



La versión digital de esta tesis está protegida por la Ley de Derechos de Autor del Ecuador.

Los derechos de autor han sido entregados a la "ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL" bajo el libre consentimiento del (los) autor(es).

Al consultar esta tesis deberá acatar con las disposiciones de la Ley y las siguientes condiciones de uso:

- Cualquier uso que haga de estos documentos o imágenes deben ser sólo para efectos de investigación o estudio académico, y usted no puede ponerlos a disposición de otra persona.
- Usted deberá reconocer el derecho del autor a ser identificado y citado como el autor de esta tesis.
- No se podrá obtener ningún beneficio comercial y las obras derivadas tienen que estar bajo los mismos términos de licencia que el trabajo original.

El Libre Acceso a la información, promueve el reconocimiento de la originalidad de las ideas de los demás, respetando las normas de presentación y de citación de autores con el fin de no incurrir en actos ilegítimos de copiar y hacer pasar como propias las creaciones de terceras personas.

Respeto hacia sí mismo y hacia los demás.

ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL

**FACULTAD DE INGENIERÍA ELÉCTRICA Y
ELECTRÓNICA**

**DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE LA MODERNIZACIÓN DEL
TABLERO DEL CONTROL EN EL PROCESO DE
GALVANOTECNIA EN “FV FRANZ VIEGENER ÁREA ANDINA
ECUADOR”.**

**PROYECTO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO EN
ELECTRÓNICA Y CONTROL**

ROBERTO CARLOS PACHECO ORBEA
rcrobertocarlos_rc@yahoo.es

RODRIGO IVÁN PROAÑO HIDALGO
rodrigo_ivan06@hotmail.com

DIRECTOR: ING. OSWALDO EFRAÍN BUITRÓN BUITRÓN
oswaldo.buitron@epn.edu.ec

Quito, junio 2014

DECLARACIÓN

Nosotros, Roberto Carlos Pacheco Orbea, Rodrigo Iván Proaño Hidalgo, declaramos bajo juramento que el trabajo aquí descrito es de nuestra autoría; que no ha sido previamente presentada para ningún grado o calificación profesional; y, que hemos consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

A través de la presente declaración cedemos nuestros derechos de propiedad intelectual correspondientes a este trabajo, a la Escuela Politécnica Nacional, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su Reglamento y por la normatividad institucional vigente.

Roberto Carlos Pacheco Orbea

Rodrigo Iván Proaño Hidalgo

CERTIFICACIÓN

Certifico que el presente trabajo fue desarrollado por Roberto Carlos Pacheco Orbea y Rodrigo Iván Proaño Hidalgo, bajo mi supervisión.

Ing. Oswaldo Buitrón
DIRECTOR DEL PROYECTO

AGRADECIMIENTO

Mis más sinceros agradecimientos a todas las personas que hicieron posible la finalización de este documento que sin su apoyo no hubiese sido posible.

A toda mi familia en especial a mis padres y hermanos que estuvieron siempre a mi lado brindándome su apoyo incondicional y cariño que me dio la fortaleza para seguir y cumplir una de mis metas.

A mis amigos que siempre estuvieron pendientes de la culminación de esta en especial al grupo del VDD que estuvieron siempre ahí Diego, Miguel, Daniel, Fercho, Carlos y los demás, a los amigos de que he conocido durante mi vida de universitario a Diego, Lili, Rafael, Johana y muchos más, a esas personas especiales que compartieron muchos momentos de triunfo y fracaso.

A todos los buenos profesores que brindaron una orientación en el campo académico y personal, en especial al Ing. Oswaldo Buitrón.

A todo el personal de la empresa FV involucradas en la finalización de este proyecto.

Roberto P

AGRADECIMIENTO

Quiero agradecer a Dios que me dio fuerza y fe para salir adelante, a mis padres Marco Iván y Lucia Germania que me apoyaron siempre con sus valiosos consejos y ejemplo de vida, a mis hermanos Santiago y Fernanda que me brindan su compañía y cariño fraterno, a mis tíos Gonzalo y Verónica por su apoyo y ejemplo de generosidad, a mi familia que me alentó en todo momento.

También agradecer a Franz Viegner Área Andina, que permitió el desarrollo del tema de titulación en sus instalaciones, a Franklin y a Amable gracias por su tiempo y ayuda.

Iván Rodrigo.

DEDICATORIA

El presente proyecto está dedicado de manera muy especial a mis padres Angelina y José sin olvidar a mis queridos hermanos Marlene y Geovanny que supieron brindarme todo su amor y estar junto a mi en los momentos difíciles, los quiero muchos gracias por todo.

Roberto P

DEDICATORIA

Dedico este proyecto de Titulación y mi carrera universitaria a Dios, que al estar presente en mi corazón me ha llenado de fuerza y fe permitiéndome seguir adelante y ha llenado mi camino de luz.

A mis padres Marco Iván Proaño Velasco y Lucia Germania Hidalgo Castillo que me dieron la vida y con su guía, apoyo, consejos, ejemplo de vida me ayudaron a formarme como una persona integral, gracias papá y mamá los quiero mucho.

A mis hermanos Santiago y Fernanda, con los que he vivido y quiero seguir compartiendo satisfacciones y momentos felices apoyándonos como ha sido la enseñanza de nuestros padres en las buenas y malas, al Jonás y al Pinocho que brindaron un cariño silencioso siempre.

A mis Abuelitos que son un amor, a ellos que supieron dedicar su tiempo y dedicación a mi persona los quiero Papá Polo, Mami Berthy y Mamá Rosita.

A Gonzalo y Verónica, por su generosidad y apoyo gracias tíos.

A mi familia que supo apoyarme y brindarme su confianza gracias a todos.

A la princesa que me apoyo y está a mi lado siempre y con la que quiero compartir muchos años más de alegrías y cariño.

Iván Rodrigo.

CONTENIDO

DECLARACIÓN.....	II
CERTIFICACIÓN	III
AGRADECIMIENTO	IV
DEDICATORIA	VI
CONTENIDO	VIII
RESUMEN.....	XII
PRESENTACIÓN	XIV
CAPÍTULO 1. DESCRIPCIÓN DE FUNCIONAMIENTO DEL PROCESO DE GALVANOTECNIA.....	1
1.1 GENERALIDADES.....	1
1.1.1 GALVANOTECNIA.....	1
1.1.2 CLASIFICACIÓN.....	2
1.2 PROCESO DE GALVANOTECNIA.....	3
1.2.1 ELABORACIÓN DE RECUBRIMIENTOS.....	4
1.2.1.1 Tipos de recubrimiento.....	4
1.2.2 PROCESOS PREVIOS AL RECUBRIMIENTO.....	5
1.2.3 CUBAS.....	6
1.2.3.1 Cuba desengrasante.....	6
1.2.3.1.1 Desengrasado.....	7
1.2.3.2 Cubas.....	7
1.2.3.2.1 Mordentado (Galvanoplastia).....	7
1.2.3.2.2 Nucleación (Galvanoplastia).....	7
1.2.3.2.3 Post. nucleación (Galvanoplastia).....	8
1.2.3.2.4 Pre-metalizado (Galvanoplastia).....	9
1.2.3.2.5 Cobreado (Galvanoplastia).....	9
1.2.3.2.6 Niquelado.....	10
1.2.3.2.7 Cromado.....	10
1.2.3.2.8 Dorado.....	11
1.2.3.3 Cuba de recuperación.....	11
1.2.3.3.1 Recuperador (Enjuague Estanco).....	11
1.2.3.4 Cuba de enjuague.....	11
1.2.3.4.1 Enjuague de agua en cascada.....	11
1.2.4 DENSIDAD DE CORRIENTE.....	12
1.2.5 TEMPERATURA DE BAÑO.....	13
1.2.6 LIMPIADO Y SECADO.....	14
1.3 PROCEDIMIENTO DE GALVANOTECNIA.....	14
1.3.1 GALVANOPLASTIA.....	15

1.3.2	GALVANOSTEGIA.....	16
1.4	ESTUDIO DE LAS SOLUCIONES MEDIANTE EL CAMBIO TECNOLÓGICO.....	18
1.4.1	SISTEMA GENERAL.....	18
1.4.1.1	Descripción del sistema anterior.....	18
1.4.2	PROBLEMAS.....	21
1.4.3	SOLUCIONES Y ALTERNATIVAS.....	24
1.4.3.1	Soluciones.....	24
1.4.3.2	Alternativas.....	24
 CAPÍTULO 2. DISEÑO DEL NUEVO CIRCUITO DE FUERZA Y CONTROL.....		25
2.1	REQUERIMIENTOS DEL PROCESO.....	25
2.1.1	ARQUITECTURA DEL PROYECTO.....	25
2.2	SISTEMAS DE LA PLANTA.....	26
2.2.1	SISTEMA DE TRANSFERENCIA Y DESPLAZAMIENTO.....	27
2.2.2	SISTEMA PARA HOMOGENIZACIÓN.....	28
2.2.3	SECADO DE LAS PIEZAS.....	28
2.2.4	RECIRCULACIÓN Y DESENGRASE.....	29
2.2.5	BOMBAS PARA MANTENIMIENTO.....	29
2.2.6	RECIRCULACIÓN PALADIO Y NÍQUEL QUÍMICO.....	30
2.2.7	RECIRCULACIÓN Y FILTRADO DE NÍQUEL Y COBRE ÁCIDO.....	30
2.2.8	SISTEMA DE CALENTAMIENTO DE CUBAS.....	30
2.2.9	SISTEMA DE CONTROL Y MEDICIÓN DE TEMPERATURA.....	31
2.3	DISEÑO DEL CIRCUITO DE FUERZA.....	31
2.3.1	TENSIÓN Y FRECUENCIA.....	32
2.3.2	ALTITUD DE MONTAJE.....	32
2.3.3	CORRIENTE MÁXIMA DE CORTOCIRCUITO.....	33
2.3.3.1	Esfuerzos dinámicos.....	33
2.3.3.2	Esfuerzos térmicos.....	33
2.3.3.3	Tipo de cortocircuitos.....	33
2.3.4	SELECCIÓN DEL EQUIPO PARA EL NUEVO TABLERO DE CONTROL.....	34
2.3.4.1	Alimentación del PLC, control e instrumentación.....	36
2.3.4.2	Dimensionamiento de guardamotor y contactor.....	36
2.3.4.2.1	Guardamotor.....	37
2.3.4.3	Elección del contactor.....	38
2.3.4.4	Selección de arrancador suave.....	40
2.3.4.5	Caídas de tensión y dimensionamiento de cable para los motores en general.....	40
2.3.4.6	Acoplamiento entre circuito de control y fuerza.....	42
2.3.4.7	Conexión de electroválvulas y válvulas motorizadas.....	45
2.4	ACTUADORES UTILIZADOS.....	45
2.4.1	ACTUADORES NEUMÁTICOS.....	45
2.4.2	ACTUADORES MOTORIZADOS.....	47
2.4.3	VÁLVULAS DISTRIBUIDORAS.....	48
2.5	INSTRUMENTACIÓN UTILIZADA.....	48
2.5.1	INSTRUMENTACIÓN PARA TEMPERATURA.....	48
2.5.2	SENSORES DE NIVEL.....	49
2.5.3	SENSORES INDUCTIVOS.....	49
2.6	ESTRUCTURA Y CABLEADO.....	50

2.7 SELECCIÓN DE LOS ELEMENTOS DE CONTROL.....	51
2.7.1 ENTRADAS A MONITOREAR Y SALIDAS A CONTROLAR.....	52
2.7.1.1 Entradas y salidas sistema movimiento hidráulico.....	52
2.7.1.2 Análisis de entradas y salidas adicionales galvanostegia.....	54
2.7.1.3 Análisis variables adicionales galvanoplastia.....	55
2.7.1.4 Alarmas.....	55
2.7.2 CARACTERÍSTICAS DEL PLC.....	55
2.7.3 SEÑALES DE ENTRADA RTD.....	57
2.7.4 SEÑALES DE ENTRADA ANÁLOGAS.....	58
2.7.5 PANTALLA DE COMUNICACIÓN.....	59
2.7.6 COMUNICACIÓN.....	59
2.8 DISEÑO DEL PROGRAMA DE CONTROL DEL PROCESO DE GALVANOSTEGIA Y GALVANOPLASTIA.	59
2.8.1 INTRODUCCIÓN AL SOFTWARE TIA PORTAL V11.....	60
2.8.1.1 Aspectos generales.....	60
2.8.1.2 Pestaña de programación.....	62
2.8.1.3 Tipos de programación.....	62
2.8.1.3.1 Lenguaje KOP.....	63
2.8.1.3.2 Lenguaje FUP.....	63
2.8.1.3.3 Lenguaje SCL.....	64
2.8.1.4 Tipos de bloques de programación.....	64
2.8.1.5 Tipos de variables.....	67
2.8.1.6 Plano de ocupación.....	68
2.8.1.6.1 Memoria Remanente.....	70
2.8.2 DESARROLLO DEL PROGRAMA.....	70
2.8.2.1 Bloque movimiento.....	70
2.8.2.2 Bloque temperatura mod#1.....	73
2.8.2.3 Bloque motores.....	75
2.8.2.4 Bloque tiempo galvanoplastia.....	77
2.8.2.5 Bloque nivel.....	78
2.8.2.6 Bloque rectificadores.....	78
2.8.2.7 Bloque producción.....	79
2.8.2.8 Bloque reloj.....	81
2.8.2.9 Bloque alarmas.....	81
CAPÍTULO 3. IMPLEMENTACIÓN INTERFAZ HOMBRE MÁQUINA HMI.	85
3.1 CONFIGURACIÓN DEL DISPOSITIVO DE COMUNICACIÓN.	86
3.1.1 PROTOCOLO DE COMUNICACIÓN.....	86
3.1.2 DESARROLLO DEL PROGRAMA DE COMUNICACIÓN.....	89
3.1.2.1 Configuración del PLC.....	89
3.1.2.2 Configuración pantalla KTP600.....	92
3.1.2.3 Configuración aplicación Visual Basic.....	94
3.1.2.4 Topología.....	97
3.2 DESARROLLO DEL PROGRAMA.....	97
3.2.1 PROGRAMACIÓN DEL PLC.....	97
3.2.2 PROGRAMACIÓN DE LA HMI REMOTA EN VB.....	98
3.2.2.1 Subrutina ventana de galvanotecnia.....	100
3.2.2.2 Subrutina ventana de mantenimiento.....	101
3.3 INTERFAZ DEL PROCESO DE GALVANOTECNIA.	103
3.3.1 DISEÑO DE LA HMI.....	104
3.3.1.1 Interfaz realizada en la pantalla KTP 600.....	104

3.3.1.2 Interfaz realizada en pantallas de Visual Basic. 109

CAPÍTULO 4. PRUEBAS Y RESULTADOS..... 112

4.1 PRUEBAS DE SIMULACIÓN..... 115

4.1.1 PRUEBAS DE SIMULACIÓN MEDIANTE FESTO HIDRAULIC..... 115

4.1.2 PRUEBAS DE SIMULACIÓN MEDIANTE FESTO HIDRAULIC Y TIA PORTAL 116

4.1.3 PRUEBAS DE SIMULACIÓN DE LA PANTALLA MEDIANTE TIA PORTAL..... 119

4.2 PROTOCOLO DE PRUEBAS..... 120

4.3 PRUEBAS EN TIEMPO REAL 122

4.3.1 PRUEBAS PRELIMINARES..... 122

4.3.2 PRUEBA DE MOVIMIENTO..... 123

4.3.3 PRUEBA DE LOS MOTORES..... 124

4.3.4 PRUEBA DE VÁLVULAS NEUMÁTICA Y VÁLVULAS DE ACCIONAMIENTO MECÁNICO. 126

4.3.5 PRUEBAS DE CALENTAMIENTO. 126

4.3.5.1 Prueba con válvulas. 126

4.3.5.2 Pruebas de relés de estado sólido. 132

4.3.6 PRUEBA DE ALARMAS Y AVISOS..... 133

4.3.7 PRUEBA DE COMUNICACIÓN. 134

4.3.8 PRUEBA DE PUESTA EN MARCHA..... 135

CAPÍTULO 5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES 137

5.1 CONCLUSIONES..... 137

5.2 RECOMENDACIONES..... 138

RESUMEN

El presente proyecto se realizó en FRANZ VIEGENER Área Andina sección grifería área de galvanotecnia, para la ejecución, se ha realizado un seguimiento al proceso de galvanotecnia, el cual consiste en dar un revestimiento de cromo a una pieza. Para lo que se requiere una serie de pasos y procesos antes de obtener el producto terminado.

Con el objetivo de reemplazar e integrar varios tableros obsoletos dispersos en la zona de galvanotecnia, se realizó un análisis para la actualización del proceso.

Para conseguir el objetivo se realizará una actualización total en la parte de control eléctrico. Este consiste en el remplazo de los tableros, elementos de control, elementos de maniobra, elementos finales de control, cableado en su totalidad, e integrar el proceso de galvanotecnia.

Para la integración del control se requiere de varias etapas en el diseño. El tablero que se diseñó contiene, el circuito de control, el circuito de fuerza y una pantalla local.

El circuito de control diseñado está desarrollado en base a un PLC SIEMENS que cumple con las características necesarias y suficientes tanto en el aspecto de seguridad como de fiabilidad; el circuito de fuerza refiriéndose a elementos que manejan voltajes de 220 y 380 VAC, debían ser reemplazados en su totalidad. Por lo que se decidió sean de marca SIEMENS a sugerencia del departamento de mantenimiento. Además de que permite tener un solo tipo de repuesto en el caso de guardamotores y contactores para las máquinas de la planta.

Una interfaz hombre máquina que proporciona información y hace posible el control del proceso de forma fácil, la misma que es un gran avance en la forma de ver las variables del proceso.

El proceso ha controlar consiste en pasar gancheras, las mismas que contienen material a ser cromado por varias cubas con diferentes sustancias ya establecidas. En las que se necesita controlar la temperatura mediante actuadores que son accionados en base a las medidas obtenidas por los

transductores de temperatura, también se requiere controlar motores y bombas que intervienen en el proceso.

Posee una estructura móvil que hace posible el traslado de varias gancheras por los diferentes baños de forma automática. Esta estructura es controlada por el tablero principal a través del control de servo válvulas, motores y la obtención de señales mediante sensores inductivos, que proporcionan información de posicionamiento de los pistones que hacen posible el movimiento de la estructura.

PRESENTACIÓN

Franz Viegner Área Andina empresa fabricante de grifería y sanitarios una de las más representativas de este tipo de industria en varios países, con el fin de mejorar el proceso y productividad se vio en la necesidad de modernizar el proceso de galvanotecnia en el área de grifería.

El presente proyecto tiene por objetivo el diseño e implementación de un tablero de control y un sistema de visualización del proceso, mediante el uso de varios materiales eléctricos y electrónicos, y su correspondiente ensamble.

En el primer capítulo se detalla la fase de galvanotecnia necesaria para el proceso de cromado, en el cual se presentan las etapas que deben seguir los diferentes materiales a ser intervenidos. Además los términos que se usarán en el presente documento.

El segundo capítulo es referente al diseño y dimensionamiento de los elementos de control y protección. Así como también los materiales y estructuras necesarias para la construcción del tablero de control eléctrico requerido.

En el tercer capítulo se trata la implementación de la HMI en el cual se resume la configuración, la forma de cómo fue desarrollado y los criterios que se toman para la realización de la interfaz que requiere el proceso de galvanotecnia.

En el cuarto capítulo describe y da a conocer las diferentes pruebas realizadas y los resultados obtenidos durante la aplicación de los análisis realizados en capítulos anteriores.

En el quinto capítulo, se exponen las conclusiones y recomendaciones que se pueden plantear como resultado de la ejecución de este proyecto.

CAPÍTULO 1. DESCRIPCIÓN DE FUNCIONAMIENTO DEL PROCESO DE GALVANOTECNIA.

1.1 GENERALIDADES.

FRANZ VIEGENER Área Andina Ecuador, es una empresa de amplia trayectoria en la elaboración y fabricación de productos de grifería y sanitarios. En la sección de grifería se realiza un proceso denominado galvanotecnia para el recubrimiento vía electrolítica de las diferentes piezas de grifería con fines decorativos y de protección contra la corrosión, las mismas que son utilizadas en hogares, oficinas, centros comerciales.[1]

El subproceso de cromado se realiza con la técnica de galvanotecnia, que consiste en dar diferentes acabados como son el dorado, plateado, niquelado y cromado que dependerá del modelo de la pieza a comercializar y la demanda que tenga en el mercado.

Para el desarrollo del presente trabajo se ha visto la necesidad de dar un breve vistazo al proceso y aspectos que influyen en el mismo.

1.1.1 GALVANOTECNIA.

“La galvanotecnia es la rama tecnológica que agrupa a aquellos procesos en los que se logra depositar una capa metálica continua y adherente, sobre la superficie de un conductor inmerso en un electrolito, con el uso de la corriente eléctrica.” [2]

Para el recubrimiento en piezas no metálicas se requiere de un proceso previo denominado “mordentado¹”.

El recubrimiento se logra mediante la descomposición de una sustancia química electrolítica al aplicar corriente eléctrica continua, conocido también como electrólisis, como se presenta el gráfico de la Figura 1.1.

¹Proceso por el cual se somete a una pieza de plástico ha ácidos que hacen porosa su superficie.

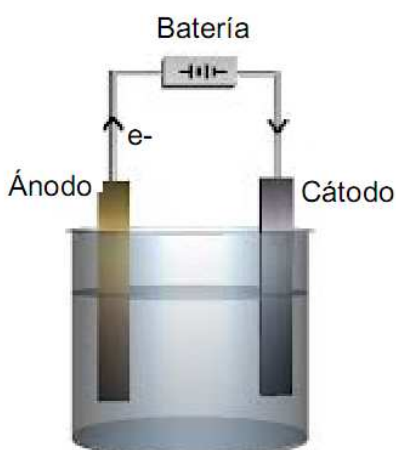


Figura1.1 Reactores electrolíticos.

Fuente: <http://es.wikipedia.org/wiki/Electr%C3%B3lisis>

Los objetivos más comunes que se persiguen con el recubrimiento por medio de la técnica de galvanotecnia son [3]:

- Mejorar la apariencia del metal base o pieza.
- Protección contra la corrosión.
- Aumentar la dureza superficial.
- Aumentar la resistencia al desgaste.
- Restaurar dimensiones desgastadas.
- Base para posterior adherencia de otros metales (mordentado).
- Modificar el coeficiente de fricción.
- Mejorar el contacto entre conectores eléctricos.

1.1.2 CLASIFICACIÓN.

La galvanotecnia se presenta en dos procesos:

Galvanoplastia.- Recubrimiento metálico sobre superficies no conductoras.

Galvanostegia.- Recubrimiento sobre superficies conductoras.

1.2 PROCESO DE GALVANOTECNIA.

FRANZ VIEGENER Área Andina aplica el proceso de galvanotecnia para el cromado de sus piezas antes del ensamble del producto final y así obtiene propiedades de excelente calidad en el acabado, una extensa vida útil y detalles decorativos únicos.

Para el proceso se necesita [4]:

- Fuente generadora de energía continua.
- Cubas para desengrase.
- Cubas de reactores electrolíticos.
- Cubas recuperadoras.
- Cubas para enjuagues.
- El electrolito.
- Barras para conducción eléctrica (cátodo y ánodo).

El recubrimiento se lleva a cabo en la cuba donde se encuentra almacenado el electrolito, solución que contiene el metal a ser depositado en forma iónica.

Con la generación de la corriente continua a través de una fuente de energía, el ánodo aporta con iones a la solución.

El cátodo está conectado al objeto a ser recubierto y recibe los iones metálicos dejando la superficie de la pieza en estado metálico. Esto se logra utilizando la corriente eléctrica continua y la temperatura, ésta última para dar facilidad a la movilidad de los iones y aumentar la reacción entre la superficie de la pieza y los iones depositados. Esto se ve reflejado en el tiempo en que la pieza está sumergida en el electrolito [2].

1.2.1 ELABORACIÓN DE RECUBRIMIENTOS.

Se realiza una disolución de ácidos y sales en agua que da como resultado la separación de sus átomos en grupos, proceso por el cual se rompe el equilibrio eléctrico dando origen a los iones, [2], [4], [5].

Se introduce conductores conectados a una corriente directa, los iones se direccionan de manera que los elementos cargados positivamente se alinean al cátodo y los elementos cargados negativamente se dirigen al ánodo.

Una vez que los iones alcanzan la superficie de los electrodos, se produce una interacción electro-atómica entre el ion y el electrodo, dando lugar a la descomposición del electrólito en átomos y componentes. Para la obtención de recubrimientos metálicos se utiliza como cátodo a la pieza que se recubre y como ánodo placas o varillas metálicas. Las varillas o ánodos pueden ser solubles o inertes; entendiéndose como solubles que se encuentran constituidas por el metal de recubrimiento siendo evidente su desgaste y como inerte a la varilla metálica que no está constituida con el metal de recubrimiento.

1.2.1.1 Tipos de recubrimiento.

En la tabla 1.1 se presenta los diferentes recubrimientos y campos de aplicación [2].

NOMBRE	MATERIAL	CAMPO DE APLICACIÓN
Cobreado	Cobre	<ul style="list-style-type: none"> • Capa base cromado.
		<ul style="list-style-type: none"> • Vulcanización en acero de derivados del caucho. • Generación de venas conductoras de circuitos impresos.
Cromado	Cromo	<ul style="list-style-type: none"> • Recubrimiento anticorrosivo y decorativo.
		<ul style="list-style-type: none"> • Recubrimiento resistente a la fricción en materiales ferrosos. • Material de relleno de zonas desgastadas en piezas de fricción. • Superficie muy dura en ciertas aplicaciones.
Acerado	Hierro	<ul style="list-style-type: none"> • Material de relleno en zonas desgastadas en acero y hierro gris.
Niquelado	Níquel	<ul style="list-style-type: none"> • Recubrimiento anticorrosivo y decorativo.
		<ul style="list-style-type: none"> • Capa base para cromado. • Recubrimiento de contactos eléctricos en conectores comunes.

Cadmiado	Cadmio	<ul style="list-style-type: none"> • Facilita la soldadura blanda en componente eléctrico.
		<ul style="list-style-type: none"> • Recubrimiento de contactos eléctricos en conectores comunes.
Galvanizado	Zinc	<ul style="list-style-type: none"> • Recubrimiento anticorrosivo del acero.
Estañado	Estaño	<ul style="list-style-type: none"> • Recubrimiento anticorrosivo temporal del acero. • Soldadura eléctrica en componentes electrónicos.
Dorado	Oro	<ul style="list-style-type: none"> • Recubrimiento protector y decorativo de bisutería. • Protección anticorrosiva de venas en circuitos impresos. • Recubrimiento de contactos eléctricos en conectores seguros. • Conexiones internas en circuitos integrados.
Plateado	Plata	<ul style="list-style-type: none"> • Recubrimiento protector y decorativo de bisutería.
Latonado	Latón	<ul style="list-style-type: none"> • Recubrimiento protector y decorativo de bisutería. • Recubrimiento antifricción de asentamiento de cojinetes.

Tabla 1-1 Tipos de recubrimiento.

1.2.2 PROCESOS PREVIOS AL RECUBRIMIENTO.

Para un correcto recubrimiento de una pieza es necesario realizar procesos físicos como desbaste, pulido y recubrimiento de aislamiento, [4], [5].

Cuando el objeto es de reciente fabricación o fundición posee rebabas, escamas o costras. La operación para eliminarlas se le denomina desbastado y se lleva a cabo según el estado físico de la pieza usando discos sólidos en un esmeril.

El pulido tiene por objeto alisar la superficie del metal en forma mecánica, la diferencia con el desbastado radica en el tipo de disco que se usa y en la finura del grano del material abrasivo empleado.

Existen casos donde partes de la pieza no debe recibir la capa galvánica, esto se evita recubriendo con celuloide o varias capas de algún tipo de laca o barniz resistente al electrolito que se utilizará; los agujeros que no requieren recubrirse pueden ser cerrados con tapones.

1.2.3 CUBAS.

Los procesos de limpieza, mordentado, decapado, cromado y enjuague se realizan en recipientes adecuados y abiertos los mismos que reciben el nombre de cubas. Estos recipientes deben ser de dimensiones tales que tomando como referencia el producto queden unos 10 cm de líquido por encima de los objetos sumergidos como se puede apreciar en la Figura 1.2, cuya distancia al fondo y a las paredes deben ser similares a la mencionada y cumplir con ciertas propiedades, [4]:

- Ser químicamente inertes al electrolito a utilizar.
- Tener las facilidades para llenado de soluciones.
- Extracción de gases y protección contra derrames.



Figura 1.2 Cubas².

1.2.3.1 Cuba desengrasante.

La cuba desengrasante pertenece a una primera etapa de eliminación de las materias grasa y aceites, esto se logra mediante la preparación adecuada de la pieza a cromar; la limpieza y desengrase correcto de la misma da un recubrimiento metálico durable y una adherencia continua, [4].

² Fotografías pertenecientes al proceso de Cromado Franz Viegenger Ecuador.

1.2.3.1.1 *Desengrasado.*

Esta operación consiste en eliminar películas de grasas, aceites, partículas abrasivas, resultado del maquinado y pulido de las piezas a cromar. Mediante un baño de agua y solvente a una temperatura entre 35 y 45 grados centígrados, utilizando un serpentín³ de aceite precalentado sumergido en la solución de la cuba. Adicionalmente tiene un sistema de ultrasonido el cual ayuda a la limpieza del producto como se puede observar en la Figura 1.3.



Figura 1.3 Limpieza por ultrasonido².

1.2.3.2 **Cubas.**

Para el proceso de cromado de las piezas no metálicas se requiere de ciertos baños previos como son: baños alcalinos cianurados, baños de ácido sulfúrico con sulfato de cobre, para la activación de la pieza como una base posterior para la aplicación de otros recubrimientos utilizados en galvanoplastia, [4].

1.2.3.2.1 *Mordentado (Galvanoplastia).*

Se realiza sumergiendo la pieza en ácido crómico y ácido sulfúrico lo cual se muestra en la Figura 1.4 a una temperatura entre 70 y 80 grados centígrados. Esta es una etapa en la que se debe controlar el tiempo de inmersión para garantizar la porosidad de la pieza a tratar.

1.2.3.2.2 *Nucleación (Galvanoplastia).*

La superficie sensibilizada se expone a una solución de cloruro de paladio (pre-activador de paladio) como se aprecia en la Figura 1.5 y mediante una reacción

³ Tubería por donde fluye aceite precalentado.

galvánica el paladio se deposite sobre la superficie del plástico y actúe como catalizador [4].



Figura 1.4 Cuba de mordentado².



Figura 1.5 Cuba pre-activador de paladio².

1.2.3.2.3 Post. nucleación (Galvanoplastia).

La post nucleación es necesaria para activar el catalizador del paladio con un agente reductor las cubas de esta etapa del proceso se muestra en Figura 1.6, [4].



Figura 1.6 Cubas reductoras².

1.2.3.2.4 Pre-metalizado (Galvanoplastia).

El proceso de pre metalizado se realiza con una solución de níquel químico y sin uso de corriente eléctrica. Las cubas para pre metalizado se las puede observar en la Figura 1.7.

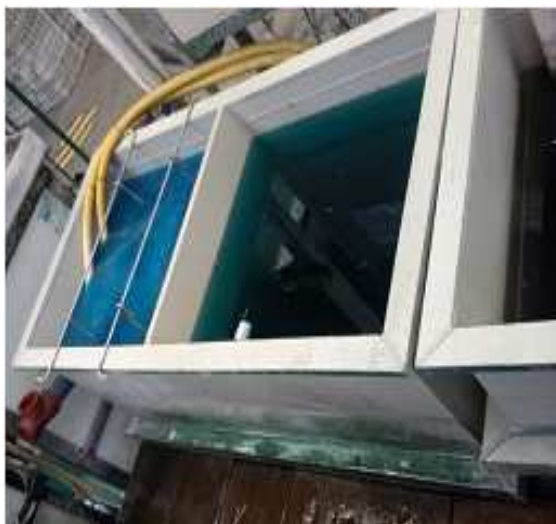


Figura 1.7 Cubas níquel químico².

1.2.3.2.5 Cobreado (Galvanoplastia).

Se utiliza para recubrir de cobre a las piezas de plástico a través de baños de ácidos sulfúrico y sulfato de cobre sometidas a una corriente eléctrica como se puede apreciar en la Figura 1.8. Después de este paso se mejora la adherencia para las siguientes etapas.



Figura 1.8 Cuba de cobre ácido².

1.2.3.2.6 *Niquelado.*

En esta cuba se da una capa de Níquel a las piezas a ser cromadas obteniendo una apariencia uniforme y brillante que nivela las imperfecciones protegiéndolas de la corrosión, como se aprecia en la Figura 1.9. La cuba trabaja a una temperatura de 50 a 56 grados centígrados.



Figura 1.9 Cuba baño de níquel².

1.2.3.2.7 *Cromado.*

La última capa es aplicada para mejorar la apariencia, realzar el brillo y aumentar la protección. La cuba de cromo se aprecia en la Figura 1.10. La temperatura a la que trabaja es de 40 grados centígrados.



Figura 1.10 Cuba baño de cromo².

Adicionalmente existe otro proceso de recubrimiento el cual se dan después del cromado como el dorado.

1.2.3.2.8 *Dorado.*

Es el recubrimiento de oro cianurado para mejora de la apariencia de la pieza.

1.2.3.3 **Cuba de recuperación.**

Es utilizada para recuperar los residuos químicos de las piezas después de cada etapa del proceso como son: mordentado, cuba de paladio, níquelado y cromado. El proceso se realiza con recuperadores químicos para garantizar una menor pérdida de materia prima por arrastre y eliminar los excesos, [4].

1.2.3.3.1 *Recuperador (Enjuague Estanco).*

Después del tratamiento con los ácidos y las sales de baño es necesario el enjuague con agua desmineralizada para limpiarlas de residuos procedentes de la etapa anterior como se puede apreciar en la Figura 1.11.



Figura 1.11Cuba de recuperación de cromo².

1.2.3.4 **Cuba de enjuague.**

Después de la recuperación es necesario el enjuague de la pieza tratada para la limpieza de los excesos de solución por arrastre.

1.2.3.4.1 *Enjuague de agua en cascada.*

El proceso de enjuague de agua en cascada se realiza después de pasar por los baños recuperadores y se utiliza agua desmineralizada para garantizar que no haya impurezas y evitar las manchas en las piezas tratadas como se aprecia en la Figura 1.12, [4].



Figura 1.12 Enjuague de agua desmineralizada en cascada².

1.2.4 DENSIDAD DE CORRIENTE.

La densidad de corriente es la magnitud de la corriente eléctrica utilizada por unidad de superficie de la pieza a recubrir, ésta proporciona la característica de acelerar o disminuir el tiempo de inmersión al aumentar la velocidad de la electrodeposición del electrolito en la pieza a tratar. Los rectificadores de corriente continua utilizados en el proceso se aprecian en la Figura 1.13 [2], [4].



Figura 1.13 Rectificadores de corriente continua².

La densidad de corriente directa utilizada, se puede determinar mediante la ecuación:

$$D = I/A \quad (1)$$

Dónde:

I= Intensidad de corriente (A).

A= Área de la pieza en mm².

Se debe tomar en cuenta que la distribución de la corriente no es uniforme y esto puede producir micro capas de diferente grosor en la electrodeposición. El grosor de la capa y la igualdad de densidad de corriente dependen de factores geométricos como son:

- Similitud entre el relieve de la pieza y forma de los electrodos.
- Posición de los electrodos con respecto a la pieza.
- Distancia entre los electrodos y la pieza.
- Profundidad de inmersión de la pieza en el baño.
- Modo en que se cuelga la pieza dentro del baño.

En la Figura 1.14 se observa el efecto de la geometría en la electrodeposición [2].

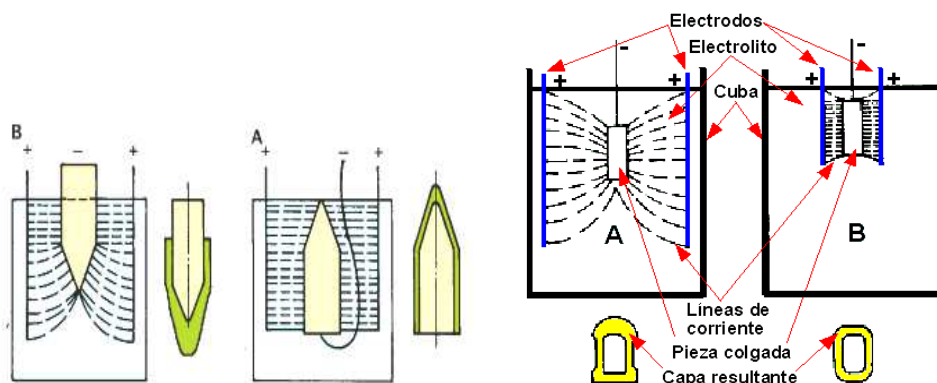


Figura 1.14 Electrodeposición.

Fuente: <http://www.sabelotodo.org/electrotecnia/galvanotecnia/galvanotecnia.html>

1.2.5 TEMPERATURA DE BAÑO.

La temperatura del electrolito de baño también puede ser muy influyente en las características y calidad del recubrimiento. En algunos procesos de recubrimiento ésta temperatura puede determinar si la capa queda con brillo o mate, pueda ser más dura o blanda e influir en otras características.

Las cubas que poseen temperatura son calentadas por un sistema de tuberías en forma de serpentín por las cuales fluye un aceite precalentado. En la Figura 1.15 se puede observar la ubicación del serpentín en una cuba del proceso.



Figura 1.15 Serpentín para calentamiento².

1.2.6 LIMPIADO Y SECADO.

La limpieza se realiza con el uso de enjuagues de agua desmineralizada a una temperatura entre 40 a 50 °C y un burbujeo constante mediante la inyección de aire en la cuba.

El último proceso antes del ensamblado es el secado que se lo realiza en un túnel con aire precalentado como se observa Figura 1.16.



Figura 1.16 Túnel de secado².

1.3 PROCEDIMIENTO DE GALVANOTECNIA.

La galvanotecnia considera dos tipos de procesos, la galvanoplastia que se lo realiza mediante el recubrimiento metálico en un material no metálico y la galvanostegia que se lo realiza en materiales metálicos.

La diferencia entre una y otra es que en el proceso de galvanoplastia se realiza un metalizado previo.

1.3.1 GALVANOPLASTIA.

En la Figura 1.17 se observa el diagrama de flujo de Galvanoplastia donde la pieza de plástico es sometida a diferentes pasos para garantizar que esté lista para un proceso posterior de metalizado [4].

En la cuba de mordentado se encuentran soluciones de ácido crómico y ácido sulfúrico, con el fin de que los ácidos actúen sobre la superficie lisa de la pieza de plástico y la transformen en una superficie porosa. A continuación se somete a una etapa reductora que elimina el ácido crómico y sulfúrico que se encuentran por arrastre en las piezas con el uso de bisulfato de sodio.

Luego se somete a las piezas a una sustancia que en la mayoría de los casos contiene metales como el paladio y estaño, con el propósito de preparar la superficie de la misma para la siguiente etapa del proceso.

Los aceleradores se encargan de eliminar el exceso de sustancias de la pieza que no sea el paladio, preparándola para el baño de níquel químico que consiste en depositar una capa fina y adherente de níquel (no se utiliza corriente eléctrica).

Acto seguido se somete a la pieza a electrólisis con sulfato de cobre para proporcionar un grosor adicional al material a tratar mediante una corriente eléctrica impuesta.

Finalmente se tiene el niquelado que recubre la pieza con níquel y el cromado que aumenta la eficiencia de la protección y deja al producto final con un acabado óptimo.

Es importante que se realicen los pasos con mucha atención y se revisen los químicos que actúan debido a que las piezas de plástico no se pueden rehusar a diferencia de las metálicas donde las equivocaciones se las soluciona realizando un proceso de decapado y dependiendo del estado de la pieza metálica se la vuelve a tratar o se la funde para reutilizarla e iniciar de nuevo el ciclo.

