la unidad.
6. Debido a que el equipo utiliza computadoras personales bajo Windows95, es importante remarcar la responsabilidad que tienen los operadores e ingenieros en su uso y sobre todo considerar que son equipos con una función dedicada y que cualquier mal uso de los mismos puede traer graves consecuencias, no solo para la unidad de generación, sino para el país.

## **BIBLIOGRAFIA**



## BIBLIOGRAFIA

- MANUAL ON INSTALLATION OF REFINERY INSTRUMENTS AND CONTROL SYSTEMS, Part IV – Steam Generators, First Edition, API American Petroleum Institute, 1975.
- MANUAL DE INSTRUCCIONES Y OPERACIÓN DE UNA CALDERA REDIANTE TIPO E, PARA LA CENTRAL TERMICA TRINITARIA, Primera edición, Babcock & Wilcox Española, 1997.
- GRUPO TURBO – ALTERNADOR PARA LA CENTRAL TERMICA TRINITARIA, Primera Edición, ABB Asea Brown Boveri, 1994.
- KKS POWER STATION DESIGNATION SYSTEM, Primera Edición, ABB Asea Brown Boveri, 1978.
- QUALIFICATIONS FOR MODERNIZATION OF 130 MW PLANT IN GUAYAQUIL, ECUADOR, MAX Control Systems, 1995.
- MODEL 540 WORKSTATION RELEASE E.1, MAX Control Systems, 1996.
- OVERVIEW & OPERATION MAX1000 Release E.1, Volume 1, MAX Control Systems, 1996.
- INSTALLATION & MAINTENANCE MAX1000 Release E.1, Volume 2, MAX Control Systems, 1994.
- ENGINEERING Part 2 MAX1000 Release E.1, Volume 3, MAX Control Systems, 1995.
- MAX CONTROL SYSTEMS CUSTOMER CARE PROGRAM, MAX Control Systems, 1996.