

ESCUELA POLITECNICA NACIONAL

Facultad de Ingeniería Eléctrica

*MANUAL DE INSTALACION, PRUEBAS Y  
MANTENIMIENTO DE LAS UNIDADES TERMINALES  
REMOTAS DEL SISTEMA DE CONTROL DEL SISTEMA  
NACIONAL INTERCONECTADO*

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

Alberto Paredes Recalde

Quito, marzo de 1996

## DEDICATORIA

A mis padres, quienes merecen  
esto y mucho más ...

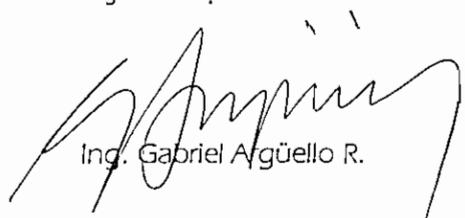
Alberto

## AGRADECIMIENTO

Gracias a todas las personas que han contribuido en la elaboración de esta tesis, y de manera muy especial a Vicente, José y Gabriel.

## CERTIFICACION

Certifico que esta tesis ha sido elaborada en su totalidad por el señor Alberto Paredes Recalde, bajo mi supervisión.



Ing. Gabriel Argüello R.

# CONTENIDO

ITEM	página
1. INTRODUCCION .....	1
1.1. OBJETIVOS .....	1
1.2. JUSTIFICACION .....	1
1.3. ALCANCE .....	5
2. EL CENTRO NACIONAL DE CONTROL DE ENERGIA -CENACE- .....	7
2.1. DESCRIPCION FUNCIONAL DEL CENACE Y OPERACION DEL SISTEMA NACIONAL INTERCONECTADO (SNI) .....	7
2.1.1 INTRODUCCION .....	7
2.1.1.1 Aspectos conceptuales de la Operación de Sistemas Eléctricos de Potencia .....	8
2.1.1.2 Operación del Sistema Nacional Interconectado ...	12
2.1.2 EQUIPAMIENTO DEL CENACE .....	16
2.1.2.1 Sistema central .....	17
2.1.2.2 Sistema remoto .....	18
2.1.2.3 Sistema de comunicaciones .....	20
2.1.2.4 Sistema de servicios auxiliares .....	21
2.2. ESPECIFICACIONES DEL SISTEMA .....	21
2.2.1 RESPONSABILIDADES EN EL SISTEMA .....	21
2.2.2 FUNCIONALIDAD .....	22
2.2.3 DESEMPEÑO Y DISPONIBILIDAD .....	22
2.2.3.1 Capacidad del sistema .....	23
2.2.3.2 Requerimientos en tiempo y actualización de datos	24
2.2.3.3 Resolución y precisión .....	26
2.2.3.4 Requerimientos de desempeño y disponibilidad ...	27
2.2.3.5 Cambios en el sistema .....	29
2.3. FILOSOFIA DE MANTENIMIENTO DEL EQUIPAMIENTO DEL CENACE .....	29
2.3.1 INTRODUCCION .....	29

2.3.2	ORGANIZACION .....	30
2.3.3	CONCEPTOS DE MANTENIMIENTO.....	30
2.3.4	CONCEPTOS DE DISPONIBILIDAD Y CONFIABILIDAD .....	32
	2.3.4.1 Definiciones básicas .....	32
	2.3.4.2 Disponibilidad del sistema operativo .....	32
	2.3.4.3 Diseño del sistema considerando su confiabilidad .	33
2.3.5	REQUERIMIENTOS PARA EL MANTENIMIENTO .....	33
	2.3.5.1 Requerimientos generales para el mantenimiento de los equipos .....	33
	2.3.5.2 Requerimientos generales para el mantenimiento de los programas .....	34
	2.3.5.3 Requerimientos específicos para el mantenimiento	34
2.3.6	MANTENIMIENTO LUEGO DE LA RECEPCION DEFINITIVA DEL SISTEMA .....	38
2.3.7	ESPECIFICACIONES DE DISPONIBILIDAD A SER INCLUIDOS POR EMPRESA SUMINISTRADORA .....	39
	2.3.7.1 Descripción del sistema de soporte para mantenimiento propuesto .....	39
	2.3.7.2 Datos para los cálculos de la disponibilidad .....	39
	2.3.7.3 Información para delimitar el sistema de soporte para mantenimiento .....	39
3.	FUNCIONES DE LAS UTR's .....	42
3.1.	VISION GENERAL DEL SISTEMA SPIDER .....	42
	3.1.1 LAS UNIDADES TERMINALES REMOTAS: UTR's .....	43
	3.1.2 LOS COMPUTADORES FRONTALES: FE .....	43
	3.1.3 EL SISTEMA CENTRAL : SC .....	43
	3.1.4 DIAGRAMA DE BLOQUES DEL HARDWARE DEL SISTEMA SPIDER .....	44
3.2	FUNCIONES DE LAS UTR's .....	44
	3.2.1. SOFTWARE EN LA UTR 400 .....	44
	3.2.1.1 Adquisición de datos del proceso (PDA) .....	45
	3.2.1.2 Base de datos .....	54
	3.2.1.3 Reporte de datos del proceso (PDR) .....	58
	3.2.1.4 Módulo de comunicación (COMM) .....	59
	3.2.1.5 Salida hacia el proceso (POUT) .....	60
	3.2.1.6 Supervisión interna (INSU) .....	61
	3.2.1.7 Comunicación local con el operador .....	62
	3.2.2 HARDWARE EN LA UTR 400 .....	63
	3.2.2.1 Fuente de poder: QMAT 816 .....	64
	3.2.2.2 Unidad reguladora de voltaje: DSSR 116 .....	64
	3.2.2.3 Repetidor o extensión del bus: DSBC 110 y 111 ...	66
	3.2.2.4 Tarjeta del computador (CPU): DSPC 155 .....	67
	3.2.2.5 Tarjeta de memoria: DSMB 116 .....	72
	3.2.2.6 Tarjeta de memoria: DSMB 144 .....	73
	3.2.2.7 Tarjeta para entradas digitales: DSDI 110F/120F ..	73
	3.2.2.8 Tarjeta para entradas digitales: DSDI 150 .....	76
	3.2.2.9 Tarjeta para conteo o acumulación de pulsos: DSDP 110 .....	79

3.2.2.10	Tarjeta para comandos: DSDO160 .....	81
3.2.2.11	Tarjeta para set points: DSDO131 .....	82
3.2.2.12	Tarjeta para entradas analógicas: DSAI 120 .....	86
3.2.2.13	Tarjeta de comunicación asincrónica: DSCA 140A .....	89
3.2.3	ABREVIACIONES .....	94
4.	INSTALACION Y PRUEBAS .....	97
4.1.	CHEQUEOS Y VERIFICACIONES PREVIOS .....	97
4.2	DISEÑO DE LA RECEPCION DE LAS SEÑALES .....	98
4.2.1.	LINEAS DE TRANSMISION .....	105
4.2.2.	CENTRALES DE GENERACION .....	105
4.2.3.	TRANSFORMADORES .....	106
4.3	RELES AUXILIARES .....	107
4.3.1.	RELES AUXILIARES PHÖNIX .....	107
4.3.2.	RELES PARA LOS EQUIPOS DEL SISTEMA PLC .....	107
4.4	REGLETAS FRONTERA .....	108
4.4.1.	SEÑALES DE REGLETA FRONTERA PARA UNA LINEA DE TRANSMISION .....	109
4.4.2.	SEÑALES DE REGLETA FRONTERA PARA UNA UNIDAD DE GENERACION .....	110
4.4.3.	SEÑALES DE REGLETA FRONTERA PARA UN TRANSFORMADOR .....	112
4.5	PANELES PARA LAS UTR's, PANELES DE INTERFAZ (PI's) Y UNIDAD DE ALARMAS (AF) .....	113
4.5.1.	PANELES PARA LAS UTR's Y DE INTERFAZ .....	113
4.5.2.	UNIDAD DE ALARMAS .....	116
4.6	PUESTA EN SERVICIO DE LAS UTR's .....	118
4.6.1.	CRITERIOS GENERALES PARA LA ADQUISICION DE DATOS .....	118
4.6.1.1	Indicaciones y valores digitales .....	118
4.6.1.2	Mediciones analógicas .....	120
4.6.1.3	Cuantificación de energía .....	120
4.6.1.4	Comandos .....	121
4.6.2.	CRITERIOS PARA EL TENDIDO DEL CABLEADO .....	121
4.7	PRUEBAS DE LAS SEÑALES RECIBIDAS Y ENVIADAS POR LAS UTR's .....	123
4.7.1.	PRUEBA DE LAS SEÑALES DIGITALES DE ENTRADA .....	124
4.7.1.1	Prueba de la tarjeta DSDI 150 .....	124
4.7.1.2	Prueba de la tarjeta DSDI 110F .....	126
4.7.2.	PRUEBA DE LAS SEÑALES PARA CUANTIFICAR ENERGIA .....	127
4.7.3.	PRUEBA DE LAS MEDICIONES ANALOGICAS .....	129

4.7.4.	PRUEBA DE LAS SEÑALES PARA COMANDOS .....	130
4.7.4.1	Prueba de la tarjeta DSDO 160 .....	131
4.7.4.2	Prueba de la tarjeta DSDO 131 .....	132
4.7.5.	PRUEBA DE LA TARJETA PARA COMUNICACIONES .....	135
5.	MANTENIMIENTO DE LAS UTR's .....	138
5.1.	MANTENIMIENTO "TIPO A" .....	139
5.1.1.	CHEQUEO Y RESTABLECIMIENTO DE VOLTAJES DE ENTRADA Y SALIDA Y VERIFICACION DEL CABLEADO .....	139
5.1.1.1	Chequeo de los interruptores de la UTR .....	142
5.1.1.2	Regletas para indicaciones .....	143
5.1.1.3	Regletas para señales de alarma .....	146
5.1.1.4	Regletas para comandos .....	146
5.1.1.5	Regletas para mediciones analógicas .....	148
5.1.1.6	Regletas para medición de energía .....	152
5.1.2.	INSPECCION DE ALARMAS Y SEÑALES DE ERROR .....	155
5.1.3.	REINICIALIZACIONES DEL EQUIPO .....	156
5.1.4.	MANTENIMIENTOS QUE AFECTAN EL NORMAL FUNCIONAMIENTO DE LAS UTR's .....	157
5.1.4.1	Mantenimiento de bancos de baterías y de sus cargadores (convertidores AC/DC) .....	157
5.1.4.2	Mantenimientos del sistema de medición e instrumentación locales .....	158
5.1.4.3	Mantenimientos del sistema eléctrico de potencia .....	158
5.2.	MANTENIMIENTO "TIPO B" .....	159
5.2.1.	ANALISIS DE ALARMAS Y SEÑALES DE ERROR .....	159
5.2.1.1	Unidad reguladora DSSR 116 (fuente de poder) ..	160
5.2.1.2	Tarjeta DSPC 155 (CPU) .....	160
5.2.1.3	Tarjeta DSDI 150 (indicaciones) .....	160
5.2.1.4	Tarjeta DSCA 140A (comunicaciones) .....	161
5.2.2.	PRUEBAS DE LOS TRANSDUCTORES .....	161
5.2.3.	PRUEBAS DEL EQUIPO DE COMUNICACIONES .....	163
5.2.4.	CAMBIO DE TARJETAS .....	164
5.2.5.	ACTUALIZACION DEL SISTEMA OPERATIVO DE LA UTR .....	165
5.2.6	ESPECIFICACIONES TECNICAS DE LAS UTR's 400 .....	166
6.	PRUEBAS DEL MANUAL DE MANTENIMIENTO DE LAS UTR's .....	168
6.1.	INTRODUCCION .....	168
6.2.	PRUEBAS REALIZADAS .....	169
6.2.1.	FALLA EN LAS INDICACIONES .....	170
6.2.2.	FALLA EN LAS MEDICIONES ANALOGICAS .....	170
6.2.3.	VERIFICACIONES EN LA EJECUCION DE COMANDOS .....	171
6.2.4.	VERIFICACIONES EN LA CUANTIFICACION DE ENERGIA .....	171

6.3.	RESULTADOS OBTENIDOS .....	172
6.3.1.	FALLA EN LAS INDICACIONES .....	172
6.3.2.	FALLA EN LAS MEDICIONES ANALOGICAS .....	172
6.3.3.	VERIFICACIONES EN LA EJECUCION DE COMANDOS .....	172
6.3.4.	VERIFICACIONES EN LA CUANTIFICACION DE ENERGIA .....	173
6.3.5.	BENEFICIOS TECNICO - ECONOMICOS .....	173
6.4.	EVALUACION POR PARTE DE PERSONAL "B" .....	174
7.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	175
7.1.	CONCLUSIONES .....	175
7.2.	RECOMENDACIONES .....	178

## BIBLIOGRAFIA

## ANEXOS

## *INDICE DE FIGURAS*

FIGURA N°		página
2.1	Esquema global del equipamiento del CENACE .....	17
2.2	Señales adquiridas con las UTR's .....	20
3.1	Visión general del sistema SPIDER .....	42
3.2	Diagrama de bloques del hardware del S.P.I.D.E.R. ....	44
3.3	Esquema modular del software en la UTR 400 .....	45
3.4	Adquisición de datos del proceso .....	46
3.5	Captura secuencial .....	49
3.6	Estructura de entrada a la base de datos .....	57
3.7	Estructura de salida de la base de datos .....	58
3.8	Esquema del hardware en la UTR 400 .....	63
3.9	Unidad reguladora DSSR 116 .....	65
3.10	Extensión del bus DSBC 110 y 111 .....	67
3.11	Panel frontal de la DSPC 155 .....	71
3.12	Tarjeta de memoria DSMB 116 .....	72
3.13	Tarjeta de memoria DSMB 144 .....	73
3.14	Esquema de las tarjetas DSDI 110F y DSTD 151 .....	75
3.15	Esquema de las tarjetas DSDI 150 y DSTD 185 .....	77
3.16	Panel frontal de la tarjeta DSDI 150 .....	78
3.17	Esquema de la tarjetas DSDP 110 y DSTD 151 .....	80
3.18	Esquema de la tarjetas DSDO 160 y DSDT 180 .....	82
3.19	Esquema de las tarjetas DSAI 120 y DSTA 121.....	87
3.20	Esquema de las tarjetas DSCA 140A y DSTC 170 .....	91
3.21	Panel frontal de la tarjeta DSCA 140 A .....	92
4.1	Esquema típico de una subestación de 230 kV. ....	99
4.2	Esquema típico de una subestación de 138 kV. ....	99
4.3	Diagrama unifilar de la S/E Santa Rosa: 230 kV. ....	103
4.4	Diagrama unifilar de la S/E Santa Rosa: 138 kV. ....	103
4.5	Diagrama unifilar de la S/E Santa Rosa: 13.8 kV. ....	104
4.6	Diagrama unifilar de la central Santa Rosa: 13.8 / 138 kV. ....	104
4.7	Detalle de la posición Santa Rosa - 230 kV, TOTORAS 1 .....	109
4.8	Detalle de la posición central Santa Rosa 13.8 kV., TG1 .....	110
4.9	Detalle de la posición Santa Rosa 138 kV, TRN .....	112
4.10	Instalación de los paneles de la UTR y de Interfaz .....	115
4.11	Instalación de los paneles de alarmas .....	117
4.12	Esquema de conexiones entre la UTR y el computador personal (PC) .....	124
4.13	Esquema de conexiones entre la UTR y el computador personal acoplado al módem externo .....	135
5.1	Planos y referencias de montaje en la UTR .....	141
5.2	Ubicación de la unidad de interruptores de la UTR .....	142

5.3	Diagrama de flujo para la revisión de las tarjetas de indicaciones .....	144
5.4	Esquema de adquisición de datos para indicaciones .....	145
5.5	Diagrama de flujo para la revisión de las tarjetas de comandos .....	147
5.6	Esquema para la ejecución de comandos .....	148
5.7	Diagrama de flujo para la revisión de las tarjetas para mediciones analógicas .....	150
5.8	Esquema de adquisición de datos para "P" y "Q" .....	151
5.9	Esquema de adquisición de datos para "V" o "F" .....	152
5.10	Diagrama de flujo para la revisión de las señales para cuantificar energía .....	153
5.11	Esquema de adquisición de pulsos para cuantificar energía (I) .....	154
5.12	Esquema de adquisición de pulsos para cuantificar energía (II) .....	154
5.13	Ubicación de la tarjeta DSPC 155 en el conjunto de tarjetas de la UTR .....	156
5.14	Esquema de conexiones para probar transductores .....	162

## INDICE DE TABLAS

TABLA N°	página
2.1	Líneas de comunicación ..... 21
2.2	Capacidad del sistema en la verificación final ..... 23
2.3	Capacidad de expansión después de la recepción final ..... 24
2.4	Funciones de control y supervisión ..... 24
2.5	Interfaz hombre - máquina ..... 25
2.6	Funciones de análisis de red ..... 25
2.7	Falla y re arranque de computadores ..... 26
2.8	Requerimientos de disponibilidad del sistema remoto ..... 28
2.9	Cambios en el sistema ..... 29
3.1	Distribución de pines del canal RS 232C ..... 69
3.2	Parámetros de los controladores de valores de consigna ..... 86
3.3	Leds en la DSCA 140A ..... 91
3.4	Velocidad de transmisión de la DSCA 140 A ..... 93
4.1	Identificación de los terminales de las regletas frontera ..... 109
4.2	Señales de regleta frontera para la posición Santa Rosa - 230 kV., TOTORAS I ..... 110
4.3	Señales de regleta frontera para la posición Central Santa Rosa - 13.8 kV., TG I ..... 111
4.4	Señales de regleta frontera para la posición Santa Rosa - 138 kV., TRN ..... 113
4.5	Identificación de los cables utilizados ..... 121
5.1	Documentos de instalación de las UTR's ..... 140
5.2	Leds en la unidad reguladora DSSR 116 ..... 160
5.3	Leds en la tarjeta DSPC 155 ..... 160
5.4	Leds en la tarjeta DSDI 150 ..... 160
5.5	Leds en la tarjeta DSCA 140A ..... 161
5.6	Tarjetas de entrada ..... 166
5.7	Tarjetas de salida ..... 167
6.1	Resultados de la falla en las indicaciones ..... 172
6.2	Resultados de la falla en las mediciones analógicas ..... 172
6.3	Resultados de la verificación de un comando ..... 172
6.4	Resultados de la verificación de señales para cuantificar energía ... 173
6.5	Costos y recursos aproximados para el traslado de personal del CENACE ..... 174
6.6	Evaluación del manual por personal "tipo B" ..... 174

*CAPITULO 1*  
*INTRODUCCION*

# CAPITULO I: INTRODUCCION

## 1.1 OBJETIVOS

La presente tesis tiene los siguientes objetivos:

1. Estudiar las diferentes funciones y equipamiento de las Unidades Terminales Remotas -UTR's- utilizadas para la supervisión y el control en tiempo real del Sistema Nacional Interconectado -SNI-.
2. Plantear los procedimientos para la instalación y pruebas de las UTR's en las subestaciones y centrales de generación del SNI.
3. Elaborar un manual para el mantenimiento de las UTR's instaladas en el SNI.

## 1.2 JUSTIFICACION

En consideración de la estructura de la red de generación y transmisión del Sistema Nacional Interconectado Ecuatoriano (SNI), el Instituto Ecuatoriano de Electrificación (INECEL) ha considerado necesaria la implantación de un sistema computarizado de manejo de energía, denominado Centro Nacional de Control de Energía (CENACE), para conseguir una operación óptima y eficiente del SNI.

Un sistema de manejo de energía (EMS) está conformado, básicamente, por:

- un sistema SCADA y
- un conjunto de funciones de aplicación

El CENACE, ya en operación, incluye básicamente los siguientes subsistemas:

- adquisición de datos,
- comunicaciones,
- computación,

- software del sistema (básico y de aplicación)
- interfaz operador - sistema (hombre - máquina)
- sistema de servicios auxiliares

El subsistema de adquisición de datos está compuesto por un conjunto de Unidades Terminales Remotas (UTR's) instaladas, a lo largo del SNI, en las diferentes subestaciones y centrales de generación.

Las comunicaciones entre el CENACE y cada UTR se efectúan a través de un sistema de comunicaciones de onda portadora (Power Line Carrier o PLC), que utiliza las líneas de transmisión como medio de transporte de la información.

Los equipos de computación del CENACE, conforman un sistema dual de computadores principales, computadores para comunicaciones, redes de área local y fibra óptica. Los computadores mencionados albergan: un conjunto de programas (software) que supervisan los sistemas de control y potencia y varias funciones de aplicación que permiten modelar y establecer, en tiempo real, el estado más probable del sistema de potencia.

Además, existe un subsistema que establece una interfaz gráfica que permite al operador interactuar con los sistemas de potencia y de control a través de ventanas de diálogo.

Los servicios auxiliares incluyen: el suministro continuo de energía para los equipos, control de accesos, aire acondicionado, alarmas, y detección de intrusos e incendios, etc.

Como se indicó, la adquisición de datos se efectúa por medio de las UTR's. Una unidad terminal remota tiene, por ende, dos funciones básicas:

- adquirir datos e información del SNI y enviarlos hacia el centro de control, y

- ejecutar comandos a pedido del centro de control.

Entre las señales adquiridas se pueden enumerar:

- voltajes de barra,
- potencias (activa y reactiva) en transformadores y líneas de transmisión,
- energía generada y energía entregada a las Empresas Eléctricas,
- frecuencia, y
- estado de los elementos que definen la topología del sistema de potencia.

Los comandos que se transmiten desde el centro de control hacia el SNI, a través de las UTR's, son los siguientes:

- valores de consigna (comandos de set points) para el control de unidades de generación
- comandos de regulación, (taps en transformadores y pulsos de subida o bajada en unidades de generación), y
- comandos de maniobra (cierre y apertura de interruptores que no correspondan a unidades de generación)

Cada UTR dispone del hardware y software necesarios para realizar estas tareas de manera precisa y eficiente.

*El sistema conformado por las UTR's y su sistema de control es, sin duda, el sistema SCADA más grande y extenso implantado en el país. Resulta, entonces, muy importante estudiar cómo y con qué se ha conseguido levantar un sistema de tal envergadura.*

La instalación del sistema de control del SNI y, por ende, de las UTR's se ha realizado por personal técnico de INECEL y de la empresa suministradora Asea Brown Boveri (ABB). Hasta la fecha se han implantado 23 UTR's a lo largo del SNI y se prevé la futura

instalación de varias UTR's en más subestaciones y centrales de generación, conforme estas sean puestas en servicio y entren a formar parte del SNI; por ejemplo: Trinitaria, Daule Peripa, San Francisco. etc..

Sin embargo, la instalación y el mantenimiento de las nuevas UTR's quedarán a cargo de INECEL una vez que ABB proceda a la entrega definitiva del sistema (entre febrero y marzo del presente año 1996), finiquitando así las obligaciones y responsabilidades adquiridas con INECEL. Es, por tanto, indispensable contar con un documento guía, en el que se detallen los respectivos procedimientos para la instalación, pruebas y mantenimiento adecuados para las UTR's.

Una vez que una UTR entra en servicio, empieza a adquirir los datos del sistema eléctrico de potencia y, por lo tanto, está expuesta a cualquier interferencia o falla transitoria propias del mismo. Estos factores pueden activar las protecciones de sobrecorriente o sobrevoltaje de la UTR, en cuyo caso se puede producir desde el bloqueo de la adquisición de una señal en particular, hasta la salida de servicio de la UTR. Esto involucraría la pérdida de la adquisición de datos y el control sobre la subestación o central en cuestión; particular de consideración si se toma en cuenta que la UTR es el elemento que controla en sitio el sistema de potencia. Para poder restablecer esta condición, el operador de turno de la respectiva subestación o central debería disponer de un documento que incluya los procedimientos para reponer, tan pronto sea posible, el estado normal de la UTR. La asistencia especializada, en caso de ser necesaria, está disponible en la organización del CENACE.

### 1.3 ALCANCE

El documento describe, en su capítulo II, los aspectos conceptuales de la operación de un sistema eléctrico de potencia y la operación del S.N.I. antes de que el CENACE haya sido implantado. Adicionalmente, se explica la funcionalidad del CENACE dentro del nuevo esquema de operación del SNI; se incluyen las especificaciones de diseño y los resultados obtenidos, los mismos que hasta febrero de 1996 han satisfecho gran porcentaje de lo especificado.

Se define el rol de las UTR's dentro del contexto y operación del CENACE y se incluyen los lineamientos básicos para el mantenimiento de los equipos. Es importante insistir en que los conceptos y organización para el mantenimiento de las UTR's *no* conservan la estructura clásica de mantenimiento preventivo y correctivo. En cambio, se ha propuesto un sistema de soporte para mantenimiento que minimiza el mantenimiento preventivo y en el que las labores de mantenimiento son básicamente correctivas.

En el capítulo III, la descripción de las UTR's se ha dividido en software y hardware. El estudio de las funciones de las UTR's contempla una descripción de los diferentes módulos del software instalado en las mismas. Se describe el hardware de las UTR's detallando, a nivel de diagrama de bloques, las diferentes tarjetas que conforman las UTR's. Cabe indicar que la información de la que dispone INECEL no describe las tarjetas a nivel circuital, ni tampoco se cuenta con el software a nivel de lenguaje ensamblador.

El capítulo IV contiene los procedimientos y consideraciones básicos para la instalación de las UTR's, aunque las labores definitivas dependerán de las condiciones y facilidades en sitio. Tales procedimientos han sido elaborados basándose, fundamentalmente, en las experiencias del personal del CENACE e involucran instrucciones que incluyen desde

chequeos y verificaciones previos, hasta la puesta servicio de las UTR's. Además, se describen los criterios y los procedimientos para la implantación de las señales involucradas con líneas de transmisión, centrales de generación y transformadores.

Adicionalmente, y como un ejemplo, se detallan todas las señales involucradas con la supervisión y control de una línea de transmisión, una unidad de generación y un transformador de la subestación y central Santa Rosa.

En el capítulo V, los lineamientos considerados para el mantenimiento de las UTR's se dividirán en dos tipos: mantenimiento "rutinario" o "tipo A" (a ser realizado por personal de las subestaciones) y mantenimiento "mayor" o "tipo B" (a ser realizado - en sitio - por personal del CENACE). El documento contempla las instrucciones necesarias para los chequeos de las señales a nivel de las diferentes regletas y unidades de conexión de la UTR. Se han incluido flujogramas y procedimientos detallados para realizar ambos tipos de mantenimiento. Cabe indicar que este conjunto de instrucciones ha sido elaborado en base a las experiencias del personal del sistema remoto del CENACE.

Finalmente, el documento cuenta con los resultados de varias pruebas, ejecutadas con los operadores de la subestación Santa Rosa, a fin de comprobar la validez de los procedimientos del manual para el mantenimiento de las UTR's.

*CAPITULO II*

*EL CENTRO NACIONAL DE CONTROL  
DE ENERGIA - CENACE -*

## CAPITULO II: EL CENTRO NACIONAL DE CONTROL DE ENERGIA -CENACE-

### 2.1 DESCRIPCION FUNCIONAL DEL CENACE Y OPERACION DEL SISTEMA NACIONAL INTERCONECTADO (SNI)

#### 2.1.1 INTRODUCCION

Para conseguir una operación óptima y eficiente del Sistema Nacional Interconectado, el INECEL ha puesto en servicio, en 1995, un centro de control denominado Centro Nacional de Control de Energía -CENACE-. El CENACE se comunica con las subestaciones y las centrales de generación del SNI para obtener la información del sistema en tiempo real y para ejecutar comandos en a la red de transmisión y generación .

El CENACE es un sistema de manejo de energía (EMS), que posibilita la operación del SNI en términos de calidad, seguridad y economía.

El alcance de la implantación del CENACE incluye la instalación completa de equipos y programas, comunicaciones y equipos auxiliares, adecuadamente acoplados para desempeñar las siguientes funciones:

- Supervisión y control de los sistemas de transmisión y generación del SNI,
- Funciones de análisis de red y seguridad en tiempo real, y
- Funciones de planeamiento operativo básico y reportes.

A futuro se implantarán funciones como:

- Planeamiento operativo,
- Análisis post - operación, y
- Comunicaciones con otros subcentros de control.

Actualmente, el proyecto de implantación del CENACE se encuentra en su etapa de verificación final, en la que personal de INECEL y de la compañía suministradora Asea Brown Boveri (ABB) está realizando varios tipos de pruebas tendientes a verificar todas las funcionalidades del sistema y emitir el acta de recepción final del mismo.

#### 2.1.1.1 *Aspectos conceptuales de la Operación de Sistemas Eléctricos de Potencia*

##### *Introducción*

El objetivo esencial de la operación de un sistema de potencia es satisfacer la demanda del consumidor en cualquier instante y con las mejores condiciones de seguridad, calidad y economía. La consecución de este objetivo involucra un continuo proceso de toma de decisiones y acciones de control, en tiempo real, sobre el sistema de potencia. Estas decisiones que progresivamente controlan la economía, la calidad y la seguridad del suministro eléctrico han de tomarse a corto, mediano y largo plazos.

Al igual que otras actividades, el proceso operativo de un sistema de potencia se basa en tres subprocesos claramente definidos e interrelacionados entre sí: planificación, ejecución y evaluación.

La planificación involucra estrategias y actividades que posibilitan la explotación eficiente de los recursos energéticos, coordinando los planes de mantenimiento de los diferentes elementos del sistema. La ejecución es la operación en tiempo real del sistema eléctrico de potencia. La evaluación es el proceso que identifica las desviaciones entre lo planificado y lo realizado para que se implanten los correctivos necesarios.

### Operación en tiempo real

La operación en tiempo real de un sistema eléctrico de potencia implica la toma de acciones de control sobre elementos controlables del mismo de tal forma que la red en conjunto presente las condiciones de operabilidad normales:

- servicio continuo,
- todas las variables eléctricas permanecen dentro de sus rangos nominales, minimizando el efecto de posibles contingencias, y
- operación al mínimo costo.

Es por esta razón que para conseguir una operación en tiempo real, óptima y eficiente, de un sistema eléctrico de potencia es imprescindible que se ejecute la toma de decisiones desde un Centro de Control que optimice las condiciones operativas del sistema. Estas acciones de control, dependerán de los estados operativos del sistema y de sus índices de seguridad, calidad y economía.

### Estados operativos del sistema

En un sistema eléctrico de potencia existen cuatro estados operativos, determinados básicamente por las relaciones matemáticas que definen el comportamiento del sistema y por las restricciones operativas del mismo. Estos estados son: normal, alerta, emergente y restaurativo.

Estado normal es aquella condición en la que el sistema satisface todas sus restricciones, lo cual indica que existe el balance entre generación y carga y no existe ningún elemento sobrecargado. En este estado, los márgenes de reserva para generación y transmisión son suficientes para mantener un nivel de seguridad adecuado con respecto a posibles contingencias a las que el sistema está expuesto.

Estado de alerta es aquel estado que adquiere el sistema cuando el nivel de seguridad

llega a un punto, en el que si bien todas las restricciones están siendo satisfechas, los márgenes de reserva son reducidos y potencialmente sujetos a la violación de límites operativos ante una contingencia. En este estado se deben tomar acciones de control tendientes a recobrar el estado normal del sistema, en caso contrario el sistema puede llegar a un estado emergente.

Estado emergente es el estado al que llega el sistema cuando una o más restricciones no están siendo satisfechas, por lo que uno o más componentes del sistema están sobrecargados y la seguridad del mismo está en peligro. Generalmente, las situaciones de emergencia que se consideran aquí, son aquellas que no producen la pérdida de estabilidad del sistema, es decir que se tiene cierto tiempo para realizar acciones de control que devuelvan al sistema a su estado normal o al menos a su estado de alerta. No obstante, hay ocasiones en las que debido a la velocidad de respuesta y a restricciones de capacidad de generación frente a las necesidades de la demanda y dependiendo del resultado de las acciones tomadas, el estado de emergencia se transforma en un estado de *emergencia extrema*, en el cual se desconectan algunos elementos y no se satisface la demanda. Entonces, el sistema se encuentra en un estado dinámico con potencias ascendentes/descendentes y acelerantes/desacelerantes. En estas condiciones, todas las acciones de control, encargadas en este caso a los relés de protección, están dirigidas a conservar en funcionamiento la mayor parte del sistema de potencia que sea posible.

Estado restaurativo es aquel que adquiere el sistema como consecuencia de un proceso dinámico originado durante el estado emergente, obteniendo así un nuevo estado estable, en el que funciona únicamente parte del sistema. En esta situación, las acciones de control que se toman desde el Centro de Control, están dirigidas a reconectar la totalidad del sistema y a satisfacer toda la demanda. Un punto importante durante este proceso es la minimización del tiempo de reposición.

## Seguridad, calidad y economía

Para una condición de demanda, el sistema de potencia tiene una "zona" de operación con varios estados de operación normales, en función de los valores de variables como: potencias y voltajes de generación, posición de taps y topología de la red. Cada uno de los estados de esta "zona" tiene un nivel de seguridad, calidad y economía propio. El problema consiste en hallar aquel estado óptimo, que ofrezca un equilibrio adecuado entre estos tres conceptos con el propósito de que al mínimo costo se minimice el número de "cambios" del estado normal hacia los otros estados. Naturalmente, no es fácil hallar una combinación ideal que al mismo tiempo maximice la seguridad y la calidad y minimice los costos; ya que generalmente son puntos contrapuestos. Así, un alto nivel de seguridad necesariamente implica mayores costos operativos y viceversa.

La *seguridad* es la habilidad del sistema de potencia para encontrar un nuevo estado normal después de una contingencia, sin desembocar en un estado emergente o restaurativo.

La *calidad* es un índice que determina la facilidad de mantener niveles de voltaje y de frecuencia dentro de rangos especificados. Esto involucra una administración eficiente de la potencia reactiva; en cambio que conservar la frecuencia constante requiere de una administración dinámica de la potencia activa de las unidades de generación.

La *economía* consiste en distribuir la demanda entre los diferentes generadores del sistema de tal forma que el costos operativos sean minimizados, pero respetando las restricciones de seguridad y calidad impuestas anteriormente.

Será entonces, responsabilidad del Centro de Control el operar el SNI y administrar la entrega de potencia a las Empresas Eléctricas conservando un equilibrio entre los tres factores: calidad, seguridad y economía.

### 2.1.1.2 *Operación del Sistema Nacional Interconectado*

Según el reglamento orgánico - funcional del INECEL, la Dirección Ejecutiva de Operación del Sistema Nacional Interconectado -DOSNI- es la unidad administrativa responsable de la operación, mantenimiento y administración de todas las centrales, subestaciones, y líneas de transmisión del SNI, así como de la comercialización de la energía del sistema.

Para cumplir sus funciones, la DOSNI creó tres Superintendencias: de Explotación, el CENACE y Administrativo - Financiera.

La Superintendencia de Explotación coordina la ejecución de todas las acciones operativas en las centrales, subestaciones y líneas de transmisión del SNI .

El CENACE planifica la operación técnico - económica y las transacciones de energía, realiza el despacho de carga y la operación en tiempo real del SNI, elabora y administra los contratos de compraventa de energía y efectúa los estudios económicos y eléctricos de soporte.

#### Operación del SNI antes de la implantación del CENACE

Hasta julio de 1995, la operación del SNI se basaba en un sistema elemental de supervisión, que consistía en un sistema de comunicaciones telefónicas con las centrales y subestaciones y diagramas unifilares del sistema de potencia. Es decir que el operador de la sala de control no disponía de valores telemedidos de las variables ni del estado topológico del sistema eléctrico de potencia.

El procedimiento utilizado consistía en la ejecución de un programa diario de generación para las centrales, el mismo que se elaboraba en coordinación con las Empresas Eléctricas acopladas al SNI. Este programa asignaba valores horarios de

generación a las unidades seleccionadas y establecía las transferencias de potencia y energía hacia las Empresas Eléctricas, considerando los pronósticos de demanda disponibles. El operador supervisaba el seguimiento del programa hora a hora y coordinaba telefónicamente la ejecución de comandos y ajustes del sistema de potencia a fin de suplir la demanda. Es decir que la supervisión del SNI se realizaba mediante la adquisición de datos, relativa al estado de las unidades de generación y a las subestaciones, vía teléfono o radio y en intervalos de 30 a 60 minutos.

Normalmente se registraban, en forma manual, alrededor de 170 mediciones en cada intervalo y el tiempo medio que el operador empleaba en esta actividad era de 25 minutos por intervalo.

Las limitaciones que se tenían con la operación del SNI descrita son obvias:

- Pobre exactitud en las lecturas de voltajes y potencias generadas, transmitidas y entregadas,
- Carencia de recursos que permitan una adecuada y oportuna interpretación de los parámetros operativos del sistema en estado estable,
- Escasa señalización de alarmas y condiciones de emergencia,
- Retardo entre la contingencia y el reporte de novedades a la sala de control,
- Considerable riesgo de desconexiones e interrupciones en el servicio eléctrico que se traduce en:
  - disminución de ingresos para el INECEL y las Empresas Eléctricas, por concepto de energía no vendida,
  - pérdidas productivas para el usuario,
  - disminución de la vida útil de los equipos,
  - perjuicios para la sociedad.

Aún más crítica, era la coordinación operativa en condiciones de emergentes, ya que no

se disponía de información actualizada y confiable sobre la naturaleza de la emergencia y las condiciones operativas del sistema. En estas condiciones existe el potencial peligro de tomar decisiones inadecuadas sobre los elementos del sistema, y en ciertos casos es probable desembocar en el colapso total (blackout):

Aún, si no se considerase este particular, el restablecimiento del sistema se veía sometido a considerables demoras con el consiguiente perjuicio a los consumidores de la energía eléctrica y por ende cuantiosas pérdidas económicas.

Para el operador de la sala de control era entonces muy difícil cumplir con el objetivo principal en la operación de un sistema eléctrico de potencia: satisfacer la demanda de potencia y de energía optimizando los índices de calidad, seguridad y economía, sin violar las restricciones operativas. Es así que se planteó la imperiosa necesidad de que el sistema de supervisión y control sea más seguro, contando con una herramienta idónea que permita satisfacer las condiciones de demanda ofreciendo un servicio eficiente dentro de los parámetros de calidad, seguridad y economía.

#### Ventajas de la supervisión y operación con un centro de control

Una vez que se cuenta con un sistema que permite conocer instante a instante y en forma automática cuál es el estado del sistema de potencia, con la posibilidad de generar comandos remotos, se puede analizar y simular como se comportaría el sistema si ocurriera alguna contingencia, y si el resultado obtenido reviste condiciones de inestabilidad se puede pronosticar cual es la mejor condición que satisfaga la demanda dentro de las restricciones operativas de seguridad.

La estrategia que resulta de combinar las herramientas indicadas, constituye el enfoque universalmente aceptado en la operación de un sistema eléctrico de potencia y ello involucra la implantación de centros de control para la supervisión y control de los

sistemas de potencia.

Además de superar las limitaciones indicadas previamente, los beneficios más importantes que un centro de control ofrece son, entre otros, los siguientes:

– Optimización de los recursos humanos:

- Antes de tomar decisiones, el operador contará con una visión global del sistema,
- El operador dedicaba normalmente el 40% de su tiempo adquiriendo la información a fin de conocer el estado operativo del SNI. El sistema automático de adquisición y procesamiento de datos reduce considerablemente ese tiempo, brindando mayor tiempo para que el operador analice problemas mayores,
- Notable incremento en la efectividad del personal al contar con herramientas adecuadas, para operar el sistema de potencia.

– Disminución de los costos de producción y mejoramiento de la calidad en el servicio eléctrico:

- Despacho económico en la generación hidro y termoeléctrica, y administración eficiente de los embalses,
- Eficiente control de frecuencia mediante la función de control automático de generación.
- La administración adecuada de la potencia reactiva permitirá mejorar los niveles de voltaje en el sistema, garantizando una buena calidad en el servicio y reduciendo las pérdidas de transmisión.

#### Operación del S.N.I. luego de la implantación del CENACE

En agosto de 1995 el INECEL ha puesto en servicio el CENACE, fecha a partir de la cual la operación en tiempo real del S.N.I cuenta con las siguientes funciones:

– Supervisión de red: proceso que permite disponer de toda la información y datos del S.N.I. en tiempo real,

- Control Supervisorio: con el cual el operador del centro de control puede controlar fácilmente la subida y bajada de los taps en transformadores así como el cierre y apertura de interruptores de la red de transmisión y de reactores y capacitores,
- Control de Generación: permite al operador del centro de control administrar, eficientemente, la producción de potencias activa y reactiva de las unidades de generación,
- Análisis de red: es una función que, con los datos recolectados y la modelación del sistema de potencia, permite tener una base coherente de información y análisis para la simulación de contingencias y la toma de acciones de control,
- Reporte: presenta organizadamente los datos y estadísticas operativas del S.N.I.,
- Planeamiento operativo: es una función que permitirá la identificación de las mejores estrategias para la explotación económica de los recursos energéticos

Todas estas funciones permiten, al operador del centro de control, supervisar y controlar todo el sistema de potencia de manera óptima y eficiente respetando, generalmente, los índices de calidad, seguridad y economía.

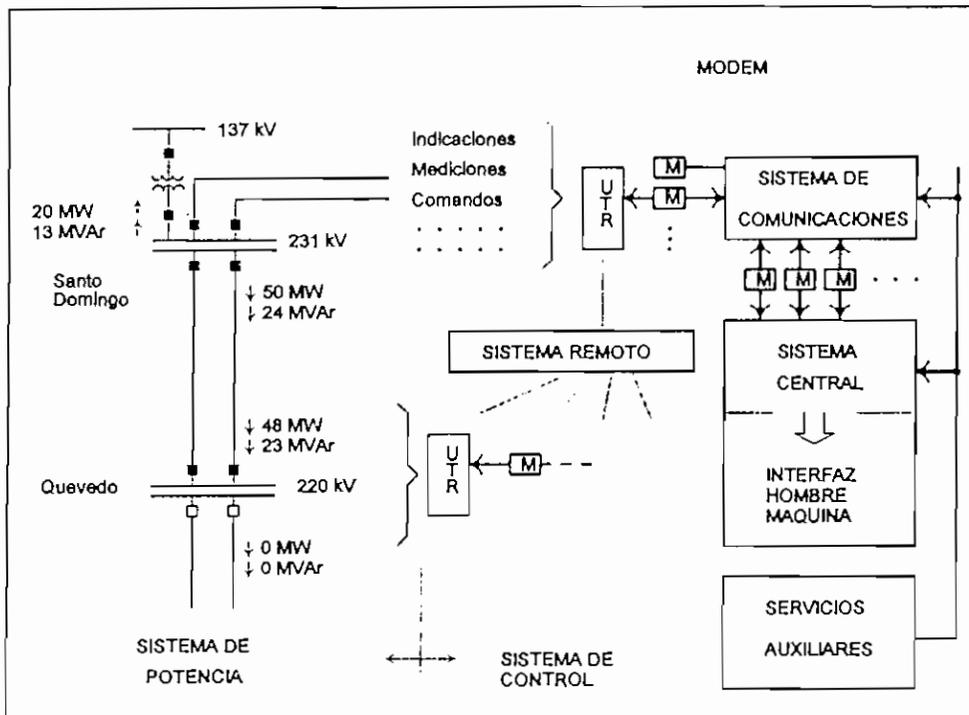
### 2.1.2 EQUIPAMIENTO DEL CENACE

La función primordial del CENACE es supervisar y controlar, en tiempo real, la operación del SNI. Dentro de este contexto se ven involucrados dos grandes sistemas:

- el sistema de potencia, y
- el sistema de control

A su vez, el sistema de control -CENACE- está constituido por varios subsistemas:

- el sistema central,
- el sistema remoto,
- el sistema de comunicaciones, y
- el sistema de servicios auxiliares



Elaboración: Autor

Figura 2.1: Esquema global del equipamiento del CENACE

### 2.1.2.1 Sistema central

El sistema central incluye todos los dispositivos instalados en el edificio del CENACE, necesarios para desempeñar las funciones indicadas. Esto incluye básicamente los siguientes equipos:

- Computadores principales, de comunicaciones y de mantenimiento; en la sala de computadores,
- Estaciones de trabajo o consolas, impresoras matriciales e impresoras térmicas; en la sala de control,
- Consola de entrenamiento; en la sala de entrenamiento, y
- Estaciones de trabajo, terminales del computador de mantenimiento, impresoras matriciales, e impresoras térmicas; en la sala de mantenimiento de programas

La "sala de computadores" está equipada con un sistema dual de computadores principales y de comunicaciones, un computador de mantenimiento, un sistema de

posicionamiento geográfico y tiempo patrón (G.P.S.), un sistema de grabación de voz, y controladores de dispositivos y periféricos estándar necesarios para realizar las funciones ya mencionadas con los niveles de disponibilidad y desempeño especificados.

La "sala de control" incluye tres consolas:

1. Consola de Supervisión,
2. Consola de Generación, y
3. Consola de Transmisión

Todas las consolas cuentan con dos monitores (o pantallas -VDU's-) para la presentación de los datos, despliegues e información de los sistemas de potencia y control. Una consola se ha instalado, tanto en la sala de entrenamiento, como en la sala de mantenimiento de software.

#### 2.1.2.2 *Sistema remoto*

Este sistema está conformado por un conjunto de unidades terminales remotas (UTR's) instaladas en cada subestación del SNI. Cada UTR recolecta la información y ejecuta -en sitio- los comandos definidos por el CENACE. Se utilizan paneles de interfaz, unidades de conexión y el cableado necesarios para la interconexión de la UTR con los paneles de control de cada subestación, usualmente denominados "paneles duplex" y que como objeto de esta tesis serán llamados "proceso". A continuación se ilustran las señales que se adquirieren a través de las UTR's:

#### Indicaciones

- **Simplex:** Son señales que a través de un contacto abierto o cerrado son conectadas a la UTR. Cualquier cambio en la señal es detectado por la UTR. Se utilizan principalmente para alarmas y posición de seccionadores

- Dobles: Son señales que a través de dos contactos abiertos, o cerrados, son conectadas a la UTR. Cualquier cambio en las señales es detectado por la UTR. Se usan para detectar el estado de los interruptores (disyuntores).

#### Señales digitales

Son señales que en forma digital son adquiridas desde los paneles duplex (valores digitales e indicaciones) hacia la UTR. Un ejemplo es la adquisición de alarmas o la posición de los taps en transformadores.

#### Señales analógicas

En este tipo de señales se incluyen aquellas que se adquieren, en forma analógica, desde los transductores hacia la UTR. Algunos ejemplos son: voltajes de barra, nivel de embalses y potencias activa y reactiva.

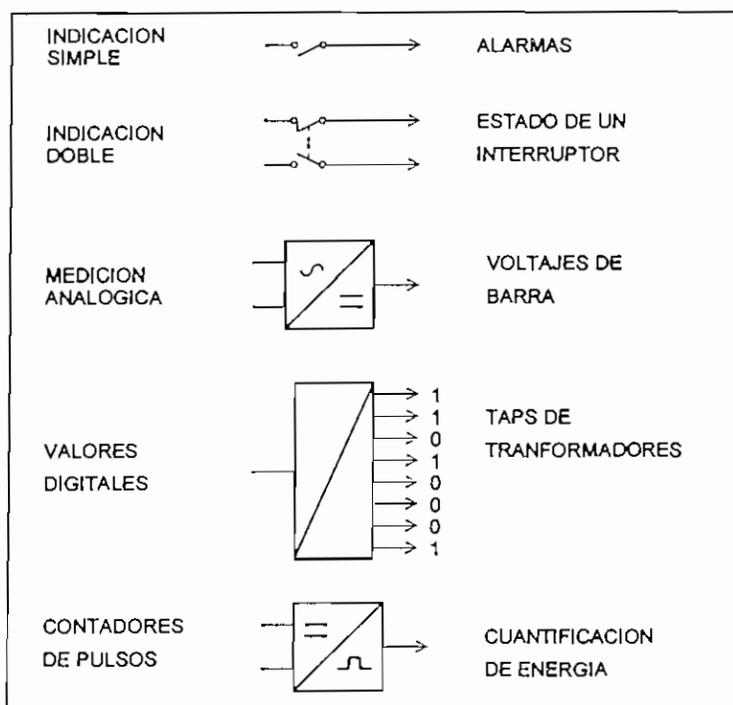
#### Señales para cuantificar energía

Son aquellas que en forma de pulsos de voltaje ( $\square$  : 0 - 24 V<sub>dc</sub> ) se inyectan en la UTR. Cada pulso corresponde a una determinada cantidad de vatios\*hora (W\*h). Los pulsos son contados y almacenados en la UTR, que envía periódicamente (cada 15 minutos) la cantidad acumulada de pulsos hacia al centro de control.

#### Comandos

- De maniobra: Son señales que se usan para comandar:
  - apertura o cierre de disyuntores,
  - posición de los taps en transformadores,
  - subida o bajada de las potencias activa y reactiva de generadores, y
  - el arranque o parada de unidades a gas.
- De consigna: También conocidos como "set points", son valores ingresados por el operador en forma numérica. La UTR controla las potencias activa y reactiva de los

generadores, de acuerdo la valor de consigna ingresado.



Fuente: ABB, F14 - System Overview  
Elaboración: Autor

Figura 2.2: Señales adquiridas con las UTR's

### 2.1.2.3 Sistema de comunicaciones

El sistema de comunicaciones para el CENACE está basado en el sistema de onda portadora implantado sobre las líneas de potencia (PLC). Está conformado principalmente por configuraciones tipo "lazo", y ocasionalmente se utilizan configuraciones "multidrop".

Una configuración tipo lazo requiere 2 líneas de comunicación, una para cada "extremo" del lazo; en tanto que las configuraciones "multidrop" necesitan solo una línea de comunicación. Para la enlazar a las 23 UTR's con el CENACE se utilizan 11 líneas de comunicación repartidas de la siguiente manera:

Línea de comunicación N°	UTR's involucradas	Configuración
1	Santo Domingo - Esmeraldas	lazo 1, extremo 1
6	Quevedo - Portoviejo	lazo 1, extremo 2
2	Pascuales - Posorja - Santa Elena	lazo 2, extremo 1
7	Salitral - Policentro - Gonzalo Zevallos	lazo 2, extremo 2
3	Milagro - Machala - Babahoyo	lazo 3, extremo 1
8	Totoras - Agoyán	lazo 3, extremo 2
4	Ambato - Pucará - Riobamba	lazo 4, extremo 1
9	Molino - Cuenca	lazo 4, extremo 2
5	Santa Rosa	lazo 5, extremo 1
10	Santa Rosa	lazo 5, extremo 2
11	Vicentina - Ibarra	multidrop 1

Fuente: Autor  
Elaboración: Autor

Tabla 2.1: Líneas de comunicación

Preferentemente, se utilizan las configuraciones tipo lazo, ya que aumentan la confiabilidad del sistema de comunicaciones debido a un "camino" redundante que presentan en caso de haber problemas en un extremo del anillo.

#### 2.1.2.4 *Sistema de servicios auxiliares*

Está constituido básicamente por una fuente de alimentación ininterrumpida (UPS) para la alimentación de los equipos de computación y comunicaciones, iluminación de emergencia y otras cargas esenciales. Además del UPS en sí, se dispone de un generador a diesel de 143 kVA.. Se incluyen también en este sistema los siguientes subsistemas: equipo de aire acondicionado y ventilación, sistema de detección de intrusos e incendios, control de accesos, etc..

## 2.2 ESPECIFICACIONES DEL SISTEMA

### 2.2.1 RESPONSABILIDADES EN EL SISTEMA

La compañía suministradora Asea Brown Boveri (ABB) es la responsable de la integración, desarrollo y pruebas del sistema de control. El INECEL ha dividido la

responsabilidad total del sistema en tres áreas:

- Funcionalidad,
- Desempeño, y
- Disponibilidad

### 2.2.2 FUNCIONALIDAD

La empresa suministradora es responsable de la integración y funcionamiento correctos de cada una de las funciones especificadas para el centro de control. La funcionalidad está dividida en dos grupos con diferentes niveles dependiendo de la importancia que éstas poseen para operar el sistema de potencia. El grupo funcional "A" contiene funciones críticas sin las cuales no se podría operar el sistema.

#### 1. Grupo Funcional "A":

- interfaz hombre - máquina,
- supervisión, y
- control

#### 2. Grupo Funcional "B":

- análisis de red,
- funciones de reporte, y
- planeamiento operativo

### 2.2.3 DESEMPEÑO Y DISPONIBILIDAD

Esta sección describe los requerimientos de desempeño y disponibilidad aplicables al sistema y subsistemas proporcionados por ABB. Los requerimientos han sido expresados en términos cuantitativos con la intención de verificarlos en pruebas, y en algunos casos también se detallan los procedimientos para estas.

### 2.2.3.1 Capacidad del sistema

#### Capacidad en la verificación final

Todas las funciones especificadas, objetos, UTR's, reservas de memoria y capacidad remanente del CPU del sistema de computación deben estar disponibles para usarse sin hardware ni software adicionales:

CONDICIONES	CAPACIDAD DISPONIBLE:
carga normal (tiempo de medición = 1 h.)	50%
carga pico (tiempo de medición = 1 min.)	20%
capacidad de memoria primaria disponible	50%
capacidad de memoria total disponible	50%

Fuente: INECEL, Especificaciones del concurso privado de precios SSC-01-90, Documento C  
Elaboración: Autor

Tabla 2.2: Capacidad del sistema en la verificación final

Estos requerimientos son válidos para todas las computadoras del sistema de control. El término "carga normal" define una condición del sistema en la que la adquisición de datos no experimenta "saturación" o tráfico excesivo en las líneas de comunicación, en tanto que "carga pico" denota una condición en la que las líneas de comunicación presentan "tráfico" o "saturación" en las líneas de comunicación.

#### Capacidad de la adquisición de datos y del control

Las interfaces de entrada - salida y las pilas (buffers) de datos en cada UTR, así como en el centro de control deben manejar toda información de la subestación respectiva, más un 20%. La información para cada subestación constituye de cierto número determinado de indicaciones, entradas analógicas, mediciones de energía, etc definidos por el INECEL.

#### Capacidad de expansión después de la recepción final

La expansión que pueda tener el sistema después de la recepción final será realizada con hardware del mismo tipo ya usado. El sistema debe estar preparado para realizar estas expansiones cambiando únicamente parámetros del software. Los porcentajes indicados

a continuación son relativos a la especificación del sistema en la etapa de recepción final:

ITEM	Porcentaje / número	
	especificado	obtenido
Incremento de la memoria primaria	50%	OK
Incremento de la memoria total	50%	OK
Incremento del número de objetos por UTR	20%	OK
Incremento del número total de objetos	25%	-
Incremento del número de subestaciones	10	1
Incremento del número de posiciones operativas	1	-
Incremento del número terminales de programación	5	-
Incremento en el número teclas en teclados funcionales	15	-
Incremento del número de enlaces con otros Centros de Control	4	-
Incremento de periféricos	n	1
Unidades de cinta	n	1

Fuente: INECEL, Especificaciones del concurso privado de precios SSC-01-90, Documento C

Elaboración: Autor

"n" significa que se pueden añadir más objetos

Tabla 2.3: Capacidad de expansión después de la recepción final

### 2.2.3.2 *Requerimientos en tiempo y actualización datos*

#### Funciones de control y supervisión:

Función	Tiempo de respuesta	
	especificado <sup>1</sup>	obtenido
Indicaciones/alarmas	5 s.	2.43 s.
Indicaciones/alarmas calculadas	5 s.	3.45 s.
Mediciones analógicas	15 s.	6.25 s.
Valores analógicos calculados	17 s.	15.15 s.
Valores medidos a pedido del operador	15 s.	-
Mediciones de energía	15 s.	19.00 s.
Banderas desactualizadas	< 30 s	14.9 s.
Banderas inválidas	2 s.	0.66 s.
Ingreso manual de datos	2 s.	< 1 s.
Límites excedidos en valores analógicos:		
- valores medidos	16 s.	6.70 s.
- valores calculados	18 s.	14.65 s.
Coloreo dinámico	4 s. <sup>1</sup>	1.66 s.
Comandos de control	2 s. <sup>2</sup>	1.80 s.
Control de set point	2 s. <sup>2</sup>	2.07 s.
Bloqueo de control	2 s.	< 1 s.
Corrección y complementación de valores estadísticos	2 s.	0.85 s.

Fuente: INECEL, Especificaciones del concurso privado de precios SSC-01-90, Documento C

Elaboración: Autor

Tabla 2.4: Funciones de control y supervisión

<sup>1</sup>Para la carga pico los requerimientos serán aumentados en 2 segundos.

<sup>2</sup>No involucra necesariamente al control automático de generación -AGC-

Los tiempos especificados se deben cumplir en al menos un 95% en todos los casos, y tan sólo un 4% de los casos podrá exceder hasta un 30% del tiempo.

Interfaz hombre - máquina:

ITEM	tiempo de respuesta (carga normal)		tiempo de respuesta (carga pico)	
	especificado	obtenido	especificado	obtenido
inicio del despliegue escogido	1 s.	< 1 s.	1 s.	1.09 s.
fin del despliegue escogido				
- diagrama unifilar	2 s.	1.69 s.	4 s.	2.07 s.
- otros despliegues	3 s.	2.45 s.	5 s.	3.07 s.
impresión térmica (hardcopy)	1 min.	3' 15"	1 min.	4' 12"
impresión de reportes diarios	1 h.	21'	-	-

Fuente: INECEL, Especificaciones del concurso privado de precios, SSC-01-90, Documento C  
Elaboración: Autor

Tabla 2.5: Interfaz hombre - máquina

Los tiempos especificados se deben cumplir en al menos un 95% en todos los casos, y tan sólo el 4% de los casos podrá exceder hasta un 30% del tiempo.

Funciones de análisis de red:

Los tiempos indicados son los tiempos para que la función sea ejecutada y presentada en las pantallas.

FUNCION	Tiempo de respuesta	
	especificado	obtenido
Chequeo de razonabilidad de los datos medidos	5 s.	< 1 s.
Determinación de la topología de red	5 s.	1 s.
Estimador de estado (incluyendo topología):		
- sin datos erróneos	1 min.	7.13 s.
- con 10 datos erróneos	3 min.	7.70 s.
Calculo de flujo de potencia	1 min.	< 5 s.

Fuente: INECEL, Especificaciones del concurso privado de precios SSC-01-90, Documento C  
Elaboración: Autor

Tabla 2.6: Funciones de análisis de red

Los tiempos especificados se deben cumplir en al menos un 95% en todos los casos, y tan sólo el 4% de los casos podrá exceder hasta un 30% del tiempo.

### Falla y re arranque de computadores:

ITEM	Tiempo especificado para el arranque			
	CENACE		UTR	
	especificado	obtenido	especificado	obtenido
arranque en frío de un computador	30 min.	20'36"	-	-
arranque automático	30 s.	18.65 s.	1 min.	2'17"
falla en una configuración dual de computadores	30 s.	-	-	-
actualización de la información después de una falla y re arranque	2 min.	2'05"	-	-

Fuente: INECEL Especificaciones del concurso privado de precios SSC-01-90, Documento C  
Elaboración: Autor

Tabla 2.7: Falla y re arranque de computadores

Los tiempos indicados son los máximos tiempos permisibles.

#### 2.2.3.3 Resolución y precisión

##### Mediciones analógicas:

Las señales analógicas pueden ser filtradas y siempre son representadas en valores de 10 bits, más un bit de signo. El sistema central genera señales de alerta y alarma considerando una zona correspondiente a los máximos valores que puede tener la señal de entrada. El mejorar la precisión en la adquisición de señales analógicas no debe necesitar modificación alguna en la parte digital del sistema. Los errores desde las entradas al panel de interfaz hasta la presentación de las mediciones en el centro de control puede ser del orden de 0.2 % para voltajes de barra, frecuencia y potencias. Otras mediciones pueden tener un error de 0.6 %.

##### Valores de consigna (set points):

El valor analógico de referencia generado en la sala de control del CENACE puede tener un error máximo del 1% en relación al valor de la variable controlada.

## Valores calculados

El error de los valores estadísticos respecto al resultado exacto del cálculo debería ser menor al 1%. En caso de falla en el sistema no debe haber pérdida de los datos estadísticos. Un cálculo exacto como una integración en el tiempo de cualquier valor medido en el sistema de computación es realizado durante el tiempo aplicado al correspondiente valor estadístico, es decir:

$$P_{t_{n+1}, t_1} = \frac{1}{t_{n+1} - t_1} * \sum_{x=1}^n (t_{x+1} - t_x) * m_x$$

donde : P es el valor estadístico para el período  $t_1$  a  $t_{n+1}$   
 $m_x$  es el valor medido recibido en el tiempo  $t_x$  y válido hasta  $t_{x+1}$   
n es el número de intervalos de tiempo<sup>1</sup>

### 2.2.3.4 *Requerimientos de desempeño y disponibilidad*

El cumplimiento de los requerimientos en un ambiente operativo real depende de la contribución de desempeño de los siguientes subsistemas:

1. Sistema suministrado por el contratista
2. Sistema propio de INECEL
3. Sistema de mantenimiento dado por el contratista
4. Sistema de mantenimiento de INECEL

Para que el ofertante calcule la disponibilidad de desempeño se proporciona los siguientes datos de disponibilidad que deben usarse para un terminal PLC completo de INECEL<sup>2</sup> :

- tiempo promedio entre fallas (MTBF) : 16000 h.
- tiempo promedio de reparación (MTTR) : 3 h.

<sup>1</sup>INECEL, *Especificaciones del concurso privado de precios SSC-01-90 - Documento C*, INECEL, Quito, 1988, pp. 15.

<sup>2</sup> Un lazo de PLC está constituido por 2 terminales PLC en dos subestaciones (uno en cada subestación).

La organización para el mantenimiento en el INECEL comprende 2 categorías de personal:

Personal tipo "A": personal sin preparación a nivel de ingeniería

Personal tipo "B": personal con preparación a nivel de ingeniería

#### Requerimientos de disponibilidad del sistema remoto

Los requerimientos indicados suponen que no habrá fallas en el software, luego del período de garantía.

Requerimiento N°	Tipo de Subestación	Grupo funcional "A"		Grupo funcional "B"	
		N° medio anual de pérdidas desde el centro de control	Tiempo promedio de reparación (en horas) MITR	N° medio anual de pérdidas desde el centro de control	tiempo promedio de reparación (en horas) MITR
1	todas	1	4.5	2	8
2	cualquiera	2	4.5	-	-

Fuente: INECEL, Especificaciones del concurso privado de precios SSC-01-90, Documento C

Elaboración: autor

Tabla 2.8: Requerimientos de disponibilidad del sistema remoto

El MITR incluye el tiempo para la localización, monitoreo y aislamiento de la falla. En la tabla indicada, los números se deben interpretar así:

Requerimiento No.1: El número medio de fallas que causan la pérdida simultánea de una función del grupo "A" para todas las subestaciones debe ser una vez al año como máximo. No se incluyen las pérdidas mencionadas en el requerimiento No. 2. O, el número medio de fallas que causan la pérdida simultánea de una función del grupo "B" para todas las subestaciones debe ser dos veces al año como máximo.

Requerimiento No.2: El número medio de fallas por subestación (de 230 kV.) que causan la pérdida de la UTR debe ser menor a dos veces al año.

### 2.2.3.5 Cambios en el sistema.

El propósito de las cambios indicados es verificar la eficiencia de las ayudas de prueba suministradas. Esto permitirá al personal de INECEL, después de ser entrenado por la compañía suministradora, efectuar las siguientes tareas en los tiempos establecidos, los mismos que incluyen la documentación y verificación, pero no el tiempo de instalación.

ACCION:	Tiempo	
	especificado	obtenido
adición o remoción de una subestación {UTR}	48 h.	OK
adición, alteración o remoción de hasta 10 objetos	8 h.	OK
adición de nuevos despliegues/reportes	4 h.	OK
edición de 20 cambios en la estructura de la base de datos (incluyendo conexiones con el sistema de comunicación)	4 h.	OK

Fuente: INECEL, Especificaciones del concurso privado de precios SSC-01-90, Documento C  
Elaboración: Autor

Tabla 2.9: Cambios en el sistema

## 2.3 FILOSOFIA DE MANTENIMIENTO DEL EQUIPAMIENTO DEL CENACE

### 2.3.1 INTRODUCCION

El sistema de manejo de energía (EMS), denominado -por ABB- como sistema "SPIDER" debe contar con un sistema de soporte de mantenimiento para los equipos y programas, el mismo que ha sido implantado durante la puesta en servicio del sistema. Este sistema de soporte para el mantenimiento consiste de:

- Recursos,
- Organización, y
- Conceptos para el mantenimiento

Los objetivos planteados por el INECEL para el sistema de mantenimiento son los

siguientes:

- Los sistemas, aparatos y componentes adquiridos por INECEL deben tener características que permitan la detección automática de fallas y alarmas.
- En principio, el mantenimiento debe ser necesario en el caso de producirse una falla en el sistema. En términos generales, el mantenimiento preventivo como inspección, pruebas, etc. debe ser minimizado.
- El manejo de fallas a nivel de subestaciones debe ser llevado a cabo por el personal de cada subestación.

### 2.3.2. ORGANIZACION

El mantenimiento de los equipos y programas del CENACE está a cargo del personal del INECEL, organizado de la siguiente manera:

- Un Jefe de la División de Equipos y Programas,
- Tres ingenieros (personal tipo B) responsables del mantenimiento de los programas,
- Nueve ingenieros y tres asistentes técnicos (personal tipo B), responsables del mantenimiento de los equipos. El grupo también proporciona soporte técnico al personal que labora en las subestaciones (personal tipo A) cuando es necesario.

### 2.3.3. CONCEPTOS DE MANTENIMIENTO

En principio, el INECEL ha propuesto los siguientes conceptos para el mantenimiento:

#### 1. *Chequeo de la operación del CENACE*

A ser realizado por el personal de mantenimiento y operadores del SNI que laboran en el CENACE

## 2. *Localización y corrección de fallas*

### → Programas en el CENACE:

- El Personal tipo "B" del INECEL debe ser capaz de localizar al menos el 95% de las fallas de software y la totalidad de las fallas de datos y corregir al menos el 90% de las fallas de software y la totalidad de las fallas de datos.
- Cuando el INECEL lo requiera, ABB rectificará todas las fallas de software y de datos.

### → Equipos del sistema central:

El personal técnico del INECEL debe realizar un "mantenimiento tipo B", corrigiendo al menos el 99% de las fallas que tengan lugar en el edificio del CENACE (computadores, interfaz hombre - máquina, etc.). Las fallas que no puedan corregirse (máximo 1%) deberán ser restablecidas por ABB a pedido del INECEL.

### → Equipos del sistema remoto:

De ser necesario, y bajo la supervisión de personal "tipo B", el personal "tipo A" llevará a cabo un "mantenimiento tipo A", tendiente a corregir las fallas (al menos el 90%) que se produzcan en los equipos que el CENACE ha instalado en las diversas subestaciones. Las fallas restantes, serán atendidas en sitio por personal "tipo B", y las fallas que no puedan corregirse deberán ser restablecidas por el suministrador de los equipos, a pedido de INECEL.

## 3. *Mantenimiento preventivo*

La necesidad para efectuar mantenimiento preventivo debe ser minimizada. El personal tipo A es el encargado de este tipo de mantenimiento en las subestaciones, y el personal tipo B en el centro de control.

## 4. *Modificaciones*

El personal tipo B del INECEL debe ser capaz de realizar modificaciones en los equipos del CENACE.

## 5. *Evaluación de estadísticas de fallas*

El personal tipo B del INECEL evaluará las estadísticas de fallas en los equipos y programas del CENACE.

## 6. *Actualización*

El personal tipo B del INECEL podrá llevar a cabo actualizaciones del sistema, una vez que la información técnica correspondiente sea proporcionada por ABB.

### 2.3.4 CONCEPTOS DE DISPONIBILIDAD Y CONFIABILIDAD

#### 2.3.4.1 *Definiciones básicas*

La operación de un sistema conformado por un subsistema de software, y otro de hardware, consiste de un sistema técnico y un sistema de soporte para el mantenimiento. Estos sistemas constituyen un sistema operativo.

#### 2.3.4.2 *Disponibilidad del sistema operativo*

La disponibilidad de un sistema operativo involucra a los siguientes parámetros:

- Características del sistema técnico:
  - confiabilidad, y
  - mantenimiento
- Características del sistema de soporte para mantenimiento:
  - rendimiento o eficiencia.

El rendimiento del sistema de soporte para mantenimiento expresa la capacidad del sistema operativo para suplir recursos de soporte para mantenimiento cuando sea necesario, y por lo tanto afecta la confiabilidad del sistema operativo. El rendimiento del sistema de soporte para mantenimiento está determinado por factores como: la disponibilidad del personal, repuestos, herramientas, documentación, ayudas para

mantenimiento, etc..

#### 2.3.4.3 *Diseño del sistema considerando su confiabilidad*

El diseño y la configuración del sistema deben ser compatibilizados con sus funciones, de modo que la degradación gradual de las mismas se de por excepción y a raíz de eventos como fallas y perturbaciones. Desde este punto de vista, la ejecución de una función debe ser independiente de la ejecución de otra. La supervisión funcional y la indicación de fallas se incluyen en las diferentes partes del sistema.

### 2.3.5 REQUERIMIENTOS PARA EL MANTENIMIENTO

#### 2.3.5.1 *Requerimientos generales para el mantenimiento de los equipos*

Los equipos proporcionados por la empresa suministradora deben ser modularizados en unidades reemplazables en sitio. Una persona debería manejar sin problemas cada unidad, y de no ser así tales unidades deberían especificarse. Los repuestos son considerados como un concepto colectivo y pueden clasificarse en:

-- Unidades reparables:

- *"Line replaceable units" (LRU's):* son unidades que pueden ser reemplazadas directamente en sitio con el objetivo de restablecer rápidamente la operación del sistema. La unidad (LRU) defectuosa deberá ser reparada.
- *"Sub-line replaceable units" (sub-LRU) :* son módulos de una LRU y están diseñados para facilitar la reparación o reducir la necesidad de inversión en LRU's. La unidad (sub-LRU) defectuosa deberá ser reparada .

-- Unidades No Reparables:

- *Unidades consumibles (CU's):* son unidades que son desechadas si reportan algún tipo de falla.

### 2.3.5.2 *Requerimientos generales para el mantenimiento de los programas*

El mantenimiento del software debe realizarse sin que el trabajo del operador del sistema de potencia sea perturbado. Se pueden probar y verificar todos los cambios en un escenario de prueba, en el que los comandos ejecutados no se transfieran al sistema de potencia. En caso de falla, se restauraran las versiones anteriores de las bases de datos y programas. *Los programas y bases de datos deben suministrarse en una versión de prueba y otra de producto.*

Se podrán desarrollar y probar nuevas bases de datos y programas antes de que su equivalente físico exista en el sistema de potencia.

### 2.3.5.3 *Requerimientos específicos para el mantenimiento*

Requerimientos para la supervisión de la operación, manejo de eventos, localización de fallas y listas de eventos - (FLI).

Sea "FLI" una denominación utilizada para:

- Supervisión de la operación
- Manejo de eventos
- Localización de fallas
- Listas de eventos

a) Supervisión de la operación:

El CENACE incorpora la supervisión automática de la operación del sistema de control. Esta función cubre todos los componentes del CENACE incluyendo los sistemas redundantes y algunos sistemas propios de INECEL. La empresa suministradora debe asegurar que la supervisión cubra: fallas, contingencias y reconfiguraciones del sistema.

b) Manejo de Eventos:

A través de la interfaz hombre - máquina, los eventos del sistema de control y de potencia se presentan al operador y al personal de mantenimiento. Algunos eventos (fundamentalmente del sistema de control) se presentan al operador del sistema de potencia de modo que éste pueda llamar al personal de mantenimiento para tomar acciones inmediatas. Otros eventos, presentados en la lista de eventos del sistema de control, son detectados por el personal de mantenimiento mediante un chequeo rutinario. Todos los eventos con designación FL1 son registrados, y la lista de eventos del sistema de control presenta todos los eventos persistentes que no han sido corregidos.

c) Localización de fallas

La función de localización de fallas puede definirse con un procedimiento interactivo que produce la información final requerida en un texto legible que permite identificar donde ha ocurrido una falla. Esta función guía al personal de mantenimiento hacia el lugar físico (o sala) donde se encuentra el equipo defectuoso, donde se asila la falla. Se pueden escoger equipamiento de repuesto y otras ayudas necesarias para restablecer la falla. La localización de fallas involucra: fallas de hardware (incluyendo las partes redundantes), falla en el software de una computadora y fallas en los datos.

d) Registro de eventos (estadísticas de fallas)

Toda la información con designación FL1 se registra para llevar una estadística de las fallas. La función de registro de eventos deberá cubrir todo el equipamiento en el sistema. Eventos como: rearranques o falla de computadores, telegramas no recibidos, lecturas de disco no exitosas, etc. serán considerados como fallas dentro de este contexto. Cualquier evento debe ser identificado conjuntamente con el equipo asociado. Las fallas deben ser registradas en orden cronológico, indicando el

instante de tiempo en que han ocurrido y el tiempo en que el personal de mantenimiento ha despejado la falla.