DIAGRAMA DE FLUJO PARA EL PROCESO DE GALVANOPLASTIA

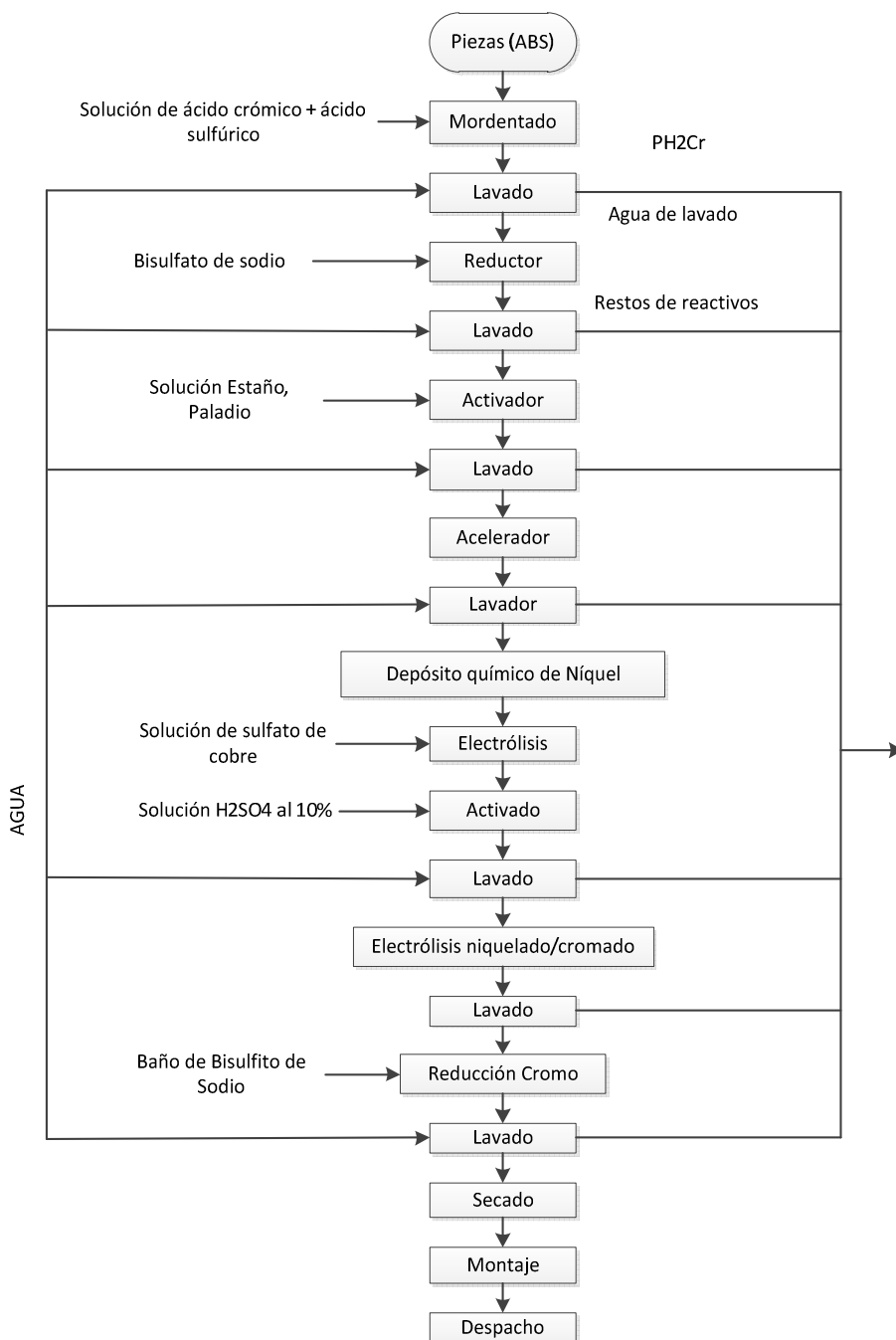


Figura 1.17 Proceso de galvanoplastia.

Fuente: Manual de Galvanotecnia [4]

1.3.2 GALVANOSTEGIA.

En la Figura 1.18 se aprecia el diagrama de flujo de galvanostegia donde se observa los pasos que se deben seguir para conseguir el niquelado y el cromado.

Se inicia puliendo la pieza de metal obteniendo una textura lisa de la superficie de la misma, luego se las somete a un baño con desengrasante, posteriormente se realiza una limpieza química con soluciones ácidas o cianuro sódico, para luego recubrir la pieza con níquel y finalmente cromo, [4].

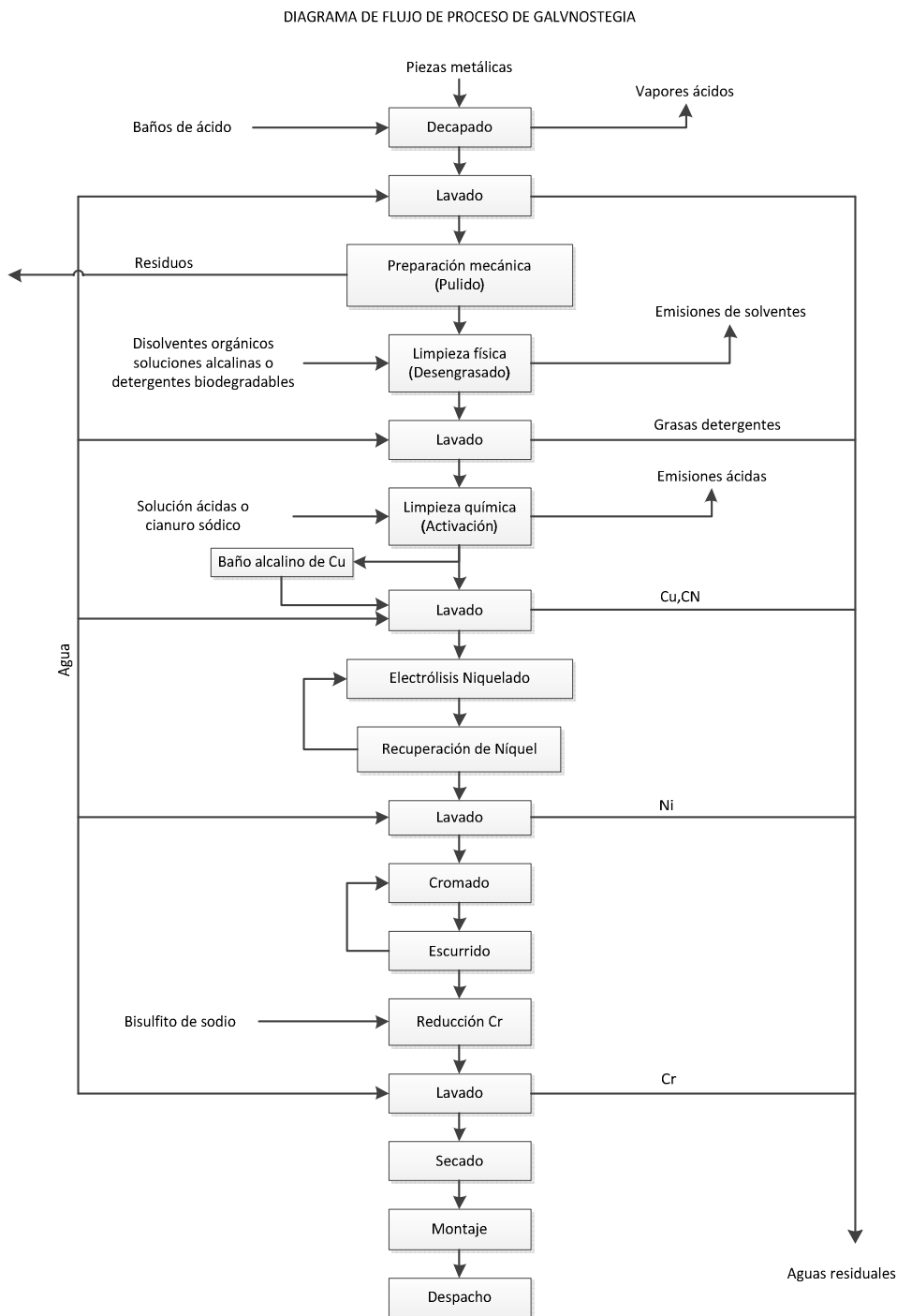


Figura 1.18 Proceso de galvanostegia.

Fuente: Manual de Galvanotecnia. [4]

1.4 ESTUDIO DE LAS SOLUCIONES MEDIANTE EL CAMBIO TECNOLÓGICO.

1.4.1 SISTEMA GENERAL.

El sistema estuvo más de 40 años en funcionamiento lo que llevó a tomar muy en cuenta su estado y da una clara visión de los instrumentos y dispositivos utilizados en esa época para su ensamblaje. La tecnología utilizada es poco eficiente y de gran tamaño en comparación con las actuales.

El proceso está compuesto de sistemas como:

- El sistema de movimiento hidráulico de la estructura.
- El caldero que precalienta aceite que fluye por los serpentines instalados en las cubas para incrementar la temperatura de los baños.
- El sistema de generación de corriente directa donde se obtendrá el voltaje y la corriente utilizada en la electrólisis del níquel, cromo y cobre ácido.
- Un sistema de inyección de aire que permite la homogenización de la mezcla de soluciones en las cubas.
- El sistema de encendido de motores y bombas que se utilizan para el secado, filtrado, movimiento y la extracción de gases.

1.4.1.1 Descripción del sistema anterior.

Tablero de Auxiliares.- En el tablero de auxiliares se encontraba todos los arranques de diferentes partes del proceso que se realizaban de forma manual. El mismo estuvo conformado por arranques estrella triángulo, arranques directos, pulsadores de marcha paro, así como el pulsador de emergencia, lo indicado se observa en la Figura 1.19, para los siguientes motores.

- Extractor alcalino.
- Extractor ácido.
- Bomba de desengrase.
- Motor soplador.

- Bomba de cobre ácido.
- Bomba de níquel.
- Paro de emergencia.
- Secador.



Figura 1.19 Tablero de auxiliares encendido de bombas y extractores².

Tablero de control de movimiento hidráulico.- El mismo era utilizado para controlar el desplazamiento (arriba y abajo) así como la transferencia (izquierda – derecha) de la estructura móvil, con lo cual se realiza el movimiento de las piezas a cromar por los baños en las diferentes cubas del proceso.

Constaba además de los controladores de temperatura los cuales operan sobre la base de un control por histéresis.

El tablero consta de:

- Pulsadores.
- Contactores (arranques estrella triángulo).
- Controladores de temperatura.
- PLC S7-200.
- Transformadores.

- Breakers.
- Borneras.
- Fusibles.

El tablero de control de movimiento y temperatura se ilustra en la Figura 1.20.



Figura 1.20 Tablero de control de movimiento hidráulico y controladores de temperatura².

Tablero de control de bombas de recirculación y temperaturas en galvanoplastia.- En este tablero se encuentran accionamientos para el calentamiento de la temperatura de las cubas de galvanoplastia mediante niquelinas y adicionalmente se tiene el accionamiento de bombas de recirculación de paladio y níquel químico, cuyo objetivo es filtrar la solución mediante recirculación de la misma. El tablero descrito se aprecia en la Figura 1.21.



Figura 1.21 Tablero control de bombas y temperaturas en galvanoplastia².

Control de tiempos en el proceso de galvanoplastia.- Se localizó un PLC LOGO SIEMENS conectado a una baliza con sus salidas y varios pulsadores a sus entradas. Controlaban los tiempos que debían estar sumergidas las piezas de plástico en el proceso de galvanoplastia en las cubas de mordentado, baño de paladio, activador níquel, baño níquel químico, este proceso es manual se aprecia en la Figura 1.22.



Figura 1.22 Control de tiempos para el proceso de galvanoplastia².

Rectificadores de corriente.- Se encuentran ubicados a un lado de las cubas de cromado y permite obtener la corriente continua para el proceso de electrólisis en las cubas de níquel, cromo y cobre ácido. Es necesario llevar la señal de voltaje de estos rectificadores para mostrarlos en la pantalla de monitoreo. Los rectificadores se aprecian en la Figura 1.23.



Figura 1.23 Rectificadores para las cubas de níquel y cromo².

1.4.2 PROBLEMAS.

Entre los problemas encontrados y que se solucionaron mediante el desarrollo del proyecto de titulación son:

Elementos de difícil reemplazo.- Existía mucha dificultad para encontrar las piezas y/o elementos que se necesitaban para un correcto funcionamiento debido a que ya no las fabrican y han sido reemplazados en los mantenimientos por equipos diferentes.

Problemas estructurales.- Con el pasar del tiempo han surgido problemas de tipo estructural debido al crecimiento necesario pero desordenado del área de grifería, lo que ha conllevado a tener varios tableros para un único proceso.

Arranque de motores.- Existían varios motores con un arranque estrella - triángulo que se los mejoró y cambió por arrancadores suaves.

Sistema de visualización.- No existía un correcto sistema de visualización de variables debido a que cada sistema era individual y abierto, por lo que se vio la necesidad de unir y centralizar el control.

Falta de control y supervisión del proceso.- Al estar separados los sistemas no permitían un adecuado control y supervisión del proceso por lo que no se tiene detalles del estado de las variables para un mantenimiento correcto y funcionamiento ininterrumpido del proceso.

Bajo control en la producción.- No contaba con un control de producción. El control de producción se lo hacía manualmente por medio de registros no electrónicos.

Nulo sistema de alarmas.- La empresa no tenía implementado un sistema de alarmas o avisos de estados anormales que se presentan en el proceso de galvanotecnia.

Falta de Interfaz Hombre Máquina (HMI).- No existía un HMI donde se pueda supervisar las variables del proceso así como ciclos de funcionamiento los cuales dan cabida al mantenimiento.

Control centralizado.- No existía un control integrado de las distintas etapas que posee dicho proceso. Se aprecia en la Figura 1.24 los diferentes tableros eléctricos y de control que serán reemplazados.

Adicionalmente con el transcurso del tiempo se implementaron soluciones de manera separada al sistema, dando lugar a los diferentes problemas mencionados. Esto implicaba mayor tiempo en los mantenimientos generando pérdida en la producción.

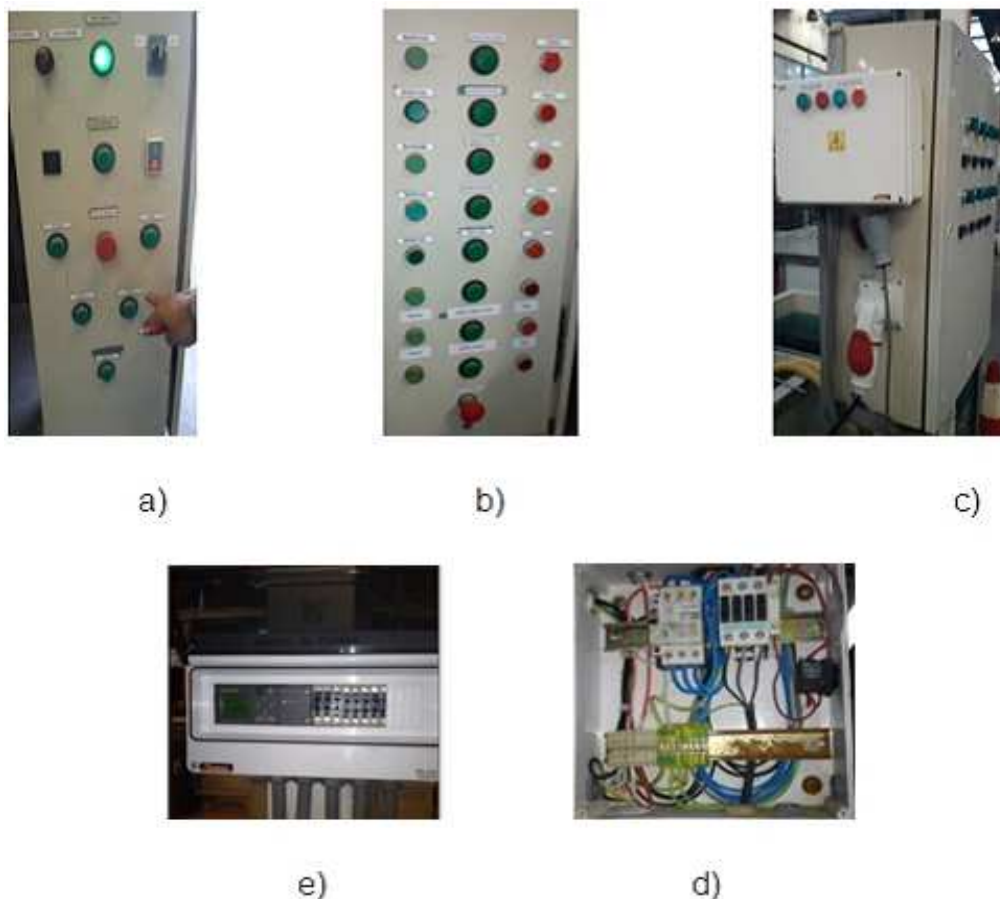


Figura 1.24 Tableros².

- a) Tablero de control de movimiento hidráulico b) Tablero de control auxiliares
 c) Tablero de control de recirculación y de temperaturas d) Control de tiempos para el proceso de galvanoplastia e) Conexión sótano.

Cableado del sistema.- Debido al paso del tiempo se vio la necesidad de realizar cambios en el cableado del sistema tanto en la alimentación de energía como en el control e instrumentación debido a que existían cables deteriorados y desordenados; no se podía identificar las líneas de control de las de alimentación y el mal estado de las canaletas, escalerillas y otros que habían sido corroídos.

1.4.3 SOLUCIONES Y ALTERNATIVAS.

1.4.3.1 Soluciones.

- Como solución se propuso realizar un cambio completo de elementos de maniobra.
- Centralizar el control del proceso de cromado el cual se encuentra descentralizado.
- Añadir un HMI para producción y mantenimiento donde puedan observar valores de interés de las etapas del proceso.
- Conseguir eficiencia energética.

1.4.3.2 Alternativas.

- Una alternativa sería realizar el proyecto con elementos como por ejemplo microcontroladores y otros dispositivos electrónicos, para la parte de control que se desea actualizar dando como resultado un abaratamiento del costo del proyecto.
- Se puede utilizar los elementos que están ya implantados para optimizar recursos y realizar solo la integración del control.
- En el control de temperatura se podría realizar un control PID pero es innecesario debido a que las válvulas son neumáticas y se accionarán en dos modos ON y OFF.

CAPÍTULO 2. DISEÑO DEL NUEVO CIRCUITO DE FUERZA Y CONTROL.

2.1 REQUERIMIENTOS DEL PROCESO.

Previamente se realizará un análisis de los procesos y subprocesos en cromado, los mismos que se van a intervenir para integrarlos al nuevo sistema de control, para lo cual es necesario realizar el levantamiento de planos eléctricos y de ubicación de los elementos a controlar.

El conocer las características técnicas y la ubicación en que se encuentran ubicados los sensores, controladores, elementos de maniobra, motores, bombas y ventiladores. Adicionalmente esto permite decidir por donde realizar el posterior cableado además de saber la cantidad y los tipos de cable que se deben utilizar (Ver Anexo A1).

Se debe revisar si se posee protecciones como son: la puesta a tierra (ya existente en la fábrica), supresión de transientes (se encuentra en el tablero principal de distribución) y el apantallamiento de las señales para que no sean alteradas por perturbaciones en el sitio. Esto es necesario para la protección contra descargas eléctricas, protección del sistema y un manejo de señales adecuado.

2.1.1 ARQUITECTURA DEL PROYECTO.

Se hace referencia al tablero eléctrico en su estructura, distribución, funcionamiento, comunicación y el recableado de todo el sistema, para lo cual se realizan diferentes cálculos y consideraciones para los elementos o componentes tanto de maniobra como de control.

Además se realiza un detalle de las variables de entrada requeridos y de las salidas a controlar. Así como también de la forma de comunicación más apropiada para el monitoreo del sistema.

Este estudio permite el control a través de un PLC que será el cerebro principal del tablero y que monitorea las siguientes secciones de galvanostegia y galvanoplastia como son: accionamiento de circuitos auxiliares, sistema de movimiento hidráulico, sistema calentamiento de cubas, alarmas y avisos que se presentan en el proceso. La arquitectura descrita anteriormente del proyecto se visualiza en la Figura 2.1.

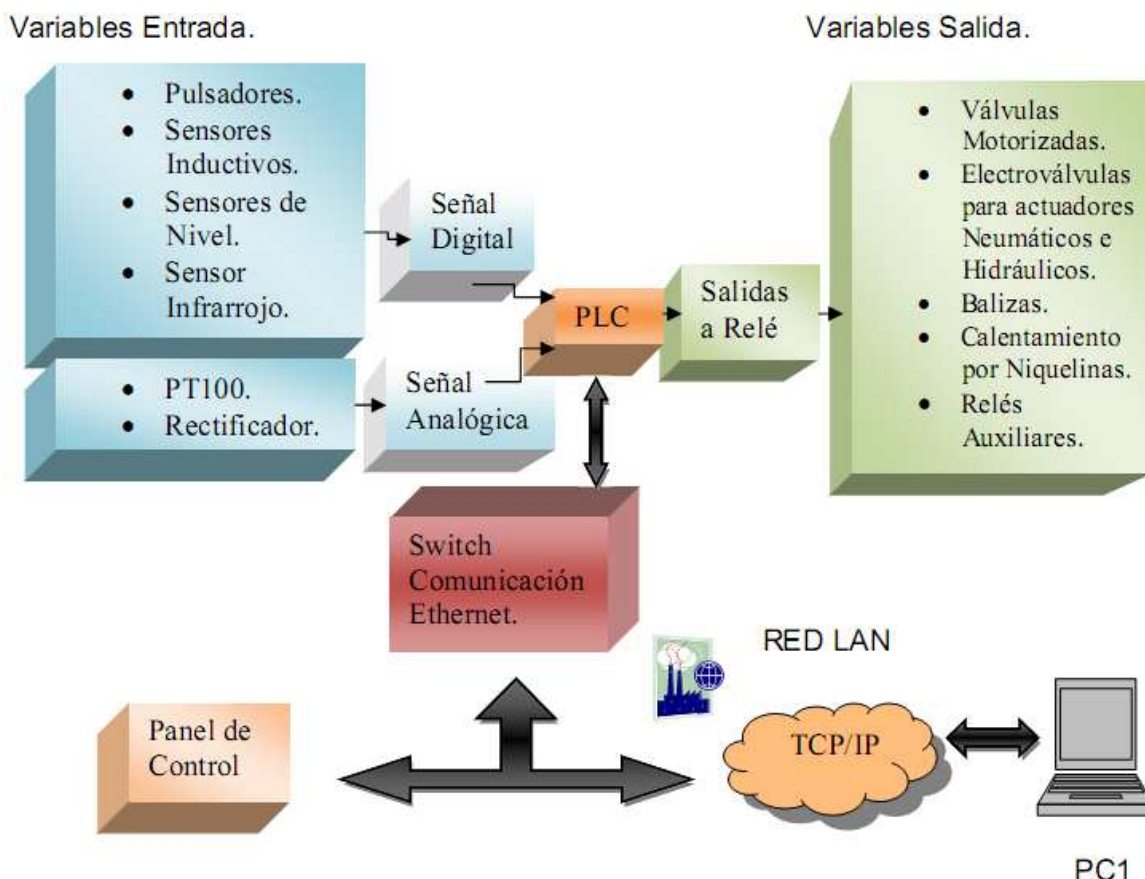


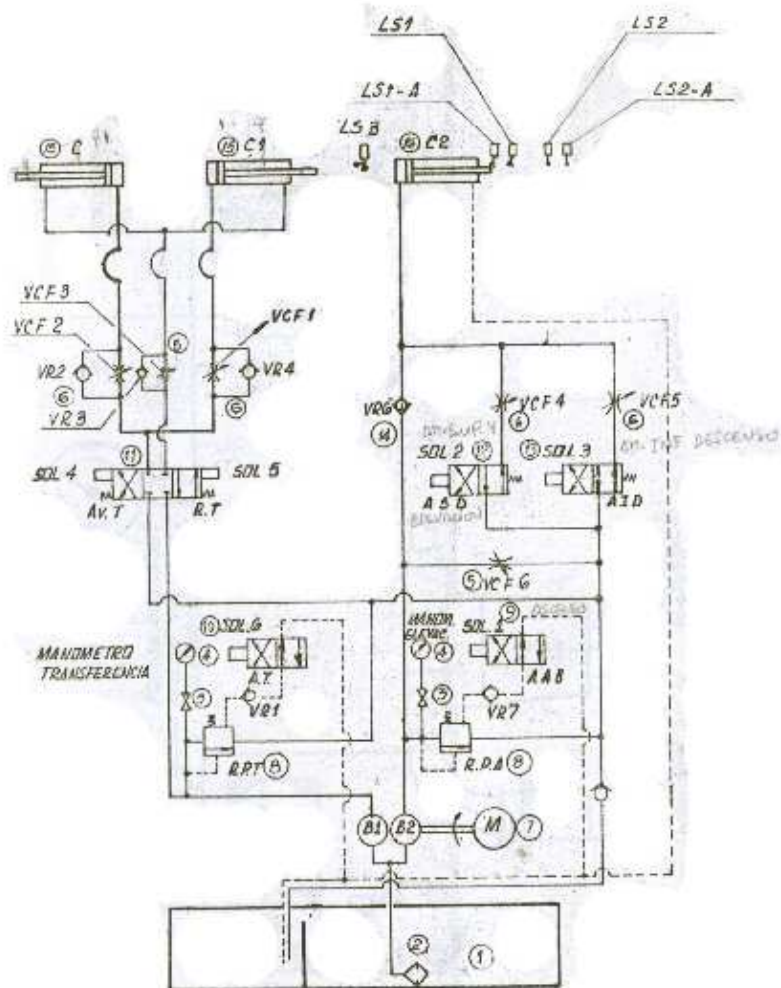
Figura 2.1 Arquitectura del proyecto⁴.

2.2 SISTEMAS DE LA PLANTA.

Antes de realizar el diseño de la etapa de fuerza es necesario revisar cómo se encuentran los sistemas en la planta para tener una idea de que se va a integrar al control. A continuación se mencionan los subsistemas que componen la etapa de galvanotecnia.

⁴Arquitectura del Proyecto por, Pacheco R. & Proaño I.

2.2.1 SISTEMA DE TRANSFERENCIA Y DESPLAZAMIENTO.



NOMENCLATURA Tec. Toledo

PROCESS MASTER

HOJA P M-12 A

"CIRCUITO HIDRAULICO"

Figura 2.2 Circuito hidráulico⁵.

El sistema de movimiento del chasis de la cromadora es el que realiza la transferencia (movimiento de izquierda a derecha de gancheras) y el desplazamiento (movimiento de arriba y abajo de las gancheras). Esto permite que las piezas se muevan, sumerjan y salgan de las cubas utilizando para esto un sistema de movimiento hidráulico. En la Figura 2.2 se puede observar el

⁵ Esquema circuito hidráulico F.V.

diagrama del circuito hidráulico que está implementado en la planta; donde se observa un tanque de almacenamiento, válvulas de estrangulamiento, válvulas anti retorno, válvulas de alivio y la conexión a los pistones que permitirán el posterior movimiento. El motor se activaba con un arranque estrella-triángulo, y el control del movimiento se lo realiza mediante la activación de las electroválvulas.

2.2.2 SISTEMA PARA HOMOGENIZACIÓN.

Se inyecta aire a las cubas creando burbujeo para homogenizar el baño y se lo realiza mediante un sistema de inyección de aire (motor soplador) ubicado en la sección neumática de la planta. El aire ingresa mediante tubería a las cubas que lo requieran y el soplador se acciona mediante un arranque directo. En la Figura 2.3 se observa las cubas a las que se inyecta aire.

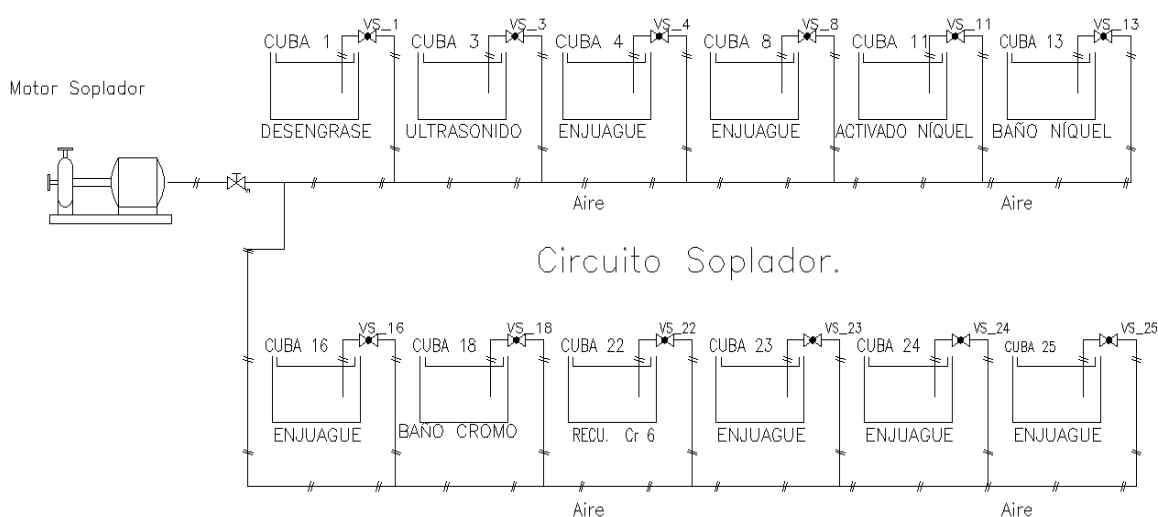


Figura 2.3 Esquema sistema para homogenización⁶.

2.2.3 SECADO DE LAS PIEZAS.

Se realiza mediante un ventilador el cual absorbe aire frío este pasa por un serpentín con aceite precalentado y envía el aire caliente a las piezas que se desean secar al interior de un túnel de ventilación como se observa en la Figura 2.4.

⁶ Sistema de Franz Viegner dibujado por Pacheco R. & Proaño I.

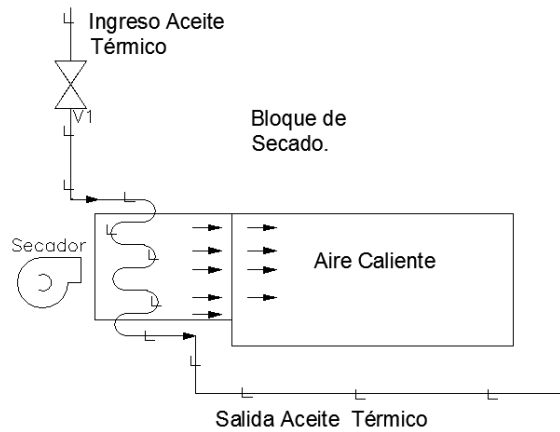


Figura 2.4 Motor secador⁶.

2.2.4 RECIRCULACIÓN Y DESENGRASE.

Cumple la función de recirculación de agua con solventes para desengrasar las piezas en la primera cuba del proceso como se observa en la Figura 2.5. También permite retirar las impurezas al momento de mantenimiento de la cuba,

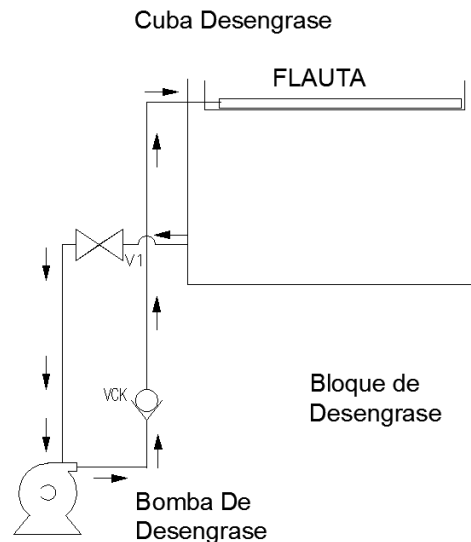


Figura 2.5 Bomba desengrase⁶.

2.2.5 BOMBAS PARA MANTENIMIENTO.

Las bombas para mantenimiento desempeñan la función de subir el baño del cobre ácido o níquel cuando se realiza el mantenimiento de las cubas, desde el depósito del agente químico hacia la cuba. Se ubica en el sótano en la parte inferior de las cubas. En la Figura 2.6 se presenta el esquema utilizado para este proceso.

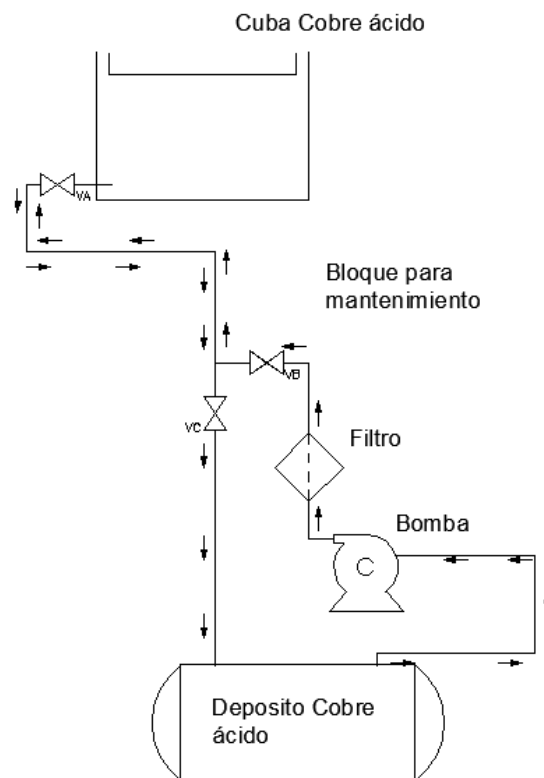


Figura 2.6 Esquema de bombas para mantenimiento⁶.

2.2.6 RECIRCULACIÓN PALADIO Y NÍQUEL QUÍMICO.

Efectúa la función de recircular, homogenizar, filtrar el baño de níquel químico y activador de paladio en la sección de galvanoplastia.

2.2.7 RECIRCULACIÓN Y FILTRADO DE NÍQUEL Y COBRE ÁCIDO.

Cumple la función de recircular, homogenizar y filtrar (baño de níquel y cobre ácido). Se tiene un control de encendido manual para alternar las bombas y además se requiere manipular las válvulas para abrir o cerrar las tuberías a utilizar.

2.2.8 SISTEMA DE CALENTAMIENTO DE CUBAS.

Se lo realiza mediante un caldero el cual funciona con diesel para elevar la temperatura. Tiene controladores que miden la temperatura a la entrada y la salida de las tuberías de aceite precalentado, indicando cuando encender o apagar el caldero. En la Figura 2.7 se observa las cubas que pueden ser calentadas con este método. Los actuadores pueden ser válvulas motorizadas o válvulas neumáticas.

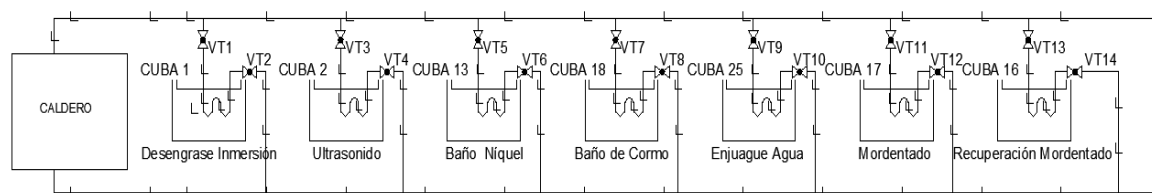


Figura 2.7 Esquema sistema de calentamiento de cubas⁶.

2.2.9 SISTEMA DE CONTROL Y MEDICIÓN DE TEMPERATURA.

La medición de temperatura se realizaba por medio de PT100 que se encontraban ubicadas en las cubas que requerían las mediciones. Estas señales estaban conectadas a módulos individuales para el control de temperatura. Los problemas más comunes de este sistema eran la desconexión, descompensación y falta de identificación a las entradas y salidas de estos controladores.

2.3 DISEÑO DEL CIRCUITO DE FUERZA.

El diseño del nuevo CMC (Control Motor Center) toma en consideración los datos de placa de los motores siempre que sea posible, ya que el ambiente corrosivo ha destruido la placa de datos de algunos de los motores y bombas, por lo que se procedió a tomar medidas de campo de corriente y voltaje con el objetivo de obtener datos para su posterior uso. Los datos de placa se observan en la Tabla 2-1.

Para el diseño del tablero se toma en cuenta los elementos de fuerza necesarios para el proceso, los mismos que incluyen sus respectivas protecciones y cumplen las condiciones de funcionamiento.

La ubicación de los motores con respecto al tablero permiten conocer la longitud de los cables, así se logra calcular la caída de tensión que existe para el dimensionamiento del cable conductor.

Los motores requieren elementos como: guardamotors, contactores y en algunos caso arrancadores suaves, además de diferentes voltajes de alimentación.

Para el dimensionamiento de los elementos de protección y control se toma en cuenta los parámetros que se indican en los siguientes subcapítulos.

Descripción	Modelo	Potencia	Voltaje (V)	Corriente (A)	Velocidad (rpm)
Bomba recirculación plásticos 1	SIEBEC M50	0.18 Kw	380	0.48	3370
Bomba recirculación plásticos 2	SIEBEC M50	0.18 Kw	380	0.48	3370
Bomba baño de cromo neumática	Yhamada bomba neumático	---		---	---
Bomba sótano baño de níquel	--	1.5 Hp	380	2.65	---
Bomba sótano cobre ácido	---	3 Hp	380	5	---
Bomba de desengrase	C55JXJZC – 4758	0.5 Hp	230	4.1	3450
Motor circulación de aire	---	---	380	2	---
Motor extractor 1	30-BCSW-FRP-9-11-75	10 Hp	380	16	1725
Motor extractor 2	30-BCSW-FRP-9-11-75	7.5	380	12	1725
Motor presión hidráulica	---	15 Kw	380	22	1450
Motor soplador de aire	---	12 kw	380	8.95	---
Bomba 1 recirculación baño níquel	---	4 Hp	380	7.9	---
Bomba 2 recirculación baño níquel	---	4 Hp	380	7.9	---
Filtrado cobre ácido		4 Hp	380	7.9	

Tabla 2-1 Datos de placa motores⁷

2.3.1 TENSION Y FRECUENCIA.

La tensión se determina por el tipo de circuito a utilizar para lo que se requiere una alimentación de 380 VAC (motores), 220 VAC (conexión de níquelinas para calentamiento de cubas y accionamiento de electroválvulas) y 24 VDC (circuitos de control, alimentación de instrumentación y elementos electrónicos).

En el caso de la frecuencia ésta viene dada por el sistema nacional de generación eléctrica la cual es de 60 Hz.

2.3.2 ALTITUD DE MONTAJE.

Existen ciertas consideraciones al implementar elementos de maniobra a más de 2000 msnm (metros sobre el nivel del mar) referenciados en la Norma DIN VDE-0110-1 parte 1 que dice:

⁷ Datos Obtenidos de los Motores y Bombas en Franz Viegner.

“La disminución de la densidad de aire origina una reducción en la disipación de calor. Con ello, disminuye la carga admisible de los aparatos. Por lo general con el incremento de la altura se reduce la temperatura ambiente y, por lo tanto, se compensa el efecto limitador de la carga.

La disminución de la densidad del aire también origina una reducción de la resistencia de la tensión.” [6]

2.3.3 CORRIENTE MÁXIMA DE CORTOCIRCUITO.

La corriente de cortocircuito es un parámetro que se debe tomar en cuenta para el dimensionamiento de los elementos de maniobra, armarios y diseño de tableros de distribución. Dicho parámetro produce efectos sobre los componentes los cuales se someten a esfuerzos dinámicos y térmicos.

2.3.3.1 Esfuerzos dinámicos.

Se produce cuando la corriente circula por dos conductores paralelos, estos se atraen cuando la corriente alterna circula con la misma dirección y se repelen cuando la corriente alterna circula en sentido contrario, [6].

2.3.3.2 Esfuerzos térmicos.

“La corriente de cortocircuito eleva considerablemente la temperatura de los conductores. Este calentamiento depende del cuadrado del valor eficaz de I_K y de su duración ($I_K^2 \cdot t$)” [6], pagina 104.

2.3.3.3 Tipo de cortocircuitos.

Se podrían dar tres clases de cortocircuitos en una red trifásica [6]:

- Entre las fases denominado cortocircuito tripolar.
- Entre dos fases denominado cortocircuito bipolar.
- Entre una fase y el conductor neutro o tierra denominado unipolar.

Se debe tomar en cuenta la vida mecánica útil del elemento ya que se va deteriorando dependiendo de los esfuerzos dinámicos y térmicos a los que se vaya exponiendo. En el caso puntual de los contactores es necesario tomar en cuenta la durabilidad de los contactos y la clase de servicio dependiendo de su

funcionamiento regular, indefinido o intermitente, así como la carga que va a manejar.

2.3.4 SELECCIÓN DEL EQUIPO PARA EL NUEVO TABLERO DE CONTROL.

La alimentación proporcionada al tablero principal es de 380 VAC, llegando tres fases con el neutro y protección de equipo o tierra que vienen del tablero de distribución general del área. La alimentación se conecta a un disyuntor el cual esta dimensionado para 150 A este valor se obtuvo de la suma de las corrientes que consumen los motores y los demás elementos eléctricos y electrónicos, multiplicado por un factor de seguridad de 1.25 (altitud de montaje y sobre dimensionamiento).

$$I_{TOTAL} = I_{MOTORES} + I_{ELEMENTOS ADICIONALES} = 90 + 30 = 120 A \quad (2)$$

$$I_{TOTAL} = 120 * 1.25 = 150 A$$

Según lo anterior esta aplicación requiere:

- Un breaker 3VT1 a 150 A.
- Un detector de fases a 380 VAC para avisos de pérdida de fase y bajo voltaje de trabajo.
- Juego de barras de 300 x 20 x 3 mm que soporta una corriente de 225 A para la conexión de los motores con terminales tipo ojo y mediante pernos tropicalizados para proporcionar una mejor resistencia al ambiente corrosivo del área de trabajo.
- Bloques de aisladores donde se colocan las barras.
- Breakers para cortar la alimentación de los circuitos auxiliares que se requieran
- Un transformador de 380 / 110 V para servicios varios en el tablero.

Para la conexión desde el tablero principal se eligió colocar cable número 4 AWG, individuales que soporta hasta 154 amperios de corriente según la tabla del

fabricante. Se emplea 4 tramos de cable de 15 metros de longitud correspondientes a las tres fases y neutro (4AWG).

Para la protección de equipo PE se utilizó cable verde amarillo 8AWG a pedido del departamento de mantenimiento para estandarizar la conexión al resto de tableros eléctricos en la planta.

Para el cálculo de la caída de tensión en un sistema monofásico se tiene [7]:

$$\Delta V = \frac{2 * L * I * \cos \phi}{K * S} \quad (3)$$

Para el cálculo de la caída de tensión en un sistema trifásico se tiene [7]:

$$\Delta V = \frac{\sqrt{3} * L * I * \cos \phi}{K * S} \quad (4)$$

Dónde:

L= Longitud el cable (m)

I= Corriente (A)

K= Conductividad del cable ($\frac{m}{\Omega * mm^2}$)

S= Sección del cable (mm^2)

Cos ϕ = Factor de potencia activa

ΔV = Caída de voltaje (V)

Para un cable de cobre 4AWG de 15 metros con una corriente de 150 (A) sistema trifásico.

$$K_{Cu} = 56 \left(\frac{m}{\Omega * mm^2} \right)$$

$$\Delta V = \frac{(\sqrt{3}) * 15 * 150 * 0.8}{56 * 21.2} = 2.62 V$$

$$\text{Caída de tensión \%} = 2.62 V * 100 / 380V = 0.7 \% \approx 1\%.$$

Caída de tensión menor al 3%.

Por lo tanto el cable seleccionado es el más adecuado para la alimentación del tablero principal.

2.3.4.1 Alimentación del PLC, control e instrumentación.

La alimentación del control y la instrumentación requiere de una fuente de voltaje directo a una corriente de 11 A por lo que se decidió colocar una fuente SITOP 380V AC – 24 VDC 20 A la que alimenta diferentes circuitos: sensores, relés, servoválvulas, luces piloto, PLC, módulos, pantalla, entre otros. Las respectivas conexiones del tablero con fuente de voltaje directo VDC se realizaron con cable número 18 AWG.

En la Figura 2.8 se presenta el diagrama de conexión de la alimentación del tablero.

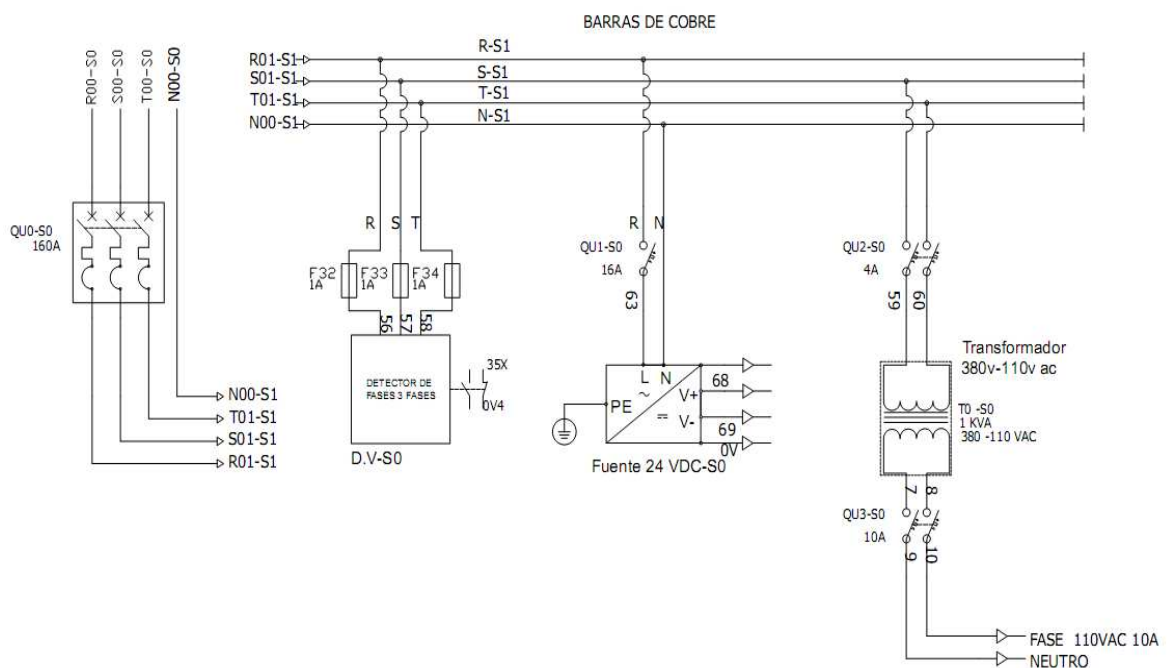


Figura 2.8 Diagrama de conexiones alimentación⁸.

2.3.4.2 Dimensionamiento de guardamotor y contactor.

Para el ejemplo del dimensionamiento del guardamotor y contactor se toma en cuenta los datos de la Tabla 2-2.

⁸ Esquema autores Pacheco R & Proaño I.

Marca	WEG
Conexión	Δ
Voltaje	380/460 V
Corriente	8.9/5.16 A
Potencia	12 Kw
Velocidad	1719 rpm
# de polos	4
Frecuencia	60 Hz
Factor de	0.83 fp

Tabla 2-2 Características técnicas motor soplador⁹.

2.3.4.2.1 Guardamotor.

El guardamotor es un elemento de protección magneto térmico diseñado para proteger motores eléctricos. Tiene buena capacidad de corriente de ruptura y se puede regular la corriente de protección en el rango que se requiera. [6]

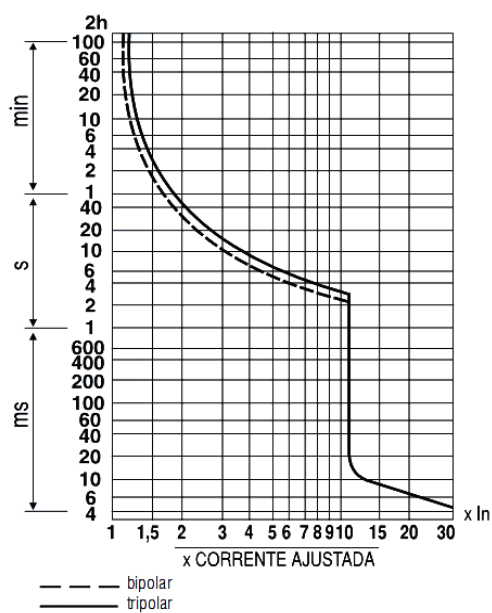


Figura 2.9 Curvas de disparo.

Fuente: <http://www.payo.com.ar/images/73813.pdf>

“Las curvas muestran los tiempos de disparo en función de los múltiplos de la corriente ajustada en el guardamotor. Los valores son medidos y registrados en estado frío. Para guardamotors calentados por la corriente nominal de servicio,

⁹ Tabla con datos de placa Motor Soplador.

los tiempos son reducidos cerca de 25% de los valores presentados en las curvas.” [8]

Para el dimensionamiento del guardamotor se tomo en cuenta las curvas de disparo y los valores de las corrientes nominales. Para ejemplo se usa los datos del motor soplador de la Tabla 2-2 con el cual se selecciona el guardamotor. La elección se realiza de la lista que proporciona la marca SIEMENS donde se encuentran las especificaciones técnicas. Para el presente proyecto se seleccionó un guardamotor cuyas característica se presentan en la Tabla 2-3.

Serie	3RV2011-1JA10
Rango de protección	(7,0 - 10,0)A regulable
Corriente de ruptura cortocircuito	130KA

Tabla 2-3 Características del guardamotor.

2.3.4.3 Elección del contactor.

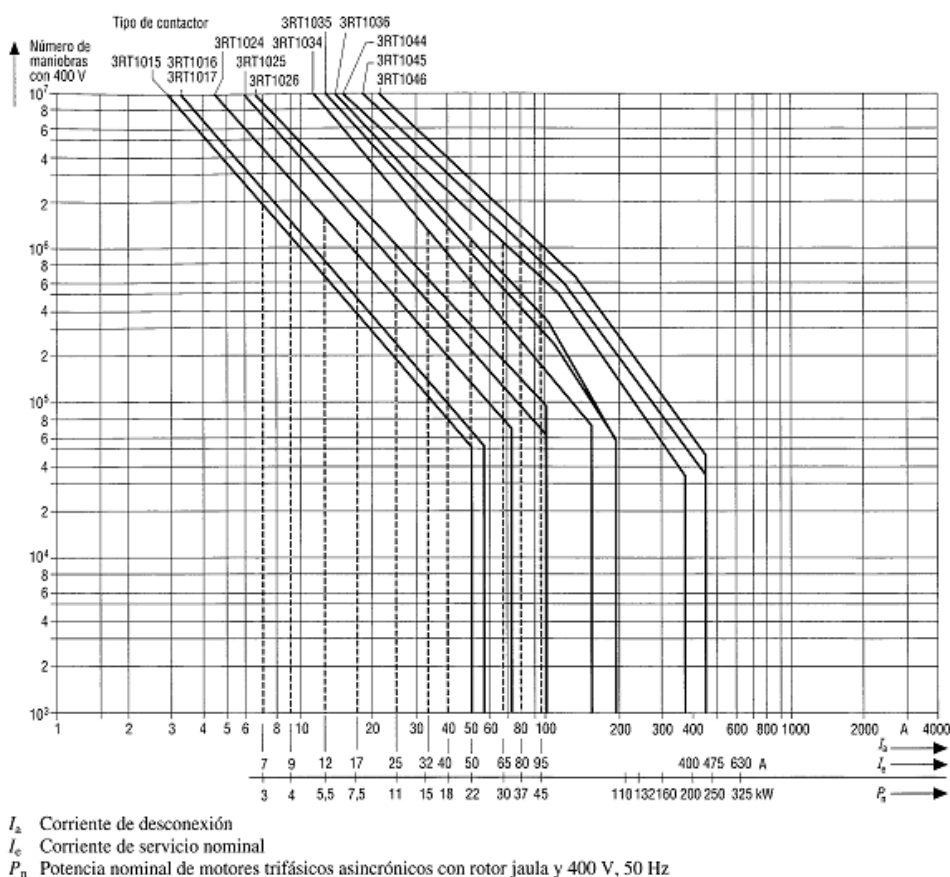


Figura 2.10 Vida útil de contactos vs corriente de desconexión.

Fuente: Manual de Baja Tensión SIEMENS pág. 234.

Para una corriente nominal de 8.9 A que consume el soplador y sin intermitencia en el funcionamiento, es decir con funcionamiento continuo en un periodo de 16 horas aproximadamente. Se seleccionó un contactor clase de servicio AC3¹⁰ modelo: 3RT2025 - 1AN20 (bobina 220 V) con un amperaje un poco más alto al requerido con la finalidad de proporcionar más vida útil a los contactos y soportar mejor los esfuerzos dinámicos que pueda recibir y garantizando mayor tiempo de funcionamiento por un costo similar. En la Figura 2.10 se observa un cuadro de maniobras de accionamiento mecánico vs la corriente nominal.

En la Tabla 2-4 se presenta la lista de guardamotores y contactores utilizados para el nuevo tablero, se observan las características en el ANEXO B1, se utilizó en la marca SIEMENS por sugerencia del departamento de mantenimiento, de esta manera se tiene un solo tipo de repuesto en la planta además de que la marca se encuentra posicionada en el complejo industrial.

	GUARDA MOTOR	CONTACTOR
Soplador	3RV2011-1JA10	3RT2025 - 1AN20
Secador	3RV2011-1CA10	3RT2023 – 1AN20
Desengrase	3RV2011-1GA10	3RT2023 – 1AN20
Mantenimiento baño de níquel	3RV2011-1DA10	3RT2023 - 1AN20
Mantenimiento baño de cobre ácido	3RV2011-1GA10	3RT2025 - 1AN20
Filtrado níquel químico	3RV2011-0JA10	3RT2015 – 1PF01
Filtrado paladium	3RV2011-0JA10	3RT2015 – 1PF01
Filtrado baño de níquel	3RV2011-1JA10	3RT2025-1AN20
Filtrado baño de níquel 2	3RV2011-1JA10	3RT2025-1AN20
Filtrado cobre ácido	3RV2011-1JA10	3RT2025-1AN20

	GUARDA MOTOR	ARRANCADOR SUAVE
Hidráulico	3RV2021-4PA10	3RW4026-1BB14
Extractor alcalinos	3RV2011-1KA10	3RW4027-1BB14
Extractor ácidos	3RV2011-1KA10	3RW4026-1BB14

Tabla 2-4 Guardamotores, contactores y arrancadores suaves.

¹⁰ “Motores con rotor jaula: arranque, desconexión durante la marcha” [6] pág. 141.

2.3.4.4 Selección de arrancador suave.

El arranque de los ventiladores de extracción de ácidos, alcalinos y motor del sistema de movimiento hidráulico se lo realiza mediante arrancadores suaves. Los arrancadores suaves fueron seleccionados en función de la aplicación, la corriente nominal, la clase de arranque, frecuencia de uso y temperatura a la que va a estar expuesto el dispositivo. En la Tabla 2-4 se presentan los equipos a utilizar en el nuevo tablero.

2.3.4.5 Caídas de tensión y dimensionamiento de cable para los motores en general.

Para el dimensionamiento del cable de alimentación de los motores se realiza la medición de las distancias de los equipos al tablero y se aplica la fórmula de caída de tensión (3) y (4), las que fueron utilizadas en el cálculo de la caída de tensión de la alimentación del tablero principal. A continuación se presenta un ejemplo de cálculo:

$$\Delta V = \frac{\sqrt{3} * L * I * \cos \phi}{K * S} \quad (3)$$

Dónde:

L= Longitud el cable (m)

I= Corriente (A)

K= Conductividad del cable ($\frac{m}{\Omega * mm^2}$), $K_{Cu}=56$

S= Sección del cable (mm^2)

Cos ϕ = Factor de potencia activa

ΔV = Caída de voltaje (V)

Ejemplo de cálculo:

$$\Delta V = \frac{(\sqrt{3}) * 15 * 22 * 0.8}{56 * 5.26} = 1.55 V$$

Caída de Tensión %= $1.55V * 100 / 380V = 0.41\%$

$$0.41\% < 3\%$$

Con lo que se ve claramente que el cable es más que suficiente para la aplicación.

A continuación en la Tabla 2-5 los resultados con los cálculos de caída de tensión para cada motor.

Como se puede apreciar todos los motores cumplen con los requerimientos establecidos, por este motivo se ha colocado el cable número 4x12 sucre, además se ha estandarizado el cable para cada sección de los motores a controlar.

MOTOR	DIST (m)	I (A)	COS(Φ)	Cable AWG	Sec. (mm ²)	ΔV	% C T
Hidráulico	15	22	0,8	10	5,26	1,55	0,41
Soplador	35	8,9	0,8	12	3,31	2,33	0,61
Secador	20	2,5	0,8	12	3,31	0,37	0,10
Desengrase	32	4	0,8	12	3,31	1,10	0,50
Filtrado baño de níquel 1	30	7,9	0,8	12	3,31	1,77	0,47
Filtrado baño de níquel 2	30	7,9	0,8	12	3,31	1,77	0,47
Filtrado cobre ácido	30	7,9	0,8	12	3,31	1,77	0,47
Filtrado níquel químico	20	0,5	0,8	12	3,31	0,07	0,02
Filtrado paladio	24	0,5	0,8	12	3,31	0,09	0,02
Mantenimiento cobre ácido	36	5	0,8	12	3,31	1,35	0,35
Mantenimiento níquel	38	2,65	0,8	12	3,31	0,75	0,20
Extractor alcalinos	40	12	0,8	12	3,31	3,59	0,94
Extractor ácidos	40	16	0,8	12	3,31	4,78	1,26

Tabla 2-5 Tabla de caídas de tensión.

2.3.4.6 Acoplamiento entre circuito de control y fuerza.

Se debe realizar el acoplamiento entre las salidas del controlador lógico programable (PLC) y el circuito de fuerza. Se realiza conectando un relé con una bobina de 24 VDC con la finalidad de obtener en su contacto de salida la activación a 220 VAC para las bobinas de los contactores y otros accionamientos.

Adicionalmente se logra obtener voltajes de seguridad en la parte de control y separar los voltajes de la parte de fuerza, obteniéndose los voltajes del circuito a 24 VDC control, 220 VAC contactores, 380 VAC motores.

Los relés fueron seleccionados observando el amperaje que van a soportar, se seleccionaron relés de bobina a 24 VDC y contactos que soporten hasta 10 A de marca Schneider Electric, para aislar la parte de fuerza de la de control. Se colocó estos relés por recomendación del departamento de mantenimiento y homologar a un solo tipo de repuesto.

Adicionalmente se colocó fusibles de protección para las bobinas de los contactores, electroválvulas, válvulas motorizadas, luces piloto y detector de fases. En la Figura 2.11 se puede apreciar un ejemplo del esquema eléctrico.

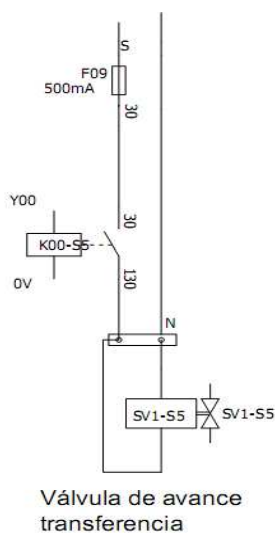


Figura 2.11 Esquema eléctrico de una electroválvula⁹.

En la Figura 2.12 y la Figura 2.13 se presenta el esquema eléctrico de la conexión de fuerza realizado.

Circuito de Fuerza Motores.

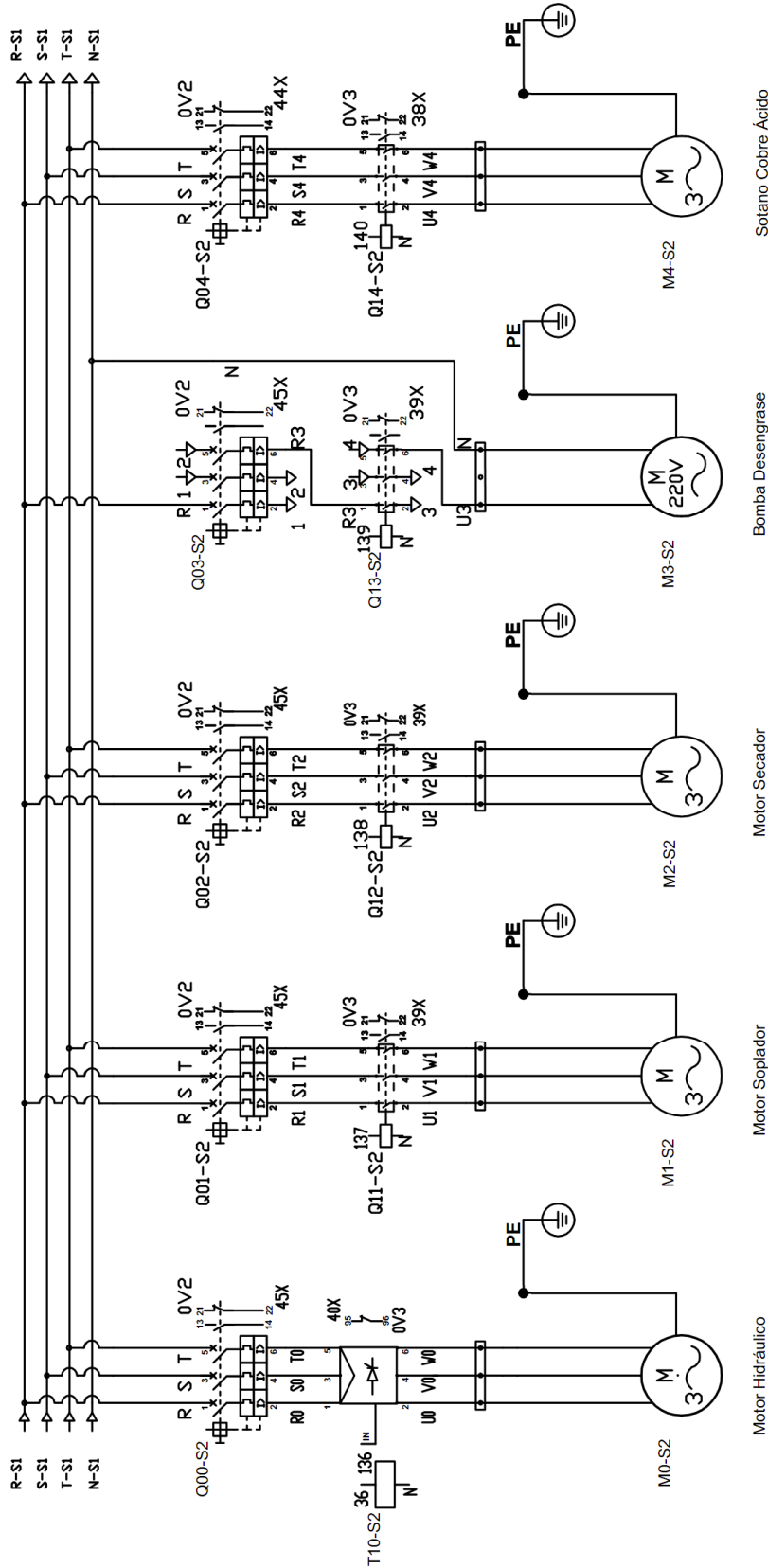


Figura 2.12 Circuito de fuerza⁹.

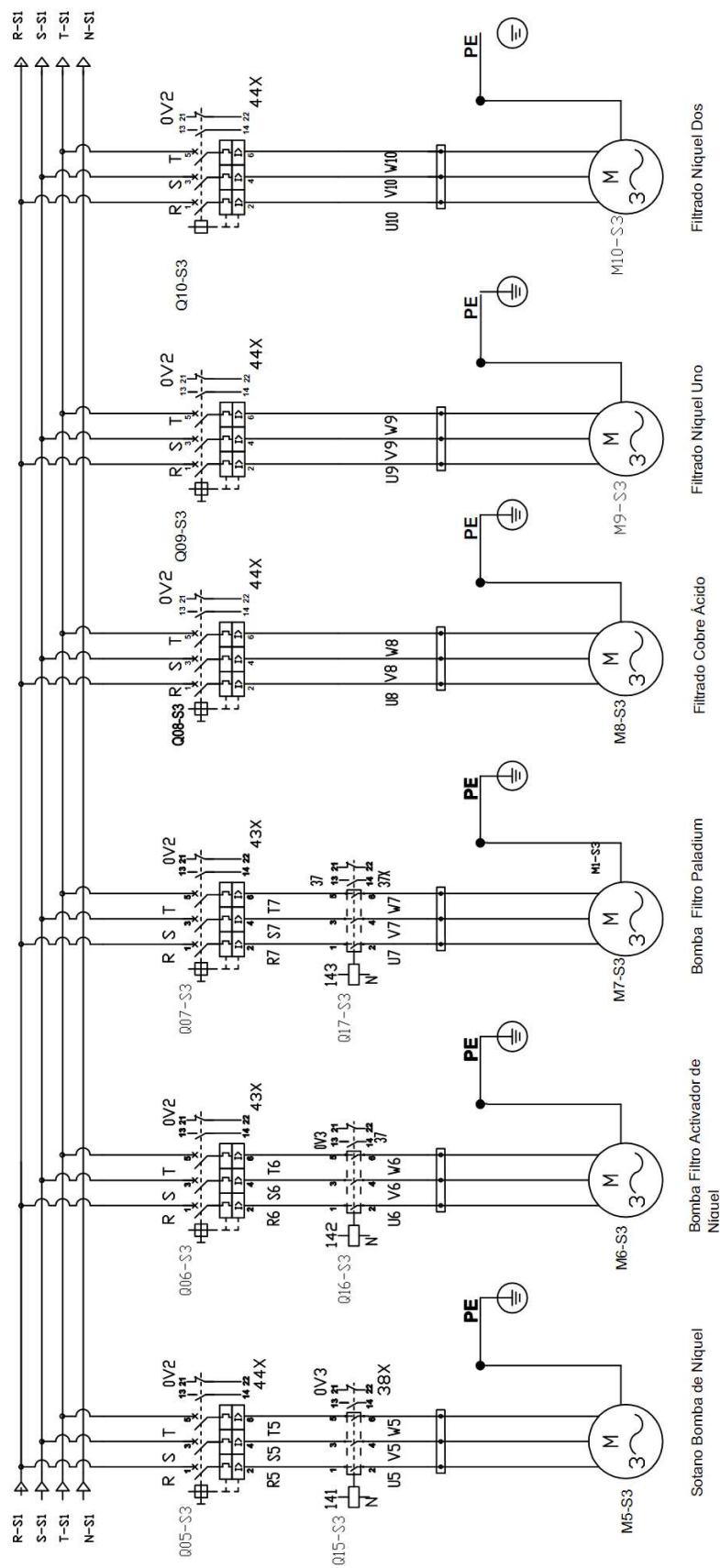


Figura 2.13 Circuito de fuerza⁹.

2.3.4.7 Conexión de electroválvulas y válvulas motorizadas.

Para la conexión de las electroválvulas que controlaran el movimiento del chasis se utilizó cable sucre 3x16 AWG. Se puede ver en la Figura 2.14 las válvulas actuadoras y las válvulas estranguladoras. El diagrama de conexión eléctrica en el ANEXO A2.



Figura 2.14 Válvulas 4/2 y estranguladores².

Para el control de las válvulas motorizadas que permiten el paso del aceite precalentado por el serpentín, se utiliza cable 3x16 AWG dos líneas de voltaje y una de neutro para el sentido de giro del motor que acciona la válvula.

Para el control de las electroválvulas que accionan las válvulas neumáticas se utilizó cable de control 18 AWG. Se encuentran ubicadas en la parte inferior del tablero. En la Figura 2.15 se presenta el esquema de conexión de las válvulas motorizadas y las electroválvulas.

2.4 ACTUADORES UTILIZADOS.

2.4.1 ACTUADORES NEUMÁTICOS.

Para el paso de aceite precalentado por el serpentín en las cubas de desengrase, ultrasonido y enjuague, se dejó las válvulas de asiento inclinado con efecto simple GENEBRE que se aprecian en la Figura 2.16 y sus características en la Tabla 2-6.

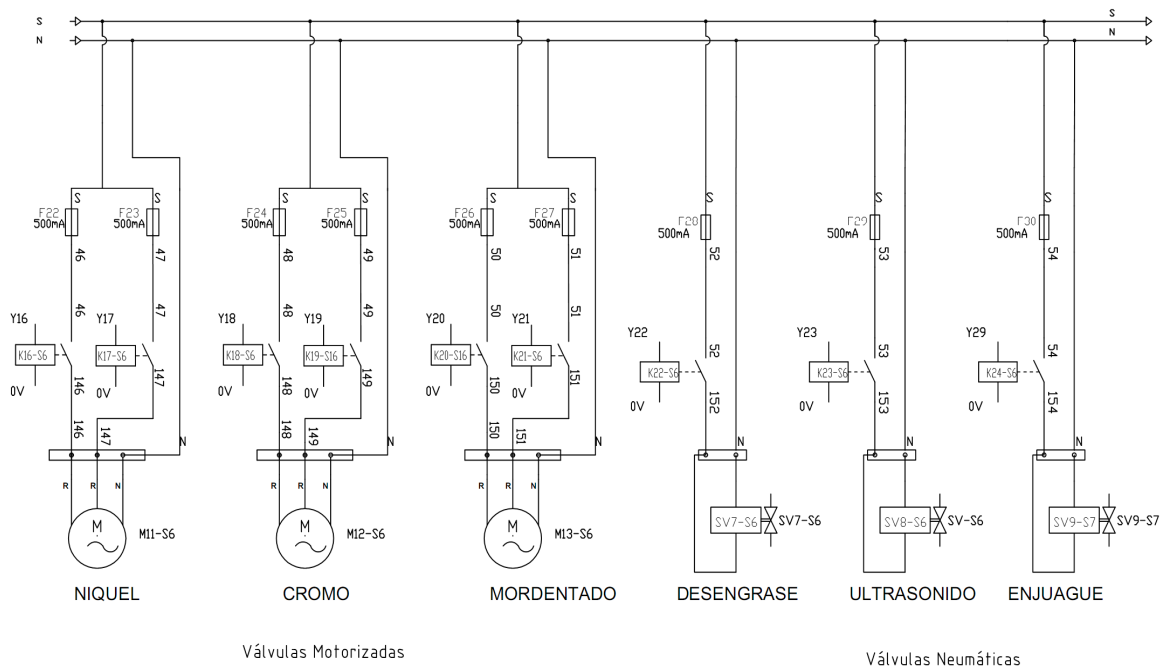


Figura 2.15 Esquema de conexión válvulas motorizadas y electroválvulas⁹.



Figura 2.16 Válvula de accionamiento simple asiento inclinado.

Fuente: http://www.tdm.rs/pdf_katalozi/armature/aktuatori/5060.pdf.

Forma de control	Movimiento lineal
Estructura	Asiento inclinado
Temperatura del fluido	-55°C hasta 200°C

Tabla 2-6 Características válvula genebre.

Fuente: Manual Equipos Genebre.

Cuando la válvula no está trabajando se encuentra cerrada por la fuerza de muelle y se acciona cuando el pistón del actuador es empujado por gas o aire comprimido.

Para el accionamiento de estas válvulas se colocó una caja individual en la parte inferior del tablero la cual se conecta al sistema de aire comprimido de la fábrica y mediante una unidad de mantenimiento permite filtrar la condensación de agua que se produce al inyectar aire.

Las conexiones se realizan mediante manguera para conexión neumática M-10 la cual va a la entrada del bloque de distribución de una entrada y 8 salidas, el bloque fue rescatado del tablero anterior y se lo utilizo en vista de que estaba en buen estado. Se utilizó manguera para conexión neumática M-8 para las válvulas de asiento inclinado. Para la conexión se utilizan racores y pasa muros.

2.4.2 ACTUADORES MOTORIZADOS.

Esta válvula funciona con un pequeño motor y permite o corta el flujo de aceite precalentado al serpentín inmerso en la cuba. El motor gira en un sentido para abrir la válvula y se desactiva cuando llega al fin de carrera, dejando la válvula abierta hasta que reciba la orden de cerrado desde el PLC. Y al girar el motor en sentido contrario cierra la válvula y lo hace hasta que llega al fin de carrera de cerrado desactivando el motor.

En la Figura 2.17 se muestra la válvula motorizada para más detalle sobre el aspecto técnico Ver ANEXO B2.

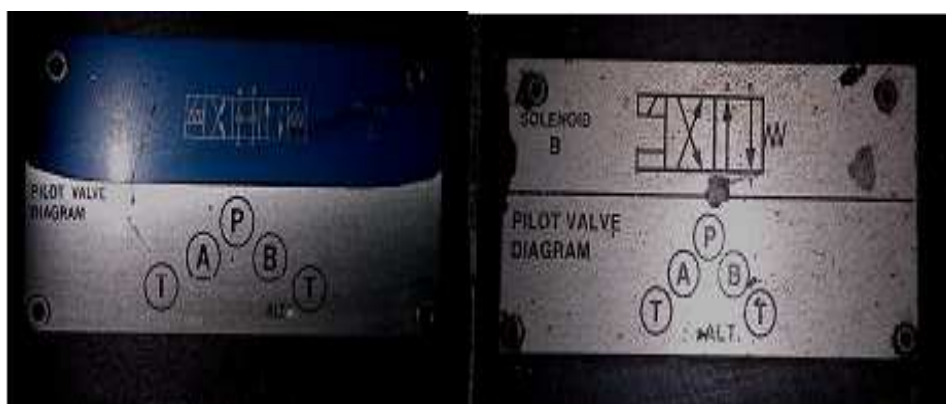


Figura 2.17 Válvula motorizada con fines de carrera².

2.4.3 VÁLVULAS DISTRIBUIDORAS.

Estas válvulas se utilizan en el accionamiento mecánico del chasis, permite el flujo del aceite hidráulico que accionará los movimientos de transferencia y desplazamiento.

Se presenta el esquema de una válvula de cuatro vías dos posiciones Figura 2.18 a) y una válvula de 6 vías tres posiciones Figura 2.18 b) con accionamiento manual y retorno por resorte que son usadas para el movimiento del chasis (Ver ANEXO B3).



a) Válvula 6/2

b) Válvula 4/2

Figura 2.18 Válvulas distribuidoras².

2.5 INSTRUMENTACIÓN UTILIZADA.

2.5.1 INSTRUMENTACIÓN PARA TEMPERATURA.

Para la instrumentación de la temperatura se utilizó varias PT100 recomendado por el equipo de mantenimiento (Ver ANEXO B4). Además se adapta mejor a las características de la aplicación en el rango de las variables a medir. En la linealidad que presenta la señal de salida respecto a variaciones de temperatura en la entrada.

Para la conexión se utilizó, cable para PT100 y de esta manera garantizar la señal en la entrada del módulo RTD. Las temperaturas que se necesitan monitorear están en un rango de 0 a 100° centígrados con lo que este transductor es correcto para la aplicación. Se presenta el equipo en la Figura 2.19 (Ver ANEXO B8).



Figura 2.19 PT100 3 hilos y módulo RTD de señales².

2.5.2 SENSORES DE NIVEL.

Se colocó sensores de nivel para monitorear el estado alto o bajo de la solución en las cubas, se escogió sensores tipo boya y se colocaron en las cubas que requerían. El objetivo es dar una alarma en caso de que la cuba se perforo y la sustancia que contiene caiga al sótano generando costos y perdidas al remplazarla. Para las cubas de mordentado, cobre ácido y baño de níquel se colocó sensores más robustos en su material de construcción.

La dificultad en los sensores de nivel estuvo en encontrar el material que soporte estas sustancias químicas, en la Figura 2.20 se puede observar el sensor a utilizar (Ver ANEXO B5).



Figura 2.20 Sensor tipo boya.

Fuente: M9000, Plastic Miniature Switches.

2.5.3 SENSORES INDUCTIVOS.

Para la detección de los movimientos del chasis se colocó sensores inductivos normalmente cerrados, de la marca Pepperl Fuchs lógica npn, proporcionados por

el departamento de mantenimiento para cambiar los fines de carrera existentes. En la Figura 2.21 se puede ver el sensor a colocar (Ver ANEXO B6).



Figura 2.21 Sensor de proximidad inductivo.

Fuente: Manual Pepperl Fuchs.

Se colocaron los ocho sensores inductivos que remplazaron los fines de carrera existentes, cuatro se utilizan en el movimiento de transferencia indicando la salida o ingreso del vástago del pistón, con estas señales se logra controlar las válvulas del movimiento de transferencia. Los sensores que se aplican para el cilindro de transferencia 1 son: S03-S20 y S02-S20, y los sensores para el cilindro de transferencia 2 son: S01-S20 y S00-S20. La ubicación de los sensores y las estructuras para montaje de los mismos se puede apreciar en el ANEXO A3.

Los otros cuatro sensores sirven para indicar la posición del vástago del cilindro de desplazamiento, colocados de manera que indican cuando el chasis asciende y llega a una posición indicada por el sensor S06-S20, en donde se debe realizar un cambio de velocidad antes de frenar el chasis en la posición alto en el sensor S07-S20. El movimiento de desplazamiento se da de manera idéntica al descenso que se realiza en una misma velocidad hasta el sensor S05-S20, activando el frenado y deteniendo el chasis en la posición bajo en el sensor S04-S20 (Ver ANEXO A3).

2.6 ESTRUCTURA Y CABLEADO.

El deterioro de las canaletas por donde pasa el cable para alimentación y control es evidente. La falta de mantenimiento y el paso de los años hace que se replantee el cambio de la estructura, se toma en cuenta la posición de los equipos para analizar por donde ira la nueva canaleta y poder hacer los cálculos de

distancia en el cable. En la Figura 2.22 se puede observar el estado de cómo se encontraba la canaleta.



Figura 2.22 Canaletas antiguas².

En primera instancia se vio la necesidad de escoger la canaleta en una medida adecuada que permita llevar el cable cómodamente y de una manera correcta. Se eligió canaletas 150 x 100 para la salida del tablero y de 100 X 100 para la parte donde se hace la distribución del cableado. En el ANEXO A4, se presenta como quedó la posición de las nuevas canaletas.

2.7 SELECCIÓN DE LOS ELEMENTOS DE CONTROL.

Para realizar la selección del controlador lógico programable (PLC) se realizó un análisis de las entradas y salidas que intervienen en el proceso así como sus características de memoria interna, funciones y algoritmos de programación. Además de los módulos que se necesitan para acoplar las señales analógicas y digitales.

Existen varias marcas de PLC donde el software de programación se encuentra liberado, abaratando costos al momento de realizar el presupuesto. En el ANEXO D se tiene un presupuesto del proyecto.

Se utilizará la marca SIEMENS debido su modularidad, robustez, comunicación, y un software integrado en donde se puede realizar la programación de control y pantallas de interfaz, sin necesidad de trabajar con programas adicionales, además de que el departamento de mantenimiento sugiere que se utilice esta marca.

2.7.1 ENTRADAS A MONITOREAR Y SALIDAS A CONTROLAR.

En el nuevo tablero de control, (Ver ANEXO A6) se encuentra integrado el manejo de bombas, motores y ventiladores que comandan los diferentes subprocesos. El sistema de movimiento hidráulico es accionado en forma manual o de forma automática, además de las entradas digitales y analógicas adicionales que necesitan ser monitoreadas y supervisadas.

2.7.1.1 Entradas y salidas sistema movimiento hidráulico.

Con las entradas y salidas que son variables a integrar se realizó una certificación de conexiones y una verificación de las mismas. De manera que se identificaron plenamente respecto a las conexiones de temperatura que se encontraban en el tablero antiguo antes de la integración del control.

En la Tabla 2-7 se tiene una descripción de las variables utilizadas al inicio del proyecto para el sistema de movimiento hidráulico.

Para el funcionamiento del chasis se utilizaba un PLC de la gama S7-200 de marca SIEMENS con el cual se realizaba el control del movimiento. Cabe recalcar que la programación que controla el movimiento del chasis, no era satisfactoria, debido a que no constaba de un sistema adecuado para el movimiento manual.

Además no permitía ingresar un set de tiempo y un control de arranque-paro adecuado con lo que se tenía tiempos muertos en el proceso. Esto implicaba poca eficiencia y eficacia en la producción.

Ante cualquier falla mecánica o de energía eléctrica se requería la maniobra por parte del operador mediante el accionamiento manual de las válvulas en su parte mecánica.

Nombre	Descripción	Variable
--------	-------------	----------

ENTRADAS

Pulsador de emergencia	Pulsador tipo hongo en tablero	PE
Paro_motor	Paro motor hidráulico,	Paro_motor
Marcha Motor	Arranque motor hidráulico	Marcha_motor
Paro_auto	Paro ciclo automático	Paro automático
Marcho_auto	Arranque ciclo automático	Arranque ciclo automático
LS2	Fin de carrera N.A amortiguación superior chasis C2	LS2
LS1	Fin de carrera N.C amortiguación inferior chasis C2	LS1
LS1A	Fin de carrera N.A chasis abajo C2	LS1A
Sel_tiempo	ciclo programado	Sel_tiempo
LS3	Fin de carrera N.C transferencia atrás cilindro	LS3
LS5	Fin de carrera N.A transferencia adelante cilindro C	LS5
LS6	Fin de carrera N.A transferencia adelante cilindro C1	LS6
LS4	Fin de carrera N.C transferencia atrás cilindro C1	LS4
LS2A	Fin de carrera N.A chasis arriba cilindro C2	LS2A

SALIDAS

Arranque de Motor	Relé arranque estrella triangulo	Arranque de Motor
Luz_auto	Relé funcionamiento ciclo automático	Luz_auto
SOL1	Relé solenoide ascenso alivio chasis cilindro C2	SOL1
SOL2	Relé solenoide amortiguación superior chasis cilindro C2	SOL2
SOL3	Relé solenoide amortiguación inferior y descenso chasis cilindro C2	SOL3
SOL4	Relé solenoide avance transferencia cilindros C y C1	SOL4
SOL5	Relé solenoide retorno transferencia cilindros C y C1	SOL5
SOL6	Relé solenoide alivio transferencia cilindros C y C1	SOL6

Tabla 2-7 Variables de entrada y salida.

2.7.1.2 Análisis de entradas y salidas adicionales galvanostegia.

El proceso consta de entradas como: transductores de temperatura PT100, sensores de nivel, señales analógicas desde los rectificadores y pulsadores. Y salidas como: control de válvulas neumáticas, válvulas motorizadas, y niquelinas mediante la activación de solenoides. En la Tabla 2-8 se observa las entradas y salidas requeridas además de las que activan el movimiento del chasis.

Cuba #	Proceso	Variable	PLC	Descripción Variable	Tipo de entrada	Tipo de Salida	Tipo de sensor	Tipo de Control
1	Desengrase	Temperatura	Entrada	Medición de temperatura	Analógica		PT100	Controlador
		Flujo aceite térmico	Salida	Control por histéresis de la válvula		On-off		Control On-Off con histéresis
2	Ultrasonido	Temperatura	Entrada	Medición de temperatura	Analógica		PT100	Controlador
		Flujo aceite térmico	Salida	Control por histéresis de la válvula		On-off		Control On-Off con histéresis
8	Enjuague	Pulsador de Emergencia	Entrada	Paro de emergencia	Discreta		Pulsador	
11	Activador de níquel	Nivel	Entrada	Medición de nivel				
13	Niquelado	Temperatura	Entrada	Medición de temperatura	Analógica		PT100	Controlador
		Nivel	Entrada	Medición de nivel				
		Flujo aceite térmico	Salida	Control por histéresis de la val. motor.		On-off		Control On-Off con histéresis
17	Activador Cromo	Nivel	Entrada	Medición de nivel				
18	Cromado	Temperatura	Entrada	Medición de temperatura	Analógica		PT100	Controlador
		Nivel	Entrada	Medición de nivel				
		Flujo aceite térmico	Salida	Control por histéresis de la válvula		On-off		Control On-Off con histéresis
19	Recuperación de cromo	Pulsador de emergencia	Entrada	Paro de emergencia	Discreta		Pulsador	
22	Reducción de cromo	Nivel	Entrada	Medición de nivel				
25	Ultimo enjuague	Temperatura	Entrada	Medición de temperatura	Analógica		PT100	
		Flujo aceite térmico	Salida	Control por histéresis de la válvula		On-off		Control On-Off con histéresis

Tabla 2-8 Variables de entrada y salida en proceso de galvanostegia⁹.