#### Requerimientos para el aislamiento y reparación de fallas - (FL2)

Sea "FL2" una denominación que incluye: funciones, procedimientos, documentación y otras ayudas para el aislamiento y corrección de fallas. Se puede efectuar lo especificado en FL2 para los componentes redundantes del sistema sin afectarlo, y las fallas deben aislarse en las partes no redundantes sin que las funciones del sistema de potencia que no estén directamente afectadas por equipo indicado en FL1 se vean involucradas.

La denominación FL2 consiste de dos partes documentadas en manuales separados. La denominación FL2B se usa cuando los procedimientos indicados en FL2A no han sido exitosos.

FL2A: especifica claramente procedimientos e instrucciones paso a paso, a efectuarse cronológicamente. El tiempo para cada paso y sus resultados visibles son especificados. Los procedimientos deben ser predominantemente automatizados y las acciones manuales deben minimizarse, particularmente durante la etapa de aislamiento de fallas. Los procedimientos FL2A deben incluir al menos las siguientes operaciones:

- Aislamiento de fallas de LRU's, CU's, módulos de programas o conjunto de datos.
- Acciones para la corrección de la falla.
- Verificaciones luego de la corrección de la falla
- Rearranques de los equipos
- Reporte y otras acciones administrativas.

Los procedimientos FL2A deben producir uno de los siguientes resultados:

- El sistema es reparado, verificado y rearrancado
- En caso de falla de software, ésta debe ser aislada con los procedimientos FL2A.
- Si la falla no ha podido aislarse utilizando FL2A, pero ha sido identificada como una falla de los equipo o programas indicados en FL1, la localización de la falla continuará de acuerdo con los procedimientos incluidos en FL2B.

FL2B: los procedimientos FL2B son recopilados en bloques, y los criterios involucrados en FL2A puntualizan sus diferentes puntos de partida. Cada bloque debe contener suficientes referencias a documentación asociada con el respectivo procedimiento para cada bloque.

Los procedimientos FL2B, para cada bloque, deben producir uno de los siguientes resultados:

- Las fallas deben aislarse identificándolas dentro de uno de los bloques FL2B y siguiendo los procedimientos respectivos indicados.
- La falla es identificada, aislada y asociada a una LRU o CU, la misma que debe repararse de acuerdo con las instrucciones FL2B.
- La falla no ha podido aislarse, y entonces se requerirá asistencia de la empresa suministradora.

Los procedimientos FL2B describirán las siguientes operaciones:

- Medidas para la corrección de fallas
- Verificaciones luego de la corrección de la falla
- Rearranque de los equipos
- Reporte y otras acciones administrativas.

### 2.3.6 MANTENIMIENTO LUEGO DE LA RECEPCION DEFINITIVA DEL SISTEMA

El contrato establece que ABB prestará servicios de mantenimiento del sistema para el hardware y el software por un período de un año luego de la recepción final. Los servicios de mantenimiento se basarán en tareas y trabajos realizados por la empresa suministradora con la participación de personal de INECEL.

El mantenimiento del software deben incluir al menos los siguientes tópicos:

- Modificaciones del software
- Participación en las actividades normales de mantenimiento de software, por ejemplo: alteraciones en la base de datos debidas a ampliaciones del sistema eléctrico de potencia, o fallas en la base de datos.
- Participación en el desarrollo nuevas funciones.
- Cambios en las computadoras, por ejemplo medidas para incrementar la eficiencia del sistema.
- Entrenamiento, en el sitio, para el personal que se encargará del mantenimiento al culminar esta etapa (un año luego de la recepción final) .
- Actualización de la documentación del sistema, de modo que el contenido y las consecuencias de cada modificación sea actualizado lo más rápido posible.

Durante el período que cubren los servicios de mantenimiento, el INECEL tendrá el derecho de introducir modificaciones a las funciones del CENACE, y los requerimientos de disponibilidad especificados deberán mantenerse independientemente de si se ejecutan o no los servicios de mantenimiento.

## 2.3.7 ESPECIFICACIONES DE DISPONIBILIDAD A SER INCLUIDAS POR LA EMPRESA SUMINISTRADORA

### 2.3.7.1 *Descripción del sistema de soporte para mantenimiento propuesto*

El plan inicial del sistema de soporte para mantenimiento incluirá los siguientes tópicos:

- Diagramas de flujo para el mantenimiento preventivo, correctivo y actualizaciones,
- Categorización del personal para varias actividades de mantenimiento, y
- La necesidad de recursos para mantenimiento en varios niveles de mantenimiento,

### 2.3.7.2 *Datos para los cálculos de la disponibilidad*

La empresa suministradora proporcionará diagramas de bloques de la confiabilidad, ilustrando la disposición del equipo en los bloques necesarios para desempeñar cada función. Las conexiones redundantes y en serie deben ser claramente identificadas. La intensidad predicha para las fallas que impidan la operación y afecten al tiempo medio de reparación (MTTR) de cada función deben especificarse. El tiempo medio para la reparación debe especificarse tomando en cuenta el equipo de soporte para mantenimiento.

### 2.3.7.3 *Información para delimitar el sistema de soporte para mantenimiento*

Para especificar los recursos del sistema de soporte de mantenimiento se deben considerar los siguientes aspectos:

#### Repuestos

La empresa suministradora estimará el número de repuestos necesarios para cubrir las especificaciones de INECEL. La definición final del stock de repuestos debe hacerse conjuntamente con INECEL y considerando la organización, el sistema de mantenimiento y las especificaciones de disponibilidad. La empresa suministradora debe cotizar los repuestos para el sistema por un período de cinco años a partir de la recepción final.

Adicionalmente, se debe presentar información acerca de:

- Cada sistema y subsistema, de acuerdo a la clasificación seleccionada por la empresa suministradora.
- Repuestos, incluyendo: LRU's y CU's para mantenimiento correctivo en sitio. La información debe describir las siguientes características del equipamiento: designación, descripción, cantidad, intensidad de fallas, precio unitario, y MITTR (niveles "A" y "B").

#### Mantenimiento preventivo del sistema

La siguiente información debe ser especificada:

- Descripción de verificaciones funcionales, ajustes y limpieza.
- Intervalos de tiempo para varios tipos de mantenimiento preventivo.
- El número de técnicos y el total de horas\* hombre requeridas para cada tarea, distribuido en las categorías de personal necesarias.
- Los instrumentos y herramientas necesarios, basados en la organización de mantenimiento.
- Costo de elementos consumibles

Los ajustes, calibraciones y chequeos de los subsistemas necesarios para alcanzar las especificaciones, deben considerarse como mantenimiento preventivo y se realizarán cada cierto intervalo de tiempo especificado. Las tareas consideradas como mantenimiento correctivo deberán incluirse cronológicamente dentro de la información correspondiente a la disponibilidad.

#### Equipo de mantenimiento

La empresa suministradora debe proporcionar ayudas y facilidades para las actividades de mantenimiento:

- Equipo de taller
- Equipo portátil para reparaciones en sitio
- Equipo para mantenimiento de software
- Misceláneos para mantenimiento preventivo y correctivo.

Las siguientes especificaciones deben indicarse para cada uno de los items anteriores:

- Designación y descripción,
- Precio unitario,
- Actividades específicas en las que el equipo deba utilizarse

*CAPITULO III*  
*FUNCIONES DE LAS UTR's*

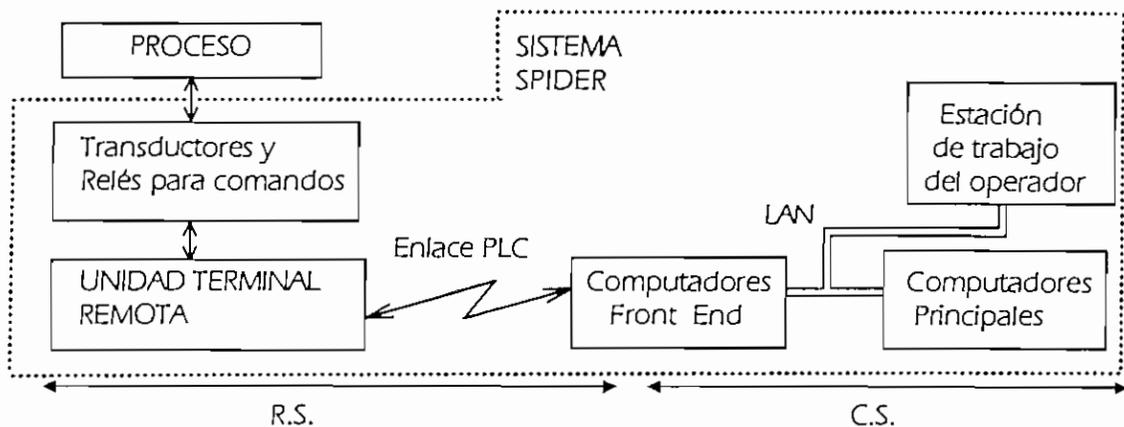
## CAPITULO III: FUNCIONES DE LAS UTR's

### 3.1 VISION GENERAL DEL SISTEMA SPIDER

El sistema SPIDER (Supervise Power Infrastructure to Develop Efficiency and Reliability) proveído por ABB constituye un sistema de manejo de energía, con el cual el CENACE supervisa y controla la operación en tiempo real del S.N.I. Como ya se indicó, este sistema está conformado, excluyendo el subsistema de servicios auxiliares, por dos subsistemas que incluyen la adquisición y presentación de datos y las funciones de aplicación:

1. El sistema remoto: conformado por todas las UTR's, y
2. El sistema central: que incluye equipos y computadores ubicados en el edificio del CENACE

La siguiente figura ilustra un esquema global en el que se identifican, tanto el "proceso", como los elementos de los subsistemas central y remoto:



Fuente: ABB, F14+ System Overview  
Elaboración: Autor

Figura 3.1: Visión general del sistema SPIDER

donde:

LAN ≡ Red de Area Local  
RS ≡ Sistema Remoto  
CS ≡ Sistema Central

### 3.1.1 LAS UNIDADES TERMINALES REMOTAS: UTR's

- Recogen y pre - procesan la información del proceso:
  - filtrado digital,
  - captura y registro secuencial de eventos,
  - protección de sobrecarga,
  - supervisión de banda muerta y 4 límites.
- Envían la información preprocesada hacia los "Computadores Frontales" (Front End Computers).
- Ejecutan comandos a pedido del operador.

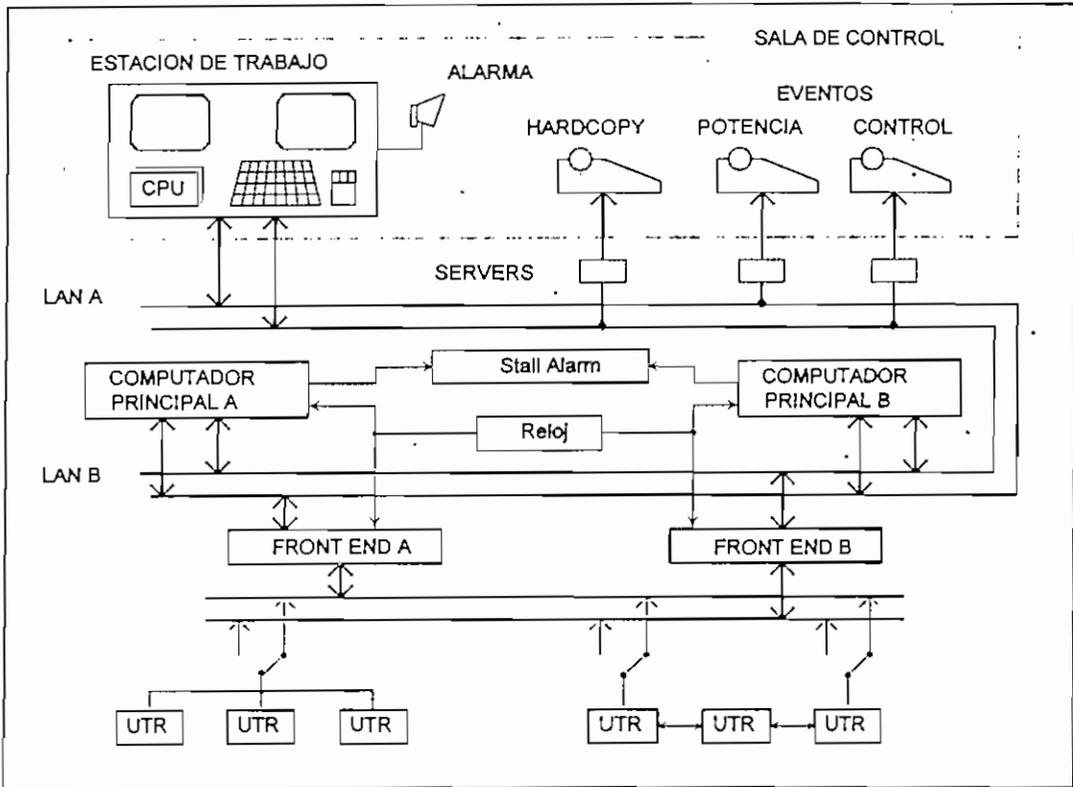
### 3.1.2 LOS COMPUTADORES FRONTALES: FE

- Establecen la comunicación y realizan la adquisición de datos de manera eficiente para liberar cuanta "carga" sea posible del sistema central.
- Sincronizan a las UTR's (proporcionan una señal patrón de tiempo).
- Convierten valores digitalizados en unidades de ingeniería.
- Recopilan los datos de entrada en grandes bloques.
- Proporcionan "referencias cruzadas" a los datos de entrada.
- Transfieren los comandos hacia el proceso.

### 3.1.3 EL SISTEMA CENTRAL : S.C.

- Procesa y almacena los datos del proceso.
- Presenta información en las estaciones de trabajo.
- Genera comandos hacia el proceso.

### 3.1.4 DIAGRAMA DE BLOQUES DEL HARDWARE DEL S.P.I.D.E.R.



Fuente: ABB, F14-System Overview  
Elaboración: Autor

Figura 3.2: Diagrama de bloques del hardware del S.P.I.D.E.R.

## 3.2 FUNCIONES DE LAS UTR'S

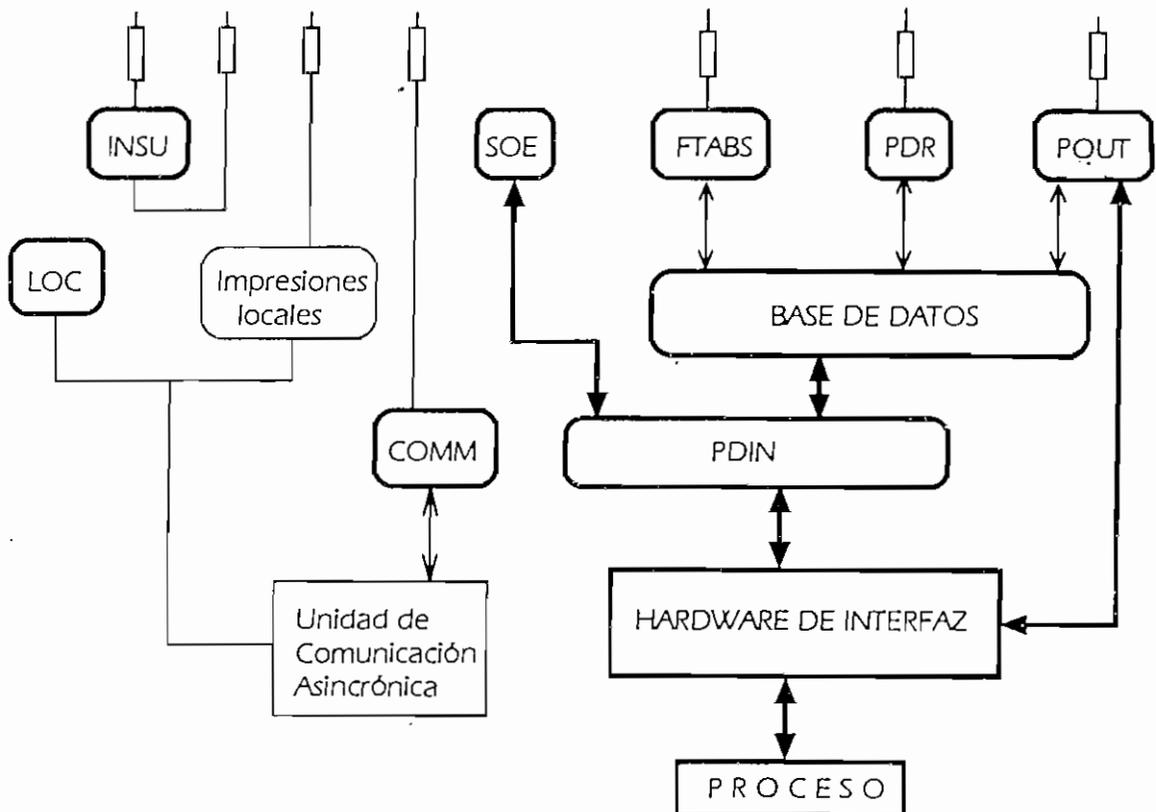
Todo sistema computarizado está constituido por el conjunto de programas (software) y por el equipamiento (hardware) que soporta y alberga al software. El correcto funcionamiento de estas partes hace posible cumplir con las funciones establecidas. Es así que para estudiar las funciones de las UTR's se describirán en primera instancia los diferentes módulos del software para luego describir las diversas tarjetas y unidades de conexión que conforman el hardware.

### 3.2.1 SOFTWARE EN LA UTR 400

El software de las UTR's 400 está compuesto de los siguientes módulos:

- Adquisición de datos del proceso (PDA).
- Base de datos (DB).

- Reporte de datos del proceso (PDR).
- Comunicación (COMM).
- Salida al proceso (POUT).
- Supervisión interna (INSU).
- Comunicación local con el operador.



Fuente: ABB, F14 - Functions in RTU 400  
 Elaboración: Autor

Figura 3.3: Esquema modular del software en la UTR 400

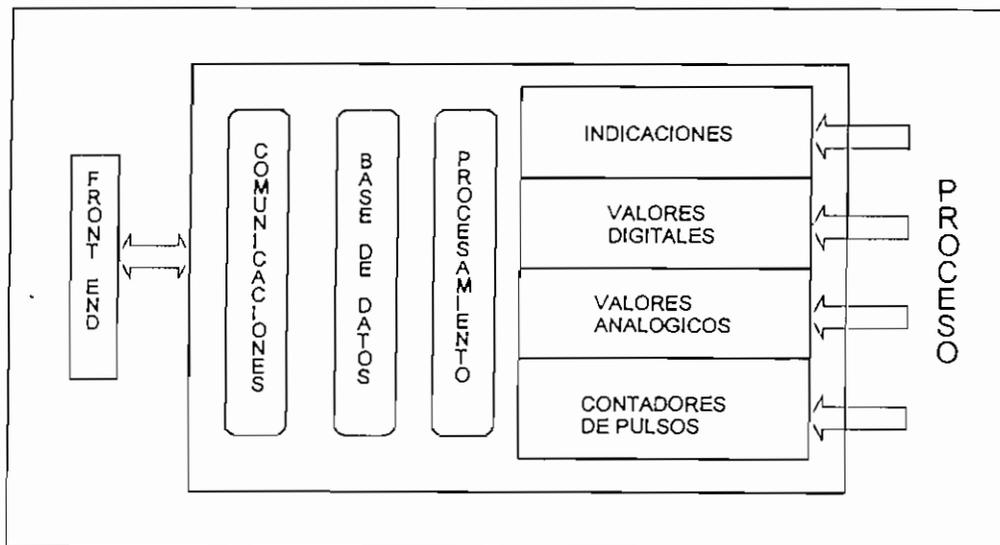
### 3.2.1.1 Adquisición de datos del proceso (PDA)

Este módulo realiza las siguientes tareas:

- Lectura cíclica de las señales de entrada (indicaciones, valores digitales, medidas analógicas y pulsos).
- Procesamiento de los datos adquiridos.
- Actualización de la base de datos del proceso.
- Reportes a pedido del FE

Tanto las indicaciones como los valores digitales y las mediciones analógicas son registrados cíclicamente. Las indicaciones y valores digitales se leen de dos maneras:

- Por conexión directa de las señales del proceso a los pórtilos digitales de entrada. En este caso, los cambios en los valores digitales son detectados con una resolución de 1 ms., mientras que los analógicos son medidos con una resolución de 0.1 a 60 segundos.
- Por conexión de las indicaciones acopladas al sistema de entrada mediante un bus. En este caso, las indicaciones son multiplexadas cíclicamente con una frecuencia (2 - 7 ms.) que depende del número de señales del proceso conectadas.



Fuente: ABB, F14 - Functions in RTU 400  
Elaboración: Autor

Figura 3.4: Adquisición de datos del proceso

Los valores obtenidos son colocados en la cola de actualización de la base de datos, y serán procesados de acuerdo a los parámetros de la misma. El PDA permite que la adquisición de datos y comando sea independiente para cada tipo de señal. Es decir que la adquisición de una indicación es completamente independiente de la adquisición de la una medición analógica o de energía o de la ejecución de un comando y viceversa.

### Adquisición de datos para indicaciones

Las indicaciones son conectadas localmente a una tarjeta de entrada digital en la UTR, y la base de datos es actualizada mediante el software de la UTR. Este proceso, cuenta con las siguientes funciones:

- Autochequeo interno
- Actualización de la base de datos de la UTR
- Filtrado digital
- Captura secuencial
- Posiciones intermedias
- Registro secuencial de eventos (SOE)
- Protección de sobrecarga (acumulación de datos)
- Salida local a impresora (función opcional)

### Actualización de la base de datos.-

Las indicaciones son agrupadas en bloques de 16 indicaciones simples, 8 indicaciones dobles o combinaciones de estas (con un máximo de 336 canales de entrada) y son actualizadas en la base de datos debido a:

- Cambio de estado en la indicación
- Arranque de la UTR
- Por un comando de chequeo de estado (Status Check Instruction o "SCI"), enviado desde el FE

### Selección del procesamiento de la señal.-

El procesamiento de la señal puede escogerse individualmente para cada indicación, esto se especifica en la "tabla de funciones" (FTAB). La tabla de funciones contiene información de la configuración de cada UTR en términos de las tarjetas instaladas, señales del proceso y funciones de control. Las FTAB's están almacenadas en el sistema

central y se envían cuando la UTR arranca o a pedido del operador. Las funciones para procesar las señales pueden ser:

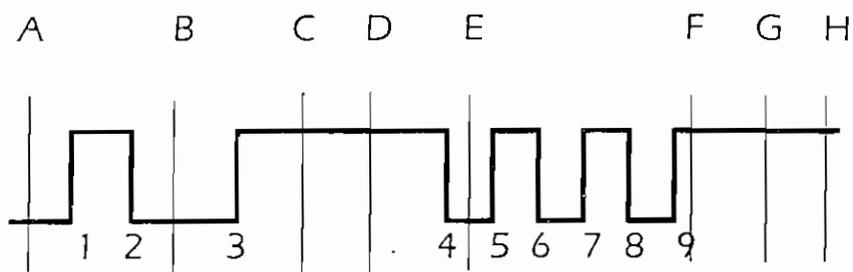
- Activado/desactivado de una indicación
- Filtrado digital
- Registro secuencial de eventos (SOE) para transiciones en indicaciones simples, es decir:  $0 \leftrightarrow 1$ ; e indicaciones dobles (posiciones normales :  $10 \leftrightarrow 01$  y posiciones intermedias:  $00 \leftrightarrow 11$ )

#### Filtrado digital.-

Un cambio de estado en una indicación es validado después de que un tiempo de filtrado ha expirado. El filtrado digital es definido en la FTAB para cada bloque de indicaciones en un rango de 1 a 127 ms. (predeterminado = 10 ms.).

#### Captura Secuencial.-

Esta función registra cambios transitorios en los elementos del sistema, que resultan transparentes para el FE (ver figura 3.5). Por ejemplo, la apertura fallida de un disyuntor puede ocurrir precisamente entre dos "conversaciones" o "llamados" del FE, no obstante, el estado del disyuntor que el FE detecta en ambos llamados es "CERRADO". El reporte hacia el FE o la impresora local no puede ser realizado tan pronto como ocurre el cambio en la indicación, y la UTR espera entonces el próximo llamado del FE para enviar el dato. La figura 3.5 ilustra la captura secuencial de una indicación simple. Con la captura secuencial, es posible almacenar hasta tres cambios por indicación en un buffer tipo FIFO en la base de datos. La captura secuencial es realizada individualmente para todas las indicaciones.



EVENTO		1	2		3		4		5	6	7	8	9				
Llamado del FE	A				B		C	D		E					F	G	H
Evento enviado al FE	-			1		2	3		4						5	6	9
Primero <sup>1</sup>	-	1	1	2	2	3	-	4	-	5	5	5	5	5	6	9	-
Segundo <sup>1</sup>	-	1	2	2	3	3	-	4	-	5	6	6	6	6	9	9	-
Ultimo <sup>1</sup>	-	1	2	2	3	3	-	4	-	5	6	7	8	9	9	9	-

Fuente: ABB, F14 - Functions in RTU 400  
 Elaboración: Autor

Figura 3.5: Captura secuencial

Supresión de posiciones intermedias.-

En el caso de las indicación dobles, el almacenamiento de cambios a los estados normales intermedios (00 y 11) es inhibido. El término "estado normal intermedio" se refiere a un estado entre los estados normales "ON" (10) y "OFF" (01) con una duración menor a 30 segundos. Si el cambio a un estado intermedio perdura por más de 30 segundos, el estado será reportado en el siguiente llamado del FE como un error de estado.

Registro secuencial de eventos (SOE).-

El SOE asegura que los eventos sean almacenados con una referencia (instantes) de tiempo y con una resolución de milisegundos, dependiendo del hardware y del tipo de evento. Los instantes en que ocurren los eventos son incluidos en un mensaje enviado al módulo de reporte de datos del proceso (PDR) que es el que realiza la numeración secuencial.

Todos los eventos del proceso son acumulados en el sistema central, y luego son ordenados y presentados en una lista. Las funciones del SOE pueden ser escogidas para

<sup>1</sup> Primero, segundo y último son los eventos que se almacenan en el registro FIFO.

indicaciones, valores medidos analógicos y digitales. Para indicaciones simples el SOE puede ser obtenido en las transiciones de 1 a 0 y viceversa. Para indicaciones dobles hay cuatro posibles estados: 01, 10 (normales) y 00, 11 (intermedios). El SOE escoge las transiciones a los estados 01 y 10.

Gracias al SOE, el sistema central puede ordenar los eventos enviados, desde todas las UTR's, en una secuencia real (cronológica). Dependiendo del tipo de hardware usado se tienen varios tipos de resolución:

- Indicaciones conectadas directamente: 1 ms.
- Indicaciones multiplexadas: 2 - 7 ms.

Hay tres tipos de telegramas para el SOE:

- ERMI: para indicaciones, contiene: número de secuencia, instante en que fue registrado el evento, número de bloque, número de bit, tipo de indicación y valor.
- ERMD: para valores medidos digitales, con una resolución de 1 ms..
- ERMA: para valores medidos analógicos, con una resolución de 0.1-60 s..

Protección de sobrecarga.-

Para prevenir una sobrecarga en el procesador debido a una oscilación en una entrada digital el módulo de supervisión interna (INSU) desactiva la actualización de la base de datos, y identifica la señal como "entrada errónea" enviando telegramas TEV (Terminal Event) e IDS (Indication with Status) al FE. La máxima frecuencia a la que puede oscilar una señal antes de ser bloqueada es 1 Hz.. Cuando la entrada digital deja de oscilar la INSU activa la actualización de la base de datos (DB).

### Adquisición de datos para valores digitales

Para la medición de este tipo de valores se cuenta con las siguientes funciones:

- Selección de formato y del intervalo de registro,
- Monitoreo de banda muerta (histéresis) con cuatro límites,
- Actualización de la base de datos (DB) de la UTR, y
- Registro secuencial de eventos (SOE).

Cualquier cambio en el valor de una medición generará una interrupción para actualizar la DB de la UTR. Luego, durante la rutina de llamado a las UTR's, el cambio se envía al FE en un telegrama tipo DVM (Digital Value Message). Hay dos formatos para los datos que pueden ser conectados a los pórticos de entrada:

- Números binarios de 16 bits
- Cuatro "décadas" codificadas en BCD, que se convierten a 16 bits en complemento de 2 en la UTR. El chequeo de límites se realiza con este tipo de datos de entrada.

### Adquisición de datos para pulsos.-

Para la medición de este tipo de valores se cuenta con las siguientes funciones:

- Registro cíclico.
- Acumulación de pulsos por hardware.
- Lecturas intermedia ("INT") y de final del período (cada 15 minutos, "EOP").
- Acumulación de las lecturas INT y EOP.
- Actualización de la base de datos de la UTR.

Las señales son conectadas a un pórtico de conteo de pulsos de la UTR. El conteo puede ser ascendente/descendente y es seleccionado por una entrada adicional (RK).

Las lecturas INT y EOP pueden ser generadas de dos modos:

- La UTR genera la lectura a intervalos determinados previamente en la FTAB. Las lecturas EOP pueden reinicializar el contador si se desea.
- A través de un comando de función (FCOM) desde el sistema central

Un período completo de medición finaliza después de una lectura EOP. Al final del período de medición la base de datos es actualizada automáticamente y los registros involucrados son marcados para transmitirse al FE. Cuando se realiza una lectura INT no se puede reinicializar el contador.

Si no existe una lectura antes del fin de período, esto será marcado como un desbordamiento (OFL) en la base de datos y el evento será enviado en el siguiente mensaje de reporte hacia el FE. Existe una función para almacenar pulsos localmente (hasta 512) que se activa en caso de una falla en la comunicación, cuando ésta se restablece, los pulsos son enviados al FE en un mensaje tipo PCM (Pulse Counter Message).

#### Adquisición de datos para mediciones analógicas

Para la medición de este tipo de valores se cuenta con las siguientes funciones:

- Conversión AVD,
- Selección del tiempo de muestreo, factor de ganancia y banda muerta,
- Filtrado digital,
- Actualización de la base de datos de la UTR,
- Monitoreo de banda muerta seleccionable, y supervisión con 4 límites, y
- Registro secuencial de eventos (SOE),

Los valores analógicos (corriente o voltaje) son acoplados a una tarjeta de la UTR, donde son convertidos a valores digitales. El valor analógico de entrada es convertido a una escala de valores de 0 - 2000 o  $\pm 2000$  bits dependiendo de si la entrada es unipolar o bipolar. Todos los valores analógicos son registrados periódicamente y el resultado es almacenado en la DB solo si su variación excede la banda muerta especificada. Los

valores medidos son almacenados en 11 bits, en complemento de 2. El tiempo para el registro de los valores medidos puede ser escogido para cada entrada, en intervalos entre 0.1 - 60 segundos.

Los valores analógicos medidos son enviados en dos tipos de telegramas:

- AVM: envía un mensaje con un máximo de 19 mediciones.
- AVS: envía un mensaje con el estado incluido de hasta 8 mediciones.

El SOE puede ser activado bajo la supervisión de la banda muerta y los valores límites. El mensaje enviado (SOE) contiene: la información de un reporte AVS ordinario y además la dirección en la que el límite ha sido violado.

Filtrado digital.-

El filtro digital de las mediciones analógicas utiliza el siguiente algoritmo:

$$y_n = k_1 * y_{n-1} + k_2 * x_{in}$$

donde:  $k_1, k_2$  son constantes escogidas para cada medida  
 $y_{n-1}$  es el último valor filtrado  
 $x_{in}$  es el último valor medido  
 $y_n$  es el nuevo valor ya filtrado<sup>1</sup>

Monitoreo de la banda muerta.-

La supervisión de la banda muerta consiste en comparar el valor actual con el anterior. Si la diferencia está fuera de la banda muerta, el valor actual será reportado en un AVM hacia al FE. El tamaño de la banda muerta puede ser escogido individualmente para cada medición, pero con un máximo del 10% del valor medido.

Supervisión con cuatro límites.-

Los cuatro límites de supervisión constituyen un tratamiento adicional para valores analógicos y digitales codificados en BCD. Si uno de los valores sobrepasa los límites se

---

<sup>1</sup> ABB, E14-Functions in RTU 400, ABB, Västerås - Suecia, 1992.

envía un mensaje con el estado (AVS) acerca de la zona donde la medida fue registrada. Si un valor ha excedido un límite y comienza a regresar a la zona normal, el valor tiene que superar una histéresis predeterminada antes de que el cambio sea considerado. La histéresis es utilizada para reducir la carga y el número de eventos que se envían al FE, la misma puede definirse individualmente con un máximo del 10% del valor medido.

Dado que existen 4 límites, existen 4 zonas de histéresis:

- límites altos:
  - alerta (1)
  - alarma (2)
- límites bajos:
  - alerta (3)
  - alarma (4)

La supervisión con 4 límites es usada en las siguientes mediciones:

- Voltaje: se utilizan los 4 límites
- Corriente: se usan solo los 2 límites en alto
- Potencia activa: se utilizan 2 límites, y si la potencia puede fluir en ambas direcciones, los 4 límites
- Potencia reactiva: igual que con potencia activa
- Nivel de agua: se utilizan los 4 límites

### 3.2.1.2 *Base de datos*

#### La base de datos

La base de datos (DB) es uno de los módulos más importantes del software de la UTR. Cuando un dato es adquirido mediante hardware, es leído y almacenado en la DB. En caso de que exista un cambio significativo el registro es marcado y transmitido en el

siguiente llamado del FE. Cuando un comando es enviado al proceso, la base de datos provee una referencia cruzada entre el número lógico del objeto comandado en el telegrama y su dirección en el hardware de la UTR. La base de datos almacena la información aún cuando exista una falla de comunicaciones entre el FE y la UTR. De este modo, al restablecerse la comunicación la información almacenada es enviada al FE.

Cabe insistir en que el software de la UTR controla que la información sea "reportada" al FE, y por pedido del FE, solo cuando haya un cambio significativo en las mediciones analógicas o un cambio de estado en las indicaciones.

#### Implantación de la base de datos

La base de datos es implantada usando la siguiente estructura:

- **Item:** es la unidad más pequeña de información. Los valores del ítem definen "propiedades".
  
- **Registro:** es un conjunto interrelacionado de ítems. Un registro define un conjunto de "propiedades" que forman una "instancia".
  
- **Archivo:** es un conjunto de registros del mismo tipo y usualmente del mismo tamaño. Un archivo define un conjunto de instancias que forman "conceptos".

Durante la programación, las referencias de la base de datos conservan estrictamente el formato < concepto, instancia, propiedad >. Cuando se ejecuta un programa, este invoca a una estructura de la base de datos en forma de <archivo, registro, ítem>. La "traducción" de una a otra representación se realiza durante la compilación.

### Carga de la base de datos

La información de la configuración de la UTR, en términos de las tarjetas instaladas, señales del proceso y funciones de control está almacenada en el sistema central. Esta información es transferida hacia la UTR en las FTAB's. La base de datos de la UTR se construye en base a su FTAB. Las tablas están divididas en: tabla básica y una o más tablas adicionales. Estas pueden ser transferidas separadamente, pero siempre se debe transferir primero la tabla principal.

### Modificación de la base de datos de una UTR en línea

Con excepción de las "cadenas de búsqueda" para la adquisición de datos del proceso y el arranque de las UTR's, sólo los parámetros que no afecten estas cadenas pueden ser cambiados en línea. Si una de éstas cadenas cambia, el terminal primero debe arrancar en frío antes de iniciar la adquisición de datos y ejecución de comandos. Sin embargo, existen otros parámetros como valores límites pueden ser cambiados en línea.

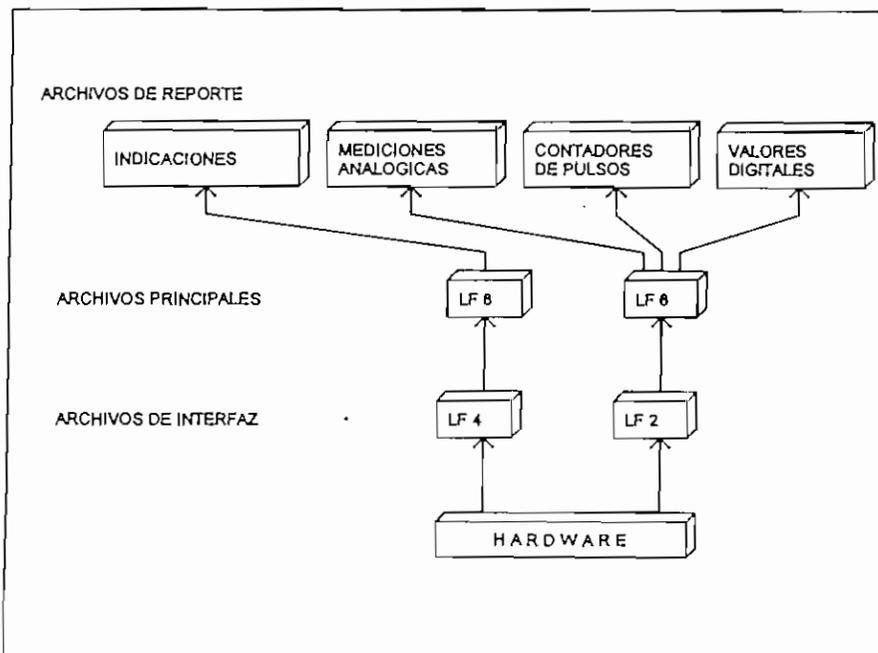
### Información en la base de datos

- Información del proceso:
  - Información descriptiva de los objetos y señales
  - Datos que describen el estado actual del proceso
  - Eventos
  - Referencia cruzada entre el número de bloque y la conexión física
- Información del procesamiento:
  - Las funciones básicas que son llevadas a cabo por el equipo de control.
- Información de la comunicación hombre - máquina
- Información del equipo de control:
  - Datos del hardware
  - Datos de la conexión del proceso

## Estructura de la base de datos: proceso de entrada

La estructura de la base de datos está dividida en tres niveles (ver figura 3.6):

- Los archivos de interfaz (LF2 y LF4) describen a las tarjetas de entrada. Cada registro describe una tarjeta de entradas digitales, o analógicas respectivamente.
- Los archivos principales (LF8 Y LF6) describen las señales de entrada individualmente. En el archivo lógico denominado LF6 se describen: entradas analógicas, contadores de pulsos y mediciones digitales; mientras que en el archivo LF8 se describen las indicaciones.
- Los archivos de reporte toman registros de los dos tipos de registros lógicos anteriores. Los diferentes archivos de reporte corresponden a los diferentes tipos de señales presentes en las UTR's.



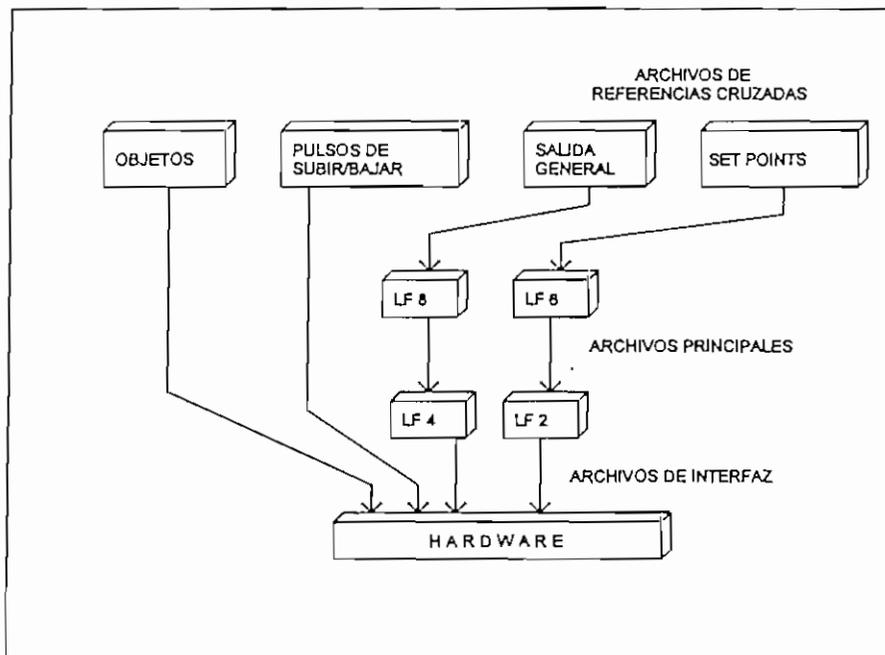
Fuente: ABB, F14 - Functions in RTU 400  
Elaboración: Autor

Figura 3.6: Estructura de entrada a la base de datos

### Estructura de la base de datos (proceso de salida)

La sección de salida de la base de datos tiene una estructura jerárquica similar a la de la sección de entrada, es decir:

- Los archivos de interfaz (LF3 y LF5) describen las tarjetas (analógicas y digitales) de salida.
- Los archivos principales (LF7 y LF9) describen individualmente los canales de salida.
- Los archivos de referencia describen diferentes tipos de comandos presentes en la UTR 400: comandos de objetos (maniobras) , control de pasos (regulación), control de set points y comandos de salida general.



Fuente: ABB, F14 - Functions in RTU 400  
Elaboración: Autor

Figura 3.7: Estructura de salida de la base de datos

#### 3.2.1.3 *Reporte de datos del proceso (PDR)*

Este módulo ejecuta las siguientes funciones:

- Interpretación de requerimientos del sistema FE,

- Búsqueda y lectura de información en la base de datos mediante el módulo de acceso a la base de datos, y
- Compilación de telegramas de respuesta para el FE.

El FE realiza requerimientos al PDR, estos son interpretados para determinar la clase de requerimiento que se hace a la UTR, y que tipo de respuesta necesita el FE. La búsqueda de la información se realiza mediante el módulo de acceso a la base de datos.

#### 3.2.1.4 *Módulo de comunicación (COMM)*

Este módulo "dialoga" con el FE mediante el continuo intercambio de telegramas de requerimiento y de respuesta. Este intercambio recibe la denominación de "rutina de llamado" o "requerimiento". Las funciones que ejecuta este módulo son:

- Intercambio de datos
- Recepción/transmisión, comunicación asincrónica
- Selección de la velocidad de transmisión
- Alarma de ruptura en la comunicación

Los requerimientos desde el FE contienen el número correspondiente de la UTR, ésta responde con un telegrama que contiene una dirección que define el número de la UTR, el tipo de información y un bloque numérico. Los telegramas entre las UTR's y el FE se rigen en el protocolo de comunicaciones RP 570 de ABB.

El módulo de comunicación genera alarmas en caso de que existan rupturas en la comunicación ente la UTR y el FE. Sin embargo, cualquier anomalía considerable en la UTR es registrada por el sistema central del CENACE como una "falla de comunicaciones", sin que esto implique necesariamente una falla en el sistema de comunicaciones de la UTR. Esto sucede debido a que es el sistema central el que, al no poder comunicarse adecuadamente con la UTR, genera una alarma de "falla de

comunicaciones”.

### 3.2.1.5 *Salida al proceso (POUT)*

La salida hacia al proceso es activada por comandos desde el sistema central, a través de los diferentes canales de salida. Por condiciones de diseño, los comandos son activados secuencialmente - uno a la vez - brindando mayor seguridad en el control supervisorio realizado desde el centro de control. Los tipos de comandos que pueden ser enviados son: comandos para maniobras, comandos de regulación, comandos de set point y datos de salida en general.

#### Comando\_de\_objetos\_(maniobras)

Las salidas digitales de la UTR pueden generar pulsos de “cerrado/abierto” (on/off) para activar/desactivar el objeto, a través de 2 tipos de telegramas: “comando de ejecución intermedia” (IXC), o comandos de reinspección (CBXC) seguido por un telegrama de comando ejecutable (EXC). En el caso de comandos de 2 pasos (CBXC + EXC) se envía una orden de selección para iniciar la maniobra. La UTR chequea si dicha selección es posible; y si la selección es correcta se envía el comando EXC. En los comandos de un paso (IXC), tanto la selección como la ejecución se realizan con un mensaje simple, al igual que cuando se cancela el comando de un objeto seleccionado.

#### Comando\_de\_Regulación

Los pulsos digitales de salida para incrementar/decrementar las potencias de los generadores o la posición del tap en transformadores son generados por comandos de “un paso” (IXC), que se envían directamente a la UTR.

#### Comandos\_de\_Set\_Point

Los telegramas de set point (SPM) pueden generar salidas digitales o analógicas para regular las potencias activa y reactiva de los generadores. La regulación en sí es realizada

por un módulo de software y hardware denominado "SET POINT CONTROLLER".

### Comandos de salida general

Los datos de salida general son los telegramas enviados desde el FE a la UTR como: FCOM, SCI, TSI, FTAB, etc. Adicionalmente, los comandos para seleccionar un objeto son enviados hacia al proceso mediante un telegrama de salida general (GOM). Usualmente, el término "bloque " se refiere a un "elemento/mensaje" dirigido hacia la UTR, y el término "objeto" hace referencia a un "elemento" proveniente desde la UTR.

#### 3.2.1.6 *Supervisión interna (INSU)*

La INSU realiza las siguientes tareas:

- Ejecución de los chequeos y pruebas de autodiagnóstico.
- Chequeo del arranque ("caliente" o "frío") y del almacenamiento de los mensajes del sistema ( SYSM ) de la UTR. Un arranque controlado por el software de la UTR se ejecuta si existe una de las siguientes condiciones:
  - Inicialización por hardware
  - Requerimiento del sistema central
  - Encendido de la fuente de alimentación de la UTR
  - Detección de errores fatales en la UTR
- Recepción, procesamiento y ejecución de funciones y/o comandos (FCOM) desde el sistema central tales como:
  - Arranque
  - Activación del PDA
  - Chequeo del estado, activa todas las banderas de envío de la base de datos.
  - Lecturas de final de período o lecturas intermedias
  - Sincronización del reloj de la UTR
  - Lectura de memoria PROM

- Supervisión de los procesos de entrada y salida para:
  - Protección de oscilación (sobrecarga) en las entradas digitales
  - Supervisión de entradas y salidas marcadas como erróneas.

Un arranque “en frío” quiere decir que se reinicializa el software de la UTR y la base de datos de la UTR es enviada completamente desde el FE. En un arranque “caliente” solo se reinicializa el software de la UTR, y la base de datos permanece intacta. Cabe indicar que por motivos de seguridad y confiabilidad en la operación de las UTR's, cualquier arranque se efectúa es un arranque “en frío”.

El módulo de supervisión interna (INSU) autochequea cíclicamente el estado operativo de la UTR, indicando instantáneamente cualquier novedad en los leds de falla (“F”) de cada tarjeta y enviando mensajes (SYSM) al FE con la información respectiva.

#### 3.2.1.7 *Comunicación local con el operador*

El diálogo local con el operador es una función opcional que habilita la ejecución de ciertas acciones, en sitio, para manejo de fallas y arranque. Esta función permite al operador inspeccionar y cambiar la configuración de la UTR mediante un diálogo establecido a través de un computador personal y un paquete de software proporcionado por ABB, denominado CTU.EXE. A continuación se enumeran algunos de los comandos que ofrece este módulo:

- Comando de ayuda
- Bloqueo/desbloqueo de la adquisición de un dato específico
- Activación/desactivación de los comandos del proceso.
- Inspección de los valores medidos, indicaciones y pulsos
- Entrada local de la FTAB
- Definición de fecha y hora

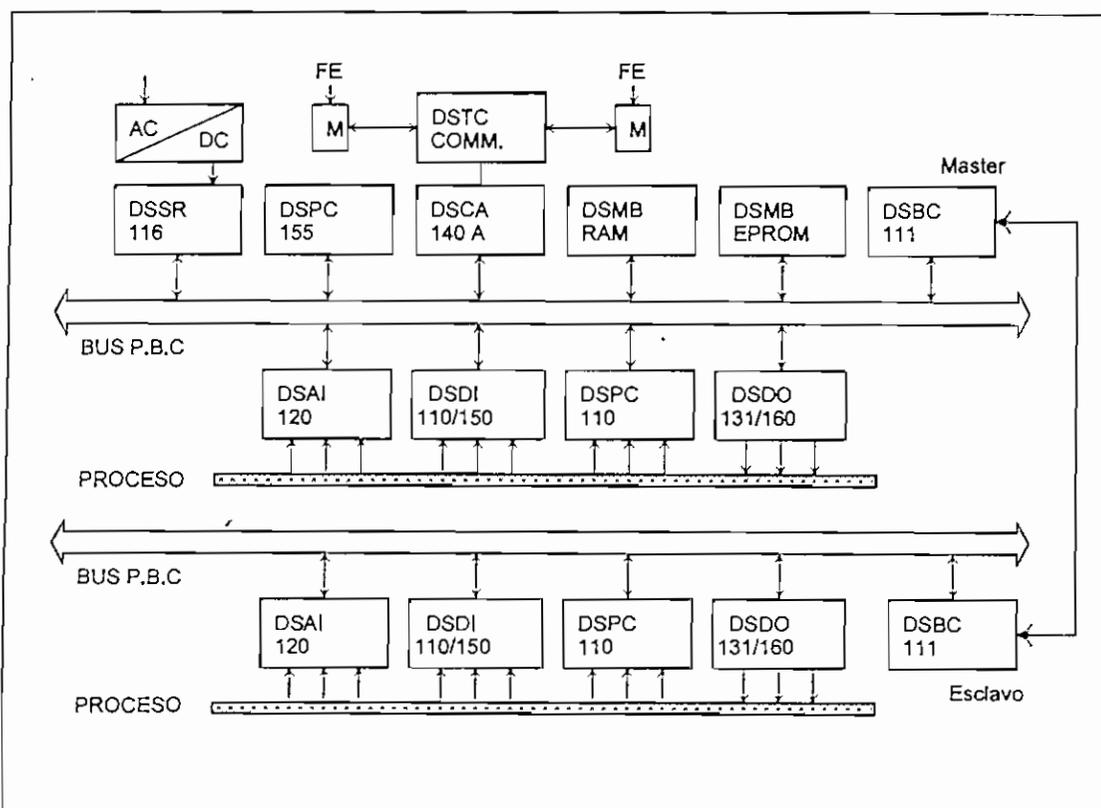
### 3.2.2 HARDWARE EN LA UTR 400

#### Configuración del hardware

El hardware de la UTR 400 está funcionalmente dividido en dos partes:

- Parte general: incluye: la fuente de poder, tarjeta del microprocesador (uP o CPU), tarjetas de memoria, tarjetas de comunicación y tarjetas de expansión del bus PBC.
- Parte individual: contiene tarjetas de entradas analógicas y digitales, tarjetas de contadores de pulsos y tarjetas para comandos y set points.

La figura 3.8 ilustra un esquema del hardware de la UTR en el que se incluyen: las tarjetas de la parte general (fuente de poder, microprocesador, comunicaciones, tarjetas de memoria, tarjetas de comunicación y tarjetas de expansión del bus PBC) y las tarjetas de la parte individual (tarjetas de entradas analógicas y digitales, tarjetas de contadores de pulsos y tarjetas para comandos y set points).



Fuente: ABB. F14 - Hardware in RTU 400  
Elaboración: Autor

Figura 3.8: Esquema del hardware en la UTR 400

La mayoría de tarjetas de la UTR están provistas de leds, con el siguiente significado:

- Verde: operación normal
- Amarillo: señal activa
- Rojo: error

### 3.2.2.1 Fuente de poder: QMAT 816 (DSSD 144 - 146)

Esta unidad contiene un transformador que acepta voltajes de entrada de: 100, 127, 220 y 240  $V_{ac}$ , o también se puede utilizar una entrada de 19 - 60  $V_{ac}$ , o 110 - 130  $V_{ac}$ . La fuente tiene dos circuitos de salida de 24  $V_{dc}$ , a 5  $A_{max}$ , que pueden ser usados en serie, en paralelo o independientemente. Esta tarjeta es usada básicamente para alimentar a la unidad de regulación DSSR 116, y esta a su vez suministra un voltaje regulado al equipo.

### 3.2.2.2 Unidad reguladora de voltaje: DSSR 116

Esta constituida por una fuente conmutada con una frecuencia de 40 kHz., y está diseñada para trabajar conjuntamente con el bus de comunicación paralelo (PBC) de la UTR. La tarjeta posee las siguientes características:

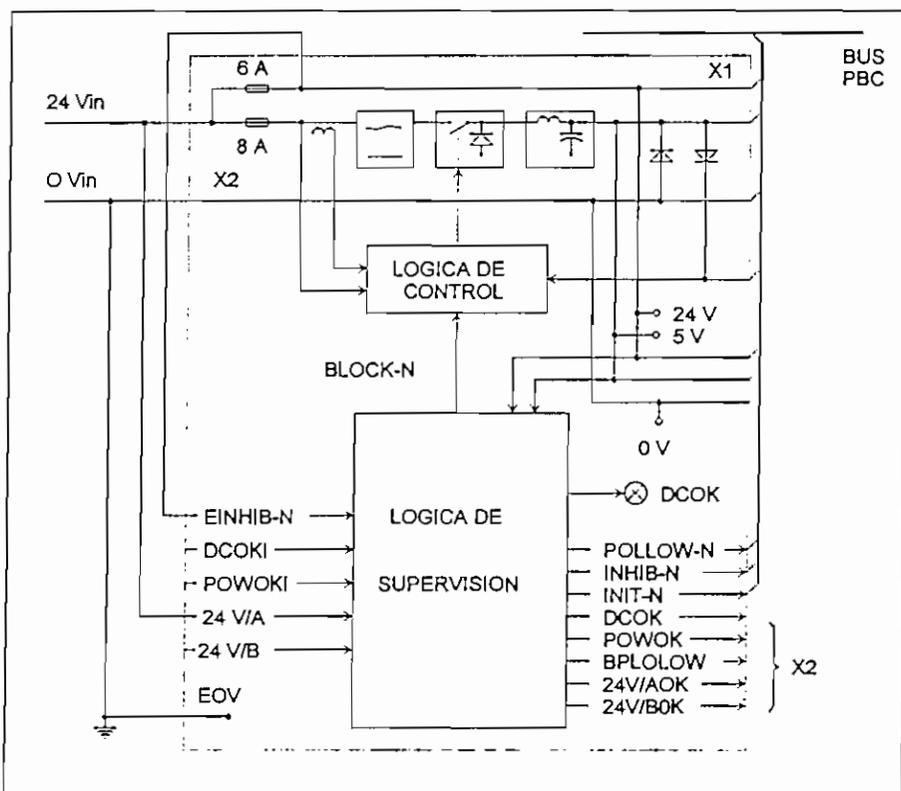
- Entrada:  $26 \pm 7 V_{dc}$ , 8 A., en el conector X2
- Salida:  $5 \pm 0.15 V_{dc}$ , 2-20 A., o  $24 \pm 0.7 V_{dc}$ , 5 A. en el conector X1

En el conector X1 se dispone de señales del bus PBC para la supervisión del voltaje: POLOW-N, INHIB-N, INIT-N (NOTACION: XX-N  $\equiv$  señal XX activa en bajo)

En el conector X2 se cuenta con las siguientes señales (a 24  $V_{dc}$ ):

- Supervisión del voltaje de entrada:
  - 24  $V_A$ , 24  $V_B$
  - $V_A$  OK, 24  $V_B$  OK
  - POWOKI

- POWOK
- Supervisión de la batería de respaldo:
  - BPOLOW
- Supervisión del voltaje en el bus:
  - DCOK
  - DCOKI
- Señal de entrada para bloqueo:
  - EINHIB-N



Fuente: ABB, F14 - Hardware in RTU 400  
Elaboración: Autor

Figura 3.9: Unidad reguladora DSSR 116

Adicionalmente la unidad posee protecciones para cortocircuito (interruptor con fusible termomagnético), y un zener para sobrevoltaje. El zener se fundirá para un voltaje mayor al 130% del valor nominal, y cortocircuitará la salida produciendo la activación del fusible.

Las señales POLOW-N, INHIB-N Y INIT-N son llevadas al bus PBC a través del conector X1.

Su lógica de funcionamiento se indica a continuación:

POLOW-N: se activa con una entrada de bajo voltaje (Power Low).

INHIB-N: es activada después de POLOW-N cuando el voltaje de salida es bajo, esto produce la desconexión del equipo.

POWOK: indica que el voltaje de alimentación es aceptable. Esta señal puede ser usada para conectar otros reguladores adjuntos, POWOK es entonces conectada a la señal POWOKI del "siguiente" regulador.

DCOK indica que los niveles de voltaje en el PBC (5 y 24 V<sub>dc</sub>) están sobre los valores mínimos. Entonces, puede conectarse la señal DCOKI a otra unidad de regulación.

INIT-N: arranca el sistema una vez que los niveles de voltaje se han restaurado.

EINHIB-N: hace posible activar INHIB-N "externamente" para interrumpir la señal de potencia a otros equipos.

BPOLOW: es acoplada eléctricamente antes de POLOW-N para conectar una batería a los terminales de entrada. La batería proporciona un respaldo de energía antes de que el sistema sea deshabilitado por POLOW-N.

Las señales 24 V<sub>A</sub>, 24 V<sub>B</sub>, 24 V<sub>A</sub>OK, 24 V<sub>B</sub>OK indican el estado del voltaje de las fuentes principal y de respaldo respectivamente.

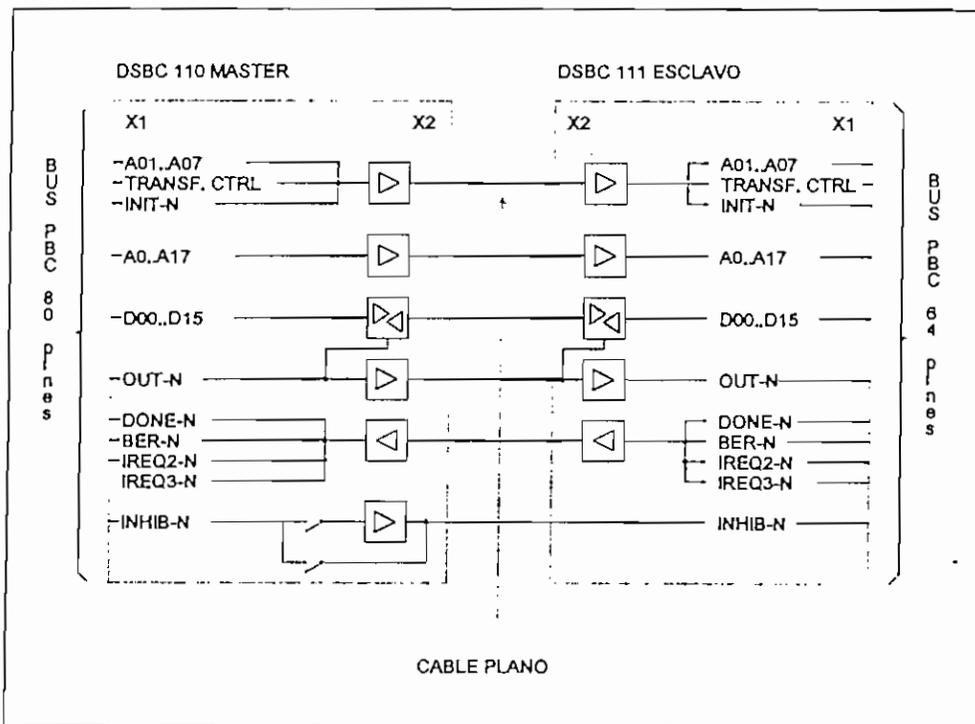
### 3.2.2.3 Repetidor o extensión del PBC: DSBC 111

El sistema de extensión del bus PBC está constituido por las tarjetas DSBC 110 (tarjeta master) y DSBC 111 (extensión), y por los cables que las unen. Se lo utiliza en sistemas de "racks" montados en un mismo gabinete y son controlados por el microprocesador central de la UTR: DSPC 155 (CPU).

Las direcciones y señales de control son unidireccionales desde la tarjeta master a la extensión. Los datos son bidireccionales, y las señales de reconocimiento (acknowledge) e interrupción son unidireccionales "hacia" la tarjeta master.

INIT-N es una señal unidireccional "desde" la tarjeta principal hacia la extensión. A través de la señal INHIB-N se pueden seleccionar las siguientes opciones determinadas por jumpers en la tarjeta:

- Conexión directa entre las tarjetas master y de extensión
- Ninguna conexión
- Activación de interrupción en la tarjeta master activada por la señal INHIB-N de la extensión



Fuente: ABB, F14 - Hardware in RTU 400  
Elaboración: Autor

Figura 3.10: Extensión del bus: DSBC 110 y 111

#### 3.2.2.4 Tarjeta del microprocesador (CPU): DSPC 155

La tarjeta DSPC 155 usa el microprocesador MC6800 de Motorola, con una frecuencia de reloj de 10 MHz. Además del uP, la tarjeta contiene EPROM's (con los programas internos

del sistema], circuitos para el control de la memoria y 2 pórticos seriales de entrada / salida. Esta tarjeta tiene las siguientes características:

- Longitud de la palabra de datos: 16 bits
- RAM: 2 MB
- Número de direcciones para I/O: 256
- Número de registros por dirección: 256
- Memoria de datos internos : 320 kB, máximo
- 2 Canales seriales: RS-232 y RS-422
- Niveles de interrupción: 9
- Watch dog timer
- Supervisión de direccionamiento múltiple
- Generación de pulsos de reloj
- Selección de memoria: EPROM o RWM en dos áreas de memoria
- Posible acceso directo a memoria (DMA, no utilizado en la UTR 400)

#### Circuitos de supervisión

Las funciones supervisadas en la tarjeta son:

- Control de direccionamiento múltiple,
- Ejecución del programa mediante un "watch dog timer" que activa un circuito temporizado ("time out") bajo un programa de control.
- La UTR trata de arrancar por sí misma, solo cuando la señal INHIB-N es activa al recibir un telegrama SCI (Status Check Instruction). Luego, la señal INIT-N arranca el sistema operativo en el CPU.

#### Supervisión de "time out"

Cuando se usa direccionamiento de memoria asincrónico, el tiempo de acceso es supervisado por un temporizador que chequea el tiempo en que se activan las señales

de "strobe" (por ejemplo "datos válidos"). En caso de desbordamiento del timer, se inicia una rutina de atención a una interrupción.

#### Generación de pulsos de reloj

Para el control del temporizador de software hay un divisor de frecuencia en la tarjeta que genera interrupciones cada 5 ms. Este temporizador es usado para funciones dependientes del tiempo.

#### Canal de comunicación V.24/V.28 (RS 232C)

El hardware de este canal consiste de un UART (Universal Asynchronous Receiver Transmitter) que convierte un protocolo serial asincrónico a un formato paralelo de datos y viceversa. El canal sigue la especificación ECMA y tiene la misma configuración de pines que un modem. La distribución de pines este canal V.24/V.28 (RS 232C) es:

SEÑAL	Nº pin en X3	Nº pin en X2
dato de ingreso	2	Z11
dato de salida	3	B11
tierra	7	Z12
pantalla	1	
cortocircuitados	4, 5	
cortocircuitados	6, 8, 20	

Fuente: ABB, F14 - Hardware in RTU 400

Elaboración: Autor

Tabla 3.1: Distribución de pines del canal RS 232C

#### Inicialización del CPU

El CPU puede ser inicializado de tres formas:

- Iniciación manual mediante el switch INIT del panel frontal.
- Iniciación programada por ejecución de una instrucción de RESET.
- Con una señal del bus PBC (INIT-N) producida por un arranque del sistema debida a la inicialización de la fuente, o a un telegrama con una instrucción de chequeo de estado (SCI) si la señal INHIB-N es activa.

## Arranque de una UTR 400

La secuencia de arranque sigue los siguientes pasos:

- Se energiza la fuente de poder. La unidad reguladora DSSR 116 genera la señal INIT-N en el bus PBC cuando el voltaje es estable.
- Todas las tarjetas tendrán el led "F" encendido.
- El software del terminal contiene varias funciones de autochequeo que se ejecutan cuando la señal INIT es activa. La prueba incluye chequeo de memoria (EPROM y RWM) y chequeo de que las señales análogas de entrada estén en los rangos permitidos.
- El sistema operativo arranca junto con el programa de comunicaciones desde y hacia el FE.
- La unidad se comunica con el FE y chequea la línea de comunicación. Si no se registra tráfico en el canal en un tiempo predeterminado (1 min.) se ejecuta el "intercambio del lazo"; la unidad será "llamada" por el FE cada 20 s. hasta que se establezca la comunicación.
- Cuando el FE se comunica con la UTR, se envía un telegrama SCI y se chequea si el CPU está funcionando, caso contrario es reinicializado.
- El software del terminal actualiza el estado y eventos del terminal con mensajes TSTA y TEV que serán enviados al FE cuando éste lo requiera.
- El TEV generado en el terminal iniciará la transmisión automática de las FTAB desde el sistema central hacia la UTR.
- La UTR recibe la FTAB y construye la base de datos.
- Cuando la FTAB ha sido cargada, un comando de función (FCOM) es enviado para activar el terminal, este comando es el primero que inicializa el software de la UTR para chequear si todas las tarjetas han sido instaladas de acuerdo a la información que proporciona la FTAB.
- Después, la UTR inicia la adquisición de datos del proceso y la ejecución de

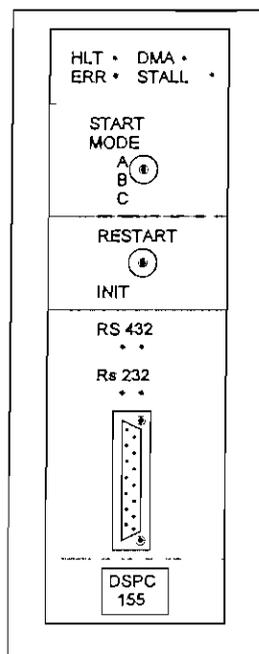
comandos.

### Panel frontal: DSPC 155

El panel frontal tiene 8 leds y 2 conmutadores. Los 4 leds en la parte superior dan las siguientes indicaciones:

- HLT: el uP está detenido
- ERR: error en el bus PBC
- STALL: indica una condición de falla general
- DMA: indica una acceso directo a memoria (no usado en la RTU400)

El grupo inferior de 4 diodos representa la comunicación con la interfaz V.24/V.28 (RS 232C). Los dos conmutadores son usados para el arranque de la UTR. El switch de "START MODE" define el modo de arranque y el de "RESTART/INIT" ejecuta el arranque seleccionado:



Fuente: ABB, F14 - Hardware in RTU 400  
Elaboración: Autor

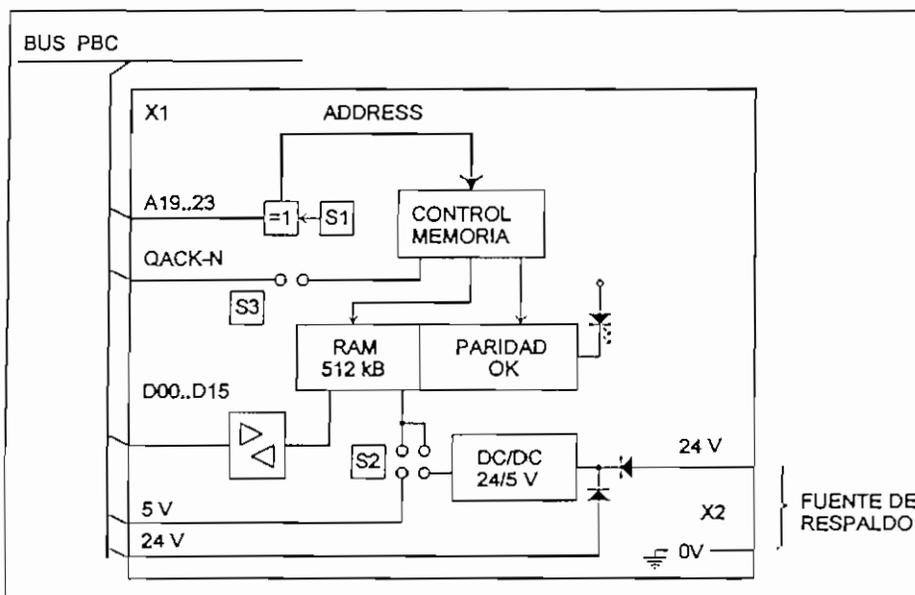
Figura 3.11: Panel frontal de la DSPC 155

- START MODE "A": Warm start o arranque en caliente. No se cambia el contenido de la memoria RAM, es decir que no se carga la FTAB.
- START MODE "B": Arranca un programa para mantenimiento del terminal.
- START MODE "C": Cold start o arranque en frío. Se pierde la información de la memoria RAM, y la FTAB debe ser "recargada" desde el sistema central o desde un terminal de comunicación (CTU). Esta es la posición normal del conmutador "Start Mode".

La posición "RESTART" reinicializa la tarjeta del CPU únicamente, mientras que "INIT" reinicializa completamente el terminal (CPU y tarjetas periféricas).

### 3.2.2.5 Tarjeta de memoria: DSMB 116 (512 kB RAM)

Contiene una RAM dinámica (DRWM) de 512 kB de capacidad, y puede ser usada en el espacio de direccionamiento de 0 -16 MB. La decodificación de la direcciones en pasos de 512 kB es controlada por el jumper S1. Hay un bit de paridad por byte; un error activa la señal BERR-N del bus PBC y el led rojo del panel frontal. Los circuitos de control se polarizan desde la línea de 5 V. del bus PBC o por un convertidor DC/DC de la tarjeta (selección con S2).



Fuente: ABB, F14 - Hardware in RTU 400  
Elaboración: Autor

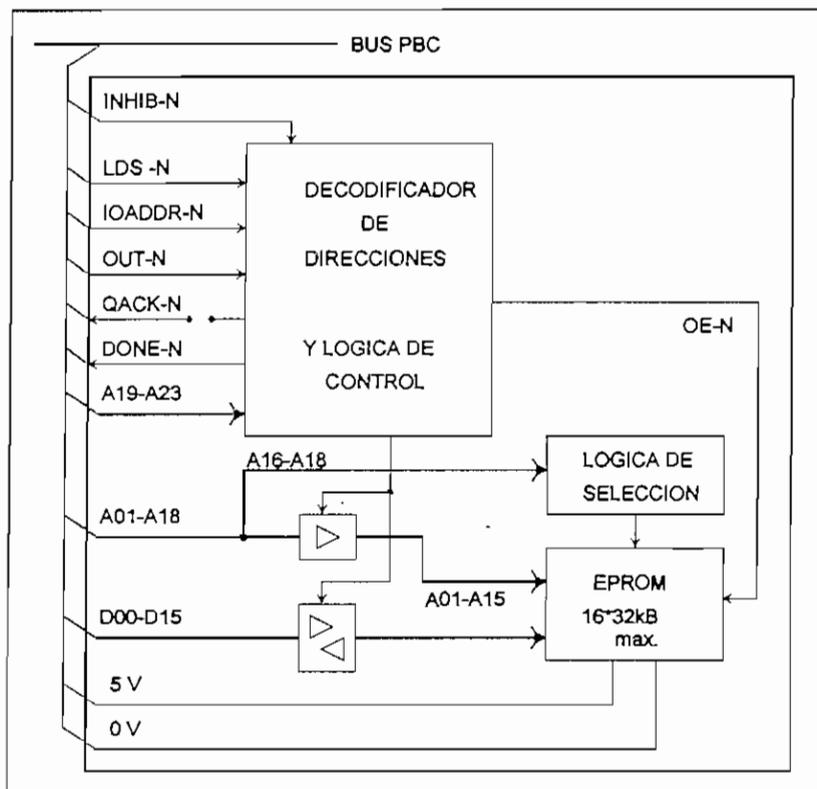
Figura 3.12: Tarjeta de memoria DSMB 116

Es posible activar el direccionamiento sincrónico con el jumper S3 habilitando la señal QACK-N.

### 3.2.2.6 Tarjeta de memoria: DSMB 144 (32-512 kB EPROM)

Esta tarjeta se usa para albergar el software de funciones opcionales como:

- Terminal satélite
- Impresión local
- Diálogo local con el operador
- PMR local (no utilizada en las UTR's 400)



Fuente: ABB, F14 - Hardware in RTU 400  
Elaboración: Autor

Figura 3.13: Tarjeta de memoria DSMB 144

### 3.2.2.7 Tarjeta para entradas digitales (indicaciones): DSDI 110F/120F

La tarjeta DSDI 110F trabaja con señales digitales de voltaje a 24 V<sub>ac</sub>. y la DSDI 120F trabaja con 48 V<sub>ac</sub>. Las señales pueden provenir de: pulsadores, conmutadores de

posición múltiple, contactos auxiliares de breakers, contactos de alarmas, etc.. La tarjeta posee 32 canales aislados mediante optoacopladores. Cada canal es leído individualmente, y hay 4 grupos con un terminal común para cada grupo.

#### Características:

- Indicación de estado para cada canal, con led en el panel frontal.
- La señal de estado puede leerse independientemente del reporte de eventos.
- Tiempo de muestreo de 1 ms.
- Reporte de eventos controlado por interrupciones, por ejemplo: el uP de la tarjeta detecta un cambio de estado, genera la interrupción, proporciona una referencia de tiempo y lo almacena en la base de datos en memoria.
- Definición, por grupo, de las constantes de tiempo para los filtros digitales.
- Funciones de autochequeo:
  - Prueba de la memoria RAM
  - Cálculo del "checksum" en la memoria EPROM. El checksum es un valor, resultado de una suma que caracteriza los parámetros y configuración de la memoria.
  - Chequeo de los pórtricos I/O (PIO)

#### Conexión con el proceso

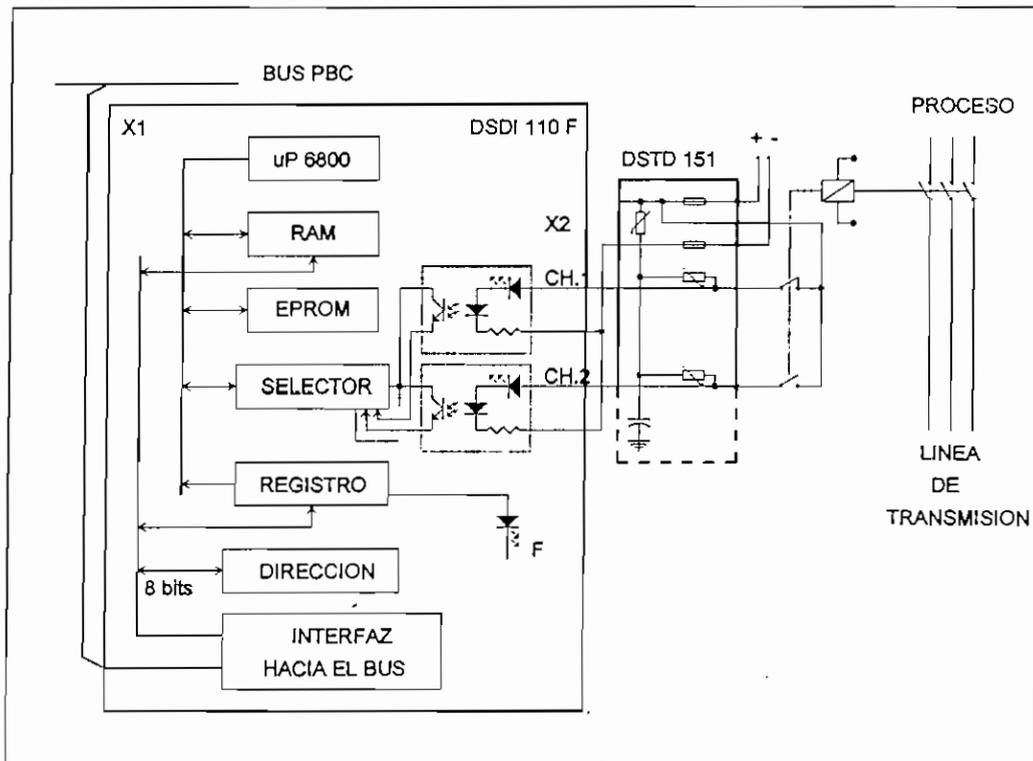
Las 32 señales de entrada del proceso están conectadas a las unidades de conexión DSTD 151. Las señales son traídas a la tarjeta DSDI 110F a través de un cable plano de 40 hilos acoplado al conector X2 de la tarjeta DSDI 110F. Cabe indicar que para las señales de pulsos, utilizadas para cuantificar energía se usa el mismo tipo de unidades de conexión.

#### Panel frontal

Hay 33 leds en el panel frontal. El led "F", en la parte superior, indica (en rojo) una falla en la tarjeta o problemas en el CPU de la DSDI 110F; es encendido por la señal INIT-N y

es apagado bajo control del CPU de la UTR.

El resto de los leds (amarillos) indican el estado de los canales de entrada (un led encendido indica que la señal es activa). Los leds son polarizados por la misma corriente que los optoacopladores de entrada, es decir que son independientes de la operación del uP de la tarjeta y de la fuente. Un cortocircuito o un circuito abierto en un led no tiene influencia sobre la señal de entrada.



Fuente: ABB, F14 - Hardware in RTU 400  
Elaboración: Autor

Figura 3.14: Esquema de las tarjetas DSDI 110F y DSTD 151

#### Unidad de conexión: DSTD 151

La unidad consiste de dos bloques de terminales aislados eléctricamente. En cada grupo hay 23 bornes para la conexión de cables externos, divididos de la siguiente manera:

- 16 cables para señales digitales de entrada, desde el proceso
- 7 para la fuente de poder

El polo negativo es desacoplado de tierra a través de un capacitor. Todos los canales están equipados con componentes limitadores de voltaje (varistores).

#### 3.2.2.8 *Tarjeta para entradas digitales: DSDI 150*

La DSDI 150 está diseñada para trabajar con un máximo 7 unidades de conexión DSTD 185 (24 V<sub>dc</sub>) o DSTD 189 (125 V<sub>dc</sub>). El conjunto puede manejar hasta 336 entradas digitales del proceso. Un grupo es un conjunto de 16 canales, es decir que la DSDI 150 puede multiplexar hasta 21 grupos dependiendo del número de unidades de conexión instaladas (una unidad de conexión DSTD 185 tiene capacidad para 48 señales, es decir 3 grupos). Además, la UTR puede manejar hasta 6 tarjetas DSDI 150, con lo que completaría un total de 2016 señales digitales a ser multiplexadas.

Las entradas están aisladas en relación al control de la tarjeta pero no entre ellas. Las señales del proceso son conectadas a una unidad DSTD 185/189 a través de 74 bornes. El estado de las señales es leído por la tarjeta de control en grupos de 16 canales; en la unidad de conexión cada grupo tiene un buffer y un circuito de discriminación.

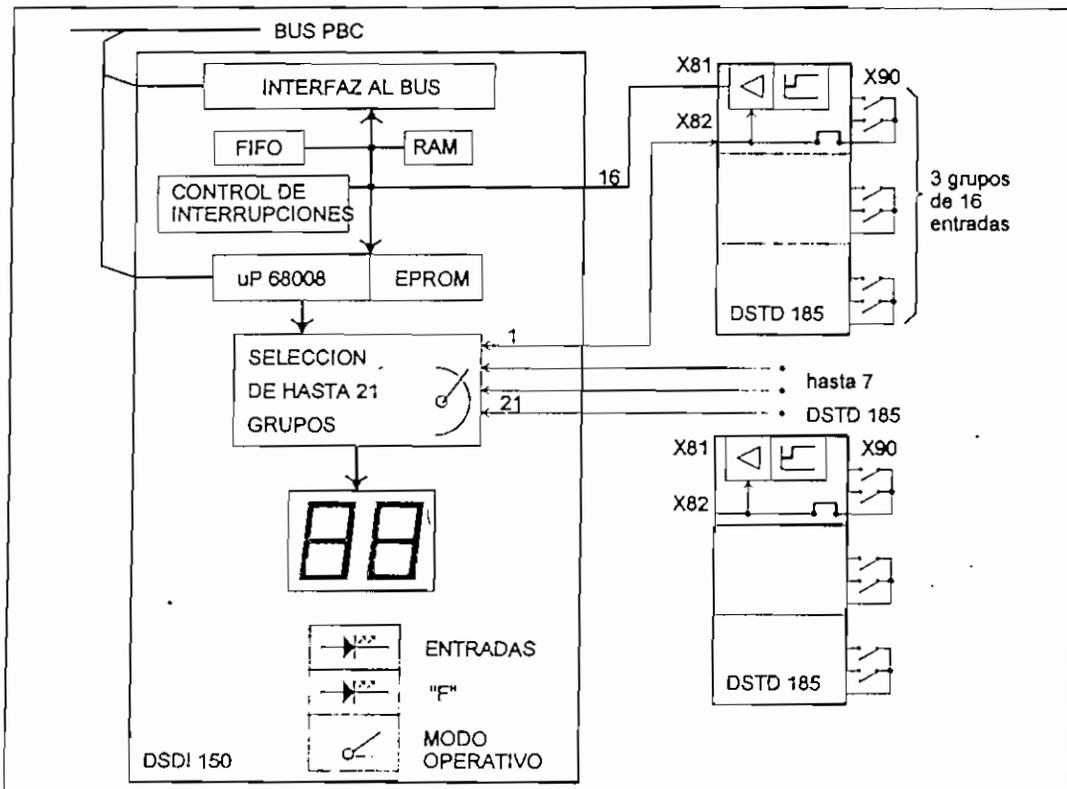
#### Características:

- Entradas eléctricamente aisladas.
- Soporta hasta 7 unidades de conexión DSTD 185/189
- Intervalos de muestreo de 2 - 7 ms, dependiendo del número de unidades de conexión instaladas.
- Registro histórico de eventos
- Posee un buffer FIFO para almacenar hasta 159 eventos
- Para que un cambio de estado sea aceptado, este debe ser estable al menos durante 2 períodos de muestreo.
- CPU: MC68008
- EPROM de 64/128 kbit

- RWM (RAM) de 16/64 kbit
- Temporizador
- Registros de control y estado
- Panel frontal con controles e indicaciones

Indicaciones del panel frontal

En el panel frontal hay 5 leds para indicar el estado, 2 conmutadores para selección del modo de conexión, 2 displays de 8 segmentos para indicar el grupo seleccionado o indicación de error y finalmente 16 leds para la indicación de las entradas de cada grupo. El panel frontal de la tarjeta DSDI 150 se ilustra en la figura 3.16.

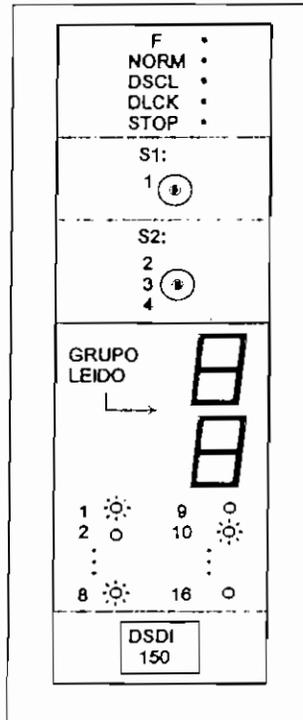


Fuente: ABB, F14 - Hardware in RTU 400  
 Elaboración: Autor

Figura 3.15: Esquema de las tarjetas DSDI 150 y DSTD 185

### Leds\_de\_estado

- F: indicación de falla
- NORM: ver S1
- DSCL: ver S2
- DLCK: ver S2
- STOP: ver S2



Fuente: ABB, F14 - Hardware in RTU 400  
Elaboración: Autor

Figura 3.16: Panel frontal de la tarjeta DSDI 150

### S1:

- DISPLAY OFF, posición superior (posición 1). La DSDI 150 rastrea las entradas continuamente. El display es desactivado y la posición del switch 2 no importa. El led NORM está encendido (verde).
- DISPLAY ON, posición inferior. El display es activado de acuerdo al modo de trabajo controlado por S2.

S2:

- DISPLAY SCROLL (DSCL): posición 2. Rastreo rápido y continuo de las entradas. El estado de las entradas de un grupo se muestra durante un segundo, luego se muestran sucesivamente los grupos restantes.
- DISPLAY LOCK (DLCK): posición 3. Igual que la posición 1 pero se muestra únicamente el estado del grupo seleccionado, que se actualiza cada segundo.
- STOP: posición 4. Modo de chequeo (este modo de operación debe ser precedido por un DCLK.); no se realiza rastreo continuo de las entradas. El grupo seleccionado es leído y mostrado en los leds. El reporte de eventos es desactivado.

#### Unidad de conexión DSTD 185

Las señales del proceso se conectan a la unidad DSDI 150 a través de esta unidad de conexión. Cada unidad DSTD 185 maneja 48 señales de entrada divididas en tres grupos de 16 señales. Los canales de entrada son numerados siguiendo el orden de las unidades conectadas.

Cabe anotar que la fuente de poder es común para todas las unidades y consecuentemente no se deben permitir diferencias de potencial entre los terminales U+ o entre los terminales U- de las diferentes unidades de conexión. Cada unidad tiene tres jumpers S1-S3, correspondientes a los tres grupos de 16 señales en la unidad. Con los puentes en la posición C, los contactos del grupo están siempre energizados. La posición S polariza solamente el grupo que es leído por la DSDI 150.

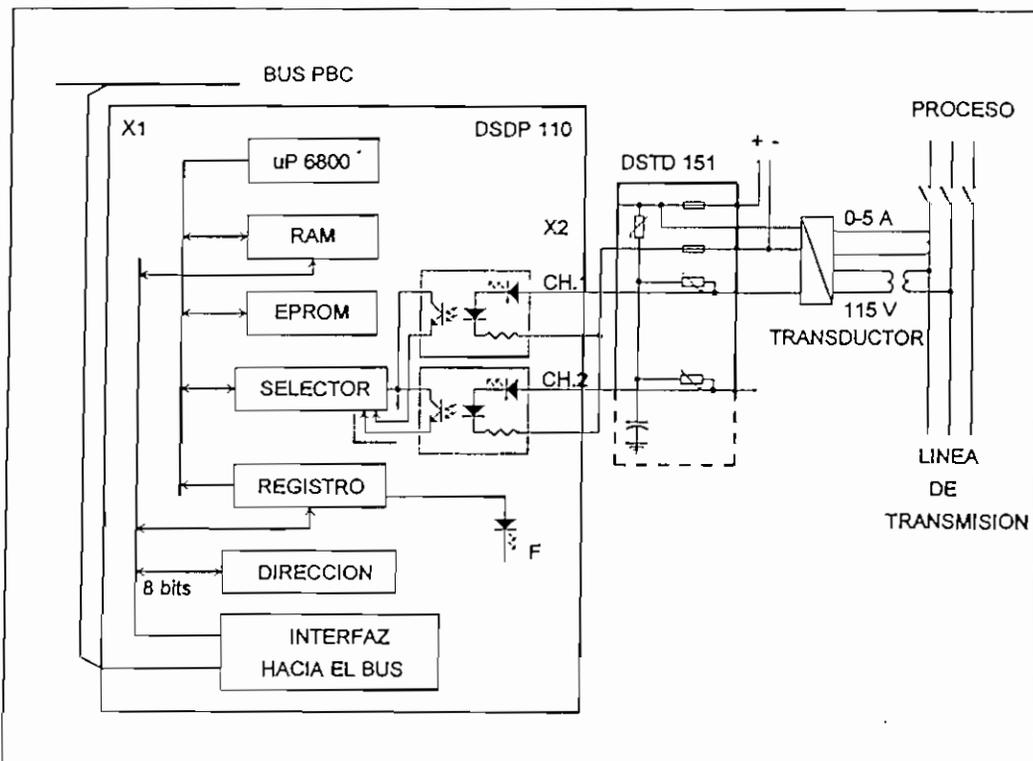
#### 3.2.2.9 *Tarjeta para conteo o acumulación de pulsos: DSDP 110*

Las unidades DSDP 110/115 utilizan voltajes nominales de 24 V<sub>dc</sub> y 48 V<sub>dc</sub>, respectivamente. Todas las diferentes funciones que se ejecutan son controladas por un uP local. Las entradas están eléctricamente aisladas mediante optoacopladores. Existen 4 grupos de entradas y cada uno consiste de 7 canales contadores de pulsos y una

entrada de dirección. Esta entrada controla los contadores para que incrementen o decrementsen su valor conforme se reciben los pulsos de entrada. Cada pulso de entrada equivale a determinada cantidad de  $W \cdot h$  o  $VA \cdot h$ . La conexión con el proceso se realiza mediante la unidad de conexión DSTD 151 ya indicada.

Características:

- 28 contadores, c/u con 8 bits de capacidad (módulo 256)
- Indicación del estado de las señales a través de leds en el panel frontal
- El estado de las señales puede leerse independientemente del reporte de eventos
- Frecuencia máxima de conteo 40 Hz con tiempo de filtrado de 1 ms.
- Protección contra interferencias
- Relación de trabajo > 1/2
- Funciones de autochequeo incluidas



Fuente: ABB, F14 - Hardware in RTU 400  
 Elaboración: Autor

Figura 3.17: Esquema de la tarjetas DSDP 110 y DSTD 151

### Indicaciones del panel frontal

Hay 33 leds en el panel frontal. El diodo de la parte superior "F" (rojo) indica una falla de la tarjeta. El resto de leds (amarillos) indican la activación de un pulso de entrada en los contadores.

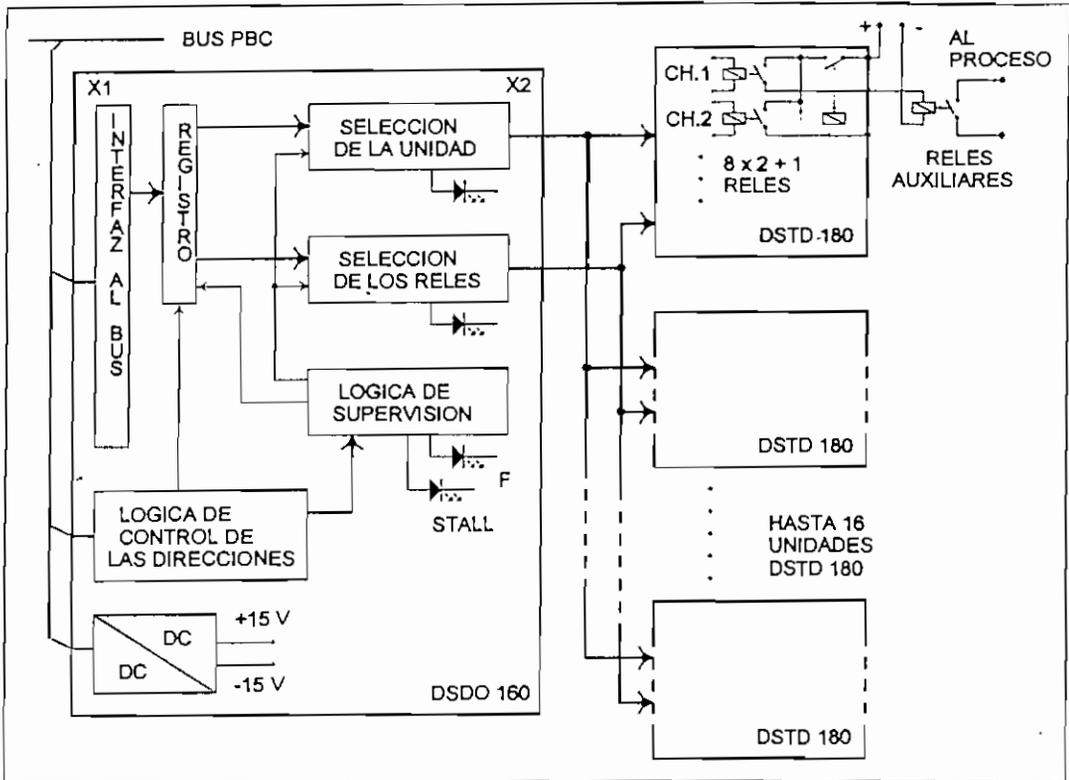
Los leds son polarizados por la misma corriente que los optoacopladores de entrada, es decir que son independientes de la operación del uP de la tarjeta y de su fuente.

#### 3.2.2.10 *Tarjeta para comandos: DSDO 160*

La función de esta tarjeta es enviar comandos de maniobra hacia el proceso. Cada tarjeta DSDO 160 puede manejar hasta 16 unidades de conexión DSTD 180. A su vez, cada DSTD 180 maneja 17 relés, con lo que se completarían 272 relés en total. Sin embargo, por motivos de diseño, las DSTD 180 manejan un relé auxiliar y 16 relés para maniobra; con esto la DSDO 160 manejaría hasta 256 relés, dependiendo del número de unidades de conexión instaladas. Cada "objeto" (disyuntor o unidad de generación) a maniobrar posee dos contactos: uno de apertura y otro de cierre, en caso de un disyuntor; uno de subida y otro de bajada, en el caso de potencias (P y O) de un generador y taps en los transformadores. Es decir que la DSDO está en capacidad de maniobrar hasta 128 "objetos ON/OFF" entre disyuntores, unidades de generación y taps de transformadores.

Son precisamente los contactos de los relés de la unidad de conexión DSTD 180 los que, a través de relés de mayor capacidad, se conectan en serie o en paralelo a los contactos del control local de las subestaciones para la apertura o cierre de disyuntores, y la subida o bajada de potencias en generadores o posiciones de taps en transformadores.

Cabe indicar que el control de generadores que se realiza con esta tarjeta no es de lazo cerrado. Adicionalmente, y por razones de seguridad, el diseño de la tarjeta permite la activación de un solo relé a la vez.



Fuente: ABB, F14 - Hardware in RTU 400  
 Elaboración: Autor

Figura 3.18: Esquema de la tarjetas DSDO 160 y DSTD 180

Las unidades de conexión DSTD 180 tienen contactos con las siguientes capacidades de apertura:

- AC: 250 V, 8.0 A. max.,  $f_p > 0.4$
- DC: 48 V, 1.2 A. max.,  $L/R < 40$  ms.
- 125 V, 0.3 A. max.,  $L/R < 40$  ms.
- 220 V, 0.2 A. max.,  $L/R < 40$  ms.

### 3.2.2.11 Tarjeta para set points: DSDO 131

Esta tarjeta soporta la función para controlar y regular las potencias activa y reactiva de las unidades de generación. El módulo de hardware y software en cuestión se denomina "CONTROLADOR DE VALORES DE CONSIGNA" o "SET POINT CONTROLLER".

El control, en sitio, se implanta a través de pulsos de voltaje cuya longitud (en el tiempo) varía de acuerdo a la señal de control. Estos pulsos son aplicados a los elementos del

proceso que pueden aumentar o disminuir la variable controlada. La unidad de conexión utilizada es la tarjeta DSTD 132. La tarjeta DSDO 131 posee 16 relés, con los que puede controlar hasta 4 unidades de generación, es decir que se necesitan 4 relés por unidad, así:

1. Para aumentar potencia activa
2. Para disminuir potencia activa
3. Para aumentar potencia reactiva
4. Para disminuir potencia reactiva

Para poder ejecutar la regulación, cada variable controlada necesita que se cumplan las siguientes condiciones:

- "Control remoto" : activado
- "Inhibición de los pulsos" : inactiva
- "Error de respuesta": reconocido
- "Interrupción de la regulación": reconocida
- "Falla de comunicaciones": reconocida
- "Señal de error" : no nula (error = set point - valor medido)

#### Control Remoto

Es una señal digital de entrada (indicación simple), hacia la UTR, que da el permiso para controlar en forma remota la variable en cuestión.

#### Inhibición de los pulsos (Increase/Decrease Ext. Limit)

Es una señal digital de entrada (indicación simple), hacia la UTR, que inhibe los pulsos de subida y/o bajada para la variable controlada.

#### Error de respuesta

Es una bandera que el software del set point controller activa cuando ocurre una de las siguientes condiciones:

- Se excede el tiempo máximo permitido para la ejecución de una acción de control. La UTR realiza una supervisión del tiempo en el que la señal de error alcanza el valor de cero. El control de cada variable involucra a un parámetro que caracteriza este tiempo, el mismo que se designa como "MTSPC" (maximum allowed time for set point).
- El valor de la variable controlada presenta una respuesta errónea. Después de recibir un comando de set point, la UTR chequea que la variable exceda, en un tiempo fijo, una determinada histéresis (banda muerta). Esto permite minimizar las acciones de control erróneas y detectar rápidamente fallas en la adquisición de datos. Los parámetros que caracterizan ésta histéresis son la banda muerta propiamente dicha (DBCAV) y el máximo tiempo acumulado de pulsos luego del cual el cambio en la variable controlada debe ser comparado con la banda muerta (ACCPT).
- El documento ha descrito hasta aquí dos formas de controlar las potencias activa y reactiva de las unidades de generación: comandos de subida y bajada; y comandos de set point. No obstante, el sistema puede realizar el control diario de la potencia activa de un generador, programado hora a hora por el operador. El sistema central considera la programación horaria definida por el operador y calcula los valores de consigna con periodos de 10 minutos. Si al final de uno de estos periodos la variable controlada no se ha acercado lo suficiente al último valor de consigna enviado, se genera un error de respuesta. El valor de la señal de error deberá ser entonces menor a un parámetro MASPD (maximum set point deviation) para que no se genere el error de respuesta.
- Si por alguna razón el sistema de adquisición de datos no puede leer el valor de la variable controlada.

La bandera permanecerá activa en la UTR hasta no recibir un comando de reconocimiento de error, el mismo que debe ser generado en el centro de control.

### Interrupción de la regulación

Es una bandera que el software del set point controller activa cuando la UTR recibe un comando del mismo nombre (interrumpir regulación). Esta bandera inhibe cualquier acción de control hasta que se reciba un nuevo comando de set point.

### Falla de comunicaciones

Es una bandera que el software del set point controller activa cuando la autosupervisión de la UTR detecta un corte en el enlace con el centro de control. Esta bandera puede inhibirse definiendo adecuadamente la tabla de parámetros del set point controller.

Todas estas condiciones involucran ciertos parámetros que deben ser "cargados" localmente utilizando un computador portátil y un módulo de software (RTU400.TRM) que se comunica con la UTR, a través del pórtico serial del computador.

### Acción de control

Una vez que se cumplan las condiciones descritas, la variable será controlada de acuerdo a una rampa asintótica (similar a una respuesta de primer grado). Cada acción de control consiste de un tiempo de pulso y un tiempo de pausa. El tiempo de pausa es constante y se define en la tabla de parámetros del set point controller, en tanto que el tiempo del pulso se rige a:

$$\text{tiempo de pulso} = \begin{cases} \text{MINPT}, & \text{si } X < \text{MINPT} \\ X, & \text{si } \text{MINPT} < X < \text{MAXPT} \\ \text{MAXPT}, & \text{si } X > \text{MAXPT} \end{cases}$$

donde: MINPT, es el mínimo tiempo de pulso  
 $X = \text{PLFAC} * \text{SEÑAL DE ERROR}$ , con PLFAC constante  
MAXPT, es el máximo tiempo de pulso<sup>1</sup>

Existen además dos parámetros que caracterizan el comportamiento de la variable controlada al alcanzar el valor de consigna: DBCDV y WTDV. Si el valor de la señal de error es menor que cierta banda muerta DBCDV (dead band check desired value), el

<sup>1</sup> ABB, *Set Point Controller Functional Description*, ABB, Västerås - Suecia, 1988, pp. 5.

programa considera que el error es nulo, y la acción de control es finalizada si la señal de error permanece en ese valor durante cierto tiempo (WTDVR o waiting time desired value reached) .

A continuación se ilustra una tabla comparativa de los parámetros de los controladores de valores de consigna de las unidades de Paute, Agoyán y Santa Rosa. La bandera "DAF" define la manera (analógica o digital) de captar la señal de la variable controlada.

PARAMETRO	SIGNIFICADO	PAUTE, Ux	AGOYAN, Ux	SANTA ROSA
Potencia (MW)	potencia de la unidad	100 - 115	78	15
Tipo turbina	--	Pelton	Francis	a gas
MINPT (s)	minimum pulse time	0.25	0.5	4
MAXPT (s)	maximum pulse time	2.5	5	20
PLFAC (s/unidad)	pulse length factor	10	10	20
PAUSE (s)	pause time	10	40	20
DBCAV (MW)	dead band check actual value	8	16	5
ACCPT (s)	accumulated pulse time	60	60	180
DBCDV (MW)	dead band check desired value	8	16	5
WTDVR (s)	waiting time desired value reached	15	40	30
MTSPC (s)	max. time for set point controller	360	640	640
MASPD (MW)	maximum set point deviation	2	2	2
DAF (bandera)	digital/analog flag	A	A	A

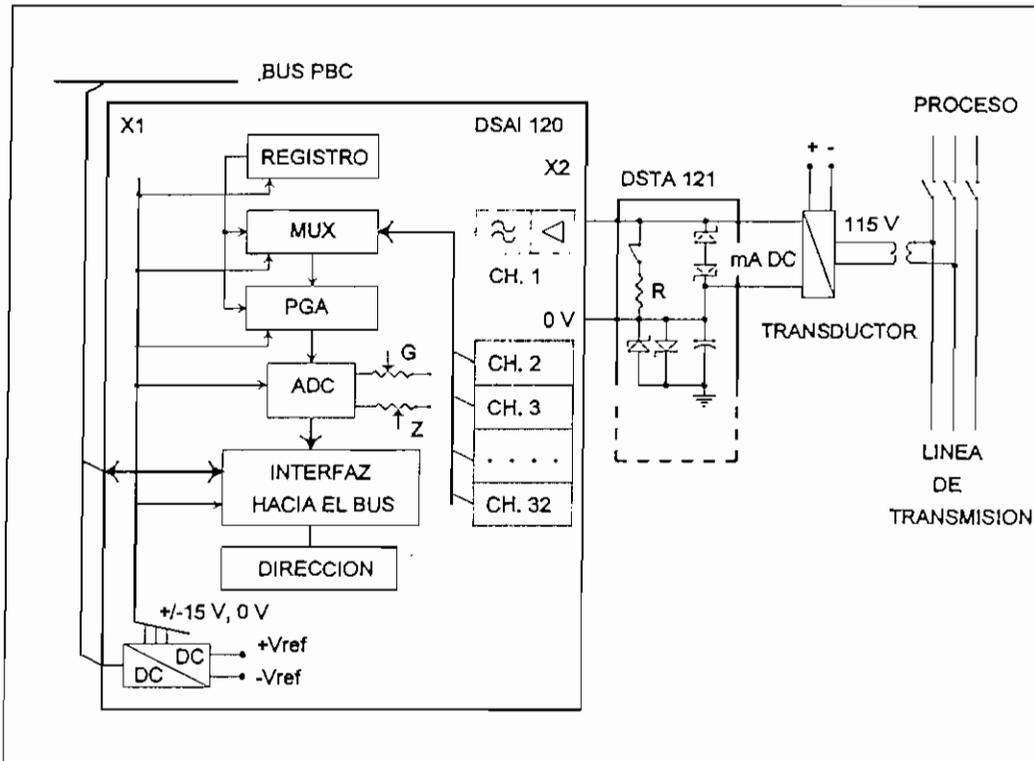
Fuente: INECEL , Carpetas de instalación de las UTR's  
Elaboración: Autor

Tabla 3.2: Parámetros de los controladores de valores de consigna

### 3.2.2.12 Tarjeta para entradas analógicas: DSAI 120

Esta tarjeta es utilizada conjuntamente con su unidad de conexión DSTA 121 y posee 32 canales bipolares de entrada de corriente o de voltaje y un convertor A/D. Un multiplexer controlado por software conecta los canales, a través un amplificador de ganancia programable (PGA), al convertor A/D que trabaja con señales de entrada de hasta 10 V. Existen 4 alternativas (ganancias) de amplificación : 1, 2, 4 y 8. La tarjeta del CPU (DSPC 155) chequea cíclicamente las entradas analógicas rigiéndose a los parámetros especificados en la FTAB.

El conversor A/D es del tipo de aproximación sucesiva y posee un tiempo de conversión de 80  $\mu$ s. Las unidades de conexión son usadas con transductores de salida analógica. La tarjeta DSAI 120 maneja 10 bits de datos y un bit de signo para cada señal. Se cuenta con protección de sobrevoltaje, una resistencia (shunt) para corriente en la unidad de conexión y un filtro activo con el propósito de eliminar las interferencias AC.



Fuente: ABB, F14 - Hardware in RTU 400  
Elaboración: Autor

Figura 3.19: Esquema de las tarjetas DSAI 120 y DSTA 121

Características:

- Acondicionamiento de señal para 32 canales.
- Mux para la selección de los canales hacia el PGA.
- Un PGA con factores de ganancia: 1, 2, 4 y 8 veces.
- Un circuito que obtiene el valor absoluto de cada señal, y otro para determinar el signo.

- Conversor A/D con resolución de 10 bits más un bit de signo ( $t_{\text{conversión}} = 80 \text{ us.}$ ).
- Un registro para los parámetros de control del MUX y del PGA, derivado del bus PBC.
- Indicación de error (F) e indicación de conversión (C) en el panel frontal.
- 2 pórticos de servicio
- Circuitos para  $\pm 15 V_{ac}$  de polarización

### Ajustes

A continuación se enumeran algunas de las facilidades que se tienen para las pruebas y calibraciones de la tarjeta DSAI 120:

- 2 potenciómetros: G, ajuste de ganancia  
Z, ajuste del offset
- 11 leds internos en los que se indica la salida binaria de la conversión A/D

### Indicaciones del panel frontal

- El led rojo "F" indica error
- Un led amarillo "C" indica que el conversor está trabajando. En operación normal el led parpadea

### Puntos de prueba

El conector X3 en el panel frontal puede utilizarse como punto de prueba para las señales del proceso normalizadas (factor de amplificación  $F=1$ ). Todos los puntos de prueba pueden proporcionar hasta 2 mA. máximo.

### Jumpers

En el jumper S1 se encuentra la dirección de la tarjeta en dentro del bus PBC. El led correspondiente al conversor A/D se habilita con el puente S2.

### Unidad\_de\_conexión\_DSTA\_1.2.1.

Esta unidad está diseñada para la conexión de señales analógicas bipolares de corriente o voltaje. Las señales externas se conectan a través de 46 tornillos o bornes divididos así:

- 32 terminales o bornes para las señales del proceso
- 14 bornes para la distribución de la fuente de poder, uno de ellos es un terminal protegido con fusible.

Todos los 32 canales tienen protección de sobrevoltaje y shunts de corriente, además de un filtro para alta frecuencia. Normalmente las resistencias o shunts (250 mW, precisión 0.1%) de corriente están cerrados y por tanto los jumpers para las señales de voltaje deben estar abiertos. Cada jumper está identificado por el número de su canal.

### 3.2.2.13 Tarjeta de comunicación asincrónica: DSCA 140A

Esta tarjeta maneja toda la comunicación desde y hacia el FE. En la tarjeta hay 3 pórticos de comunicación que siguen el formato V.24/V.28 (RS 232C). El procesador en la tarjeta de comunicación es un USART (Universal Synchronous Asynchronous Receiver Transmitter) y puede ser conectado, bajo control del software, al primer pórtico (P0) o al segundo (P1). El tercer pórtico P2 es usado en condiciones de tráfico, es decir que la información acumulada en tales condiciones en los pórticos P0 o P1 se transfiere directamente a P2. El programa que ejecuta esta función es llamado "Módulo de Lazo Reverso" y puede ser inicializado por un telegrama FCOM desde el sistema central

La UTR 400 del sistema SPIDER implantado en el SNI utiliza únicamente la comunicación asincrónica en modo "half" o "full" duplex (unidireccional o bidireccional). El protocolo tiene los siguientes parámetros:

- 1 bit de inicio
- 8 bits de datos
- 1 bit de paridad

- 1 bit de parada
- Velocidad: 50 - 4800 Bd (se usa 1200 Bd.)

En la interfaz entre la tarjeta DSDA 140A y el FE se manejan telegramas de acuerdo al protocolo UTR 570 (RP 570 de ABB). Es decir que se manejan: un byte de función, un byte de longitud y un byte de datos. El direccionamiento de la UTR, chequeo de paridad y el carácter de fin de mensaje son manejados por los circuitos de comunicación de esta tarjeta. Si el FE tiene dudas sobre la respuesta de un requerimiento o llamado a una UTR, hay la posibilidad de llamar nuevamente a la misma sin que intervenga el software del terminal.

#### Funciones de tiempo

La DSCA 140A tiene 2 temporizadores que son arrancados al reinicializar la tarjeta. Las funciones de estos temporizadores se detallan a continuación:

##### Timer 1:

- Alarma de falla en caso de un "time out" del sistema en el programa.
- Generador de pulsos de reloj.
- Contador descendente que no genera interrupción.

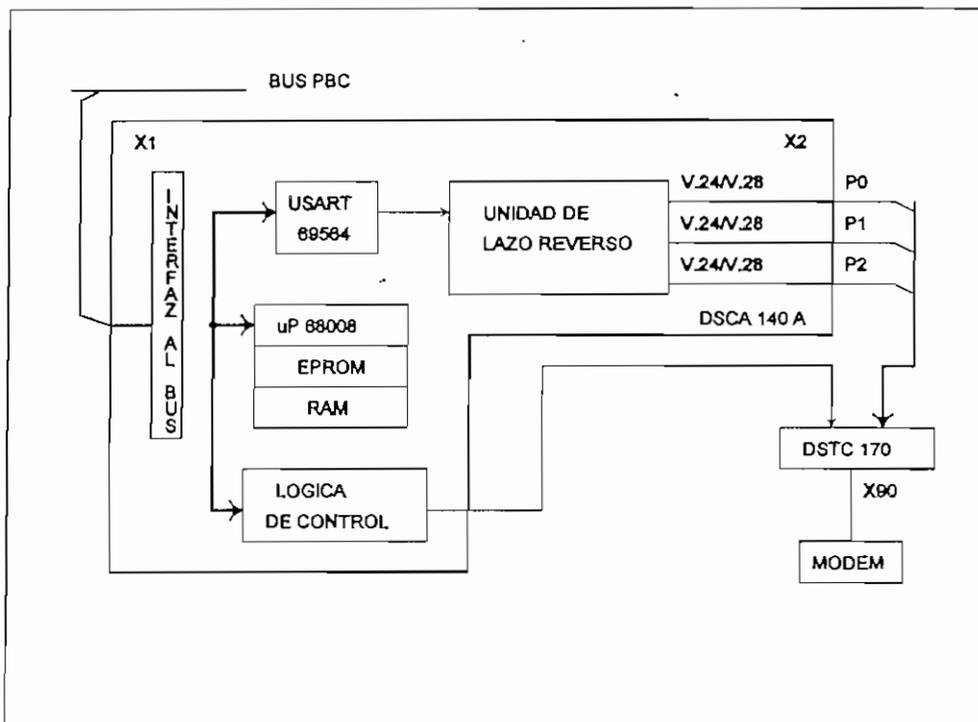
##### Timer 2:

- Supervisión de la línea de comunicación, es decir que mide el tiempo que una línea permanece inactiva para chequear si está desconectada.

#### Sincronización de tiempo

Para el registro histórico de los eventos en la UTR debe existir una referencia de tiempo. El tiempo es almacenado en la UTR en un reloj interno durante el arranque de su sistema. Un conjunto de instrucciones de tiempo (TSI) enviadas desde el FE es usado

para sincronizar y ajustar el reloj interno de la UTR. El telegrama TSI especifica la cantidad de días desde el primero de enero de 1980 (1980 - 01 - 01) y el número de décimas de milisegundo (0.1 ms.) desde la media noche; este telegrama es enviado desde el FE hacia la UTR cada 5 minutos.



Fuente: ABB, F14 - Hardware in RTU 400  
Elaboración: Autor

Figura 3.20: Esquema de las tarjetas DSCA 140A y DSTC 170

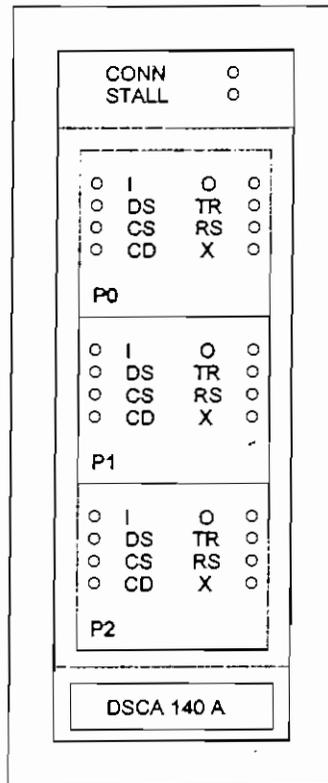
### Indicaciones del panel frontal

Hay 4 grupos de leds y cada uno contiene de 2 a 8 leds para indicaciones de estado, con el siguiente significado:

LED	SIGNIFICADO
Conn	Comunicación establecida con el FE
Stall	Error en la tarjeta
I	Entrada de datos
O	Salida de datos
DS	"Data Set Ready"
TR	"Data Terminal Ready"
CS	"Clear To Send"
RS	"Request to Send"
CD	"Carrier Detect"
X	Indica que el USART está conectado a este canal

Fuente: ABB, F14 - Hardware in RTU 400  
Elaboración: Autor

Tabla 3.3: Leds en la DSCA 140A



Fuente: ABB, F14 - Hardware in RTU 400  
Elaboración: Autor

Figura 3.21: Panel frontal de la tarjeta DSCA 140 A

### Puentes

En la tarjeta DSCA 140A hay 3 grupos de puentes: S1, S2 y S3:

**S1:** Define la dirección base en el sistema de direccionamiento del bus PBC. La tarjeta ocupa dos direcciones de I/O consecutivas. El bit menos significativo de este grupo también selecciona el nivel (1 o 2) de interrupciones a ser utilizado para el bus PBC: IREQ1-N o IREQ2-N, así:

- Bit 0 = 0, IREQ1-N (una interrupción)
- Bit 0 = 1, IREQ2-N (dos interrupciones)

Los bits 1-7 definen la dirección base (siempre #10H) de la tarjeta dentro del bus PBC

**S2:** Define la dirección o número de la UTR

S3: Define los parámetros de la línea de comunicaciones:

- Bits 0-2: velocidad de transmisión de los pódicos 0 y 1 (ver tabla)
- Bits 3-5: velocidad de transmisión del pódico 2 (ver tabla 3.3)
- Bit 6=1 : configuración entrada a P0, salida a P1 y P2
- Bit 6=0 : configuración de lazo, radial, estrella, etc
- Bit 7=0 : comunicación half duplex, la señal RTS es activa cuando se transmite
- Bit 7=1 : comunicación full duplex (bidireccional), la señal RTS es siempre activa.

Código binario de los bits 0-2 y 3-5	Velocidad [Bd]
0	50
1	110
2	200
3	300
4	600
5	1200
6	2400
7	4800

Fuente: ABB, F14 - Hardware in RTU 400  
Elaboración: Autor

Tabla 3.4: Velocidad de transmisión de la DSCA 140 A

Cuando se realiza un cambio de los puentes después de la reconexión de la línea, la comunicación con el pódico debe ser reinicializada.

#### Unidad de conexión DSTC 170

Esta unidad de conexión sirve de interfaz con periféricos tales como modems y otras UTR's; está equipada con 6 relés controlados por la DSCA 140A. Para el cableado entre la unidad de conexión y la tarjeta de comunicación se usa un cable plano de 64 hilos. Para el enlace con modems, se tiene 3 conectores DB25 regidos por la norma V.24/V.28 (RS 232C).

### Conectores:

- X80: es un terminal para cable plano de 64 hilos que la comunica con la DSCA 140A.
- X90-X92: es un conector DB 25 estándar para la conexión con equipos como modems con el protocolo V.24/V.28 (RS 232C).
- X93, 1-3: "stall", es una indicación de falla proporcionada por el "watch dog timer".
- X93, 4-6: "conn", indica que se tiene comunicación con el FE en línea (denominado también "host").
- X96, X97: son relés controlados por software e indican que la señal INHIB-N es activa o que hay falla en la fuente.

### 3.2.3 ABREVIACIONES

Durante el capítulo III y en adelante, se ha hecho uso de varias abreviaciones para dinamizar la lectura del documento. Las abreviaciones más utilizadas y sus respectivos significados se incluyen a continuación:

ACCPT	Accumulated Pulse Time
AVM	Analog Value Message
AVS	Analog Value message with Status
BPLOW	Battery Power Low
CBR	Check Back Response
CBXC	Check Back eXecute Command
CCRx	Cycle Complete Response
COMM	Communication
CPU	Central Process Unit
CRT	Cathode Ray Tube
CS	Central System

DAF	Digital/Analog Flag
DAS	Data Acquisition System
DB	Data Base
DMA	Direct Memory Access
DBCAV	Dead Band Check Actual Value
DBCDV	Dead Band Check Desired Value
DVM	Digital Value Message
EMS	Energy Management System
EOP	End Of Period
EPROM	Erasable Programmable Memory
ERMA	Event Recording Message for Analog measured values
ERMI	Event Recording Message for Indications
ERMD	Event Recording Message for Digital measured values
EXR	Execute Response
FE	Front End
FCOM	Function Command
FTAB	Function Table
GOM	General Output Message
IDM	Indication Message
IDS	Indication message with Status
IHC	InHibit Command
INSU	Internal Supervision
INT	INTermediate read off
IXC	Intermediate eXecute Command
LAN	Local Area Network
LED	Light Emitter Diode
MASPD	MAximum Set Point Deviation
MCM	Memory Contents Message

MAXPT	MAXimum Pulse Time
MINPT	MINimum Pulse Time
MTSPC	Maximum Time For Set Point Controller
PBC	Parallel Bus Communication
PCM	Pulse Counter Message
PDA	Process Data Acquisition
PDR	Process Data Reporting
PGA	Programmable Gain Amplifier
PLFACT	Pulse Length Factor
POUT	Output to Process
PRI	Polling Request Instruction
RSEQ	Reset Sequence Number
QACK-N	Quick Acknowledge
RWM	Read - Write Memory
SCADA	Supervisory Control And Data Acquisition
SCI	Status Check Instruction
SOE	Sequence Of Event
SPIDER	Supervise Power Infrastructure to Develop Efficiency and Reliability
SPM	Set Point Message
SYSM	System Message
TEV	Terminal Event
TSTA	Terminal Status
UART	Universal Asynchronous Receiver Transmitter
USART	Universal Synchronous Asynchronous Receiver Transmitter
WTDVR	Waiting Time Desired Value Reached

*CAPITULO IV*

*INSTALACION Y PRUEBAS DE LAS UTR'S*

## CAPITULO IV: INSTALACION Y PRUEBAS

El objetivo de este capítulo es describir los procedimientos, materiales y herramientas necesarios para la instalación de las unidades terminales remotas, así como también establecer los lineamientos básicos para verificar que el equipo funcione correctamente (pruebas de las UTR's).

### 4.1 CHEQUEOS Y VERIFICACIONES PREVIOS

Existen varios chequeos y verificaciones que deben realizarse en las instalaciones y salas de las subestaciones o centrales antes de instalar el equipo:

- La altura de la sala debe ser mayor a 2.4 m.
- Para facilitar el mantenimiento debe haber, por lo menos, 1.5 m. de espacio libre delante de los paneles de la UTR y de interfaz.
- La malla de tierra de la subestación debe ser fácilmente accesible desde el sitio donde se instalará el equipo.
- Las condiciones ambientales de la sala deben cumplir los siguientes requerimientos:
  - en lo posible debe ser: seca y libre de polvo y vibraciones,
  - rango de temperatura : 0 - 40°C
  - humedad relativa: 95%, sin condensación

Una vez verificados estos requerimientos, se deben considerar secuencialmente los siguientes aspectos:

- Definición del sitio exacto en el que se instalarán los paneles de: la UTR, de interfaz, y de alarmas,
- Localizar las "rutas", ductos disponibles, y distancias de los cables hacia:
  - los paneles duplex,
  - panel de alarmas,

- cubículo del equipo para comunicaciones (PLC), y
  - el suministro AC y DC .
- Necesidad o no de nuevos ductos para los cables y equipos indicados

## 4.2 DISEÑO DE LA RECEPCION DE LAS SEÑALES

Las señales que la UTR capta o envía al proceso son definidas por el CENACE, de acuerdo sus necesidades y a las instalaciones y equipos de cada subestación. En la siguiente página, la figura 4.1 ilustra el esquema de barras típico utilizado en una subestación de 230 kV. del SNI, y la figura 4.2 ilustra el esquema típico de una subestación de 138 o 69 kV.

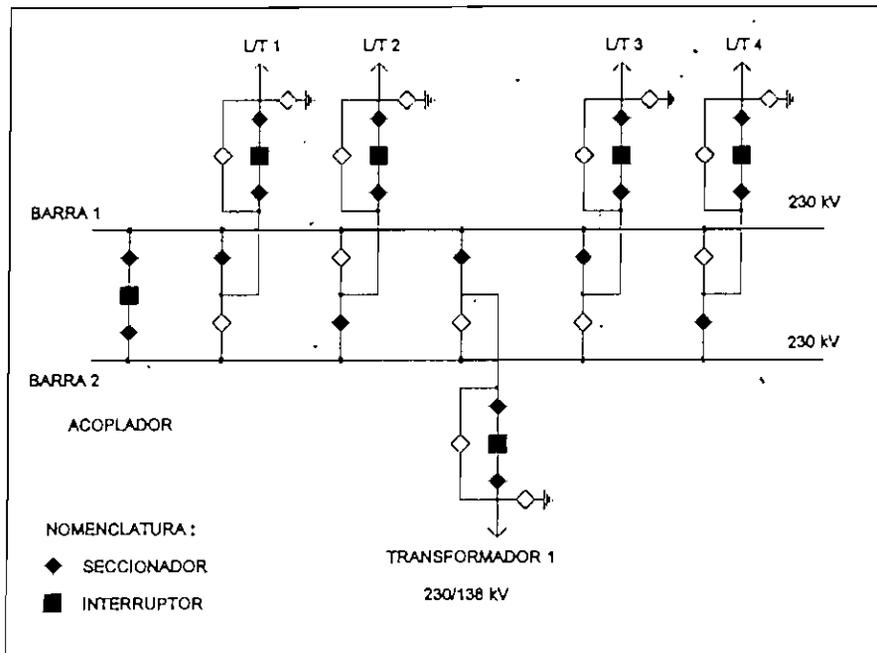
En un esquema de barras, una “posición” es la denominación genérica para: el acoplador de barras, una línea de transmisión, un transformador o una unidad de generación. Es decir que en los esquemas ilustrados se dispone de 6 posiciones:

1. Línea de transmisión N°1
2. Línea de transmisión N°2
3. Línea de transmisión N°3
4. Línea de transmisión N°4
5. Transformador N°1, ( o generador N°1) y
6. Acoplador (o interruptor de transferencia).

El sistema de adquisición de datos y comandos del CENACE recolecta información y comanda los objetos para cada posición. Es decir que para cada posición se adquieren usualmente:

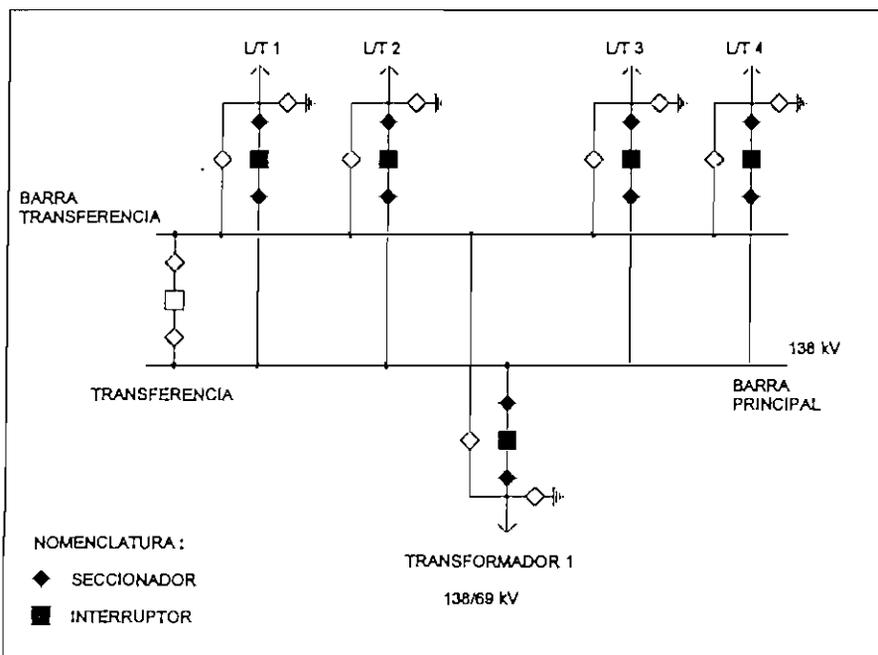
- el estado de los seccionadores e interruptores,
- estado de la manija de control “local - remoto”,
- mediciones de “P” y “Q” por las líneas de transmisión , transformadores, y unidades de generación, y

- mediciones de voltaje y frecuencia de barras (acoplador o transferencia)



Fuente: INECEL Atlas Eléctrico del Ecuador  
 Elaboración: Autor

Figura 4.1: Esquema típico de una subestación de 230 kV.



Fuente: INECEL Atlas Eléctrico del Ecuador  
 Elaboración: Autor

Figura 4.2: Esquema típico de una subestación de 138 kV.

Con los comandos generados en el CENACE se pueden comandar generalmente los siguientes objetos:

- interruptores de posiciones que no correspondan a unidades de generación (cierre o apertura),
- posición del tap de los transformadores (subida o bajada), y
- potencias activas y reactivas de las unidades de generación (subida o bajada, y set points).

Todas las señales de entrada, es decir: indicaciones, valores digitales, mediciones analógicas, y mediciones de energía, son tomadas a nivel local desde los paneles de control o paneles duplex, así:

- Para adquirir indicaciones y valores digitales se utilizan los *contactos libres (secos) de los relés locales* asociados al objeto (interruptor, seccionador, transformador, etc) en cuestión. Si no existen contactos libres, se instalan relés auxiliares cuyos contactos hacen el papel de “repetidores” de los contactos de los relés locales.
- Para las mediciones analógicas se usan *las señales (a nivel de bajo voltaje) de los transformadores de corriente o de potencial*, que también alimentan a los transductores locales.
- Para la cuantificación de energía, se conecta la salida del transductor de potencia (0 -  $\pm 20$  mA.) a la entrada del transductor de energía, que es el que proporciona un tren de pulsos cuya frecuencia es .proporcional a la potencia medida en cuestión. Esta señales se captan *solo en posiciones correspondientes a unidades de generación y puntos de entrega a las empresas eléctricas.*

- Para la ejecución de comandos se instalan relés auxiliares *cuyos contactos (secos) se conectan, según la necesidad, en serie o en paralelo con los contactos o manijas de control local.*

#### Subestaciones de transmisión y subestaciones de generación

Una subestación de transmisión es una subestación que, además de la interconexión con el resto de la red troncal de transmisión, se utiliza para reducir los voltajes y suministrar energía a las Empresas Eléctricas. En éste tipo de subestaciones las posiciones corresponden a:

- Líneas de transmisión,
- Transformadores y/o
- Puntos de entrega (que pueden ser líneas de transmisión o transformadores)

Una subestación de generación es aquella que además de tener las posiciones de una subestación de transmisión, posee posiciones correspondientes a unidades de generación.

De las 23 subestaciones del INECEL monitoreadas y controladas por el CENACE, 6 corresponden a subestaciones de generación, y 17 a subestaciones de transmisión.

#### Subestaciones de transmisión:

1. Vicentina,
2. Ibarra,
3. Santo Domingo
4. Quevedo,
5. Portoviejo,
6. Pascuales,
7. Policentro,

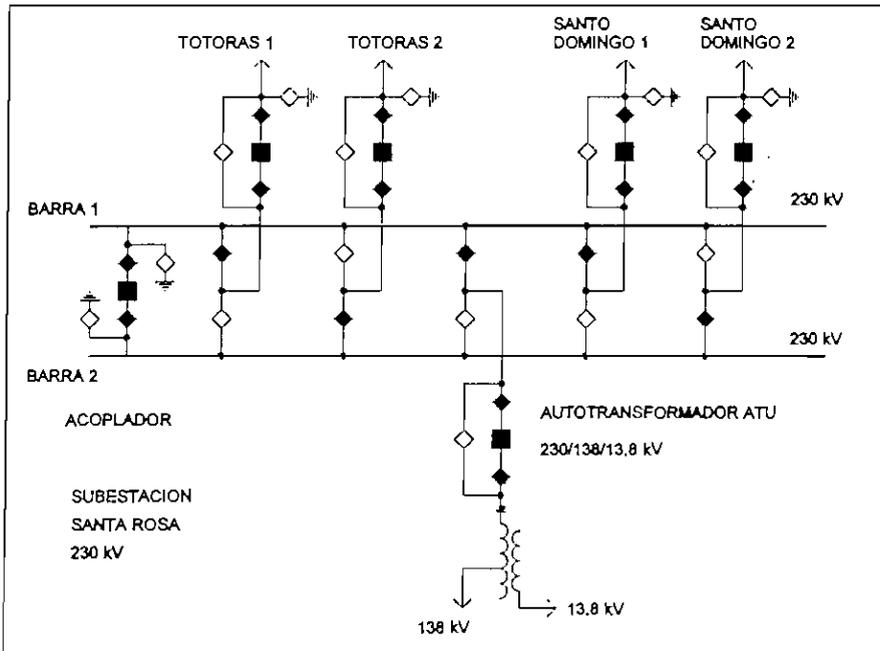
8. Posorja,
9. Santa Elena,
10. Salitral,
11. Milagro,
12. Machala,
13. Cuenca,
14. Loja,
15. Riobamba,
16. Totoras, y
17. Ambato.

Subestaciones de generación:

1. Santa Rosa,
2. Esmeraldas,
3. Gonzalo Zevallos,
4. Molino (Paute),
5. Agoyán, y
6. Pucará

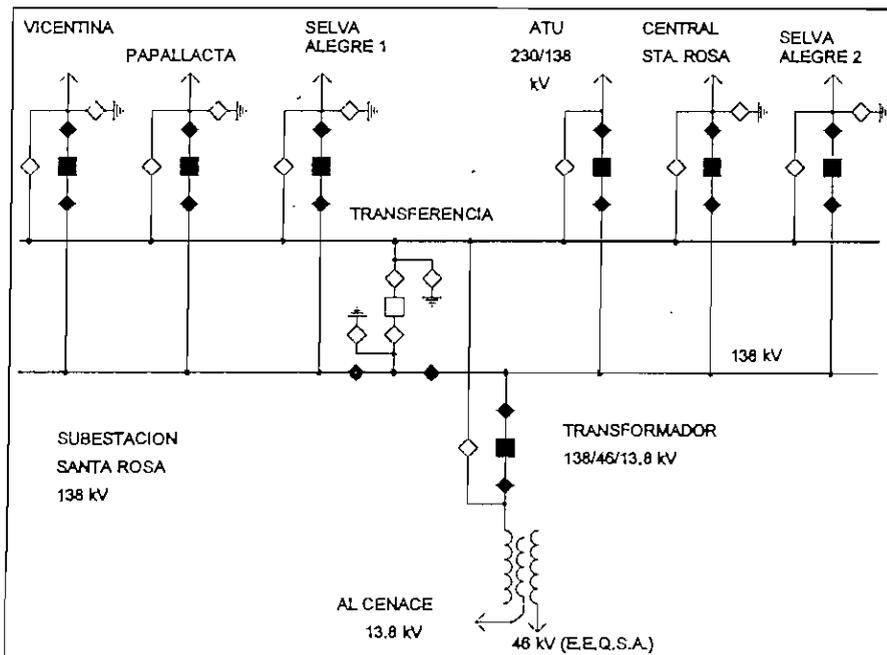
Como se indicó, es el CENACE quien define las señales a adquirir y los objetos a comandar. En esta tesis se incluyen las consideraciones básicas contempladas por el CENACE para la adquisición de datos y comando; y luego, como un ejemplo, se detallarán las señales y comandos definidos para una línea de transmisión, una unidad de generación y un transformador de la subestación y central Santa Rosa.

A continuación, y en las siguientes páginas, se incluyen los diagramas unifilares de los distintos patios de voltaje de la subestación y la central Santa Rosa.



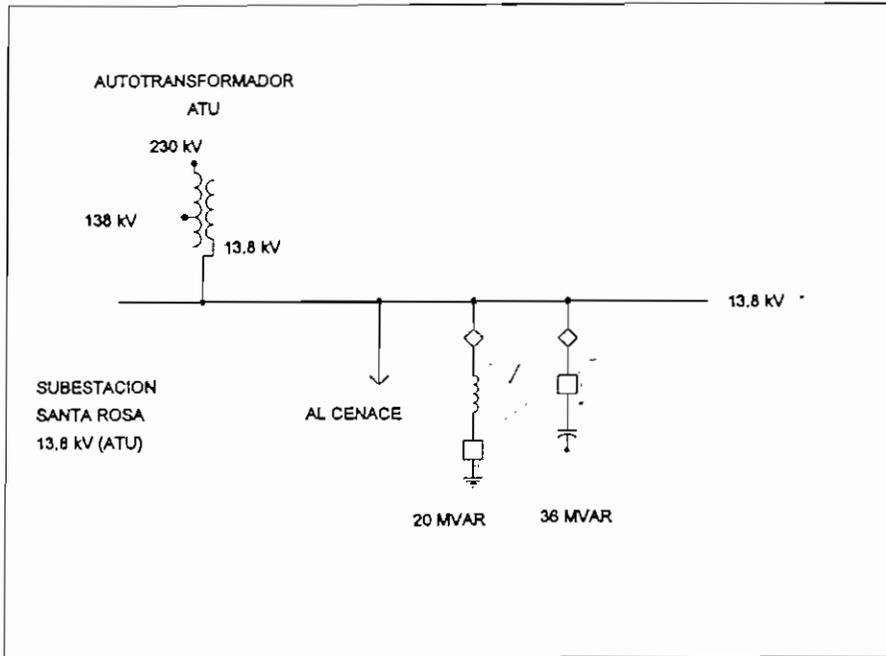
Fuente: INECEL, Atlas Eléctrico del Ecuador  
 Elaboración: Autor

Figura 4.3: Diagrama unifilar de la S/E Santa Rosa: 230 kV.



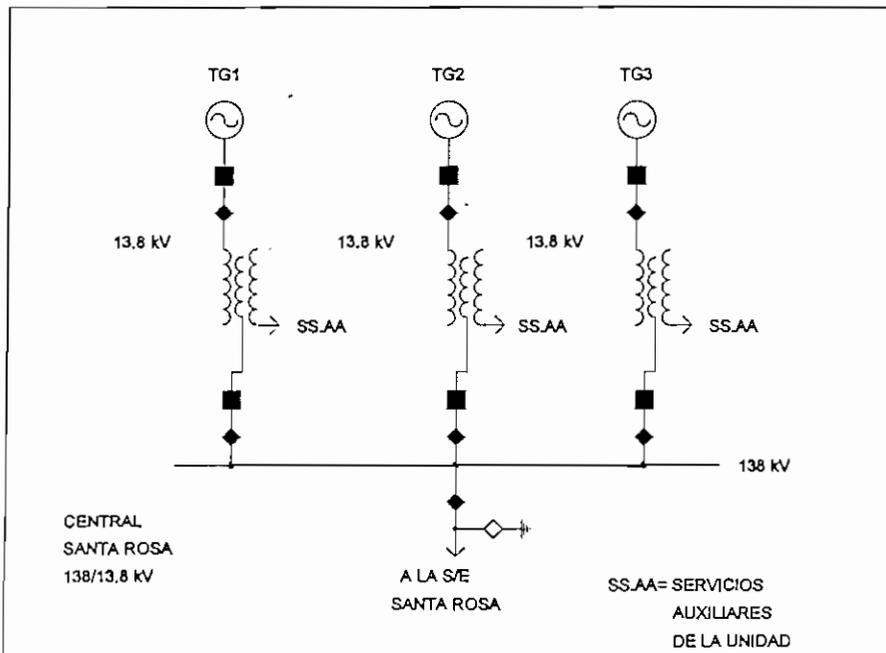
Fuente: INECEL, Atlas Eléctrico del Ecuador  
 Elaboración: Autor

Figura 4.4: Diagrama unifilar de la S/E Santa Rosa: 138 kV.



Fuente: INECEL, Atlas Eléctrico del Ecuador  
 Elaboración: Autor

Figura 4.5: Diagrama unifilar de la S/E Santa Rosa: 13.8 kV.



Fuente: INECEL, Atlas Eléctrico del Ecuador  
 Elaboración: Autor

Figura 4.6: Diagrama unifilar de la central Santa Rosa: 13.8 / 138 kV.

#### 4.2.1 LINEAS DE TRANSMISION

El SNI posee líneas de transmisión a niveles de 230 kV., 138 kV., y 69 kV. Como es conocido, el esquema a 230 kV. es de doble barra, mientras que a 138 kV. y 69 kV. , salvo contadas excepciones, se usa un esquema con barra principal y barra de transferencia. Esto quiere decir que las señales adquiridas para las líneas de transmisión varían de acuerdo al esquema de barras utilizado.

Por lo general, las señales que se adquieren para un línea de transmisión son las siguientes:

- Mediciones de las potencias activa y reactiva,
- Mediciones de las energías activa y reactiva si es un punto de entrega,
- Estado del interruptor y de los seccionadores de línea,
- Estado de la manija de control “local/remoto” del interruptor de línea
- Alarmas:
  - recierre,
  - protección de distancia,
  - falla del interruptor,
- Comando del interruptor de línea.

#### 4.2.2 CENTRALES DE GENERACION

En el SNI existen varios tipos de unidades de generación, y las señales adquiridas básicamente dependen del tipo de turbina de la unidad: hidráulica, a gas, o a vapor. No obstante, normalmente las señales involucradas con las unidades de generación son:

- Mediciones de las potencias y energías brutas y netas (activa y reactiva),
- Medición del nivel de agua en las presas,
- Estado del interruptor y de los seccionadores de la unidad de generación (en alta y baja tensión),
- Estado de la manija de control “local/remoto” de la unidad

- Alarmas de paro por:
  - protección eléctrica,
  - paro normal,
  - paro parcial,
  - protección mecánica,
- Comando de subida y bajada para las potencias activa y reactiva,
- Comando para set points de las potencias activa y reactiva,
- Comando para arranque y parada de unidades con turbinas a gas.

#### 4.2.3 TRANSFORMADORES

En el SNI existen transformadores con varios niveles de transformación: 230/138/13.8 kV., 138/68/13.8 kV., 138/46/13.8 kV., etc. Normalmente las señales involucradas con un transformador son las siguientes:

- Mediciones de las potencias activa y reactiva,
- Mediciones de las energías activa y reactiva si es un punto de entrega,
- Estado del interruptor y de los seccionadores del transformador,
- Estado de la manija de control "local/remoto" del interruptor y del tap
- Estado del modo de operación del LTC: manual o automático
- Alarmas:
  - protección principal,
  - protección respaldo,
  - sobretensión,
  - Buchholz,
  - falla del interruptor
- Comando del interruptor del transformador (alta y baja tensión),
- Comando de subida y bajada para el tap,
- Comando del modo de operación del LTC (manual o automático)

Posteriormente, en el numeral 4.4: "Regletas Frontera" se detallan todas las señales relacionadas con una línea de transmisión, un transformador y una unidad de generación de la subestación y central Santa Rosa

### 4.3 RELES AUXILIARES

Existen dos tipos de relés auxiliares que se han instalado en las diversas UTR's a lo largo del SNI:

1. Relés "PHÖNIX", y
2. Relés para las alarmas de los equipos del sistema PLC

#### 4.3.1 RELES AUXILIARES "PHÖNIX"

Los relés de la firma Phönix Contact que se han instalado son, a la vez, de dos tipos:

1. Relé Phönix monoestable, referencia: EMG22-REL/KSR-130/21-21/AU/SO91, utilizado para adquirir el estado de interruptores, alarmas y seccionadores de puesta a tierra, y
2. Relé Phönix biestable, referencia: EMG25-REL/SDS-B130/1-1, utilizado para adquirir el estado de seccionadores.

Los relés son montados fácilmente sobre una regleta metálica (referencia NS35/15), que es instalada, de acuerdo a la necesidad, en los paneles duplex, o en los paneles de la UTR o de interfaz. No se requiere material extra para la instalación de los relés en la regleta ya que estos se montan a presión, utilizando unas grapas plásticas incluidas en los relés.

#### 4.3.2 RELES PARA LOS EQUIPOS DEL SISTEMA PLC

Algunas de las alarmas de los equipos de comunicaciones (PLC) son adquiridas como indicaciones por las UTR's. Es decir que los relés son energizados por los equipos de PLC y sus contactos introducen las indicaciones a la UTR. Los relés utilizados son del tipo OMRON G2R-2SN, 48 V<sub>dc</sub>.

#### 4.4 REGLETAS FRONTERA

Las regletas frontera son unas borneras que definen, como su nombre lo indica, la frontera entre los equipos de control y adquisición de datos *locales* (usualmente denominados “proceso”) y los equipos correspondientes al CENACE instalados a nivel local en las subestaciones.

Las regletas frontera se instalan en algún lugar conveniente dentro de los paneles duplex. Es en estas donde se concentra todo el cableado que conduce las señales desde y hacia el proceso y la UTR. Las regletas manejan, por lo tanto, señales eléctricas de voltaje y corriente y poseen unas manijas pequeñas o “cuchillas” que seccionan o cortocircuitan, de acuerdo a la necesidad, las señales del proceso. Es decir que los circuitos de voltaje pueden seccionarse (las cuchillas para voltaje AC disponen adicionalmente de un fusible), y los circuitos de corriente pueden cortocircuitarse para realizar labores de mantenimiento o calibraciones sin interferir con las señales del proceso, contando con aislamiento eléctrico y eliminando los riesgos inherentes.

Cabe indicar que todo el cableado que parte desde la regleta frontera hasta las tarjetas en la UTR ha sido debidamente marquillado para poder identificarlo fácilmente. Esto permite realizar las labores de instalación y mantenimiento de manera más segura, eficiente y adecuada. Cada borne de las regletas tiene un número que lo identifica y diferencia de los demás. La norma que ha sido implantada para las señales y sus respectivos bornes numerados se ilustra en la tabla 4.1

De igual manera, todo el cableado posee una denominación y marquillas que permiten una clara identificación, facilitando las labores de instalación y mantenimiento y reduciendo el riesgo por errores en el manejo del cableado. En el numeral 4.6.2: “Criterios para el tendido del cableado” se detallan los tipos de cables y sus respectivos identificativos.