2.7.1.3 Análisis variables adicionales galvanoplastia.

En las cubas de plástico se tiene variables de entrada salida similares al proceso de galvanostegia, que deben ser integradas al sistema de control.

A continuación en la Tabla 2-9 se observa un detalle de las variables implementadas y las variables a implementar que requiere el proceso en galvanoplastia.

Cuba #	Nombre	Variable	PLC	Descripción variable	Tipo de entrada	Tipo de salida	Tipo de sensor	Tipo de control
3	Níquel químico	Nivel	Entrada	Medición de nivel				
		Recirculación – filtrado	Salida	Control On-Off bomba		ON-OFF		ON-OFF
5	Acelerador	Temperatura	Entrada	Medición de temperatura	Analógica		PT100	
8	Pre Activador	Recirculación – filtrado	Salida	Control On-Off bomba		ON-OFF		ON-OFF
17	Mordentado	Temperatura	Entrada	Medición de temperatura	Analógica		PT100	
		Nivel	Entrada	Medición de nivel				
		Flujo aceite térmico	Salida	Control por Histéresis de la válvula		ON-OFF		Control On-Off con histéresis
18	Baño de cobre	Nivel	Entrada	Medición de nivel				

Tabla 2-9 Variables de entrada y salida en proceso de galvanoplastia⁹.

2.7.1.4 Alarmas.

Para una correcta visualización de alarmas y tiempos se utiliza balizas de colores, que proporcionan una alerta visual. Además de que indican los tiempos para el subproceso de premetalización de las piezas no metálicas, para esto se dispone de varias salidas del PLC.

2.7.2 CARACTERÍSTICAS DEL PLC.

El PLC SIEMENS de gama 1200, brinda opciones al momento de la realización de la programación así como su modularidad y robustez. En la Figura 2.23 se

aprecia el PLC usado para el presente proyecto, es necesario recordar que la marca del controlador lógico programable ha sido sugerida por el departamento de mantenimiento, en función del software que posee la planta así como la experiencia en la programación y capacitación en esta marca de sus técnicos y operadores.



Figura 2.23 PLC 1214.

Fuente: Manual PLC SIEMENS.

Las características del PLC se observan en la Tabla 2-10 específicamente el 1214 AC/DC/Relé presentadas a continuación. (Ver ANEXO B7).

Alimentación	220 VAC
Memoria de trabajo	50 KB
Memoria de carga	2M
Memoria remanente	2KB
Entradas digitales	10 DI a 24VDC
Salidas digitales	14 DO tipo Relé
Entradas analógicas	2AI (Voltaje)
Capacidad máxima de ampliación	
Signal board	1
Módulos de señal	8
Módulos de comunicación	3
Data logging	Si
Comunicación	
Profinet industrial ethernet	Integrado

Tabla 2-10 Características del PLC SIEMENS 1200.

Fuente: Manual de PLC Siemens.

Para las señales restantes como son: el accionamiento de los motores, ventiladores, electroválvulas y luces se utiliza módulos digitales On-Off. Para esto es necesario 2 módulos de 16 in / out descrito en la Tabla 2-11. El equipo se visualiza la Figura 2.24.

Módulo	SM1223
Entradas	16 DI 24v ---16 DO tipo
Alimentación	24VDC

Tabla 2-11 Características módulo 16 in / out SIEMENS.

Fuente: Manual Equipos SIEMENS.



Figura 2.24 Módulo entradas salidas.

Fuente: Manual de Equipo Siemens.

2.7.3 SEÑALES DE ENTRADA RTD.

Se utilizó módulos para acoplar directamente las señales de temperatura. El módulo se presenta en la Figura 2.25 y sus características indicadas en la Tabla 2-12.

Modulo	SM1231 RTD
Entradas	8 Entradas
Alimentación	24 VDC

Tabla 2-12 Características módulo RTD.

Fuente: Manual de RTD SIEMENS.

El modulo acepta las señales que vienen de las RTD y tiene una resolución de 15 bits más signo, la opción de presentar los datos de la rtd tanto en grados

centígrados como en grados farenheit, aislamiento de campo, alarma de rotura de hilo entre otras (Ver ANEXO B8).



Figura 2.25 Módulo RTD.

Fuente: Manual de RTD SIEMENS.

2.7.4 SEÑALES DE ENTRADA ANÁLOGAS.

Este módulo se observa en la Figura 2.26, se utilizará para monitorear las entradas de los voltajes de los rectificadores que interactúan en el proceso. Este presenta una resolución de 12 bits más signo, sin aislamiento campo a lógica entre otros (Ver ANEXO B9).



Figura 2.26 Módulo de señales analógicas.

Fuente: Manual de Equipo SIEMENS.

En la Tabla 2-13 que detalla sus características.

Módulo	SM1231
Entradas	8 Entradas analógicas
Alimentación	24 VDC

Tabla 2-13 Características módulo analógico

Fuente: Manual de Equipo Siemens.

2.7.5 PANTALLA DE COMUNICACIÓN.

Se instaló una pantalla touch screen SIEMENS, desde la que se controla y monitorea los procesos. Cabe recalcar que en el tablero solo existe un pulsador de emergencia, el resto de eventos y acciones se realizan desde la pantalla. En los temas posteriores se presenta las ventanas de control.

2.7.6 COMUNICACIÓN.

La comunicación se realiza a través de un conmutador CSM 1227 Ethernet TCP/IP.

En la Figura 2.27 se observa el switch Industrial Ethernet para 4 puertos conector RJ45 (Ver ANEXO B10).



Figura 2.27 Conmutador ethernet.

Fuente: Manual de Equipo SIEMENS.

2.8 DISEÑO DEL PROGRAMA DE CONTROL DEL PROCESO DE GALVANOSTEGIA Y GALVANOPLASTIA.

Para realizar el diseño del programa de control del proceso es necesario tener el software de programación correctamente licenciado siendo una herramienta para el desarrollo de la aplicación.

Se hará una introducción sobre el programa TIA PORTAL, las bondades que ofrece para realizar el código de control y la programación de la interfaz local (pantalla del tablero). El desarrollo de la HMI se lo realizará en el Capítulo 3 en forma detallada.

2.8.1 INTRODUCCIÓN AL SOFTWARE TIA PORTAL V11.

A continuación se presenta una breve descripción de los menús de herramientas así como bondades del software.

2.8.1.1 Aspectos generales.

El software TIA PORTAL muestra su principal ventaja al integrar en un solo programa las herramientas necesarias para realizar la programación y a la vez ir desarrollando las pantallas de control, es decir el beneficio más importante es la opción que deja asignar los nombres de las variables o tags a las pantallas de operaciones, esto permite disminuir los tiempos de programación y los errores que se puede cometer al asignar las variables a las pantallas. Además se tiene la conveniencia de los bloques de datos que permite formar paquetes de información y ordenar las variables de acuerdo a la programación.

En la Figura 2.28 se muestra la pantalla inicio del programa SIEMENS TIA PORTAL, se puede observar las opciones de inicio en un recuadro. A continuación se presenta una breve descripción de cada una de estas opciones (Ver ANEXO C).

Abrir proyecto existente.- En la parte derecha de la Figura 2.28 se observa la opción abrir proyecto existente donde se tiene una lista de los últimos proyectos utilizados.

Crear proyecto.- Permite ingresar los datos del proyecto como: nombre del proyecto, ruta, autor y comentario.

Migrar proyecto.- La opción se utiliza para visualizar versiones antiguas de programas al convertir al nuevo formato para utilizar con la nueva versión del software.

Cerrar proyecto.- Cierra el proyecto.

Software instalado.- Permite ver características del software instalado.

Ayuda.- Pantalla de ayuda el software y hardware.

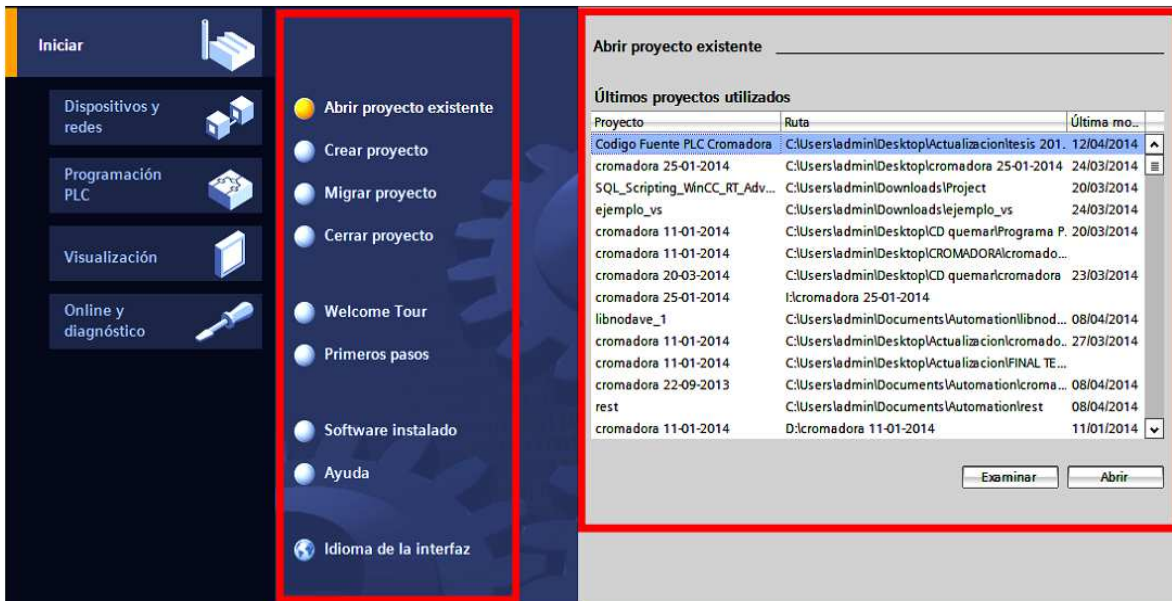


Figura 2.28 Pantalla inicio SIEMENS TIA PORTAL¹¹.

Agregar dispositivo.- En esta pantalla de la Figura 2.29 se selecciona el equipo con el que se va a trabajar, PLC o Pantallas de interfaz.

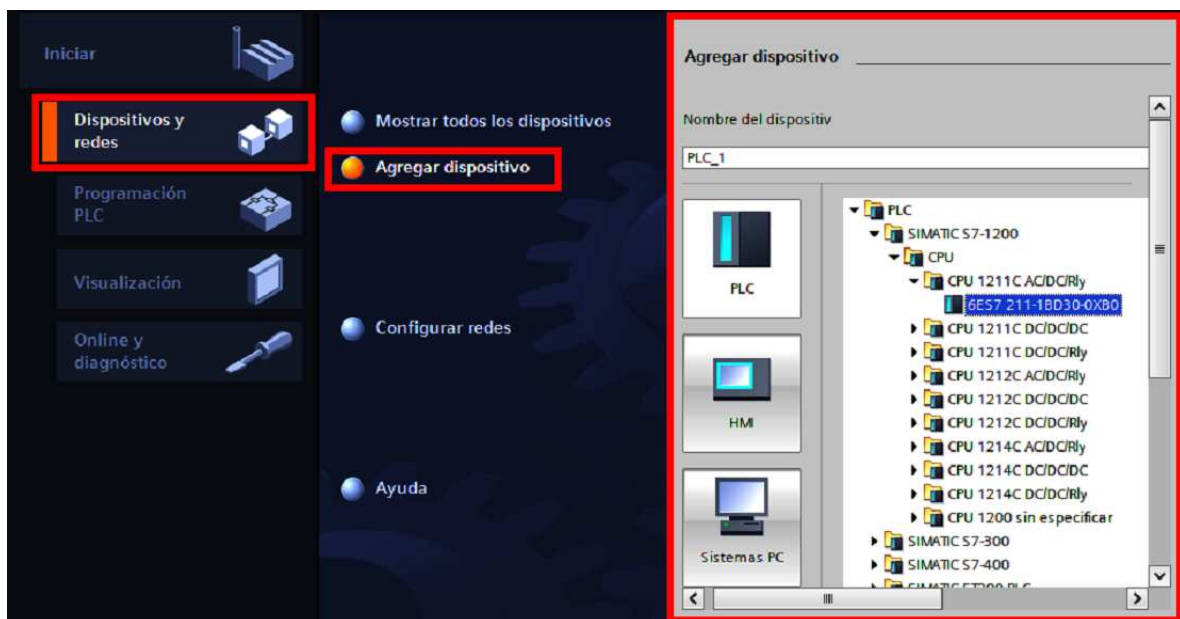


Figura 2.29 Agregar dispositivo¹¹.

Configurar redes.- Esta pantalla permite configurar el tipo de comunicación, así como los diferentes dispositivos a conectar. Se puede observar en la Figura 2.30.

¹¹ Fuente: Captura de Pantallas TIA PORTAL.

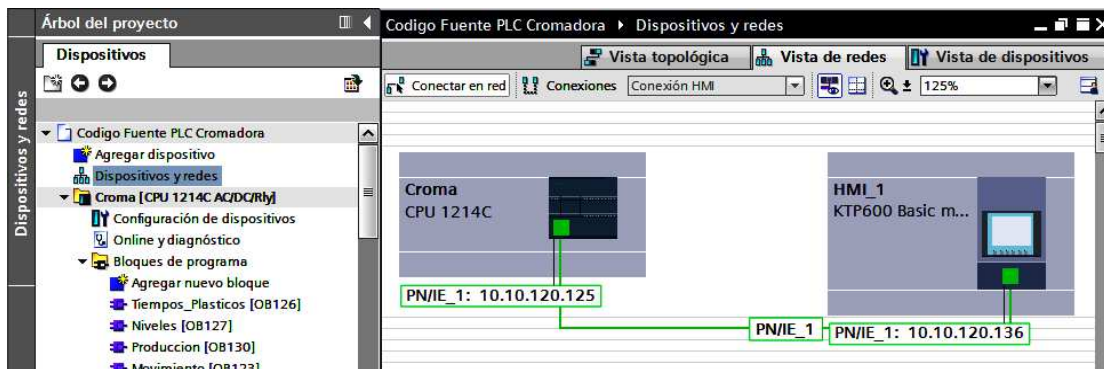


Figura 2.30 Configurar redes¹¹.

2.8.1.2 Pestaña de programación.

En la pantalla principal se tiene el menú completo y de herramientas que permitirán el desarrollo del programa de proceso de control. En la Figura 2.31 se observa la distribución de áreas de trabajo.

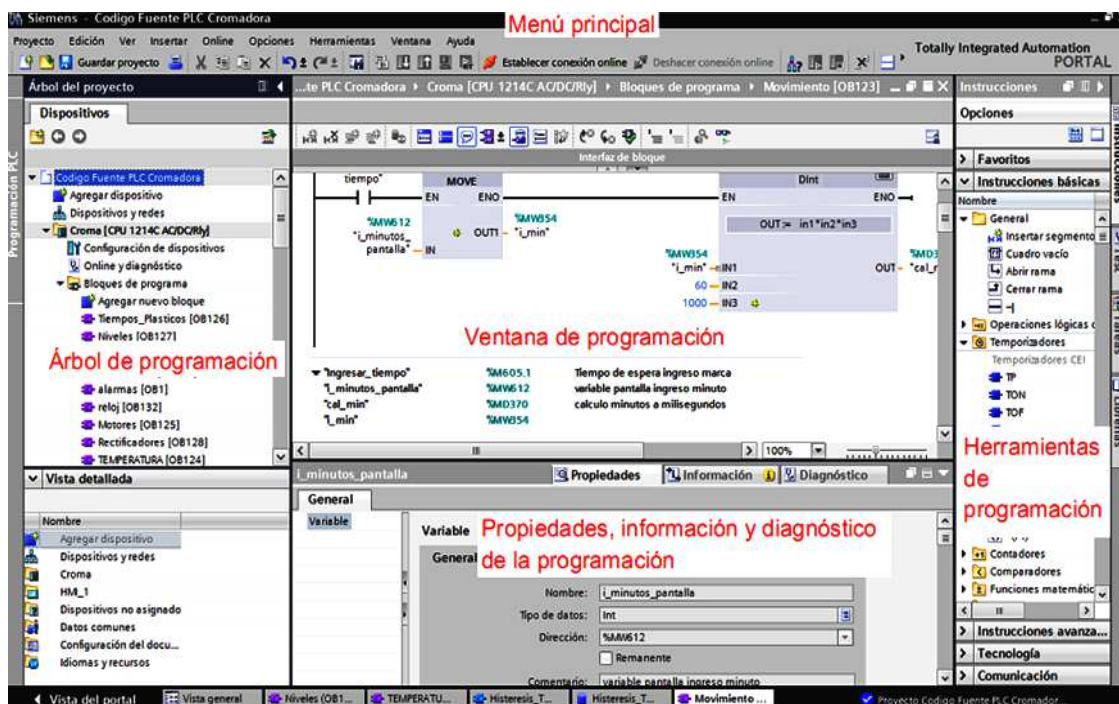


Figura 2.31 Distribución de pantalla de trabajo¹¹.

2.8.1.3 Tipos de programación.

El programa de control proporciona diferentes tipos de lenguaje como son: programación mediante esquemas de contacto (KOP), programación mediante diagrama de funciones (FUP) y lenguaje de control de estructurado (SCL).

2.8.1.3.1 Lenguaje KOP.

El lenguaje de programación gráfico KOP representa los esquemas de contactos. En estos intervienen contactos normalmente abiertos cerrados y bloques lógicos en escalera. [9] Se puede observar un ejemplo de programación KOP en la Figura 2.32.

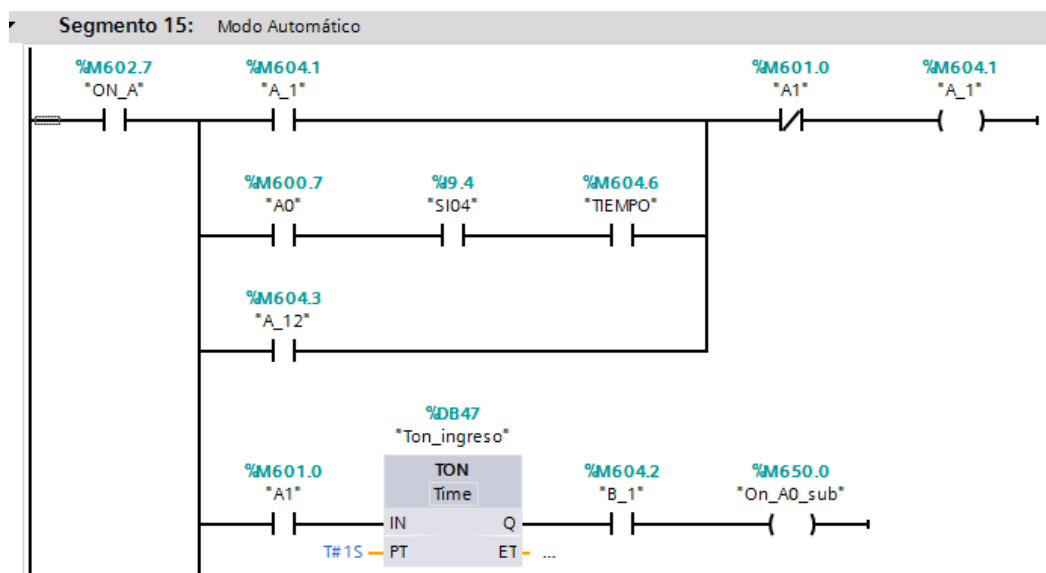


Figura 2.32 Lenguaje KOP¹¹.

2.8.1.3.2 Lenguaje FUP.

El lenguaje de diagrama de funciones (FUP) utiliza símbolos de álgebra booleana para representar la lógica de programación. [9] Esto se puede apreciar en la Figura 2.33.

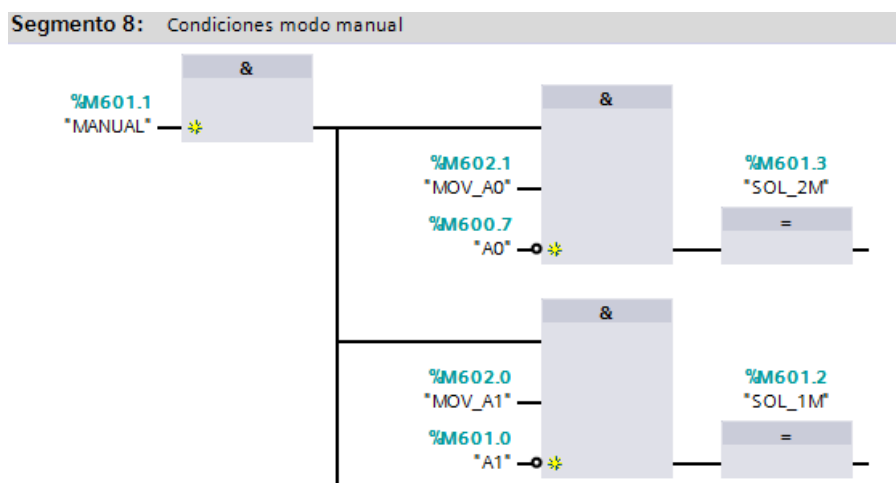
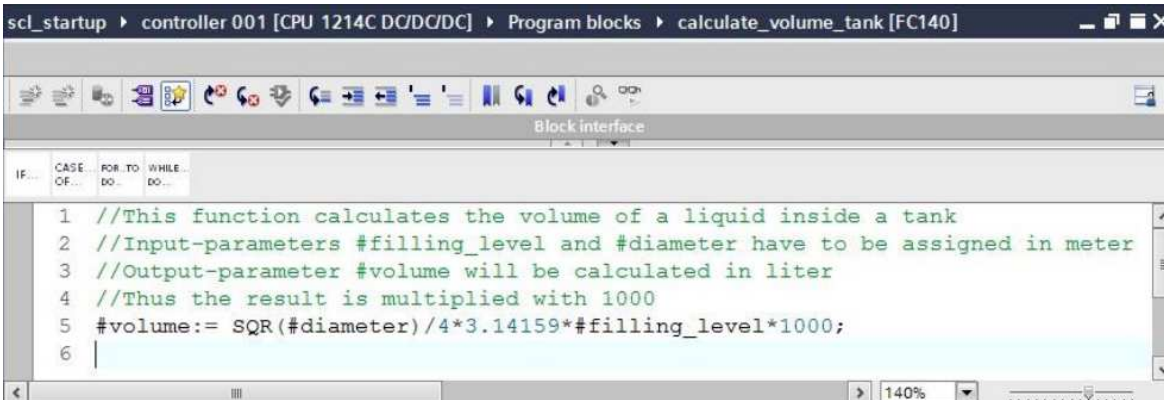


Figura 2.33 Lenguaje de programación FUP¹¹.

2.8.1.3.3 Lenguaje SCL.

Lenguaje de control estructurado (SCL) es un lenguaje de alto nivel con el cual se puede simplificar fórmulas o algoritmos de control. Recomendable cuando se requiere de un mayor nivel de programación y complejidad. [10] Se puede apreciar en la Figura 2.34.



```

scl_startup ▶ controller 001 [CPU 1214C DC/DC/DC] ▶ Program blocks ▶ calculate_volume_tank [FC140]
Block interface
IF... CASE... FOR... TO... WHILE...
OF... DO... DO...
1 //This function calculates the volume of a liquid inside a tank
2 //Input-parameters #filling_level and #diameter have to be assigned in meter
3 //Output-parameter #volume will be calculated in liter
4 //Thus the result is multiplied with 1000
5 #volume:= SQR(#diameter)/4*3.14159*#filling_level*1000;
6
  
```

Figura 2.34 Lenguaje de programación SCL¹¹.

2.8.1.4 Tipos de bloques de programación.

Se realizó el código de programación en lenguaje (KOP), lenguaje de contactos, ya que este lenguaje es más conocido por el personal de mantenimiento y les permite revisar en modo ON-LINE el estado de variables.

Antes de realizar el código de programa se revisó en detalle los algoritmos de programación que permite el TIA PORTAL de SIEMENS y sus respectivas licencias.

TIA PORTAL hace posible la integración del programa de visualización y el programa de control. Permite realizar de manera ordenada la programación tomando en cuenta los nombres de las variables. El tener orden en la organización de las variables del programa que intervienen en la pantalla ayuda al momento de identificar daños que sea necesario revisar o corregir.

Se menciona a continuación los tipos de bloques que permite el TIA PORTAL. Se realizará una breve descripción.

OB.- Los bloques de organización (OB) son parte del código que controla el PLC. Estos bloques deben tener un número único, es decir no se pueden repetir. Se lee

cíclicamente cuando el PLC está operativo modo run. En la Figura 2.35 se tiene una lista de bloques de organización OBs que se pueden utilizar de acuerdo a la aplicación requerida:

- Tiempo de retraso e interrupción.
- Interrupción por ciclo de lectura.
- Interrupción por hardware.
- Interrupción por tiempo.
- Interrupción por error de diagnóstico.

Todos los OBs se pueden utilizar dependiendo del caso y necesidad de la aplicación. Para el uso de funciones avanzadas se debe seleccionar el OB que permita ejecutar la instrucción de programación y usar las mismas de manera correcta.

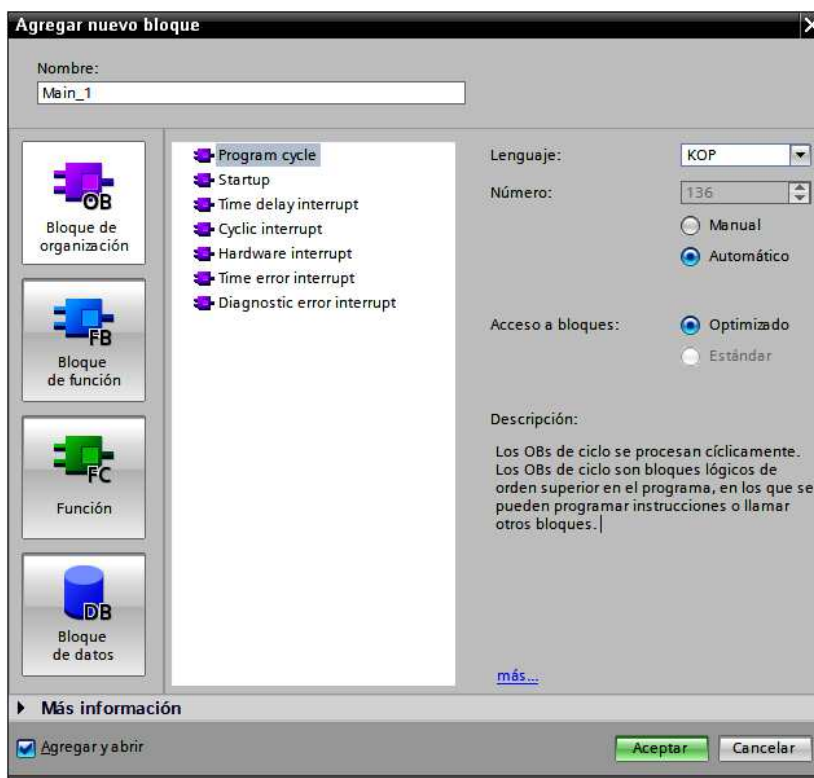


Figura 2.35 Bloques OB¹¹.

- **FB.-** Se los conoce como Bloque de función esto permite disminuir líneas de programación utilizando un mismo código para un evento que se repite. Además tiene la particularidad de que se guarda las variables utilizadas en bloques de datos para cada evento diferente donde se utilice el código FB.

En la Figura 2.36 se puede apreciar cómo se realiza un encendido de motores con el Bloque de Función (FB) “Motor_On”.

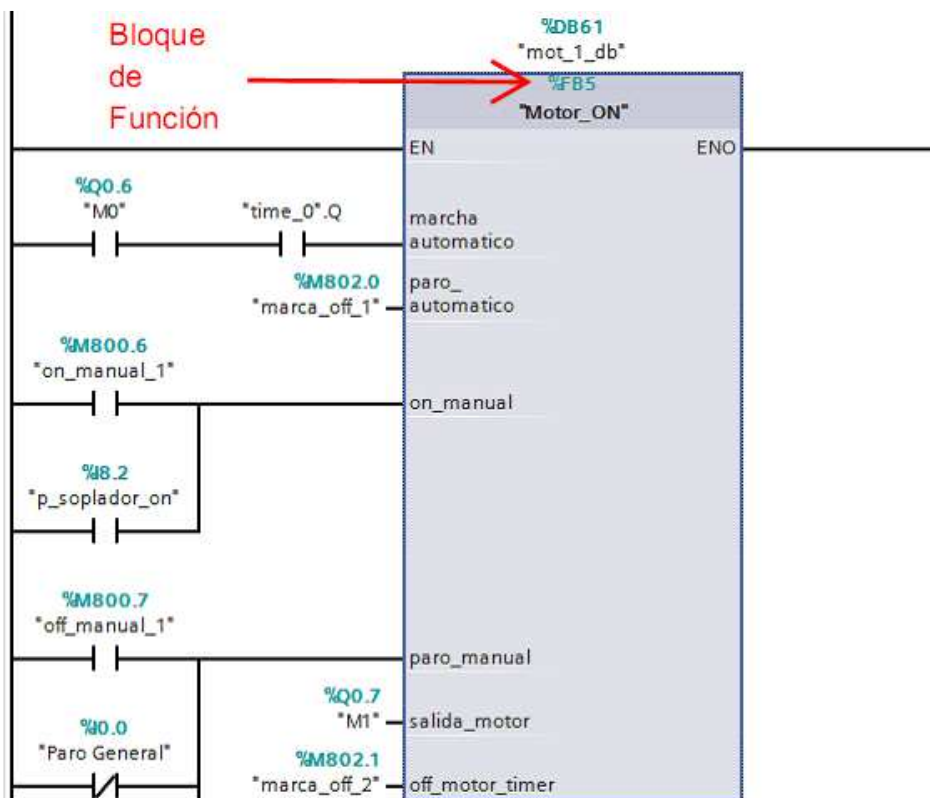


Figura 2.36 Bloque FB “Motor_ON”¹².

En el interior de este bloque se tiene un código de programación que está a cargo de realizar el evento de control. Al ser repetitivo se utiliza el mismo FB, lo que cambia para cada bloque son: las variables de entradas, salidas y su bloque de datos (BD), con esto se logra utilizar el mismo código para encendidos de diferentes motores. Este método se utiliza si los eventos son los mismos y cuando no existe conflicto en el área de memoria. Es importante probar minuciosamente los bloques a utilizar en el programa

¹² Parte del código de programación realizado por Pacheco R & Proaño.I.

final para chequear que no haya ningún problema. Al tener los datos guardados en los DB (Bloque de Datos) se puede utilizar en la interfaz de control para monitoreo y visualización.

- **FC.-** Es un llamado de una función (function calls) y permite reutilizar el código de programación. La diferencia entre FC y FB es que FC no crea bloque datos. A continuación en la Figura 2.37 se presenta los símbolos y graficas de cómo identificar y seleccionar OB, FB, FC y DB (Bloques de datos).

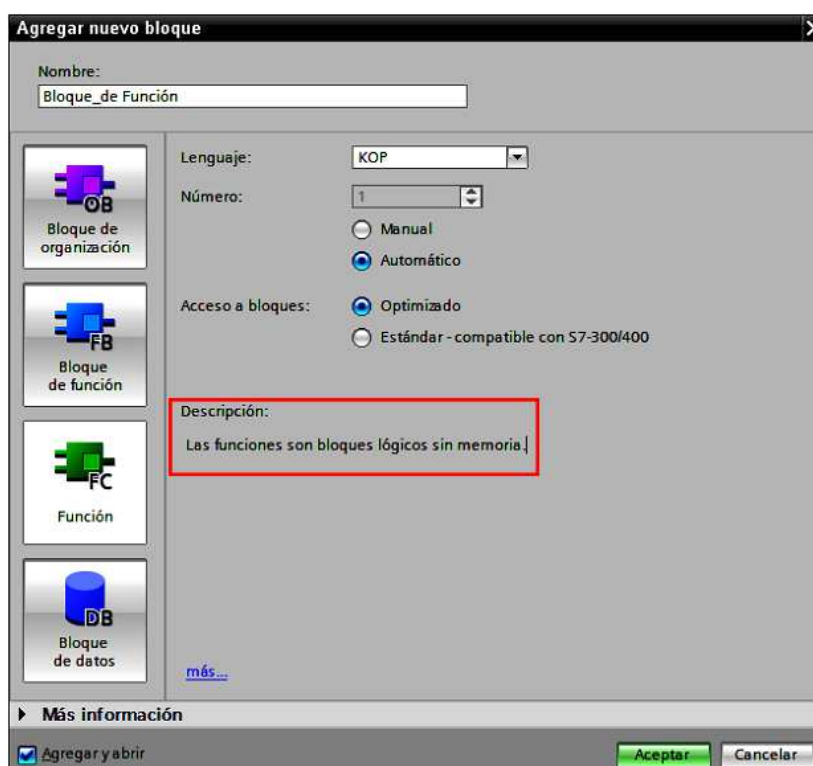


Figura 2.37 Bloques de función¹¹.

2.8.1.5 Tipos de variables.

Se debe hacer un análisis de los tipos de variables que se puede utilizar para las instrucciones del PLC y realizar un código de programación de una manera más sencilla; el no tener entendido que variable utilizar puede ocasionar que al momento de compilación del programa presente errores o advertencias. En la Figura 2.38 se observa una parte de la tabla de variables del proyecto y en la Tabla 2-14 se presenta una lista de tipos de variables que maneja el software TIA PORTAL.

Variables PLC							
	Nombre ▲	Tabla de variables	Tipo de datos	Dirección	Rema...	Visible...	Accesi...
557	Vol01pc	Rectificadores	Real	%MD760	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
558	Vol02pc	Rectificadores	Real	%MD764	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
559	Vol03pc	Rectificadores	Real	%MD768	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
560	WEEKEND1	Tabla de variables e..	Bool	%M1600.1	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
561	WEEKEND2	Tabla de variables e..	Bool	%M1600.2	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
562	WEEKEND3	Tabla de variables e..	Bool	%M1600.3	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
563	z0	Temperatura	UInt	%MW524	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
564	z1	Temperatura	UInt	%MW526	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

Figura 2.38 Tipo de variables¹³.

Tipo de datos	Longitud
BOOL	1 bit
SINT	1 byte
INT	2 bytes
DINT	4 bytes
USINT	1 byte
UINT	2 bytes
UDINT	4 bytes
REAL	4 bytes
LREAL	8 bytes
TIME	4 bytes
DATE	2 bytes
TIME_OF_DAY, TOD	4 bytes
STRING	(2+n) bytes, n = de 0 a 254
CHAR	1 byte
Array of CHAR	--
BYTE	1 byte
WORD	2 bytes
DWORD	4 bytes

Tabla 2-14 Tabla de tipo de datos TIA PORTAL.

Fuente: Manual de PLC SIEMENS 1200.

2.8.1.6 Plano de ocupación.

Es necesario tomar en cuenta el plano de ocupación del PLC. Básicamente indica cómo se va llenando la memoria con las variables asignadas. El plano de

¹³ Parte de la tabla de tipo de variables, utilizadas para el proyecto de titulación.

ocupación se va cargando dependiendo del número de variables y del tipo de datos de las mismas. En la Figura 2.39 se puede apreciar una parte del plano de ocupación de variables. Se lo menciona porque es un método bastante rápido y efectivo para examinar si hay alguna variable fuera de lugar, que podría estar causando algún error con lo que se puede hacer una revisión rápida y verificar si existe algún problema. Adicionalmente permite ver cuánta memoria ocupa y que porcentaje queda libre de la misma. En la Figura 2.40 se tiene el detalle que entrega la pestaña de carga de memoria ubicada en el mismo menú de herramientas del plano de ocupación.

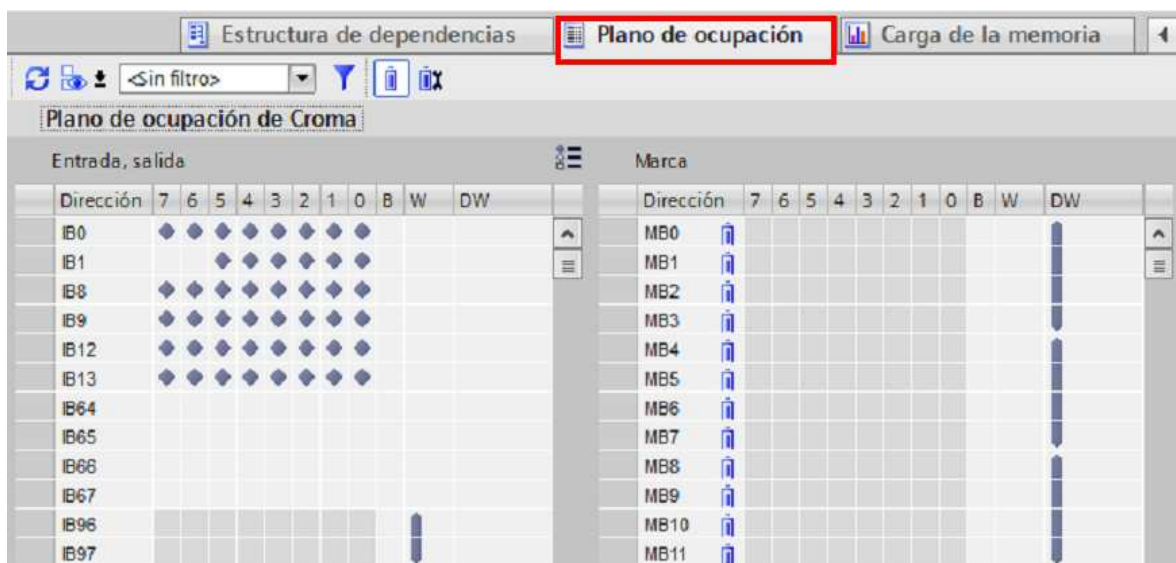


Figura 2.39 Plano de ocupación PLC 1200 SIEMENS¹⁴.

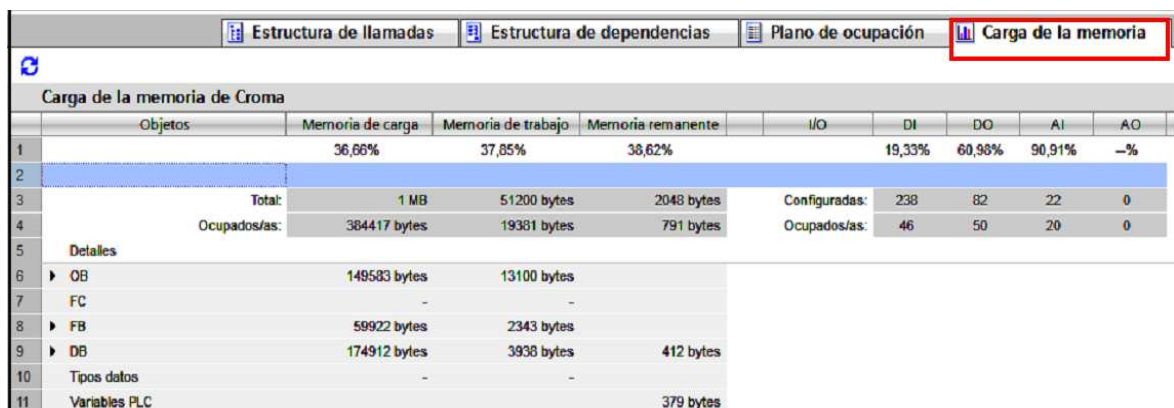


Figura 2.40 Detalle de espacio utilizado¹⁴.

¹⁴ Captura del plano de ocupación una parte del Proyecto de Titulación.

2.8.1.6.1 Memoria Remanente.

En el proyecto se utiliza la memoria remanente que permita guardar datos de importancia y que no deban perderse, en caso de cortes de energía o al reinicio de la máquina.

Un ejemplo de memoria remanente para el proyecto son las variables de set de las temperaturas. Estas permiten estabilizar la temperatura mediante el control por histéresis implementado.

2.8.2 DESARROLLO DEL PROGRAMA.

Para el desarrollo del programa de control es necesario entender y comprender como se desea el funcionamiento de los subprocesos que intervienen en la cromadora.

Al ser el sistema general y diverso es necesario que se separe los programas de cada sección para un mejor desarrollo de los mismos. Para esto se dividió el código general en subrutinas, que darán facilidad al momento de realizar las pruebas respectivas de cada área.

En la Figura 2.41 se observa el diagrama de flujo general de programa.

2.8.2.1 Bloque movimiento.

Al momento de desarrollar el programa de movimiento, se tomó en cuenta los planos hidráulicos y mecánicos con el fin de rediseñar un programa acorde al comportamiento del chasis y sus movimientos.

El desarrollo del programa empieza por designar nombres a las variables que intervienen como los sensores inductivos y electroválvulas. Luego se desarrolló la programación a partir del comportamiento y las posiciones que debe seguir el chasis. Se toma en cuenta las condiciones iniciales, porque el proceso tiene una secuencia específica.