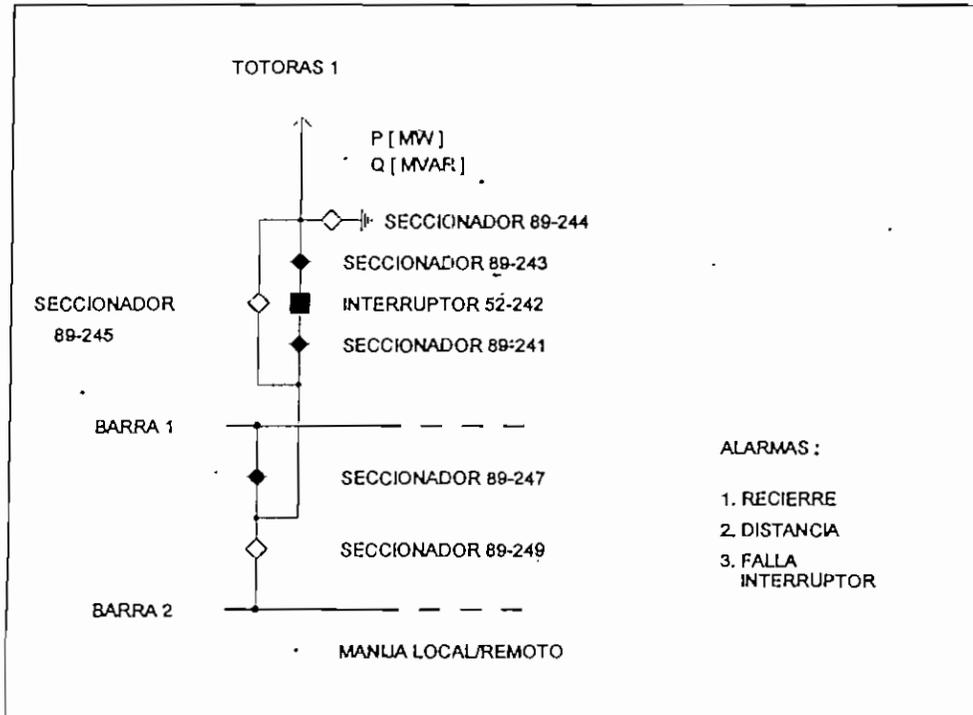
Borne N°	TIPO DE SEÑAL
100 - 199	indicaciones simples y dobles
200 - 299	alarmas
300 - 399	comandos
400 - 499	señales analógicas
500 - 599	pulsos para medir energía

Fuente: ABB - Documento IKSE 6011-016, Ref. L1654.1201  
 Elaboración: Autor

Tabla 4.1: Identificación de los terminales de las regletas frontera

#### 4.4.1 SEÑALES DE REGLETA FRONTERA PARA UNA LINEA DE TRANSMISION

La figura 4.7 ilustra un detalle de la línea de transmisión Santa Rosa - Totoras, las señales adquiridas y los comandos respectivos. Además, la tabla a continuación indica todas las señales en la regleta frontera adquiridas para esta línea de transmisión de la subestación Santa Rosa, incluyendo los terminales correspondientes:



Elaboración: Autor

Figura 4.7 : Detalle de la posición Santa Rosa - 230 kV., TOTORAS 1

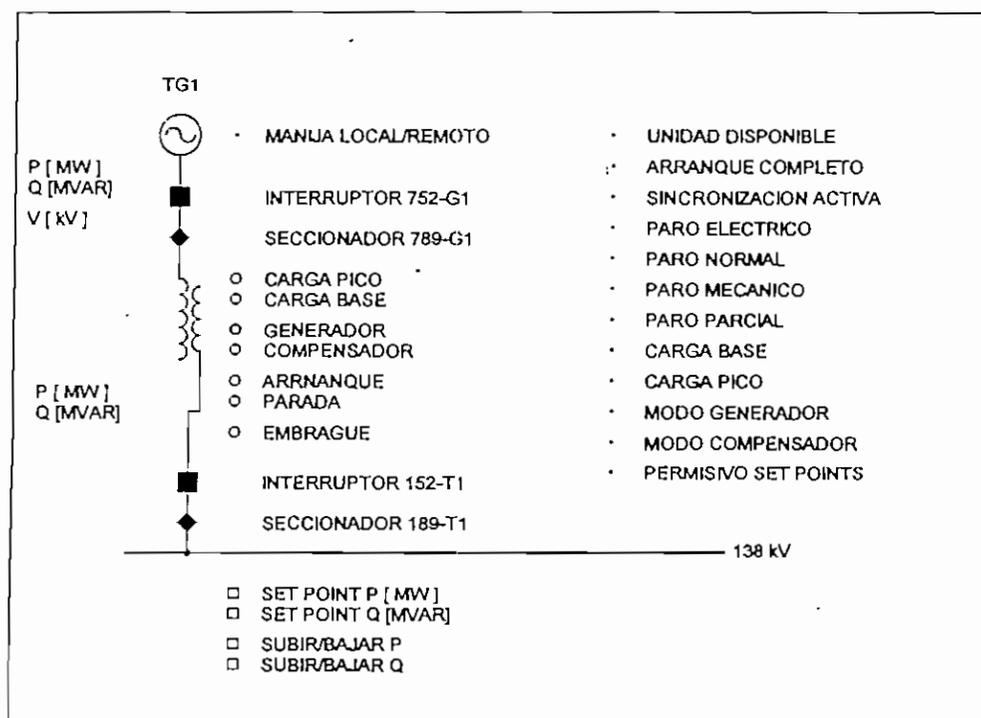
Nº	SEÑAL EN CUESTION	TIPO DE SEÑAL	TERMINALES Nº
1	potencia activa de la LT	analógica	401,402,403,
2	potencia reactiva de la LT	analógica	406,407,408,409
3	cierre del interruptor 52-242	comando	301, 302
4	apertura del interruptor 52-242	comando	303, 304
5	estado del interruptor 52-242	indicación doble	101,102,103
6	estado del seccionador 89-241	indicación simple	104, 111
7	estado del seccionador 89-243	indicación simple	105, 111
8	estado del seccionador 89-244	indicación simple	106, 111
9	estado del seccionador 89-245	indicación simple	107, 111
10	estado del seccionador 89-247	indicación simple	108, 111
11	estado del seccionador 89-249	indicación simple	109, 111
12	estado de la manija local/remoto (52-242)	indicación simple	110, 111
13	alarma de recierre de la línea de transmisión	indicación simple	202, 204
14	alarma de protección de distancia	indicación simple	202, 204
15	alarma de falla del interruptor	indicación simple	203, 204

Elaboración: Autor

Tabla 4.2: Señales de regleta frontera para la posición Santa Rosa - 230 kV., TOTORAS 1

#### 4.4.2 SEÑALES DE REGLETA FRONTERA PARA UNA UNIDAD DE GENERACION

La figura 4.8 ilustra un detalle de la unidad TG1 de la central Santa Rosa, las señales adquiridas y los comandos respectivos; la tabla a continuación indica las señales en la regleta frontera:



Elaboración: Autor

Figura 4.8 : Detalle de la posición Central Santa Rosa 13.8 kV., TG1

Nº	SEÑAL EN CUESTION	TIPO DE SEÑAL	TERMINALES Nº
1	potencia activa bruta de la unidad TGI	analógica	402, 403
2	potencia reactiva bruta de la unidad TGI	analógica	405, 406
3	potencia activa de los servicios auxiliares	analógica	408, 409
4	potencia reactiva de los servicios auxiliares	analógica	411, 412
5	voltaje a nivel de 13.8 V, TGI	analógica	413, 414
6	arranque de la unidad TGI	comando	301, 309
7	paro de la unidad TGI	comando	302, 309
8	carga base	comando	303, 309
9	carga pico	comando	304, 309
10	selección del modo de "compensador"	comando	305, 309
11	selección modo de "generador"	comando	306, 309
12	aumentar la potencia activa	comando	307, 309
13	disminuir la potencia activa	comando	308, 309
14	aumentar la potencia reactiva	comando	310, 313
15	disminuir la potencia reactiva	comando	311, 313
16	desengancha el embrague	comando	312, 313
17	aumentar la potencia activa	set point	307, 309
18	disminuir la potencia activa	set point	308, 309
19	aumentar la potencia reactiva	set point	310, 313
20	disminuir la potencia reactiva	set point	311, 313
21	estado del interruptor 752-G	indicación doble	101, 102, 103
22	estado del seccionador 789-G	indicación simple	104, 113
23	"unidad TGI disponible"	indicación simple	106, 113
24	"arranque unidad TGI completo"	indicación simple	107, 113
25	"sincronización automática"	indicación simple	108, 113
26	"modo de generador"	indicación simple	109, 113
27	"modo de compensador"	indicación simple	110, 113
28	estado de la manija L/R	indicación simple	111, 113
29	estado de la manija 43 L/R	indicación simple	112, 113
30	alarma de paro de emergencia	indicación simple	202, 205
31	alarma de paro normal	indicación simple	201, 205
32	alarma de paro parcial	indicación simple	203, 205
33	alarma de protección mecánica	indicación simple	204, 205
34	carga base	indicación simple	115, 113
35	carga pico	indicación simple	116, 113
36	permisivo para set points de "P"	indicación simple	112, 113
37	permisivo para set points de "Q"	indicación simple	112, 113
38	energía activa de exportación	pulsos	501, 508
39	energía activa de importación	pulsos	502, 508
40	energía reactiva de exportación	pulsos	503, 508
41	energía reactiva de importación	pulsos	504, 508
42	energía activa de los servicios auxiliares	pulsos	505, 508
43	energía reactiva de los servicios auxiliares	pulsos	506, 508

Elaboración: Autor

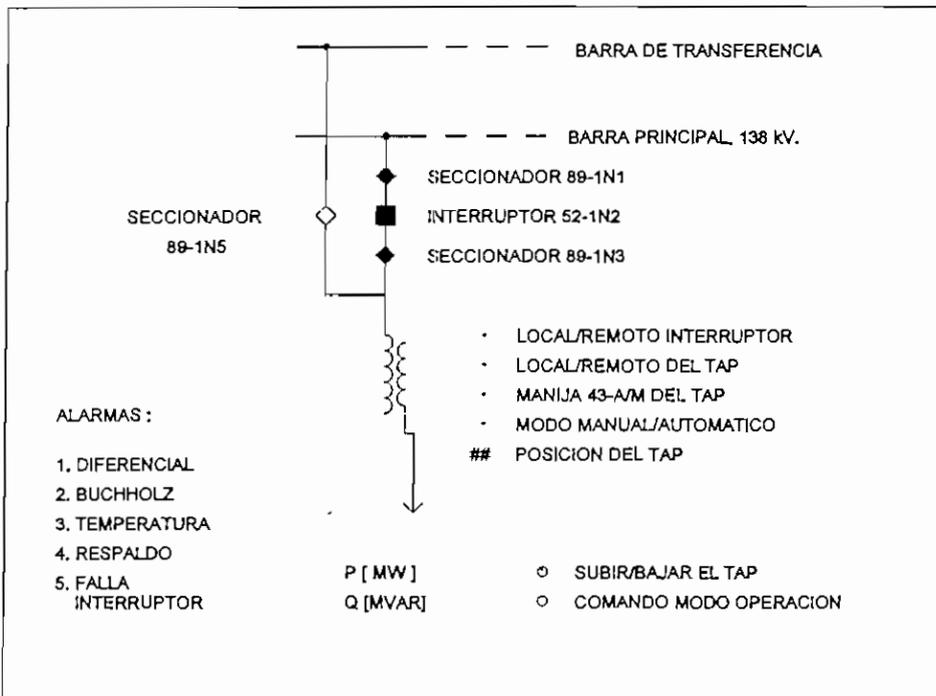
Tabla 4.3: Señales de regleta frontera para la posición  
Central Santa Rosa - 13.8 KV., TG 1

sta. Rosa es termico > # de bandos.

Cabe indicar que en el ejemplo ilustrado se escogió una de las unidades de la central Santa Rosa ya que, al ser una unidad con una turbina a gas, posee mayor número de señales que una unidad con una turbina hidráulica.

#### 4.4.3 SEÑALES DE REGLETA FRONTERA PARA UN TRANSFORMADOR

La figura 4.9 ilustra un detalle del transformador TRN de la S/E Santa Rosa, las señales adquiridas y los comandos respectivos; la tabla a continuación indica las señales en la regleta frontera, con los terminales correspondientes, adquiridas para éste transformador:



Elaboración: Autor

Figura 4.9 : Detalle de la posición Santa Rosa 138 kV., TRN

Nº	SEÑAL EN CUESTION	TIPO DE SEÑAL	TERMINALES Nº
1	potencia activa en el lado de 46 kV.	analógica	401,402,403
2	potencia reactiva en el lado de 46 kV.	analógica	406,407,408,409
3	posición del tap	analógica	412, 413
4	cierre del interruptor 52-1N2	comando	303, 304
5	apertura del interruptor 52-1N2	comando	301, 302
6	subir la posición del tap	comando	309, 310
7	bajar la posición del tap	comando	311, 312
8	modo de regulación automático	comando	305, 306
9	modo de regulación manual	comando	307, 308
10	estado del interruptor, lado de 138 kV.	indicación doble	101,102,103
11	estado del seccionador 89-1N1	indicación simple	104, 108
12	estado del seccionador 89-1N3	indicación simple	105, 108

Nº	SEÑAL EN CUESTION	TIPO DE SEÑAL	TERMINALES Nº
13	estado del seccionador 89-1N5	indicación simple	106, 108
14	estado de la manija local/remoto 52-1N1	indicación simple	107, 108
15	alarma de sobretemperatura	indicación simple	201, 206
16	alarma Buchholz	indicación simple	202, 206
17	alarma de protección primaria	indicación simple	203, 206
18	alarma de falla del interruptor 52-1N2	indicación simple	205, 206
19	alarma de respaldo	indicación simple	204, 206
20	manija de modo automático del LTC	indicación simple	116, 119
21	estado de la manija N°43 "A/M" del LTC	indicación simple	117, 119
22	estado de la manija N°43 "L/R" del LTC	indicación simple	118, 119
23	energía activa de exportación, 46 kV.	pulsos	---
24	energía reactiva de exportación, 46 kV.	pulsos	---
25	energía reactiva de importación, 46 kV.	pulsos	---

Elaboración: Autor

Tabla 4.4: Señales de regleta frontera para la posición Santa Rosa 138 kV. - TRN

En este caso, los pulsos para medir energía no tienen terminales en la regleta frontera, ya que los mismos son captados en la misma UTR, y no en el panel duplex como el resto de señales.

#### 4.5 PANELES PARA LAS UTR's, PANELES DE INTERFAZ (PI's) Y UNIDAD DE ALARMAS (AF)

En general, los "paneles" no son más que unos cubículos donde se alojan las diversas tarjetas y todas sus unidades de conexión, los transductores, los relés repetidores de señal o de comandos (ocasionalmente), e inclusive hasta las regletas frontera. Generalmente, la instalación de una UTR requiere de un panel para la UTR y un panel de alarmas. No obstante, y de acuerdo al número de señales y equipos de cada subestación, es posible que se requiera instalar uno dos paneles de interfaz. Esto depende de que el espacio disponible en el panel de la UTR sea suficiente para alojar a las diversas tarjetas, unidades de conexión, transductores, etc.

##### 4.5.1 PANELES PARA LAS UTR's Y DE INTERFAZ

Estos paneles sirven para alojar a: las diversas tarjetas y sus unidades de conexión, modems, transductores, fuente DC, unidad de interruptores, etc. En cada subestación, se

instalará un panel para la UTR y, si son necesarios, uno o dos paneles de interfaz. Cada panel tiene una denominación propia y fácilmente legible en la parte superior de los cubículos:

- panel de la UTR: "+UTR.1 xx",
- panel de interfaz N°1: "+PI.1 xx"
- panel de interfaz N°2: "+PI.2 xx"

siendo "xx" el nombre de la subestación.

Para la instalación de estos paneles existen tres alternativas:

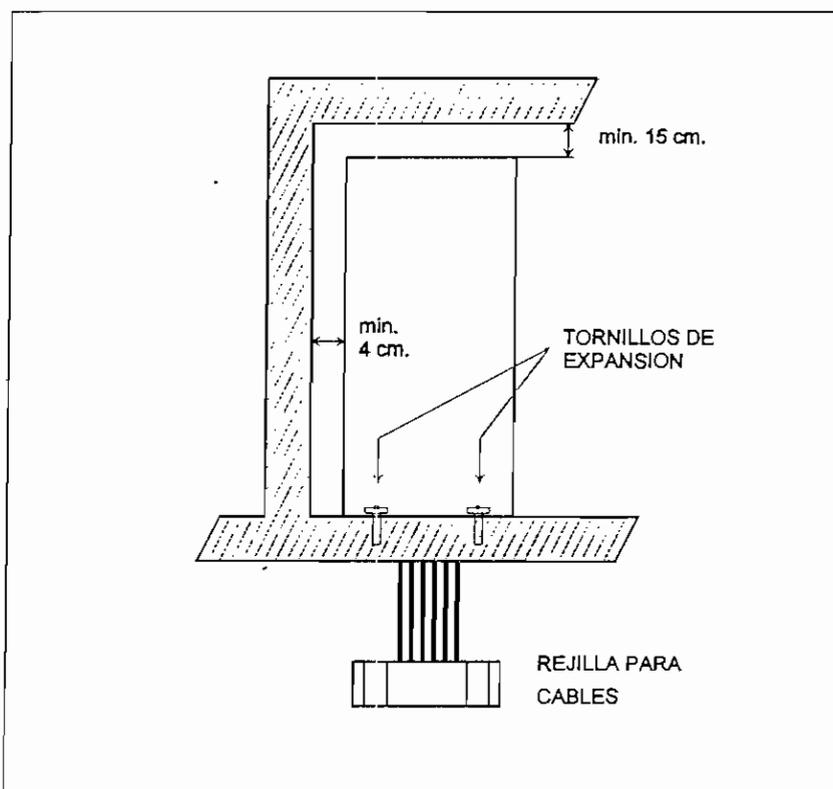
1. Instalación sobre suelo de concreto con rejilla (bajo la loza) para el tendido de los cables,
2. Instalación sobre una "zanja" por donde se han tendido los cables, e
3. Instalación sobre piso falso.

A continuación se indican los procedimientos generales para la instalación de los paneles de interfaz:

1. Preparar y perforar la loza para la elaboración de los agujeros por los que se extraerán los cables desde la rejilla (bajo la loza) hacia los paneles a colocarse sobre el piso.
2. Preanclaje de los paneles:
  - ubicar los paneles en el sitio correcto,
  - marcar, en el piso, el lugar de los cuatro agujeros a ser taladrados para alojar a los tornillos de expansión.
3. Anclaje de los paneles:
  - remover los paneles (los paneles pueden ser movidos fácilmente utilizando tuberías metálicas como "ruedas"),
  - taladrar en el piso los cuatro agujeros para los tornillos de expansión,

- reubicar nuevamente los paneles,
- insertar los tornillos de expansión (usando un martillo o combo)
- utilizar los tornillos de expansión y sus accesorios (arandela, llave, etc) para anclar el panel.

Los tornillos de expansión que anclan el panel en el piso son del tipo M10\*80mm. La superficie del piso debe ser nivelada y preferentemente lisa.



Fuente: ABB, Documento IKSE 6011-016, Ref. L1654.1201  
Elaboración: Autor

Figura 4.10: Instalación de los paneles de la UTR y de Interfaz

### Transductores

Para acoplar las señales a las UTR's se instalan varios tipos de transductores que a su vez captan las señales provenientes de los transformadores de potencial y de corriente ( $115 V_{ac}$ ,  $5 A_{ac}$ ) o de los medidores locales a nivel de panel duplex. Los 5 tipos de transductores usados son los siguientes:

1. Tillquist PQ300 (para medir potencias "P" y "Q"),
2. Tillquist U100 (para medir voltajes),
3. Tillquist F100 (para medir frecuencia),
4. Transductor Selsyn AT 102S (para medir la posición de taps), y
5. Decodificador BCD (para medir valores digitalizados y representarlos en 6 bits)

La salida de los 4 primeros transductores ( $\pm 20$  mA., 0-20 mA.) es acoplada a la unidad de conexión DSTA 121 respectiva. Los transductores Tillquist son de dos tipos: tipo rack o tipo panel. En el caso de los valores digitalizados, los 6 bits proporcionados por el transductor son acoplados a la unidad de conexión DSTD 151 para valores digitales.

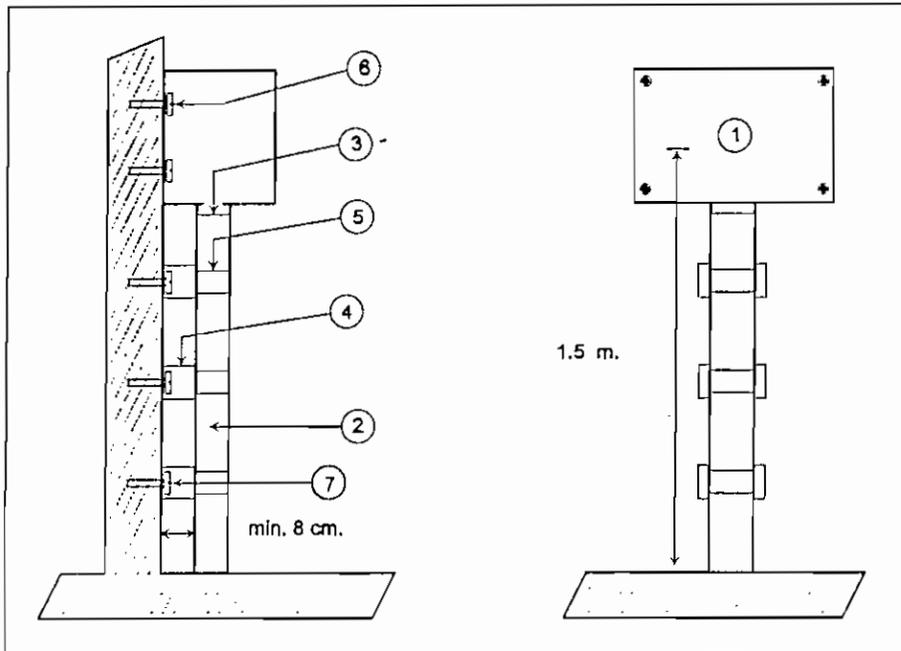
Los transductores tipo panel deben montarse en una riel metálica (NS35/15) en algún lugar conveniente del panel duplex o en los paneles de interfaz. La ubicación depende de las condiciones físicas dentro de los paneles duplex de cada subestación, pero ha de considerarse cierto espacio para la instalación y el mantenimiento. Los transductores tipo rack se instalan dentro de los paneles de la UTR o de interfaz. Cabe indicar que en algunas subestaciones ya existían transductores Mitsubishi (0-20 mA.), e IME (4-20 mA.), cuyas señales también se han utilizado para el CENACE.

#### 4.5.2 UNIDAD DE ALARMAS

En el panel o unidad de alarmas de cada subestación se agrupan las señales relativas a las alarmas del sistema de comunicaciones PLC y de la UTR en sí:

1. "Alarma de falla en la alimentación de los relés de comandos",
2. "Alarma de falla en la alimentación del panel de alarmas"
3. "Amplificador de potencia" (activado/desactivado),
4. "Control automático de ganancia" (activado/desactivado),
5. "Disparo transferido" transmitido,
6. "Disparo transferido" recibido,

7. "Clear to send",
8. "Carrier detect",
9. "Alarma de falla general en la UTR" (stall alarm),
10. "Alarma de falla en la alimentación de los cargadores de los bancos de baterías".



Nº	ELEMENTO / DISPOSITIVO
1	Caja del módulo de alarmas
2	Tubería de 3"
3	Acople (abrazadera) entre la tubería de 3" y la caja
4	Perfil angular
5	Abrazaderas para la tubería
6	Tornillos de expansión M8*50 mm.
7	Tornillos de expansión M6*40 mm.

Fuente: ABB, Documento IKSE 6011-016, Ref. LI654.1201  
Elaboración: Autor

Figura 4.11: Instalación de los paneles de alarmas

Para cada UTR, estas señales son las 10 primeras indicaciones que constan en la base de datos, luego de éstas se incluyen las señales de las posiciones respectivas. El panel de alarmas debe montarse sobre una pared de concreto, la distancia entre la mitad de la caja y el piso debe ser de 1.5 m. aproximadamente. Previamente, deben fijarse a la pared 3 agarraderas horizontales para sujetar las tuberías metálicas que conducen el cableado.

al interior del panel de alarmas. Luego, para el anclaje del panel se utilizan tornillos de expansión M6\*40 mm. o M8\*50 mm, y si la pared es porosa es preferible utilizar tornillos y tacos "Fisher". Luego, las señales son llevadas con el cableado correspondiente hacia los módulos del panel de alarmas. Estos módulos realizan un preprocesamiento de las señales provenientes de los paneles del sistema PLC. Finalmente, un resumen de esas señales es el que se envía a la UTR utilizando las 10 indicaciones descritas anteriormente.

## 4.6 PUESTA EN SERVICIO DE LAS UTR's

### 4.6.1 CRITERIOS GENERALES PARA LA ADQUISICION DE LAS SEÑALES

Una vez que el panel de la UTR y los paneles de interfaz han sido anclados en el piso, es necesario "traer" las señales desde el proceso hasta las regletas frontera, y posteriormente conducir las desde allí hasta las unidades de conexión ubicadas en la UTR o en los paneles de interfaz.

Cabe indicar que la implantación del CENACE a nivel local en las subestaciones tiene como premisa: "no alterar los esquemas de señalización y los sistemas de control locales". De esta manera, en condiciones normales, el funcionamiento de los equipos del CENACE debe ser completamente transparente para el "proceso".

En la mayoría de los casos, las señales han sido adquiridas en los paneles duplex de la siguiente manera:

#### 4.6.1.1 *Indicaciones y valores digitales*

En cada subestación, los relés "asociados" al equipo local reflejan el estado de los elementos de potencia como: interruptores, seccionadores, taps de los transformadores (ocasionalmente), etc., así como también el estado de las manijas de control a nivel local

(manijas "local/remoto"). Cabe indicar que normalmente la posición del tap de los transformadores es adquirida con transductores con salida analógica.

Para la señalización y control en los paneles de cada subestación se usan los contactos libres de estos relés asociados a los elementos del sistema eléctrico de potencia. De igual manera, para que el CENACE adquiriera las señales, se han utilizado los contactos libres y secos de los relés locales asociados al objeto en cuestión (interruptor, seccionador, tap de un transformador, etc). Si no existen suficientes contactos libres, se instalan relés auxiliares que hagan el papel de "repetidores" de los contactos de los relés locales, y se usan los contactos de éstos últimos para llevar las señales digitales a la regleta frontera, y finalmente a la UTR.

Debido a que las mallas de tierra de la subestación y de la central Santa Rosa no estaban acopladas entre sí, la UTR de la subestación Santa Rosa ha tenido una serie de fallas y daños en las unidades de conexión (DSTD 185) que adquieren las indicaciones de la central. Cabe indicar que el sitio desde donde se captan y cablean las señales en la central se encuentra, aproximadamente, a 300 m. de la UTR instalada en la subestación. Al presentarse descargas atmosféricas cercanas a la central o la subestación, la diferencia de potencial producida transitoriamente por las descargas ha generado altos voltajes que han logrado ingresar hasta las unidades de conexión y relés auxiliares produciendo daños de consideración en el equipo. Por esta razón, el CENACE decidió unir sólidamente las dos mallas de tierra en mención, verificando que aún con la presencia de descargas atmosféricas, las unidades de conexión DSTD 185 no han experimentado daño alguno, a pesar de que en febrero de 1996 se registró la apertura del interruptor S3 a raíz de una descarga atmosférica. Esto deja muy claro el riesgo que reviste la manipulación de señales eléctricas de instalaciones relativamente alejadas con mallas de tierra eléctricamente independientes. Por lo tanto, y debido a los daños constatados se recomienda evitar, en lo posible, la implantación de esquemas de adquisición de datos semejantes al descrito.

#### 4.6.1.2 *Mediciones analógicas*

Las mediciones analógicas adquiridas por el CENACE, reflejan el comportamiento de variables del sistema eléctrico de potencia como: voltajes y frecuencia de barra, flujos por las líneas de transmisión, nivel de agua en los embalses de las presas, y la posición del tap de los transformadores.

En los patios de alta tensión, los transformadores de potencial y de corriente reducen las señales de los voltajes y corrientes de las líneas de transmisión y de barras; a través de sus secundarios las señales llegan a los paneles duplex, con niveles de  $115 V_{ac}$ ,  $3\phi$ ,  $5 A$ .

Las señales son inyectadas a los transductores locales para su presentación en los diferentes voltímetros, amperímetros, vatímetros, varímetros y frecuencímetros locales. Son estas señales ( $115 V_{ac}$ ,  $5 A$ ) las que se llevan a las regletas frontera para conducir las finalmente a los transductores de la UTR.

#### 4.6.1.3 *Cuantificación de energía*

Para cuantificar la energía generada o entregada, se conecta la salida de los transductores de potencia activa y reactiva ( $0 - 20 mA$  o  $\pm 20 mA$ ) a la entrada de los transductores de energía, que son los que proporcionan un tren de pulsos cuya frecuencia es proporcional a la potencia medida en cuestión. Los pulsos para la cuantificación de energía se captan *solo en posiciones correspondientes a unidades de generación y puntos de entrega a las empresas eléctricas.*

Cabe indicar que en determinados casos existían ya generadores de pulsos (PSI) o transductores locales, y tales señales también se utilizaron para la implantación del CENACE.

#### 4.6.1.4 Comandos

Para la ejecución local de los comandos generados en el CENACE se instalan relés auxiliares cuyos contactos se llevan desde la UTR a la regleta frontera. Luego, estos se conectan, según la necesidad, en serie o en paralelo con los contactos o manijas de los esquemas de control local.

#### 4.6.2 CRITERIOS PARA EL TENDIDO DEL CABLEADO

Inicialmente se deben "llevar", con el cableado respectivo, las señales desde el proceso hacia la regleta frontera de cada panel duplex. El cableado de estas señales, por ende, no encierra mayores complicaciones. Una vez que las señales están disponibles en "el lado del proceso" en la regleta frontera, se inicia el proceso de cableado desde el "lado de la UTR" en la regleta frontera hacia la UTR en sí. Los cables son divididos y numerados en diferentes grupos dependiendo de su función, como se indica en la tabla 4.5. En lo posible, la instalación del cableado para las señales debe seguir la secuencia indicada a continuación, aunque la instalación definitiva dependerá de las condiciones y facilidades "en sitio":

Nº	TIPO DE SEÑAL	CABLE Nº
1.	Puesta a tierra	—
2.	Fuente de poder	1001 → 1050
3.	Comunicaciones	1051 → 1099
4.	Señales (indicaciones y valores) digitales	1101 → 1199
5.	Comandos	1201 → 1299
6.	Mediciones analógicas: circuitos de voltaje (115 V <sub>ac.</sub> )	1301 → 1350
7.	Mediciones analógicas: circuitos de corriente (5 A <sub>ac.</sub> )	1351 → 1399
8.	Mediciones analógicas: circuitos de corriente (20 mA <sub>ac.</sub> )	1301 → 1399
9.	Contadores de pulsos (energía)	1501 → 1599

Fuente: ABB - Documento IKSE 6011-016, Ref. L1654.1201

Elaboración: Autor

Tabla 4.5. Identificación de los cables utilizados

En lo posible, el procedimiento a seguirse para el tendido de los cables debe ser el siguiente:

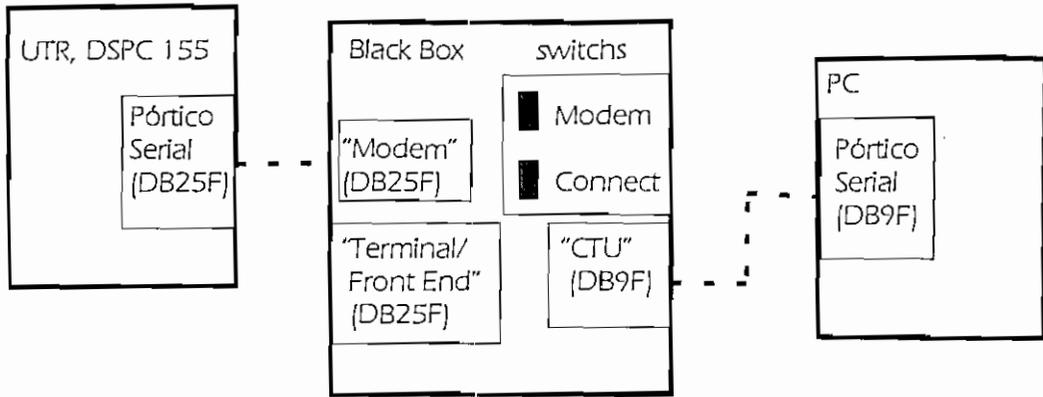
1. Conectar el cable de tierra (cobre multifilar, 35mm<sup>2</sup>) a la barra de tierra de la UTR, utilizando las abrazaderas respectivas (tipo 5813 618-A). El otro extremo del cable debe ser anclado firmemente a la malla de tierra de la subestación con una abrazadera tipo E06 550 25.
2. Identificar el nivel y ubicación (piso) donde se encuentran la UTR, y los paneles duplex respectivos. Medir dicha distancia, tomando en cuenta los ductos previamente considerados para el tendido del cableado.
3. Utilizando los accesorios para la identificación de los cables (una pieza plástica en la que se pueda escribir, y un marcador de tinta permanente), marcar el número identificativo del cable en ambos extremos.
4. Halar el cable desde el panel duplex hasta la UTR.
5. Completar estos pasos para el resto de cables. Organizar los cables de una manera ordenada en los ductos, paredes y rejillas respectivos. En las subestaciones con piso falso, los cables se distribuyen en una ruta predeterminada sobre el concreto, y todo el conjunto es sujetado con "correas plásticas" (para cableado).
6. Sujetar los cables a las rejillas utilizando la cantidad de "correas" necesaria.
7. Ajustar el cableado dentro de los paneles de la UTR o paneles de interfaz usando abrazaderas y las herramientas adecuadas. Fijar los cables en la base de los paneles duplex con "correas" para cableado.
8. Aplicar las marquillas "PARTEX" en ambos extremos de los diferentes hilos de cada cable.
9. Luego, se deben acoplar los hilos de cada cable a la regleta frontera y, en el otro extremo del cable, a las unidades de conexión y/o transductores en los paneles de la UTR o paneles de interfaz.
10. Finalmente, se deben realizar las pruebas de las señales enviadas y recibidas por la UTR. Lo más óptimo sería realizar cambios en el sistema eléctrico de potencia y verificar que las señales llegan a la UTR y sean enviadas al sistema central, pero obviamente no se pueden manipular arbitrariamente los elementos del sistema de

potencia. Entonces, lo procedente sería simular las señales a nivel de panel duplex, pero esto involucra el tener a dos personas (una en el panel duplex simulando las señales y otra verificándolas en la UTR) y conseguir las facilidades de comunicación (lo mejor es conseguir radios portátiles) para poder coordinar las pruebas. Por lo tanto, si el cableado ha sido tendido correctamente y si todos los elementos funcionan bien, las pruebas de las señales pueden ser realizadas por una persona y sin mayor dificultad siguiendo las indicaciones del literal "4.7: PRUEBAS DE LAS SEÑALES RECIBIDAS Y ENVIADAS POR LAS UTR's", descrito a continuación.

#### 4.7 PRUEBAS DE LAS SEÑALES RECIBIDAS Y ENVIADAS POR LAS UTR's

Las pruebas de verificación o puesta en servicio de la UTR deben realizarse conjuntamente con un computador personal (de ser posible portátil), y contando con un programa de software denominado RTU400.TRM (proporcionado por ABB) . Este programa se ejecuta bajo el utilitario "Terminal" en el ambiente "Windows 3.1 o mayor". El personal del CENACE ha venido desarrollando las respectivas pruebas con un computador, proporcionado por ABB configurado para el propósito.

Para probar las tarjetas correspondientes a las señales de: indicaciones, mediciones analógicas, comandos y estado de los contadores de pulsos se necesita que el computador (PC) este acoplado a la UTR como se indica en el siguiente esquema de conexiones:



Elaboración: Autor

Figura 4.12: Esquema de conexiones entre la UTR y el computador personal (PC)

#### 4.7.1 PRUEBAS DE LAS SEÑALES DIGITALES DE ENTRADA

Las señales digitales de entrada pueden conectarse, a través de las respectivas unidades de conexión, a dos tipos de tarjetas para entradas digitales:

- tarjeta DSDI 150: que puede multiplexar hasta 336 señales.
- tarjeta DSDI 110F: que procesa directamente hasta 32 señales.

##### 4.7.1.1 Prueba de la tarjeta DSDI 150

Cada tarjeta DSDI 150 tiene como unidad de conexión a la tarjeta DSTD 185, pudiéndose conectar hasta 7 tarjetas DSTD 185, para completar un total de 336 señales. Un grupo es un conjunto de 16 canales, es decir que la DSDI 150 puede multiplexar hasta 21 grupos dependiendo del número de unidades de conexión instaladas (una unidad de conexión DSTD 185 tiene capacidad para 48 señales, es decir 3 grupos). La UTR puede manejar hasta 6 tarjetas DSDI 150, con lo que completaría un total de 2016 señales a ser multiplexadas.

Para probar tanto la DSDI 150, como su unidad de conexión (DSTD 185) se deben seguir los siguientes pasos:

1. Identificar claramente las dos tarjetas en la UTR
2. Verificar que el interruptor S3, correspondiente al voltaje de alimentación de las indicaciones, este cerrado. Con la ayuda de los respectivos documentos de instalación de la UTR, localizar los terminales (en la bornera de la respectiva unidad de conexión DSTD 185) correspondientes a los diferentes canales a ser probados.
3. Utilizando el ya mencionado programa RTU400.TRM, seguir los siguientes pasos:
  - Realizar las conexiones indicadas en la figura 4.12
  - Arrancar el programa RTU400.TRM en el computador personal y reinicializar la UTR con un cold start
  - Con el prompt "C400 is restarted" y ">" ejecutar el comando *DI* (correspondiente a "Digital Input")
  - Seleccionar: el tipo de tarjeta (DSDI 150), la dirección (20H), y el canal (1 a 336<sub>max</sub>) respectivo. Si se necesitara probar otra tarjeta DSDI 150 la dirección sería 21H, y así sucesivamente.
  - Luego de seleccionar los parámetros indicados, verificar que la UTR este funcionando sin condiciones de alarma o falla. Esto se puede confirmar observando que no existan leds (rojos) activados, en la parte superior del panel frontal de las tarjetas de la UTR. En este caso bastaría con que el led de la DSDI 150 esté apagado. De no ser así se debe tratar de superar esta condición, repitiendo los pasos anteriores; y si la condición persiste la tarjeta con indicación de falla (led activado) debe ser reemplazada.
  - Utilizando un cable y los conectores adecuados, alimentar (en la unidad de conexión) los respectivos canales con el voltaje de la fuente de la UTR (24 V<sub>dc.</sub>). En cada tarjeta existen varios terminales con dicho nivel de polarización. Simultáneamente se debe verificar que los respectivos leds de la tarjeta DSDI 150 se enciendan al realizar la conexión indicada.
  - En el computador se desplegará una tabla que indica el estado de los 7 canales adyacentes al escogido y el canal propiamente dicho.

- Para salir del comando *DI*, se presiona "ENTER",
  - Para probar otro canal se debe ejecutar otra vez el comando *DI*, y
  - Para salir del programa RTU400.TRM se ejecuta el comando *ST*
4. Un canal debe considerarse defectuoso si el led correspondiente no se enciende al alimentar el canal respectivo con  $24 V_{dc}$ .

#### 4.7.1.2 Prueba de la tarjeta DSDI 110F

Cada tarjeta DSDI 110F tiene como unidad de conexión a la tarjeta DSTD 151, disponiendo de 32 señales de entrada. Para probar tanto la DSDI 110F, como su unidad de conexión se deben seguir los siguientes pasos:

1. Identificar claramente las dos tarjetas en la UTR
2. Verificar que el interruptor S3, correspondiente al voltaje de alimentación de las indicaciones, este cerrado. Con la ayuda de los respectivos documentos de instalación de la UTR, localizar los terminales (en la bornera de la respectiva unidad de conexión DSTD 151) correspondientes a los diferentes canales a ser probados.
3. Utilizando el ya mencionado programa RTU400.TRM, seguir los siguientes pasos:
  - Realizar las conexiones indicadas en la figura 4.12
  - Arrancar el programa RTU400.TRM en el computador personal y reinicializar la UTR con un cold start.
  - Con el prompt "C400 is restarted" y ">" ejecutar el comando *DI* (correspondiente a "Digital Input")
  - Seleccionar: el tipo de tarjeta (DSDI 110F), la dirección (21H), y el canal (1 a 32<sub>max</sub>) respectivo. La dirección depende del número de tarjetas para indicaciones instaladas. Es decir que de haber, por ejemplo, 3 tarjetas DSDI 150 (20H, 21H, y 22H), la dirección sería 23H. Así mismo, si hay más de una tarjeta DSDI 110F, la dirección de la segunda tarjeta sería 24H, de acuerdo al ejemplo indicado.
  - Luego de seleccionar los parámetros respectivos, verificar que la UTR este funcionando sin condiciones de alarma o falla. Esto se puede confirmar

observando que no existan leds (rojos) activados, en la parte superior del panel frontal de las tarjetas de la UTR. En este caso bastaría con que el led de la DSDI 110F esté apagado. De no ser así se debe tratar de superar esta condición, repitiendo los pasos anteriores; y si la condición persiste la tarjeta con indicación de falla (led activado) debe ser reemplazada.

- Utilizando un cable y los conectores adecuados, alimentar (en la unidad de conexión) los respectivos canales con el voltaje de la fuente de la UTR ( $24 V_{dc}$ ). En cada tarjeta existen varios terminales con dicho nivel de polarización. Simultáneamente se debe verificar que los respectivos leds de la tarjeta DSDI 110F se enciendan al realizar la conexión indicada.
  - Se desplegará una tabla que indica el estado de los 7 canales adyacentes al escogido y el canal propiamente dicho.
  - Para salir del comando *DI*, se presiona "ENTER".
  - Para probar otro canal se debe ejecutar otra vez el comando *DI*, y
  - Para salir del programa RTU400.TRM se ejecuta el comando *ST*
4. Un canal debe considerarse defectuoso si el led correspondiente no se enciende al alimentar el canal respectivo con  $24 V_{dc}$ .

#### 4.7.2 PRUEBAS DE LAS SEÑALES PARA CUANTIFICAR ENERGIA

Las señales de pulsos de entrada se conectan a la tarjeta DSDP 110 a través de la unidad de conexión DSTD 151. En cada DSDP 110 se dispone de 4 grupos de 7 contadores cada uno, y para cada grupo existe una señal común que define la dirección del conteo de los pulsos (ascendente / descendente). Para probar la DSDP 110, así como su unidad de conexión (DSTD 151) se deben seguir los siguientes pasos:

1. Identificar claramente las dos tarjetas en la UTR
2. Verificar que el interruptor S3, correspondiente al voltaje de alimentación de las indicaciones (las unidades de conexión para pulsos -DSTD 151- son las mismas que para indicaciones) este cerrado. Con la ayuda de los respectivos documentos de

instalación de la UTR, localizar los terminales (en la bornera de la respectiva unidad de conexión DSTD 151) correspondientes a los diferentes contadores de pulsos a ser probados.

3. Utilizando el ya mencionado programa RTU400.TRM, seguir los siguientes pasos:

- Realizar las conexiones indicadas en la figura 4.12
- Arrancar el programa RTU400.TRM en el computador personal y reinicializar la UTR con un cold start.
- Con el prompt "C400 is restarted" y ">" ejecutar el comando *PC* (correspondiente a "Pulse Counters")
- Seleccionar: el tipo de tarjeta (DSPC 110), la dirección (90H), y el contador (1 a  $28_{max}$ ) respectivo.
- Verificar que la UTR este funcionando sin condiciones de alarma o falla. Esto se puede confirmar observando que no existan leds (rojos) activados, en la parte superior del panel frontal de las tarjetas de la UTR. En este caso bastaría con que el led de la DSDP 110 esté apagado. De no ser así se debe tratar de superar esta condición, repitiendo los pasos anteriores; y si la condición persiste la tarjeta con indicación de falla (led activado) debe ser reemplazada.
- Utilizando un cable y los conectores adecuados, alimentar (en la unidad de conexión) los respectivos terminales con el voltaje de la fuente de la UTR ( $24 V_{dc}$ ). En cada tarjeta existen varios terminales con dicho nivel de polarización. Simultáneamente se debe verificar que los respectivos leds de la tarjeta DSDP 110 se enciendan al proporcionar los pulsos con la conexión indicada. Si se desea que los contadores realicen un conteo descendente, se debe conectar el terminal " $R_K$ " ( $K=1,2,3$  o  $4$ ; hay un terminal " $R_K$ " para cada grupo de 7 contadores) al voltaje de  $24 V_{dc}$ . Obsérvese que al conectar los terminales " $R_K$ " a  $24 V_{dc}$ . los contadores del grupo correspondiente, contarán en sentido descendente.
- El estado del contador escogido se desplegará continuamente en el computador

en una escala de 0 a 255 pulsos.

- Para salir del comando *PC* se presiona "ENTER",
- Para probar otro contador se debe ejecutar otra vez el comando *PC*, y
- Para salir del programa RTU400.TRM se ejecuta el comando *ST*.

4. Un contador debe considerarse defectuoso si el led correspondiente no se enciende al alimentar el canal respectivo con  $24 V_{dc}$ .

#### 4.7.3 PRUEBAS DE LAS MEDICIONES ANALOGICAS

Las señales analógicas de entrada se conectan a la tarjeta DSAI 120 a través de la unidad de conexión DSTA 121. En cada DSAI 120 se dispone de 32 canales analógicos de entrada que aceptan entradas analógicas de  $\pm 20 mA_{dc}$ ,  $0-20 mA_{dc}$ . Para probar la DSAI 120, así como su unidad de conexión (DSTA 121) se deben seguir los siguientes pasos:

1. Identificar claramente las dos tarjetas en la UTR
2. Utilizando el ya mencionado programa RTU400.TRM ejecutar las siguientes instrucciones:
  - Realizar las conexiones indicadas en la figura 4.12
  - Arrancar el programa RTU400.TRM en el computador personal y reinicializar la UTR con un cold start
  - Con el prompt "C400 is restarted" y ">" ejecutar el comando *AD* (correspondiente a "AVD Conversions")
  - Seleccionar: el tipo de tarjeta (DSAI 120), la dirección (60H), el canal (1 - 32<sub>max</sub>) respectivo, y una ganancia de 2. Si se requiere probar una segunda tarjeta DSAI 120, la dirección sería 61H, y así sucesivamente.
  - Verificar que la UTR este funcionando sin condiciones de alarma o falla. Esto se puede confirmar observando que no existan leds (rojos) activados, en la parte superior del panel frontal de las tarjetas de la UTR. En este caso bastaría con que el led de la DSAI 120 esté apagado. De no ser así se debe tratar de superar esta

condición, repitiendo los pasos anteriores; y si la condición persiste la tarjeta con indicación de falla (led activado) debe ser reemplazada.

- Utilizando un cable, los conectores adecuados y una fuente de corriente (de 0-20 mA<sub>dc</sub>) alimentar (en la unidad de conexión) los respectivos canales con el nivel de corriente deseado.
  - El valor digitalizado de la respectiva señal analógica de entrada (entre -20 y +20 mA.) se desplegará continuamente en el computador en una escala de -2000 a +2000 bits.
  - Para salir del comando *AD* se presiona "ENTER".
  - Para probar otro canal se debe ejecutar otra vez el comando *AD*, y
  - Para salir del programa RTU400.TRM se ejecuta el comando *ST*.
3. Un canal debe considerarse defectuoso si el valor digitalizado no corresponde al valor de corriente DC alimentado en el canal respectivo. La tolerancia aceptable máxima a fondo de escala es de  $\pm 2$  bits. Es decir un valor generalizado de  $\pm 0.1\%$ . En caso de no conseguir valores con la tolerancia indicada se debe calibrar la tarjeta DSAI 120 o revisar la unidad de conexión DSTA 121 correspondiente.
4. Para la calibración de la DSAI 120, se dispone en su panel frontal de dos potenciómetros:
- potenciómetro "G", para ajustar la ganancia de los 32 canales analógicos de entrada, y
  - potenciómetro "Z", para ajustar el valor "CERO" de los 32 canales analógicos de entrada.

#### 4.7.4 PRUEBAS DE LAS SEÑALES PARA COMANDOS

Los comandos de salida pueden conectarse, a través de las respectivas unidades de conexión, a dos tipos de tarjetas para salidas digitales:

- tarjeta DSDO 160 para comandos de maniobra.
- tarjeta DSDO 131 para comandos de set point.

#### 4.7.4.1 Prueba de la tarjeta DSDO 160

Cada tarjeta DSDO 160 puede manejar hasta 16 unidades de conexión DSTD 180. A su vez, cada DSTD 180 maneja 17 relés, con lo que se completarían 272 relés en total. Sin embargo, por motivos de diseño, las DSTD 180 manejan un relé auxiliar y 16 relés para maniobra; con esto la DSDO 160 manejaría hasta 256 relés, dependiendo del número de unidades de conexión instaladas. Cada "objeto" (disyuntor, tap o unidad de generación) a maniobrar posee dos contactos: uno de apertura y otro de cierre, en caso de un disyuntor, y uno de subida y otro de bajada, en el caso de taps de transformadores o potencias (P y Q) de un generador. Es decir que la DSDO 160 está en capacidad de maniobrar hasta 128 "objetos".

Para probar tanto la DSDO 160, como su unidad de conexión (DSTD 180) se deben seguir los siguientes pasos:

1. Identificar claramente las dos tarjetas en la UTR
2. Verificar que el interruptor S4 correspondiente al voltaje de alimentación de los relés para comandos, este cerrado. Con la ayuda de los respectivos documentos de instalación de la UTR, localizar los terminales (en la bornera de la respectiva unidad de conexión DSTD 180) correspondientes a los diferentes objetos a ser probados.
3. Con la ayuda del ya mencionado programa RTU400.TRM realizar lo siguiente:
  - Conectar la UTR, el computador personal y la caja de conexión como se indica en la figura 4.12
  - Arrancar el programa RTU400.TRM en el computador personal y reinicializar la UTR con un cold start.
  - Con el prompt "C400 is restarted" y ">" ejecutar el comando *CM* (correspondiente a "Command")
  - Seleccionar: el tipo de tarjeta (DSDO 160), la dirección (BOH), el objeto (1 a 128<sub>max</sub>) respectivo, el estado ON (cerrado) u OFF (abierto) y el tiempo del pulso (0 a 10000 ms<sub>max</sub>). Si se requiere probar una segunda tarjeta DSDO 160, la dirección

sería BIH, y así sucesivamente.

- Luego de seleccionar los parámetros indicados, verificar que la UTR este funcionando sin condiciones de alarma o falla. Esto se puede confirmar observando que no existan leds (rojos) activados, en la parte superior del panel frontal de las tarjetas de la UTR. En este caso bastaría con que el led de la DSDO 160 esté apagado. De no ser así se debe tratar de superar esta condición, repitiendo los pasos anteriores; y si la condición persiste la tarjeta con indicación de falla (led activado) debe ser reemplazada.
  - Paralelamente, y utilizando un cable y los conectores adecuados, medir el voltaje de salida de los terminales en la unidad de conexión (voltaje entre el terminal respectivo y el terminal negativo de la fuente). o medir la impedancia de los contactos de los relés en los terminales de la unidad de conexión (ver documentos de instalación respectivos) . Simultáneamente se debe verificar que los respectivos leds de la tarjeta DSDO 160 se enciendan al ejecutar el comando especificado. La DSDO 160 tiene 2 columnas de 16 leds cada una. La primera corresponde a las unidades de conexión (1 a 16), y la segunda al canal respectivo (1 a 16).
  - Para salir del comando *CM*, se presiona "ENTER"
  - Para probar otro canal se debe ejecutar otra vez el comando *CM*, y
  - Para salir del programa RTU400.TRM se ejecuta el comando *ST*
4. Un canal debe considerarse defectuoso si el led correspondiente no se enciende o si es que los contactos de los relés no cierran al ejecutar el comando especificado.

#### 4.7.4.2 *Prueba de la tarjeta DSDO 131*

La tarjeta DSDO 131 se utiliza para controlar, en lazo cerrado, las potencias (P y Q) de las unidades de generación. La UTR recibe, desde el CENACE, el valor de consigna respectivo. Cada DSDO 131 puede manejar hasta 16 relés que manejan la señal para subir o bajar la potencia activa o reactiva de los generadores. Para cada generador se utilizan 4 relés:

1. aumentar potencia activa
2. disminuir potencia activa
3. aumentar potencia reactiva
4. disminuir potencia reactiva

Es decir que con una tarjeta DSDO 131 se pueden manejar hasta 4 unidades de generación. En el panel frontal de la DSDO 131 existen 2 columnas de 8 leds cada una, correspondientes a los 16 relés mencionados.

El módulo de software (del programa RTU400.TRM) que maneja la DSDO 131 maneja 32 canales de 16 relés cada uno . Sin embargo, en el caso práctico de la DSDO 131, los 8 primeros relés responderán de igual manera al ingresar un dato hexadecimal (00-FF) *en cualquiera de los 8 primeros canales (1-8)*. Así mismo, los 8 relés restantes responderán de manera idéntica al ingresar un dato hexadecimal *en cualquiera de los 8 canales restantes (9 -16)*. Cualquier dato ingresado en canales del 17 al 32 no tendrá efecto en los relés asociados a la tarjeta DSDO 131.

Para probar tanto la DSDO 131, como su unidad de conexión (DSTD 132) se deben seguir los siguientes pasos:

1. Identificar claramente las dos tarjetas en la UTR
2. Verificar que el interruptor S4 correspondiente al voltaje de alimentación de los relés para comandos, este cerrado. Con la ayuda de los respectivos documentos de instalación de la UTR, localizar los terminales (en la bornera de la respectiva unidad de conexión DSTD 132) correspondientes a los diferentes generadores a ser controlados.
3. Con la ayuda del ya mencionado programa RTU400.TRM realizar lo siguiente:
  - Conectar la UTR, el computador personal y la caja de conexión como se indica en la figura 4.12
  - Arrancar el programa RTU400.TRM en el computador personal y reinicializar la

UTR con un cold start.

- Con el prompt "C400 is restarted" y ">" ejecutar el comando *DO* (correspondiente a "Digital Output")

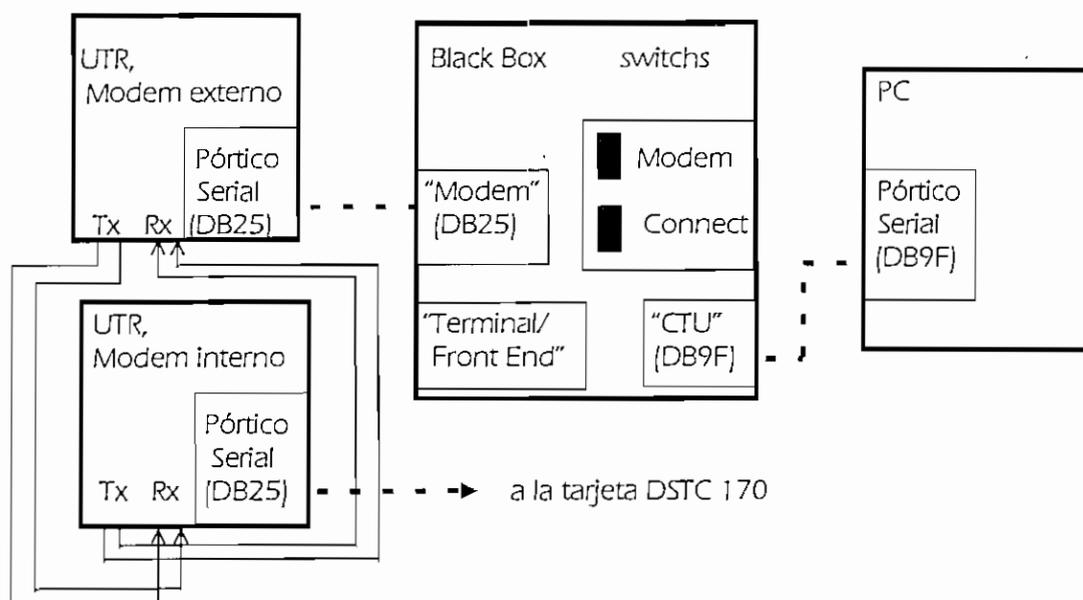
Seleccionar: el tipo de tarjeta (DSDO 110 que "corresponde" a la DSDO 131), la dirección (C0 H), el canal (de 1 a 32<sub>max</sub>) y el dato respectivo (00 H a FF H). Si se requiere probar una segunda tarjeta DSDO 131, la dirección sería C1H, y así sucesivamente. Esto quiere decir que, por ejemplo, para subir la potencia activa y reactiva del primer generador asociado a la tarjeta DSDO 131, el dato a ingresar (en cualquier canal del 1 al 8) sería: 05H (hexadecimal) = 0000 0101 b (binario). De igual manera, para subir la potencia activa y reactiva del quinto generador asociado a la segunda tarjeta DSDO 131, el dato a ingresar (en cualquier canal del 1 al 8) sería: 05H, pero la dirección de la tarjeta sería C1H. No obstante, el control en tiempo real de las señales para controlar la potencia de los generadores es realizado por el SET POINT CONTROLLER.

- Luego de seleccionar los parámetros indicados, verificar que la UTR esté funcionando sin condiciones de alarma o falla. Esto se puede confirmar observando que no existan leds (rojos) activados, en la parte superior del panel frontal de las tarjetas de la UTR. En este caso bastaría con que el led de la DSDO 131 esté apagado. De no ser así se debe tratar de superar esta condición, repitiendo los pasos anteriores; y si la condición persiste la tarjeta con indicación de falla (led activado) debe ser reemplazada.
- Paralelamente, y utilizando un cable y los conectores adecuados, medir el voltaje de salida de los terminales en la unidad de conexión o la impedancia de los contactos respectivos (ver documentos de instalación). Simultáneamente se debe verificar que los respectivos leds de la tarjeta DSDO 131 se enciendan al ingresar el dato especificado.
- Para salir del comando *DO*, se presiona "ENTER"
- Para probar otro canal se debe ejecutar otra vez el comando *DO*, y

- Para salir del programa RTU400.TRM se ejecuta el comando *ST*
4. Un canal debe considerarse defectuoso si el led correspondiente no se enciende o si es que los contactos de los relés no cierran al ingresar el dato especificado.

#### 4.7.5 PRUEBA DE LA TARJETA DE COMUNICACIONES

Adicionalmente a las pruebas de las señales que la UTR envía o recibe hacia o desde el proceso, es importante efectuar las pruebas en el sistema de comunicaciones de la UTR. El equipo cuenta con una tarjeta para comunicación asincrónica DSCA 140A, una unidad de conexión y uno o varios modems DTCM 01 dependiendo del tipo de configuración y/o enlace. La tarjeta DSCA 140A dispone de tres puertos de comunicación seriales cuyos conectores (DB25) están en la unidad de conexión DSTC 170. La conexión finaliza en el modem interno de la UTR, al que se conecta el canal de datos PLC, o, en el caso de esta prueba, al modem externo.



Elaboración: Autor

Figura 4.13: Esquema de conexiones entre la UTR y el computador personal acoplado al modem externo

Para realizar esta prueba hay que utilizar otro módulo de software denominado CTU.EXE (proporcionado por ABB), que se ejecuta solo desde el sistema operativo de un

computador personal.

El personal del CENACE ha venido efectuando estas pruebas con el computador proporcionado por ABB configurado para el propósito. La prueba requiere disponer de otro modem (modem externo) y de los accesorios que se indican en la figura.4.13.

Los pórtricos de la DSCA 140A funcionan con el formato V24./V28. y pueden manejar comunicación asincrónica en modo half o full duplex, con velocidades de hasta 4800 Bd.

La prueba de los canales de comunicación puede hacerse enviando las tablas de funciones desde el computador hacia la UTR, a través de: el modem externo, modem interno, unidad de conexión y finalmente la tarjeta de comunicaciones. Para realizar la prueba deben ejecutarse los pasos indicados a continuación:

1. Conectar los accesorios y el modem externo como se indica en la figura 4.13. Verificar que el modem interno de la UTR está conectado a uno de los pórtricos (1 o 2) de la unidad de conexión DSTC 170.
2. Arrancar la UTR (cold start) y verificar que luego del arranque se enciendan los 6 leds (DS, TR, CS, RS, CD y X) del pórtrico de comunicaciones correspondiente en el panel frontal de la DSCA 140A.
3. Utilizando el programa CTU.EXE, seguir las siguientes instrucciones:
  - Seleccionar las opciones de velocidad (1200 Bd) y protocolo de comunicaciones (RP570),
  - Especificar el número de UTR correspondiente (debe coincidir con el número definido, por hardware, en la tarjeta DSCA 140A)
  - En modo de "diálogo", enviar la siguiente secuencia de comandos ("build in text"): SCI, TSI (la fecha y la hora pueden ser las del computador) y SCI,

- Enviar la tabla de funciones de la UTR en cuestión. Durante este proceso la UTR no debería responder con mensajes NXR (“Non Execute Response”). En caso contrario:
  - la tabla de funciones puede tener errores debidos a degradaciones de los discos duros o “floppy” utilizados para su almacenamiento,
  - la tabla de funciones puede no corresponder a la UTR en cuestión, o
  - existe algún error en el hardware (modems, unidad de conexión o tarjeta de comunicaciones, ver capítulo V, literal 5.2.3).
- Enviar un comando FCOM para activar la UTR (“Activate UTR”), y
- Verificar que los leds de falla de cada tarjeta se apaguen. Algunas tarjetas como la DSMB 144 y la DSDO 160 toman alrededor de dos minutos en apagar el led de falla.

*CAPITULO V*

*MANTENIMIENTO DE LAS UTR's*

## CAPITULO V : MANTENIMIENTO DE LAS UTR'S

Tal como se describió en los capítulos I y II, la organización para el mantenimiento de los equipos (UTR's) del CENACE ha dividido esta actividad en:

1. Mantenimiento "tipo A": a ser realizado por personal de las subestaciones, y
2. Mantenimiento "tipo B": a ser realizado en sitio por personal del CENACE.

El sistema de soporte de mantenimiento diseñado para los equipos del CENACE rompe el esquema clásico de mantenimiento preventivo y mantenimiento correctivo, debido a la especificación y necesidad de reducir al máximo el mantenimiento preventivo. Esto quiere decir que labores como inspección, limpieza, calibraciones, verificaciones y pruebas de los equipos han de realizarse de manera muy puntual, y que los procedimientos y maniobras a ejecutarse sean, generalmente, necesarios para restablecer fallas o anomalías en los equipos.

Adicionalmente, cabe indicar que la detección de fallas en las UTR's, incluida en el concepto "FL1" definido en el capítulo II - literal 2.3.5.3, debe producirse en el CENACE como resultado de la supervisión del sistema de control. Luego, el aislamiento y reparación de las fallas en la UTR, incluidos en el concepto "FL2" (definido en el literal 2.3.5.3), se ejecutarán haciendo uso de los procedimientos del mantenimiento "tipo A" y "tipo B" descritos en el presente capítulo.

La documentación necesaria para llevar a cabo el mantenimiento "tipo A" constituye, básicamente, los procedimientos descritos en el literal 5.1: Mantenimiento "tipo A". En tanto que para el mantenimiento "tipo B" será necesario el uso de la documentación proporcionada por ABB, además de los procedimientos descritos en el literal 5.2: Mantenimiento "tipo B", es decir que este tipo de mantenimiento involucra cierto

conocimiento y experiencia en el comportamiento y operación de las UTR's.

Las herramientas necesarias para realizar el mantenimiento "tipo B" han sido proporcionadas por ABB. El personal del CENACE las ha utilizado por suficiente tiempo como para inferir que no hacen falta explicaciones ni documentación adicionales sobre su uso. El mantenimiento "tipo A" no requiere de herramientas especiales.

Los repuestos que sean necesarios para reemplazar elementos defectuosos están disponibles en las bodegas del CENACE y el personal tipo "B" puede disponer de los mismos cuando juzgue conveniente.

## 5.1 MANTENIMIENTO "TIPO A"

El mantenimiento "tipo A" de las UTR's, descrito a continuación, constituye una revisión y maniobras sencillas tendientes a resolver problemas menores en las UTR's. Los operadores de cada subestación podrán ejecutar los procedimientos descritos sin mayores dificultades con la ayuda de un multímetro, fusibles y herramientas de uso común.

### 5.1.1 CHEQUEO Y RESTABLECIMIENTO DE VOLTAJES DE ENTRADA Y SALIDA Y VERIFICACION DEL CABLEADO

Estos chequeos deben realizarse en las regletas frontera de cada panel duplex y/o en las diferentes unidades de conexión de la UTR. Es muy importante aclarar que los operadores de las subestaciones ejecutarán estas verificaciones a pedido del CENACE quien dará las instrucciones y supervisará en forma remota estas actividades.

Los chequeos consistirán en verificar la presencia de las señales eléctricas (tanto voltajes como corrientes) involucradas con:

- la fuente de poder e interruptores de la UTR,

- la adquisición de datos, y
- la ejecución de comandos.

Posteriormente, en los numerales 5.1.1.1 hasta 5.1.1.5, se detallan las instrucciones para efectuar estos chequeos.

Aunque el cableado es revisado varias veces durante la instalación, hay ocasiones en las que surgen problemas con la adquisición de datos o con los comandos. En estos casos, es recomendable e importante revisar que cada hilo tenga el identificativo respectivo y esté acoplado correctamente y en los terminales correspondientes, tanto en la regleta frontera, como en las unidades de conexión de la UTR. Todos los circuitos y conexiones están adecuadamente ilustrados en los documentos de instalación "=C.RT/Dxx" (xx ≡ identificativo de la subestación) que ABB ha entregado como parte de la documentación del proyecto:

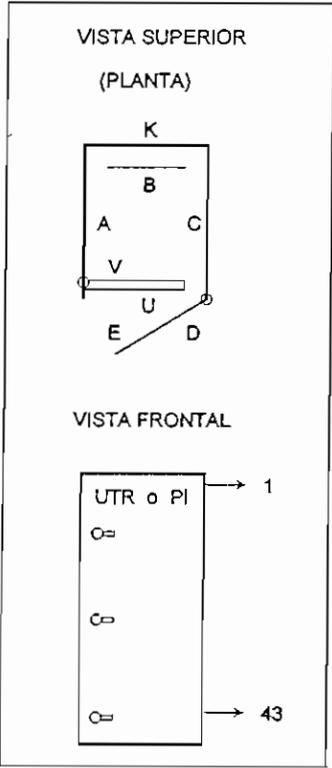
CARPETA N°	SUBESTACION
=C.RT / D01	Santa Rosa
=C.RT / D02	Santo Domingo
=C.RT / D03	Quevedo
=C.RT / D04	Pascuales
=C.RT / D05	Paute - Molino
=C.RT / D06	Esmeraldas
=C.RT / D07	Milagro
=C.RT / D08	Riobamba
=C.RT / D09	Totoras
=C.RT / D10	Pucará
=C.RT / D11	Agoyán
=C.RT / D12	Salitral
=C.RT / D13	Vicentina
=C.RT / D14	Portoviejo
=C.RT / D15	Santa Elena
=C.RT / D16	Posorja
=C.RT / D17	Policentro
=C.RT / D18	Machala
=C.RT / D19	Cuenca
=C.RT / D20	Loja
=C.RT / D21	Ambato
=C.RT / D22	Ibarra
=C.RT / D23	Gonzalo Zevallos

Elaboración: Autor

Tabla 5.1: Documentos de instalación de la UTR's

Aunque es inusual, es probable que las condiciones ambientales de una subestación sean lo suficientemente adversas como para deteriorar o inhibir el aislamiento de los hilos o de los cables y por consiguiente causar problemas con las señales de la UTR. Corresponderá entonces al personal de las subestaciones revisar y dar mantenimiento a los ductos y al cableado en general. Si bien la frecuencia con la que se realicen este tipo de labores dependerá de cada subestación y de sus condiciones ambientales en sí, se recomienda realizarlas por lo menos una o dos veces al año.

Adicionalmente, es recomendable que el personal que inspeccione y manipule las UTR's se guíe por una notación indicada en la figura 5.1, y que ABB ha incluido en los documentos de instalación (C.RT/Dxx) para la fácil identificación y localización de las tarjetas y unidades de conexión dentro de la UTR. La notación define varios planos (A, B, C, D, E, K, U, V) y referencias verticales (1 - 43) sobre los cuales se han montado los diferentes componentes de la UTR y de los paneles de interfaz:



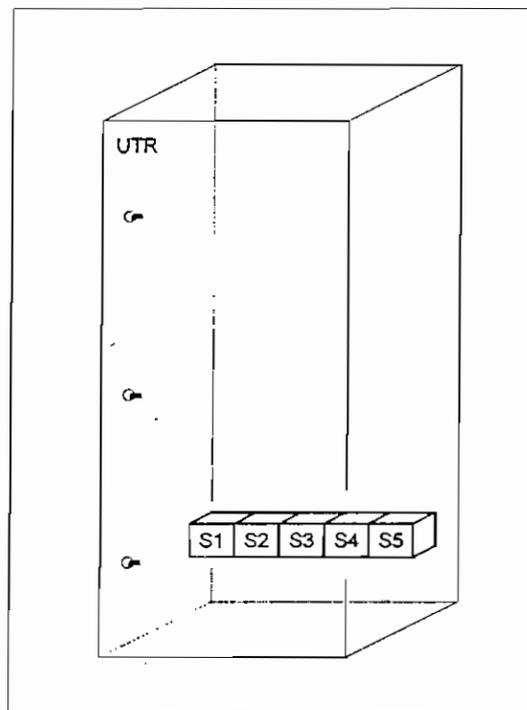
Elaboración: Autor

Figura 5.1: Planos y referencias de montaje en la UTR

### 5.1.1.1 *Chequeo de los interruptores de la UTR*

La figura 5.2 ilustra la ubicación (B40) de la unidad de 5 interruptores que posee la UTR para administrar y separar los circuitos de alimentación principal (48 V<sub>ac</sub>), 120 V<sub>ac</sub>, indicaciones, comandos y panel de alarmas. El procedimiento para verificar el estado de estos interruptores se detalla a continuación:

- Identificar el interruptor en cuestión:
  - "S1", para 120 V<sub>ac</sub>,
  - "S2", alimentación principal (48 V<sub>ac</sub>),
  - "S3", para indicaciones y contadores de pulsos (24 V<sub>ac</sub>),
  - "S4", para comandos (24 V<sub>ac</sub>), y
  - "S5", para el panel de alarmas (24 V<sub>ac</sub>)



Elaboración: Autor

Figura 5.2: Ubicación de la unidad de interruptores de la UTR

- Verificar que el interruptor esté CERRADO (switch en posición superior). Si el interruptor está cerrado y la UTR muestra anomalías en su funcionamiento, el supervisor del CENACE deberá reportar esta novedad a la División de Equipos y

Programas, para que personal especializado ("tipo B") proceda a verificar y restablecer la falla o desperfecto.

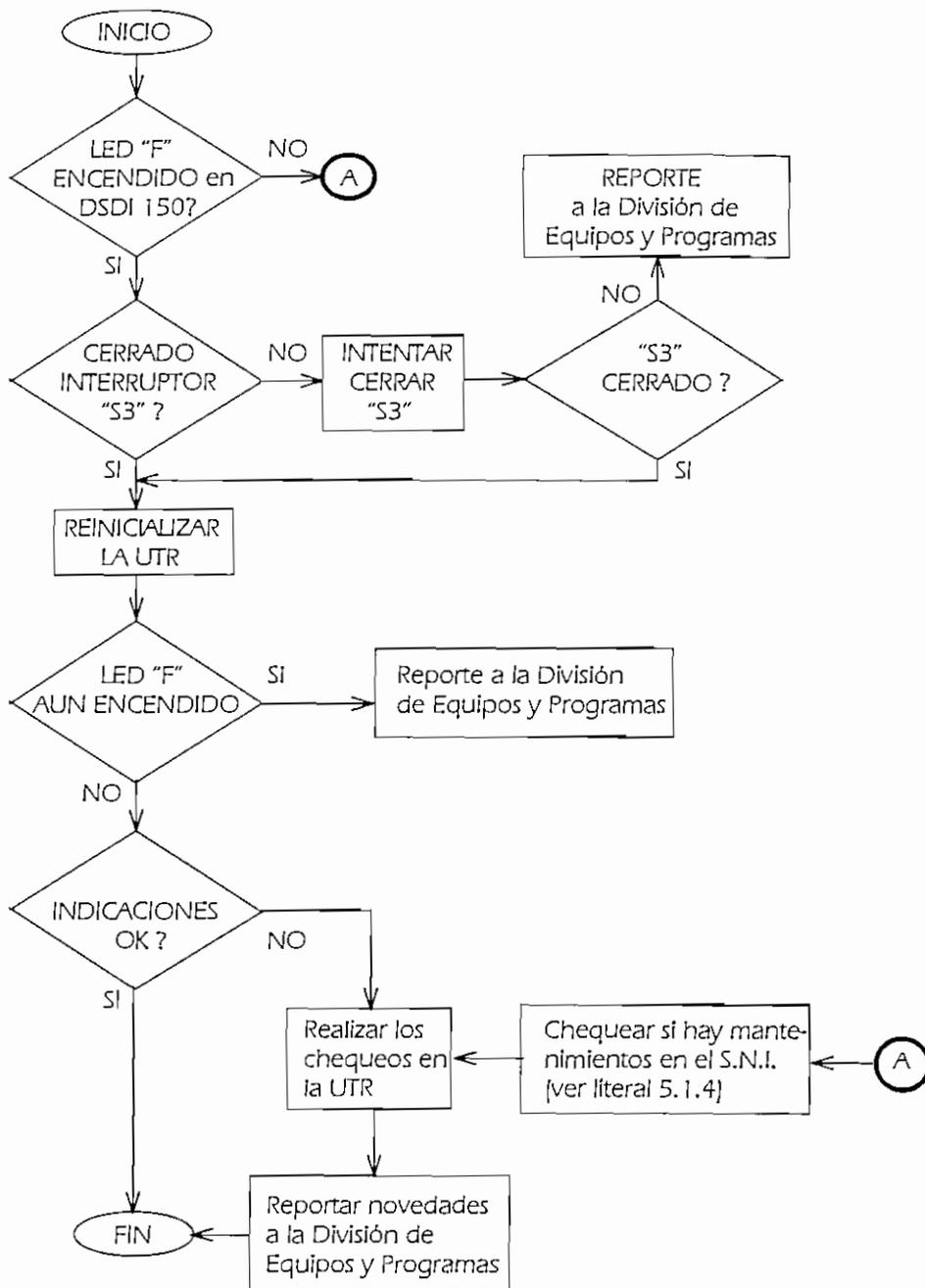
- En caso de que el interruptor esté ABIERTO (switch en posición inferior), se debe realizar un, y solo un, intento de cerrarlo activando el switch (posición superior).
- Si el interruptor en cuestión NO permite su CIERRE, es decir que el switch se abre precisamente después de intentar cerrarlo, el supervisor deberá reportar esta novedad a la División de Equipos y Programas, para que personal especializado proceda a verificar y restablecer la falla o desperfecto.
- Si el interruptor permite su CIERRE, se debe proceder a rearrancar la UTR, ver literal 5.1.3: "Reinicializaciones del equipo".

#### 5.1.1.2 *Regletas para indicaciones*

Las indicaciones y valores digitales se captan a través de contactos libres (secos, normalmente abiertos) de relés que son conducidos hacia las unidades de conexión DSTD 151 o 185.

Así, para un conjunto de señales generalmente asociadas a una posición se tendrá un hilo común que "trae" una señal de voltaje ( $24V_{dc}$ ) desde la UTR y que se conecta a un borne en todos los contactos involucrados. En tanto, el otro borne de los contactos es el que permitirá que la señal de voltaje sea captada por la UTR (en los canales individuales para indicaciones) en caso de que el contacto esté cerrado (señal activa); y si el contacto está abierto, la señal de voltaje no "regresará" a la UTR, indicando una señal inactiva.

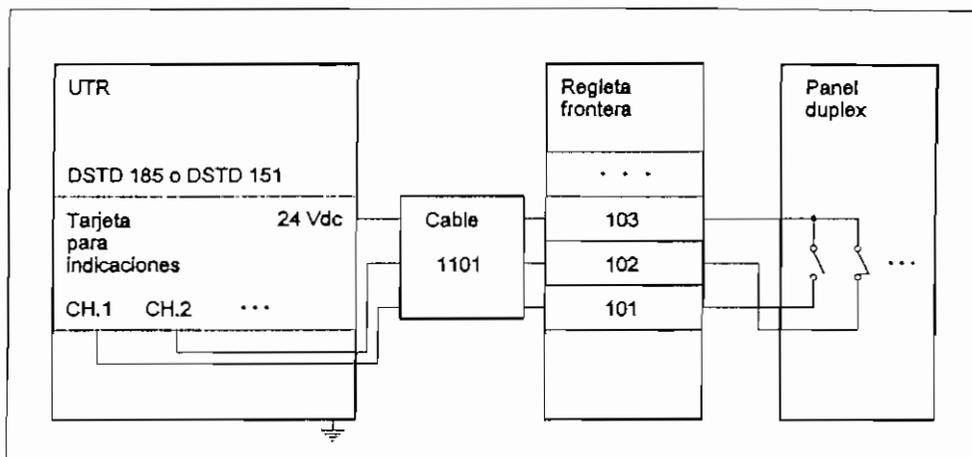
En la figura 5.3 se ilustra un diagrama de flujo con el que se deberían iniciarse las labores en la tarjeta DSDI 150 y/o DSDI 110F y en la figura 5.4 consta un esquema de la adquisición de datos para indicaciones incluyendo: la UTR, el cable, la regleta frontera y los contactos libres de los relés ubicados en los paneles duplex.



Elaboración: Autor

Figura 5.3 : Diagrama de flujo para la revisión de las tarjetas de indicaciones

Los siguientes chequeos deben realizarse en cada uno de los elementos de la ilustración 5.4 y cualquier novedad debe reportarse a la División de Equipos y Programas del CENACE:



Elaboración: Autor

Figura 5.4 : Esquema de adquisición de datos para indicaciones

- El interruptor "S3" debe estar cerrado y si está abierto se debe intentar cerrarlo (ver literal 5.1.1.1: Chequeo de los interruptores de la UTR)
- El estado de los elementos del sistema eléctrico de potencia debería coincidir con las señales de los relés. Por ejemplo, si un interruptor está abierto la indicación doble debe hacer que los contactos de los relés en el panel duplex permitan que la UTR detecte los 24 V<sub>dc</sub> en el canal respectivo (en la figura 5.4, el contacto cerrado correspondería al terminal 102 y el canal en la UTR sería el N°2 y el contacto abierto sería el terminal 101 y el canal en la UTR sería el N°1).
- Presencia del voltaje de 24 V<sub>dc</sub> proporcionado por la UTR, en el terminal respectivo de la unidad de conexión. En las unidades de conexión DSTD 185, estos terminales poseen una cuchilla de color naranja, y en las unidades de conexión DSTD 151 el voltaje de 24 V<sub>dc</sub> puede medirse en el terminal N°5.
- Las cuchillas de los terminales de la regleta frontera para indicaciones (terminales 100 al 199) deben estar cerradas. El cable que lleva estas señales a la UTR tiene una designación entre 1101 y 1199.
- El voltaje de 24 V<sub>dc</sub> en ambos lados (hacia el proceso y hacia la UTR) del terminal respectivo de la regleta frontera (en el gráfico sería el 103).

#### 5.1.1.3 *Regletas para señales de alarma*

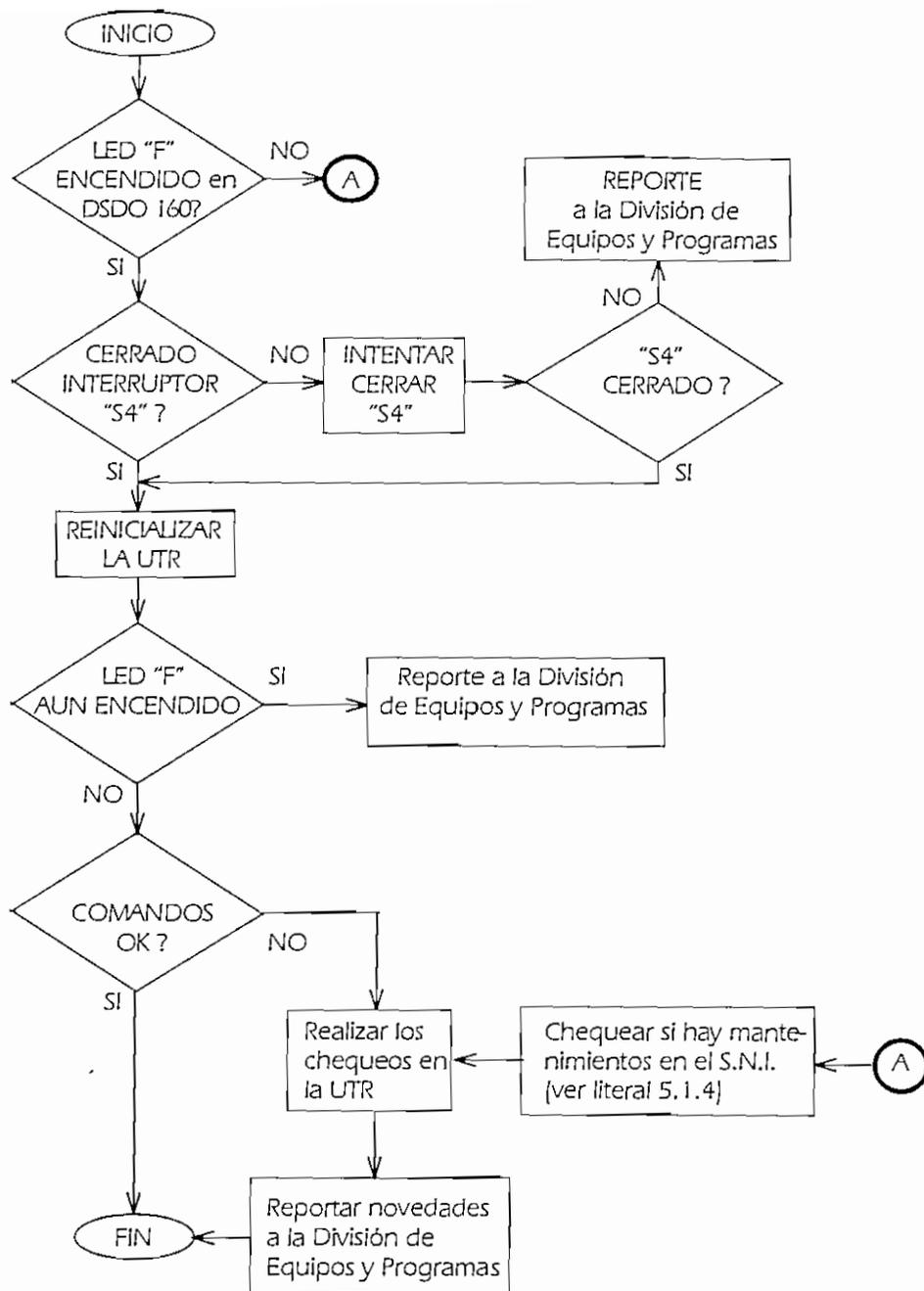
Debido a que las señales de alarmas son señales digitales, los esquemas de adquisición de datos y, por lo tanto, el diagrama de flujo y los chequeos y verificaciones siguen los mismos lineamientos que los descritos para las indicaciones. Es decir, la UTR proporciona una señal de voltaje y los relés asociados a las alarmas permiten que esta señal de voltaje sea detectada o no por el equipo, si es que el contacto esta cerrado o abierto respectivamente. La única diferencia que existe es que los terminales para alarmas en la regleta frontera van del 200 al 299.

#### 5.1.1.4 *Regletas para comandos*

La ejecución de un comando, ya sea sobre un interruptor, una unidad de generación o el tap de un transformador, involucra necesariamente el cierre o la apertura de un contacto dentro del sistema de control local de cada panel duplex.

Es así, que para conseguir que los comandos generados en el CENACE se ejecuten localmente, se han instalado relés auxiliares cuyos contactos se conectan, de acuerdo a la necesidad, en serie o en paralelo a los contactos de control local en los paneles duplex. De este modo, la UTR a través de sus unidades de conexión para comandos (DSTD 180 y DSTD 132), energiza los relés auxiliares y se ejecuta el comando respectivo.

En la figura 5.5 se ilustra un diagrama de flujo con el que deben iniciarse las labores en las tarjetas DSDO160 y/o DSDO 131 (aunque en el diagrama solo se incluye la tarjeta DSDO 160) y la figura 5.6 esquematiza la ejecución de comandos incluyendo: la UTR, cuchillas, relés auxiliares, el cable, la regleta frontera y los contactos de los relés llevados hasta los paneles duplex.

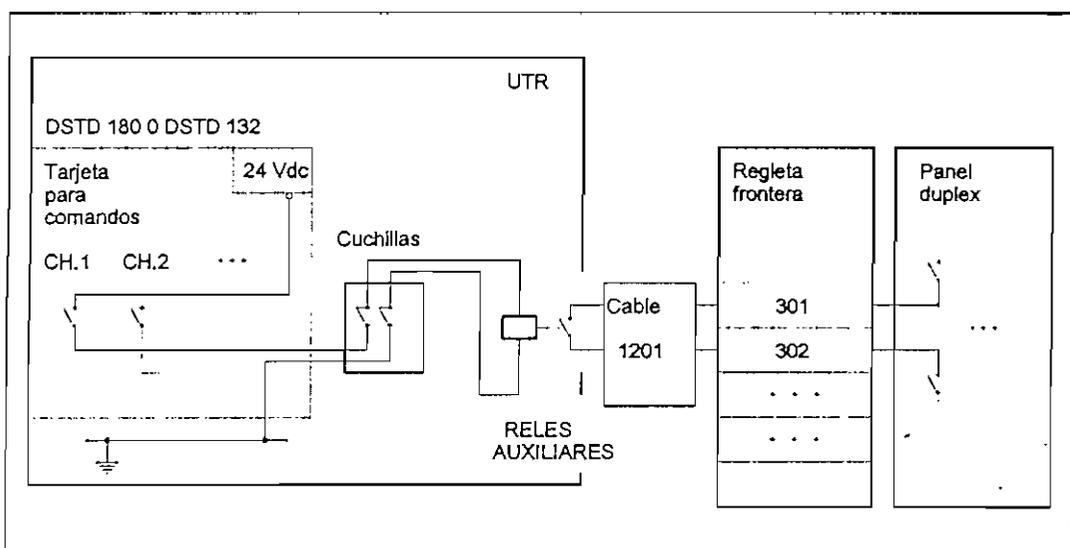


Elaboración: Autor

Figura 5.5 : Diagrama de flujo para la revisión de las tarjetas de comandos

Los chequeos deben realizarse en cada uno de los elementos de la ilustración 5.6 y cualquier novedad debe reportarse a la División de Equipos y Programas del CENACE:

- El interruptor "S4" de la UTR debe estar cerrado.
- Los contactos de los relés deben responder a las acciones de control, es decir que deben cerrarse o abrirse cuando el comando se ejecuta en el CENACE. Esta prueba se puede realizar conectando un multímetro para verificar que los contactos de los contactos de los relés operen simultáneamente con la ejecución del comando.
- Las cuchillas o interruptores que conectan a los relés auxiliares con la UTR deben estar cerradas.
- Las cuchillas de la regleta frontera, correspondientes a los terminales de comandos (300-399) deben estar cerradas. El cable que conduce estas señales tiene una designación entre 1201 y 1299.



Elaboración: Autor

Figura 5.6 : Esquema para la ejecución de comandos

#### 5.1.1.5 Regletas para mediciones analógicas

Las mediciones analógicas son adquiridas acoplando las señales de los secundarios de los transformadores de potencial y de corriente a los transductores de la UTR. La adquisición de potencias activa y reactiva involucra una conexión, a través de la regleta frontera, en paralelo para las señales de voltaje ( $115 V_{ac}$ ,  $3\phi$ ) y una conexión en serie

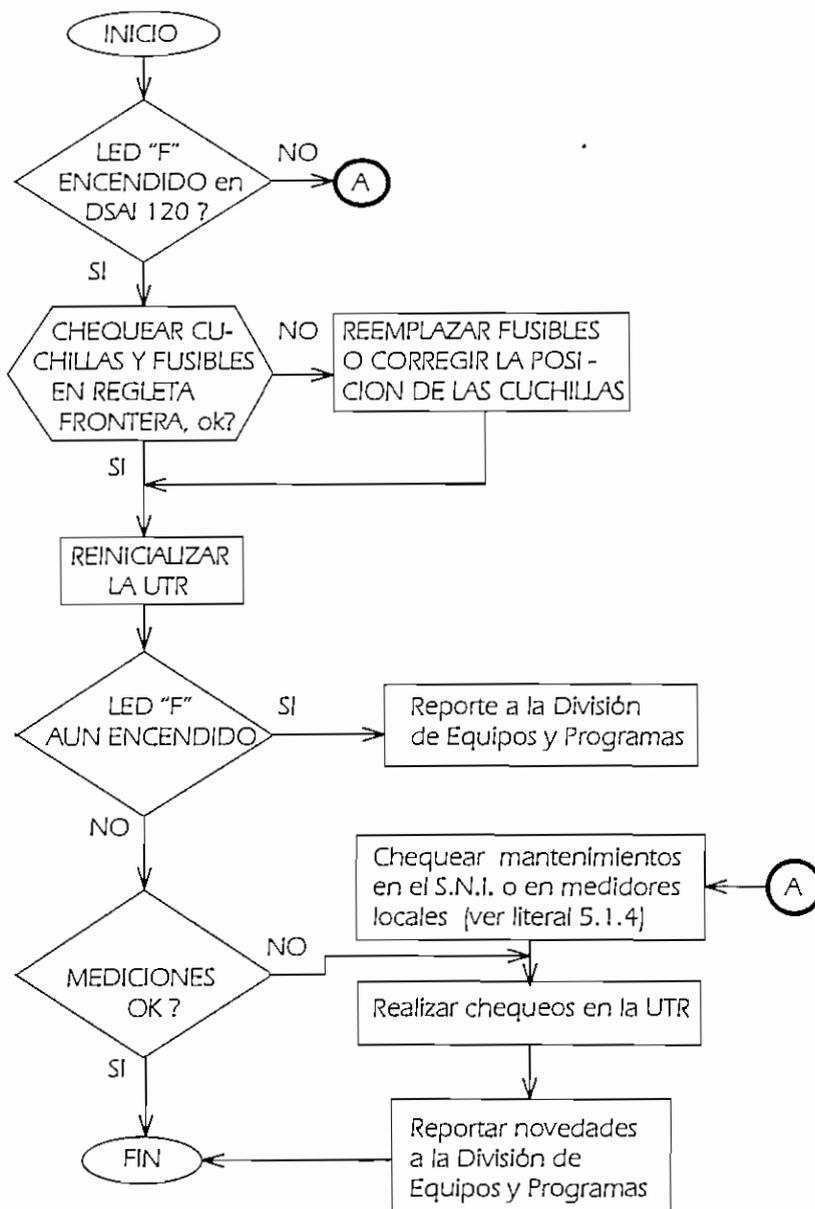
para las señales de corriente ( $5 A_{ac}$ ,  $2\phi$ ). Las señales se encuentran disponibles, en la mayoría de los casos en los paneles duplex de cada posición, ya que son utilizadas para la representación de: voltajes de barra o de línea, flujo por las líneas de transmisión, y frecuencia en los voltímetros, amperímetros, vatímetros, varímetros y frecuencímetros locales.

Las señales han sido conducidas hasta la regleta frontera, para luego conectarse a los transductores de la UTR, los mismos que proporcionan corrientes DC proporcionales a la variable de interés en el rango de  $\pm 20$  mA., o 0 - 20 mA.. Estas señales se conectan a la unidad de conexión para señales analógicas en la UTR (DSTA 121).

Para facilitar las labores, se ha incluido un diagrama de flujo en la figura 5.7 y un esquema de la adquisición de datos para señales analógicas en las figuras 5.8 y 5.9.

Los chequeos deben realizarse en cada uno de los elementos de las figuras 5.8 o 5.9 y cualquier novedad debe reportarse a la División de Equipos y Programas del CENACE:

- Si las señales están correctamente conectadas y si los transductores funcionan bien, se pueden medir las corrientes DC (en el rango de  $\pm 20$  mA., o 0 - 20 mA.) en los terminales respectivos en la unidad de conexión DSTA 121 de la UTR. Cada terminal de la tarjeta DSTA 121 posee una cuchilla plástica que permite medir (la cuchilla debe estar abierta) las corrientes DC conectando el miliamperímetro en unos agujeros ubicados en los extremos de la cuchilla.
- Las cuchillas en la regleta frontera para voltajes (401,402,y 403) deben tener fusibles en buen estado y la cuchillas para corrientes (406,407,408 y 409) deben ser de tipo cortocircuitable. El cable asociado a estas señales tiene una designación entre 1301 y 1399.

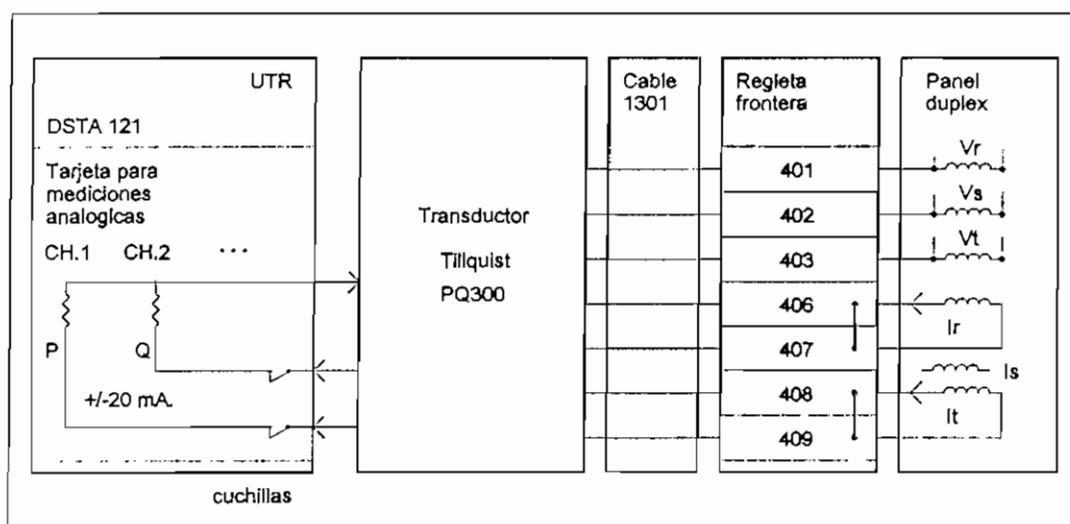


Elaboración: Autor

Figura 5.7 : Diagrama de flujo para la revisión de las tarjetas para mediciones analógicas

- Verificar la presencia del voltaje trifásico de  $115 V_{ac}$  en los terminales 401,402 y 403 de la regleta frontera en cada panel duplex.
- Si existe algún problema con una medición analógica y se ha verificado la presencia de los voltajes de  $115 V_{ac}$  en la regleta frontera, corresponderá verificar (en las cuchillas de los terminales 406, 407, 408 y 409) las corrientes en el rango de 0 - 5  $A_{ac}$ . Para esto se deben cortocircuitar las cuchillas 406-407 y 408-409 (un par a la

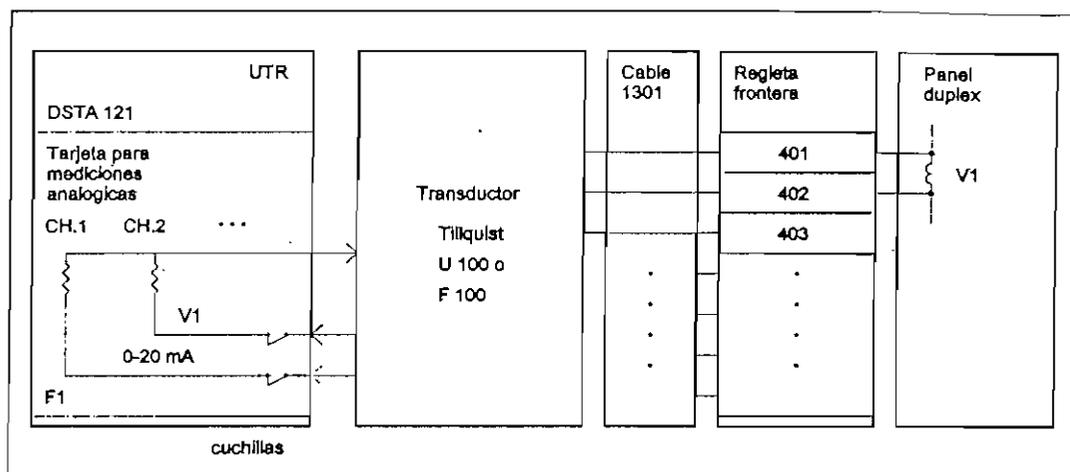
vez), insertar el amperímetro (conexión en serie) y luego abrir las cuchillas para medir las corrientes. Es muy importante indicar que la manipulación incorrecta de estas cuchillas reviste un riesgo considerable ya que si el circuito de corriente se abre los voltajes inducidos alcanzan el orden de varios kV.; y si se produce un cortocircuito en las señales de voltaje, las protecciones pueden activarse abriendo los interruptores de potencia involucrados.



Elaboración: Autor

Figura 5.8: Esquema de adquisición de datos para "P" y "Q"

Cabe mencionar que el ejemplo ilustrado corresponde a la medición analógica más compleja (potencias activa y reactiva) ya que involucra un mayor número de señales e inclusive mayor riesgo. No obstante, para medir voltajes de barra, frecuencia, posición de taps en transformadores, nivel de embalses, etc. se utiliza un esquema similar con los transductores respectivos (U100, F100, AT102 S, etc). En estos casos la verificación de las señales resulta más sencilla ya que tan solo hay que verificar las señales en la regleta frontera (generalmente voltaje) y corrientes DC ( $0 - \pm 20 \text{ mA}_{\text{DC}}$ ) en el canal respectivo, sin correr mayores riesgos ni involucrar a un mayor número de señales.



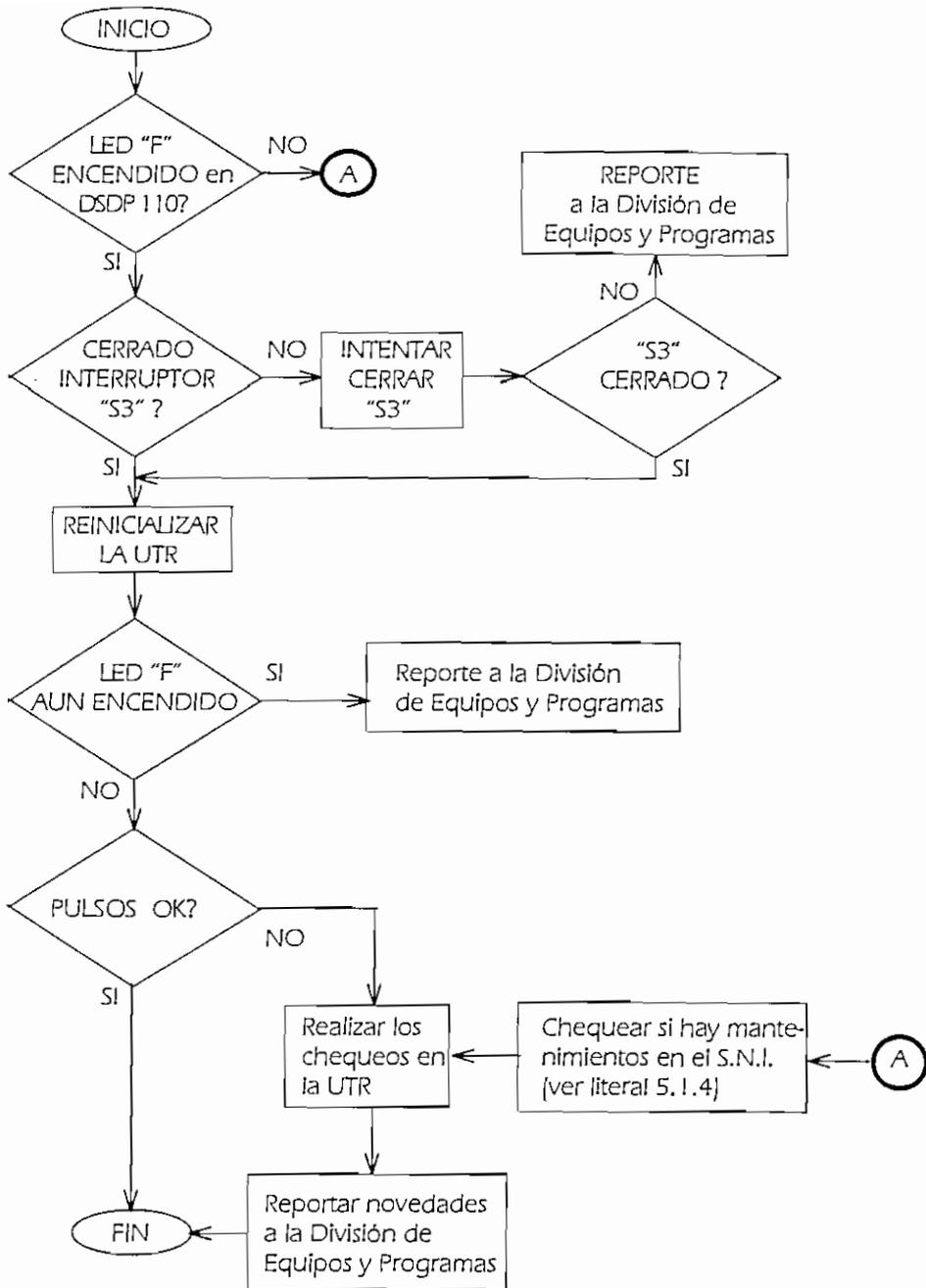
Elaboración: Autor

Figura 5.9: Esquema de adquisición de datos para "V" o "f"

#### 5.1.1.6 Regletas para medición de energía

Para cuantificar la energía se han instalado generalmente transductores del tipo "Tillquist, E100". Cabe recordar que las señales que se han considerado son la energía generada por una unidad de generación o la energía consumida por un punto de entrega hacia las Empresas Eléctricas. Por lo general, las señales no se llevan hasta la regleta frontera, ya que la entrada de los transductores para energía se acopla directamente a la salida ( $\pm 20$  mA., o 0-20 mA.) de los transductores para potencias activa y reactiva en la UTR. Luego, la salida de los transductores para energía se conecta a las unidades de conexión DSTD 151 para pulsos, en los paneles de la UTR o de interfaz. No obstante, en las subestaciones donde ya existen transductores que proporcionan los pulsos para cuantificar energía, las señales se han conectado a los terminales de la serie 500-599 en la regleta frontera.

El tren de pulsos proporcionado por los transductores tiene una frecuencia proporcional a la potencia medida. De esta manera, se integra la potencia en el tiempo y se puede establecer que cada pulso corresponde a una determinada cantidad de energía (MW\*h o MVar\*h).



Elaboración: Autor

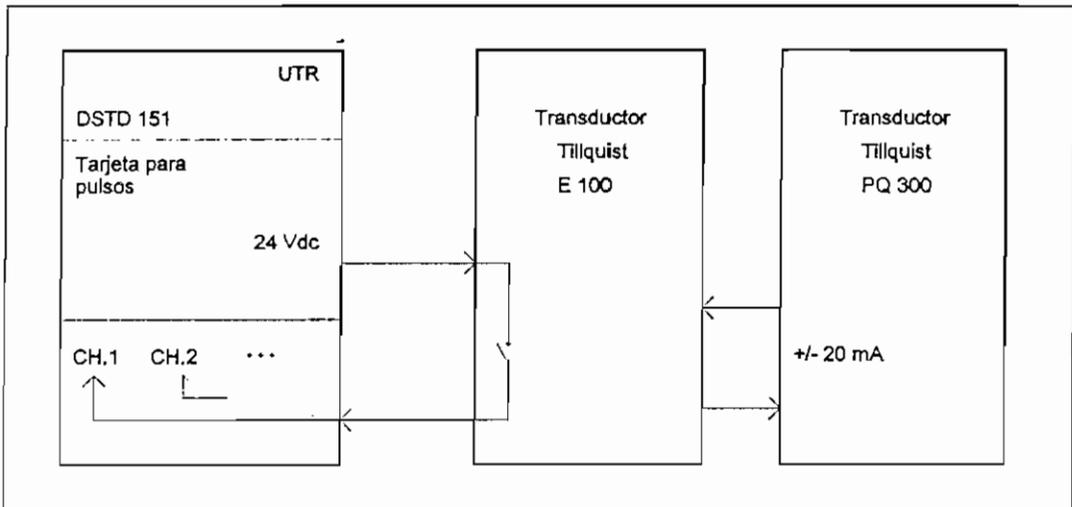
Figura 5.10: Diagrama de flujo para la revisión de las señales para cuantificar energía

En la figura 5.10 se ilustra un diagrama de flujo con el que se facilitan las labores en la tarjeta DSDP 110 y la figura 5.11 esquematiza la adquisición de datos para pulsos de energía incluyendo: la UTR, el cable, la regleta frontera y los contactos de los relés. Los chequeos deben realizarse en cada uno de los elementos de las figuras 5.11 y/o 5.12; y

cualquier novedad debe reportarse a la División de Equipos y Programas del CENACE.

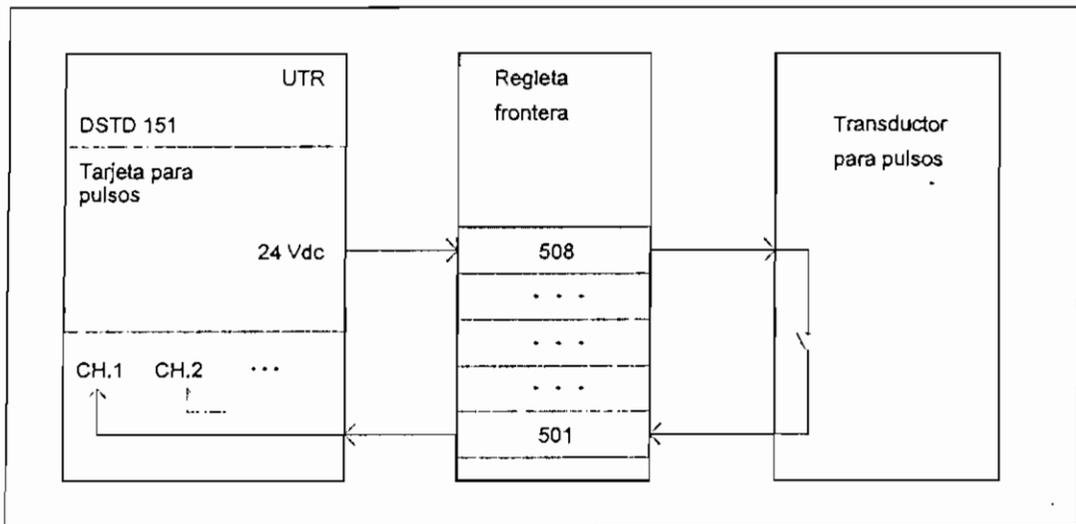
La revisión de los pulsos dependerá de donde se encuentren instalados el transductores:

- Si los transductores están instalados en la UTR o en los paneles de interfaz (ver figura 5.11) los pulsos deberán chequearse en los terminales la unidad de conexión DSTD 151 (pulsos de  $24 V_{dc}$  entre el canal respectivo y tierra<sup>7</sup>).



Elaboración: Autor

Figura 5.11: Esquema de adquisición de pulsos para cuantificar energía (I)



Elaboración: Autor

Figura 5.12: Esquema de adquisición de pulsos para cuantificar energía (II)

- Si los transductores están "fuera" de la UTR (ver figura 5.12) las señales podrán verificarse en los terminales respectivos de la serie 500-599 en las regletas frontera . Por ejemplo, para la unidad TGI en la central Santa Rosa, los pulsos de la energía activa bruta generada se miden entre el terminal 501 y tierra o también entre el canal respectivo de la unidad de conexión DSTD 151 y tierra.

Cabe recordar que la adquisición de pulsos es idéntica a la de una indicación simple. Es decir que se cuenta con los contactos libres de relés (electromecánicos o electrónicos) a la salida de los transductores, y en uno de los bornes se conecta un cable común que trae desde la UTR una señal de  $24 V_{dc}$ , en tanto que el otro borne se conecta a la unidad de conexión para pulsos.

#### 5.1.2 INSPECCION DE ALARMAS Y SEÑALES DE ERROR

En todas las subestaciones, las alarmas del sistema de comunicaciones se representan en el panel de alarmas ubicado cerca del panel de la UTR. Sin embargo, las señales que se adquieren en el CENACE no son todas esas alarmas, sino un resumen de las mismas. Es decir, que de todas las alarmas para cada línea de transmisión con enlace PLC solo una alarma de cada tipo es enviada al CENACE. De modo que el operador del CENACE no podrá distinguir, por ejemplo, si la señal de "disparo transferido recibido" en la subestación Santa Rosa corresponde a la línea de transmisión hacia Santo Domingo, Totoras o Vicentina. Esta información está disponible en el panel de alarmas cerca de la UTR, y será el operador de las subestaciones quien oportunamente deberá informar al CENACE la señal activada y la línea de transmisión en cuestión.

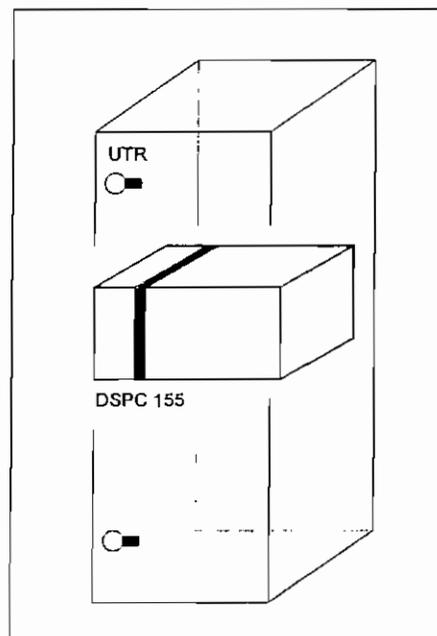
Por otro lado, todas las tarjetas de la UTR (no las unidades de conexión) poseen un led rojo que indica una condición de falla o error en las mismas. Será entonces necesaria la ayuda del operador en cada subestación, quien a pedido del CENACE informará que tarjetas presentan señales de error. El análisis e interpretación de estas señales se realizará

en el CENACE, por parte de personal especializado.

### 5.1.3 REINICIALIZACIONES DEL EQUIPO

Existen ocasiones en las que se necesita reinicializar las UTR's. Entonces, los operadores de las subestaciones podrán rearmar la UTR a pedido de un supervisor del CENACE quien coordine las actividades, siguiendo el procedimiento detallado a continuación:

- Abrir la puerta de la UTR
- Identificar en la parte frontal, el conjunto de tarjetas de la UTR:
- Identificar la tarjeta DSPC 155 (posición U13, ver figura 5.13)
- En la tarjeta DSPC 155, ubicar los conmutadores (switches) de "START MODE" y "RESTART"
- Manipular el switch "START MODE" (tres posiciones) y verificar que se encuentre en su posición normal: posición inferior o posición "C".
- Manipular el switch "RESTART" (tres posiciones), debe estar en su posición intermedia, ubicarlo en la posición inferior o posición "INIT", y reponer su posición inicial (posición intermedia). La UTR iniciará su rearmado (todos los leds "F" se encenderán) y en condiciones normales entrará en operabilidad en un par de minutos.



Elaboración: Autor

Figura 5.13: Ubicación de la tarjeta DSPC 155 en el conjunto de tarjetas de la UTR

- En ocasiones, las fallas de una UTR no pueden despejarse reiniciándola con el conmutador de la tarjeta DSPC 155. Es recomendable entonces que se reinicie la UTR desenergizándola por completo y volviendo a energizarla. Esto se consigue manipulando el interruptor N°2 (48 V<sub>dc</sub>).
- Si con estos procedimientos, la UTR no puede restablecer la falla y desvuelve sus funciones inadecuadamente, el supervisor del CENACE deberá reportar esta novedad a la División de Equipos y Programas, para que personal especializado proceda a verificar y restablecer la falla o desperfecto.

#### 5.1.4 MANTENIMIENTOS QUE AFECTAN EL NORMAL FUNCIONAMIENTO DE LAS UTR's

Existen varias maniobras del sistema de potencia o de los sistemas de control locales que podrían afectar el funcionamiento normal de las UTR's. Por lo tanto, la División de Operación del CENACE deberá notificar y coordinar oportunamente la ejecución este tipo de acciones con la División de Equipos y Programas. A continuación se enumeran las maniobras en cuestión:

##### 5.1.4.1 *Mantenimiento de bancos de baterías y de sus cargadores (convertidores ac/dc)*

Generalmente, cuando se realizan este tipo de labores, tanto en los bancos de 125 V<sub>dc</sub>, como 48 V<sub>dc</sub>, se activan las alarmas de falla en alimentación en los cargadores e inclusive puede suspenderse la alimentación de voltaje continuo a las UTR's. Naturalmente, esto provocaría:

- la inoperabilidad del equipo,
- la anulación de sus funciones, y
- la invalidación de todas las señales que se adquieren en el CENACE.

Una situación similar ocurre al efectuar transferencias o cambios, en las subestaciones, en los servicios auxiliares entre unidades de generación.

Por lo tanto, este tipo de mantenimientos deberá notificarse previamente al CENACE para establecer una coordinación oportuna y prevenir problemas en la operación del SNI.

#### 5.1.4.2 *Mantenimientos del sistema de mediciones e instrumentación locales*

Actividades como esta repercuten directamente en las mediciones analógicas adquiridas por la UTR. Esto se debe a que las señales utilizadas para la representación local de las variables eléctricas como voltaje, frecuencia, potencias activa y reactiva, etc. son las mismas señales que se llevan hasta la UTR para su posterior digitalización y envío al CENACE.

Mantenimientos como estos, provocarían serias confusiones al operador del CENACE ya que los valores desplegados en las consolas para los flujos por las líneas de transmisión, voltajes y frecuencia de barra no corresponderían con el verdadero estado de las variables en el sistema eléctrico de potencia. Es por esta razón que este tipo de mantenimientos deberá ser notificado previamente al CENACE para los fines consiguientes.

#### 5.1.4.3 *Mantenimientos del sistema eléctrico de potencia*

Cualquier mantenimiento efectuado en elementos del sistema eléctrico de potencia como líneas de transmisión, interruptores y transformadores afecta directamente la adquisición de las señales y comando correspondientes al elemento en cuestión. Esto ocurre debido a que generalmente se desenergiza el sistema de control local de la posición correspondiente, antes de iniciar los trabajos en el "campo". Bajo estas condiciones el CENACE detecta:

- errores (posiciones intermedias) en la adquisición del estado de interruptores,
- adquisición errónea del estado de seccionadores,
- problemas en las funciones de aplicación, e inclusive su desactivación,
- fallas de comunicaciones en el sistema PLC (generalmente asociadas a líneas de

transmisión “puestas a tierra”), y por lo tanto la inoperabilidad de la UTR,

Es muy importante insistir en que este tipo de mantenimientos deberá notificarse previamente al CENACE para establecer una coordinación oportuna y prevenir problemas en la operación del SNI.

## 5.2 MANTENIMIENTO TIPO “B”

El personal tipo “B” del CENACE podrá efectuar un conjunto de procedimientos y labores no tan frecuentes para realizar un mantenimiento tipo “B” de las UTR’s. Debido a las precauciones y riesgos involucrados con este tipo de labores, estas serán realizadas preferentemente por personal del CENACE capacitado y especializado en el manejo de las UTR’s.

### 5.2.1 ANALISIS DE ALARMAS Y SEÑALES DE ERROR

Todas las tarjetas de la UTR poseen uno o varios diodos emisores de luz (leds) que indican tanto el correcto funcionamiento del equipo, como señales de alarma o error de las mismas. Estas señales sirven para que el personal del CENACE determine, con buena aproximación, el estado operativo y funcional de la UTR. Generalmente los leds rojos tienen la denominación “F” (falla) e indican una señal de error en la tarjeta. Convendrá entonces revisar el correcto acoplamiento de las tarjetas al bus PBC y su direccionamiento (definido por jumpers en cada tarjeta).

Es posible que una unidad de conexión defectuosa o mal acoplada también sea la causa de la señal de error. Adicionalmente, existen tarjetas con más de una señal de indicación o error, dichas señales y su significado se indican a continuación.

5.2.1.1 *Unidad reguladora DSSR 116 (fuente de poder)*

LED	COLOR	SIGNIFICADO / INTERPRETACION
24 V/A	verde	Existe voltaje en la entrada principal de 24 V <sub>dc</sub> .
24 V/B	verde	Existe voltaje en la entrada de respaldo de 24 V <sub>dc</sub> .
DCOK	verde	Los voltajes en la salida están sobre los niveles mínimos

Elaboración: Autor

Tabla 5.2: Leds en la unidad reguladora DSSR 116

5.2.1.2 *Tarjeta DSPC 155 (CPU)*

LED	COLOR	SIGNIFICADO / INTERPRETACION
HLT	rojo	CPU detenido (posible error en memoria ROM, o configuración errónea en los jumpers de la tarjeta). No obstante, existen situaciones más críticas en las que el CPU está detenido pero el diodo no se activa.
DMA	rojo	acceso directo a memoria (no usado en la UTR400)
ERR	rojo	error en PBC (posible error en la conexión o direccionamiento de las tarjetas en el bus, faltan tarjetas o unidades de conexión respecto a las definidas en la FTAB )
STALL	rojo	el temporizador de supervisión interna ("watch dog timer") se ha desbordado (intentar reinicialización de la UTR).

Elaboración: Autor

Tabla 5.3: Leds en la tarjeta DSPC 155

5.2.1.3 *Tarjeta DSDI 150 (indicaciones)*

DISPLAY	COLOR	SIGNIFICADO / INTERPRETACION
F1	rojo	error en el "checksum" de la DSDI 150 (inusual, intentar reinicializar de la UTR)
F2	rojo	error en memoria RAM de la DSDI 150 (inusual, intentar reinicializar de la UTR)
F3	rojo	número de grupos fuera de rango
F4	rojo	modo fuera de rango
F5	rojo	error en el tiempo de muestreo de la DSDI 150 (posible defecto en el temporizador (intentar reinicialización de la UTR)
F6	rojo	el temporizador de supervisión interna ("watch dog timer") se ha desbordado (intentar reinicializar de la UTR).
F8	rojo	"STOP" no precedido por un DCLK (error en el modo de operación ver capítulo III)
F9	rojo	sobreflujo en el CPU de la DSDI 150
FA	rojo	"alerta" modo de "STOP" activo (ver capítulo III)

Elaboración: Autor

Tabla 5.4: Leds en la tarjeta DSDI 150

LED	COLOR	SIGNIFICADO / INTERPRETACION
CONN	verde	conexión con el FE establecida.
STALL	rojo	CPU detenido (posible error en memoria ROM, o configuración errónea en los jumpers de la tarjeta)

Elaboración: Autor

Tabla 5.5: Leds en la tarjeta DSCA 140A

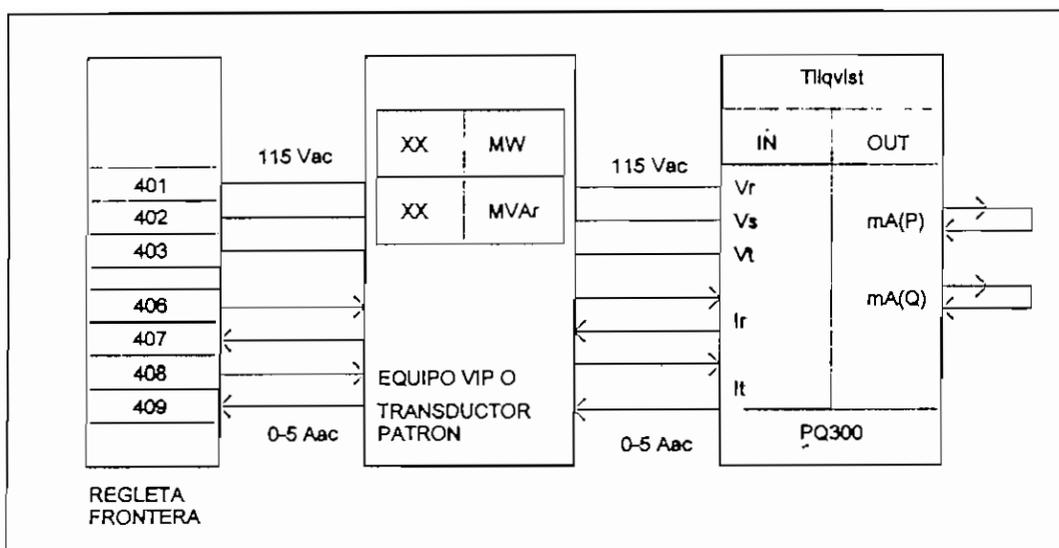
## 5.2.2 PRUEBAS DE LOS TRANSDUCTORES

Las pruebas de los transductores deben realizarse conjuntamente con un equipo que proporcione las señales de entrada a fin de verificar que el equipo provea una salida de  $0 - 20 \text{ mA}_{dc}$  o  $\pm 20 \text{ mA}_{dc}$  proporcional a las señales de entrada (voltajes, frecuencia, potencias, etc.), siendo el caso más crítico la medición de potencias activa y reactiva, (115  $V_{ac}$ , 3 $\phi$ , 0 - 5 A.).

Usualmente, el personal del CENACE ha realizado estas labores adquiriendo las señales de entrada de cualquier barra de voltaje o posición en las mismas regletas frontera y preferiblemente en aquellas ubicadas en los paneles de interfaz o de la UTR.

Es muy importante recordar que una inadecuada manipulación de éstas señales reviste riesgos considerables ya que un cortocircuito de las señales de voltaje puede activar las protecciones locales abriendo los interruptores de potencia respectivos, o inclusive pueden inducirse altos voltajes (en el orden de varios kilovoltios) al abrir un circuito de corriente.

La figura 5.14 ilustra las conexiones pertinentes a las pruebas de los transductores para potencias activa y reactiva.



Elaboración: Autor

Figura 5.14 : Esquema de conexiones para probar transductores

Analizando los rangos de entrada de los transductores y las relaciones de transformación de los transformadores de potencial y corriente se puede obtener una expresión que relacione la lectura en miliampéris con el valor real de las señales (voltajes, frecuencia, potencias, etc), así:

$$Y = C * X$$

donde:

Y: es el valor real de la señal en el primario de los transformadores de potencial y corriente [ kV., Hz., MW., MVAr. ],

X : es la lectura del transductor en miliampéris , y

C : es una constante.

Como ejemplo, se ilustra el cálculo de C para un caso en el que se tienen:

- Transductor PQ300: entrada: 120 V<sub>ac</sub>, 3φ y 5 A<sub>ac</sub>, 2φ ; salida 0 - ±20 mA<sub>dc</sub>
- Transformador de potencial: 230 / 0.115 kV.
- Transformador de corriente: 1200 / 6 A.

entonces:  $C = 120/115 * 5/6 * \sqrt{3} * 230 * 1.2 / 20$  [MVA / mA]

$$C = 20.78461 \text{ [MVA / mA]}$$

Si se desea contrastar las mediciones, debe conectarse otro equipo medidor. Usualmente se han utilizado un equipo medidor ("VIP System") configurado para el efecto o transductores patrón. Cabe indicar que usualmente la clase de los transductores Tillquist es 0.5%, lo que quiere decir que el equipo utilizado para contrastar las mediciones de los transductores debe poseer una precisión menor o igual a ese valor para poder considerar válida cualquier comparación. No obstante, una muy buena referencia es el valor desplegado en las consolas de trabajo del CENACE, y es por esto que es recomendable usar las mismas señales de entrada para el transductor patrón y el transductor en prueba.

### 5.2.3 PRUEBAS DEL EQUIPO DE COMUNICACIONES

Aunque es muy raro, eventualmente es posible que falle uno de los equipos del enlace de comunicaciones entre la UTR y el FE. De ser así, hay que realizar, secuencialmente, las siguientes pruebas y de ser necesario deberán reemplazarse los elementos defectuosos:

- Probar y verificar el modem correspondiente en el FE.
- Si no hay novedad en el FE, realizar la prueba descrita en el capítulo IV, literal 4.7.5: prueba de la tarjeta para comunicaciones. Si la prueba es exitosa, debe chequearse el enlace PLC.
- Si la prueba no es exitosa, debe intentarse cargar las tablas de funciones pero conectando directamente (sin los modems) la computadora portátil a uno de los pódicos (0 o 1) de la unidad de conexión DSTC 170, con los conmutadores ("black box") en "Terminal" y "Connect" y acoplado el cable al pódico "Terminal/Front End".
- Si ésta última prueba es exitosa, debe chequearse el modem de la UTR, y si no deben verificarse la unidad de conexión y/o la tarjeta de comunicaciones.

Es posible simular la UTR con un computador personal y el programa CTU.EXE; basta desacoplar la conexión del modem de la UTR correspondiente en el FE y acoplar debidamente el computador y la caja de conmutadores ("black box") con el modem del FE. Esto posibilita: almacenar las tablas de funciones de la UTR en un archivo del computador personal y "escuchar" los mensajes que el FE envía a la UTR y viceversa; particular de mucha utilidad para las labores de mantenimiento de las UTR's.

#### 5.2.4 CAMBIO DE TARJETAS

Si luego de realizar las labores de instalación, pruebas o mantenimiento de las UTR's se encuentran tarjetas o unidades de conexión defectuosas, se procederá al reemplazo de las mismas. Naturalmente, una tarjeta o unidad de conexión de repuesto deben ser probadas utilizando los procedimientos ya indicados.

Para cambiar una tarjeta de una UTR, se debe seguir el siguiente procedimiento:

- Desenergizar el equipo abriendo el interruptor "S2",
- Utilizando el brazalet protector de la UTR, abrir la clapeta de la "computadora" de la UTR y halar la tarjeta defectuosa hasta liberarla de las rieles del rack,
- Configurar adecuadamente los jumpers de la tarjeta de repuesto (utilizar la manta electrostática sobre una mesa o tablero de trabajo) ,
- Colocar la nueva tarjeta en el rack correspondiente y empujarla hasta conseguir que los conectores de la misma y del computador de la UTR se acoplen fijamente.
- Cerrar la clapeta de la computadora de la UTR, y
- Energizar el equipo, verificar su arranque y proceder a probar la tarjeta de repuesto.

Para cambiar una unidad de conexión se debe seguir el siguiente procedimiento:

- Desenergizar el equipo,
- En la unidad de conexión defectuosa, desacoplar los buses de datos (cables planos) y el cableado proveniente de la regleta frontera o transductores,

- Retirar la unidad de conexión de la riel de soporte,
- Configurar adecuadamente los jumpers de la unidad de conexión de repuesto,
- Ubicar y colocar la unidad de conexión de repuesto en la riel de soporte,
- En la unidad de conexión de repuesto, conectar correctamente los buses de datos (cables planos) y el cableado proveniente de la regleta frontera o transductores, y
- Energizar el equipo, verificar su arranque y proceder a probar la unidad de conexión de repuesto.

#### 5.2.5 ACTUALIZACION DEL SISTEMA OPERATIVO DE LA UTR

El sistema operativo de las UTR's se almacena en memorias EPROM y depende del tipo de subestación, es decir que existen: un sistema operativo para UTR's de subestaciones de generación (centrales de generación) y otro para subestaciones de transmisión. Esto se debe a que el programa que ejecuta el control en lazo cerrado de potencias activa y reactiva (el "SET POINT CONTROLLER") requiere una tarjetas de memoria (DSMB 126) más que las UTR's de subestaciones de transmisión. La denominación de estos sistemas operativos es:

- para UTR's de subestaciones de transmisión: WEMAB.5
- para UTR's de subestaciones de generación: HNMBA.3

La actualización del sistema operativo involucra entonces el cambio de memorias EPROM. Es decir que, de acuerdo al tipo de UTR (para central de generación o para subestación de transmisión), será necesario:

- Desenergizar el equipo,
- Sacar las tarjetas de memoria correspondientes (DSMB 116 o DSMB 144 y DSMB 126)
- Con los instrumentos y precauciones del caso, extraer los chips de memoria EPROM (utilizar la manta electrostática sobre una mesa o tablero de trabajo),
- Cambiarlos con los chips que contengan la nueva versión del sistema operativo,

- Colocar las tarjetas en los racks respectivos, y
- Energizar el equipo y verificar su arranque.

Una vez que la UTR haya arrancado, se deberá chequear el correcto desempeño de todas sus funcionalidades.

#### 5.2.6 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE LAS UTR's 400

Las características de las UTR's del CENACE en cuanto a capacidad y desempeño, modem, interfaz de comunicaciones, CPU y fuente de poder son las siguientes :

*Capacidad máxima y desempeño :*

- Entradas
  - Indicaciones: 2016
  - Mediciones analógicas: 256
  - Mediciones de energía: 256
- Salidas:
  - Comandos de maniobra: 512
  - Set points: 256

*Tarjetas de entrada:*

Tarjeta		Unidad de conexión		Tipo de señal	Resolución
tipo	Nº canales	tipo	Nº canales		
DSDI 110F	32	DSTD 151	32	24 V <sub>dc</sub>	1
DSDI 150	336	DSTD 185	48	24 V <sub>dc</sub>	7
DSAI 120	32	DSTA 121	32	0 - ±20 mA <sub>dc</sub>	11 bits
DSDP 110	28	DSTD 151	28	24 V <sub>dc</sub>	40 Hz <sub>máx.</sub>

Elaboración: Autor

Tabla 5.6: Tarjetas de entrada

*Tarjetas de salida:*

Tarjeta		Unidad de conexión		Tipo de señal	Burden
tipo	Nº canales	tipo	Nº canales		L/R < 40 ms.
DSDO 160	256	DSTD 180	16	220 V <sub>ac/dc</sub>	40 W
DSDO 131	16	DSTD 132	16	220 V <sub>ac/dc</sub>	40 W

Elaboración: Autor

Tabla 5.7: Tarjetas de salida

*Modem:* DTCM 01, provee una interfaz V.24/V.28 con 1200 Bd<sub>máx</sub>

*Interfaz de comunicaciones:* comunicación serial asincrónica con el formato V.24/V.28 (RS232C) con velocidades desde 50 Bd. hasta 4800 Bd.

*CPU:* MC 6B000, 16 bit, 10 MHz.

*Fuente de poder:* entrada 110 - 240 V<sub>ac</sub>, o 19 - 60 V<sub>dc</sub>; salida de 24 V<sub>dc</sub>, a 5 A<sub>máx</sub>.

*CAPITULO VI*

*PRUEBAS DEL MANUAL DE  
MANTENIMIENTO DE LAS UTR's*

## CAPITULO VI: PRUEBAS DEL MANUAL DE MANTENIMIENTO DE LAS UTR's

### 6.1 INTRODUCCION

De acuerdo a lo indicado en el alcance de esta tesis y una vez que se ha elaborado el manual de mantenimiento de las UTR's, se realizaron pruebas con dos operadores de la subestación Santa Rosa, a fin de comprobar la validez de los procedimientos del manual y el desempeño de los operadores al identificar y restablecer - autónomamente - fallas en el equipo usando el manual.

El documento fue previamente revisado y verificado por personal "tipo B", el mismo que lo aprobó efectuando algunas correcciones pero estableciendo, adicionalmente, la necesidad de realizar una revisión y explicación de los procedimientos con el personal de las subestaciones.

Por otro lado, los operadores de las subestaciones estudiaron el documento sin que su contenido presente dificultades para comprender los procedimientos. No obstante, manifestaron que es necesario familiarizarse con el equipo y principalmente con la metodología para localizarlo e identificarlo en los paneles duplex, en la UTR y en los paneles de interfaz. Con estos antecedentes, se procedió a realizar una exposición a fin de aclarar los procedimientos e instruir a los operadores para que puedan identificar fácilmente las tarjetas, unidades de conexión, transductores, etc.. Posteriormente se efectuaron las pruebas, que corresponden al mantenimiento "tipo A", y como resultado de las mismas se hicieron pequeños ajustes en el manual sin que haya necesidad de cambiar considerablemente el contenido de los procedimientos.

El CENACE ha planificado realizar actividades similares en el resto de las subestaciones

del SNI. De este modo, se dispondrá de un documento depurado con el que cualquier operador esté en capacidad de identificar y restablecer fallas menores en la UTR y su equipo asociado, optimizando así el tiempo de restablecimiento de fallas y ahorrando recursos económicos. Las labores serán siempre solicitadas y supervisadas por personal del CENACE y cualquier daño mayor deberá reportarse a la División de Equipos y Programas del CENACE.

## 6.2 PRUEBAS REALIZADAS

Las pruebas realizadas fueron diseñadas y simuladas intentando reproducir, en lo posible, las fallas y verificaciones más comunes observadas en el equipo:

- pérdida total de las indicaciones,
- pérdida de un grupo específico de indicaciones,
- pérdida de las mediciones analógicas (lectura nulas),
- inconsistencias y/o diferencias entre los valores analógicos medidos por el SPIDER y los medidos en las subestaciones ,
- verificaciones de los comandos (luego de una falla de comando),
- pérdida total de las señales para cuantificar energía,
- pérdida parcial de las señales para cuantificar energía.

Una vez simulada la falla respectiva, el operador del CENACE comunicó la novedad correspondiente al operador de la subestación y este procedió a identificarla y restablecerla. Cabe indicar que las señales fueron escogidas arbitrariamente y sin preferencias, de modo de que el operador se enfrente a un problema real, sin saber que tarjeta o unidad de conexión presenta fallas.

A continuación se detallan las fallas implantadas y posteriormente se incluyen los resultados obtenidos con cada operador.

### 6.2.1 FALLA EN LAS INDICACIONES

Esta falla consistió en simular un cortocircuito en una de las unidades de conexión DSTD 185 con la que se adquieren las indicaciones de la subestación Santa Rosa. Como resultado de esto el interruptor respectivo (S3) abrió el circuito que alimenta a los contactos de todas las indicaciones, impidiendo que el sistema de adquisición de datos pueda captar indicación alguna de la subestación Santa Rosa (pérdida total de las indicaciones). Al mismo tiempo, la tarjeta DSDI 150 encendió su led de falla "F".

El operador del CENACE comunicó la novedad a los operadores de la subestación Santa Rosa y estos procedieron a restablecer la falla. Inicialmente, los operadores identificaron el led "F" activado en la tarjeta DSDI 150. Posteriormente, restablecieron la posición del interruptor S3 sin dificultad alguna. Después, y sin novedades, se efectuó un rearranque de la UTR para luego normalizar la adquisición de indicaciones reportando lo ocurrido al operador del CENACE.

### 6.2.2 FALLA EN LAS MEDICIONES ANALOGICAS

Esta falla consistió en abrir una de las cuchillas plásticas en una de las unidades de conexión DSTA 121 que adquiere las mediciones analógicas de la subestación. Como resultado de esto, la medición del voltaje de barra en 138 kV. fue inhibida y el sistema de adquisición de datos presentaba una lectura nula (0 kV.). Naturalmente, la tarjeta DSAI 120 no encendió su led de falla "F".

Cuando los operadores de la subestación procedieron a restablecer la falla identificaron la tarjeta DSAI 120 y su led "F" desactivado. Después, al intentar verificar la presencia de la corriente DC en el rango de 0 - 20 mA<sub>dc.</sub>, que proporciona el transductor en condiciones normales, los operadores observaron la cuchilla abierta, procediendo a cerrarla. Esto normalizó la adquisición de la medición del voltaje de 138 kV. y se reportó,

lo ocurrido al operador del CENACE.

### 6.2.3 VERIFICACIONES EN LA EJECUCION DE COMANDOS

Esta prueba consistió en verificar que la señal de un comando “llegue” sin novedades a la UTR, conectando un óhmetro en los terminales respectivos de una de las unidades de conexión DSTD 180. La prueba se coordinó con un operador del CENACE, quien generó un comando para modificar el modo de operación (manual → automático) del LTC del transformador TRN (138/46 kV.). Los operadores de la subestación identificaron y ubicaron previamente la unidad de conexión y conectaron el óhmetro en los terminales respectivos. El instante en que el comando se ejecutó en el CENACE se verificó el cierre del contacto respectivo, al activar el óhmetro a la vez que se ejecuta el comando.

Al chequear que el relé respectivo cierra su contacto, se verifica que el comando “llega” debidamente al proceso, sin embargo, si el óhmetro no detecta el cierre del contacto se puede decir que la acción de control no fue recibida o ejecutada debidamente por la UTR, en cuyo caso se deberían iniciar los chequeos pertinentes.

### 6.2.4 VERIFICACIONES EN LA CUANTIFICACION DE ENERGIA

Esta prueba consistió en verificar las señales para cuantificar la energía entregada en la posición Papallacta (138 kV.). Los operadores identificaron fácilmente la unidad de conexión correspondiente (DSTD 151) y procedieron a medir los pulsos de voltaje en el terminal respectivo.

Cabe indicar que el primer operador no detectó los mencionados pulsos debido a que el flujo por la línea de transmisión era prácticamente nulo, particular que el mismo operador verificó previamente al tomar los datos a la hora en la que se realizaba la prueba. Es importante aclarar que normalmente el flujo de potencia activa o reactiva es relativamente considerable y los transductores de energía proporcionan por lo menos 5

pulsos por minuto.

### 6.3 RESULTADOS OBTENIDOS

A continuación se ilustran los resultados de las pruebas ya descritas que se realizaron con dos operadores de la subestación Santa Rosa. Básicamente, se ha medido el tiempo que los operadores han empleado en la identificación del equipo, en restablecer la falla o verificar las señales y reportar las novedades al CENACE .

#### 6.3.1 FALLA EN LAS INDICACIONES

ITEM	OPERADOR 1	OPERADOR 2
El CENACE solicita la revisión de las indicaciones	t = 0 min.	t = 0 min.
Identificación del led "F" en la tarjeta DSDI 150	t = 1 min.	t = 2 min.
Identificación del interruptor "S3"	t = 1 min.	t = 2 min.
Reinicialización de la UTR (inicio)	t = 3 min.	t = 4 min.
Reinicialización de la UTR (fin)	t = 5 min.	t = 7 min.
Reporte de novedades al CENACE	t = 7 min.	t = 9 min.

Elaboración: Autor

Tabla 6.1: Resultados de la falla en las indicaciones

#### 6.3.2 FALLA EN LAS MEDICIONES ANALOGICAS

ITEM	OPERADOR 1	OPERADOR 2
El CENACE solicita la revisión de las mediciones	t = 0 min.	t = 0 min.
Identificación de la unidad de conexión DSTA 121	t = 9 min.	t = 2 min.
Identificación y cierre de la cuchilla abierta	t = 10 min.	t = 3 min.
Reporte de novedades al CENACE	t = 11 min.	t = 4 min.

Elaboración: Autor

Tabla 6.2: Resultados de la falla en las mediciones analógicas

#### 6.3.3 VERIFICACIONES EN LA EJECUCION DE COMANDOS

ITEM	OPERADOR 1	OPERADOR 2
El CENACE solicita la verificación del comando	t = 0 min.	t = 0 min.
Identificación de la unidad de conexión DSTD 180	t = 3 min.	t = 3 min.
Conexión del óhmetro en los terminales respectivos	t = 4 min.	t = 4 min.
Reporte al CENACE	t = 5 min.	t = 5 min.

Elaboración: Autor

Tabla 6.3: Resultados de la verificación de un comando

#### 6.3.4 VERIFICACIONES EN LA CUANTIFICACION DE ENERGIA

ITEM	OPERADOR 1	OPERADOR 2
El CENACE solicita la verificación de las señales	t = 0 min.	t = 0 min.
Identificación de la unidad de conexión DSTD 151	t = 4 min.	t = 1 min.
Verificación de las señales	t = 5 min.	t = 3 min.
Reporte al CENACE	t = 6 min.	t = 5 min.

Elaboración: Autor

Tabla 6.4: Resultados de la verificación de señales para cuantificar energía

Como se puede apreciar, los tiempos empleados por los operadores para restablecer las fallas son relativamente pequeños. No obstante, esto permite un mantenimiento ("tipo A") eficiente y oportuno, minimizando así el tiempo de restablecimiento de las fallas y ahorrando considerablemente recursos de movilización.

#### 6.3.5 BENEFICIOS TECNICO - ECONOMICOS

Una vez que los operadores de las subestaciones estén en capacidad de realizar un mantenimiento "tipo A" en la UTR's, se podrán restablecer y superar rápidamente fallas menores en el equipo y sin necesidad de que personal del CENACE se traslade a las respectivas subestaciones. Este particular brinda varios beneficios técnicos y económicos entre los cuales se pueden enumerar los siguientes:

- Continuidad y confiabilidad en el control supervisorio que el CENACE efectúa sobre cada una de las subestaciones del SNI,
- Reducción considerable del tiempo medio para restablecer una falla o desperfecto menor en la UTR o su equipo asociado,
- Mejoramiento de los índices de disponibilidad de las UTR's,
- El personal del CENACE dispondrá de mayor tiempo y podrá dedicar su atención a labores de mantenimiento más delicadas,
- El CENACE ahorrará recursos humanos, técnicos y económicos.

A continuación se incluye una tabla en la que, teórica y aproximadamente, se han detallado los recursos necesarios para que personal del CENACE se traslade y efectúe las labores correspondientes. Cabe indicar que los costos y recursos mencionados dependen básicamente de la situación geográfica de la UTR en cuestión. Como ejemplo, y de acuerdo a su ubicación, se han citado tres "tipos" de subestaciones: Ambato, Pascuales y Molino.

Subestación	Tiempo – recursos requeridos	Personal	Viáticos S/.	Pasajes S/.	Gastos extras S/.	TOTAL S/.
Ambato	1 día - 1 automóvil	1 Ingeniero 1 Chofer	100.000 80.000	- -	50.000	230.000
Pascuales	1 día	1 Ingeniero	100.000	165.000	100.000	365.000
Molino	2 días - 1 automóvil	1 Ingeniero 1 Chofer	100.000 80.000	165.000 -	50.000	625.000

Elaboración: Autor

Tabla 6.5: Costos y recursos aproximados para el traslado de personal del CENACE

#### 6.4 EVALUACION POR PARTE DE PERSONAL DE NIVEL "B"

Como se indicó previamente, el personal de nivel "B" estudió y revisó los procedimientos del manual antes de su aplicación con el personal de las subestaciones. A continuación se incluye una tabla con los principales aspectos del manual evaluados por personal "tipo B":

ITEM	COMENTARIOS / CAMBIOS REALIZADOS
Concepción inicial	Cambio de nombres de "mantenimiento rutinario" y "mayor" a mantenimiento "tipo A" y "tipo B".
Redacción	OK
Contenido	Adición de la lista de documentos C.RT/Dxx, prueba de comunicaciones, las especificaciones técnicas de la UTR 400.
Precisión y claridad	OK, con pequeños ajustes
Gráficos, esquemas	OK, se añadieron planos y referencias de montaje y flujogramas
Documentación de respaldo	OK (C.RT/Dxx, C.RT/E01, C.RT/E40, C.RT/E41)

Elaboración: Autor

Tabla 6.6: Evaluación del manual por personal "tipo B"

*CAPITULO VII*

*CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES*

## CAPITULO VII : CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 7.1 CONCLUSIONES

- Se ha elaborado un documento con el que se pueden estudiar y comprender fácilmente todas las funciones y equipamiento de las UTR's. No obstante y si se desea profundizar en algún tema en particular, se recomienda revisar los manuales que forman parte de la documentación del Proyecto.
- Los procedimientos descritos para la instalación de las UTR's constituyen un documento básico y útil, ya que la inclusión de nuevas subestaciones dentro de la red de transmisión y/o generación del SNI involucra, necesariamente, la implantación de una UTR en la subestación respectiva.
- El continuo crecimiento de la demanda hace necesaria la ampliación de las instalaciones de las diferentes subestaciones del SNI. Será entonces, muy importante realizar las adecuaciones necesarias en las UTR's para que el CENACE pueda seguir supervisando y controlando el SNI. Estas labores deben seguir los mismos lineamientos que los procedimientos detallados para la instalación de las UTR's.
- Aunque los procedimientos para el mantenimiento tipo "A" están debidamente descritos y detallados, una capacitación integral del personal de las subestaciones involucra básicas, pero necesarias, explicaciones por parte del personal del CENACE.
- Las pruebas del manual (capítulo VI), realizadas con dos operadores de la subestación Santa Rosa, arrojaron resultados favorables. Primeramente, los operadores pudieron identificar fácilmente el equipo en cuestión, para luego

proceder a restablecer las fallas o verificar las señales. En el peor de los casos se obtuvo un tiempo de reposición de 10 minutos.

- El hardware de la UTR está construido en forma modular, e incluye una parte "general" en todas las UTR's y una parte "individual" propia de cada UTR. De este modo el restablecimiento de fallas en las tarjetas requiere poco tiempo ya que, en primera instancia, se reemplaza directamente la tarjeta defectuosa con su repuesto. El tiempo de restablecimiento de fallas es un factor decisivo en la disponibilidad de todo sistema y mucho más en sistemas en tiempo real; es por esto que el sistema de soporte para mantenimiento del CENACE maneja la política del reemplazo directo de elementos averiados.
  
- En el sistema remoto del CENACE existen dos tipos de UTR's: UTR's para subestaciones de transmisión y UTR's para subestaciones de generación. La diferencia primordial entre ambas radica en la tarjeta de memoria que se necesita para albergar el programa del "set point controller" y el panel posterior del rack de tarjetas. Es decir que una UTR diseñada para una subestación de generación puede operar sin dificultad en una subestación de transmisión, pero una UTR para una subestación de transmisión no puede instalarse en una subestación de generación.
  
- Los transductores para potencias activa y reactiva que se han instalado adquieren únicamente dos señales de corriente. Es decir que el CENACE ha considerado que la generación y la demanda del sistema eléctrico de potencia son relativamente balanceadas. Sin embargo, y de ser necesario, es factible la instalación de transductores para señales desbalanceadas.

- Los comandos de maniobra y de regulación generados en el CENACE se traducen en el cierre de un contacto en la UTR, conducido a los sistemas de control locales en los paneles duplex a través de la regleta frontera. Los comandos de valores de consigna o set points también se ejecutan mediante el cierre y apertura de contactos de relés pero este tipo de comandos involucra un control en lazo cerrado, realizado en la UTR por el controlador de valores de consigna (set point controller), con una regulación mixta del tipo "on/off" - proporcional cuyos parámetros se definen a nivel local en la UTR y de acuerdo a las características dinámicas de las unidades de generación y de sus reguladores de velocidad.
  
- Todas las señales adquiridas y objetos a comandarse son definidos por el CENACE de acuerdo a sus necesidades y a las instalaciones y equipos de cada subestación. Es decir que antes de instalar una UTR para supervisión y control, se necesita, naturalmente, un "proceso" en funcionamiento. El término "proceso" se ha utilizado para referirse a los equipos que están al otro lado de la regleta frontera, es decir: paneles duplex, medidores locales, etc., hasta los patios de maniobras de cada subestación.
  
- La correcta instalación de la regleta frontera es de vital importancia para las labores de calibración y mantenimiento de la UTR, transductores y equipo asociado. Esta regleta establece una frontera entre el "proceso" y la UTR, de esta forma se aíslan las señales del lado de la UTR y del "proceso" eliminando el riesgo que existe al manipular las señales durante las labores de mantenimiento de la UTR.
  
- La UTR posee cinco interruptores para separar los circuitos de alimentación principal, indicaciones, comandos y panel de alarmas. Esta separación es muy útil ya que en caso de una eventual falla en una tarjeta, únicamente se abre el interruptor respectivo sin que se vean afectadas otro tipo de tarjetas.

## 7.2 RECOMENDACIONES

- En general, la instalación de una UTR no exige mayores requerimientos en cuanto a espacio físico y temperatura. No obstante, la adquisición de datos y el comando de objetos requiere “cablear” todas estas las señales desde los paneles duplex hacia la UTR, por lo que es recomendable adquirir cierta experiencia en el manejo de los planos eléctricos y sistemas de control de las subestaciones.
  
- La detección de fallas en la UTR y su equipo asociado debe ser resultado de la continua supervisión del sistema de control, en tanto que el aislamiento y el restablecimiento de las mismas corresponden al mantenimiento propiamente dicho, cuyos procedimientos se describen en el capítulo V.
  
- Al detectarse problemas con las señales de la UTR, el personal del CENACE debe verificar si se están realizando mantenimientos en el sistema de potencia o en los sistemas de control local, antes de iniciar chequeos y verificaciones en la UTR.
  
- La instalación de los paneles de la UTR y/o de interfaz debe efectuarse sobre una superficie lisa y nivelada. Debido al peso de los paneles, para movilizarlos es recomendable utilizar tubería metálica “en forma de ruedas”.
  
- Es muy importante el marquillar, numerar, organizar y agrupar adecuadamente todos los cables y terminales utilizados en la instalación de la UTR y de las regletas frontera. Esto facilita las labores de instalación y mantenimiento a la vez que brinda seguridad en la identificación de los cables y señales.
  
- Se recomienda extraer constantemente respaldos confiables y actualizados de los programas y software que facilitan la instalación, pruebas y mantenimiento de las

UTR's. Básicamente, se debe disponer de respaldos de los programas RTU400.TRM y CTU.EXE y de las tablas de funciones (FTAB's) de *todas* las UTR's.