En la Figura 2.42 se observa el diagrama de flujo que cumple directrices básicas como paros por alarmas y activación de válvulas, sea en modo manual como también en modo automático

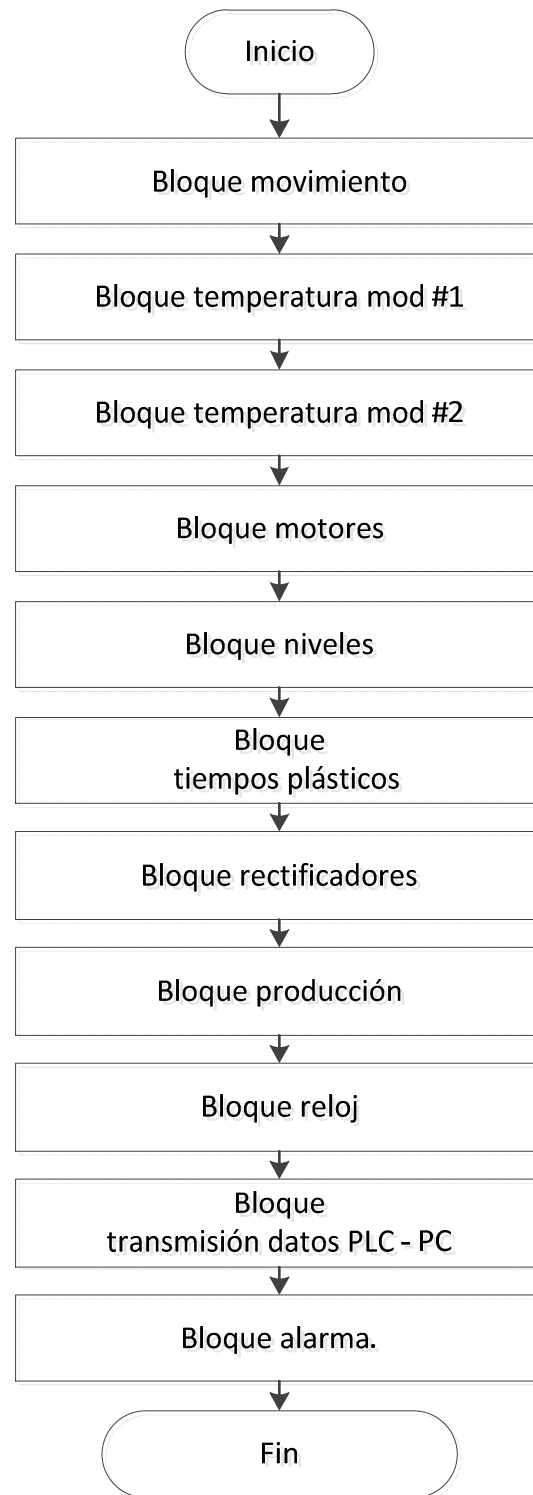


Figura 2.41 Diagrama general de flujo¹⁵.

¹⁵ Diagrama de flujo proyecto de titulación, Pacheco R & Proaño I.

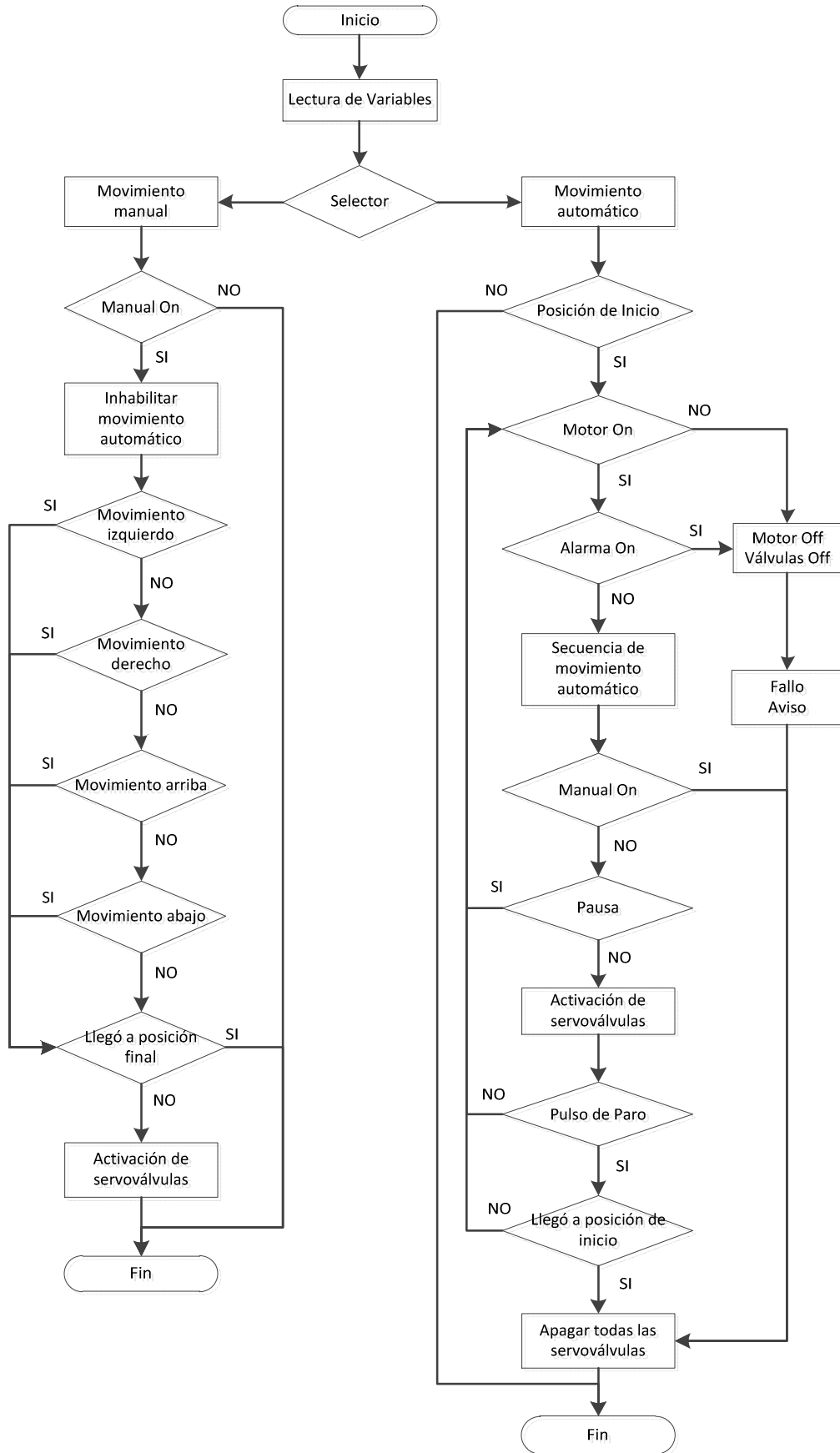


Figura 2.42 Diagrama de flujo movimiento¹⁵.

Un aspecto importante es la implementación de la sección de programa denominado movimiento manual que ayuda al mantenimiento de la máquina, se puede manipular los pistones hidráulicos de forma independiente.

Esto ayuda también a los operadores a mover y poner el chasis en determinada posición o en la posición inicial si es necesario luego de ocurrido un evento que provoque el paro del chasis. Por ejemplo una falla de energía en la cual se apague o desconecte todo el proceso.

2.8.2.2 Bloque temperatura mod#1.

Se realiza el ingreso de datos por pantalla local, para después compararlos con las medidas del transductor y realizar un control por histéresis. Las alarmas se dan cuando alguna temperatura se encuentra fuera de rango.

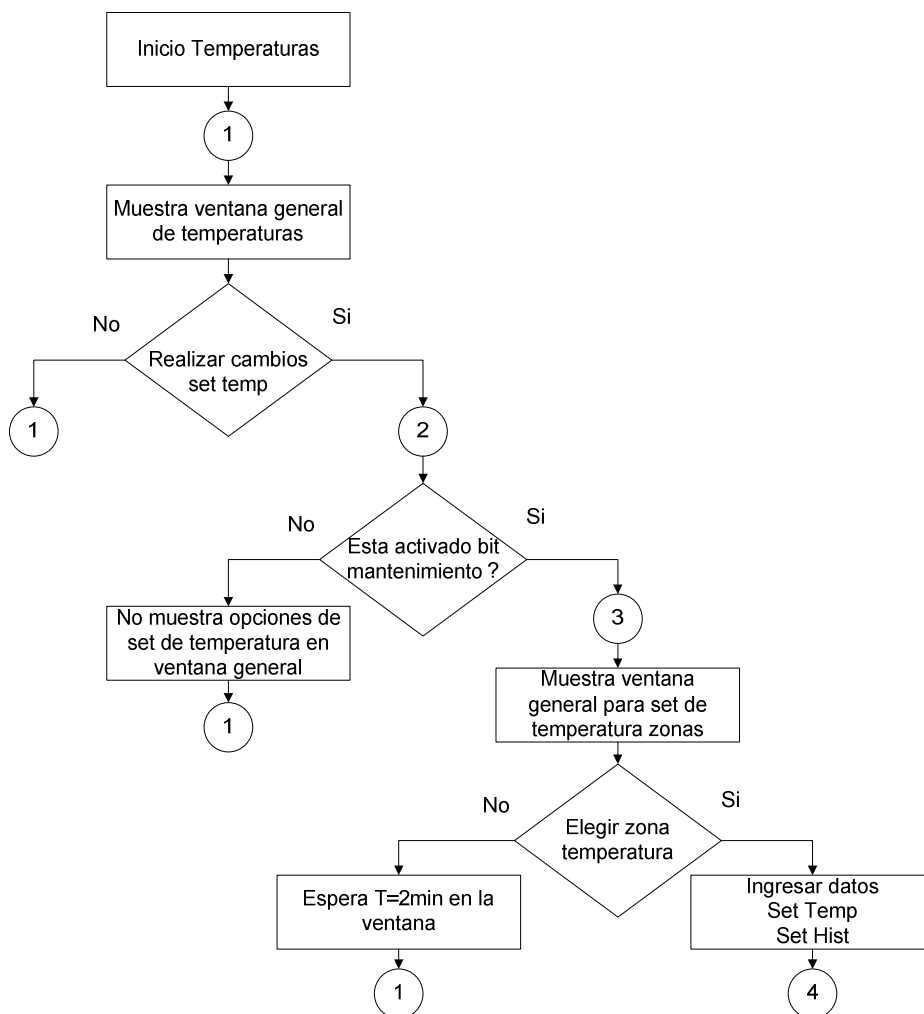


Figura 2.43 Diagrama de flujo bloque temperatura mod #1 ¹⁵.

En las Figura 2.43 y la Figura 2.44 se presenta como se encuentra la lógica de programación.

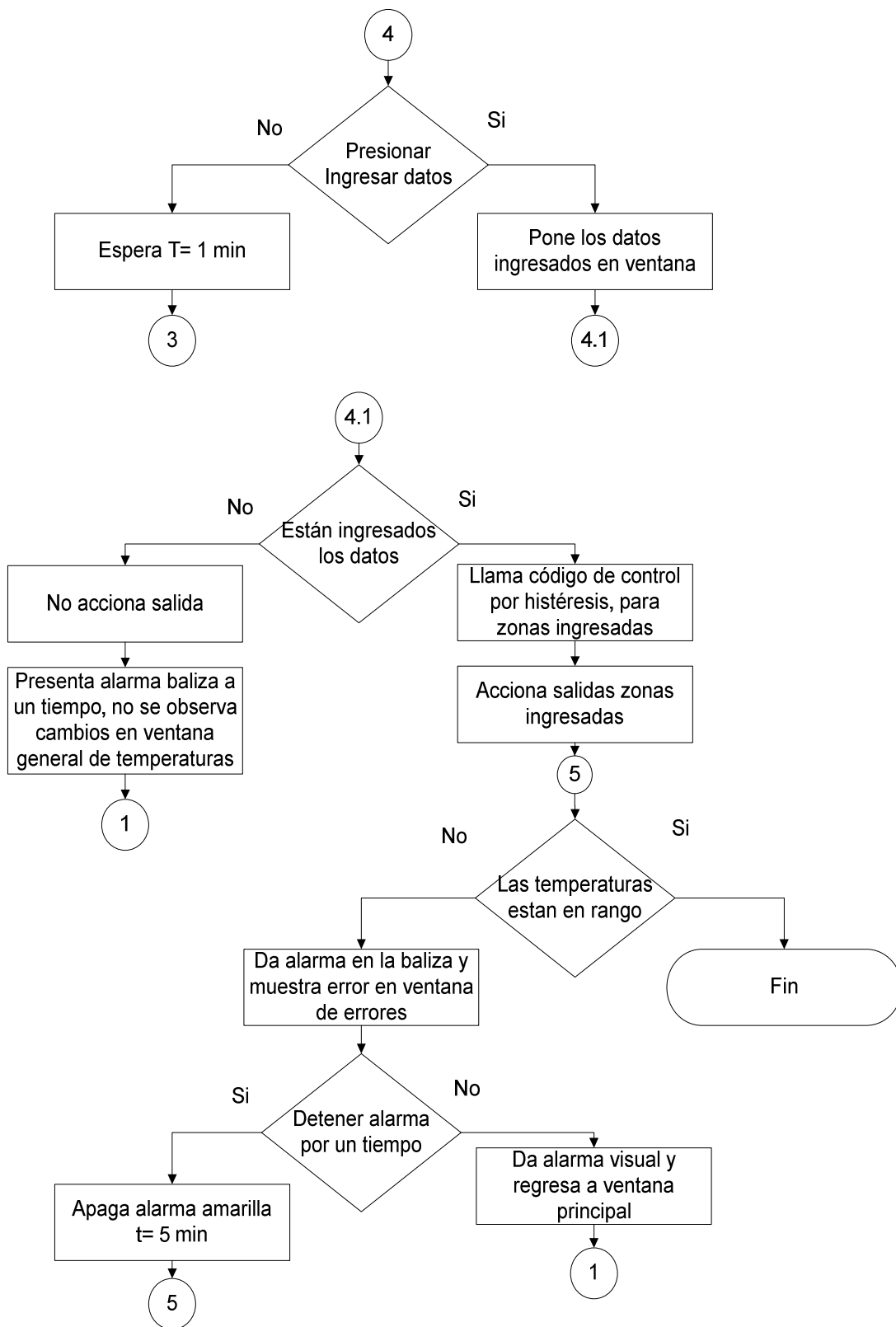


Figura 2.44 Diagrama de flujo bloque temperatura mod #1 ¹⁵, parte 2.

2.8.2.3 Bloque motores.

Para el encendido de motores y bombas de recirculación se utilizó la programación en bloque, la cual permite llamar un mismo código de programación para encender y apagar los motores que se requieran. La acción secuencial del encendido y apagado se lo realiza solo en cuatro motores los más importantes, el resto de motores lo hacen de forma manual. En las Figura 2.45 y la Figura 2.46 se observa los diagramas de flujo de encendido manual y automático respectivamente.

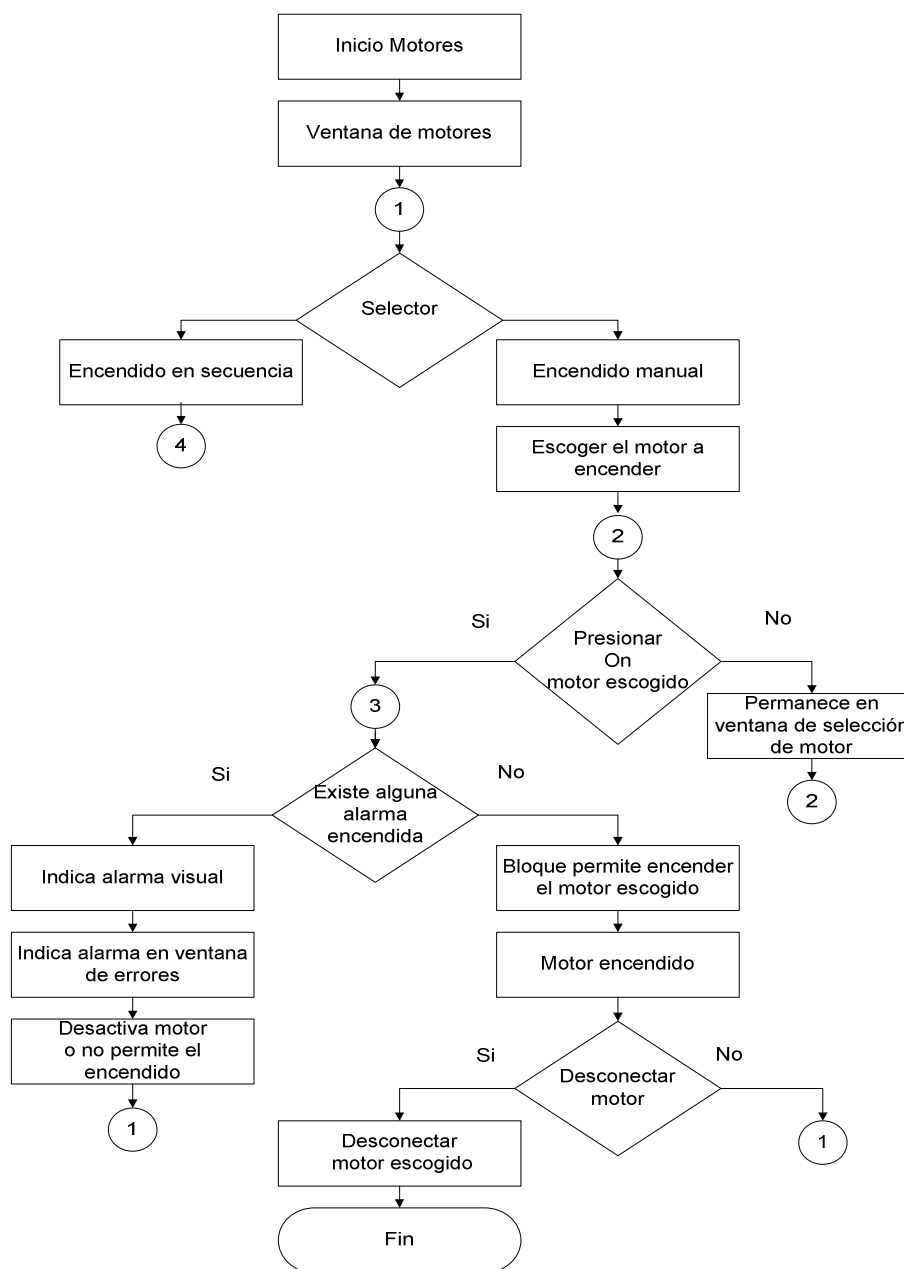


Figura 2.45 Diagrama de flujo bloque motores manual ¹⁵.

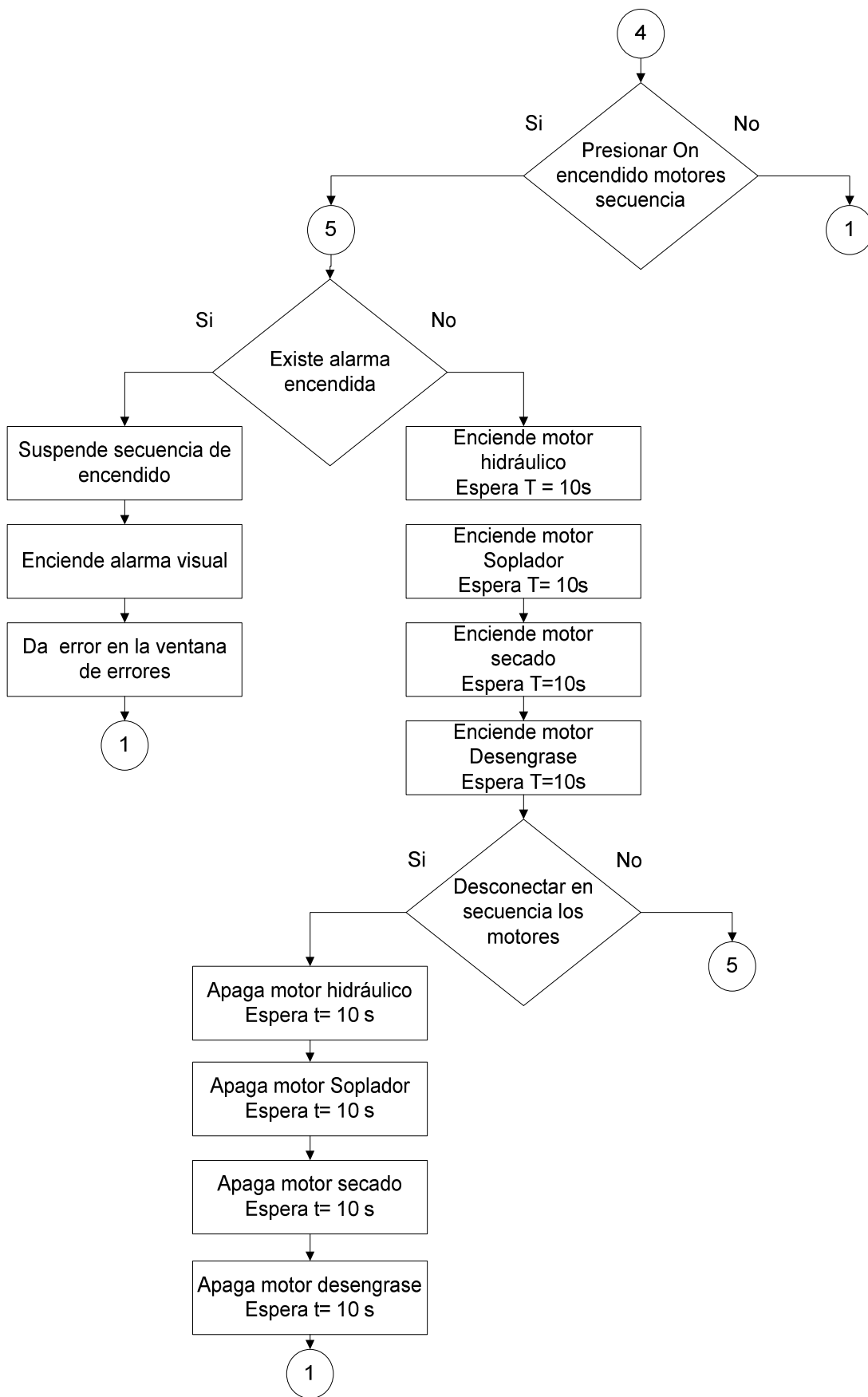


Figura 2.46 Diagrama de flujo bloque motores automático¹⁷.

2.8.2.4 Bloque tiempo galvanoplastia.

Mediante el accionamiento de pulsadores, el programa controla el tiempo que permanecen sumergidas las piezas, indicando al operador mediante una baliza cuando debe retirar las gancheras de los baños de mordentado, níquel químico, paladio y mcuplex.

Como se puede apreciar en la Figura 2.47 se tiene el diagrama de flujo que indica el ingreso, transformación y carga de datos en memoria remanente para evitar perder los datos ingresados. Los pulsadores dan la orden para que los timers empiecen a funcionar y se tenga indicativos visuales a las salidas que permiten al trabajador saber cómo está el proceso de las piezas de plástico, se lo hace de manera de que sea flexible y de fácil operación.

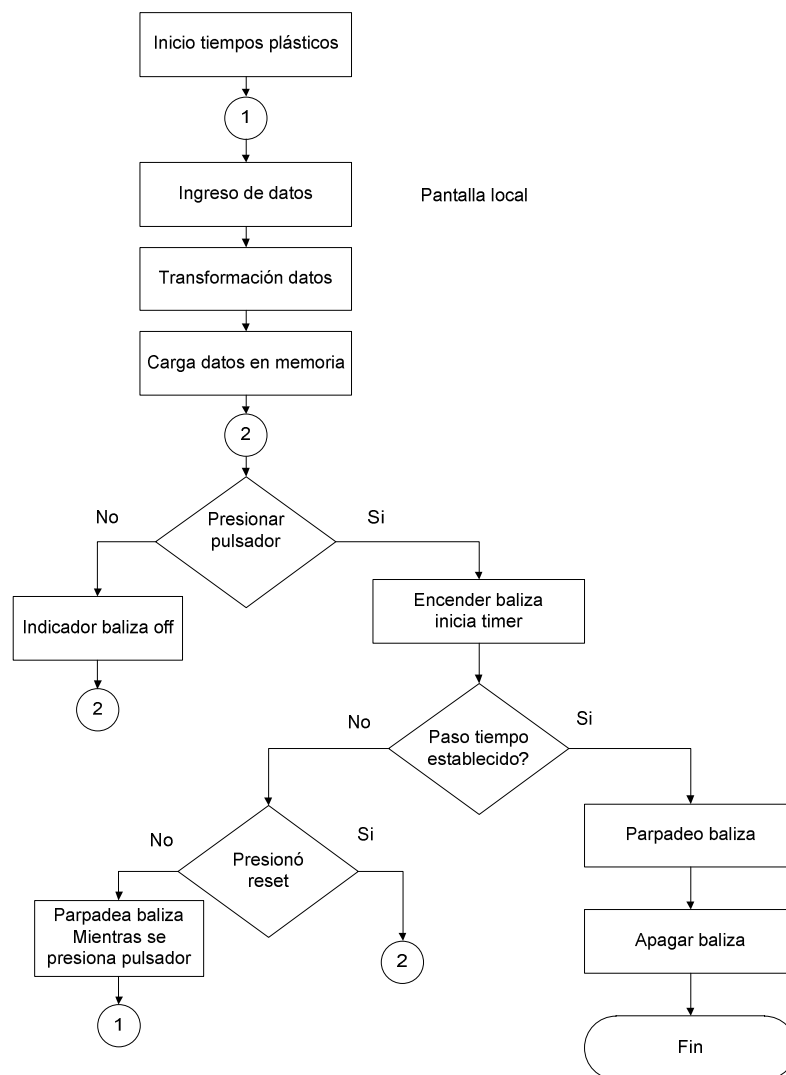


Figura 2.47 Diagrama de flujo tiempos galvanoplastia¹⁵.

2.8.2.5 Bloque nivel.

En la Figura 2.48 se muestra el diagrama de flujo del subprograma niveles, el cual es muy sencillo ya que simplemente permite leer el estado del sensor que indica si esta en nivel bajo.

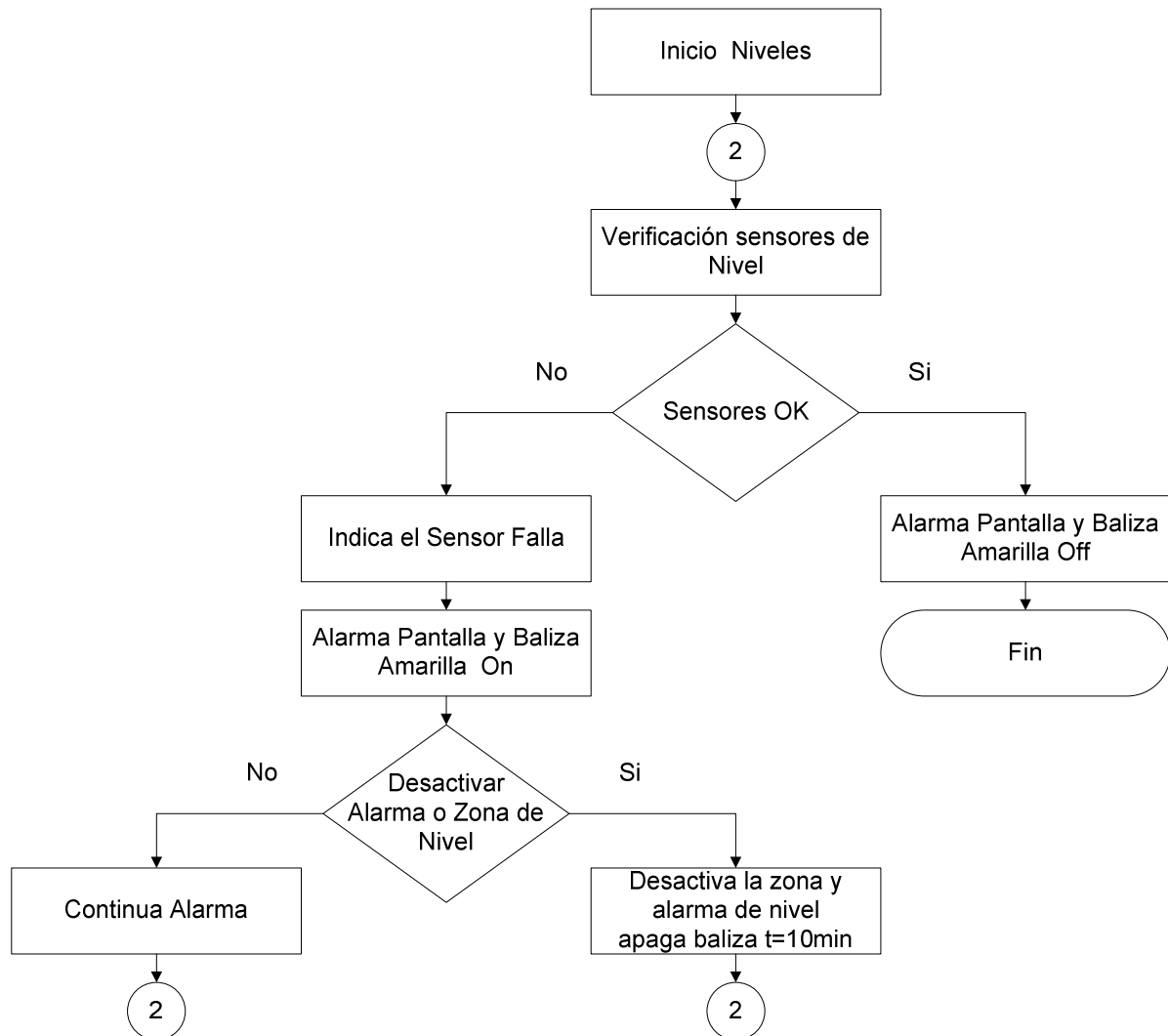


Figura 2.48 Diagrama bloque niveles¹⁵.

2.8.2.6 Bloque rectificadores.

Se realizó este código para permitir el monitoreo de los voltajes que intervienen en el proceso de cromado. Adicionalmente proporciona alarmas cuando falla algún rectificador mediante la comparación de su voltaje de salida con el valor de voltaje a comparar en el PLC, esto se puede apreciar en la Figura 2.49.

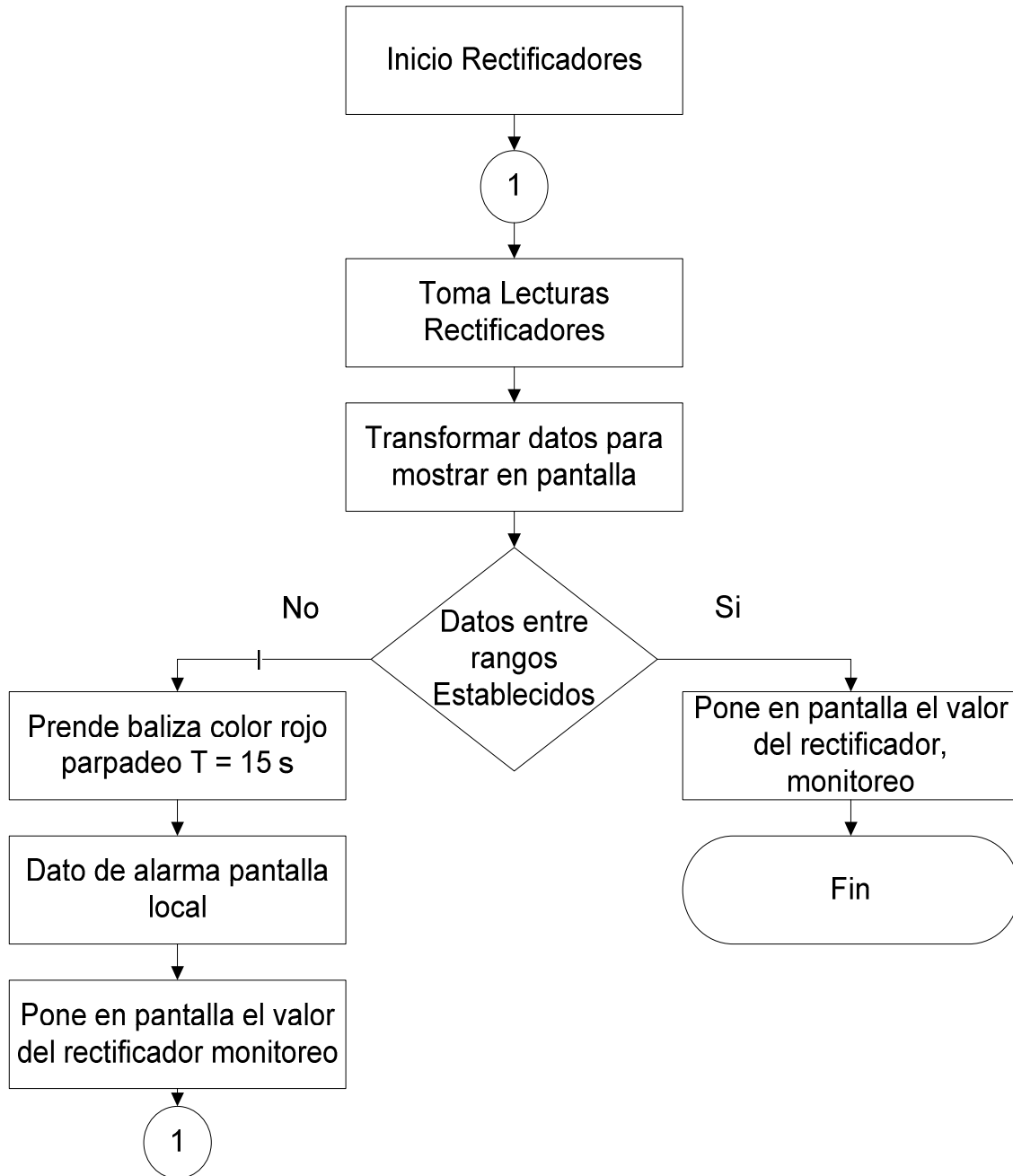


Figura 2.49 Diagrama de flujo rectificadores¹⁵.

2.8.2.7 Bloque producción.

Este subprograma permite realizar el conteo de gancheras con producto así como el turno que está operando. De manera complementaria se permitirá guardar los datos para uso de producción siempre que la HMI remota este encendida.

Se presenta el diagrama de flujo en la Figura 2.50.

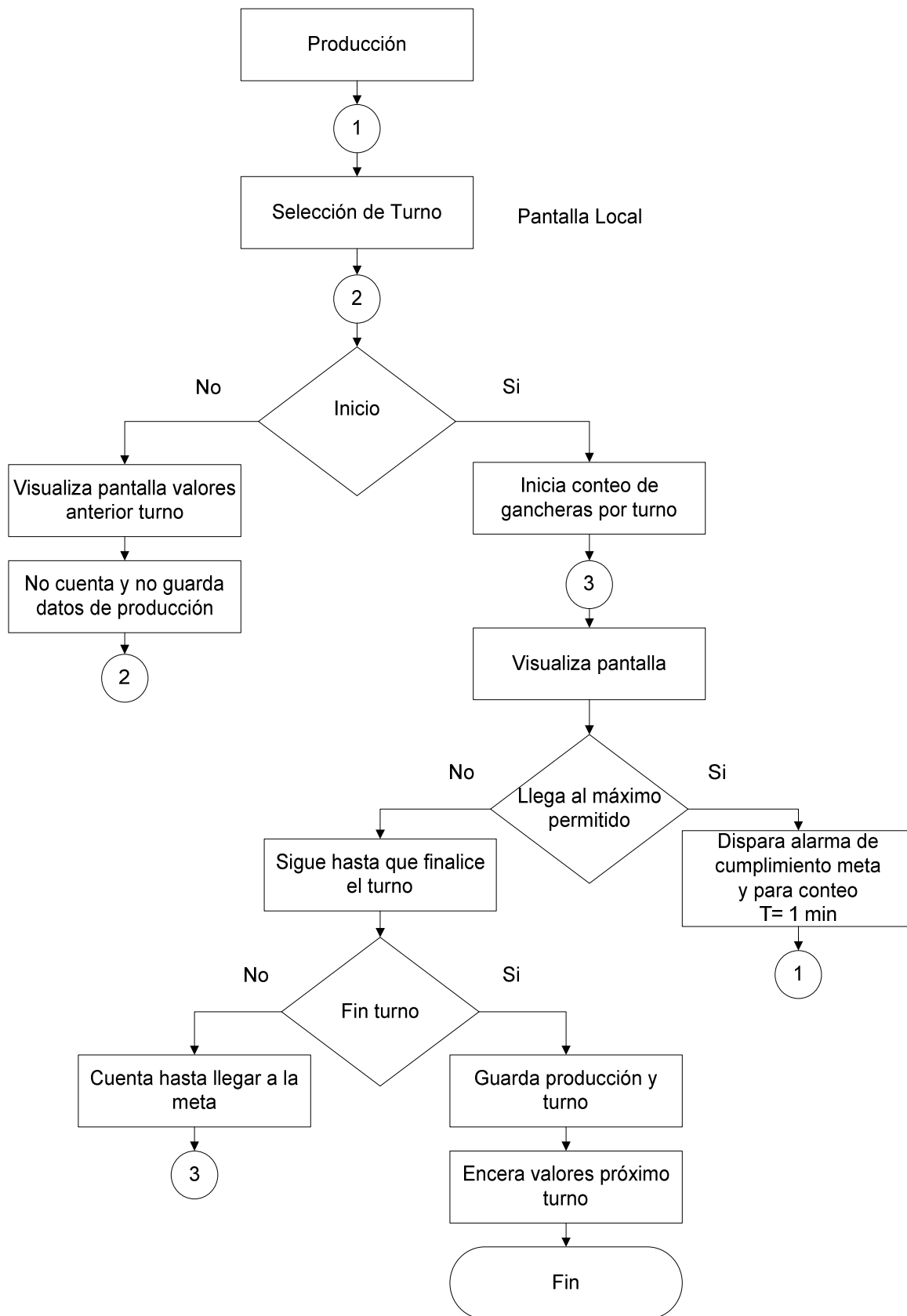


Figura 2.50 Diagrama de flujo bloque producción¹⁵.

2.8.2.8 Bloque reloj.

Permite ajustar la hora de reloj y mostrarla en pantalla. En la Figura 2.51 se aprecia el diagrama de flujo del programa.

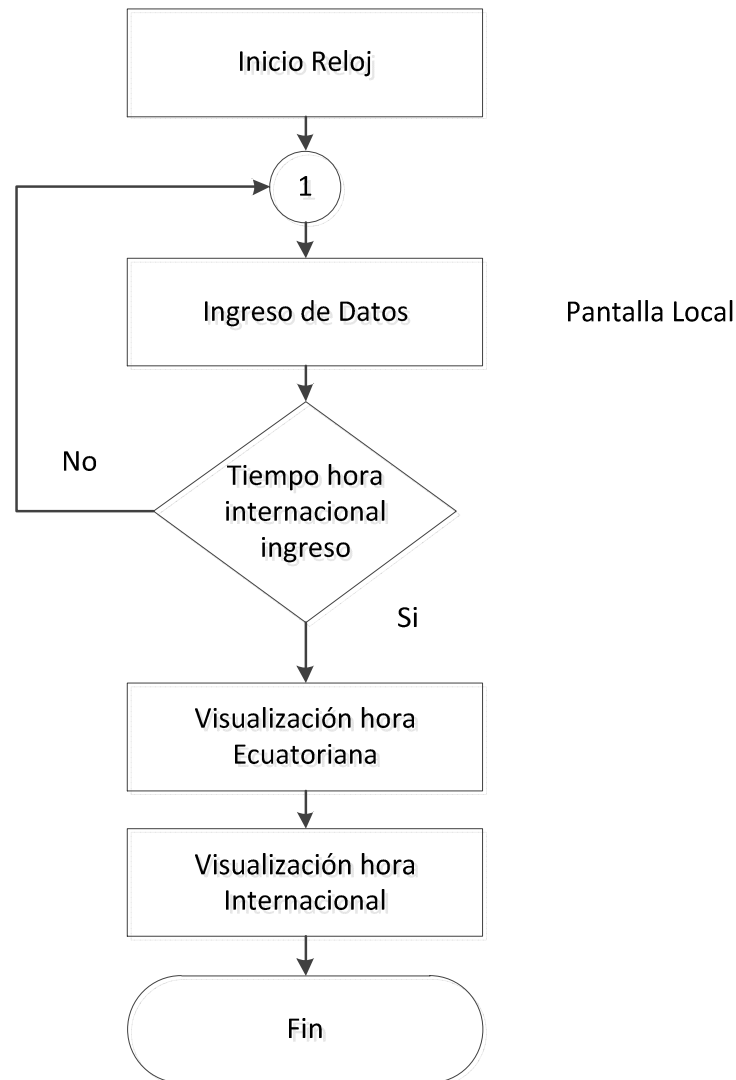


Figura 2.51 Diagrama de flujo reloj¹⁷.

2.8.2.9 Bloque alarmas.

En esta sección de programa el PLC lee las alarmas que podrían presentar los bloques de programación, como son fallos en los guardamotores, temperaturas fuera de nivel o los sensores inductivos que permiten la detección de la posición utilizados en el chasis para el movimiento.

En la Figura 2.52 se puede divisar el diagrama de flujo correspondiente a la baliza verde.