- En el uso del programa RTU400.TRM se recomienda que la conexión de la caja de conmutadores ("black box") con la tarjeta DSPC 155 sea la última en efectuarse, ya que esta conexión produce la reinicialización de la UTR inhibiendo la adquisición de datos y comando por un par de minutos. Si se conectara inicialmente la tarjeta DSPC 155 con la caja de conmutadores, es posible que una vez que se ha concluido las conexiones haya que reanunciar la UTR otra vez para iniciar el diálogo.
  
- Usualmente, una falla en una tarjeta o unidad de conexión es detectada automáticamente por la UTR la misma que activa el led de falla "F" en la tarjeta correspondiente. En general, se recomienda al personal de las subestaciones seguir el procedimiento descrito en los diagramas de flujo incluidos en el capítulo V (figuras 5.3, 5.5, 5.7, y 5.10), es decir: verificar la activación del led "F" y proceder a reinicializar la UTR. Si la falla es mínima, la UTR recuperará todas sus funciones luego del proceso de arranque. De lo contrario, la falla perdurará en la tarjeta y el led "F" permanecerá activado aún después de que la UTR haya arrancado; se deberá entonces continuar con los chequeos de los elementos ilustrados en las figuras 5.4, 5.6, 5.8, 5.9, 5.11, 5.12 y 5.14.
  
- Las regletas frontera deben tener "cuchillas" seccionables para las señales de voltaje y "cuchillas" cortocircuitables para las señales de corriente. Como ya se ha indicado, la manipulación incorrecta de las cuchillas correspondientes a señales analógicas provenientes de transformadores de potencial y de corriente reviste un riesgo considerable ya que al abrir un circuito de corriente, los voltajes inducidos alcanzan el orden de varios kilovoltios. Además, un cortocircuito en las señales de voltaje puede activar las protecciones del sistema, abriendo los interruptores de

potencia respectivos. Por lo tanto, se recomienda manejar este tipo de señales con la mayor precaución posible.

- Para las pruebas de los transductores de energía se recomienda instalar el transductor a ser probado en una posición con un transductor ya calibrado y comparar el número de pulsos por unidad de tiempo (al menos durante 2 minutos) que se obtienen de ambos transductores.
  
- Para realizar labores y maniobras de mantenimiento tipo "B" y específicamente en las tarjetas de la UTR se recomienda utilizar siempre el brazaletes protector y la manta electrostática, evitando así posibles daños en el equipo.
  
- El sistema computarizado de comunicaciones (FE) entre el sistema central y las UTR's posee una función ("exercising") que activa cíclicamente la prueba de las líneas de comunicación alternas para cada configuración tipo lazo. Es conveniente que esta función permanezca activada constantemente, a fin de garantizar una disponibilidad aceptable de las rutas alternas de comunicación.
  
- Debido al desgaste que pueden sufrir los elementos de la UTR y su equipo asociado es conveniente realizar anualmente una prueba exhaustiva de todas sus funciones, tarjetas, unidades de conexión y transductores.

## BIBLIOGRAFIA

1. Argüello, G., El Proyecto del Centro Nacional de Control para supervisión y control del Sistema Nacional Interconectado , CIEEDEC, Quito, 1990.
2. Argüello, G., Operación de Sistemas Eléctricos de Potencia - Centros de Control , INECEL, Cuenca, 1991.
3. Asea AB, System Messages and Halt error Codes , Asea AB, Suecia , 1985.
4. Asea Brown Boveri, Commissioning Instructions - RTU 400 , ABB - Network Control AB , Västerås, 1992.
5. Asea Brown Boveri, Communications Test Unit (CTU) Users Manual , ABB - Network Control AB , Västerås, 1992
6. Asea Brown Boveri, Control System Installation Documents (≡C./D01) , ABB - Network Control AB, Västerås , 1993.
7. Asea Brown Boveri, Course D11 - Control System Hardware , ABB, Västerås, S/F.
8. Asea Brown Boveri, Course F14 - Remote Terminal Unit RTU 400 , ABB, Västerås, S/F.
9. Asea Brown Boveri, Course F90 - SPIDER Front End , ABB, Västerås, S/F.
10. Asea Brown Boveri, Course S10 - SPIDER Basics , ABB, Västerås, S/F.
11. Asea Brown Boveri, Fault Tracing Instructions - RTU 400 , ABB - Network Control AB , Västerås, 1992.
12. Asea Brown Boveri, Final Tests Procedures - Test Case Specifications - Adaptation and Expanding the System , ABB - Network Control AB , Västerås, 1994.
13. Asea Brown Boveri, Function Description - RTU 400 , ABB - Network Control AB , Västerås, 1992.
14. Asea Brown Boveri, Intelligent Modem Users Guide for DTCM 01 , ABB - Network Control AB , Västerås, 1990.
15. Asea Brown Boveri, Installation Documents (≡C.RT/D01 to ≡C.RT/D23), ABB - Network Control AB , Västerås, 1995.
16. Asea Brown Boveri, Installation Instructions - RTU 400 , ABB - Network Control AB , Västerås, 1992.
17. Asea Brown Boveri, Operator's Manual - SCADA , ABB - Network Control AB , Västerås, 1995.
18. Asea Brown Boveri, Remote System Manual - Interface Equipment (≡C.RT/E01) , ABB, Västerås , S/F.
19. Asea Brown Boveri, Remote System Manual - Part I (≡C.RT/E40) , ABB, Västerås , S/F.
20. Asea Brown Boveri, Remote System Manual - Part II (≡C.RT/E41) , ABB, Västerås , S/F.
21. Asea Brown Boveri, Set Point Controller Functional Description , ABB, Suecia , 1988.
22. Asea Brown Boveri, SPIDER RTU 400 Data Sheet , ABB - Network Control AB , Västerås, S/F.
23. Asea Brown Boveri, System Messages - RTU 400 , ABB - Network Control AB, Västerås, 1992.
24. CEBEC, Data Sheet for Position Transducer AT 102 , CEBEC, Suecia, 1992.
25. INECEL, Atlas Eléctrico del Ecuador , INECEL, Quito, 1993
26. INECEL, Concurso privado de precios SSC-01-90 , INECEL, Quito, 1991.
27. INECEL, Proyecto Sistema de Supervisión y Control para Sistema Nacional Interconectado , INECEL, Quito, 1988.
28. Pancho G., Paredes A., Curso de Capacitación en el Área de Hardware , INECEL - CENACE, Quito, 1995.
29. Tillquist Elteknik AB, Tillquist Electrical measurement Converter E100R and E100L , Tillquist Elteknik AB, Kista, 1990.
30. Tillquist Elteknik AB, Tillquist Electrical measurement Converter E100R and E100L , Tillquist Elteknik AB, Kista, 1990.

31. Tillquist Eteknik AB, Tillquist\_Electrical\_measurement\_Converter\_PO300R\_and\_PO300 ,  
Tillquist Eteknik AB, Kista, 1992.
32. Tillquist Eteknik AB, Tillquist\_Electrical\_measurement\_Converter\_U100R\_and\_U100L ,  
Tillquist Eteknik AB, Kista, 1989.

# *ANEXOS*

**ASEA**

**Electronics**

Data sheet 5710 050--2  
YLFM March 1983

# Process interface system DS 100PIO

## Description

### General

The DS 100PIO system includes units for signal interfacing between computer and process i.e.

- digital input and output boards
- analog input and output boards
- connection units

The incoming and outgoing process signals can be digital signals, analog voltage or current signals. The field wiring is normally connected to a connection unit which contains equipment for signal conditioning e.g. interference limiting components, shunts and fuses. The internal wiring connects the connection unit with the interface board.

A separate supply unit is normally used for supply of the external circuits, e.g. contacts.

The signals are converted in the interface boards to a suitable form for transmission to computer or process respectively by filtration, amplification, A/D conversion, D/A conversion, rectification etc. Special input boards are provided for special functions e.g. pulse counting and frequency measurement.

The interface boards are connected to the DS 100 PBC bus in the same way as the computer system DS 101C. The boards are of plug-in type and connects to the PBC bus back-plane located in the upper part of the rack.

The process interface system is suitable for use in demanding industrial environments.

## Testing and fault tracing

The interface boards contain different functions for self-testing. When voltage is applied to the equipment, a red LED on the front of the board illuminates and extinguishes when the start routines have established communication with the board. The LED also illuminates when a function error is detected.

The digital interface boards are provided with LEDs which show the status of the process signals.

## Software

The DS 100PIO is primarily used as a process interface signal to the computer system DS 101C. The necessary programs for transmission of process signals between the data base of the system and input/output units are included in the system software. Functions such as filtration, linearising, scaling, limit supervision and event handling are included in the program.

The acquisition of digital input signals is normally interrupt-controlled. This means that the input units give an interrupt signal to the processor when the signal status changes.

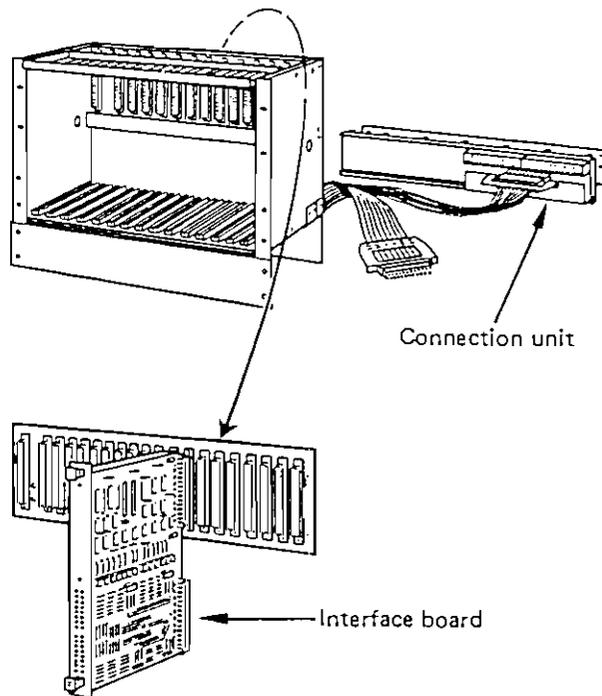


Fig. 1 Process interface system DS 100PIO

Analog input signals are cyclically converted.

Digital and analog output signals are updated when some program changes the data base value for the signal.

## Digital units

### Digital input boards

The digital input boards are specified in table 1. Fig. 2 shows the principle of a digital input. The boards have the following properties:

- Opto-isolated channels
- Programmable filter time 1 - 127 ms in groups of 8 channels
- Event detecting on interrupt, channel by channel
- Time registration of events with 1 ms resolution.

Table 1 Digital input boards

Board	Number of channels	Nominal signal voltage	Suitable connection unit
DSDI 110	32	24 V DC	DSTD 150
DSDI 120	32	48 V DC	DSTD 150
DSDI 130	16	110 V AC DC	DSTD 140
DSDI 140	16	220 V AC DC	DSTD 140

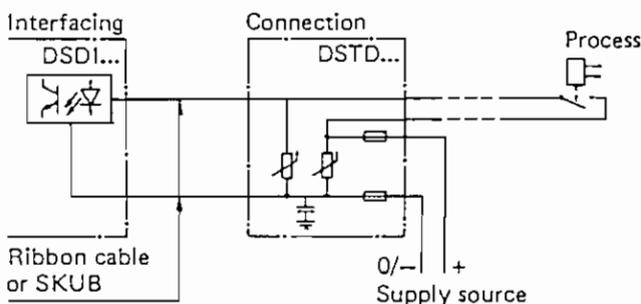


Fig. 2 Principle sketch, digital input

### Digital output boards

The digital output boards are specified in table 2. Fig. 3 shows the principle of a digital output. The output boards have the following properties:

- Opto-isolated channels
- Readable registers
- Indication of activated driver circuits with LEDs
- Deactivation of all outputs with control signals from the bus
- External peak voltage suppression components for inductive loads are not necessary.

Table 2 Digital output boards

Board	Channels		Isolation	Output circuit	Suitable connection unit
	No.	Voltage range			
DSDO 110	32	24 - 48 V DC/150 mA	Opto-coupler	Transistor	DSTD 110
DSDO 120	16	24 - 48 V DC/1 A	Opto-coupler	Transistor	DSTD 120
DSDO 130	16	24 - 250 V 1 A ACDC/3 A	Relay	Relay	DSTD 130
DSDO 140	16	48 - 250 V AC/	Opto-coupler	Triac	DSTD 130

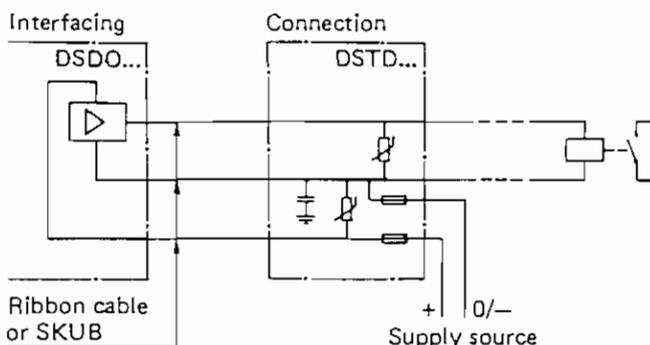


Fig. 3 Principle sketch, digital output

## Analog units

### Analog input boards

Data for the analog input boards is given in table 3. Fig. 4 shows the principle of an analog input. The boards have the following characteristics:

- Channel selector (multiplexer) on the board
- A/D converter on the board
- Programmable measurement range, max  $\pm 10$  V or max  $\pm 20$  mA
- Boards with single ended inputs (DSAI 110, 120) or with differential inputs (DSAI 130)
- Temperature measurement with Pt 100 (DSAI 140, 150, 151)
- Conversion times  
 DSAI 110, 120: approx. 50  $\mu$ s  
 DSAI 130: approx 100  $\mu$ s  
 DSAI 140, 150, 151: approx. 45 or 35 ms with suppression of 50 or 60 Hz respectively (integrating A/D converter).

Table 3 Analog input boards

Board	Number of channels	Input signal/Transducer	Resolution bit	Suitable connection unit
DSAI 110	32	mA/V	8 + sign	DSTA 120
DSAI 120	32	mA/V	10 + sign	DSTA 120
DSAI 130	16	mA/V	12 + sign	DSTA 130
DSAI 151 <sup>1</sup>	14	Pt, 4 wire	12 + sign <sup>2</sup>	DSTA 151

N.B. <sup>1</sup> Integrated A/D converter. Optional suppression of mains frequency 20, 30, 50 or 60 Hz

<sup>2</sup> DSAI 151: Resolution 12 or 13 bits and sign can be selected by means of the program.

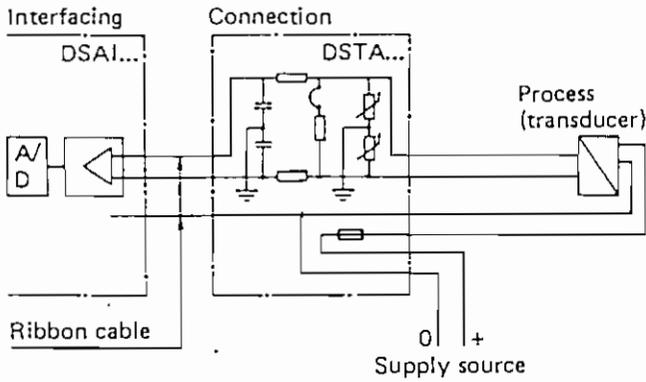


Fig. 4 Principle sketch of an analog input

## Analog output boards

Data for the analog output boards is given in table 4. Fig. 5 shows the principle of an analog output. The output boards have the following properties:

- Voltage or current output can be selected by means of jumpers
- Short-circuit protected outputs
- Can drive capacitive loads
- Isolated and non-isolated channels

Table 4 Analog output boards

Unit	Number of channels	Resolu- tion bit	Output signal	Suitable connection unit
DSAO 110	4 isol.	12	±10 V, 10/20 mA	DSTA 160
DSAO 120	8	12	±10 V, 10/20 mA	DSTA 170
DSAO 130	16	8	10 V 10/20 mA	DSTA 180

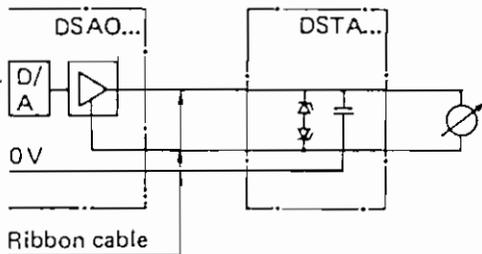


Fig. 5 Principle sketch of an analog output

## Connection units

Each interface board normally has an associated connection unit. This consists of a PC board which carries components and all terminal blocks and contacts for incoming and outgoing wiring, see fig. 6. The connection unit is intended for installation on a 19" mounting bar. This has a cable channel and is normally fixed in the rear plane of the cubicle. The connection units have different physical dimensions and can occupy 1/6, 1/4, 1/3 or 1/2 of the 19" bar. The vertical space required has a modular height of 3S.

The process wiring is connected to screw terminals which in most cases have breakers. Terminals for connection, fusing and distribution of supply voltage to external devices such as transducers, sensing contacts and relays are included in the groups in accordance with the requirements of the unit.

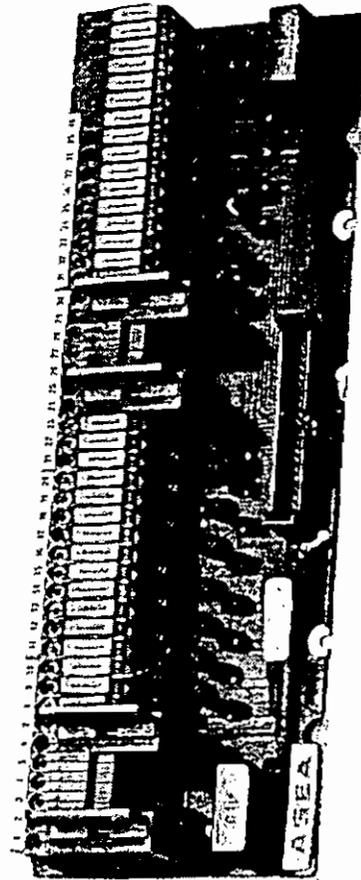


Fig. 6 Connection unit DSTD 150

(812303)

The connection units have interference limiting circuits (varistors, zener diodes, hf filters) but normally no active components. Current shunts are provided on the connection units for analog input signals. This means that the associated interface board can be disconnected without interrupting the current loop, e.g. for servicing.

## Internal wiring

Cables with plug contacts at each end are used for connection of connection units and interface boards. These connections are available in prefabricated form and are described in a separate data sheet. For signals with currents less than 1 A and voltages up to 60 V, ribbon cables with standard so called "Europa" contacts are used. For higher voltages and greater currents, conductors of SKUB type and contact units of RTXR type are used. Screened cables are used for transmission of sensitive signals.

## Remarks

The system is supplemented continuously and units in the system are under constant improvement. This data sheet therefore contains only the most important data for the units used most frequently. This data is subject to alterations. See the data sheet for each unit for detailed information.

# Equipment frames DSRF 150 - 154

## Description

### General

The equipment frames are part of the DS 100PBC system and are used for units of plug-in type in the DS 101C computer system and the DS 100PIO process interface system. The units consist of the racks DSRF 110 (with cable channel) or DSRF 111 (without cable channel) provided with different back planes.

The back planes differ in that the full PBC bus is not distributed in the whole rack in some units and in that the connections for power supply differs. The full bus is named 80 pin bus and the reduced bus 64 pin bus. Both versions have the same connector body but the connectors for the 64 pin bus are not provided with a full set of pins.

The 64 pin bus is not provided with DMA, synchronous addressing and interrupt signal with highest priority. It can be used for plug-in units in DS 100PIO and for certain units in the computer system, DS 101C. Units with 64 pin bus can be used in 80 pin bus.

Table 1 Selection of equipment frame

Equipment frame	Back plane	Cable channel	Board places 80 pin bus	64 pin bus	Max A 5 V
DSRF 150	DSBB 102	x	9 <sup>1)</sup>	10	30 A
DSRF 151	DSBB 103	x	9 <sup>1)</sup>	10	15 A
DSRF 152	DSBB 102		9 <sup>1)</sup>	10	30 A
DSRF 153	DSBB 103		9 <sup>1)</sup>	10	15 A
DSRF 154	DSBB 104	x	19	0	30 A

1) pins b24, b26, b28 and b30 omitted on pos. 9, 13, 17, 21, 23, 29, 33, 37, 41

If a + 5 V regulator unit is to be used, it is located in position 3 and 24 V unregulated voltage is connected directly to the lower connector (X2) in the regulator unit. 5 V regulated voltage is connected automatically to the back plane from the regulator unit.

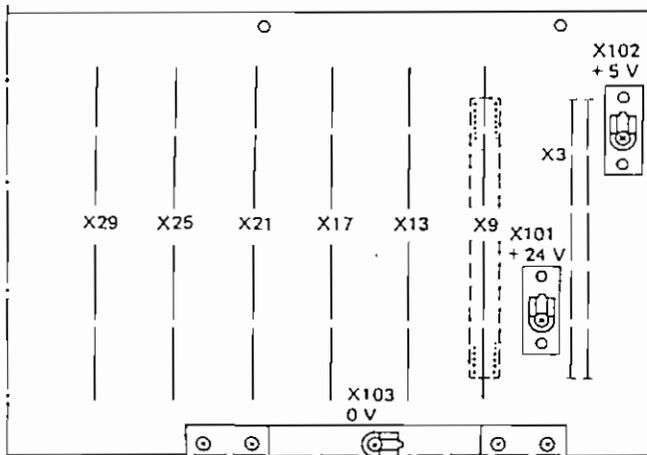


Fig. 2 Connections, DSRF 150, 152 and 154

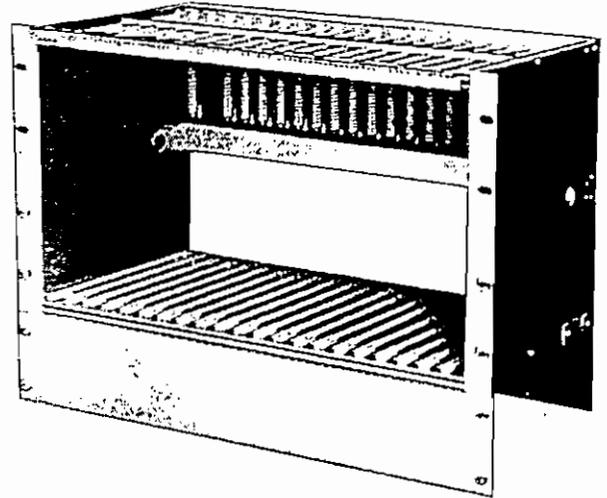


Fig. 1 Equipment frame

(802052)

When the load is more than 15 A on 5 V, the 0 V, + 5 V and + 24 V are connected to the screw terminals on the back plane (see fig. 2).

The back plane 0 V is connected to the chassis.

The equipment frames are designed and manufactured to withstand the effects of a demanding environment and are in accordance with the requirements of IEC publication 297 (Rack and Panel) and DIN 41494 (European standard).

The back plane and contacts for external connections are mounted at the rear of the equipment frame. The back plane is a PCB with the necessary terminals and connectors for the bus system mounted on the upper half. The connectors for external connections are mounted in the lower half. The plug-in boards are fixed in the equipment frame with guides and a locking bar.

## Data

### Physical data

#### Space requirement

Height including cable channel: 8S

Height excluding cable channel: 6S

Width: 19"

Depth incl cable channel: 320 mm

Depth excl cable channel: 240 mm

Weight including cable channel: approx 4.5 kg

Weight excluding cable channel: approx 4.0 kg

Space available: 19 places à 4 TE

1 place à BTE (for supply unit)

## Connections

The back plane has a standard connection for a PBC bus with pins in accordance with table 1.

0 V is connected to the chassis.

Connector types: C 80 p socket  
C 64 p socket

DSRF 150, 152 and 154 have screw terminals for power supply in accordance with table 2. The maximum cable area is 10 mm<sup>2</sup>.

Table 2 Screw terminals for power supply to DSRF 150, 152 and 154.

Voltage	Terminal number
+ 24 V	X101
+ 5 V	X102
0 V	X103

## Ordering instructions

Equipment frame	Catalogue number
DSRF 110*	5284 1254-T
DSRF 111**	5284 1254-R
DSRF 150	5731 0255-A
DSRF 151	5731 0255-B
DSRF 152	5731 0255-D
DSRF 153	5731 0255-E
DSRF 154	5731 0255-F

\* Without back plane and cable channel

\*\* Without back plane

**ASEA****Electronics**

# Mounting bar DSRA 110

## Description

### General

The mounting bar DSRA 110 forms part of the DS 100 version of the Combiflex modular construction system. It is intended for installation in 19" installation planes, normally in cubicles. Connection units in the DS 100PIO process interface system, for example, can be mounted on the mounting bar.

DSRA 110 consists of an aluminium extrusion to which a cable channel of painted sheet steel is screwed (see fig. 2). The mounting bar constitutes an ground plane for the connection units.

## Data

### Physical data

Dimensions: See fig. 2.  
Weight: 1.2 kg

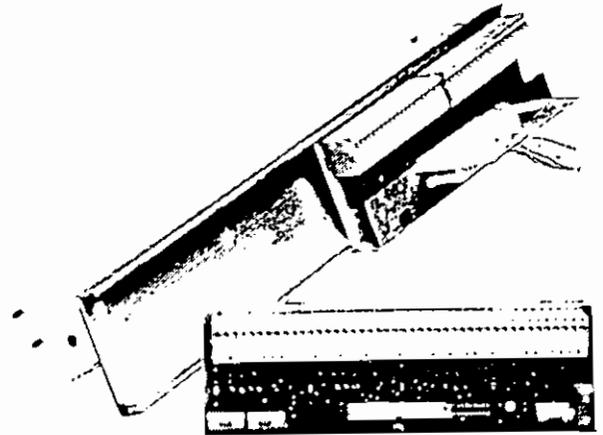


Fig. 1 Mounting bar DSRA 110 and two connecting units

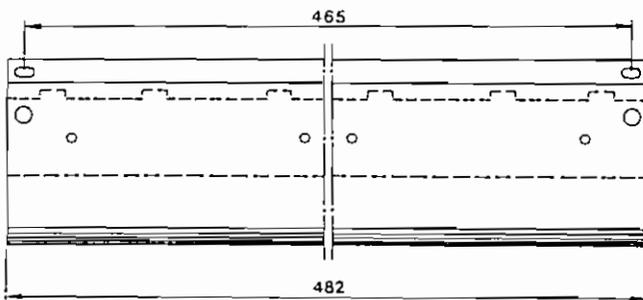
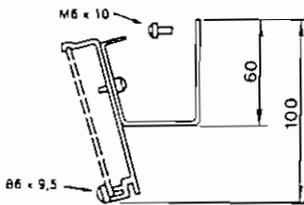


Fig. 2 Dimensioned sketch

## Ordering instructions

Catalogue number: 2166 0559-H

# Regulator unit DSSR 116

## Description General

DSSR 116 is a plug-in unit, intended for installation in an equipment frame, which forms part of the power supply system DS 100POW. It is supplied with 24 V unregulated voltage from one or two sources and generates 5 V, 20 A to units connected via the DS 100PBC bus.

DSSR 116 units are provided with logic for supervision of the voltages. In the event of a voltage failure and restart, control signals (POLOW, INHIB, INIT) are given to the bus for controlled stop and start of the equipment. It is also possible to detect voltage failure in other equipment frames by means of signals connected from other regulator units.

The input power is fused separately to the + 24 V bus supply and to the 24/5 V converter with internal fuses.

## Indication and test

Three LEDs are located on the front of the regulator unit. The upper two LEDs indicate that unregulated voltages, 24 V/A and 24 V/B are applied to the unit. The two unregulated voltages can be redundant power supply sources connected to the regulator unit via external selecting diodes. Strapping of the signal POWOK is dependent on whether a single supply or a double supply is used. (See Strapping below.) The lowest LED indicates that the controlled output voltage is within permissible limits.

Test points for 24 V/A, 24 V/B, + 5 V and + 24 V outputs to the bus are located on the front of the unit.

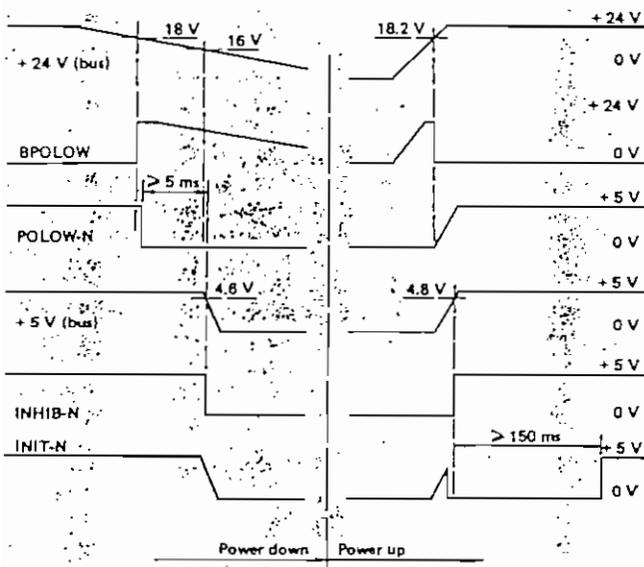


Fig. 2 Sequence diagram for power down and power up signals

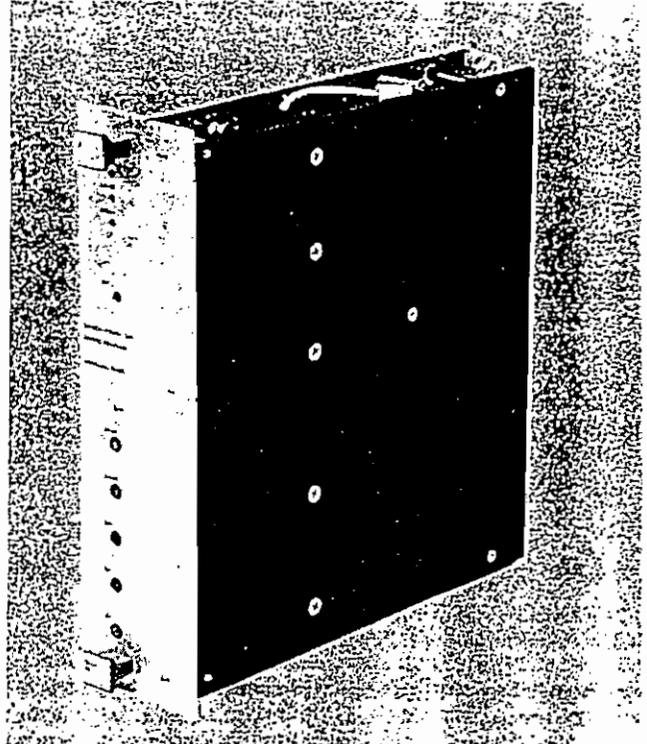


Fig. 1 Regulator unit DSSR 116

(B20034)

## Data General

Input voltage, nom: 24 V

Range: 19 - 32 V DC

Ripple:  $\leq 2 V_{pp}$

Min operational voltage: + 16 V

Input power, max: 150 W

incl. + 5 V max load

excl. + 24 V load

No-load current: 400 mA

Energy reserve at power failure

(POLOW-N INHIB-N):  $\geq 5$  ms This assumes that the rate of change of the input voltage  $\leq 0,4$  V/ms (see fig 2.)

Fuses

Type: 5 x 20 mm tube F1;

+ 24 V bus supply: 6,3 AF (fast) F2;

+ 24 V to 5 V regulator: 10 AF (fast)

Output voltage: + 24 V nom, 5 A max

Range: 19 - 32 V DC

Ripple:  $\leq 2 V_{pp}$

Output voltage: + 5 V  $\pm 3\%$ , 20 A max

Ripple:  $< 0,2 V_{pp}$

Current limit: approx 22 A

Efficiency of 24/5 V converter at full load: approx 70 %

## Physical data

Plug-in unit  
 Space requirement: 6S D3 12TE  
 Weight: 1,8 kg approx.

## Environmental data

Temperature range, operation: + 5 to + 70 °C  
 storage: - 40 to + 70 °C  
 Isolation: 0 V and + 24 V common for primary and secondary  
 Electromagnetic interference resistance: SEN 361503, class 2 (Swedish standard).

## Strappings

Table 1 Supervision signal 24 V/B

Function	Strap group S1
	2 3 4 5 6 7 8 9 10
Only 24 V/A supply connected	.....
24 V/A and 24 V/B supply connected	.....

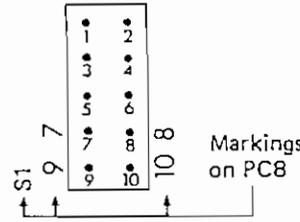


Fig. 4 Strap group S1

## Connections

Connector: X1  
 Connector type: C 96 p, pins (European standard)  
 Application: Connection for supply and signals in accordance with the block diagram (fig. 3).

Connector: X2  
 Connector type: RTX 28-1, 28 pins  
 Application: Connection for supply and external status signals. See fig. 3

Test points (0 V, 5 V, 24 V, 24 V/A, 24 V/B)  
 For contact pins with dia. 2 mm.

## Ordering instructions

Catalogue number: 4899 0001-FK  
 Fuses, F1: 5672 2011-22  
 F2: 5672 2011-24

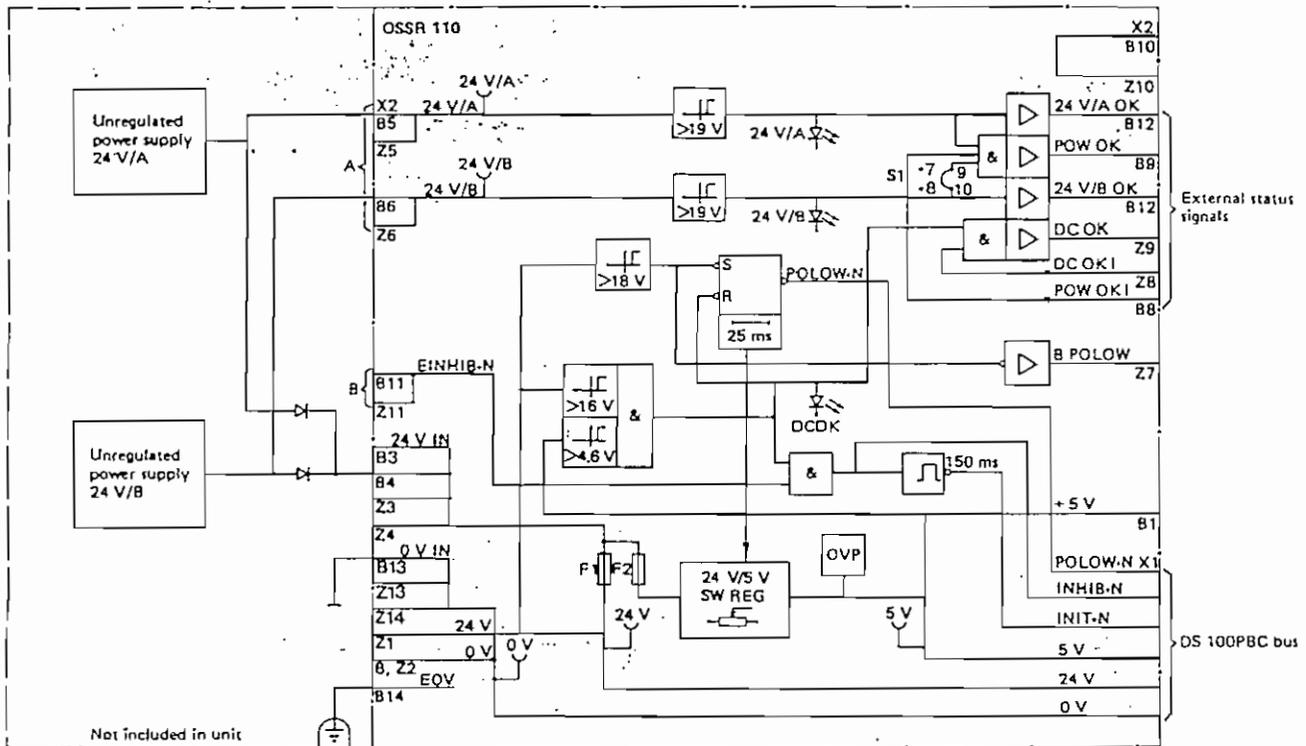


Fig. 3 Block diagram  
 A Input for supervision of redundant unstabilized voltages B External inhibit signal



Data sheet 5716 065-2  
 I L F M Oct 1984

# Bus repeater DSBC 11

## Description

### General

DSBC 11 is part of the parallel bus system DS 100PBC and extends the parallel bus system between two racks within a cubicle. The rear planes in racks controlled from the same control unit are connected with the help of a DSBC 11 unit.

The bus repeater consists of

- a master board DSBC 110 of plug-in type for installation in racks with controlling units
- a slave board DSBC 111 of plug-in type for installation in racks without controlling units
- a 64-conductor ribbon cable, DSTK 151 for connection between master and slave.

Only DS 100PBC bus type, 64 pin, can be extended with the help of the DSBC 11. This means that units which utilize DMA traffic, synchronous bus accesses and the interrupt levels IREQ1 and POLOW can not be located in the "slave"-racks. The address field is there limited to the lowest 256 kbytes.

Fig. 2 illustrates the connection of three racks in the same cubicle. The two master boards needed by the DSBC 110 for transmission are placed in the same rack as the control unit and in the board places with the highest numbers (N.B. the highest number should, however, be reserved for the use of testing aids). The slave boards are to be located in the board place which has the highest number in the rack concerned. The ribbon cable DSTK 151 is connected to socket X2.

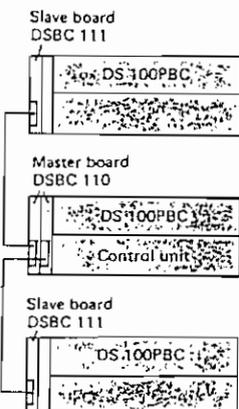


Fig. 2 Connection of three racks

By means of an optional register address (0 - 3) within the I/O address FE (see Strapping) the system processor can block, permit, check and reset the interrupt request IREQ3 from the master board resulting from an INHIB activated in the slave board rack.

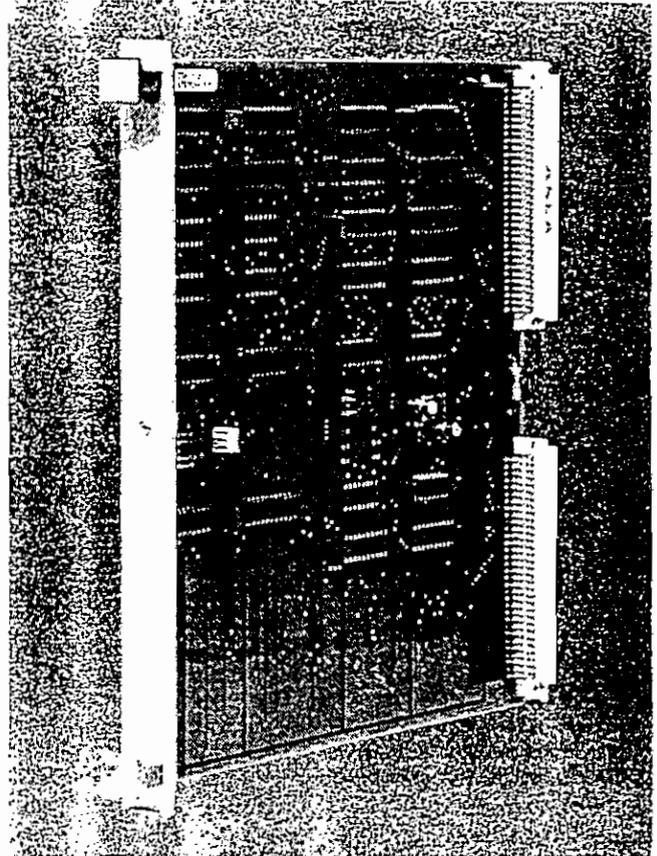


Fig. 1 Master board DSBC 110

(812297)

When the master board is strapped to activate interrupt level IREQ3 on detection of an active INHIB from the slave board rack, the interrupt can be blocked (D1, D2 = 0), permitted (D1, D2 = 1), checked (D0 = X) and reset by means of an optional register address within the I/O address FE, (see table 2). The system processor can also detect if the slave board is connected through the master board register address (D7 = 1).

## Data

### General

Supply requirement

DSBC 110

+ 5 V, typ: 425 mA

+ 5 V, max: 675 mA

DSBC 111

+ 5 V, typ: 470 mA

+ 5 V, max: 725 mA

Delay when reading and writing

Total, typ: 45 ns

max: 70 ns

## Physical data

	DSBC 110	DSBC 111
Size:	6S D3 4TE	6S D3 4TE
Weight:	0.30 kg	0.30 kg
DSTK 151		
Length:	0.65 m	
Weight:	0.10 kg	

## Environmental data

Temperature range, operation: +5 - +70 °C  
 storage: -40 - +70 °C

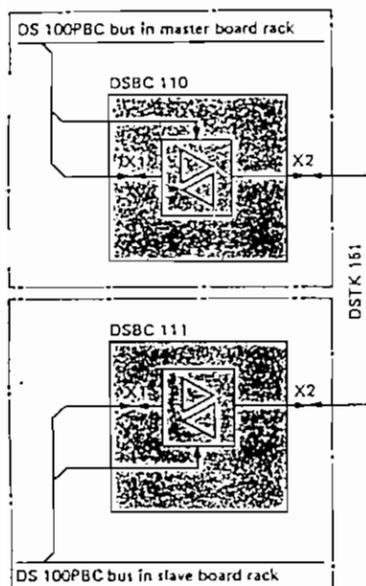


Fig. 3 Block diagram

## Strapping

The strapping necessary is performed on the master board only, strap group S1.

Table 1 Transmission of INHIB

Function	Strap group S1/A
	5 6 7 8 9 10
Galvanic connection of INHIB between master board and slave board, the signal passing no driver.	• • —• • •
No transfer of INHIB between master board and slave board.	• • • • • •
One-way transfer of INHIB from master board to slave board.	—• • • • •
Activation of interrupt level IREQ3 on the master board when INHIB is activated in the slave board rack.	• • • • —•
One way transmission of INHIB from master board to slave board and activation of interrupt level 3 on the master board when INHIB is activated in the slave board rack.	—• • • —•

Table 2 Selection of register address within I/O address FE

Register address	Strap group S1	Markings on PCB
	1 2 3 4	
00	—• —•	
01	• • —•	
02	—• • •	
03	• • • •	

## Connections

Connector X1 and X2 have the same function on master and slave boards.

Connector: X1

Connector type: C 96 p pin (European standard)

Application: DS 100PBC bus, 64 pin

Connector: X2

Connector type: C 96 p pin (European standard)

Application: Connection between the units via ribbon cable.

## Ordering instructions

Unit	Catalogue number
DSBC 11 complete	5731 0256-Z
Components parts	
Master board DSBC 110	5731 0256-E
Slave board DSBC 111	5731 0256-K
Ribbon cable DSTK 151	2639 0603-C

**ASEA**

**Electronics**

**ASEA**

Electronics

Data sheet 5731 0293-2  
ILTD June 1986

# Single board computer DSPC 155

## Description

### General

The single board computer DSPC 155 is the controlling unit in the DS 101C50 computer system. It is designed as a plug-in board for installation in an equipment frame and is adapted to the DS 100PBC bus.

DSPC 155 is designed around a CPU (MC 68000) with a 32 bit internal structure and has an addressing range of 4 Mbyte primary memory and 4 Mbyte virtual memory. The board can be equipped with an internal memory of up to 320 kbyte EPROM (27256). The internal memory occupies 512 kbyte.

The single board computer can address 256 I/O addresses each with 256 register addresses. It is provided with a V24 channel for console communication.

Quick acknowledge gives optimized access time and rapid synchronous accesses. The access time may, depending upon external units, be selected by strapping on the board (see table 5). DSPC 155 performs bus arbitration on the DS 100PBC bus.

DSPC 155 has 9 interrupt inputs with hardware priority. Time-out supervision of access times and DMA selection is performed by means of timers which cause an interrupt when a specified time is exceeded. An interrupt is also generated when the timer for stall alarm has timed out. At the same time the RUN signal is deactivated and after 5 ms the control signal INHIB-N is activated on the PBC bus. This function is enabled by strapping. The board also contains an interval clock which triggers an interrupt at regular intervals.

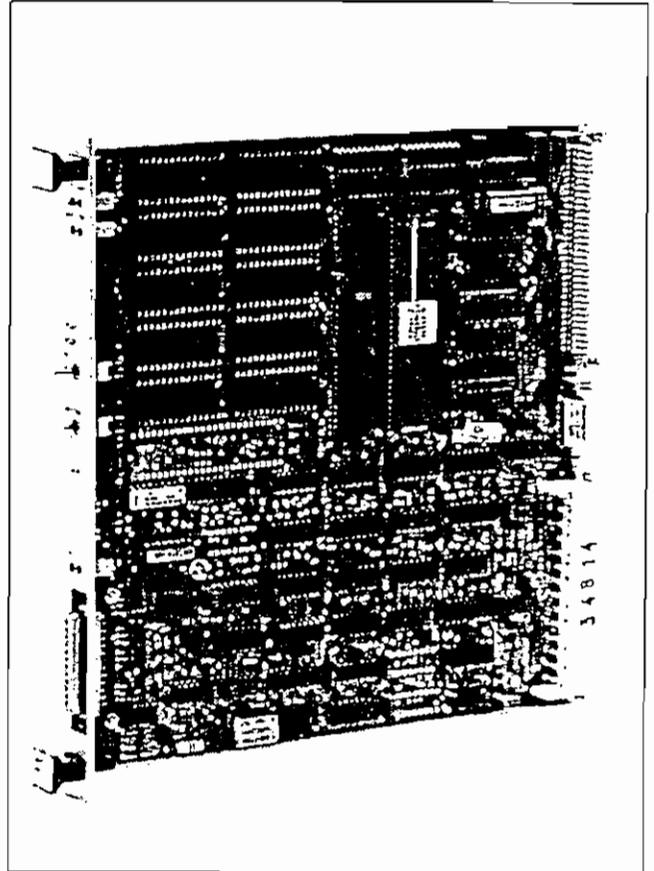


Fig. 1 Single board computer DSPC 155 (822733)

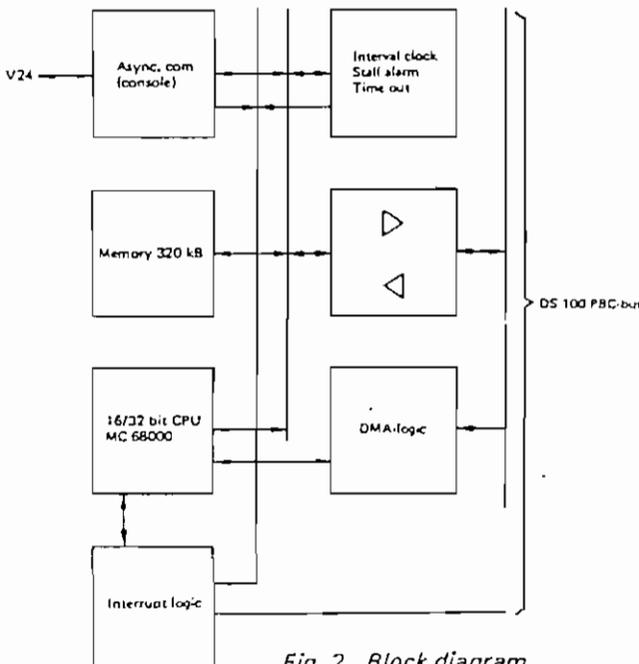


Fig. 2 Block diagram

The system is supervised to ensure that the same address has not been allocated to more than one unit. A circuit is provided to generate an interrupt to the processor when more than one unit responds to an address.

An external unit for execution control may be connected to the to the panel.

### Switching and indication

Upper and lower toggle switches for start-up are located on the board front. Each switch has three positions. When the complete system is started, the lower switch is placed in its upper position and returned to its mid position. When only DSPC 155 is started the lower switch is placed in its lower position and then returned to its mid position.

The upper switch can be placed in three positions, that can be sensed by software. This may be used eg. to discriminate between cold, warm and console start procedures.

LEDs for indication of stall alarm, halt, DMA mode, bus error, V24 in, V24 out, RS422 in och RS422 out are located on the front of the board.



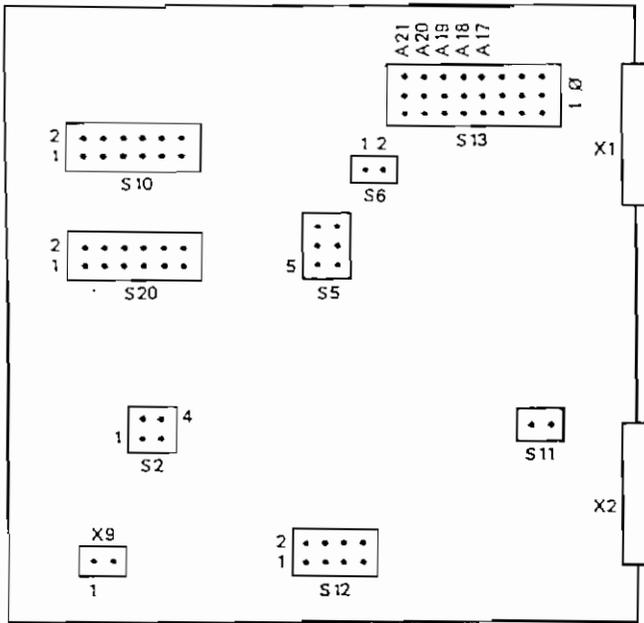


Fig. 4 Position of strap groups

Table 8 Front connector X3

Function	Pin
Data in	2
Data out	3
Signal earth	7
Protective earth	1
Jumpers	4, 5 (RTS, CTS)
Jumpers	6, 8, 20 (DTR, DCD, DSR)

## Ordering information

Catalogue number: 5731 0001-CX

Memory packages are not included. These may be ordered as follows:

Unit	Ordering number
27256	4911 004-77

Table 6 Activation of INHIB-N after STALL ALARM, strap group S1.1

Function	Strapping	
	1	2
INHIB after STALL ALARM		
No INHIB		

## Connections

Connector: X1

Connector type: C 96 p pin (European standard)

Application: DS 100PBC bus, 80 pins

Connector: X2

Connector type: RTX-28, 28 p, pins

Application: Connection to back-up supply

Connector: X3

Connector type: DB25

Application: Connection to service aid according to table 8.

Table 7 Connector X2

Function	Pin
<b>STALL ALARM (RUN) *</b>	
Output	B14
0 V	Z14
<b>XPOLOW</b>	
Input	B13
<b>Back-up voltage</b>	
5 V input	Z13
<b>V24 connection</b>	
Data input	Z11
Data output	B11
Signal earth	Z12
Logic 1	B12

\* The Run-signal is connected to a help relay (RK 119 5902) located on the power distribution unit inside the cubicle. The connection should be made with a shielded cable (1683 0013-1). Shield and 0 V (Z14 or Z12) must be connected to the frame with as short a cable as possible.

**ASEA**

Electronics

# Memory board DSMB 116

## Description

### General

The DSMB 116 is a plug-in board intended for installation in racks. The board forms part of the micro-computer system DS 101C and is connected to the parallel bus system DS 100PBC.

The board contains a high-capacity (512 kbyte) dynamic read/write memory and can be addressed within a 16 Mbyte address field.

The memory is secured with one parity bit per byte.

By means of strapping, in this case by the activation of QACK-N, it is possible to address the board synchronously.

The address range is selected by means of straps in steps of 512 kbyte.

The board's logic is supplied with + 5 V from the DS 100PBC. The memory is supplied with + 5 V or + 24 V from the bus by means of straps.

The memory can be provided with + 24 V back-up supply via connector X2. Note that the supply of + 24 V to the memory is required for this. An automatic transfer to the back-up power supply takes place when the supply via the bus fails. The memory information is retained during this back-up supply.

The back-up supply is selected by means of straps. Blocks of 256 kbyte can be write protected through transfer via the X2-connector.

DSMB 116 can only be installed in racks.

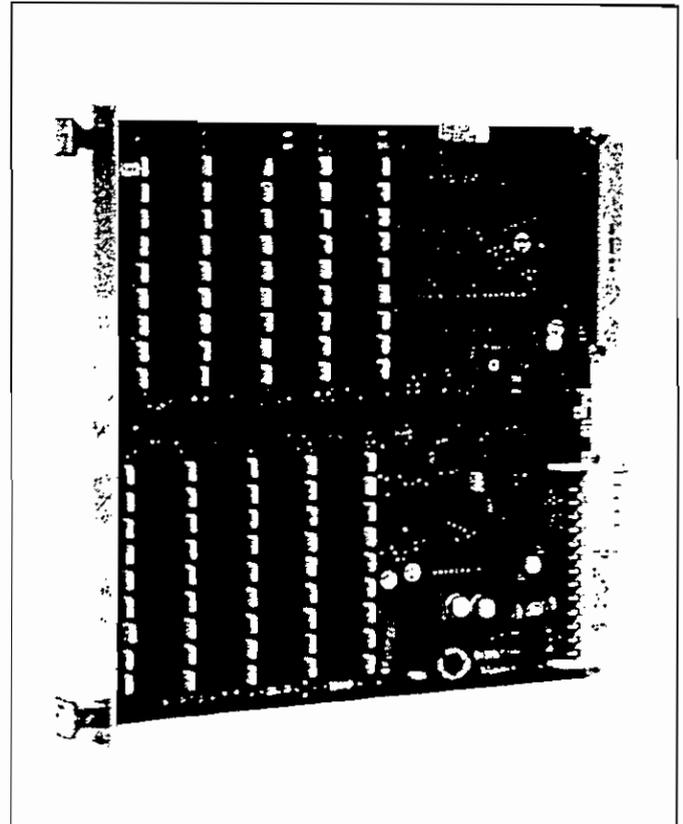


Fig.1 Memory board DSMB 116 (86 03 86)

### Error indication

Parity error results in the activation of the bus signal BERR-N and the illumination of a red LED on the front of the board. The bus signal INIT-N cancels the illumination of the LED.

## Data

### General

Supply voltage from DS 100PBC	Logic part	Memory part	Current consumption
+ 5 V ± 5%	+ 5 V	+ 5 V	typ 1.4 A, max 2.3 A
+ 5 V ± 5%	+ 5 V	+ 24 V	typ 0.5 A, max 0.8 A
+ 24 V (18-32 V)	+ 5 V	+ 24 V	typ 0.3 A, max 0.5 A

Back-up supply voltage from X2 *	Logic part	Memory part	Current consumption
+ 24 V (18-32 V)	0 V	+ 24 V	typ 0.2 A, max 0.4 A (18V)

\* The memory can only be given back-up supply when it is supplied with + 24 V. When the supply via the bus fails there is an automatic transfer to the back-up power supply.

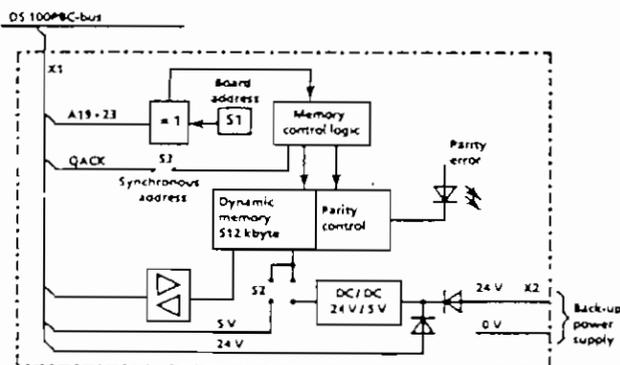


Fig. 2 Block diagram

Memory capacity: 512 kbyte

Access time:

- STROBE-DATA 355 ns
- STROBE-DONE 520 ns

## Physical data

Plug-in board

Space requirement: 6S D3 4TE

Weight: 0.6 kg

## Environmental data

Temperature range: operation + 5 to + 70 °C  
storage - 40 to + 70 °C

## Strapping

Jumpers for the selection of address field, synchronous or asynchronous addressing and power supply are available on DSMB 116.

DSMB 116 occupies 512 kbyte in the address field of DS 101C. The address field is selected with strap S1. Addressing over 2 Mbyte requires the rear plane DSBB 160.

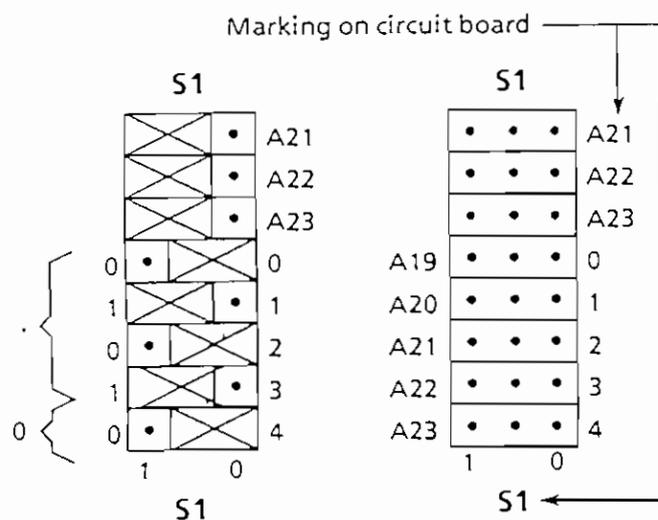


Fig. 3 Address strapping with the hexadecimal address 500 000 as an example.

Figure 3 gives an example of address strapping for the hexadecimal address 500 000. It is given by multiplying the hexadecimal board place number 0A with the board range, which is 80 000 in hexadecimal numbers. The formula reads as follows:

$$0A_{16} \times 80000_{16} = 500000_{16}$$

If any of the addresses A21, A22 or A23 are used (address field  $\geq 2$  Mbyte) it requires the use of the DSBB 160. The strap S1 is partly used to name the board's location within the address field (these pin-rows are marked 0, 1, 2, 3, 4), partly for the strapping of the total address area for the in the system used processor (these pin-rows on S1 are marked A21, A22 and A23).

This means that if the system has a processor of which the highest address is A20 ( $\leq 2$  Mbyte), then A21, A22 and A23 should not be connected to the board. They should instead be strapped to 0. The corresponding pin-rows on S1, marked 2, 3 and 4, are thus to be strapped to 0.

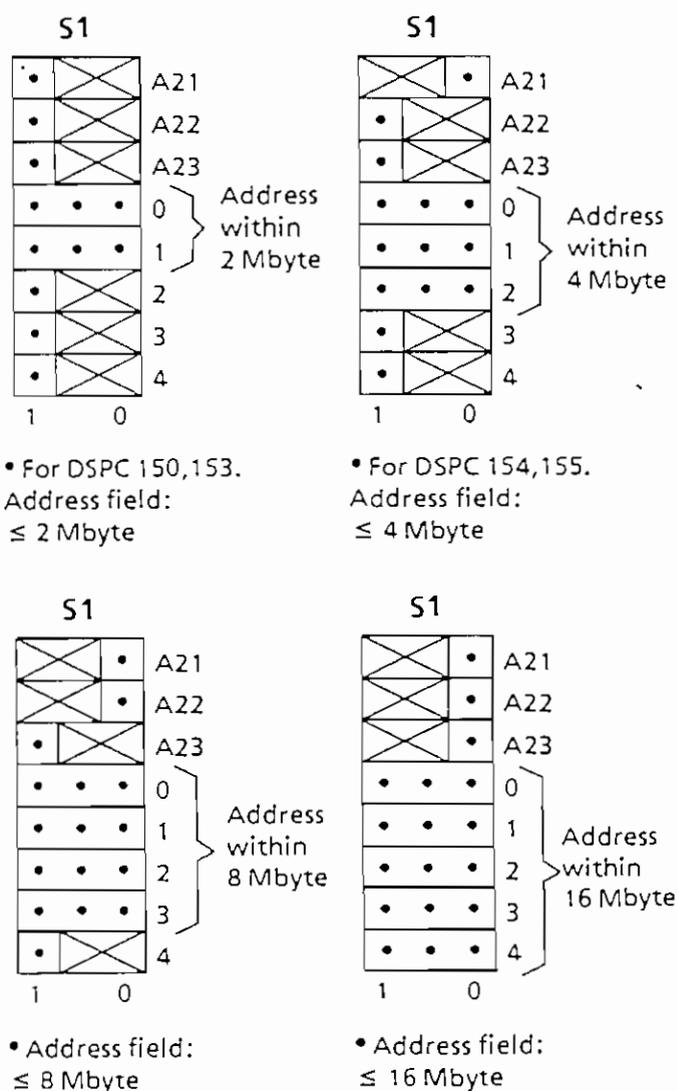


Fig. 4 Strapping of total address field (depending on the processor used)

If the system instead has a processor that can address 16 Mbyte, then the pin-rows on S1 marked A21, A22 and A23 should be strapped to 1. This means that the pin-rows marked 0, 1, 2, 3, 4 on S1 can be used to name the board's placing within this larger address field (16 Mbyte).

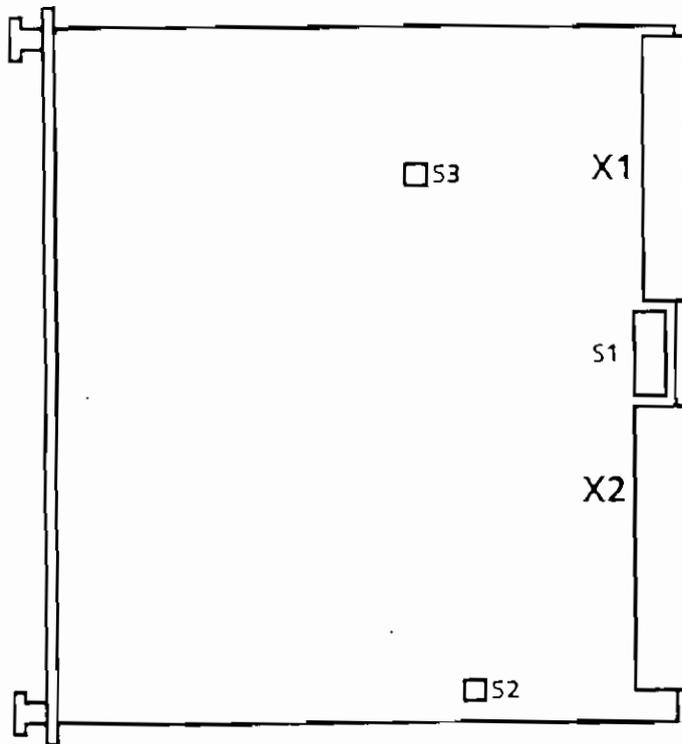
The relation is as follows:

- A21 corresponds to 2
- A22 corresponds to 3
- A23 corresponds to 4

Strapping of S3	Pin	
	1	2
Synchr. addressing, QACK activated	•	•
Asynchr. addressing, QACK inactive	—••	

Tab. 1 Synchronous / asynchronous addressing - strapping group S3

Strap group S2 is used to select whether the memory area is to be supplied with + 5 V from DS 100PBC or with + 24 V via the board's DC/DC-converter. If the memory is supplied via the DC/DC-converter the voltage is taken either from the bus or from the back-up supply to which it is connected to via the X2-connector.



Strapping of S2	Pin		Pin	
	1	2	3	4
+ 5 V from DS 100PBC during normal operation No back-up supply.	•	•	—••	
+ 24 V from DS 100PBC during normal operation. Back-up supply via connector X2.	—••		•	•

Tab. 2 Supply of memory area - strap group S2

## Connections

Connector: X1  
 Connector type: C 96 pin, (European standard)  
 Application: DS 100PBC-bus, 80 pins  
 DS 100PBC-bus, 64 pins\*  
 \* Only asynchronous addressing, max 2 Mbyte

Connector: X2  
 Connector type: RTXR 28 pin  
 Application: connection to back-up supply and write protection (see table 3)

Pin	Function
B13	Write protected 0-256 kbyte
Z13	Write protected 256-512 kbyte
B2, Z2, B14, Z14	0 V for back-up supply
B1, Z1	+ 24 V for back-up supply

Tab. 3 Back-up supply and write protection via connector X2.

Write protection for each 256 kbyte block is obtained by the strapping of the pins B13 and Z13 to 0 V (B14, Z14). The pins left on X2 are either not used or else used for testing.

## Ordering instructions

Unit	Catalogue number
DSMB 116	5736 0001-EB

**ASEA**

**Electronics**

Data sheet 5712 292-2  
ILTD September 1986

# Memory board DSMB 144

## Description

### General

The DSMB 144 is intended for general use within the Asea micro-computer system DS 101C, and is adapted to the DS 100PBC-bus.

The board is characterized by the following data:

- 16 bit data width.
- Memory area up to 512 kbyte is obtainable by means of strapping and an optional number of EPROM.
- Occupies a maximum memory area of 512 kbyte.
- Can be strapped with base address from each 512 kbyte range.

By means of strapping, in this case by the activation of QACK-N, it is possible to address the board synchronously.

The memory board contains one memory area:

- the EPROM-area

The EPROM-area in turn contains of 16 sockets for memory packages of the type 27256 (32k X 8).

The address range is selected by means of straps in steps of 512 kbyte.

No answer signal (DONE-N, QACK-N) is given by the board during printing. This results in "time-out".

The DSMB 144 can only be installed in racks.

## Data

### General

Memory capacity: 512 kbyte

Access time:

- STROBE-DONE 450 ns

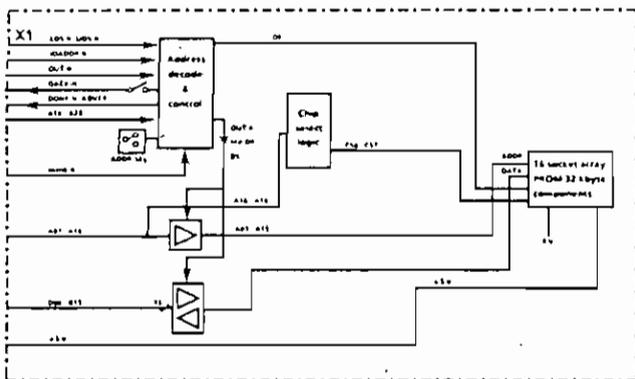


Fig. 2 Block diagram

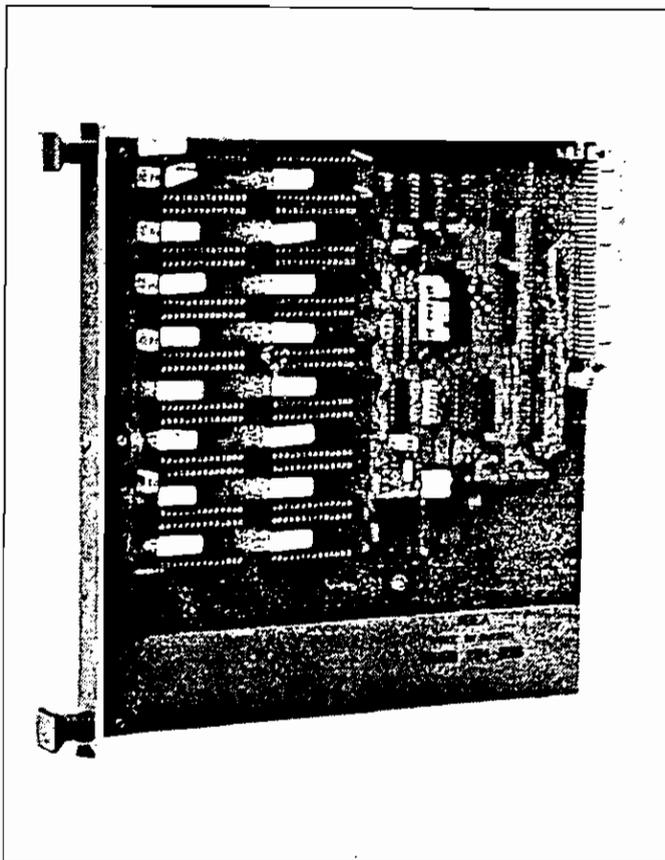


Fig. 1 Memory board DSMB 144 (86 03 87)

Equipment alternatives	Supply requirement
Basic equipment, (without EPROM)	typ 5 V / 0.4 A max 5 V / 0.6 A
Fully equipped board, (512 kbyte EPROM)	typ 5 V / 0.8 A max 5 V / 1.5 A

## Physical data

Plug-in board

Space requirement: 6S D3 4TE

Weight: 0.34 kg

## Environmental data

Temperature range: operation +5 to +70 °C  
storage -40 to +70 °C

# Strapping

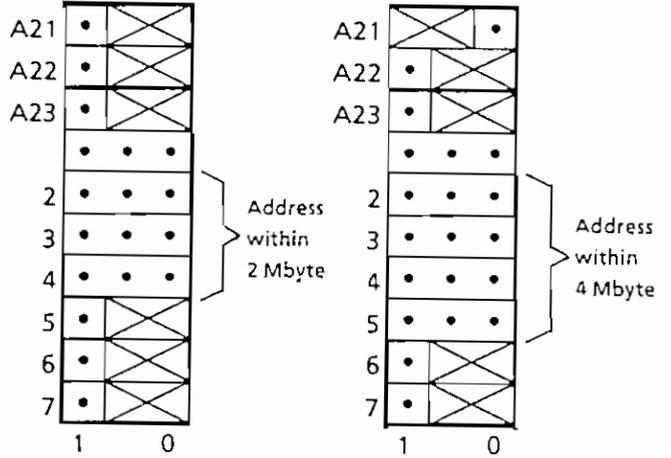
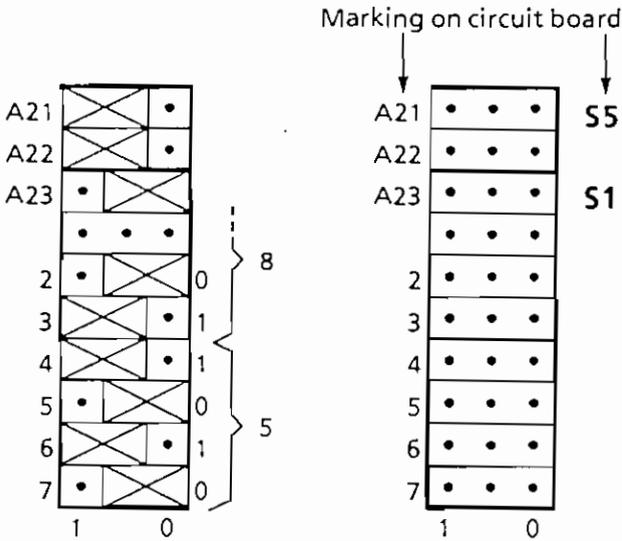
Jumpers for the selection of address field and synchronous or asynchronous addressing are available on DSMB 144.

DSMB 144 occupies 512 kbyte in the address field of DS 101C. The address field is selected with straps S1 and S5. Addressing over 2 Mbyte requires the rear plane DSBB 160.

Figure 3 gives an example of address strapping for the hexadecimal address 580 000.

The relation is as follows:

- A18 corresponds to 2
- A19 corresponds to 3
- A20 corresponds to 4
- A21 corresponds to 5
- A22 corresponds to 6
- A23 corresponds to 7



• For DSPC 150, 153.  
Address field:  
≤ 2 Mbyte

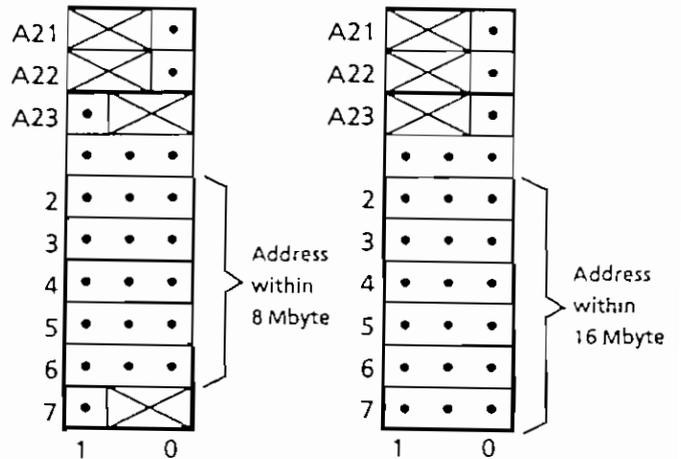
• For DSPC 154, 155.  
Address field:  
≤ 4 Mbyte

Fig. 3 Address strapping with the hexadecimal address 580 000 as an example.

If any of the addresses A21, A22 or A23 are used (address field ≥ 2 Mbyte) it requires the use of the DS8B 160. The straps S1 and S5 are partly used to name the board's location within the address field (these pin-rows are marked 2, 3, 4, 5, 6, 7), partly for the strapping of the total address area for the in the system used processor (these pin-rows are marked A21, A22 and A23).

This means that if the system has a processor of which the highest address is A20 (≤ 2 Mbyte), then A21, A22 and A23 should not be connected to the board. They should instead be strapped to 0. The corresponding pin-rows, marked 5, 6 and 7, are thus to be strapped to 0.

If the system instead has a processor that can address 16 Mbyte, then the pin-rows marked A21, A22 and A23 should be strapped to 1. This means that the pin-rows marked 5, 6, and 7 can be used to name the board's placing within this larger address field (16 Mbyte).