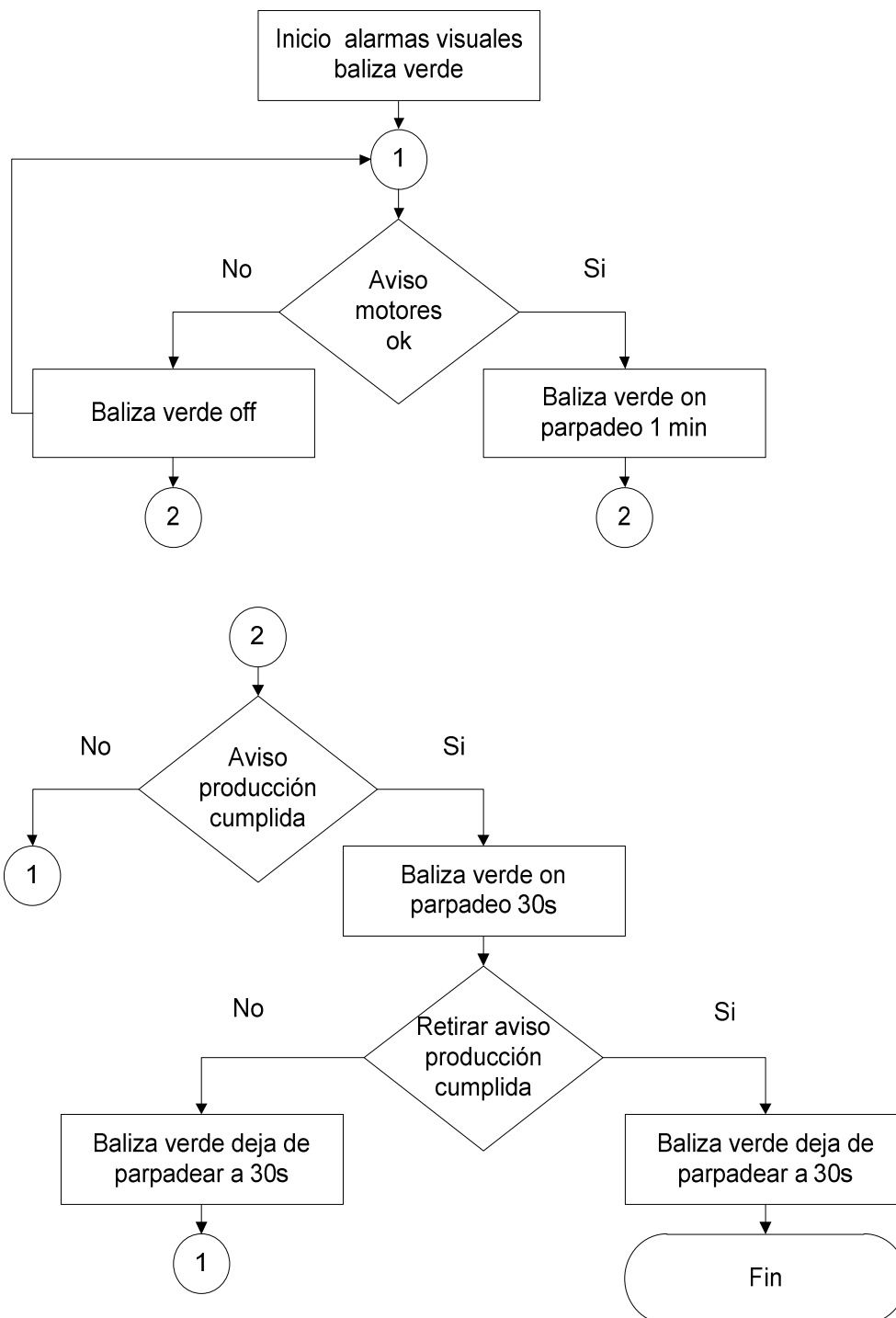


Figura 2.52 Diagrama de flujo baliza color verde¹⁵.

El color amarillo de la baliza indica otras alarmas como son temperatura y nivel, que se presenta en la Figura 2.53.

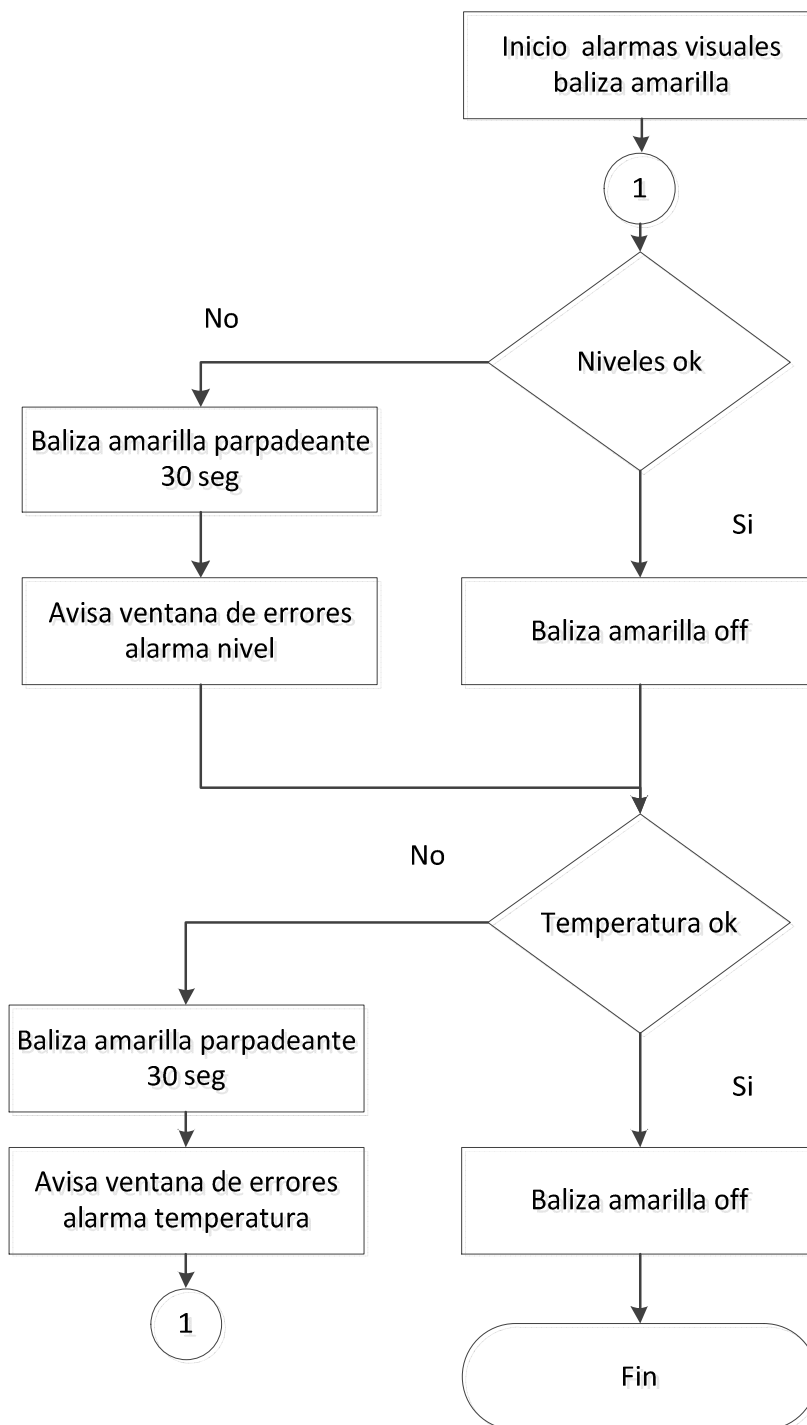


Figura 2.53 Diagrama de flujo baliza color amarillo¹⁵.

El color rojo de la baliza indica fallos más graves que deben ser atendidos de inmediato como son fallo de contactores, guardamotores y rectificadores.

Se observa el diagrama de flujo en el la Figura 2.54.

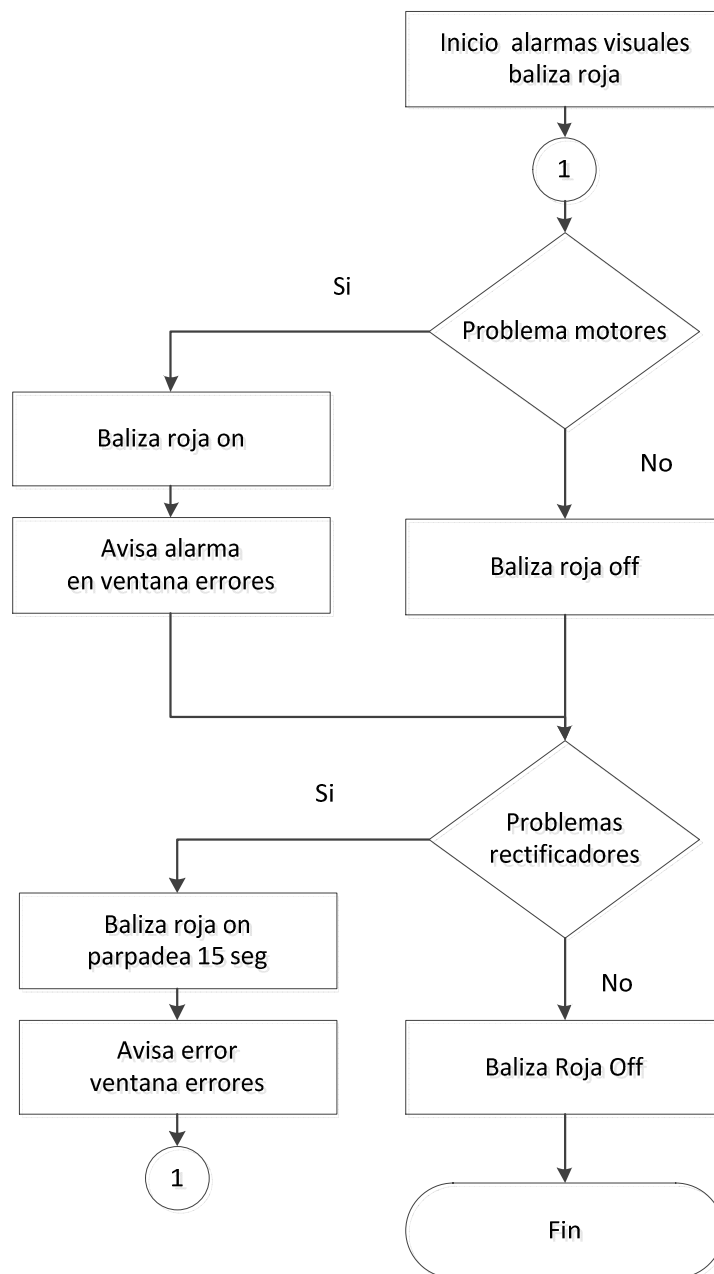


Figura 2.54 Diagrama de flujo baliza color rojo¹⁵.

CAPÍTULO 3. IMPLEMENTACIÓN INTERFAZ HOMBRE MÁQUINA HMI.

En el presente capítulo se detalla los métodos y herramientas utilizadas para la implementación de las HMI. Por los requerimientos del proceso se definió la ubicación de una pantalla local de control en el tablero y una computadora personal como acceso remoto para monitoreo del proceso y sus variables.

El HMI en el sitio se resuelve utilizando una pantalla SIEMENS HTP 600 monocromática de 6 pulgadas con resolución 320x240 pixeles con una pantalla táctil resistiva con una protección IP65. Es necesario aclarar que los dispositivos y programas que se usa para el envío y recepción de datos son un PLC SIEMENS 1214 con puerto Ethernet, un conmutador SIEMENS 1277 de cuatro puertos, un PC con su tarjeta de conexión de red Ethernet y las aplicaciones para su programación TIA Portal y Visual Studio.

En la Figura 3.1 se muestra la relación entre dispositivos y programas utilizados para la comunicación.

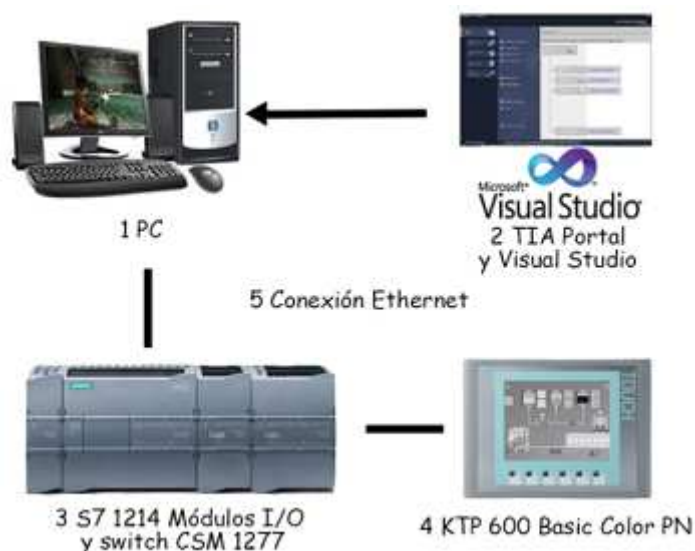


Figura 3.1 Dispositivos de comunicación.¹⁶

¹⁶ Dispositivo de comunicación por Pacheco R. & Proaño I.

El PLC S7-1214 provee varios tipos de comunicación entre PC, HMIs y otras CPUs. Se decide por usar el protocolo TCP/IP (Protocolo de Control de Trasmisión / Protocolo de Internet) por tener una conexión fiable lo que es muy necesario para evitar perder datos ya que estos son de mucha importancia. El PLC al igual que la pantalla KTP 600 poseen puertos para el enlace de comunicación TCP/IP Ethernet estándar, siendo esta una ventaja por cuanto no se requiere la compra de módulos adicionales para la comunicación.

Para la configuración de los parámetros de cada uno de los dispositivos SIEMENS utilizamos el software TIA Portal V11 (Totally Integrated Automation Portal) proporcionado por la empresa y un cable de red ethernet para su conexión directa a la PC.

3.1 CONFIGURACIÓN DEL DISPOSITIVO DE COMUNICACIÓN.

3.1.1 PROTOCOLO DE COMUNICACIÓN.

Para el desarrollo del presente proyecto se usa el protocolo de comunicación TCP/IP por su fiabilidad en el envío y recepción de datos.

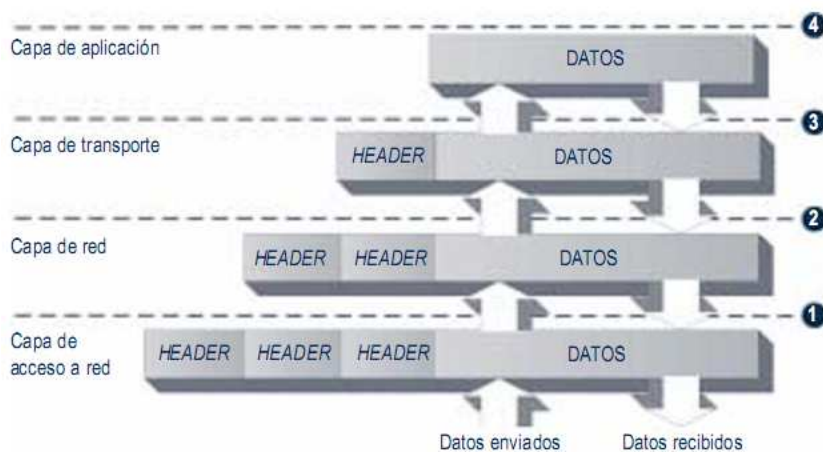


Figura 3.2 Encapsulado de datos de TCP/IP.

Fuente: <http://www.mcgraw-hill.es/bcv/guide/capitulo/8448199766.pdf>

La capa de aplicación en el presente proyecto se desarrolló en VB (Visual Basic) el mismo trabaja directamente con el sistema operativo mediante el uso de los recursos y librerías que este posee. Esta aplicación solo sabe que tiene que enviar datos y recibir datos de una máquina en específico. [11]

La capa de transporte TCP (Protocolo de Control de Transporte) es un protocolo orientado a la conexión con control de errores. Además permite identificar el tipo de servicio al que va destinado cada paquete en una conexión entre dos máquinas mediante un campo en el protocolo denominado puerto. El número de secuencia incluido en TCP es necesario para la reorganización de datos esto garantiza su correcta secuencia luego de haber troceado o reensamblado el flujo de datos. El número de secuencia corresponde al número de byte del archivo en el que empieza ese trozo, el tamaño del trozo de archivo depende del tipo de red. [11]

En la Figura 3.3 se muestra un ejemplo de la cabecera (Header) de TCP en la que se observa el número de secuencia, el puerto de origen y el puerto de destino para un archivo que ha sido troceado en tres partes.

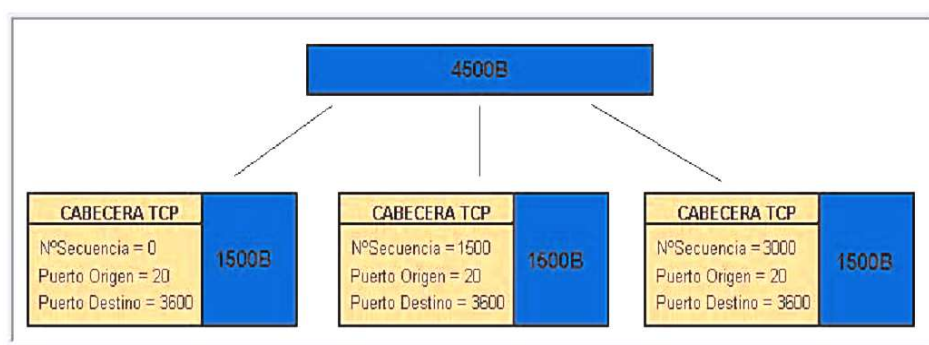


Figura 3.3 Cabecera TCP.

Fuente: PC Paso a Paso N° 17

La capa de red IP (Protocolo de Internet) es necesaria para que la comunicación se realice desde un origen hacia un destino mediante el uso de las direcciones IP, estas son asignadas a cada máquina para identificarlas una de otra en una red. En IP también se asigna un número para saber el tipo de protocolo de transporte que se usa para la comunicación. Es necesario tomar en cuenta el no repetir las direcciones IP en la red para evitar conflictos. [11]

En la Figura 3.4 se muestra un ejemplo de cabecera IP la misma que es igual para las tres partes del archivo a enviar.

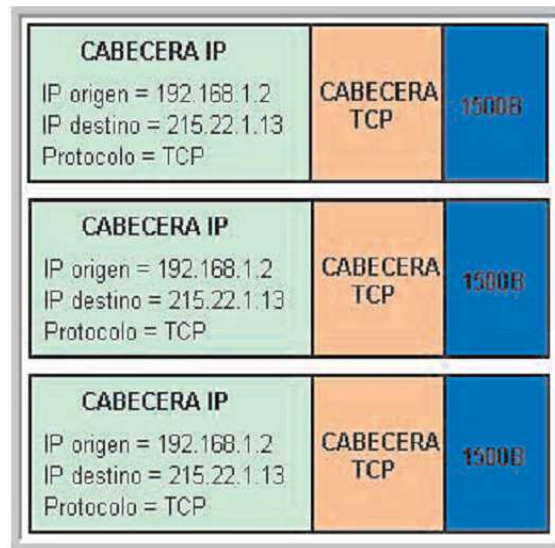


Figura 3.4 Cabecera IP.

Fuente: PC Paso a Paso N° 17

En la capa de acceso red puede variar de un sistema a otro, lo que no ocurre con las capas TCP e IP que son iguales para todos los sistemas. La tecnología que se utiliza en el proyecto hace posible un enlace ethernet entre los dispositivos mediante el uso de sus respectivas tarjetas de red. [11]

En ethernet la información llega a todas las máquinas (broadcast) y para lograr comunicar con una en específico se usa la dirección MAC o también llamada dirección física que es un número único para cada dispositivo de red. [11]

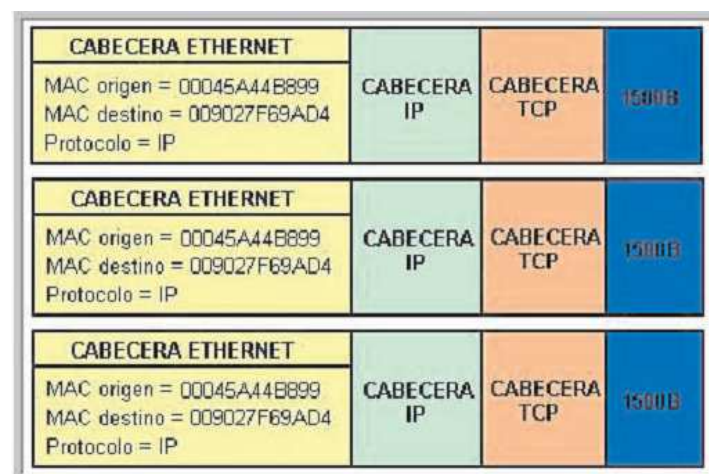


Figura 3.5 Cabecera de acceso a red.

Fuente: PC Paso a Paso N° 17

Como se puede observar en la Figura 3.5 la cabecera de acceso a red incluye la dirección física de la máquina de origen y de destino además de un identificador de capa red, en nuestro caso el identificador de IP.

3.1.2 DESARROLLO DEL PROGRAMA DE COMUNICACIÓN.

Para realizar la comunicación es necesaria la configuración de todos los dispositivos individualmente para lograr trabajar de una forma más adecuada.

A continuación se desarrolla la configuración de cada uno de los dispositivos que se incluyó a la red. Esto se realiza mediante el ingreso de ciertos parámetros que caractericen al enlace de comunicación como es el caso de la asignación de las direcciones IP.

3.1.2.1 Configuración del PLC.

La asignación de las direcciones IP son necesarias en cada uno de los dispositivos. Se lo realiza conectando dichos dispositivos directamente a una PC que posea una tarjeta de red Ethernet y el programa TIA. Antes de ejecutar el programa se procede a verificar el Ajuste de interface PC/PG en nuestra PC, este se encuentra en el Panel de Control de Windows y configura un acceso desde el PC al PLC.

En la Figura 3.6 se puede observar el punto de acceso de la aplicación que deberá estar en S7Online (STEP7) →PCinternal(local) si no es así se procede a cambiarla.

Se ejecuta el software de programación TIA Portal y creamos un nuevo proyecto (Ver ANEXO C) en el que se incluye todos los dispositivos que se conecten directamente al PLC como son los módulos de entradas y salidas, el conmutador de conexión y la pantalla KTP 600.

Una vez creado el proyecto con los módulos correspondientes y necesarios procedemos a configurar cada uno de ellos para lo cual empezamos por el PLC. Se señala el dispositivo y se presentara una subventana en esta seleccionamos la pestaña que diga Propiedades del CPU como se aprecia en la Figura 3.7.



Figura 3.6 Ajuste de interface PG/PC.¹⁷

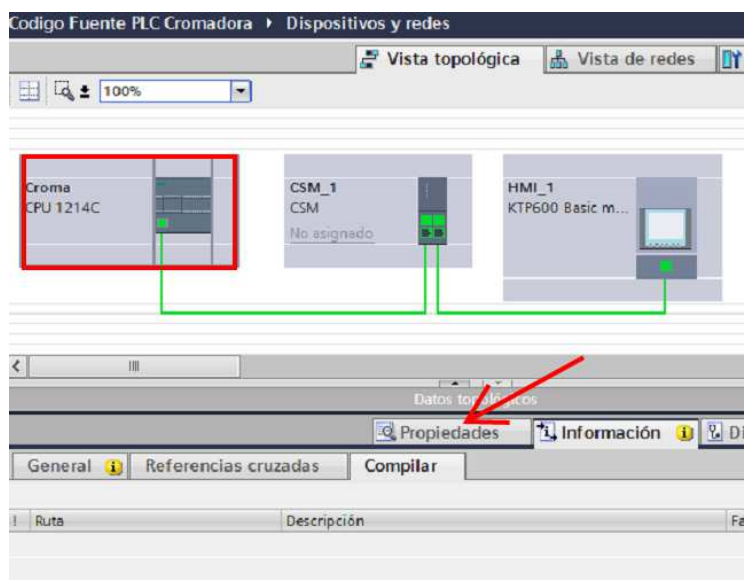


Figura 3.7 Propiedades PLC.¹¹

Posteriormente se selecciona la opción Interfaz PROFINET y se presentara varias opciones. Se elige una subred la misma que debe contener a los dispositivos a conectar luego se asigna una dirección IP con su respectiva máscara de subred como se muestra en la Figura 3.8. Las direcciones IP fueron designadas por el departamento de sistemas a cada uno de los dispositivos con los que se trabaja.

¹⁷ Fuente: Captura de pantalla Panel de control

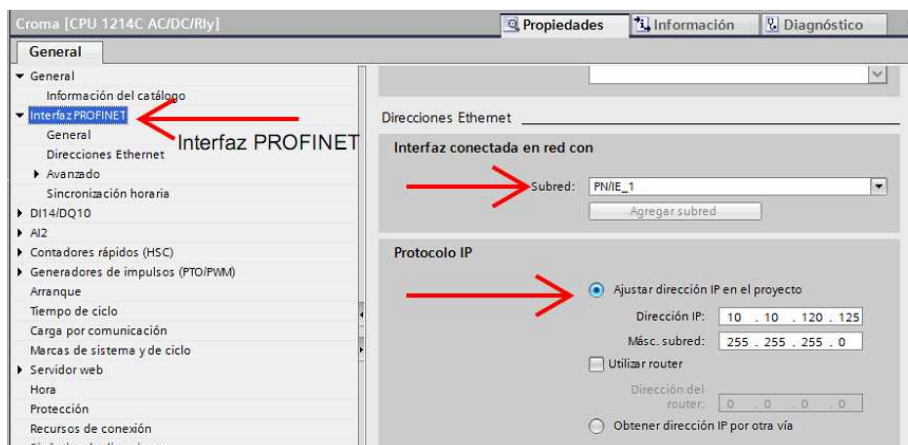


Figura 3.8 Configuración del PLC.¹¹

Una vez hecho esto se procede a adicionar la pantalla de la HMI (Ver ANEXO C) que se encuentra en el sitio, para nuestro caso es una pantalla táctil Modelo SIEMENS KTP600 Monocromática, realizamos el mismo procedimiento anterior pero ahora se selecciona la pantalla descrita en lugar del PLC. En la Figura 3.9 se observa los campos a llenar.

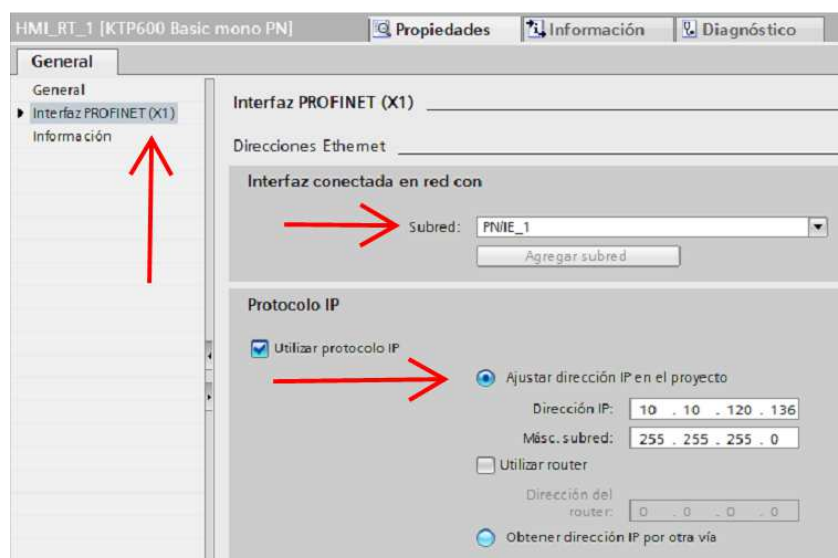


Figura 3.9 Configuración de la HMI en el sitio.¹¹

Una vez configurados los dispositivos en el programa para lograr una detección adecuada al momento de la conexión física de estos, se los conecta a través del conmutador SIEMENS CSM1277 en nuestra red Ethernet logrando realizar una correcta conexión tanto física como a nivel de programación. Se observa en la Figura 3.10 la conexión realizada en el programa TIA.

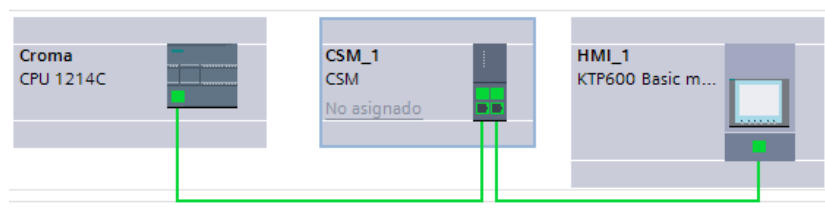


Figura 3.10 Topología en programa TIA.¹¹

3.1.2.2 Configuración pantalla KTP600.

Adicionalmente se configura la pantalla táctil SIEMENS KTP600 definiendo el tipo de conexión que se realizara. En nuestro caso será para comunicación PROFINET que permite el uso de una conexión ethernet para lo que se requiere modificar algunos parámetros directamente en el software de la pantalla.

Como primer punto se configura el los parámetros de la pantalla. Esto se lo realiza directamente al encenderla por primera vez. Se selecciona Control Panel y se presenta un menú con las opciones que muestra la Figura 3.11, de estas opciones se elige Profinet.

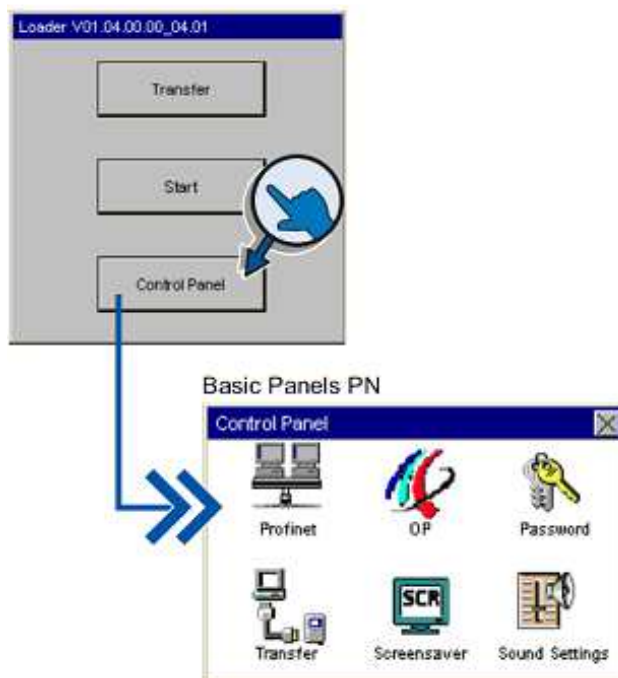


Figura 3.11 Pantalla Principal PN.¹⁸

¹⁸ Editado por Pacheco R. & Proaño I.

Al ingresar en la opción de Profinet se presenta una ventana con varias pestañas. Primero se selecciona la pestaña IP Address (dirección IP) en la que se designa la dirección IP al nuevo dispositivo y la máscara de subred como se ve en la Figura 3.12 a), esta dirección IP deberá ser la misma que se ingresó en la programación para identificar a la pantalla.

En la siguiente pestaña Mode (Modo) seleccionamos la velocidad a la que se trabaja 100Mbps/s como velocidad máxima del dispositivo y el tipo de comunicación Full-Duplex como se muestra en la Figura 3.12 b) ya que se trabaja con una red fast Ethernet para rápida respuesta.

En la pestaña Device (Dispositivo) se asigna un nombre como se muestra en la Figura 3.12 c) y se acepta los parámetros ingresados.

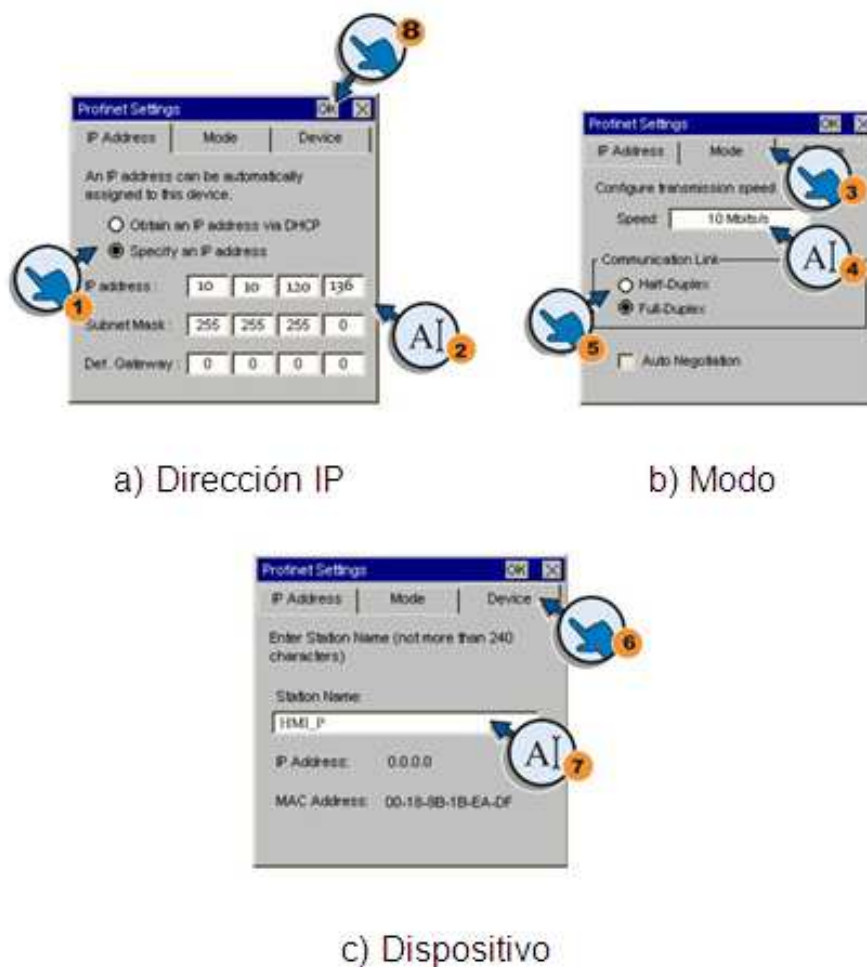


Figura 3.12 Pantalla de configuración KTP600.¹⁸

Una vez realizado esta configuración ya se puede conectar vía Ethernet la pantalla a nuestro PC con TIA Portal para posteriormente cargar el programa del diseño de ventanas que se detalla más adelante.

3.1.2.3 Configuración aplicación Visual Basic.

El programa fue desarrollado en la plataforma de Visual Basic (VB) de Visual Studio versión 2010, la programación en su sección de comunicación se lo realizó mediante el uso de una biblioteca de funciones denominado libnodave.net.dll que permite realizar la comunicación hacia y desde un PLC SIEMENS mediante una conexión Ethernet TCP/IP de forma libre.

Libnodave.net es una librería que pone a disposición del programador varios comandos para realizar el enlace de comunicación y posterior envío y recepción de datos. El enlace se puede realizar mediante puerto serial o vía ethernet del cual se utiliza el segundo. Libnodave.net permite designar los siguientes parámetros para dicha comunicación el IP, port, rack y shot. Estos parámetros posibilita realiza la conexión hacia el dispositivo que coincida con la dirección IP.

Para el uso de la librería Libnodave.net se crearon varias rutinas para leer y escribir datos desde y hacia el PLC. Cabe destacar que dependiendo del tipo de dato a leer o escribir es necesario crear una rutina diferente. En el presente proyecto se trabaja con bits y bytes.

El programa del PC realiza un enlace Ethernet TCP/IP el cual busca el dispositivo designado para realizar una lectura por bloque de datos en el PLC, para lo cual se requiere identificar la ubicación del Bloque de Datos (DB), la dirección del dato en el DB y el tipo de dato que se requiere leer. De forma similar se programa el envío de datos se designa la ubicación del DB, la dirección de la variable a modificar y el tipo de dato. A continuación se muestra el comando para el leer datos desde la PC al PLC de una variable.

```
LeerBytesDB(ByVal Ubicacion As Integer, ByVal Direccion As Integer, ByVal Tipodedato As Integer)
```

Posteriormente se guarda y clasifica los datos para ser utilizados por el programa de la interfaz.

La configuración de la interfaz remota se lo realiza introduciendo la dirección IP del PLC a buscar en la red y los siguientes valores Puerto=102, Rack=0, Slot=1 que corresponden de forma específica a la serie de PLC SIEMENS S7-1200 [11] como valores por defecto logrando conectar la aplicación del PC al PLC, esto se realiza mediante el ingreso de forma directa en la aplicación.

En la Figura 3.13 se muestra los valores requeridos para una correcta conexión entre el programa Visual Studio y PLC SIEMENS S7-1200.



Figura 3.13 Configuración HMI remoto.¹⁹

El diagrama de flujo de la Figura 3.14 que representa la rutina de conexión de la aplicación del PC hacia el PLC SIEMENS S7 1214. Como se muestra en la gráfica la programación de conexión sigue una secuencia de acciones consecutivas los únicos requerimientos son los parámetros correctos para realizar la conexión, en caso contrario la conexión no se realiza.

¹⁹ Fuente: Captura de pantalla HMI diseñado por Pacheco R. & Proaño I.

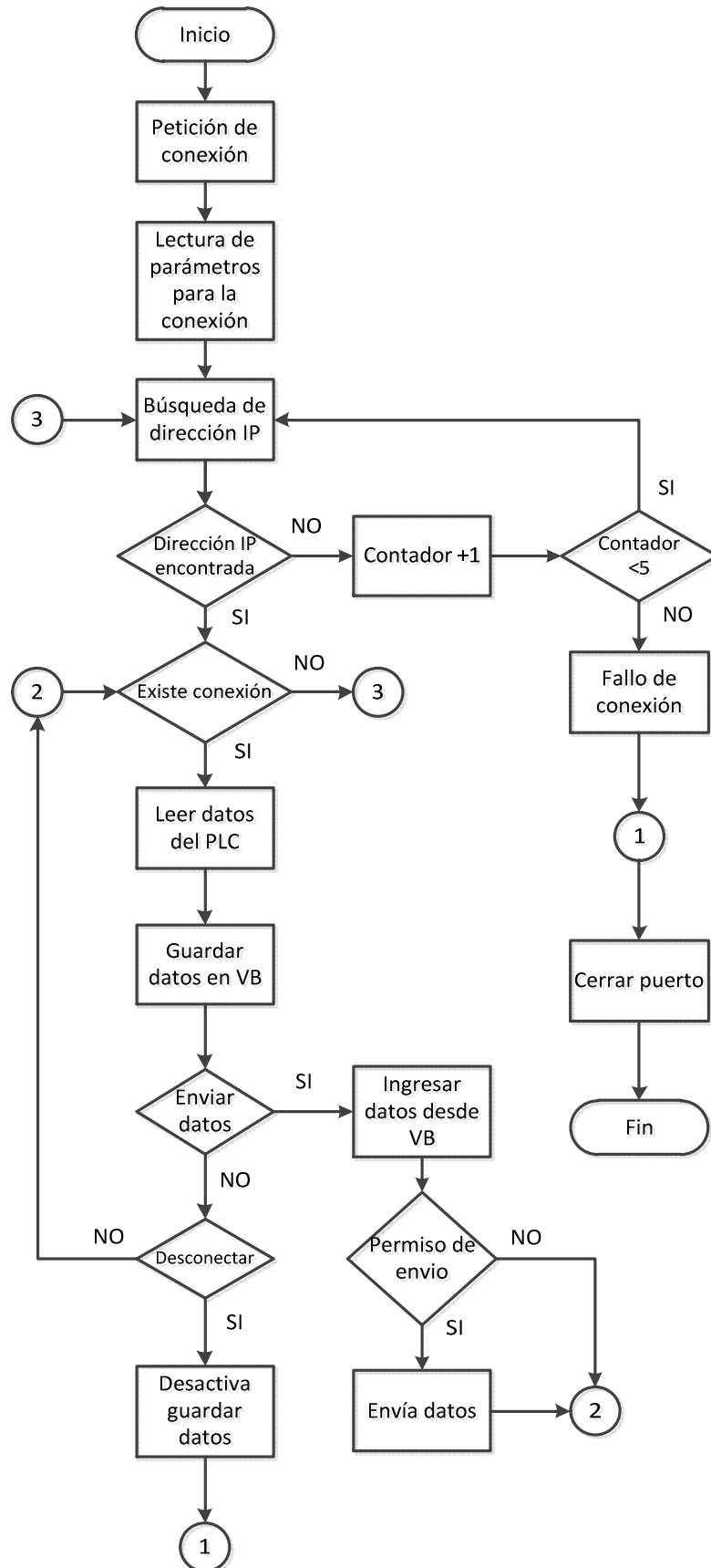


Figura 3.14 Rutina de conexión.¹⁷

3.1.2.4 Topología.

La disposición de los dispositivos para el proyecto tienen una topología tipo estrella (Figura 3.15), la característica de esta es tener un conmutador que enlace el PLC, la pantalla táctil y el PC en un punto de la red LAN. Esto es posible mediante el uso del conmutador SIEMENS CSM1277 que permite la conexión.

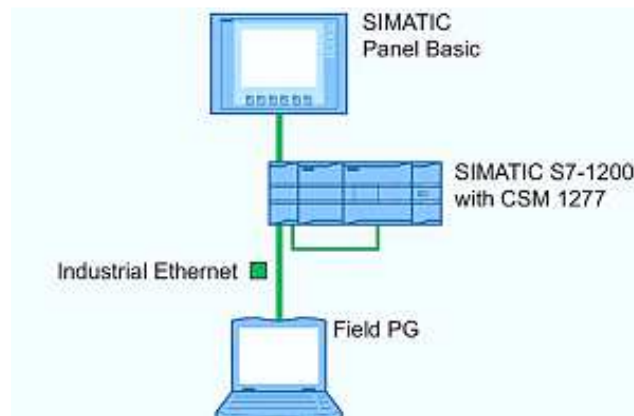


Figura 3.15 Topología estrella.

Fuente: Compact Switch Module CSM 1277, Instrucciones de servicio

Una de las características por la que se utilizó este tipo de topología es por su facilidad para conectar varias computadoras, pantallas o dispositivos. Al utilizar equipos de uso industrial estos son mucho más robustos por lo que un daño en el conmutador no será muy frecuente lo que cubre una de las desventajas de esta topología.

3.2 DESARROLLO DEL PROGRAMA.

Con el fin de desarrollar un sistema de control acorde a las necesidades y requerimientos del proceso fue necesario crear un sistema informático que proporcione un control adecuado, un monitoreo confiable de variables y seguridades que protejan a los dispositivos en caso de falla.