• Address field:  
≤ 8 Mbyte

• Address field:  
≤ 16 Mbyte

Fig. 4 Strapping of total address field (depending on the processor used)

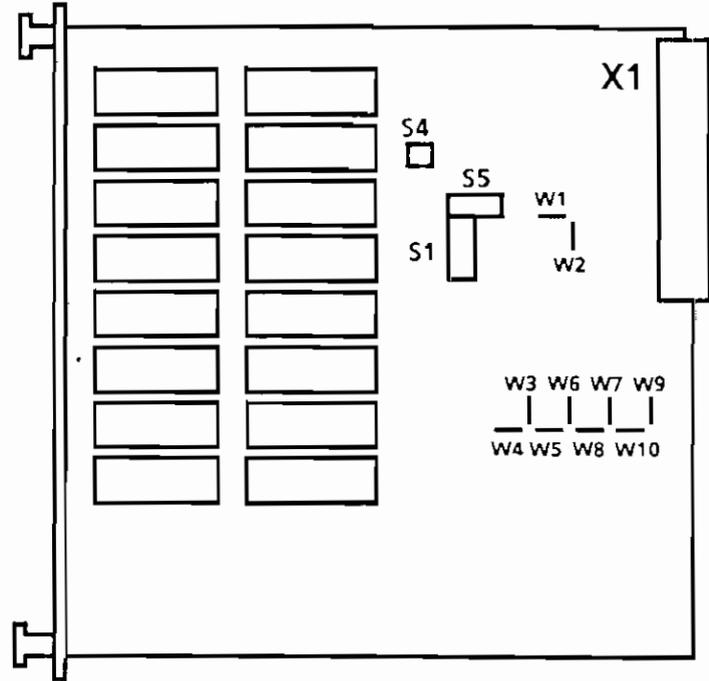
Strapping of synchronous addressing (storage strapping) - see table 1 and figure 5.

Strapping of S4	Pin	
	1	2
Synchr. addressing, QACK activated		
Asynchr. addressing, QACK inactivated		

Tab. 1 Synchronous / asynchronous addressing - strap group S4

Weld strap	Strapped	Not strapped
W1		X
W2	X	
W3	X	
W4		X
W5		X
W6	X	
W7	X	
W8		X
W9	X	
W10		X

Tab. 2 Strapping of weld straps

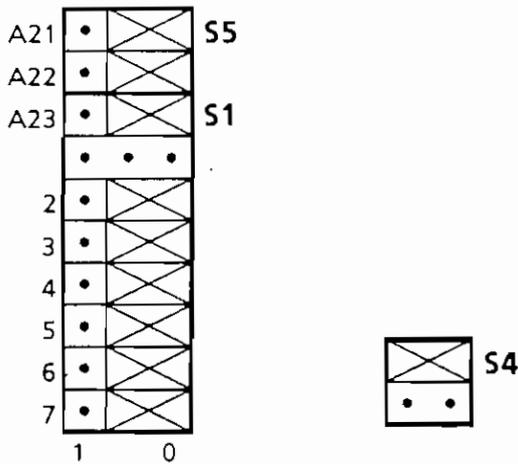


## Connections

- Connector: X1  
 Connector type: C 96 pin, (European standard)  
 Application:
- in synchr. addr. DS 100PBC-bus, 80 pins
  - in system  $\geq$  2 Mbyte DS 100PBC-bus, 96 pins

## Ordering instructions

Unit	Catalogue number
DSMB 144	5736 0001-EL
EPROM (250 ns)	4911 004-77



- 0-512 kbyte address space
- DS 100PBC-bus
- QACK activated

Fig. 5 Storage strapping of straps S1, S4 och S5.

# Memory board DSMB 126

## Description

### General

The DSMB 126 is a plug-in board intended for installation in racks. The board forms part of the micro-computer system DS 101C and is connected to the parallel system DS 100PBC.

The Memoryboard contains a EEPROM-area of 256 Kbyte and is divided in two parts. The first part is storing the function tables for texts.

The second part is storing all other function tables.

After INIT the EEPROM area is in reading mode and reading of the memory area can be done.

Reading can not be done if the board is in writing mode.

DSMB 126 can only be installed in racks.

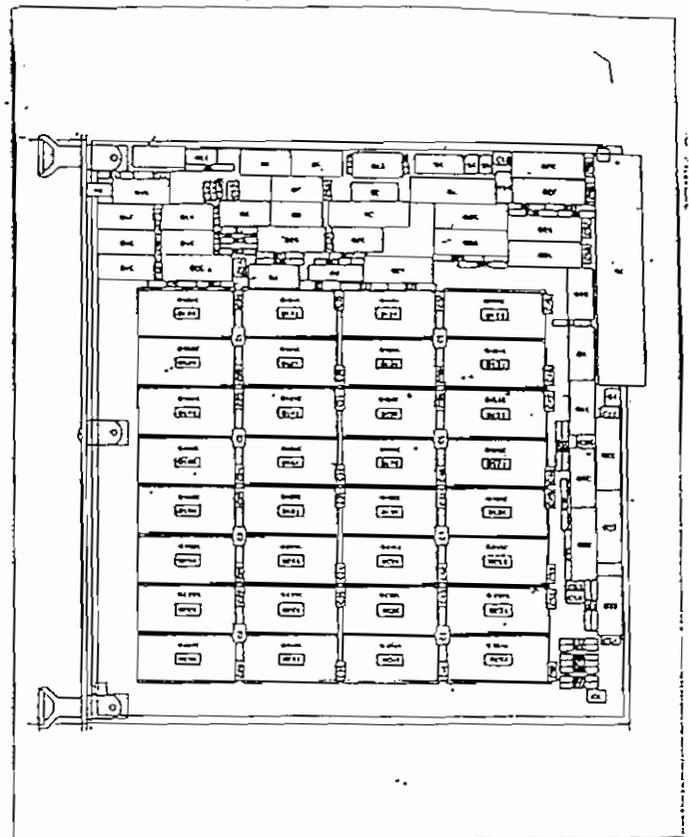


Fig.1 Memory board DSMB 126 (86 03 86)

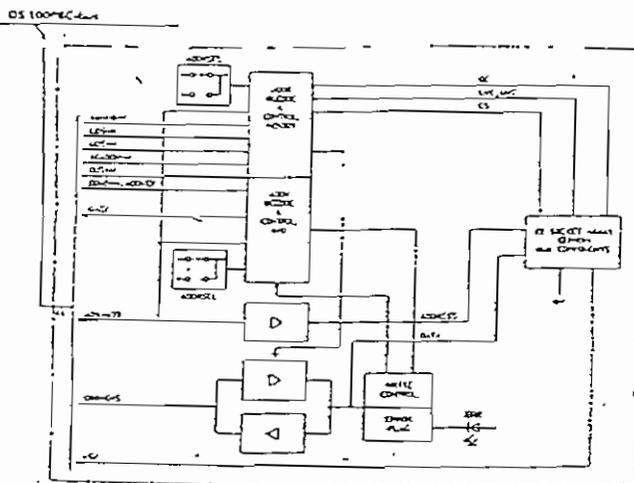


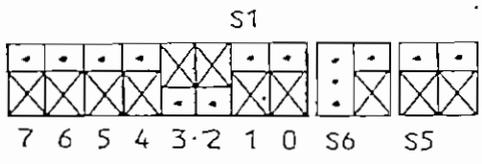
Fig.2 Block diagram

### Error indication

INIT results in the activation of the bus signal ERR and the illumination of a red LED in the front of the board. The bus signal INIT-N cancels the illumination on the LED.

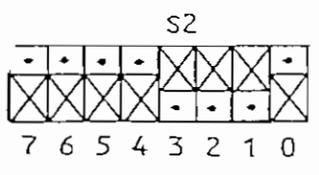
### Strapping

Strapping of address field



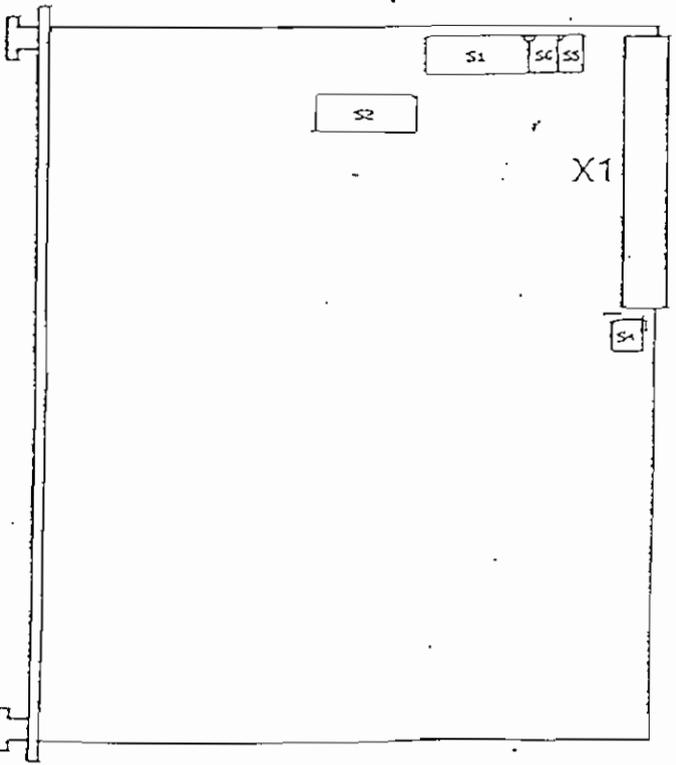
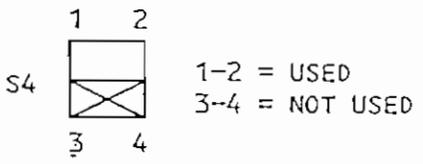
OC HEX (≤ 2 MBYTE)

Strapping of I/O address (HEX)



OE

Strapping for QUICK ACKNOWLEDGEMENT



### Connections

- Connector: XI
- Connector type: C96 pin, (European standard)
- Application: DS 100PBC-bus, 80 pins  
DS 100PBC-bus, 64 pins\*
- \* Only asynchronous addressing, max 2 Mbyte

### Data

#### General

Supply voltage from DS 100PBC	Logic part	Memory part	Current consumption
+5V ± 5%	+5V	+5V	TYP 5 V/1.5 A MAX 5 V/2.6 A

#### Physical data

- Plug-in board
- Space requirement: 6S D3 4TE
- Weight: 0.34 kg

#### Environmental data

- Temperature range: operation +5 to +70 °C  
storage -40 to +70 °C

Unit	Catalogue number
DSMB 126	5736 0001-0G

**ABB Network Control**

Data sheet 5736 054-6  
UK APRIL 1992

# Communication board with line selector DSCA 140

## Description

### General

DSCA 140 is a plug-in board intended for installation in a rack. The board forms part of the microcomputer system DS 101C and is connected to the parallel bus system DS 100PBC.

DSCA 140 has three communication ports with V24 (RS-232C) interface. An on-board communications processor that may communicate via any one of the three ports is provided. Which port that is to be used is determined via logic on the board.

The ports may, by means of loop-back logic, be interconnected. The communications processor can then monitor the traffic.

The board has a programmable baud rate generator with speeds from 50 bits/sec to 38.4 kbits/sec. Alternatively, the bit rate may be strapped to one of several fixed speeds.

Synchronous communication can be used.

The data format is software controlled as regards character length, parity and number of stop bits.

DSCA 140 has 512 bytes of dual-port memory, of which 256 bytes are reserved for block buffering.

The board gives signals to +24V relays that may indicate the following functions:

- STALL-ALARM
- COMMUNICATION ERROR
- LOOP BACK
- 2 signals for optional indication
- Loop-back for port 1 and 2. This signal is controlled by the INHIB-N signal on the DS 100PBC bus.

DSCA 140 may be strapped to generate interrupts on level IREQ1 or IREQ2.

### Indications

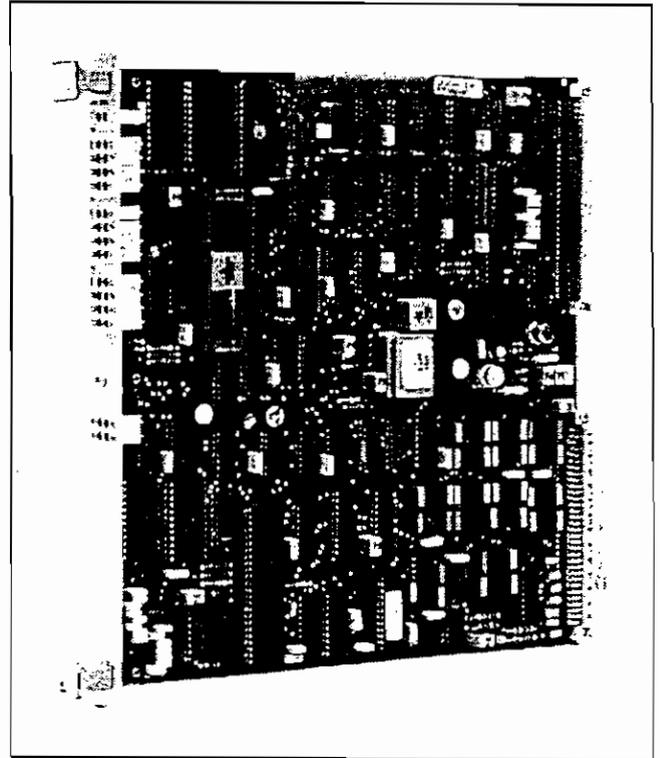
On the board front there are 2 red and 28 yellow LEDs.

ERR (red) indicates a fault in one of the communication ports. STA (red) indicates STALL-ALARM.

For each serial port there are 8 yellow LEDs:

- I Receive data
- O Transmit data
- SR Data Set Ready
- TR Data Terminal Ready
- CS Clear to Send
- RS Request to send
- CD Carrier Detect
- X Out

For indication of activated relays there are 4 yellow LEDs, R1 — R4.



(860345)

Fig. 1 Communication board with line selector DSCA 140

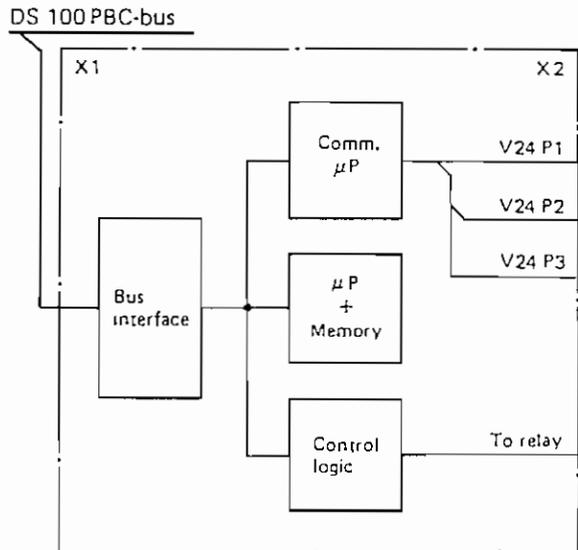


Fig. 2 Block diagram

# Data

## General

Number of communication ports: 3  
 Signal interface: V24 (RS 232C)  
 Transmission speed: 50 bits/sec to 38.4 kbits/sec  
 Character length: 5, 6, 7 or 8 bits  
 Parity: Odd, Even or None  
 Number of stop bits: 1, 1 1/2 or 2  
 Two port memory: 512 bytes  
 Power requirements  
 +5V  
 typ: 2.2 A  
 max: 2.9 A  
 +24V  
 typ: 0.24 mA  
 max: 0.29 mA

## Physical data

Plug-in board  
 Space requirements: 6S D3 4TE  
 Weight: 0.5 kg

## Environmental data

Temperature range, in operation: +5 to +70 °C  
 in storage: -40 to +70 °C  
 Electromagnetic interference resistance with connection unit DSTC 170: PL2\* according to SS 4361503 (Swedish standard)  
 \* Not mains frequency test

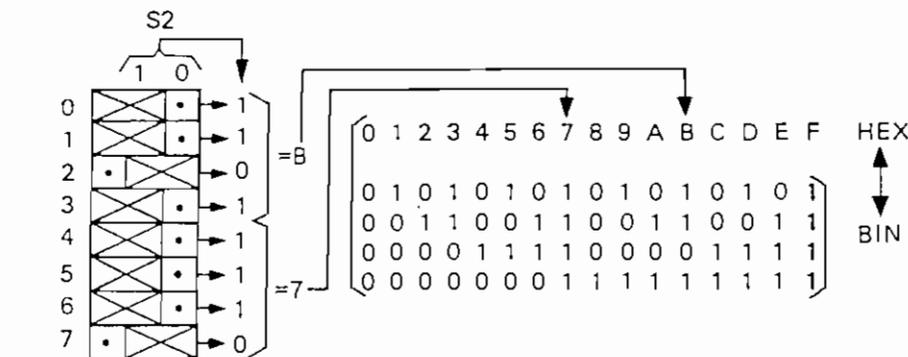
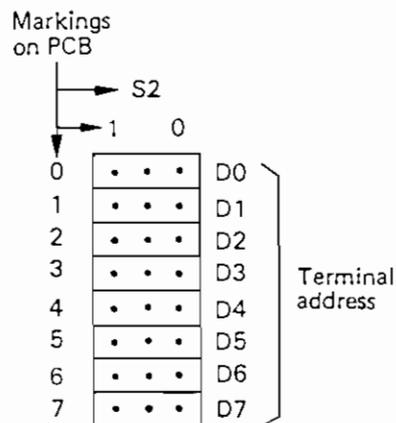


Fig. 4 Strap group S2

# Strappings

DSCA 140 uses 2 I/O addresses within DS 100PBC. These are consecutive and are determined with strap group S1. In the figure address 5A has been selected as an example. This means that the board uses I/O addresses 5A and 5B. The same strap group is used to determine the interrupt level to be used on DS 100PBC.

Table 1 Strapping of interrupt level, strap group S1

Function	Marking on PCB		
	1	2	3
IREQ1		●	●
IREQ2	●	●	

The terminal address of the board is determined with strap group S2, see fig 4. In the figure address 183 (hexadecimal B7) has been selected.

Strap group S3 can be read by software and is used to determine communication parameters when starting the board.

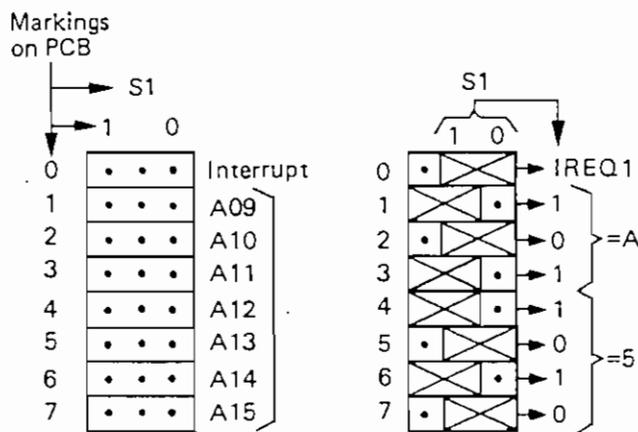


Fig. 3 Strap group S1

## Connections

Connector: X1  
 Connector type: IEC standard 603-2-IEC-C096M  
 Application: DS 100PBC bus

Connector: X2  
 Connector type: IEC standard 603-2-IEC-C064M  
 Application: Connection to connection units,  
 see table 2

Table 2 Connection to connection units -  
 Connector X2

	c	b	a	
RD1	•	•	•	0V:s
SD1	•	•	•	OUT1
RI1	•	•	•	DSR1
RLSD1	•	•	•	DTR1
RTS1	•	5	•	CTS1
0V	•	•	•	ST1
0V	•	•	•	RT1
0V	•	•	•	RD2
0V:s	•	•	•	SD2
OUT2	•	10	•	RI2
DSR2	•	•	•	RLSD2
DTR2	•	•	•	RTS2
CTS2	•	•	•	0V
ST2	•	•	•	0V
RT2	•	15	•	0V
RD3	•	•	•	0V:s
SD3	•	•	•	OUT3
RI3	•	•	•	DSR3
RLSD3	•	•	•	DTR3
RTS3	•	20	•	CTS3
0V	•	•	•	ST3
0V	•	•	•	RT3
0V	•	•	•	0V
S1	•	•	•	S2
ELOOP1	•	25	•	ELOOP2
+24V	•	•	•	+24V
ESTAL	•	•	•	0V
EERR-COM	•	•	•	0V
EL1	•	•	•	0V
EL2	•	30	•	0V
+24V	•	•	•	+24V
SDX	•	•	•	RDX

## Ordering instructions

Catalog number: 5752 0001-8P

# Connection unit for line selector DSTC170

## Description

### General

DSTC 170 forms part of the communication system DS 100COM. The unit is used to connect DSCA 140 (communication board with line selector) to external units, e.g. modems and terminals.

On the board are located 8 relays, 6 of which are used for indication and 2 which are used for loop-back. The relays are controlled from DSCA 140.

The unit has 3 ports with signal interface according to V.24 standard (RS-232C). The pin assignments are according to the standard for a DTE (Data Terminal Equipment).

Screw terminals for connection to the relays are provided on the board.

The unit may be mounted on mounting bar DSRA 110.

## Data

### General

Number of channels: 3

Signal interface: V24 (RS 232C), DTE

Number of relays: 8

Current consumption, + 24 V, max: 600 mA  
typ: 450 mA

### Physical data

l x w x d: 240 x 80 x 30 mm (1/2 19")

Weight: 395 g

### Environmental data

Temperature range, in operation: + 5 to + 70 °C  
in storage: - 40 to + 70 °C

Electromagnetic interference resistance (with DSCA 140) for V24:

SS 4361503, PL2\*

\* No mains frequency test

## Strappings

For each serial port there is a strap group, S1, S2 and S3, respectively, for connection of the signal OUT to pin 18 or 19 in the respective connector. If pins 1 and 2 are strapped, pin 18 is used and if pins 3 and 4 are strapped, pin 19 is used.

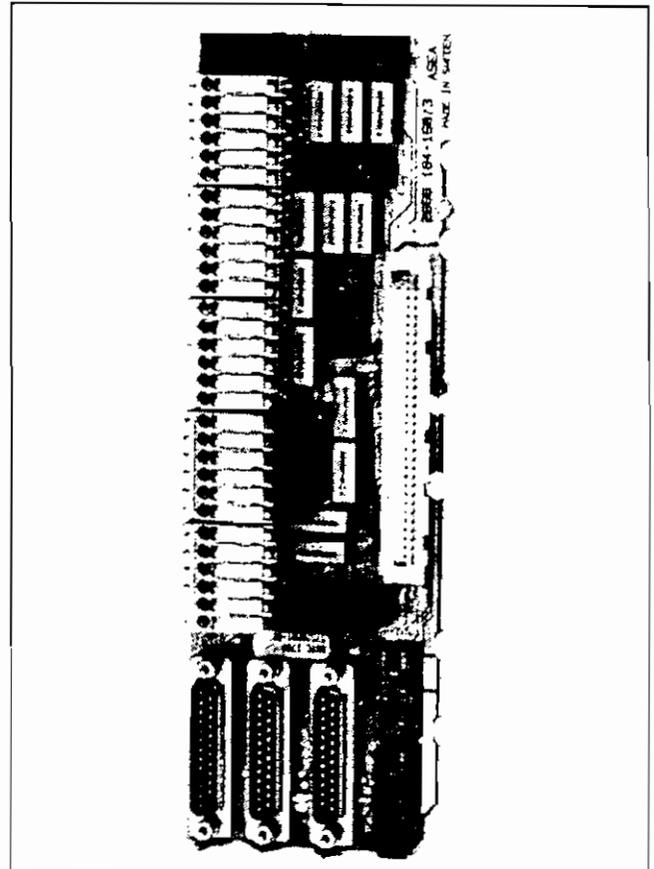


Fig. 1 Connection unit DSTC 170

(860195)

## Connections

Connector: X80

Connector type: C 64 p pin (European standard)

Application: Connection to communication board with line selector (DSCA 140)

Connector: X90, X91, X92

Connector type: DB 25P

Application: Connection to communication line according to table 1

Connector: X93, X94, X95, X96, X97

Connector type: Screw terminal block, disconnectable, maximum conductor area, 2.5 mm<sup>2</sup>

Application: Connection to indications to relays for switching on or off, see table 2.

# Connection unit for line selector DSTC170

Table 1 Connection to modem according to V.24 (RS-232) Connectors X90, X91 and X92

Signal	Pin	CCITT designation	Designation
Chassis	1	101	
SD	2	103	Send Data
RD	3	104	Receive Data
RTS	4	105	Request To Send
CTS	5	106	Clear To Send
DSR	6	107	Data Set Ready
OV (Signal earth)	7	102	
RLSD	8	109	Receiver Line Signal Detect
ST	15	114	Send Timing
RT	17	115	Receive Timing
DTR	20	108/2	Data Terminal Ready
RI	22	125	Ring Indicator
OUT	18 (19)	(120)	Spare

## Ordering instructions

Catalogue number: 5752 0001-BK

Table 2 Connections to relays

Signal Description	Contact
Stall-Alarm	X93:1-3
Communication Error	X93:4-6
Defined by user	X94:1-6
Defined by user	X95:1-6
INHIB-N gives loop-back	X96:1-6
INHIB-N gives loop-back	X97:1-6

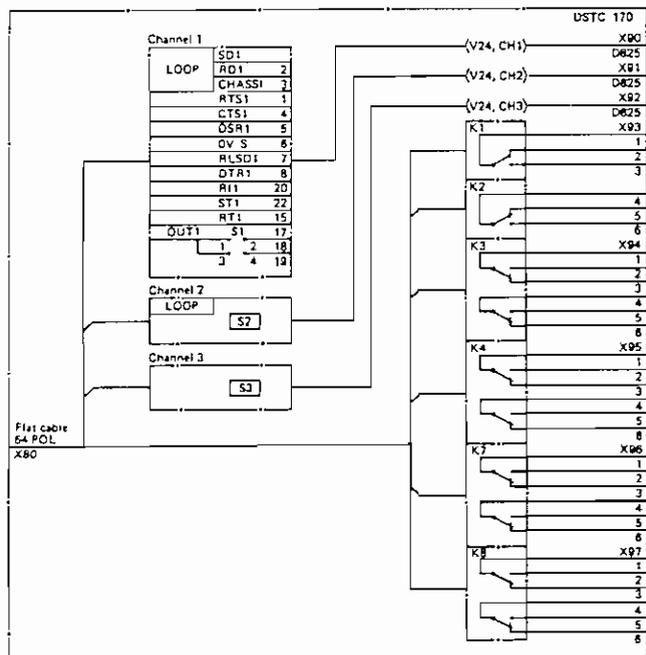


Fig. 2 Block Diagram

**ASEA**

**Electronics**

Data sheet 5751 021-2  
ILTD Jun 1986

# Analog input board DSAI 120

## Description

### General

DSAI 120 is a plug-in board included in the DS100PIO process interface system. The board is intended for installation in a rack and is connected to the DS100PBC parallel bus system.

DSAI 120 has 32 input channels for current and voltage signals. The measurement signals are connected to the board via a connection unit, e.g. DSTA 120.

The channel selection is controlled by the program via the PBC bus. The A/D converter works with a 10 V signal. To be able to use the resolution capacity and accuracy of the converter in measurement ranges below 10 V, there are 4 amplification alternatives (gain 1, 2, 4 and 8) which give measurement ranges  $\pm 10$  V,  $\pm 5$  V,  $\pm 2.5$  V and  $\pm 1.25$  V. The gain selection is controlled by the program and is transmitted via the PBC bus when the channel number is specified.

The inputs have two-pole active low-pass filter.

The system function of the unit is verified by two separate test channels connected to 0 and a positive reference voltage respectively. These channels are handled in the same way as the normal input channels.

Transducers and possible supply are supposed to be free-floating.

A 250  $\Omega$  shunt is normally used for adaption for current signals on the connection unit.

### Indication and test

A red LED (F) on the board indicates board fault and a yellow LED (C) indicates concluded A/D conversion. The board is provided with 11 LEDs which show the measured value in binary notation. These LEDs are used when making adjustments and are normally not connected. When required, they are connected by strapping, see "Strapping" below.

Supply and reference values and normalized input signals are available at connector unit X3 on the front of the board. The locations of the test outputs are shown in fig. 2.

X3		
Connector No	A	B
1	CH1	CH17
2	CH2	CH18
3	CH3	CH19
4	CH4	CH20
5	CH5	CH21
6	CH6	CH22
7	CH7	CH23
8	CH8	CH24
9	CH9	CH25
10	CH10	CH26
11	CH11	CH27
12	CH12	CH28
13	CH13	CH29
14	CH14	CH30
15	CH15	CH31
16	CH16	CH32
17	+ 24 V	+ 5 V
18	+ 15 V	- Ref
19	-15 V	-Ref
20	0 V	AG

Fig. 2 Test terminals in connector X3

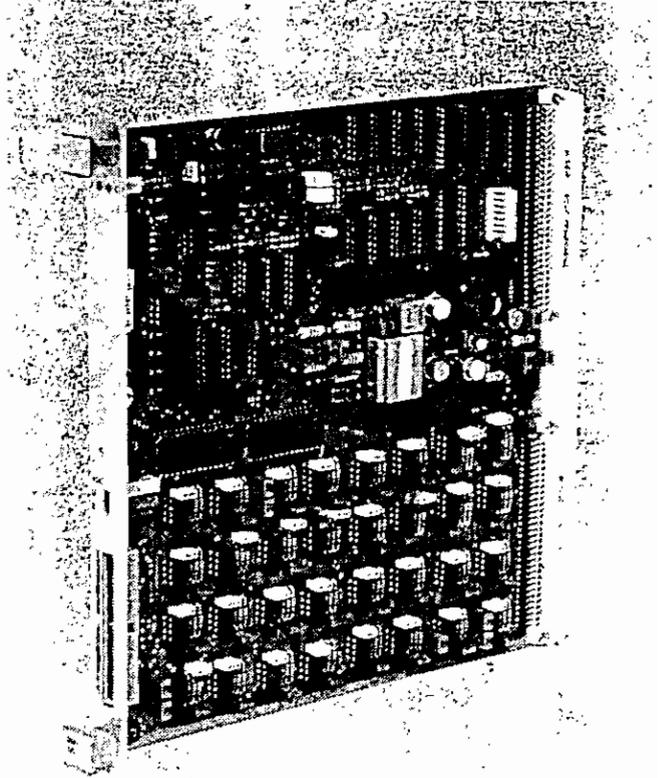


Fig. 1 Analog input board DSAI 120

(830600)

## Data

### General

Number of channels: 32 + 2 reference channels

Input type: Single, for free floating transducers

Measurement range: 0 - 10.230 V (10 mV/incr)

0 - 5.115 V (5 mV/incr)

0 - 2.5575 V (2.5 mV/incr)

0 - 1.27875 V (1.25 mV/incr)

For current signals the data for the connection unit apply.

### Input

Impedance:  $\geq 10$  M $\Omega$

Input offset: 0.5 mV max

Offset drift: 5 mV/ $^{\circ}$ C

### Filter

Limit frequency, 3 dB: 6.5 Hz

Attenuation: 40 dB/decade (min 40 times at 50 Hz)

### Program controlled amplifier

Gain: 1, 2, 4, 8

Input offset: 25  $\mu$ V max

Offset drift: 0.6  $\mu$ V/ $^{\circ}$ C max

Amplification error, F = 1: 0 %

F = 2, 4, 8: 0.1 %

Amplification drift: 2 ppm/ $^{\circ}$ C max

### Sign comparator

Offset error at 25 °C: 3.0 mV max, 0.7 mV typ  
at 70 °C: 4.0 mV max

### A/D-converter

Resolution: 10 bit + sign  
Code: Sign + magnitude  
Quantization error:  $\leq 1/2$  LSB (0.05 %)  
Linearity error: 0.05 %  
Monotonicity: Monotone in entire range  
Hysteresis: None  
Asymmetry between  $\oplus$  and  $\ominus$  : 0.01 %  
Total error:  $\leq 0.1$  %  
Conversion time, typ: 80  $\mu$ s  
max: 100  $\mu$ s

Supply requirement, + 5 V: 250 mA  
+ 24 V: 65 mA

Note. Data applies at 25 °C unless otherwise stated.

### Physical data

Plug-in board  
Space requirement: 6S D3 4TE  
Weight: 460 g

### Environmental data

Temperature range, operation: +5 - +70 °C  
storage: -40 - +70 °C  
Electrical interference resistance (with suitable connection unit): SEN 361503, class 2 (Swedish standard).

DS 100PBC bus

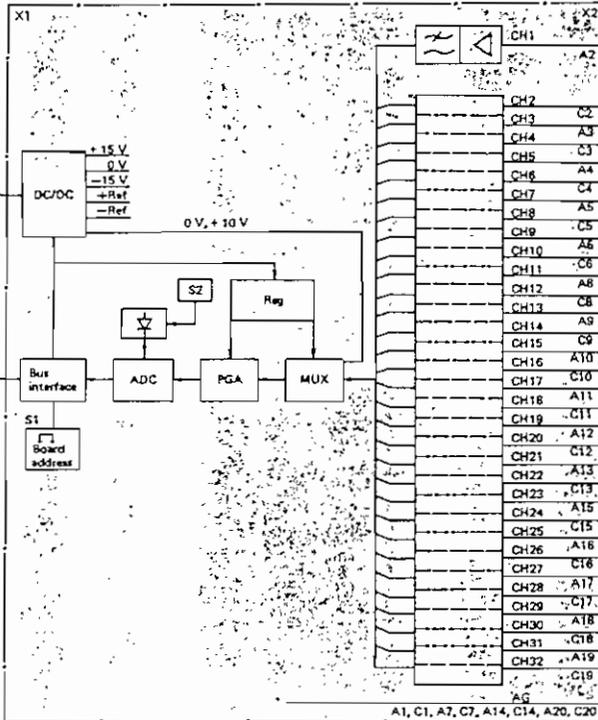


Fig. 3 Block diagram

### Strapping

The I/O address of the unit is determined by means of a strap group S1 on the board, see fig. 4. Address 6 is used as an example.

The 11 LEDs for A/D conversion on the board are connected by strapping of the four first pins in the strap group S2 according to table 1.

Table 1 Connection and disconnection of LEDs for A/D conversion.

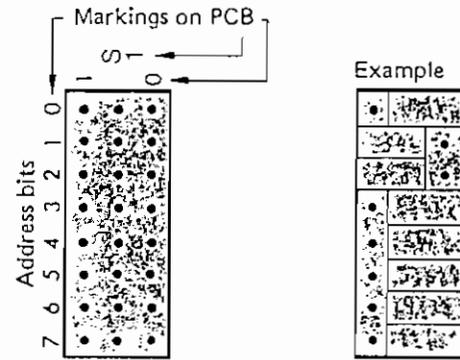
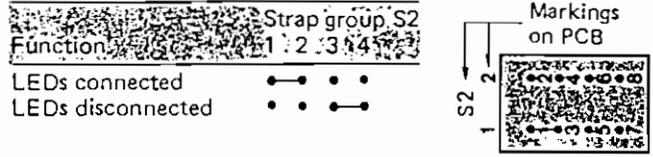


Fig. 4 Strap group S1

### Adjustments

When delivered, the board is trimmed for an ambient temperature of + 25 °C. If DSAI 120 is to be used with other temperatures and the accuracy requirement is high (see temperature drift under "Data") the board must be adjusted for the ambient temperature concerned (see Functional description).

### Connections

Connector: X1  
Connector type: C 96 p pin (European standard)  
Application: DS 100PBC bus, 64 pins

Connector: X2  
Connector type: C 64 p pin (European standard)  
Application: Connection to connection unit

Connector: X3  
Connector type: 40 p pin connector  
Application: Test terminal

A 40 conductor ribbon cable, e.g. DSTK 151 is used to connect the DSAI 120 and the connection unit, e.g. DSTA 120 via the lower connector X2.

### Ordering instructions

Catalogue number: 5712 0001-DK

**ASEA**

**Electronics**

Data sheet 5712 255-2  
YLFM Aug 1983

# Connection unit DSTA 120-121

## Description

### General

The connection units DSTA 120 and 121 form part of the process interface system DS 100PIO and are used for connection of analog current or voltage signals to input boards with single pole inputs, eg. DSA1 110.

The units contain 46 screw terminal blocks for field wiring of which

- 32 are disconnectable for incoming signals, and
- 14 for power distribution including 1 of which is a fuse terminal.

All of the 32 channels are provided with voltage limiting protective components, shunts for current signals and a high-frequency filter. The units are delivered strapped for current signals. For channels with voltage signals the associated strap is clipped. The strappings are marked with the corresponding channel number.

The units can be installed on a mounting bar DSRA 110.

## Data

### General

Nominal signal range

Voltage signal:  $\pm 10$  V

Current signal:  $\pm 20$  mA

DSTA	120	121
Shunt, 1/4 W, R ( $\Omega$ )	250	250
Tolerance, %	0.05	0.1
Temperature drift, ppm/ $^{\circ}$ C (type)	5	10

Fuse F1: 1.0 AT (slow) 5 x 20 mm tube

### Physical data

l x b x d: 240 x 80 x 40 (1/2 19")

Weight: approx. 0.4 kg

### Environmental data

Temperature range, in operation:  $+5 - +70$   $^{\circ}$ C  
in storage:  $-40 - +85$   $^{\circ}$ C

Electromagnetic interference resistance: SEN (Swedish standard) 361503, class 2

### Strapping

The associated solder strap is clipped in the case of channels with voltage signals.

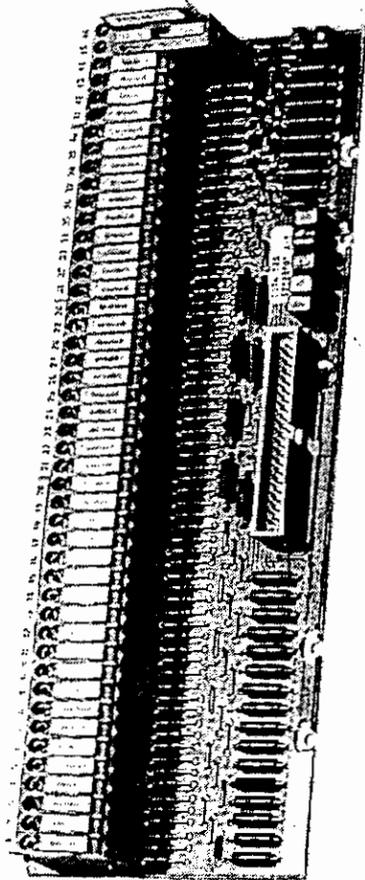


Fig. 1 Connection unit DSTA 120  
(DSTA 121 look similar)

## Connections

Connector: X80

Connector type: for ribbon cable, 40 pins

Application: Connection to analog input boards

Connector: X90

Connector type: Screw terminal, max conductor area  
2.5 mm<sup>2</sup> FK or 4 mm<sup>2</sup> EK

Application: Connection to transducers

## Ordering instructions

Unit	Catalogue number	
DSTA 120	5712 0001-A	Excl. DSTK 150
DSTA 120	5712 0002-A	Incl. DSTK 150
DSTA 121	5712 0001-E	Excl. DSTK 150
DSTA 121	5712 0002-B	Incl. DSTK 150
Fuse F1	5672 817-14	

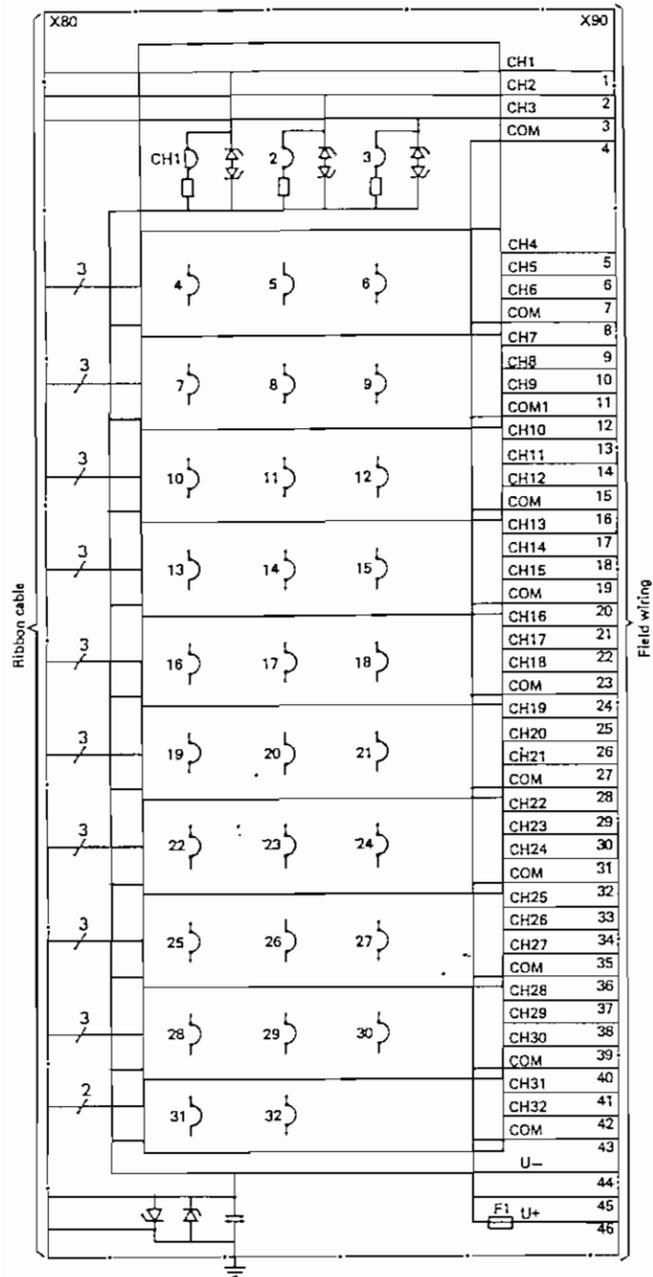


Fig. 2 Connection diagram (DSTA 120 and 121)

**ASEA**

**Electronics**

# Digital input board DSDI 150

## Description

### General

DSDI 150 is an input board intended for installation in a rack. The board forms part of the process interface system DS 100PIO and is connected to the parallel bus system DS 100PBC.

The board provides the ability to connect up to 336 digital signals to the system.

If individually isolated inputs are required the connection unit DSTD 189 may be used. This unit has 2 groups of 16 inputs each for 125 V DC. 1 — 11 such connection units may then be used. In addition an external 24 V supply is required.

If individually isolated inputs are not required DSTD 185 may be used, in which case 1 — 7 such connection units with 48 (3 x 16) inputs for 24 V DC may be connected.

Changes at the inputs may be reported to the central processor by means of interrupts generated by the unit. This event reporting may be activated and deactivated individually for each channel. The time for each event is stored in the unit. Up to 159 separate time stamped events may be placed in a queue pending action by the system CPU.

Interrupts are generated at interrupt level 3 (IREQ3). Identification of the interrupting unit is done by polling.

The state of the input signals may be read independently from the event reporting.

### Switching and indication

On the board front are located 5 LEDs for status indication:

F (Red)	Indicates board fault
NORM (Green)	Indicates running mode (see below)
DSCL (Yellow)	Indicates running mode (see below)
DLCK (Yellow)	Indicates running mode (see below)
STOP (Red)	Indicates running mode (see below)

Additionally a two digit seven-segment display is provided for display of selected group or error code. 16 LEDs are provided for indication of the status of the inputs in the selected group.

Two switches are located on the front. The upper one — S1 — has two positions:

- Display On
- Display Off

In the Off position the board operates with continuous scanning of the input signals and output of data to the DS 100PBC bus. In this case the display and the 16 LEDs for signal status are turned off. The position of the lower switch has no effect on the operation of the board. The green LED (NORM) is illuminated.

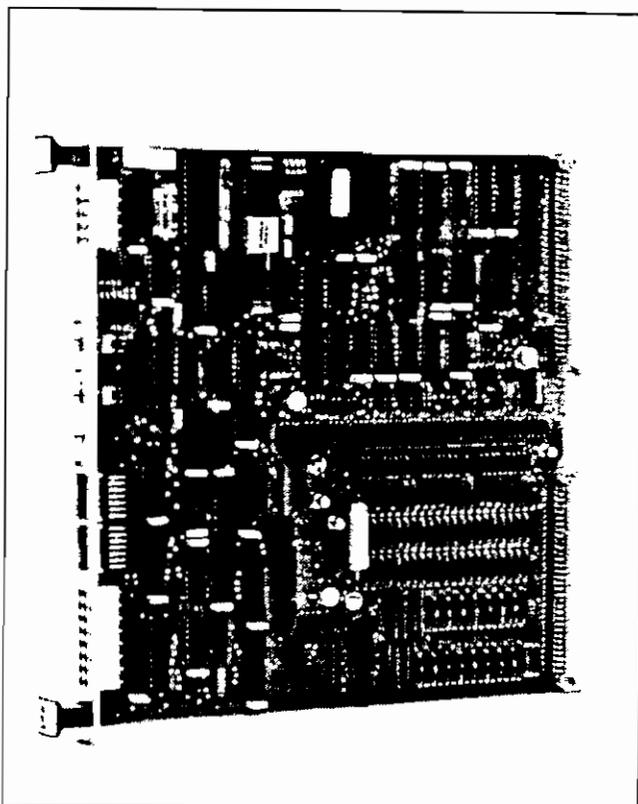


Fig. 1 Digital input board DSDI 150

(860193)

When the upper switch is in the On position the green LED (NORM) is turned off and the positions of the lower switch has the following significance:

Position	Function
DSCL	Display <b>SC</b> roLI. Scanning and output of data is performed in the same way as in Display Off mode. In addition, current data is shown for one second for each group after which the next group is shown.
DLCK	Display <b>LoCK</b> . In this position the scanning and data output continues normally but status is displayed only for the selected group. The display is updated each second.
STOP	Test position in which scanning and data output is stopped. Only the selected group is read and shown on the display and LEDs. Updating is performed at a high rate.

# Digital input board DSDI 150

DS 100 PBC-bus

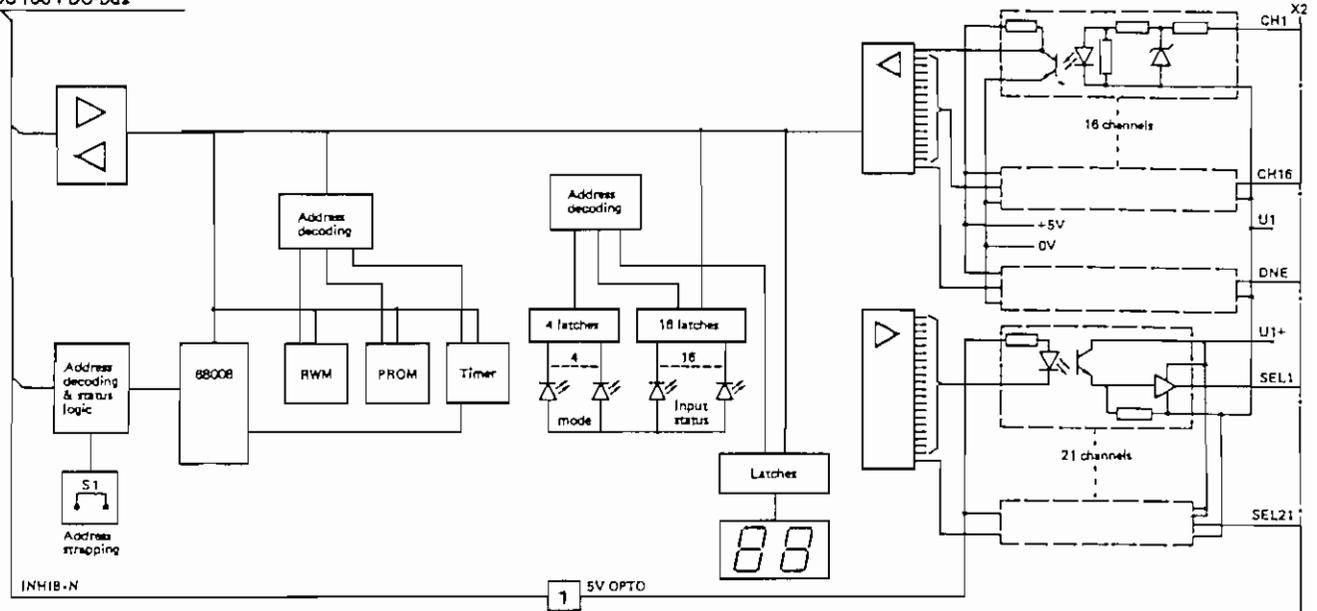


Fig. 2 Block diagram

## Data

### General

- Number of inputs with suitable connection units: 336
- Access time, two-port memory, max: 800 ns
- Supply requirements
  - + 5 V, typ: 0,7 A
  - max: 0,9 A
- Isolation test voltage
  - between channels: 0 V
  - between channels and PBC bus, 60 V, test voltage: 500 V

### Physical data

- Plug-in board
- Space requirement: 6S D3 4TE
- Waight: 0,5 kg

### Environmental data

- Temperature range, in operation: + 5 to + 70 °C
- in storage: - 40 till + 70 °C
- Electromagnetic interference resistance (with cycle time > 2 ms and suitable connection unit): SS 4361503, PL3 (Swedish standard)

## Strappings

The I/O address of the unit is determined with a strap group (S1) on the board, see figure 3. In the figure address 6 has been selected as an example.

In addition there is a strap group for test purposes (S2) that normally should be strapped in positions 1 - 2 and 3 - 4.

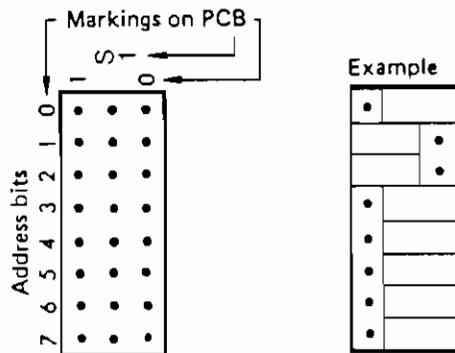


Fig. 3 Strap group S1

## Connections

- Connector: X1
- Connector type: C 64 p pin, European standard
- Application: DS 100PBC bus, 64 pins
- Connector: X2
- Connector type: C 64 p pin, European standard
- Application: Connection to connection unit
- Connection to the process is via 1 to 7 connection units DSTD 185 or 1 to 11 connection units DSTD 189. The first connection unit is connected to DSDI 150 (connector X2) via cable, e.g. DSTK 150. Subsequent connection units are connected in series with ribbon cable.

## Ordering instructions

Unit	Catalogue number
DSDI 150	5716 0001-HQ
DSTD 185	5716 0001-HK
DSTD 189	5716 0001-PP
DSTK 150	2639 0603-A
ribbon cable, 230 mm	2639 0360-E
ribbon cable, 880 mm	2639 0360-T



Data sheet 5716 076-2  
ILTD June 1986

# Connection unit DSTD 150-151

## Description

### General

The connection units DSTD 150 and 151 are included in the process interface system DS 100PIO.

The units are primarily intended for connection of digital input boards, for example DSDI 110 and 120.

The unit consists of 2 isolated screw terminal groups. Each group has 23 screw terminals for field wiring of which

- 16 for digital signals
- 7 for power distribution. On DSTD 150 2 of these are fuse terminals.

In each group U-- is decoupled to chassis with a capacitor.

The terminals for the signals are provided with breakers.

All channels are provided with voltage limiting protective components.

The units can be installed on a mounting bar, DSRA 110.

## Data

### General

Number of channels: 32

Max load

input: 200 mA

supply: 1 A

Fuses (DSTD 150) F1 - F4: 1 AF (fast) 5 x 20 mm tube

Rated voltage: 60 V

Isolation test voltage

50 Hz for 1 minute, signal-chassis: 500 V

between groups: 500 V

Capacitor, rated voltage: 1000 V DC, 500 V AC, 50 Hz

### Physical data

l x b x d: 240 x 80 x 40 mm (1/2 19")

Weight: 0.4 kg approx.

### Environmental data

Electromagnetic interference resistance: SEN 361503 (Swedish standard), class 2

Temperature range, operation: + 5 - + 70 °C

storage: -40 - + 85 °C

## Connections

The connection to the digital input board is made from contact X80 by means of a ribbon cable of DSTK 150 type.

The field wiring is connected to screw terminal group X90.

Connector: X80

Connector type: for ribbon cable, 40 pins

Application: connection to digital input boards

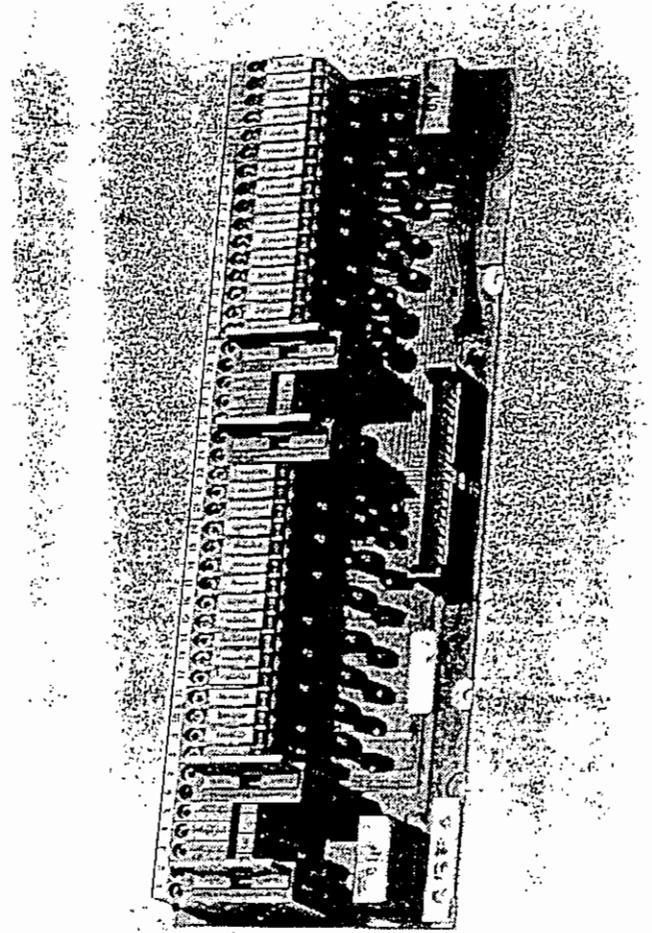


Fig. 1 Connection unit DSTD 150

(812303)

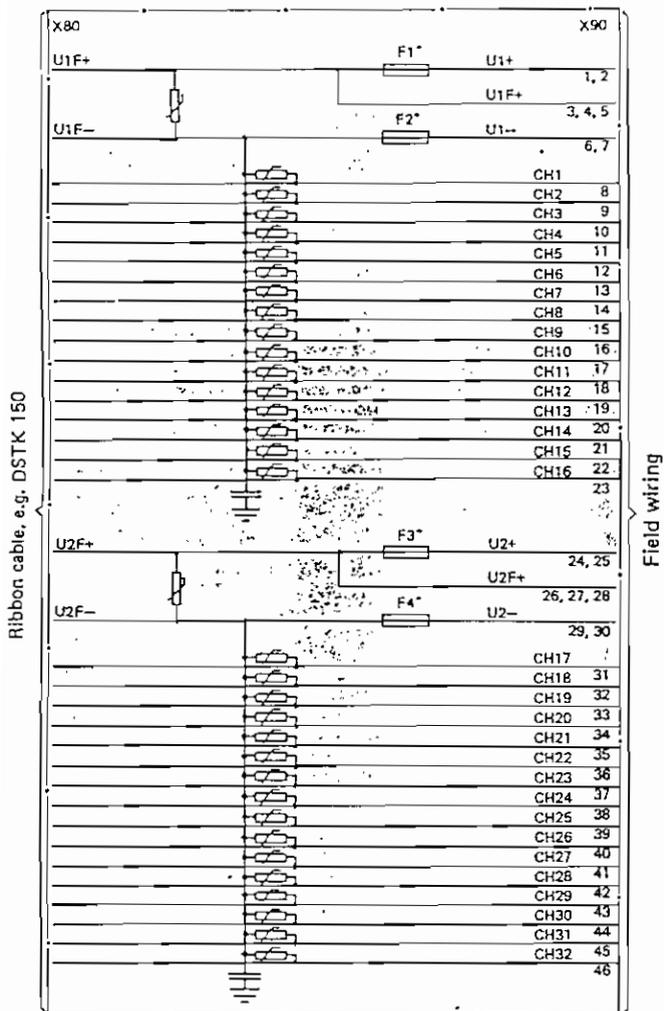
Connector: X90

Connector type: screw terminals, max conductor area 2.5 mm<sup>2</sup>

Application: connection of field wires

## Ordering instructions

Unit	Catalogue number	
DSTD 150	5716 0002-U	Incl DSTK 150
DSTD 151	5716 0002-V	Incl DSTK 150
DSTD 150	5716 0001-AZ	Excl DSTK 150
DSTD 151	5716 0001-BN	Excl DSTK 150
Fuses F1 - F4:	5672 2011-14	(for DSTD 150 only)



\*Fuses, DSTD 150 only. Replaced in DSTD 151 by terminals with breakers.

Fig. 2 Block diagram

**ASEA**

**Electronics**

**ASEA**

**Electronics**

# Connection unit DSTD 185

## Description

### General

DSTD 185 forms part of the process interface system DS 100PIO. The unit is intended to be connected to the digital input board DSDI 150.

The unit has three groups of 16 digital inputs. Each pair of inputs have a common select output.

The inputs have a common return conductor.

The select outputs are provided with a disconnectible terminal block.

Up to 7 DSTD 185 can be connected to one input board giving a maximum of 336 channels. If more than one connection unit is used the supply voltages must be interconnected via terminal block X91 (U+ and U-).

The connection unit is to be mounted on mounting bar DSRA 110.

## Data

### General

Rated voltage: 24 V DC

Input voltage range

high: +18 to +32 V

low: -32 to +2 V

Switching level, typ: 10 V

Input current at rated voltage: 7 mA/channel

Input impedance: 3.4 kohm

### Physical data

l x b x d: 440 x 80 x 40 (1/1 19 ")

Weight: approx. 1 kg

### Environmental data

Temperature range, in operation: +5 to +70 °C

in storage: -40 to +70 °C

Isolation test voltage (50 Hz, 1 min)

between channels: 0 V

between channels and control unit: > 500 V

Interference resistance with cycle time for DSDI 150

≥ 2 ms: according to SS 436 1503, PL3 (Swedish Standard)

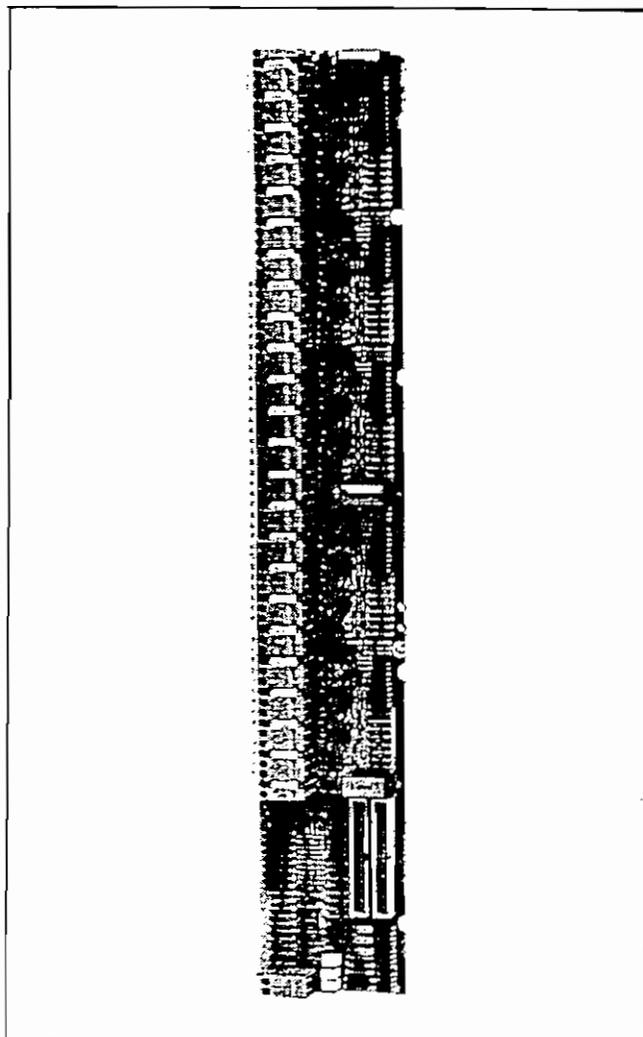


Fig. 1 Connection unit DSTD 185

(860197)

CONN. CABLE DSTK 150 OR 40 COND, FLAT CABLE

CONN. CABLE 40 COND, FLAT CABLE

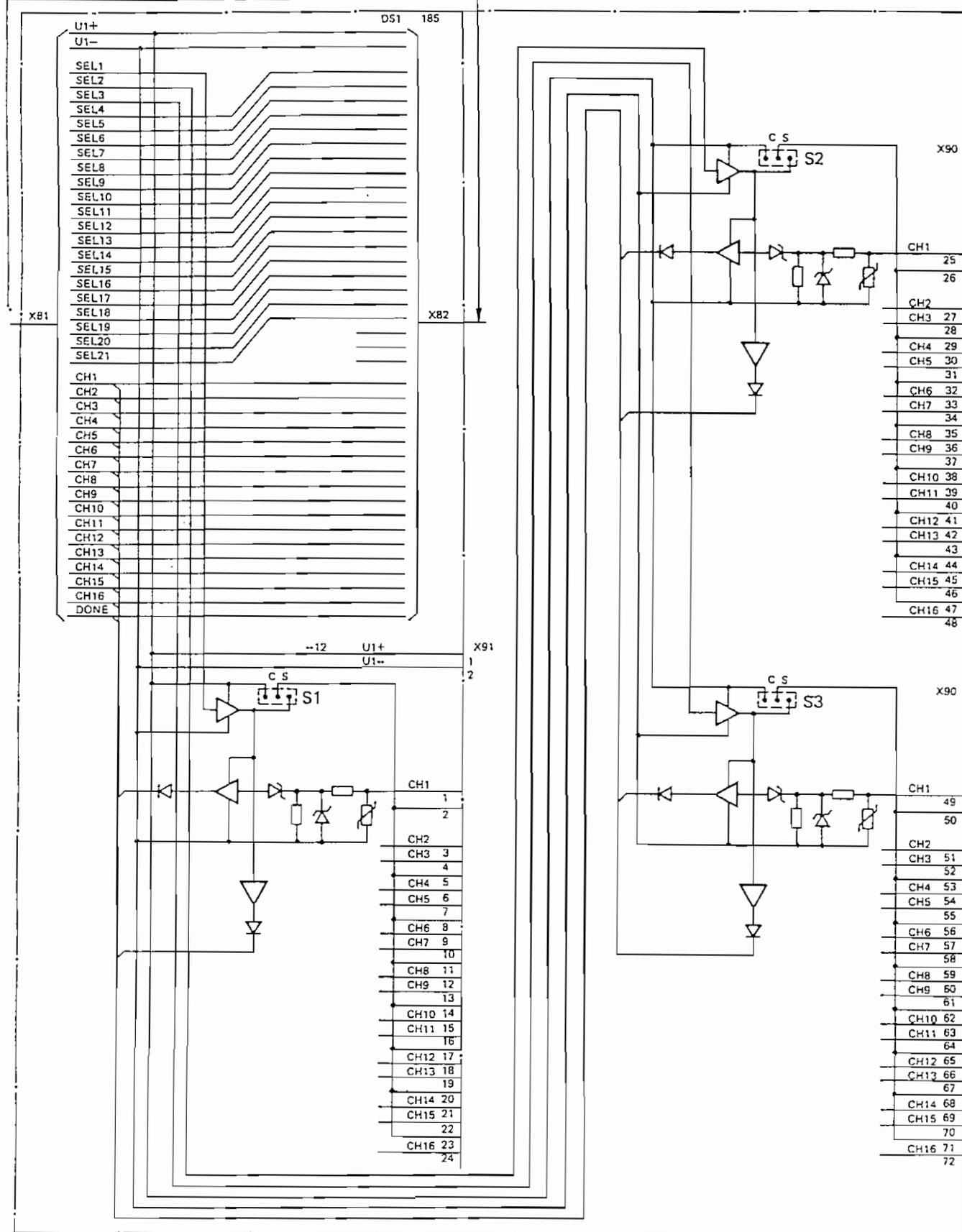


Fig. 2 Block diagram

## Strapping

On the connection unit are located 3 straps marked S1 — S3 respectively for the three groups. With the strap in position C the contacts are always supplied with voltage. With the strap in position C the group is connected only when being read by DSDI 150.

## Connections

Connector: X81

Connector type: 40-pole ribbon cable connector

Application: Connection to DSDI 150 or to the preceding connection unit

Connector: X82

Connector type: 40-pole ribbon cable connector

Application: Connection to the next connection unit

Connector: X90

Connector type: 72-pole terminal block

Application: Connection to the process

Connector: X91

Connector type: 2-pole terminal block

Application: Connection to supply voltage

The first connection unit is connected to DSDI 150 (connector X2) via DSTK 150 to connector X81.

Connector X81 on the next unit is then connected to connector X82 via a 40-pole ribbon cable. The groups of channels are assigned channel numbers in order of physical connection.

## Ordering instructions

<i>Unit</i>	<i>Catalogue number</i>
DSTD 185	5716 0001-HK
DSDI 150	5716 0001-HQ
DSTK 150	2639 0603-A
Ribbon cable:	
230 mm	2639 0360-E
880 mm	2639 0360-T

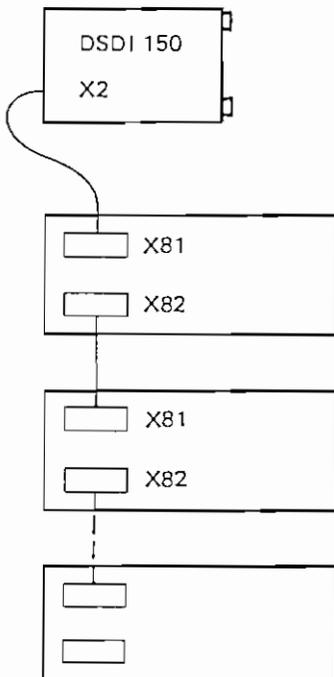


Fig. 3 Connection of connection units

# Digital input boards DSDI 110, DSDI 120

## Description

### General

DSDI 110 and 120 are plug-in boards intended for installation in equipment frames. They are included in the DS 100PIO process interface system and are connected to the DS 100PBC parallel bus system.

Each board has 32 inputs which are galvanically isolated from the other sections of the electronics by means of opto-couplers. DSDI 110 and 120 are intended for binary input signals from, for example, contacts, static limit switches and digital output boards. DSDI 110 is designed for 24 V DC nominal signal level and DSDI 120 is a version for 48 V DC. Each input signal can be filtered. The filter time selection can be controlled by a program, via the PBC bus, in the range 0 - 127 ms. At initialization, the filter time is set to 10 ms.

The inputs are divided into 4 groups of 8 inputs. All of the inputs in a group have the same filter time and common return connection. All information processing is performed by a micro-processor on the board.

Changes of input status can be reported to the central processor by an interrupt generated by the unit. This event reporting can be activated or blocked individually for each channel. The time of occurrence of each event is registered by the unit. Up to 9 separate time-registered events can be placed in a queue awaiting processing by the system CPU.

Interrupts are generated on interrupt level 3 (IREQ3). The unit requesting an interrupt is identified by polling.

The status of the process signals can be read independently of the event reporting.

DSDI 110 and 120 are allocated an I/O-address by strapping (see Strapping, below).

### Indication

A red LED (F) located on the front of the DSDI 110 and 120 boards indicates board fault.

The other LEDs (01 - 32) are yellow and indicate the status of the inputs.

## Data

### General

	DSDI 110	DSDI 120
Number of channels	32 (4 x 8)	32 (4 x 8)
Rated voltage	24 V	48 V
Input voltage range "1"	18 - 35 V	38 - 60 V
"0"	-21 - +2 V	-52 - +4 V
Impedance	3.5 kΩ	7.2 kΩ

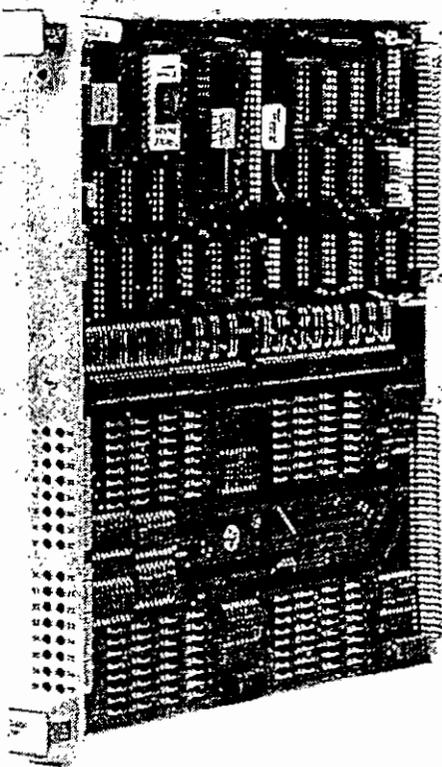


Fig. 1 Digital input board DSDI 110

(812289)

	DSDI 110	DSDI 120
Switch-over level, typical	8.5 V	17.8 V
Power generated per channel	190 mW	380 mW
Supply, +5 V, nom	460 mA	460 mA
Isolation test voltage,		
50 Hz, 1 min signal-earth	500 V	500 V
between groups	500 V	500 V

### Physical data

Plug-in boards  
Space requirement: 6S D3 4TE  
Weight: 380 g.

### Environmental data

Electromagnetic interference resistance with appropriate connection unit: SEN 361503 (Swedish standard), class 2.

Temperature range, operation: +5 - -70 °C  
storage: -40 - +70 °C

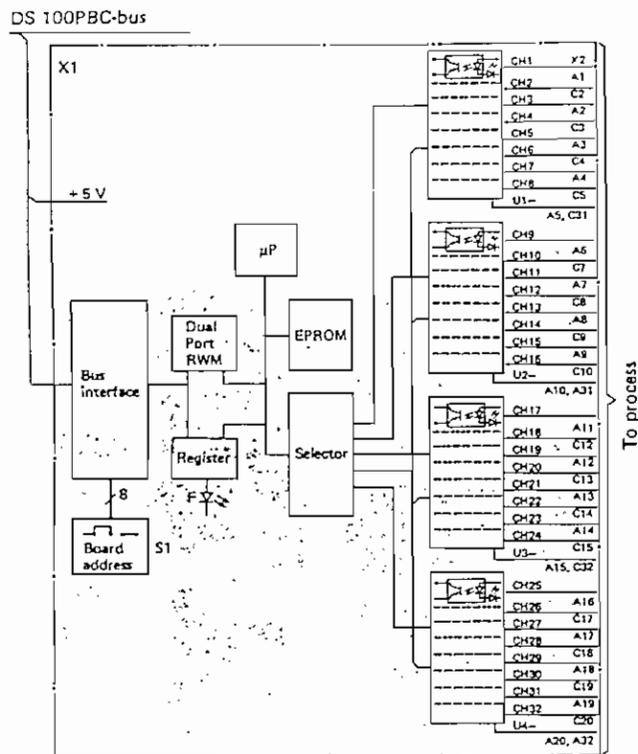


Fig. 2 Block diagram

## Connections

Connector: X1  
 Connector type: C 64 p, pin (European standard)  
 Application: DS 100PBC bus, 64 pins.

Connector: X2  
 Connector type: C 64 p, pin (European standard)  
 Application: Connection to connection unit.

DSDI 110 and 120 are connected to the process via a connection unit e.g. DSTD 150. Connection to the connection unit is via the lower contact X2 at the rear of the board.

A 40 part ribbon cable e.g. DSTK 150 is used between the board and the connector unit.

## Ordering instructions

Unit	Catalogue number
DSDI 110	5716 0001-A
DSDI 120	5716 0001-E

## Strapping

The I/O-address of the unit is determined by means of strap-group S1 on the board as shown in fig. 3. Address 6 is selected here as an example.

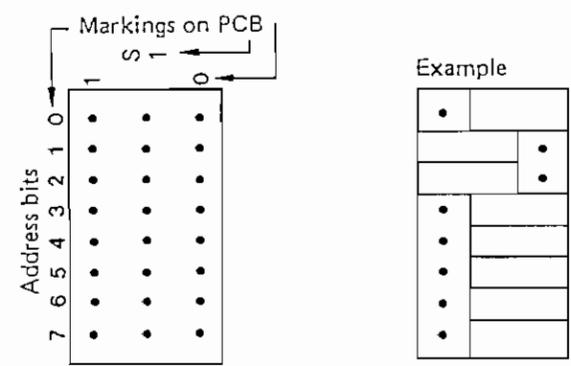


Fig. 3 Strap group S1.



# Pulse counter board DSDP 110, DSDP 115

## Description

### General

DSDP 110 and 115 are plug-in boards for installation in a rack. The boards form parts of the DS 100PIO process interface system and are connected to the parallel bus system DS 100PBC.

Each board has 32 inputs that are galvanically isolated from other parts by means of opto-couplers. DSDP 110 and 115 are intended for connection to pulse transducers.