3.2.1 PROGRAMACIÓN DEL PLC.

Para el desarrollo del programa de comunicación es necesario tener en la programación del PLC uno o varios Bloque de Datos (DB), esto facilita tener una gran cantidad de datos los que se usan de forma global, también es posible

enlazar las variable a utilizar en la comunicación como en la programación en si del proceso.

Mediante la creación de un DB se crea y designa el tipo de variable sean estas booleanas, bytes u otras que se usaran posteriormente en la programación. Esto se puede apreciar en la Figura 3.19 parte izquierda, además se permite enlazar variables propias del programa como entradas, salidas del módulo y marcas usadas en la programación con mayor facilidad.

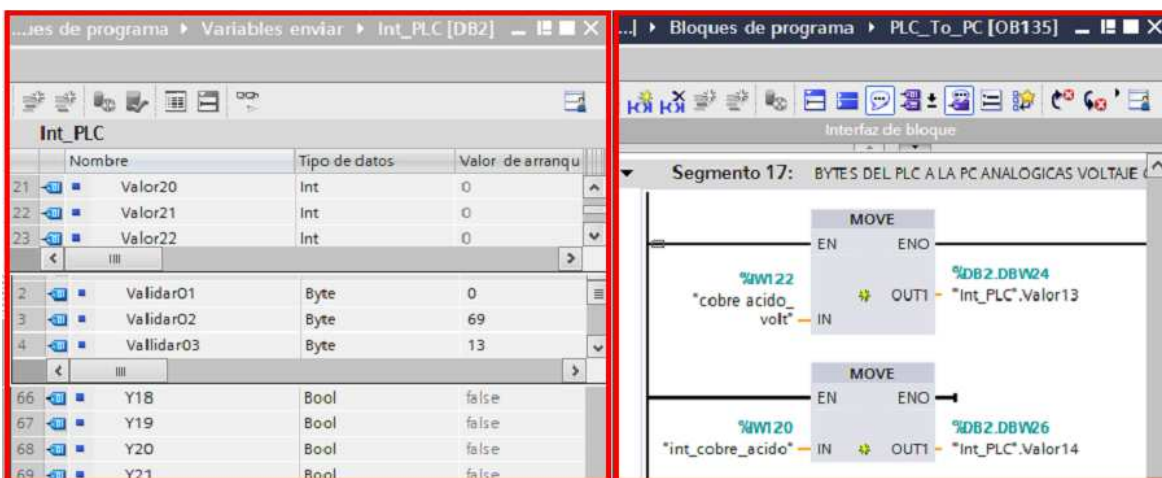


Figura 3-19 Designación y enlace de variables.¹²

Las variables del programa se enlazan mediante un bloque de objetos programado en ladder, esta sección del programa posee los enlaces de todas las variables utilizadas como se presenta en la Figura 3.19 parte derecha. Se realiza una transformación de datos para los casos en los que no es posible enviar o recibir mediante el uso de los bloques de datos.

3.2.2 PROGRAMACIÓN DE LA HMI REMOTA EN VB.

La programación se la realizó con una serie de subrutinas cada una corresponde a una ventana las mismas que están directamente enlazadas con la programación de la pantalla principal. Esta pantalla contiene a cada una de las subventanas siendo posible realizar conexión desconexión, modificación de parámetros contraseña, activar desactivar ventanas del proceso de forma secuencial. Lo antes mencionado se muestra en el diagrama de flujo de la Figura 3.16.

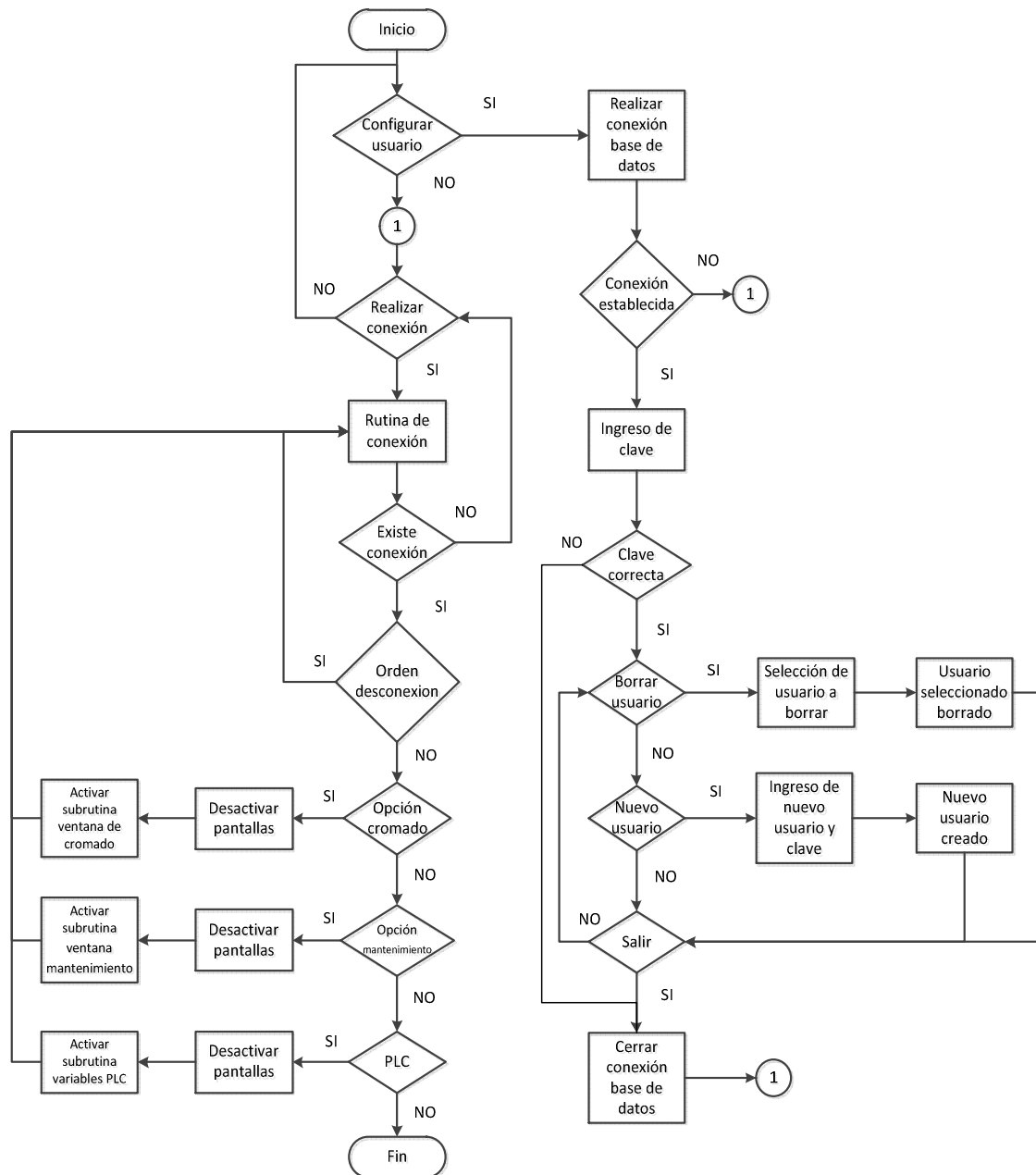


Figura 3.16 Programa principal en VB.¹⁷

Este diagrama representa de forma resumida las acciones a realizar cuando la aplicación está en funcionamiento, como primer punto se da la opción de configurar ciertos parámetros para la comunicación y seguridad del programa.

Posteriormente se activan las diferentes subrutinas contenidas en el programa como es la conexión, envío, recepción de datos, guardar datos y contraseña de seguridad.

3.2.2.1 Subrutina ventana de galvanotecnia.

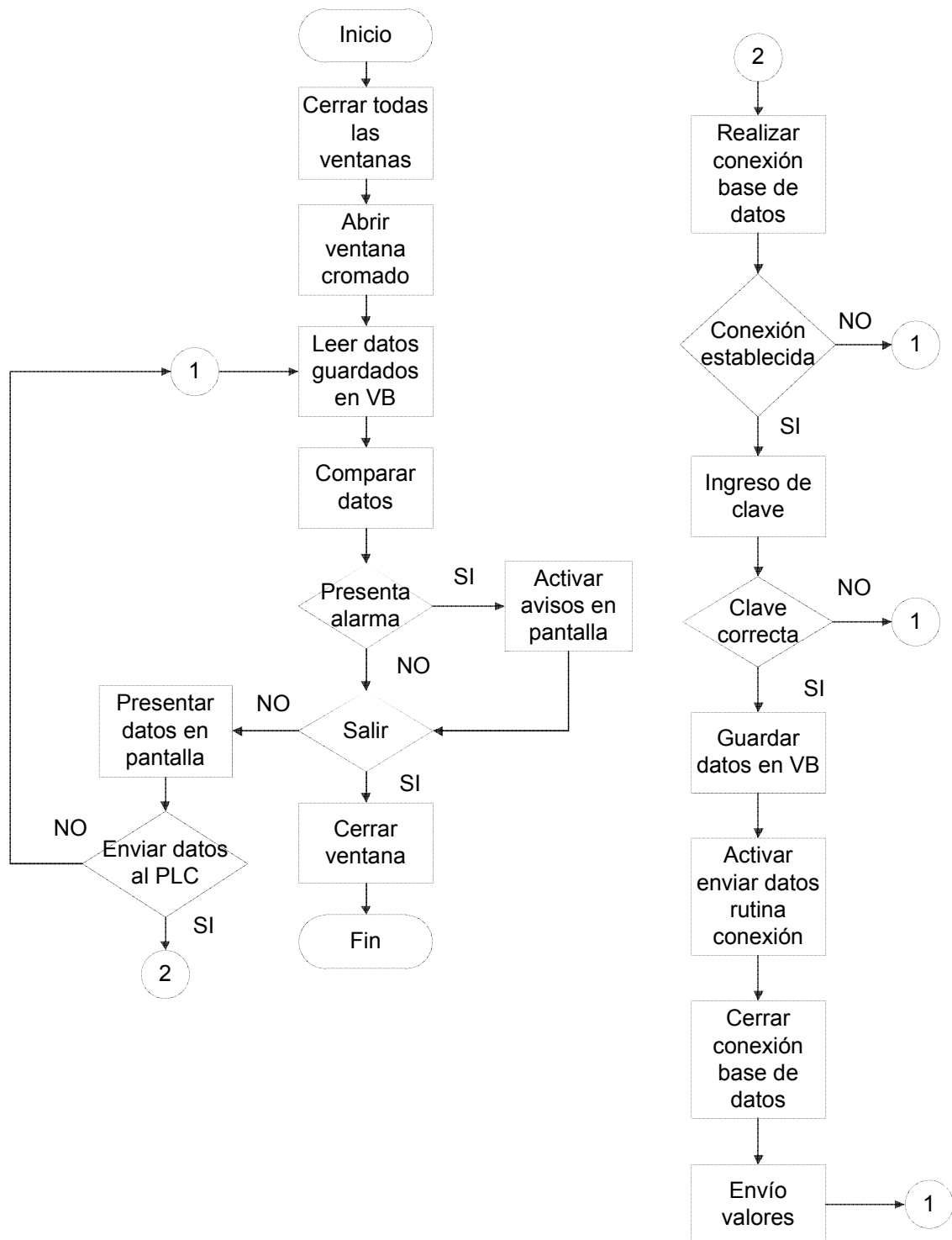


Figura 3.17 Subrutina ventana de cromado.¹⁷

Subrutina ventana cromado como se muestra en la Figura 3.17 se observa la secuencia, condiciones y restricciones que posee dicha ventana. Las condiciones

que deben de cumplir son que posea una conexión activa de las variables, que solo una de las ventanas esté abierta al momento del monitoreo. Una de las restricciones más importantes es la desactivación de la rutina de lectura de datos al momento de enviar los valores esto es para evitar que los valores se pierdan o se sobre escriban de manera errónea además se gana en velocidad en las rutinas.

3.2.2.2 Subrutina ventana de mantenimiento

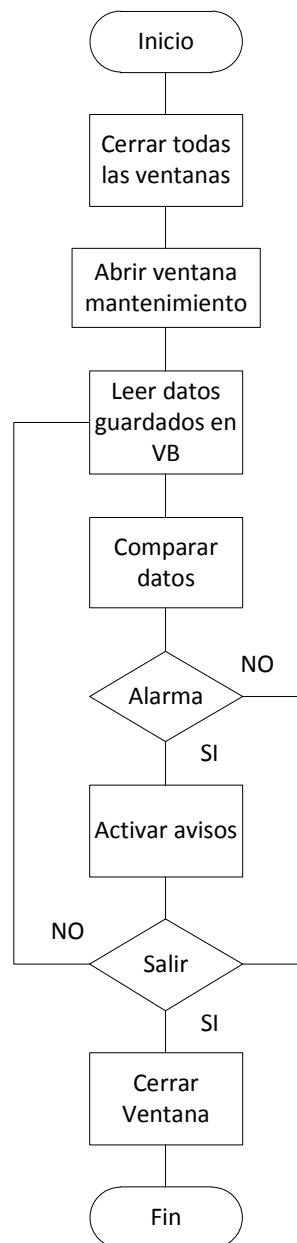


Figura 3.18 Subrutina ventana de mantenimiento.¹⁷

La estructura de la programación de las subrutina para las ventanas de mantenimiento que se observa en la Figura 3.18 y la ventana de presentación de variables del PLC en la Figura 3.19, se utilizó un lógica secuencial en la cual primero se lee los datos guardados que se encuentran en las variables propias del programa cada cierto intervalo de tiempo para actualizar los datos. Luego se compara los datos para lograr definir si existe algún problema en tal caso se procede a activar un aviso en la ventana. Estas ventanas son exclusivamente de monitoreo razón por la cual no se puede ni debe de permitir el ingreso de datos que afectarían de forma directa al proceso y es muy peligroso realizar cualquier tipo de control desde un sitio que no permita la visualización directa del proceso ya que se trabaja con personal involucrado directamente en el sitio manipulando materiales.

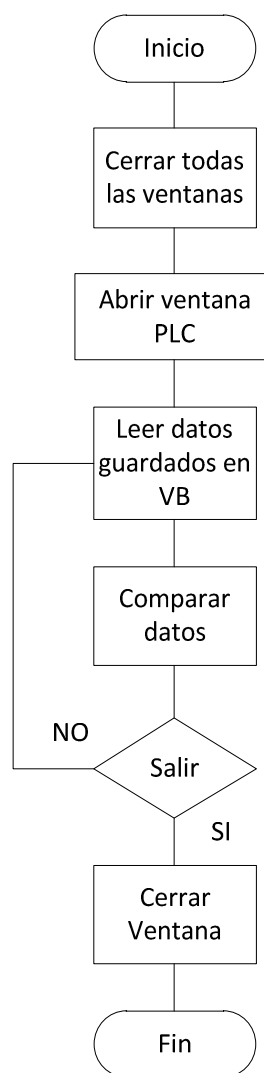


Figura 3.19 Subrutina ventana variables PLC.¹⁷

3.3 INTERFAZ DEL PROCESO DE GALVANOTECNIA.

La HMI representa un medio de interacción entre un usuario y un determinado hardware, este debe ser capaz de mostrar al usuario datos básicos de todos los sistemas de control presentes en el proceso de galvanotecnia como, variables de control, set points y variables de visualización.

En esta sección se presenta y explica los criterios que fueron utilizados para desarrollar las diferentes pantallas de control y monitoreo en el sitio como también en el acceso remoto. Se tomó en cuenta lo siguiente:

- **Facilidad de manejo.-** Para la facilidad de manejo se diseñaron las pantallas de forma que sea intuitivo el uso de las mismas, en especial para aquellas personas involucradas en el proceso.
- **Datos claros.-** Presentar datos en forma clara para lo cual se designó con nombres no técnicos sino con términos de uso cotidiano de esta sección de trabajo evitando confusiones al momento de su manipulación y maniobra.
- **Información adecuada.-** La información que se presenta debe ser la correcta y que esté debidamente comprobada y se evite confusiones posteriores.
- **La efectividad.-** Se realizó un análisis con los posibles problemas que podría ocurrir y comprender el nivel de efectividad que daremos en dichas circunstancia, y así llegar a cumplir con los objetivos para lo que fue diseñada.
- **La eficiencia.-** Se analizó el cómo realizar reducción de tiempos en el manejo de variables y disminución de errores al momento de su uso.
- **El nivel de seguridad.-** Un aspecto importante al diseñar sistemas de monitoreo y control es la seguridad que se dará a los datos que leemos o ingresamos, para lo que se da niveles de acceso dependiendo del personal que manipule la interfaz.

- ***Distracción de otras actividades.***- El interfaz debe ser muy discreta para evitar distraer al personal que trabaje a su alrededor o llamar la atención, evitando así la manipulación por personal no calificado.

3.3.1 DISEÑO DE LA HMI.

Una implementación necesaria para la optimización de los recursos, un seguimiento del proceso más detallado y confiable a la hora de trabajar, facilitando de forma directa a los trabajadores encargados de operar la maquinaria ya que lo harán de una forma más clara y dejando de lado la manipulación directa de ciertos procesos que no se la realizaba de manera correcta.

3.3.1.1 Interfaz realizada en la pantalla KTP 600.

Para el control y monitoreo se colocó una pantalla SIEMENS KTP 600 PN, esta permite el control de todos los subprocesos así como permite la visualización de alarmas. Se realizó la programación con la ayuda del software TIA PORTAL de SIEMENS, este software permite trabajar de una manera integrada de tal que se interrelaciona las variables del programa directamente con los iconos que comandan y componen la HMI facilitando la programación.

Lo primero que se debe realizar es la selección de la pantalla a utilizar en el menú del programa como se mencionó anteriormente se selecciona la KTP600 Basic mono PN como se observa en la Figura 3.20.

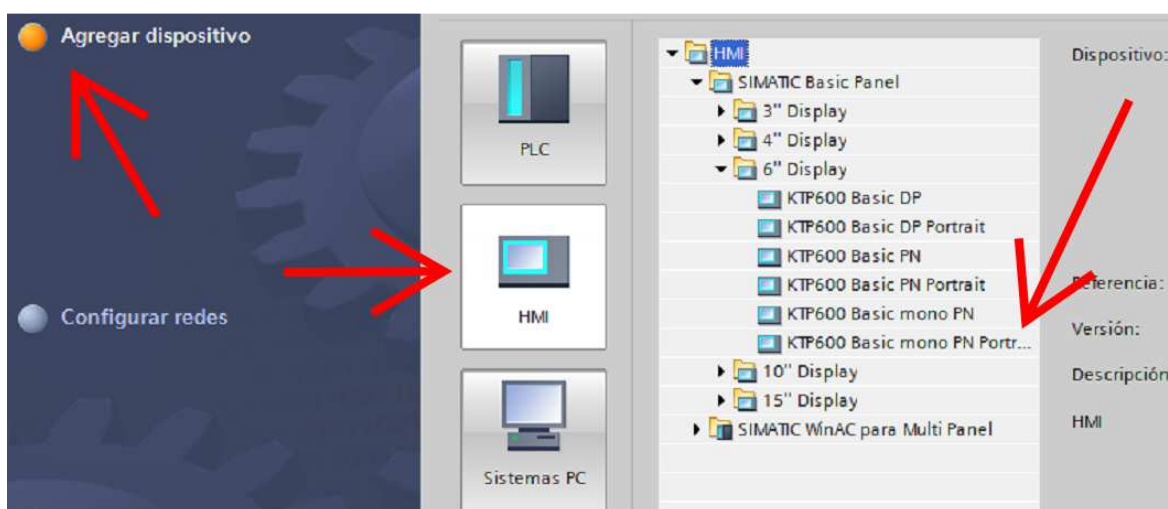


Figura 3.20 Añadir pantalla.¹¹

Con la elección de la pantalla es necesario el ubicar los iconos de las herramientas que tenemos a disposición para esto se ingresa al árbol del proyecto en la sección de las pantallas como se ve en la Figura 3.21.

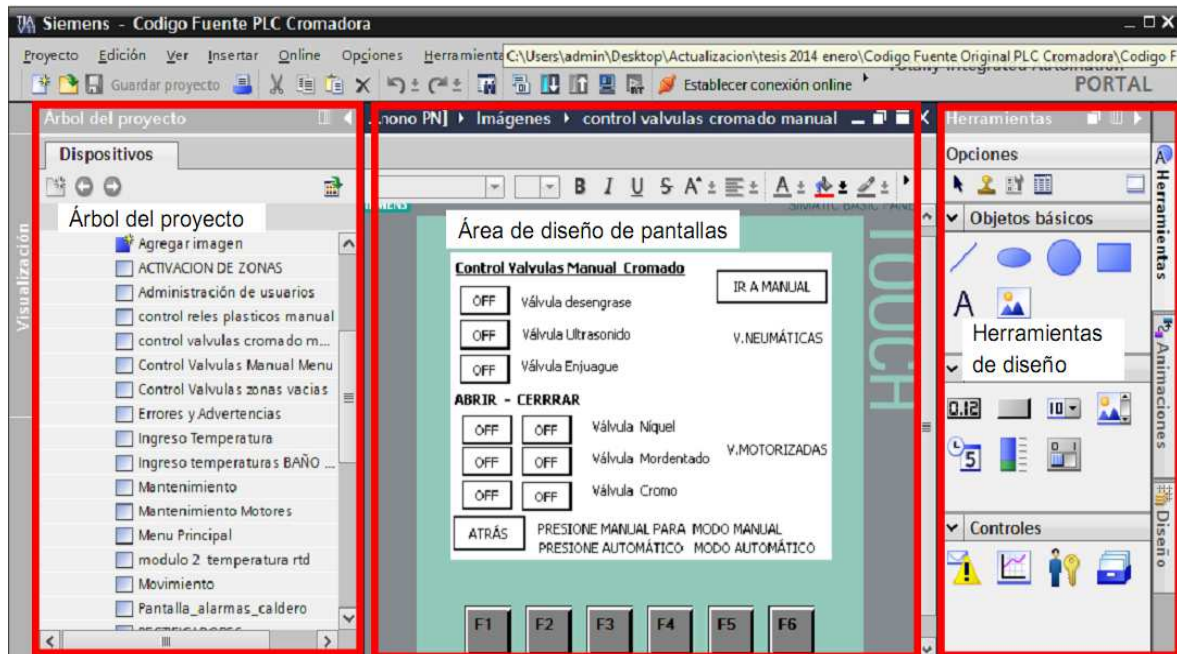


Figura 3.21 Área de trabajo.¹¹

La programación se realiza de una manera directa no existe problemas al momento de utilizar y asignar las variables que es la principal ventaja del software, mejorando los tiempos de programación.

Para el desarrollo de las pantallas es necesario tener en cuenta que se requiere controlar y diseñar en función de las necesidades del operador, ya que una HMI muy compleja crea confusión en los operadores y podría presentarse daños por mala operación de los empleados.

- **Menú Principal.**

En el menú principal se puede apreciar las cuatro opciones que dan paso al control y monitoreo en los procesos del área.

Como se puede apreciar esta pantalla de inicio consta de la fecha y la hora las opciones de ingreso a los submenús e ingresos directos por pulsadores como se aprecia en la Figura 3.22.

- **Encendido de motores.**

El menú encendido de motores consta de opciones para el manejo de los motores que intervienen en el proceso como se pueden apreciar en la Figura 3.23.



Figura 3.22 Pantalla local menú principal.²⁰

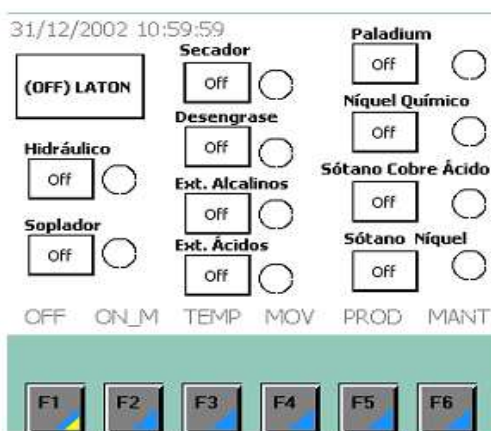


Figura 3.23 Menú encendido y apagado motores.²⁰

- **Temperatura.**

En esta pantalla se pueden visualizar los set point ingresados así como los valores de las temperaturas en las cubas del proceso que requieran de la supervisión de temperatura como se muestra en la Figura 3.24.

²⁰ Pantalla diseñada por Pacheco R. & Proaño I.



Figura 3.24 Menú temperatura.²⁰

- **Menú movimiento.**

En el menú movimiento se tiene la opción de automático y manual del movimiento con los botones de pausa implementados, este pequeño cambio hace que se pierdan tiempos muertos en la producción. Para pasar a manual es necesario que se presionen las opciones que se tiene en el submenú se puede apreciar en la Figura 3.25.

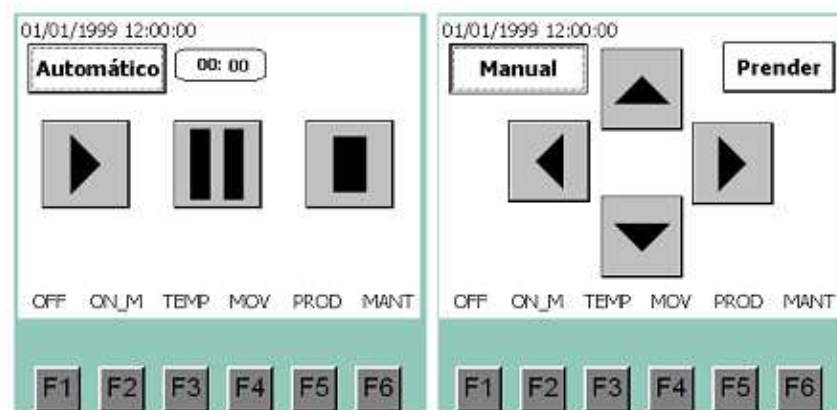


Figura 3.25 Menú de movimiento.²⁰

- **Menú Producción.**

Se tiene en el menú de producción las opciones de elección de turno así como la cantidad de gancheras con producto terminado permitiendo guardar estos datos que serán de utilidad para el equipo de producción así se puede apreciar el submenú en la Figura 3.26.



Figura 3.26 Menú de producción.²⁰

- **Pantalla mantenimiento.**

En la pantalla de mantenimiento se permite opciones de manipulación manual de algunos submenús que solo se necesitan tener maniobrabilidad por el equipo de mantenimiento, a continuación se puede apreciar en la Figura 3.27.



Figura 3.27 Menú mantenimiento.²⁰

En todos estos submenús se realizó programación que esta de acorde a la código del plc con lo cual se tiene una facilidad de manejo y estética adecuados para el diseño de los menús de la pantalla local.

3.3.1.2 Interfaz realizada en pantallas de Visual Basic.

Con el objetivo de tener una estación remota que permita la visualización y modificación de los parámetros para las diferentes variables involucradas en el proceso se diseñó pantallas de monitoreo para la sección de mantenimiento, producción y control del proceso.

La pantalla destinada a producción consiste en la visualización de las variables que intervienen en el proceso como son temperatura, nivel, voltajes y datos de producción, debidamente identificadas como se muestra en la Figura 3.28, en la pantalla diseñada tiene la posibilidad de cambiar de forma directa los valores de temperatura y tiempo de inmersión previamente al acceso de una clave de usuario Figura 3.29.

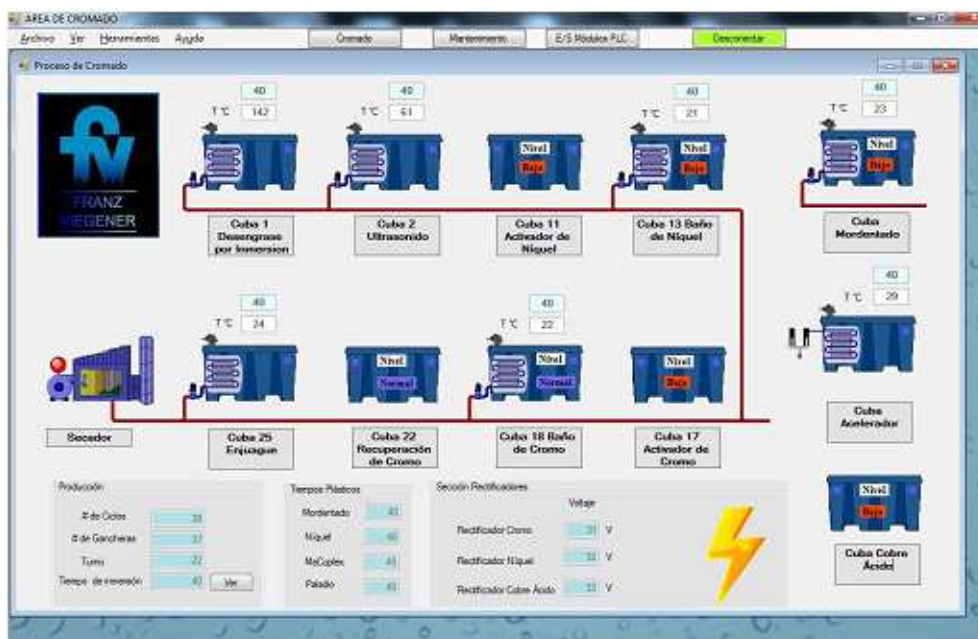


Figura 3.28 Pantalla de monitoreo.¹⁸

Figura 3.29 Clave de acceso.¹⁸

Las pantallas destinadas a mantenimiento se diseñaron con el fin de dar información de las variables que se activan o desactivan sin necesidad de ir al tablero para su verificación, se observa las variables de entrada y salida sean digitales o análogas Figura 3.30. Esto facilita el seguimiento del proceso y hace posible analizar errores sin la necesidad de trabajar directamente en el tablero.



Figura 3.30 Variables del PLC.¹⁸

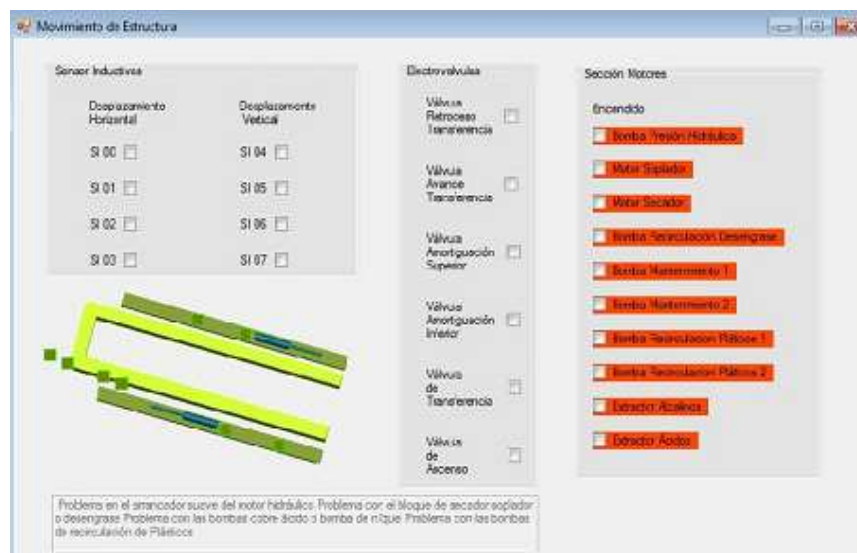


Figura 3.31 Pantalla de mantenimiento.¹⁸

En la Figura 3.31 se presenta una pantalla que brinda información del estado de cada uno de los sensores del movimiento electroválvulas y los motores, también

se presenta avisos de cuando un elemento esta fuera de funcionamiento o esta desactivado.

Adicionalmente posee una sección para crear y eliminar claves de ser necesario para los diferentes usuarios como se presenta en la Figura 3.32. Esta sección se la realizó con el fin de evitar cambios en parámetros del proceso por personal no calificado.



The image shows a software window titled "Agregar Nuevo Usuario". It contains three text input fields for "Usuario", "Contraseña", and "Confirme Contraseña". Below the fields are three buttons: "Salir", "Guardar", and "Borrar Usuario".

Figura 3.32 Crear o eliminar contraseña.¹⁸

CAPÍTULO 4. PRUEBAS Y RESULTADOS.

Este capítulo es desarrollado con el fin de presentar un análisis de lo realizado y expuesto en capítulos anteriores.

Como primer punto se da a conocer lo realizado en el tablero luego de la implementación como se observa en el plano del Anexo A6, en el que se puede apreciar el tablero con todos los elementos de protección, fuerza, control y comunicación que este contiene. Está distribuido e identificado con etiquetas plásticas y metálicas de manera que facilite guiar e identificar los elementos mediante el uso de los planos eléctricos que se desarrolló para el presente proyecto.

Para un análisis rápido y ordenado de los elementos que contiene el tablero se lo dividió en secciones que va desde la parte superior a la inferior. Las secciones están separadas por canales que llevan los cables de conexión de un elemento a otro.

Sección uno.- Esta consiste en el breaker principal del tablero, un detector de fase, un transformador de 220 a 110 VAC y una fuente de corriente DC. Para su instalación se tomó en cuenta el grado de peligro y el nivel de disipación de calor por lo que se consideró un espacio entre ellos como se muestra en la Figura 4.1.



Figura 4.1 Distribución de elementos.²¹

Sección dos.- Se aprecia un bloque dedicado a la protección que incluye breakers para los dispositivos que funcionan a voltajes de 110 - 220 VAC, una serie de porta fusibles para la protección de elementos de control que funcionan a 24 VDC se incluye al PLC y sus módulos que se utilizan para enviar y recibir las señales

²¹ Fotografía perteneciente al nuevo tablero

de los diferentes dispositivos de maniobra y control. En la Figura 4.2 se presenta los elementos antes descritos.



Figura 4.2 Protecciones, PLC y módulos.²¹

Sección tres.- Aquí se hallan los elementos de maniobra (relés) que se aprecia en la Figura 4.3. Estos son activados por las salidas del PLC y sus módulos para el control de los diferentes elementos que necesiten un voltaje de 220VAC. Esta sección aísla la parte de control 24 VDC de la que usa 220 VAC.



Figura 4.3 Sección de relés.²¹

Sección cuatro.- En la Figura 4.4 se encuentra una caja de conexiones para elementos que funcionen a 220VAC, una sección de fusibles para la protección de las bobinas de los elementos de control que utilizan alimentación de 220 VAC. Adicionalmente se encuentran los relés de estado sólido para el control de las niquelinas de calentamiento en la sección de galvanoplastia y un cajetín para conexión a la red de la empresa.



Figura 4.4 Elementos de la sección cuatro.²¹

Sección cinco.- Aquí se instaló un bloque de guardamotores para la protección de los motores. Estos están conectados directamente desde las barras de alimentación que se encuentra ubicada en la parte posterior del tablero.

También se incluye una sección de borneras dedicadas a conectar las entradas y salidas de los módulos del PLC, así se evita la conexión directa a los módulos estas facilitan la conexión y ayuda a organizar de mejor manera las entradas y salidas de las variables como se muestra en la Figura 4.5.



Figura 4.5 Guardamotores y borneras E/S.²¹

Sección seis.- En la Figura 4.6 se puede ver los contactores y arrancadores suaves para el accionamiento de los motores. La salida de los mismos se conecta a borneras que facilitan la conexión hacia el motor. Además un bloque de borneras para la conexión de niquelinas ubicadas en galvanoplastia.



Figura 4.6 Contactores, arrancadores y borneras de potencia.²¹

Sección siete.- Esta contiene borneras destinadas a la alimentación de elementos que requieren voltaje continuo 24V como es el caso de los sensores inductivos. Se incluye una zona destinada a la parte neumática, que controla el proceso de calentamiento. Esta zona contiene a las servoválvulas para el accionamiento de las válvulas neumáticas mediante el paso de aire desde un bloque de distribución

neumático. Se puede observar en la Figura 4.7 las borneras de alimentación y la caja neumática.



Figura 4.7 Borneras de voltaje DC y caja de válvulas neumáticas.²¹

Se realizó el diseño de varias estructuras de soporte para los sensores inductivos utilizados en la detección de la posición de los pistones hidráulicos que realizan el movimiento de la estructura. Para una mayor comprensión de lo explicado se recomienda (Ver Anexo A3).

4.1 PRUEBAS DE SIMULACIÓN.

Se realizó varias pruebas de simulación con diferentes programas informáticos para evitar trabajar directamente en el proceso y facilitar el análisis del mismo.

4.1.1 PRUEBAS DE SIMULACIÓN MEDIANTE FESTO HIDRAULIC.

La simulación del circuito hidráulico²² para el movimiento mecánico de la estructura, se lo realizó luego de un estudio exhaustivo del plano hidráulico de la máquina. Además se tomó en cuenta aspectos físicos que no pueden ser simulados como la fuerza que produce la estructura por su propio peso conjuntamente con el material a ser procesado. El programa proporciona pautas a ser tomadas en cuenta, previo a la programación del PLC como tiempos de

²² Circuito hidráulico es un sistema que comprende un conjunto interconectado de componentes separados que transporta líquido.

accionamiento y variaciones en la velocidad. En la Figura 4.8 se puede observar el diseño de un diagrama del circuito hidráulico.

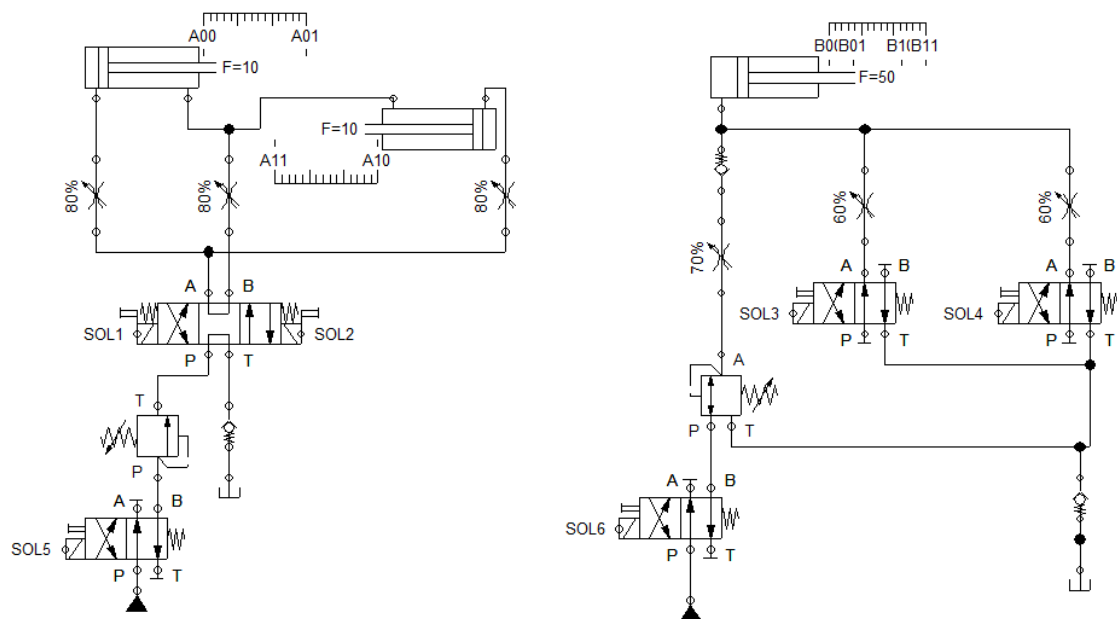


Figura 4.8 Circuito hidráulico.¹⁹

Como resultado del uso del programa informático el proceso fue simulado de forma similar al real, esto hizo posible hacer variaciones como el cambio de fines de carrera mecánicos a sensores electrónicos además de simular variaciones de velocidad y los efectos que estos producen a la programación.

FluidSIM²³ facilitó el análisis simulando diferentes casos que podrían darse como son el exceso de velocidad en los pistones las fallas de los sensores o servoválvulas y efectos que posiblemente se puedan producir por manipulaciones externas como es el accionamiento de las válvulas manualmente.

4.1.2 PRUEBAS DE SIMULACIÓN MEDIANTE FESTO HIDRAULIC Y TIA PORTAL.

Un aspecto importante luego de tener un sistema hidráulico que se aproxime a la realidad es probar conjuntamente con la programación realizada en el PLC, mediante el uso de ayudas informáticas y un programa adicional de enlace como es el Festo Didactic EzOPC (control de simulación en FluidSIM).

²³ FluidSIM: Programa para simulación de fluidos

El diagrama de la Figura 4.9 presenta el enlace de conexión entre los programas Festo Hidraulic y TIA Portal. Esto hace posible simular completamente el movimiento de la estructura mecánica y accionamiento de válvulas.

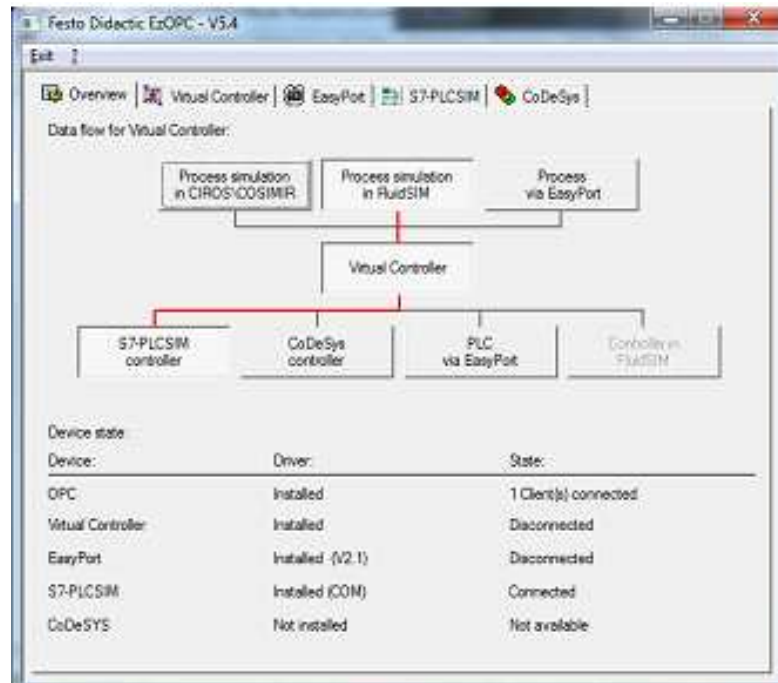


Figura 4.9 Conexión Virtual entre FluidSIM y PLCSIM.¹⁹

En la Figura 4.10 se puede observar la conexión virtual de FluidSIM mediante el uso de bloques que representan las entradas y salidas de uno o varios módulos del PLC, dichos bloques están configurados para enlazar mediante Festo Didactic EzOPC las variables de los dos programas de simulación.