DSDP 110 is designed for a nominal signal level of 24 V DC while DSDP 115 is designed for 48 V DC. Each input signal may be filtered. The filter time can be program controlled via the PBC bus in the range 0 — 127 ms. At initialization the filter time is set to 1 ms.

The inputs are divided into 4 groups of 8 inputs. In each group, one input is used as a direction signal. All inputs in a group have the same filter time and a common supply. All information processing is performed by a micro-processor on the board.

DSDP 110 and 115 are assigned an I/O address by means of strapping, see Strapping.

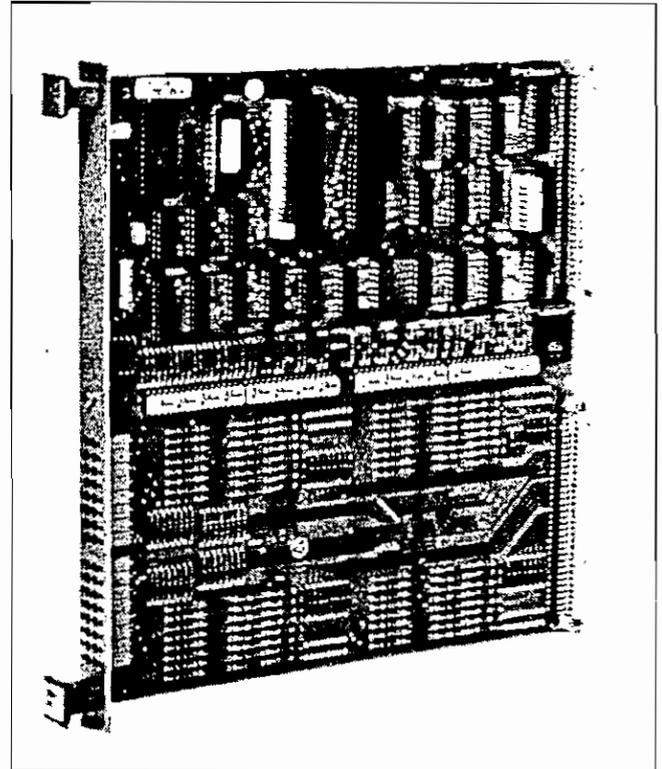


Fig. 1 Pulse counter board DSDP 110 (840896)

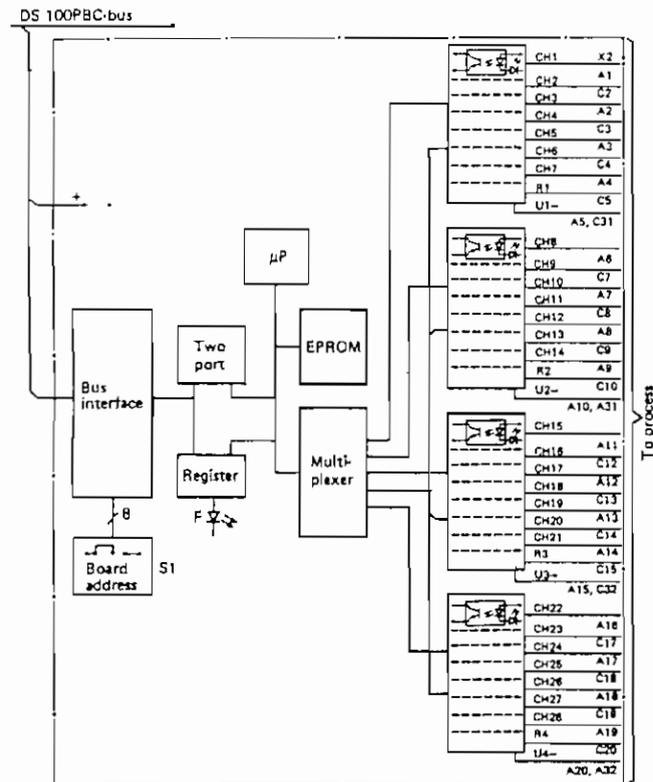


Fig. 2 Block diagram

### Indication

A red LED (F) for indication of board malfunction is located on the fronts of DSDP 110 and 115. The other LEDs (01 — 32) are yellow and indicates the status of the inputs.

### Data

#### General

	DSDP 110	DSDP 115
Number of channels	28 (4 x 7)*	28 (4 x 7)*
Nominal signal voltage	24 V	48 V
Input voltage range, "1"	18 — 35 V	38 — 60 V
Input voltage range, "0"	-21 — + 2 V	-52 — + 4 V
Switching level, typ	8,5 V	17,8 V
Power dissipation/ channel	190 mW	380 mW
Impedance	3,5 kOhm	7,2 kOhm
Isolation test voltage, 50 Hz, 1 minute, signal — earth	500 V rms	500 V rms
Isolation test voltage, between groups	500 V rms	500 V rms
Supply requirement, typ, + 5 V	460 mA	460 mA
Maximum frequency: (at 1 ms filter time)	40 Hz	40 Hz
Pulse quotient	1/4 — 1/2	1/4 — 1/2

\* + 4 direction channels

## Physical data

Plug-in board  
Space requirement: 6S D3 4TE  
Weight: 380 g

## Environmental data

Temperature range, in operation: + 5 to + 70 °C  
in storage: - 40 to + 70 °C  
Resistance to interference with suitable connection  
unit: SEN 36 15 03, class 2 (Swedish standard)

## Strapping

The I/O-address of the unit is determined with a strap group S1 on the board, see figure 3. In the figure address 6 has been chosen as an example.

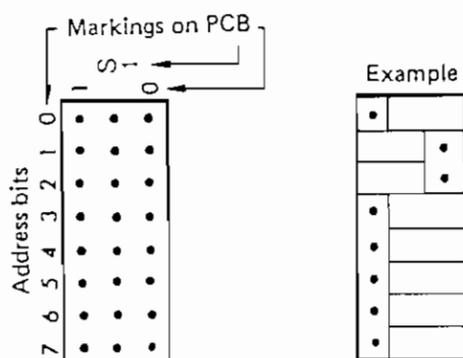


Fig. 3 Strap group S1

## Connections

Connector: X1  
Connector type: C 96 p pin, European standard  
Application: DS 100PBC bus, 64 pins

Connector: X2  
Connector type: C 96p pin, European standard  
Application: Connection to connection unit

DSDP 110 and 115 are connected to the process via a connection unit, eg. DSTD 150. Connection to the connection unit is done via the lower connector on the back edge of the board.

A 40-pole ribbon cable, eg. DSTK 150 is used for connection between board and connection unit.

## Ordering instructions

Unit	Catalog number
DSDP 110	5716 0001-DV
DSDP 115	5716 0001-EA

**ASEA****Electronics**

# Digital output board DSDO 131

## Description

### General

DSDO 131 is a plug-in board intended for installation in an equipment frame. The board is included in the DS 100PIO process interface system and is connected to the parallel bus system DS 100PBC.

DSDO 131 has 16 relay outputs with normally open contacts. The output stage is controlled via transistor buffers. The output board can be used for controlling, for example, relays and solenoids.

The outputs are arranged in 8 galvanically isolated channels (A in fig. 2) and 4 galvanically isolated groups of 2 channels each (B in fig. 2). The two channels in each group have a common return line.

Each channel is provided with a RC-network for spark extinguishing when operating inductive loads

The 16 output channels are controlled from two 8 bit registers. A logical "1" in the register corresponds to an activated output. All of the outputs can be deactivated with the bus signal "INHIB" irrespective of the contents of the register. The register contents can be read back and compared with the data issued.

An error register "CR" is provided in addition to the registers for controlling the output channels.

The I/O address of the output board is determined by strapping.

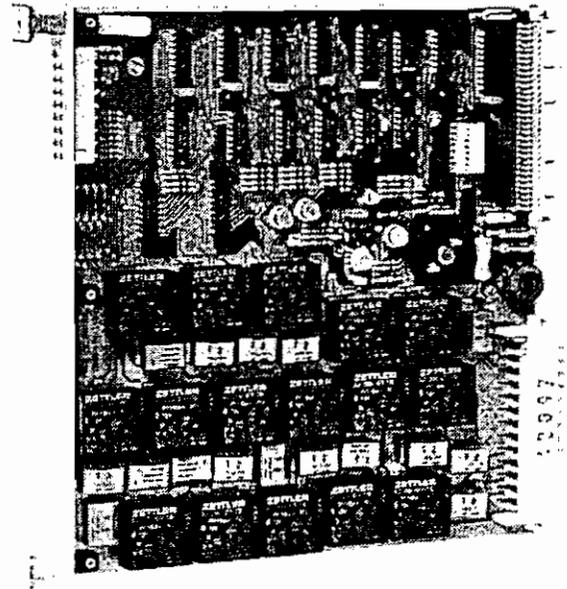


Fig. 1 Digital output board DSDO 131

(840562)

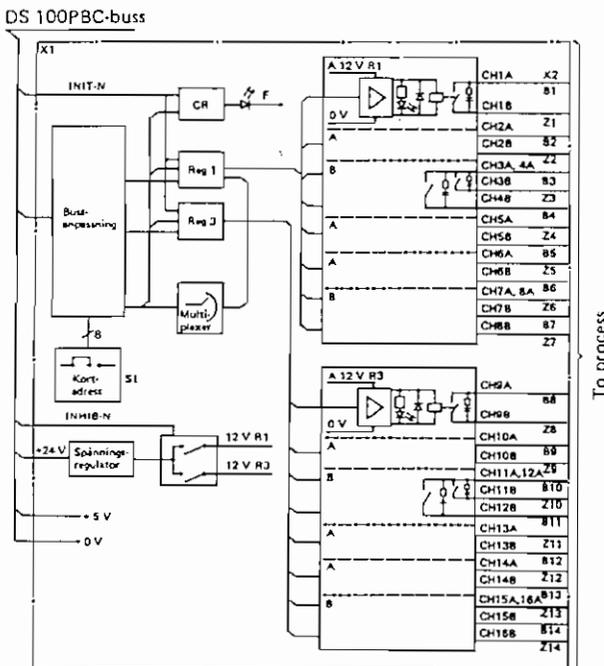


Fig. 2 Block diagram

### Indication

A red LED (F) located on the front of the DSDO 131 indicates board fault.

The other LEDs (01 - 16) are yellow and indicate the status of the outputs.

### Data

#### General

Number of output channels: 16

Type of output: Normally open contact

Load supply voltage, nom: 24 - 240 V AC rms

All channels must be connected to the same phase.

Load current, max at 70 °C: 3 A (fig. 3)

Initial power output max: 2000 VA (10 A) 50 ms/s

Break-power, max AC with  $\cos \varphi \geq 0.4$ : 720 VA

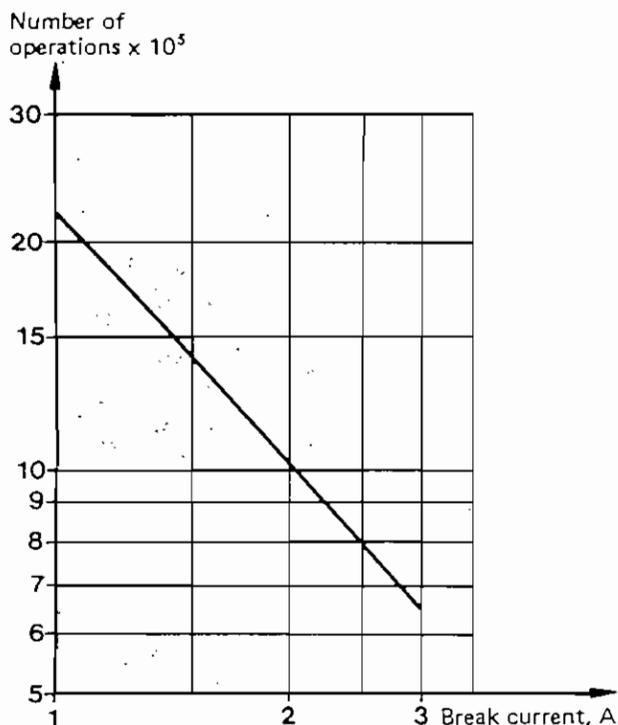


Fig. 3 Electrical service life expectancy

**Close-/break power, max DC**

L/R ≤ 40 ms	24 V:	48 W (2 A)
	48 V:	48 W (1 A)
	110 V:	44 W (0.4 A)
	220 V:	44 W (0.2 A)

RC-network R=47 Ω, C=0,047 μF

Isolation test voltage (50 Hz, 1 minute)

- signal — earth: 2 kV rms
- between channels: 1.5 kV rms
- over open contact: 1.0 kV rms

Logic: read/write time (from Lower Data Strobe until DONE-N is obtained): max 1 μs

Current consumption + 5 V: 0.65 A  
+ 24 V: 0.4 A (25 mA/active relay)

**Mechanical service**

life expectancy: 2 x 10<sup>7</sup> operations (approx) per contact

Electrical service life expectancy per contact:

1 break/sec

- 24 V DC resistive load 2.0 A: 2 x 10<sup>6</sup> operations
- 220 V DC resistive load 0.2 A: 6 x 10<sup>6</sup> operations
- 220 V AC resistive load: see fig. 3.

## Physical data

Plug-in board

Space requirement: 6S D3 4TE

Weight: 0.6 kg

## Environmental data

Electromagnetic interference resistance with appropriate connection unit: SEN 361503 (Swedish standard), class 2.

Temperature range, operation: + 5 - -70 °C  
storage: -40 - + 70 °C

## Strapping

The I/O address of the unit is determined on a strap group S1, located on the board (see fig. 4). In the figure, address 6 is selected as an example.

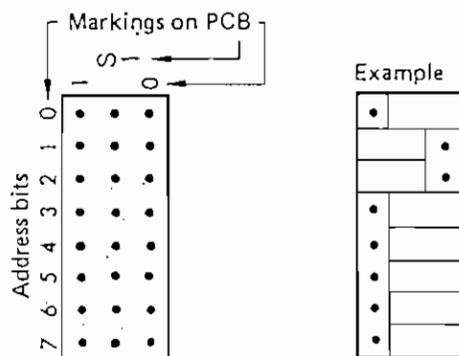


Fig. 4 Address strap group S1

## Connections

Connector: X1

Connector type: C 64 pins (European standard)

Application: DS 100PBC bus, 64 pins

Connector: X2

Connector type: RTX R 28-1

Application: Connections to the field wiring via a connection unit

Suitable connection unit: DSTD 130

Suitable cable: DSTK 110

## Ordering instructions

Catalogue number: 5716 0001-KX

Connection unit and cable not included.

**ASEA**

**Electronics**

# Connection unit DSTD 132

## Description

### General

The DSTD 132 connection unit is included in the DS 100PIO system for process interfacing. DSTD 132 is intended to be connection unit for digital output or input boards such as DSDO 130 and 140, or DSDI 131 and 141.

The unit is arranged in 8 galvanically isolated channels and 4 galvanically isolated groups of 2 channels each. The two channels in each group have a one common return line. Each channel has one extra terminal for connection of U—

U— is decoupled to chassis with a capacitor.

The terminals for signals are divided into pairs. In each pair one terminal is provided with breaker.

All channels are provided with voltage limiting protective components.

The unit can be installed on a mounting bar, DSRA 110.

## Data

### General

Number of channels: 16

Max load: 3 A

Rated voltage: 250 V

Isolation test voltage,  
50 Hz for 1 min., signal-chassis: 2 kV } with disconnect-  
between channels 2 kV } ed capacitors

Capacitor, rated voltage: 1000 VDC 500 VAC, 50 Hz

### Physical data

l x b x d: 240 x 80 x 40 mm (1/2 19")

Weight: Approx. 0.4 kg

### Environmental data

Electromagnetic interference resistance: SEN 361503 (Swedish standard), class 2.

Temperature range, operation: +5 — +70 °C  
storage: -40 — +85 °C

## Connections

The connection to the digital output board is made from contact X80 by means of a cable of DSTK 110 type. The field wiring is connected to screw terminal group X90.

Connector: X80

Connector type: RTXR 28-3, 28 pins

Application: Connection to digital output boards

Connector X90

Connector type: Screw terminals, max conductor area  
2.5 mm<sup>2</sup>

Application: Connection of field wires.

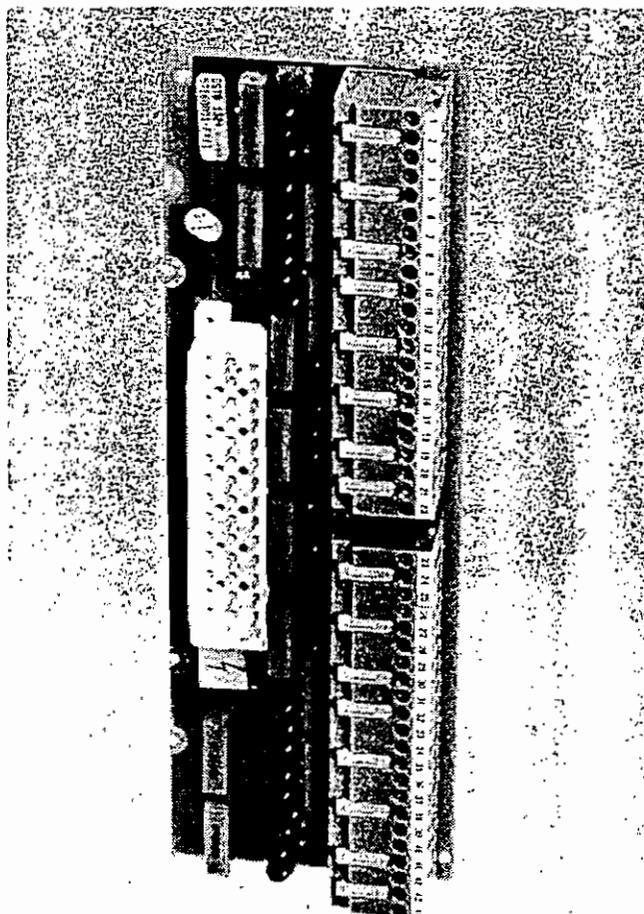


Fig. 1 Connection unit DSTD 132

## Ordering instructions

Unit	Catalogue number	
DSTD 132	5716 0002 - M	Incl DSTK 110 and protective cover
DSTD 132	5716 0001 - FX	Excl DSTK 110 and protective cover

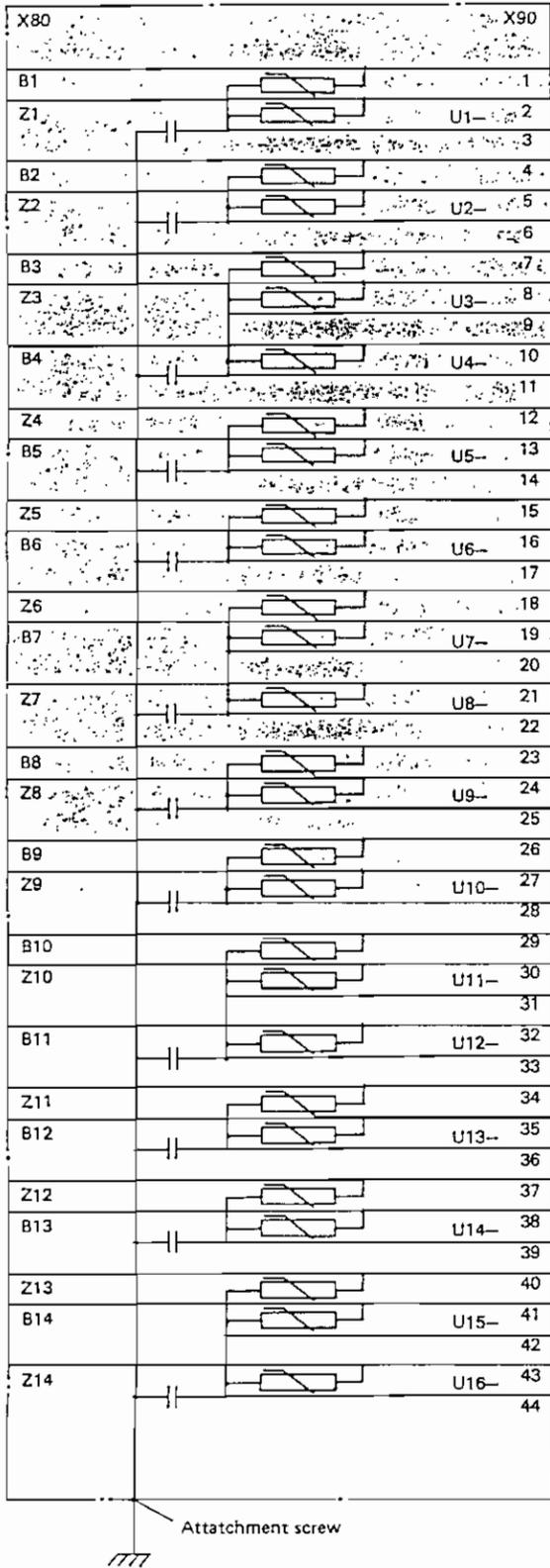


Fig. 2 Block diagram

**ASEA**

**Electronics**

# Digital output board DSDO 160

## Description

### General

DSDO 160 is a plug-in board intended for installation in a rack. The board forms part of the process interface system DS 100PIO and is connected to the parallel bus system DS 100PBC.

The board makes possible the control of up to 256 + 16 digital output signals. The control is via 1 to 16 connection units with 16 + 1 relays each. The 17:th relay on each connection unit is intended for control of the voltage supply to the outputs via an external power relay.

Through the use of multiple supervision of the drive of the unit's output relays the output signals will be switched off in case of faults. This makes the combination DSDO 160/DSTD 180 suitable for use when a malfunctioning component cannot be allowed to cause an erroneous output signal, e.g. for control of contact breakers or disconnecting switches in power distribution systems.

Only one output at a time can be active.

### Indication

On the front DSDO 160 has a red LED (F) which, when lit, indicates a board fault, a green LED (B) which, when lit, indicates that the board is operative and also a yellow LED (PR) showing, when lit, that the Power Relay can be activated.

For indication of which output (relay) is active there are two rows of 16 LEDs each. In the first row a lit LED indicates the active connection unit and a lit LED in the second row indicates which output is active within that unit.

## Data

### General

#### Supply requirements

- +24 V, active board: 135 mA
- inactive board: 75 mA
- +5 V, active board: 1.5 A
- inactive board: 650 mA

### Physical data

- Plug-in board
- Space requirements: 6S D3 4TE
- Weight: 550 g

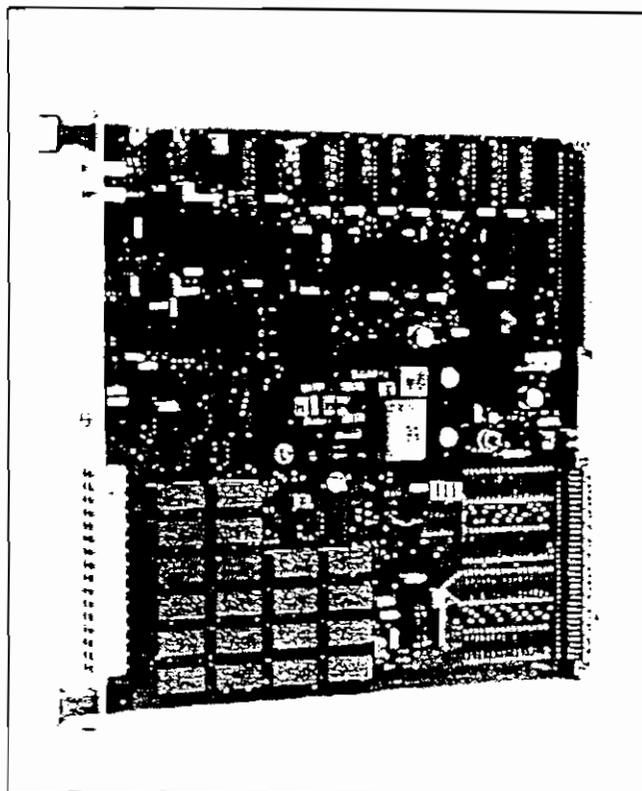


Fig. 1 Digital output board DSDO 160

(860194)

### Environmental data

Temperature range, in operation: +5 to +70 °C  
in storage: -40 to +70 °C

Interference resistance with connection unit DSTD 180

- with connection unit(s) in the same cubicle: SS 4361503, PL3
- with connection unit(s) in a separate cubicle: SS 4361503, PL4

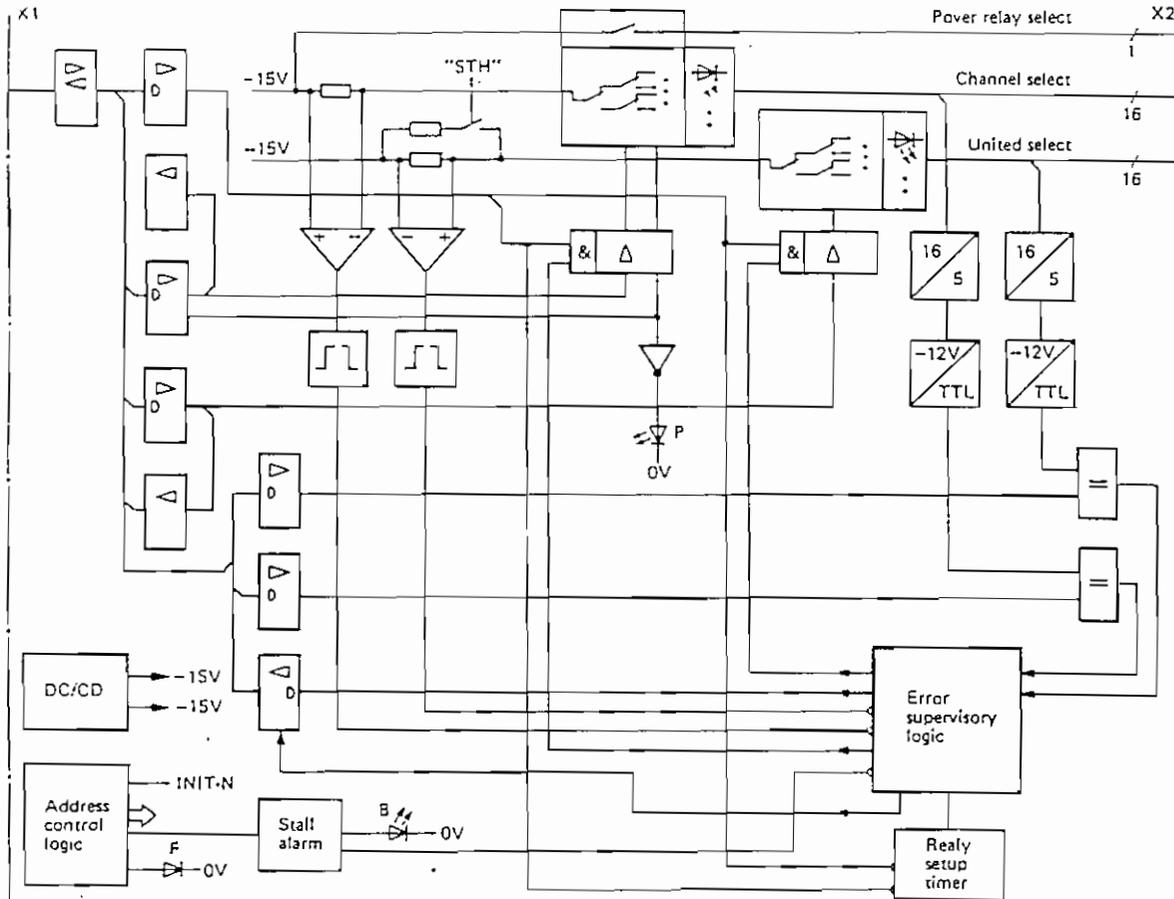
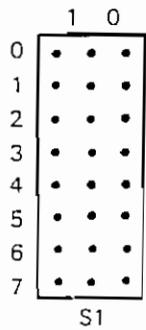


Fig. 2 Block diagram

## Strapping

The I/O address of the board is determined by means of a strap group — S1 — on the board, see figure 3. In the figure address 6 has been chosen as an example.

Markings on PCB



Example

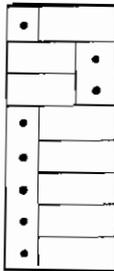


Fig. 3 Strap group S1

## Connections

Connector: X1  
 Connector type: C64p pin (European standard)  
 Application: DS 100PBC bus, 64 pins

Connector: X2  
 Connector type: C64p pin (European standard)  
 Application: Connection to connection unit

## Ordering instructions

Unit	Catalogue number
------	------------------

DSDO 160	5716 0001-HA
DSTD 180	5716 0001-HE
DSTK 150	2639 0603-A

Ribbon cable:  
 80 mm 2639 0373-AM  
 880 mm 2639 0373-T  
 (40-pole ribbon cable incl. connectors)

# Connection unit DSTD 180

## Description

### General

The connection unit DSTD 180 forms part of the process interface system DS 100PIO. The unit is primarily intended for connection to the digital output board DSDO 160.

The unit has 17 free relay contacts. Of the contacts 1-16 only one can be activated at any one time. The 17:th contact (PR) can be activated independently from the others.

A maximum of 16 DSTD 180 can be connected to a DSDO 160.

Terminals with odd numbers are disconnectible.

The unit is to be mounted on mounting bar DSRA 110.

## Data

### General

Number of outputs: 16 output relays + 1 Power relay

Type of outputs: Closing relays

Current break capability

250 V AC,  $\cos \phi \geq 0.4$ , min: 8 A

48 V DC,  $L/R \leq 40$  ms, min: 1.2 A

125 V DC,  $L/R \leq 40$  ms, min: 0.3 A

220 V DC,  $L/R \leq 40$  ms, min: 0.2 A

Max continuous current: 8 A

Contact resistance, max at 100 mA and 24 V, 50 Hz:

200 mOhm

### Physical data

Size: 240 x 80 mm (1/2 19")

Weight: approx. 0.55 kg

### Environmental data

Temperature range, in operation: +5 to +70 °C

Temperature range, in storage: -40 to +70 °C

Interference resistance when mounted on DSRA 110:

with connection unit and DSDO 160 in the same

cabinet: SS 436 1503, PL3

with connection unit and DSDO 160 in different

cabinets: SS 436 1503, PL4

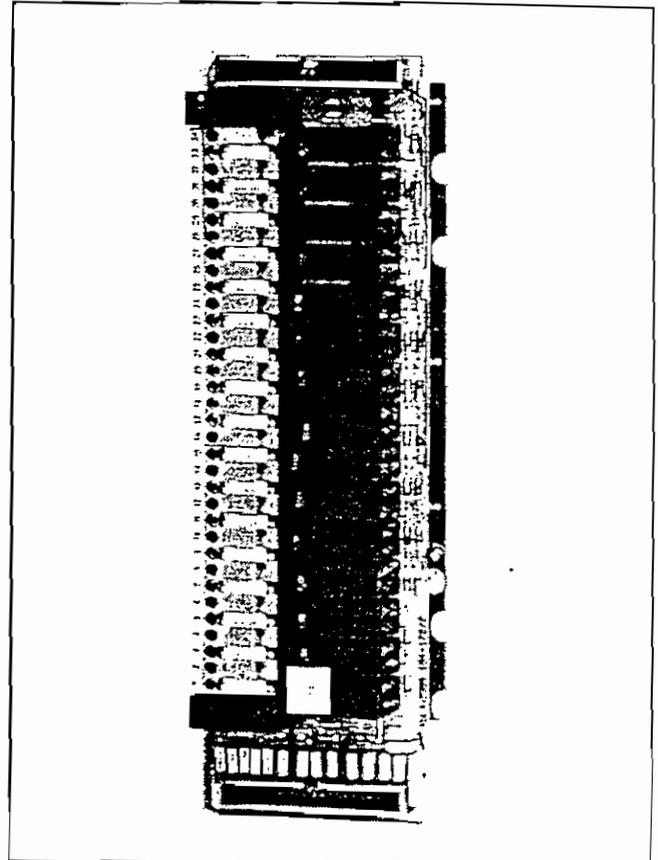


Fig. 1 Connection unit DSTD 180

(860196)

## Connections

The first connection unit is connected to X2 on DSDO 160 to connector X81 on the unit with cable DSTK 150. The following connection units are connected by 40-pole ribbon cable from the preceding unit's X82 connector to X81.

Connector: X81

Connector type: 40-pole male ribbon cable connector  
Application: Connection to DSDO 160 or to the preceding DSTD 180.

Connector: X82

Connector type: 40-pole male ribbon cable connector  
Användning: Connection to the next connection unit

Connector: X90

Connector type: channelwise disconnectible terminal block

Application: Connection to the process.

## Ordering instructions

Unit	Catalogue number
------	------------------

DSTD 180	5716 0001-HE
DSDO 160	5716 0001-HA
DSTK 150	2639 0603-A

Ribbon cable:

80 mm 2639 0373-AM

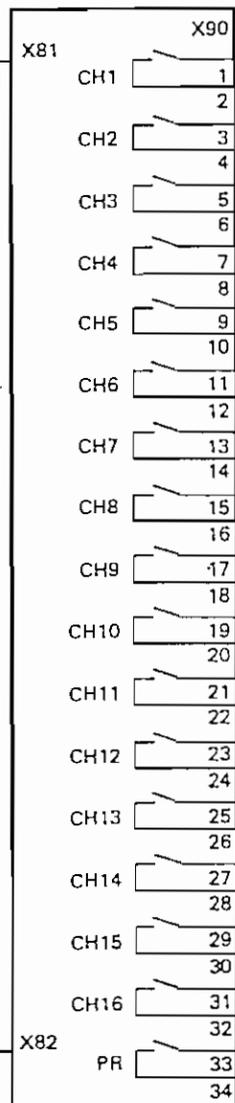
880 mm 2639 0373-T

(40-pole ribbon cable incl. connectors)

DSTD 180

Ribbon cable DSTK 150  
from DSDO 160 or

40 pole ribbon cable from  
the previous DSTD 180



Ribbon cable 40 pole to  
the next DSTD 180

Fig. 2 Block diagram

**ASEA**

**Electronics**

Data sheet 5716 078-2

ILTD Sept 1986

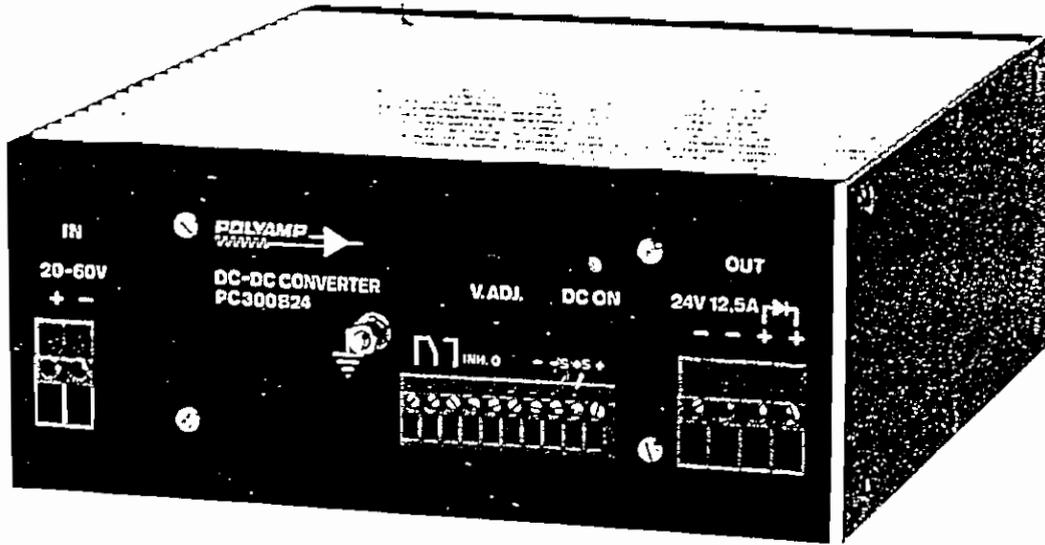


# The PC300 DC-DC converter series

## 240 to 300 W output power

### in 1/2 19"-rack 2U high modules.

---



- Very wide input voltage ranges
- Input voltages from 10 to 300 VDC
- Output voltages from 12 to 48 VDC
- 0.2% output stability
- Operating temperature -20 to +55°C
- Soft start
- 78 to 90% efficiency
- Convection cooled
- Rugged mechanics

The PC300 series are high quality DC-DC converters built for use in power plants, railways, forklifts, telecoms, radiocomms and many other applications.

The very wide input voltage range make it possible to use a single model to cover different DC-supply voltages.

An example is B-input voltage range which covers 24, 28, 36 and 48 VDC  $\pm 20\%$  supply voltages.

PC300 is cased in a 1/2 19"-rack 2U high module intended for rack or wall mounting. Two units can be mounted together making a 19"-rack module, see figure 6. The case is made of sturdy aluminium extrusions for excellent natural convection cooling

#### Optional features as:

- 2.5 kVAC input/case, input/output isolation
- EMC disturbances like 5 kV spike and 1/2.5kV disturbance according to IEC801, IEC255, VDE0435
- Hold-up time box with inrush current limit circuit for D-input models.
- Tropical coating.

#### The PC300 is supplied with :

- Overvoltage protection OVL
- Over and undervoltage alarm
- Inhibit input
- Extra output with series diode
- Remote sense
- Input reverse voltage protection
- 2,5kVAC isolation input/output and input/case. EMC disturbance proof on C and D input. (Options E1&F1)

The PC300 connectors are designed with safety in mind, whilst making installation easy, see figure 1.

## Input ratings

*D55D 144      D55D 146*

Input code	A	B	C	D
Input voltage range	10 - 30 VDC	20 - 60 VDC	50 - 150 VDC	90 - 270 VDC
Nominal input voltages	12, 24 VDC	24, 28, 36, 48 VDC	60, 72, 110, 127 VDC	110, 127, 220, 250 $\alpha$ VDC
Start/stop voltage (Typ)	9.5/8.5 VDC	19/17 VDC	46/41	86/75
Max continuous input ripple (50 to 400Hz)	1 Vp-p	2 Vp-p	2 Vp-p	3 Vp-p
Ejected ripple current	200 mA	60mA	20mA	20mA
Power consumption at no load	Max 6 W	Max 6 W	Max 10 W	Max 10 W
Isolation input/case	2 kVDC	2 kVDC	2.5 kVAC	2.5 kVAC
Isolation input/output	2 kVDC	2 kVDC	2.5 kVAC	2.5 kVAC

Typ = Typical value, this can vary for component tolerance reason.

Other input voltage ranges are possible upon request.

$\alpha$  = D - input range can be extended up to 300 VDC for 250 VDC systems upon demand.

Minimum input voltage can be affected at 55°C and 100% load. Please contact factory for details.

General data/General input data	
Design topology PC300 A, B, C	Push-pull
Design topology PC300 D	Forward
Switching frequency	40 kHz
Noise RFI/EMC at 20°C	VDE0871-A
Reverse input voltage protection	Parallel diode
Soft start	Yes
Connector type PC300 Phoenix	4-V-7.62
Shock and vibration on screw connectors according to	VDE68-2-6
Operating temperature range	-20 to +55°C
Output current derating from +55 to 70°C	2%/°C
Storage temperature range	-40 to +85°C
Dimensions PC300 (H,W,D mm)	86x210x232
Weight	4 kg

General output data	
Line regulation	0.1%
Load regulation (0-100%)	0.1%
Transient response time for 10/90% load step, to within 3% of nominal output voltage	< 1mS
Ripple (80kHz) at 20°C	30 mVp-p
Noise RFI/EMC at 20°C	VDE0871-A
Temperature coefficient	0.015%/°C
Output voltage adjustment, adjustable with 15 turn pot.	-5 to +10%
Input ripple attenuation on output (50 - 400 Hz).	min 500:1
Current limit	105%
Remote sense	Yes
Isolation output/case	2 kVDC

## Output ratings

	12 V	15 V	24 V	28 V	36 V	48 V
Output voltage	12 V	15 V	24 V	28 V	36 V	48 V
Output current on PC300A.. input	20 A	16 A	10 A	8.6 A	6.7 A	5 A
Output current on PC300B, C, D input	25 A	20 A	12.5 A	10.7 A	8.3 A	6.3 A
OVL / OVP trigger voltage	14 V	17 V	28 V	32 V	42 V	55 V
Ulow alarm level	10.8 V	13.5 V	21.6 V	25.2 V	32.4 V	43.2 V
Series diode affects output V.ADJ range	-0.5 V	-0.5 V	-0.9 V	-0.9 V	-0.9 V	-0.9 V
Output current derating with series diode	20%	20%	10 %	10%	10%	10%
Efficiency A/B	78/ 82%	79/ 83%	80/ 85%	81/ 84%	82/ 84%	82/ 85%
C/D inputs ( $\eta$ )	82/ 82%	83/ 83%	85/ 84%	85/ 84%	85/ 84%	85/ 85%
Type code	PC300*12	PC300*15	PC300*24	PC300*28	PC300*36	PC300*48

( $\eta$ ) = Lowest efficiency measured within the whole input voltage range at 100% load.

\* = A, B, C, D input voltage ranges. Other output voltages upon request.

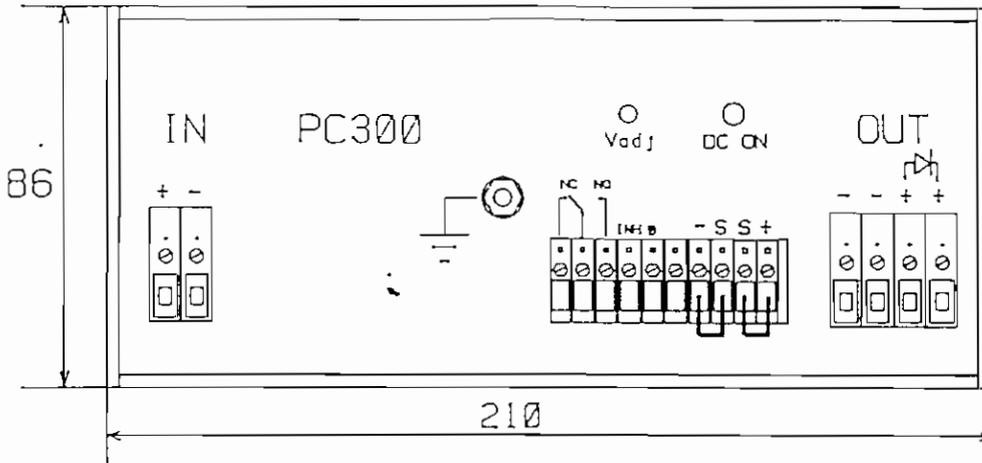


Figure 1. Front side with connectors.

## Features

### Overvoltage limit (OVL)

The output voltage is limited to 15% over nominal output voltage. See option A for other type of over-voltage protection.

### Output over and under voltage Alarm circuit

The Alarm circuit changes to alarm state if the converter output voltage drops 10% below nominal output voltage or when the OVL circuit is activated. The low voltage alarm level can be internally adjusted -20 to +10% of nominal output voltage.

The alarm connector has a change over relay output. Option E, F is met by the relay.

The relay outputs are isolated 2.5 kVAC from input/output/case.

The relay output can switch 240VAC 2 A ; 60 VDC 2 A or 250 VDC 0,4 A.

### Inhibit input

This input allows remote start and stop of the converter by a signal voltage of 5 to 12 V. A positive voltage stops the converter. This input is isolated 2.5 kVAC from input/output/case and has 2 kVDC isolation to the alarm outputs.

### Series diode on output

When the converter is connected in parallel on output with other voltage source, then the output with series diode must be used. The output current is derated, see chart previous page, and output voltage stability is reduced to  $\pm 0.5$  V.

### Remote sense.

The voltage sensing can be put at the load to compensate for voltage drop.

### Input reverse voltage protection.

A parallel diode on the input protects the converter from wrong polarity. This diode is dimensioned to blow an external fuse.

## Options

### A - Overvoltage protection (OVP)

A crowbar thyristor short-circuits the output in case of an overvoltage. The OVP trigger voltage is internally set 15% higher than the nominal output voltage. The OVP is reset by switching off the input or by an inhibit signal.

### E - 2.5 kVAC isolation

E1. Isolation voltage test with 2.5 kVAC for one minute between input/output and input/case.  
E2. Same as 1 but also 2.5 kVAC output/case.  
Both 1 and 2 are customer testable.

### F - EMC-proof.

Conform to; fast transient IEC801-4 (IEC255-22-4) class 4; 1 MHz burst disturbance test IEC255-22-1 class 3; Radiated electromagnetic field IEC255-22-3 class 3 10V/m; ESD test 15 kV IEC255-22-2.

Isolation according to IEC255-5 (inkl 5 kV surge tests) and VDE0660 Teil 500 on isolation.

F1. This option on input. (Standard on C and D input models).

F2. This option on both input and output.

### H - Empty box to produce a full 19"-rack unit.

Includes 19"-rack mounting set. See figure 6.

I - Tropical version, for environment with high, non-condensing humidity, max 95%.

### Hold-up time box with inrush current limit.

To increase hold up time, a box with capacitors can be mounted together with the PC300. The hold up time depends on many factors. Please contact factory for details. Can also be equipped with inrush current limit circuit on D-input types. Then the inrush current is limited to max 10 A (220 VDC input).

### 19"- rack mounting set

To mount two 1/2 19" rack units together to form a full 19"-rack unit. Has to be ordered with hold-up time box or when two converters are mounted together. See figure 6.

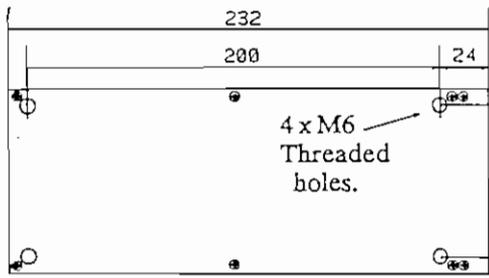


Figure 2. Side view.

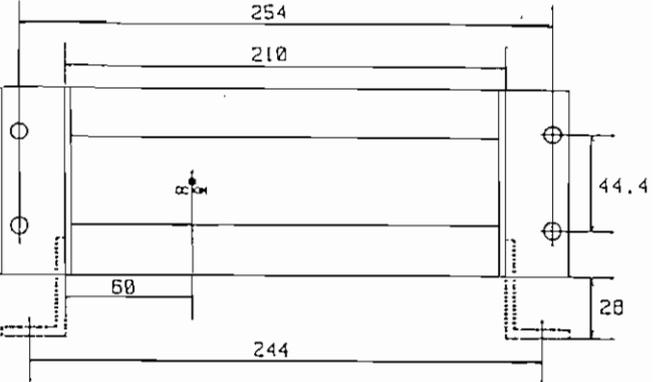


Figure 3. Back view with alternative mounting

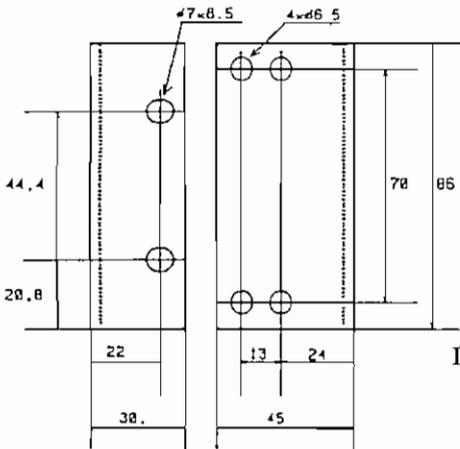


Figure 4. L86-1 mounting bracket.

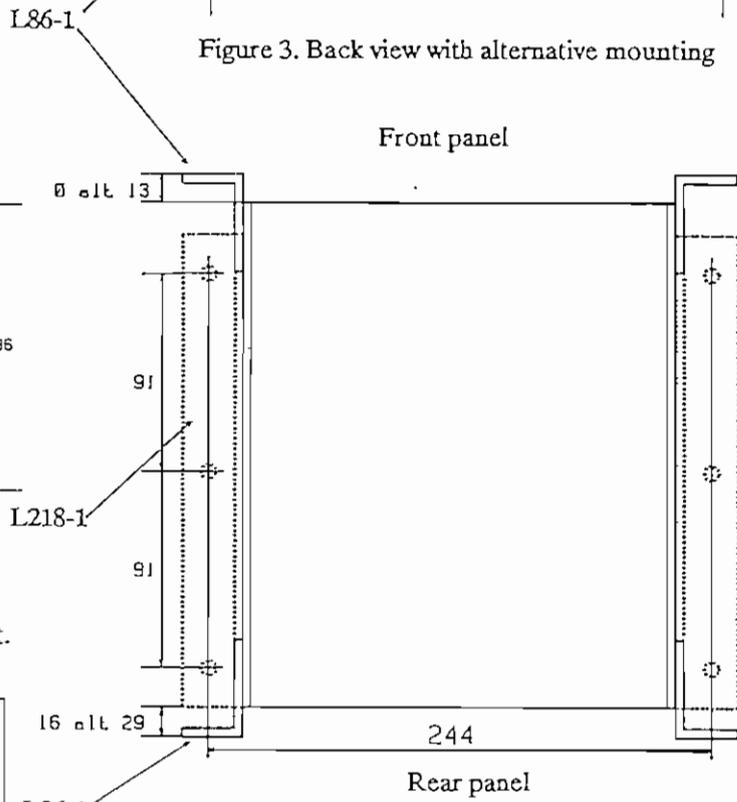


Figure 5. Top view, with alternative mounting brackets.

The rack and wall mounting brackets (L86-1) are the same and a pair is included in the delivery. If floor mounting pieces are required please order L218-1.

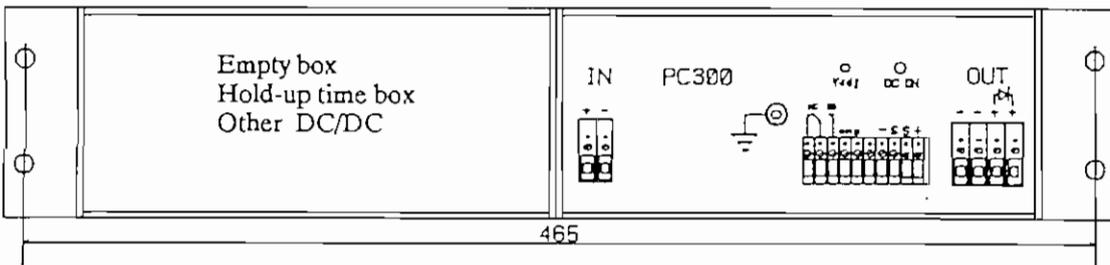


Figure 6. A 19"-rack unit is made by mounting two PC300 together or one PC300 with an empty box (option H).

POLYAMP AB  
 BOX 925  
 S-191 29 SOLLENTUNA, Sweden  
 Telephone: +46 8 359390  
 Telefax: +46 8 961897



## Tillquist measuring transducers

### PQ300 Combined transducer for active and reactive power

The measuring transducers PQ300 are used for simultaneously measuring of active and reactive power in balanced three phase or in unbalanced three phase, three wire systems. The transducers are connected to the mains directly or via measuring transformers. They have galvanic separation between in- and output and power supply.

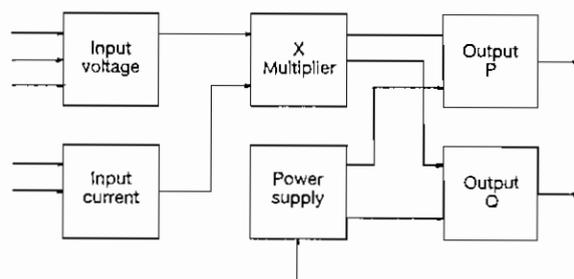
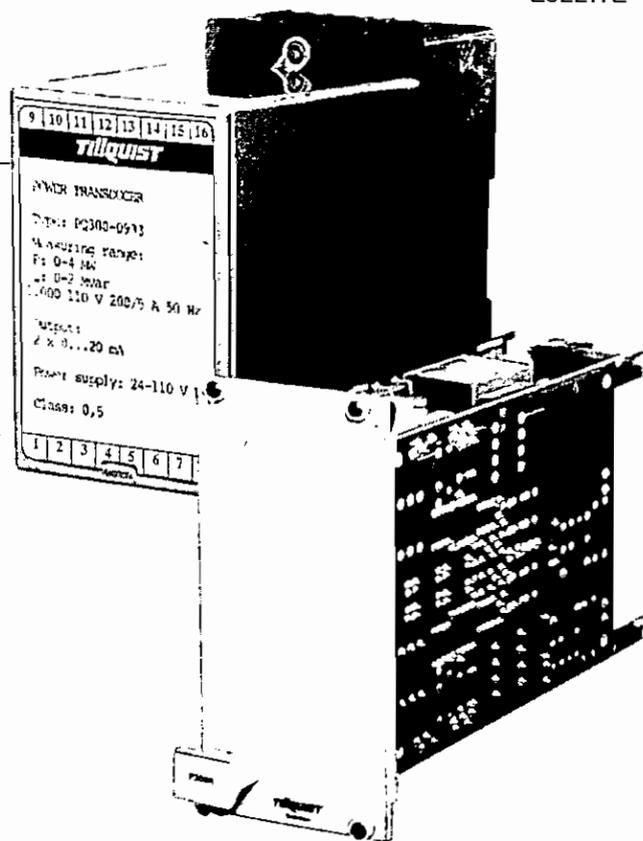
Transducers in plastic case are mounted directly on profiled bars TS35. Connection to selfopening clamps for max 6 mm<sup>2</sup> wires. Transducers for mounting in 19" racks have width 10TE, which gives place for 8 modules in a rack. The transducers are manufactured according to standard IEC 688.

#### Design

The transducer is operating with the principle of pulse duration modulation (TDM-principle). Transformers on the input take care of the isolation of the current and voltage inputs from the electronics and also transform the input signals to proper levels.

In the multiplier unit current and voltage signals are multiplied to form signals proportional to the active and reactive power. These signals are taken to two separate output amplifiers to get the wanted output signal and to reach the galvanic separation between the two output signals.

The power supply feeds the electronics and is in case of AC power galvanically isolated via a transformer. In case of DC power a switched unit is used which gives galvanic separation and covers the whole span 24-110 VDC.



	Case	Rack
Three phase balanced load	PQ300-05**	PQ300R-05**
Three phase, three wire unbalanced load	PQ300-09**	PQ300R-09**

\*\* Add the last two figures in the type-form. See table below for output values. Example: Transducer for active/reactive power in a balanced loaded three phase system, active output 0-10mA and reactive output 0-10mA, PQ300-0522.

Output mA	Ext. resistance load $\Omega$	**End figures
0-5 or $\pm 5$	0-3000	1
0-10 or $\pm 10$	0-1500	2
0-20 or $\pm 20$	0-750	3
4-20	0-750	4

#### Input

Voltage any value between 60 and 550V.  
Consumption (burden)  $U_{in} \times 1mA$  per phase.  
Current any value between 0.5 and 5A.  
Consumption (burden)  $< 5 \times 10^{-2} VA$  per phase.  
Permissible measuring range any value between 0.75-1.3  $\times$  apparent power. Other values on request.  
Apparent power at 1-phase  $U_{in} \times I_{in}$ ,  
at 3-phase  $U_{in} \times I_{in} \times \sqrt{3}$ .

When measuring transformer is used calculate upon primary values for  $U_{in}$  and  $I_{in}$ . By measuring ranges in both directions, e.g. 10-0-100MW, calculate the factor on the largest part, i.e. on 100MW.

Frequency 50 or 60Hz.

#### Overload:

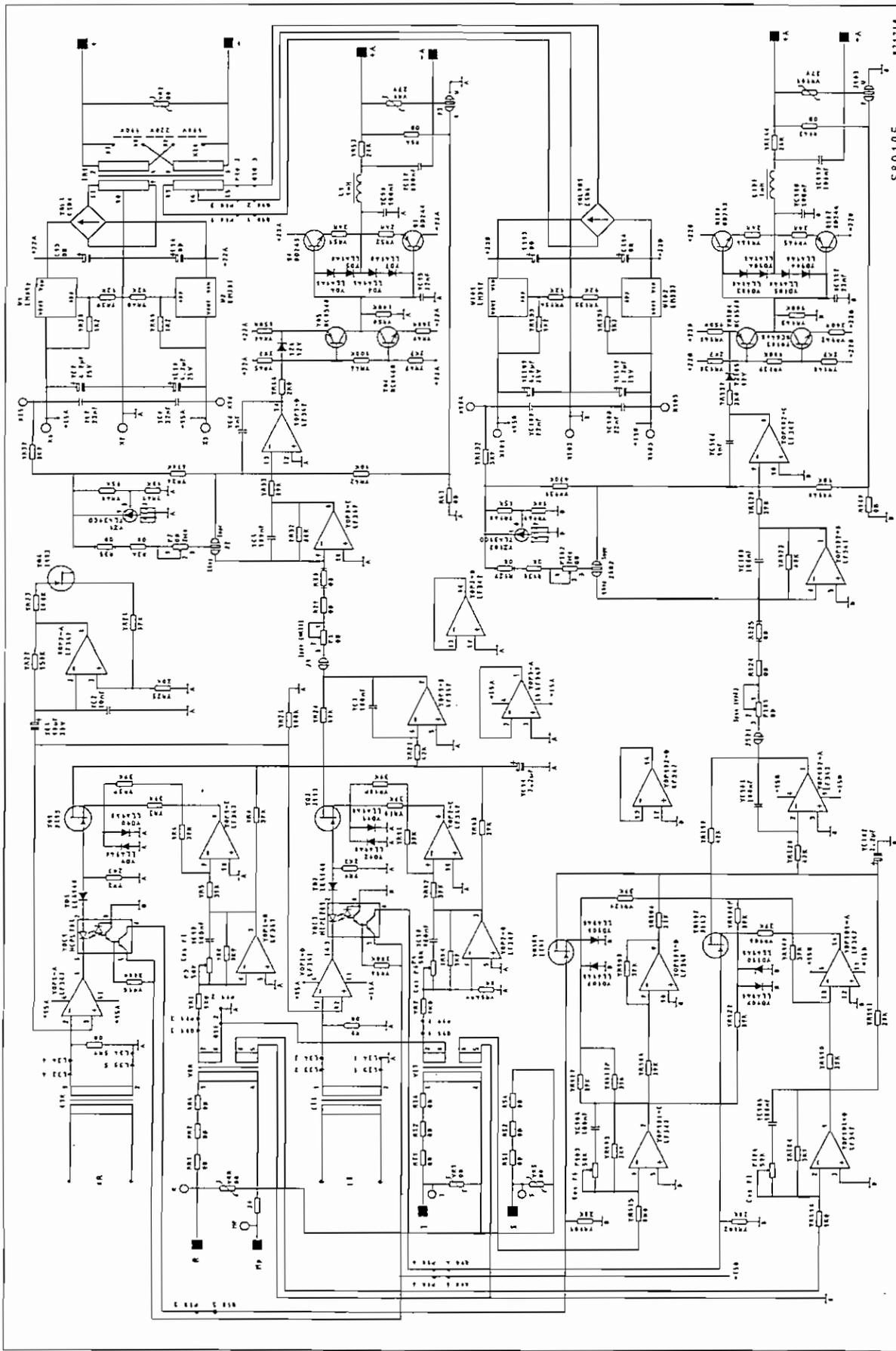
Current  $2 \times I_{in}$  continuously,  
 $10 \times I_{in}$  during 15s.,  $40 \times I_{in}$  during 1s. but 200A max.  
Voltage  $1.5 \times U_{in}$  continuously,  
 $2 \times U_{in}$  during 10s.

#### Technical data

Accuracy class 0.5 to IEC 688.  
Linearity error  $\pm 0.1\%$ ,  
current resp. voltage 0-120%.  
Temperature error  $\pm 0.2\%/10^\circ C$ .  
Temperature range  $-25$  to  $+60^\circ C$ .  
Time constant  $T_{63}$  60ms.  
Ripple 1% p.p.  
Test voltage 2kV (option 4kV) 50Hz 1 min.  
Current limitation  $I_A$  max ca 25mA.  
Power supply 220 or 110VAC, about 3VA,  
24-110VDC, about 3W.  
Interference environment IEC 255-4, -5.  
Imp. voltage 5kV, 1.2/50 $\mu s$ , 0.5Ws.  
1MHz 2.5kV.  
Spark test 8kV.

#### Order form

Measuring transducer PQ300R-0522, rack,  
for active/reactive power,  
balanced loaded three phase system.  
Connected to 11000/110V, 500/5A, 50Hz.  
Measuring range  $-10 \dots 0 \dots +10MW$ ,  
resp.  $-10 \dots 0 \dots +10Mvar$ .  
Output  $-10 \dots 0 \dots +10mA$ .  
Power supply 110V, 50Hz.



S80105

731718

REV.	DESCRIPTION	DATE	BY	CHKD.
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				

Circuit diagram P0300-09



## Tillquist measuring transducers for alternating voltage

### Type U100 for alternating voltage Type U500 for alternating voltage with suppressed initial range

U100 and U500 are transducers converting a sinusoidal AC voltage into a load independent DC signal proportional to the measured value, that can be connected to one or several receiving instruments such as indicators, recorders, controllers etc.

The transducers measure rectified average value and show effective value at sine wave-form. They work without auxiliary power and have galvanic separation between in- and output.

U100 in rack modules can be delivered with a single transducer or with two transducers (double) in each 8TE module. In a 19" rack there is place for 10 modules. The modules can be delivered in different application types (see separate leaflet).

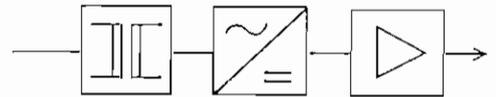
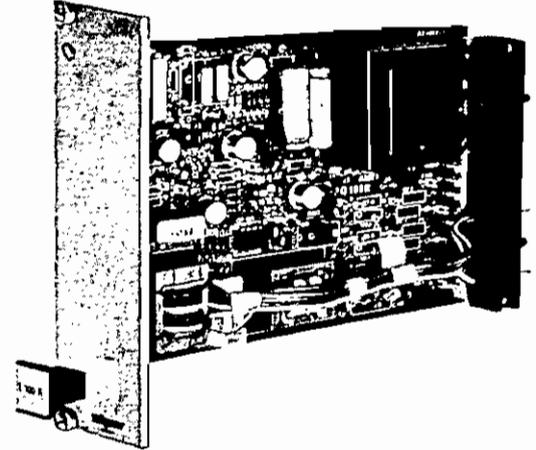
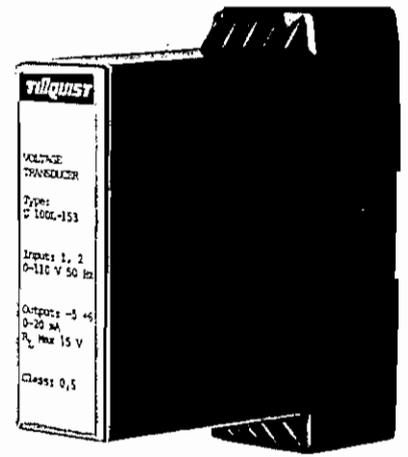
U100 and U500 in plastic cases contain only one transducer and are mounted directly on profiled bar 35 EN 50022. Connection to self-opening clamps for max 6 mm<sup>2</sup> wires.

#### Design

The transducer consists of an input transformer that transforms the input signal to a proper level and at the same time gives galvanic separation between in- and output.

In the next stage rectifying and smoothing is made after which the signal is fed to the output amplifier. Here the signal is transformed to a proportional load independent DC signal.

The power supply to the output amplifier is taken internally from the input signal.



Output mA	Ext.res. load Ω	U100 for alternating voltage			U500 for alternating voltage	
		Case	Rack 8TE single	Rack 8TE double	Case	Rack 8TE
0-5	0-3000	U100L-151	U100R-151	U100R-251	U500L-151	U500R-151*
0-10	0-1500	U100L-152	U100R-152	U100R-252	U500L-152	U500R-152*
0-20	0-750	U100L-153	U100R-153	U100R-253	U500L-153	U500R-153*

\* See diagrams on next page.

#### Technical data

Accuracy class 0.5 (20-120% of  $U_{in}$ ).  
Linearity error  $\pm 0.2\%$ .  
Temperature error  $< 0.2\%/10^\circ\text{C}$ .  
Temperature range  $-25$  to  $+55^\circ\text{C}$ .  
Ripple 1% p.p.  
Time constant approx. 100 ms.  
Interference environment IEC 801.  
Test voltage 2 kV or 4 kV.

#### Input U100

Measuring range any value between 20 and 500 V.  
Frequency 45-55 alt 55-65 Hz.  
Consumption (burden) 0.5-1 VA.  
Overload capacity  $1.5 \times U_{in}$  continuously,  
 $2 \times U_{in}$  during 10 s.

#### Input U500

Measuring range spans between  $\pm 10\%$  and  $\pm 25\%$  on a rated voltage  $U_N$  between 60 and 500 V.  
The ratio  $\frac{M_E}{M_A}$  must be between 1.2 and 1.7 where  $M_A$  is initial value and  $M_E$  end value.  
Frequency range 45-65 Hz.  
Consumption (burden)  $< 1.5$  A.  
Overload capacity  $1.5 \times \frac{M_A + M_E}{2}$  continuously,  
 $2 \times \frac{M_A + M_E}{2}$  during 10 s,  
 $4 \times \frac{M_A + M_E}{2}$  during 5 s.



## Tillquist measuring transducers for frequency

### F100, for frequency

The F100 transducers are constructed for measuring frequency in AC-nets. They can also be used for measuring pulse frequency from different types of pulse transmitters for e.g. revolution readings.

The transducers work with auxiliary power and have galvanic separation between in- and output.

The transducers in plastic case are mounted directly on profiled bar 35 EN50022. Connection to selfopening clamps for max 6 mm<sup>2</sup> wires. Transducers for mounting in 19" racks can be delivered in different application types (see special leaflet). The rack modules are 8TE wide and in a 19" rack is place for 10 modules.

The transducers are manufactured accorded to IEC 688.

Case	Rack 8TE	Output mA	Ext. res. load $\Omega$
F100L-151	F100R-151	0-5, $\pm 5$	0-3000
F100L-152	F100R-152	0-10, $\pm 10$	0-1500
F100L-153	F100R-153	0-20, $\pm 20$	0-750
F100L-154	F100R-154	4-20	0-750

#### Input

Voltage any value between 10 and 500V.

Tolerance 50 to 150% of rated voltage, max 650V.

Measuring range 15-10,000Hz, min span 2Hz.

Consumption (burden)  $U_{in} \times 1$  mA.

Overload capacity 1.5  $\times U_{in}$  continuous,  
2  $\times U_m$  for 10s.

#### Technical data

Accuracy 0.05% of nom. frequency,  
0.3% of measured span.

Linearity error <0.1%.

Temperature range -25 to +55°C.

Temperature influence <0.15%/10°C.

Interference environment PL4 to SS 436 15 03.

Impulse voltage test 5kV, 1.2/5  $\mu$ s, 0.5 Ws  
acc. to IEC 255-4.

Time constant approx. 300ms.

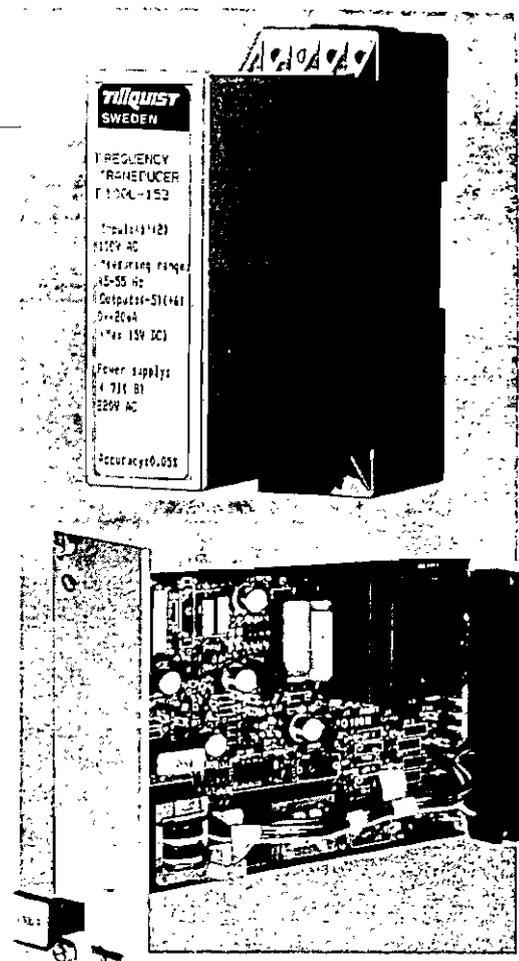
Ripple <1% (p.p.).

Test voltage 2kV alt. 4kV, 50Hz, 1 minute.

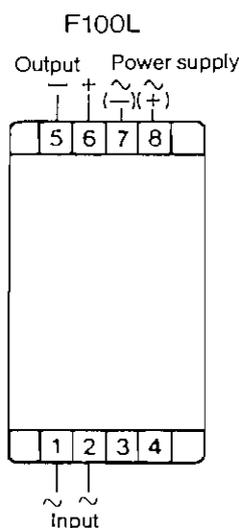
Output signal current limitation approx. 25mA.

#### Power supply

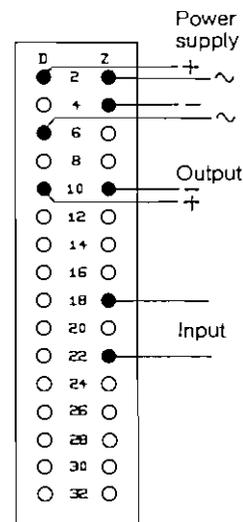
110 or 220VAC,  $\pm 15\%$ , 42-70Hz, approx. 3.5VA,  
24-110VDC,  $\pm 20\%$ , approx. 2.5W.



#### Connecting diagrams



#### F100R



#### Order form

Measuring transducer F100L-154

Connection 11,000/110V

Measuring range 45-55Hz

Output 4-20mA

Power supply 24-110VDC

Dimension diagrams  
on next page.







# Tillquist measuring transducer analog/pulse

## E100, for e.g. energy

The E100 transduces a DC-signal to a proportional pulse frequency. It is used e.g. with a power transducer for measuring energy.

The transducers have transistor and/or relay output that can be connected to a counter or other equipments. They work with auxiliary power and have galvanic separation between in- and output.

The transducers in plastic case are mounted directly on profiled bar 35 EN 50022. Connection to selfopening clamps for max 6 mm<sup>2</sup> wires. Transducers for mounting in 19" racks can be delivered in different application types (see special leaflet). The rack modules are 8TE wide and in a 19" rack is place for 10 modules.

The transducers are manufactured accorded to IEC 688.

Case	Rack 8TE	Outputs
E100L-01	E100R-01	1 transistor
E100L-03	E100R-03	1 transistor, 1 relay

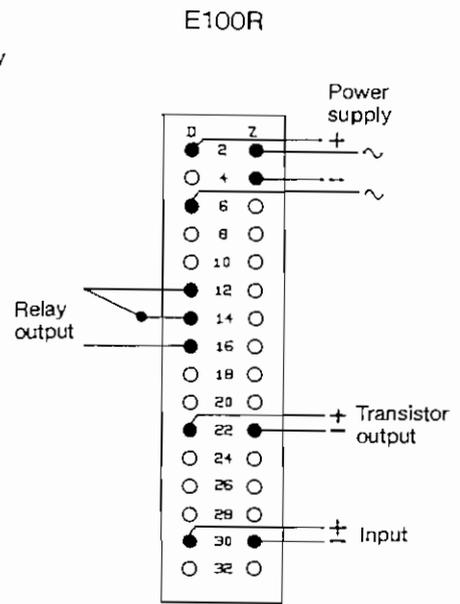
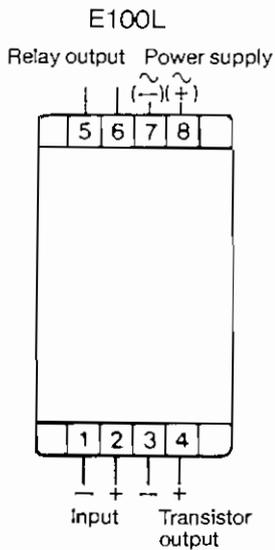
**Input**  
 0-5, 0-10, 0-20, 4-20mA, 0-10V.  
 Voltage load approx. 1V.  
 Other values on request.

**Output**  
 Output possibilities see table above.  
 Pulse frequency any value between 0-10 imp/h and 0-54,000 imp/h.  
 Pulse duration min. 100ms.  
 Relay, potential free closing contact, 250V 4A, AC, 110V 0.4A, DC.  
 Transistor, open collector, active high, voltage level 24V, max current 100mA.  
 Can be supplied with other voltagess externally.

**Technical data**  
 Accuracy ±0.2%.  
 Linearity error <0.1%.  
 Temperature range -25 to +55°C.  
 Temperature influence ±0.15%/10°C.  
 Interference environment PL4 to SS 436 15 03.  
 Impulse voltage test 5kV, 1.2/50µs, 0.5 Ws acc. to IEC 255-4.  
 Test voltage 2kV alt. 4kV, 50Hz, 1 minute.

**Power supply**  
 110 or 220VAC, ±15%, 42-70Hz, approx. 3.5VA,  
 24-110VDC, ±20%, approx. 2.5W.

### Connecting diagrams



**Order form**  
 Measuring transducer E100L-03  
 Input 0-20mA  
 Relay output 0-1200 imp/h  
 Power supply 110VAC

Dimension diagrams on next page.