En la Figura 4.11 se observa los accionamientos que corresponden al programa realizado en TIA Portal la misma que representa en forma virtual el activado de las salidas y la lectura de las señales de entrada mediante marcas de comprobación o vistos. Está simulación hace posible ingresar tiempos como si se estuviese en el proceso mediante la escritura directa en la sección de ingreso de datos. Además se puede seguir el programa de forma directa al observar el cambio de color de las líneas segmentadas del programa cada vez que estas sean activadas, lo que ayuda a detectar los errores de forma más exacta.

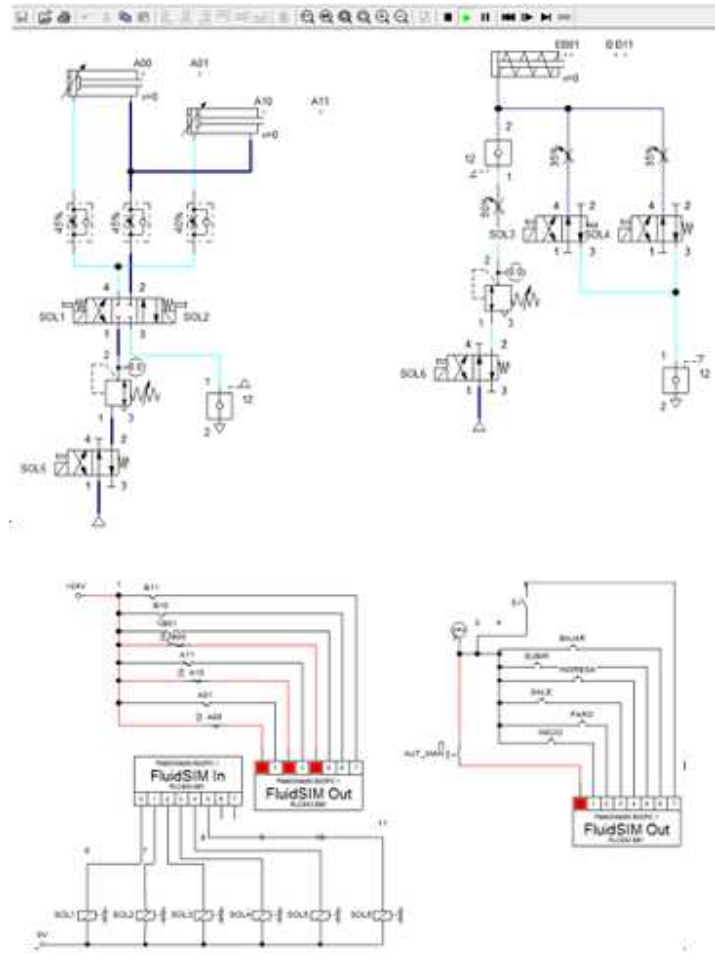


Figura 4.10 Pantalla de simulación Festo.¹⁹

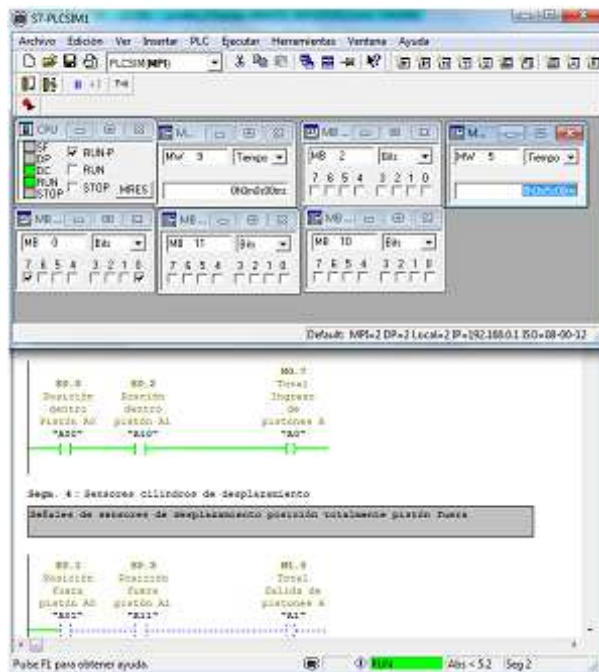


Figura 4.11 Pantalla de simulación PLC.¹⁹

Al realizar la simulación conjunta se evidencia un correcto funcionamiento siempre y cuando se cumpla la secuencia correcta así como también las restricciones planteadas para los movimientos manual o automático. Al simular fallas en la parte hidráulica se logró modificar la programación que posteriormente se enviara al PLC.

Como resultado de lo descrito se obtuvo un programa más eficiente y seguro al realizar las pruebas directamente en la máquina. Ya que inicialmente se simulaban errores y fallas que podría tener y se dio soluciones a estos posibles eventos de fallos e inclusive se simuló los paros de emergencia.

Un punto importante de realizar las simulaciones es proporcionar una mayor confianza y seguridad al momento de las pruebas a tiempo real.

4.1.3 PRUEBAS DE SIMULACIÓN DE LA PANTALLA MEDIANTE TIA PORTAL.

Una prueba necesaria para realizar una interfaz acorde a las necesidades de los operadores del área es la simulación de las pantallas para el control y supervisión del proceso. En estas pantallas se aprecia de forma exacta la interfaz que se presentará. Esto es muy útil al momento de programar la pantalla KTP600 ya que permite una visualización e interacción real. La Figura 4.12 presenta las variables empleadas en la programación y el simulador de la pantalla desarrollada para la interfaz.

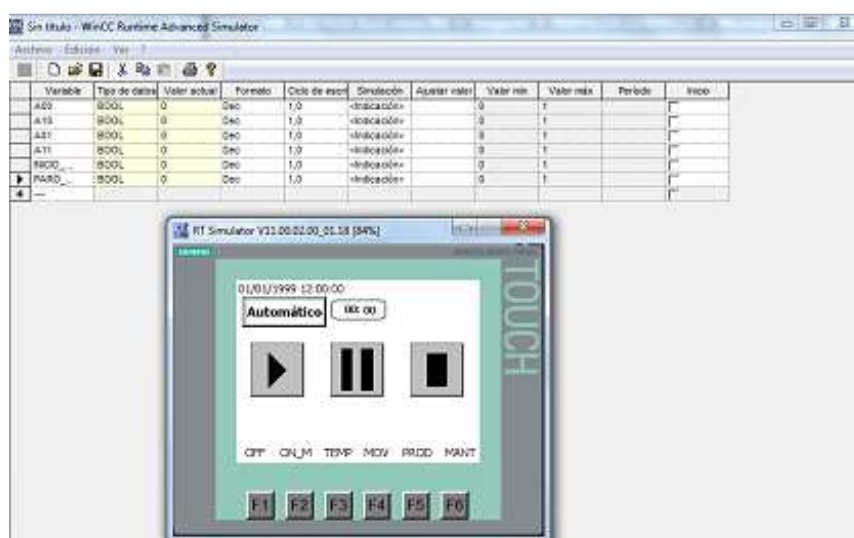


Figura 4.12 Simulación de la HMI.¹¹

Las pruebas realizadas a la interfaz se basan en la comprobación de los eventos que debe realizar cada uno de los botones que se incluyen en las pantallas, siendo estos eventos cambio de pantallas, activación de variables, presentación de gráficas o animaciones además es posible ver si una variable esta enlazada al programa o no.

El resultado más evidente al realizar esta simulación es el poder manipular de forma fácil y rápida la programación. Con esto se evita tener que descargar el programa en la pantalla y el PLC cada vez que se realice un cambio, ya que no es necesario trabajar físicamente con la pantalla y el PLC. Esto fue muy útil ya que no se contó inicialmente con los dispositivos para realizar pruebas de campo.

4.2 PROTOCOLO DE PRUEBAS.

Una vez terminado el montaje del tablero y realizado el cableado desde este hacia cada uno de los elementos finales como motores, servo válvulas y sensores se procede a realizar pruebas de funcionamiento definitivas y de calibración de los equipos y dispositivos de control, para lo cual se ha definido y planteado un protocolo de pruebas en etapas, las mismas que deben cumplir con varios puntos, como:

- **Comprobación física de los elementos utilizados y su correcta conexión.-** Es un punto muy importante cuando se realiza un diseño y armado de tablero, en el cual se verifica el tipo de alimentación de cada elemento, la configuración en la que el elemento funciona y las señales de entrada o salida que se requiera mediante el uso de los planos eléctricos para guiarse.
- **Verificación de las seguridades del proceso como también las condiciones de funcionamiento.-** Con el fin de prevenir daños personales y materiales se activa los paros de emergencia de forma directa para confirmar su correcto funcionamiento y que realice la desconexión de todos los elementos que estén involucrados.
- **Planeación del arranque.-** Con esto se involucra de forma individual los elementos del proceso siempre que es posible. Aquí se analiza de forma

general el proceso para subdividirle en partes con el fin de comprobar el funcionamiento por etapas como:

- La etapa de calentamiento.

En la etapa de calentamiento se verifica el correcto funcionamiento de apertura y cierre de válvulas tanto mecánicas como neumáticas.

- La etapa de encendido de motores.

Se verifica que las conexiones se encuentren bien realizadas así como también su correcto sentido de giro. Adicionalmente con una certificación de puntos eléctricos se realiza una identificación de cada motor encendiendo y apagando uno a uno tomando en cuenta su correcta localización y notación en pantalla local.

- La etapa de movimiento.

En la etapa de movimiento es importante verificar las partes mecánicas como: válvulas, tuberías y elementos hidráulicos esto complementado con un correcto funcionamiento de la parte eléctrica como son los relés de control así como también la correcta instalación y calibración de los elementos de control que se utiliza.

- La etapa de monitoreo.

La etapa de monitoreo en la cual se verifica la correspondencia a las señales de nivel de las cubas y señales de voltaje de los rectificadores.

- **Pautas previa a la comunicación entre el PLC y la PC.-** Inspeccionar las conexiones en los diferentes puntos de la red, crear una conexión directa al PLC desde la PC y verificar que los datos se envíen o se reciban correctamente desde y hacia el proceso.

Una vez cumplidos estos puntos es posible realizar las pruebas que sean necesarias.

4.3 PRUEBAS EN TIEMPO REAL.

Luego de realizar las simulaciones virtuales del funcionamiento y haber cumplido con los pasos del protocolo de pruebas se procede a hacer pruebas directas en el proceso. Las pruebas se las realizó por etapas y en lapsos cortos de tiempo, y así no interferir con la producción en esta área, mientras que la prueba final de todo el proceso se realizó luego de la instalación completa de todos los equipos.

4.3.1 PRUEBAS PRELIMINARES.

Las pruebas preliminares realizadas para la etapa de movimiento se basan fundamentalmente en la comprobación del funcionamiento y el comportamiento de las servoválvulas. Para lo cual se realiza la verificación de su accionamiento como también la comprobación de los tiempos de respuesta luego de la activación o desactivación de las mismas.

Para cumplir este objetivo se realizó una conexión en paralelo con los dispositivos que se usan para el control de las servoválvulas como los relés como se muestra en la Figura 4.13, posteriormente se realizó el control de los mismos verificando el activado y desactivado correcto de las servoválvulas así como la comprobación del correcto ingreso de las señales, una vez terminado esto se realiza el encendido directo del motor del circuito hidráulico que proporciona la presión necesaria para realizar el movimiento de la estructura.

Luego de realizar las pruebas anteriormente mencionadas es posible continuar con la prueba de movimiento. En modo manual se controla de forma directa el activado de las servoválvulas, las mismas que son controladas con éxito además se verificó las condiciones que debe de cumplir esta etapa para el movimiento seguro de los pistones.

Posterior a la prueba en modo manual se procede a la prueba en modo automático y se verifica el algoritmo correcto de secuencia para dicho proceso. Se prueba y verifica que se cumpla las condiciones de: inicio de ciclo, funcionamiento de las opciones paro del ciclo automático y pausa del movimiento. Como puntos adicionales se verifica condiciones de alarma y posibles errores que pueden

ocurrir en el movimiento como es la no detección de señales y un exceso en el tiempo del proceso.

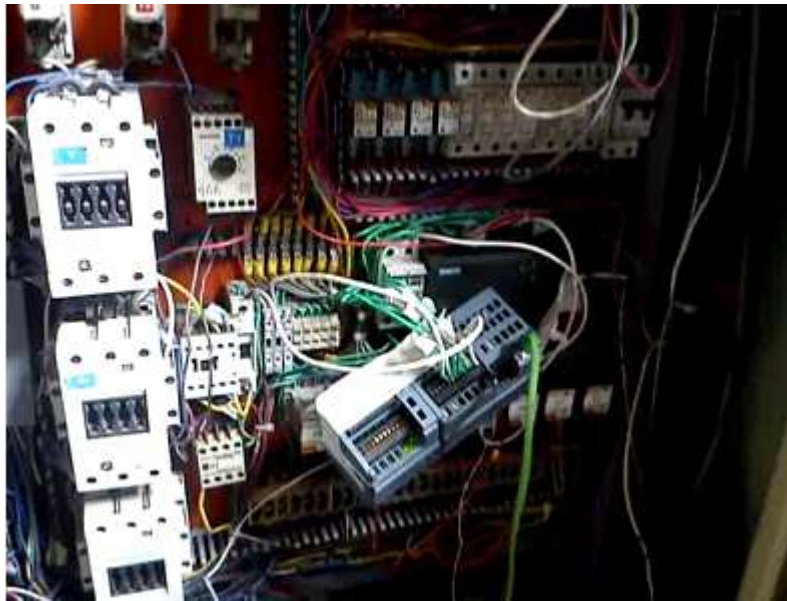


Figura 4.13 Control de servoválvulas.

Como resultado de las pruebas preliminares de movimiento se destaca el encontrar varias fallas, tanto en el diseño del software como también en la parte mecánica.

Las fallas mecánicas fueron informadas para la corrección respectiva e incluso para realizar modificaciones, por ejemplo al utilizar sensores inductivos en lugar de fines de carrera y el cambio en una de las servoválvulas que presento un mal funcionamiento de la bobina.

4.3.2 PRUEBA DE MOVIMIENTO.

Al finalizar la instalación del tablero y demás equipos se realizó la prueba de calibración de los nuevos sensores utilizados como fines de carrera. Los mismos se observan en la Figura 4.14 (Ver ANEXO A3), para lo cual mediante el uso de la pantalla KTP600 instalada en el sitio se procede activar el modo manual del sistema y mover la estructura a la posición deseada. Así se logra calibrar distancias entre sensores y los puntos finales a los que deben de llegar los pistones así como también la distancia entre el sensor y la pieza a ser detectada condiciones necesarias para el movimiento de la estructura de una forma correcta.



Figura 4.14 Calibración de sensores.²

Una vez realizada la calibración de los sensores y los tiempos de accionamiento de las servoválvulas, se activa el modo automático y en funcionamiento se manipula manualmente los elementos mecánicos que regulan el flujo del líquido hidráulico que ingresa. Esto controla la velocidad del movimiento mecánico de la estructura logrando así un tiempo de ciclo definido para el movimiento.

El resultado más evidente fue la facilidad con la que se maneja y controla la estructura mediante el uso de la HMI en el sitio, un avance muy significativo con respecto al sistema de movimiento anterior logrando así evitar la manipulación directa de las servoválvulas reduciendo el riesgo que esto implica. Se volvió el sistema más eficiente por tanto se logró eliminar tiempos innecesarios durante el proceso en especial con el uso del botón de Pausar que se implementó.

Con respecto al cambio de los fines de carrera electromecánicos por sensores inductivos hizo más fácil el mantenimiento y dio más confianza al poder observar cuando estos son activados y resisten de mejor manera el ambiente al que están expuestos. Estos no poseen partes mecánicas que se traben que eran uno de los principales problemas que presentaba la máquina.

4.3.3 PRUEBA DE LOS MOTORES.

La prueba de los motores se la realizó de manera individual con el fin de identificar exactamente su ubicación y poder tomar en consideración todos los parámetros necesarios como son:

- Sentido de giro.

- Si es necesario abrir o cerrar manualmente válvulas para el caso de las bombas de recirculación del cobre ácido.
- Si es posible encender los motores con el personal presente o debe ser evacuado del área como en el caso de los extractores.

Tomando en cuenta lo anterior se procede al encendido de los respectivos motores, bomba o ventilador dependiendo sea el caso, con esto certificamos el equipo utilizado y se calibra los guardamotores para un punto de trabajo de acuerdo a los parámetros medidos o tomados de la placa de datos y verificados mediante su accionamiento.

También se verifica la correcta secuencia en las líneas de alimentación, y así lograr tener un sentido de giro apropiado para cada aplicación en la que se use el motor eléctrico. En la Figura 4.15 se observa una bomba de filtrado y recirculación la cual debe tener un único sentido de giro.



Figura 4.15 Bomba de filtrado y recirculación.²

El resultado más evidente en la sección de motores con la implementación del proyecto es el poder tener de forma clara y ordenada todo lo referente al control, protecciones y cableado. De ser necesario un mantenimiento o reparación se diseñó planos eléctricos que brindan la información suficiente con respecto a la ubicación y sus parámetros eléctricos de cada uno de estos. Con la implementación del control de encendido mediante un HMI en el sitio se facilita y optimiza el tiempo de accionamiento de cada motor pudiendo ser accionado en secuencia o individualmente.

4.3.4 PRUEBA DE VÁLVULAS NEUMÁTICA Y VÁLVULAS DE ACCIONAMIENTO MECÁNICO.

Las pruebas realizadas a las válvulas neumáticas y de accionamiento mecánico encargadas del calentamiento de las cubas, se las realizó mediante la activación directa de las salidas del PLC desde la HMI, así se verificó que las válvulas funcionen correctamente tanto en la apertura como en el cierre. Igualmente, como en casos anteriores, se verificó la ubicación de cada una de ellas y la concordancia de lo instalado con lo dibujado en los planos para que no exista ninguna inconsistencia en estos.

Se comprobó el control manual de las válvulas desde el HMI diseñado para el área de mantenimiento, las mismas que eran accionadas de acuerdo al pedido del personal de producción y mantenimiento. Esto se lo realizó durante el llenado de los baños químicos para lograr un calentamiento uniforme, y así poder iniciar el proceso en el área de cromado.

La prueba del control automático de las temperaturas; es decir, el accionamiento autónomo de las válvulas neumáticas y de accionamiento mecánico se las realizó tan pronto se terminó de llenar las cubas con las sustancias y conjuntamente con la subrutina de temperatura.

Al finalizar estas pruebas se pudo comprobar la correcta conexión de las válvulas de accionamiento mecánico a pesar que era muy fácil equivocarse en la conexión. En cuanto a las válvulas neumáticas se observó un rápido y correcto accionamiento.

4.3.5 PRUEBAS DE CALENTAMIENTO.

4.3.5.1 Prueba con válvulas.

Una vez terminada las pruebas de las válvulas para el calentamiento, se procedió a las pruebas para calibrar valores de los sensores de temperatura PT100. Como primer punto, se comparó la temperatura observada en pantalla del HMI con la real, obtenida mediante un termómetro de mercurio que se ubicó junto a la PT100, y así realizar la compensación de ser necesario. En la Figura 4.16 se muestra los elementos que intervienen para el calentamiento en el sitio.



Figura 4.16 Sistema de calentamiento.²

Las variaciones de temperatura se presentan debido a perturbaciones externas como temperatura ambiente, el llenado de las cubas con sustancias a diferente temperatura, la aplicación de ultrasonido a las piezas metálicas, diferencia de temperatura de una cuba a otra.

La prueba de confiabilidad de los datos mostrados en la HMI se realizó mediante la comparación de los valores medidos por el termómetro de mercurio y los datos obtenidos por el PLC visualizados en pantalla.

Inicialmente existía error debido a la longitud de los cables que conectan a la PT100 con el módulo RTD y el error de apreciación para el caso del termómetro de mercurio.

Para eliminar el error de medición, se calculó el promedio de la variación y se realizó la compensación al valor de la pantalla en el PLC con un valor de 0.96°C.

En la Tabla 4-1 se muestra los valores obtenidos de las diferentes mediciones y sus variaciones de temperatura como también los errores para cada par de medidas.

Valor pantalla sin compensar (°C)	Termómetro (°C)	Variación de temperatura (°C)	Valor Pantalla Compensado (°C)	Error %
39,7	38,5	1,2	39,46	0,60%
40,5	39,7	0,8	40,66	0,40%
41	40,1	0,9	41,06	0,15%
40,4	39,5	0,9	40,46	0,15%
39,2	38,2	1	39,16	0,10%
39,9	39	0,9	39,96	0,15%
40,2	39,1	1,1	40,06	0,35%
39,5	38,6	0,9	39,56	0,15%
40,6	39,6	1	40,56	0,10%
39,7	38,8	0,9	39,76	0,15%
		0,96		

Tabla 4-1 Valores de temperatura real, pantalla y errores.

Posteriormente se calculó el error entre el valor real y el valor compensado en el PLC. El error resultante fue bajo el 0,6% del valor real, lo cual es un valor aceptable para el proceso en cuanto incide en las décimas y centésimas de unidad de temperatura.

Con esto se determina que la medida de la pantalla compensada y la medida de la cuba tomada a partir de un termómetro son confiables.

El proceso se realizó para todas las cubas y se efectuó la compensación en las medidas que requerían.

La adquisición de datos se realizó en un lapso de tiempo de 8 horas mediante un DATA LOGGER que posee la HMI desarrollada. Esta permite guardar los valores medidos mediante la creación de una base de datos creada en Microsoft Access.

Cabe aclarar que no se controló de ninguna manera la fuente de calentamiento (caldero). Se controló la temperatura en las cubas mediante un control por histéresis.

El tiempo de adquisición establecido es de 10 segundos para todas las cubas. Con esto se pudo constatar que la temperatura está variando en el rango de

histéresis o de trabajo como se muestra en las curvas de temperatura graficadas en base a los datos adquiridos por la HMI.

Las variables de temperatura fueron designado por el departamento de producción y está en un rango de [20 - 80] °C y con valores de histéresis entre [0,1 – 9,9] °C.

En la Tabla 4-2 se presenta los valores ingresados de temperatura para las respectivas cubas.

Cuba		°C
Desengrase	Histéresis alto	47
	Set point	45
	Histéresis bajo	43
Níquel	Histéresis alto	54,5
	Set point	53,5
	Histéresis bajo	52,5
Cromo	Histéresis alto	41
	Set point	40
	Histéresis bajo	39
Enjuague caliente	Histéresis alto	47
	Set point	45
	Histéresis bajo	43
Níquel químico	Histéresis alto	51
	Set point	49,5
	Histéresis bajo	48
Ultrasonido	Histéresis alto	45
	Set point	43
	Histéresis bajo	41
Mordentado	Histéresis alto	76
	Set point	74
	Histéresis bajo	72

Tabla 4-2 Valores ingresados.

En las pruebas se tomó en cuenta los valores altos, bajos y el rango de trabajo donde la temperatura está oscilando por el accionamiento de las válvulas que permite el paso del líquido precalentado. No se controla las pendientes de la temperatura.

A continuación se presentan en la Figura 4.17 y Figura 4.18 el comportamiento de las variables de temperatura en las cubas de níquel, cromo, ultrasonido y mordentado con un tiempo de adquisición de 10 segundos datos adquiridos con la HMI.



Figura 4.17 Curva real de temperatura níquel, ultrasonido y cromo.

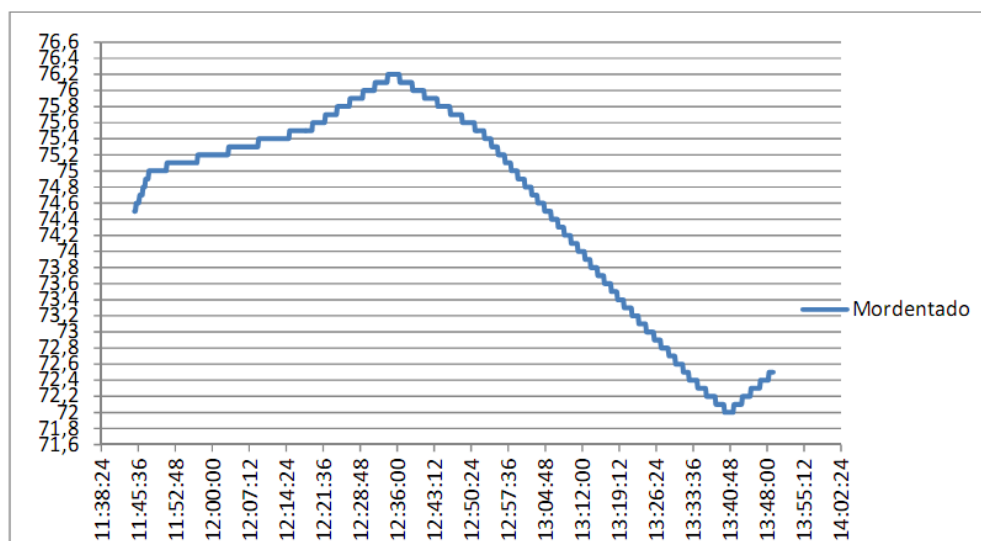


Figura 4.18 Cuba real de temperatura de mordentado.

Para la obtención de los errores de temperatura fuera de rango se tomó datos en un lapso de 8 horas en las cuales dependiendo de la cuba el ciclo de calentamiento y enfriamiento varia, para dichos errores se tomó los valores máximos sobre y bajo los rangos de histéresis.

En la Tabla 4-3 se presenta los errores de temperaturas en los límites de la histéresis, donde se controla la apertura y cierre de las válvulas.

Cuba		Valor teórico	Valor real	Error %
Mordentado				
	Histéresis alto	76	76,2	0,26%
	Histéresis bajo	72	72	0,00%
Níquel				
	Histéresis alto	54,5	54,6	0,18%
	Histéresis bajo	52,5	52,5	0,00%
Cromo				
	Histéresis alto	41	41,1	0,24%
	Histéresis bajo	39	39	0,00%
Desengrase				
	Histéresis alto	47	47,2	0,42%
	Histéresis bajo	43	43	0,00%
Níquel químico				
	Histéresis alto	51	51,2	0,39%
	Histéresis bajo	48	48	0,00%
Ultrasonido				
	Histéresis alto	45	49	8,16%
	Histéresis bajo	41	41	0,00%
Enjuague caliente				
	Histéresis alto	47	47,5	1,05%
	Histéresis bajo	43	43	0,00%

Tabla 4-3 Errores de temperatura.

Como error máximo se tiene 1,05% sobre el límite superior de histéresis. Este no afecta al proceso de galvanotecnia y se debe a la inercia térmica.

No existe error en el límite inferior de histéresis.

Existe un caso especial en la cuba de ultra sonido que tiene 8,16% de error máximo registrado. Este se debe a efecto del calentamiento de las piezas de la cuba anterior. A esto también se suma el efecto del calentamiento por acción de las vibraciones ultrasónicas en piezas metálicas. Este error no afecta en nada a la proceso de galvanotecnia ya que es una etapa de limpieza.

El resultado más significativo es mayor fiabilidad en la medición de los baños y un rango que puede ser modificado muy fácilmente. Además posee una HMI que facilita la lectura de los valores reales con los deseados en una misma pantalla y proporciona seguridad al permitir el ingreso de datos solo por personal autorizado. La presentación de los datos es clara y provee la información necesaria a los operadores para que su trabajo se realice de la mejor manera como se aprecia en la Figura 4.19.



Figura 4.19 Pantalla de temperatura medida e ingresada¹⁸.

4.3.5.2 Pruebas de relés de estado sólido.

Las pruebas se las realizó mediante el activado y desactivado de los relés de estado sólido que permiten el paso de corriente hacia las niquelinas. Al igual que los casos anteriores, la temperatura se la mide con un PT100 y se calibró con un

termómetro en el sitio. Existe un control manual para el activado individual de cada relé como también de forma autónoma con la opción de trabajar en rangos, que se definen mediante el ingreso a la pantalla respectiva de la HMI.

Las pruebas realizadas dieron como resultado un sistema fiable en la medición de la temperatura. Para un correcto calentamiento de la cuba las niquelinas deben estar fijas a una estructura, el cambio de lugar provoca un calentamiento no uniforme de la cuba.

4.3.6 PRUEBA DE ALARMAS Y AVISOS.

Las pruebas de alarmas se las realizaron igualmente por etapas, luego de realizar las pruebas de funcionamiento, debido a que es necesario que primero funcione correctamente para luego simular posibles daños o fallas que se pueda presentar, para lo que se tomó en cuenta el nivel de riesgo potencial de estos equipos que afecten al proceso como a la seguridad del personal que trabaja.

Una de las primeras pruebas a realizar en cada etapa fue la comprobación de la correcta detección del evento que genera una alarma. En varios casos es la activación de un contacto sin embargo para otros puede ser el cambio de valor de una variable.

Para realizar estas pruebas fue necesario mantener una conexión entre el PLC y el programa TIA Portal al que se denomina estado online, el cual facilita la visualización de la programación mediante la lectura a tiempo real, logrando verificar la activación o el cambio de valor de las variables, ya que dependen de varias condiciones para activar una alarma.

Para cada etapa de prueba descrita anteriormente corresponde una etapa de prueba de alarma, es decir que tenemos alarmas para el movimiento, la sección de motores, el calentamiento de las cubas, nivel de líquido y medición de voltaje. Para lo cual fue necesario comprobar la correcta detección de los eventos como en el caso de los motores si alguna de las protecciones se activa y en el caso de las variables si los valores salen del rango permitido esto hace que lance una alarma de forma visual mediante una luz en la baliza.

Los avisos de las alarmas se los realizó de forma visual para lo cual se instaló una baliza de tres colores que corresponden al tipo de peligro que cada alarma, estas son representadas por una luz en la baliza:

Luz Verde: Aviso para cuando el tablero este activo y funcionamiento sin ningún problema.

Luz Amarilla: Aviso de fallo leve, el proceso puede continuar y se debe dar correctivo en funcionamiento. Como en el caso de nivel bajo de líquido.

Luz Roja: Aviso de fallo grave el cual debe solucionarlo rápidamente para evitar daños personales, a la maquinaria o al producto en proceso. Un caso es el del apagado de los extractores de gases que afecta directamente al personal involucrado en el proceso.

Resultado de realizar estas pruebas fue la modificación en las condiciones de las alarmas, también se eliminó varias alarmas que no eran necesarias o estaban en diferente rango de aviso y se implementó otras que no se habían tomado en cuenta como es el caso de los voltajes en los rectificadores.

4.3.7 PRUEBA DE COMUNICACIÓN.

Se procede a explicar los pasos que fueron necesarios para la comprobación de un correcto funcionamiento de la comunicación entre el PLC y la PC. Un aspecto importante antes de ingresar a una red es verificar las direcciones IP de los equipos para evitar conflictos en la red, luego se procede a verificar la correcta comunicación en cada punto de la línea de transmisión hasta antes del que se conecte al switch ethernet esto garantiza que el cable de comunicación no sufrió daños durante su instalación.

Posteriormente se realizó pruebas del programa desde diferentes puntos de la red, para la verificación de los tiempos de conexión y buscar algún error que se pueda presentar además verificamos tiempos de respuesta en envío y recepción de datos.

Se realizó verificación de los enlaces de variables, el envío de datos para los parámetros de temperatura desde la pc también se comprobó el correcto

funcionamiento de los avisos que esta HMI provee al usuario. Se observa en la Figura 4.20 la pantalla principal para el monitoreo.

El resultado más evidente es la facilidad de ver los valores del proceso y la posibilidad de ingresar datos desde un punto remoto previamente al ingreso de una clave de seguridad. Al terminar de realizar las pruebas se apreció un buen funcionamiento de la pantalla que básicamente funcionara para el monitoreo y visualización del activado de las variables.



Figura 4.20 Pantalla de monitoreo en la PC.¹⁸

4.3.8 PRUEBA DE PUESTA EN MARCHA.

Luego de haber realizado las pruebas por etapas se realizó varias pruebas en conjunto para lo cual primero se analizó los pasos para la puesta en marcha del proceso siendo primero el calentamiento luego el arranque de motores y finalmente la activación del movimiento de la estructura para dar comienzo al proceso de galvanotecnia.

Las pruebas realizadas fueron la activación de los modos manual y automático de todos los elementos mientras el proceso está en funcionamiento, con esto se comprobó que la carga de datos durante el proceso no genere error o retraso en el cumplimiento de las tareas programadas.

Conjuntamente a lo descrito anteriormente y la implementación de nuevos elementos en el proceso con la instalación del tablero en la sección de galvanotecnia se da una mayor seguridad en la realización de su trabajo por motivo de haber implementado nuevos elementos y estar debidamente protegidos, organizados y comprobados.

El resultado más significativo de la culminación del proyecto es lograr un control mucho más confiable así como también se observa un gran avance en la parte de visualización de los datos y variables de proceso que es mucho más claro.

CAPÍTULO 5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 CONCLUSIONES

- Un aspecto importante para el cumplimiento del presente proyecto fue el desarrollar varias destrezas así como también el fortalecimiento de los conocimientos adquiridos en las aulas, dando como resultado el crecimiento personal, intelectual y profesional.
- El tener en claro el proyecto a realizar y sus alcances influyeron positivamente para la formulación de ideas las que fueron plasmadas en el diseño de un complejo esquema de planos los que presentan la información de forma clara y lo más cercana posible a la realidad en el caso del diseño.
- El desarrollo de la HMI de monitoreo se dio luego de un análisis en lo que se refiere a instalación, compatibilidad con el PLC, facilidad en su programación, un mejor rendimiento al enlazar las PCs y la necesidad de trabajar con un programas de uso libre que no requieren de licencias se decide realizar la HMI mediante Microsoft Visual Studio que brinda todos los requerimientos antes descritos.
- La culminación del proyecto fomento el desarrollo de aptitudes positivas en lo profesional, en especial el trabajar bajo presión además a coordinar con todo el equipo técnico que intervino para su realización, ya que sé contó con poco tiempo para la instalación, pruebas y puesta en marcha, por motivos de renovación de algunas estructuras el tiempo designado no fue lo suficiente. Esto dio por resultado poco tiempo para la prueba de todo el proceso, pese a estas dificultades se llegó a la culminación exitosa del proyecto con la conjunta colaboración de todo el personal involucrado.
- En comparación con el sistema anterior se aprecia un gran cambio en la forma de realizar el trabajo, siendo esta más productiva, segura y fácil de controlar.

- Como resultado del cambio de tableros la empresa está empezando actualizar todo el proceso debido a que se reorganizo todo el sistema eléctrico, lo que posibilita la inserción de nuevas tecnologías al proceso.
- El uso de un sistema flexible, organizado y por etapas permitió realizar cambios aun después de haber instalado todo los elementos logrando mantener así los resultados esperados.
- Con el remplazo de los fines de carrera mecánicos por unos electrónicos se facilitó el mantenimiento y elimino los errores que estos causaban al proceso.

5.2 RECOMENDACIONES

- Se recomienda hacer un estudio exhaustivo al realizar el plan de trabajo el que debe de incluir tiempos flexibles de trabajo, acciones prioritarias, una correcta organización del trabajo a realizar por etapas y sobre todo una comunicación constante con todas las áreas y en nuestro caso puntual fue lograr un desarrollo conjunto de todas las áreas como mantenimiento, producción, calidad y gerencia.
- Es necesario recomendar que el personal de mantenimiento sea capacitado y entrenado en el nuevo sistema de control para que se pueda dar una acción preventiva o correctiva al tablero y este permanezca en correcto funcionamiento ya que con la culminación del proyecto se posee diagramas eléctricos, de instalación y de programación detallados con el fin de dar información adecuada y precisa.
- Se recomienda que antes de realizar cualquier instalación de equipos lea cuidadosamente los instructivos, para así lograr una conexión correcta y eficiente además de aprender formas de dar mantenimiento o diagnosticar posibles errores.
- Se recomienda hacer usos de todos los recursos de los que se disponga para realizar investigaciones que ayuden a la comprensión del proceso e

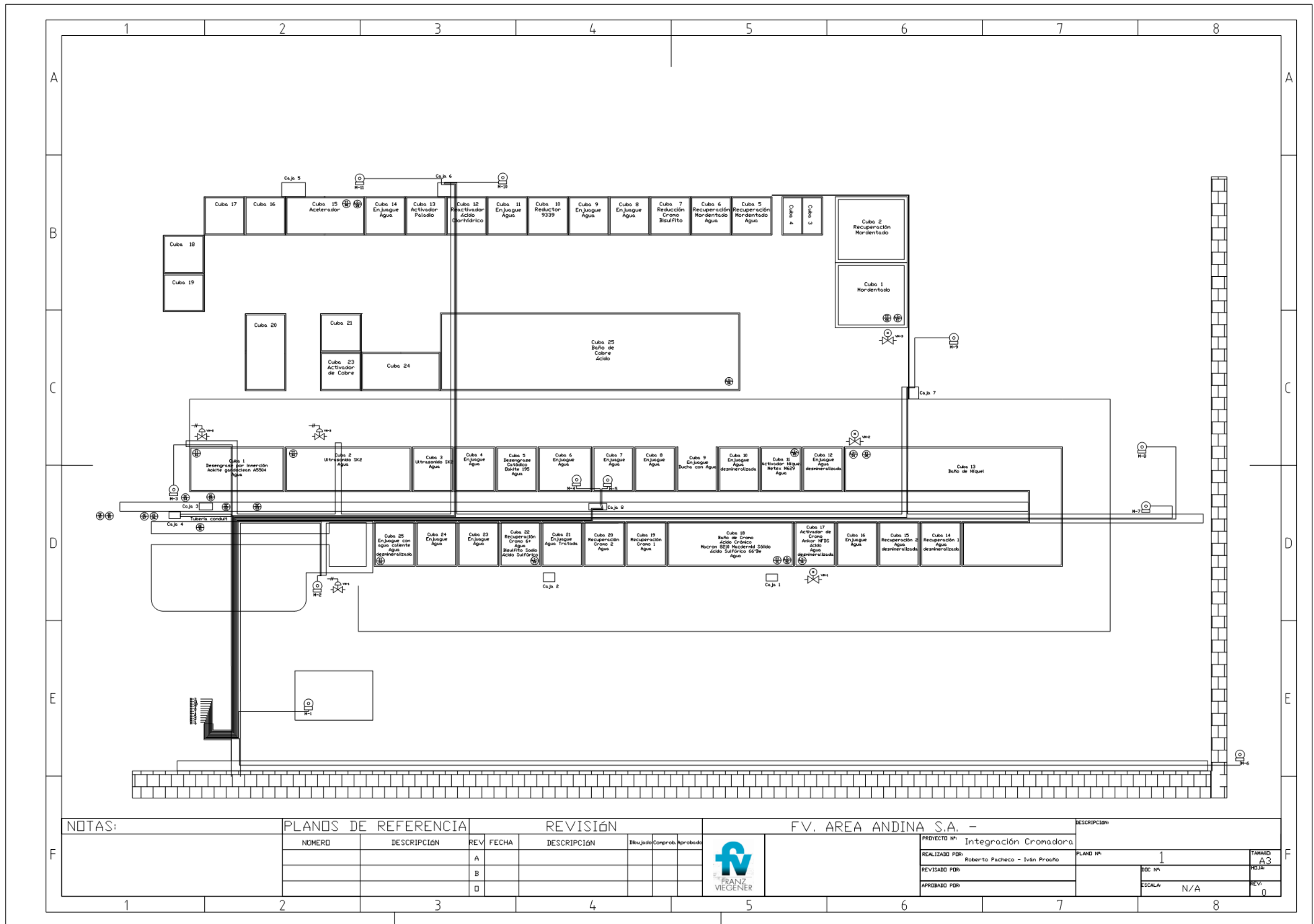
involucrarse en otras áreas como la mecánica o química y lograr dar una solución en conjunto.

- Se recomienda que al desarrollar la instalación se supervise a los trabajadores que se involucren con el fin de comprobar y dar un seguimiento la correcta instalación de equipos así evitar daños de los equipos y en el peor de los casos daños al personal.
- Se recomienda desarrollar un sistema flexible a cambios ya que no se sabe con certeza si el proceso necesitara o tendrá un cambio durante la ejecución del proyecto.
- Al momento de la calibración es recomendable realizar pruebas en condiciones controladas y en lo posible en los rangos de trabajo antes de realizar la calibración directa en el proceso logrando así un correcto funcionamiento de la instrumentación utilizada.
- Es recomendable que se realice un reajuste luego de la instalación del tablero de todas las conexiones en las borneras como en los equipos de control para asegurar su correcto funcionamiento.
- Se recomienda hacer uso de los programas simuladores siempre que sea posible ya que estos facilitan hacer pruebas sin el riesgo de daños reales, también se gana mucho tiempo al evitar trabajar con los dispositivos reales ya que no siempre se puede tener a disposición estos.

BIBLIOGRAFÍA:

- [1] Franz Viegner Area Andina Ecuador, «F.V. Ecuador,» 01 01 2013. [En línea]. Available:
http://www.franzviegner.com/fvecuador/index.php?option=com_content&view=article&id=16&Itemid=8&lang=es. [Último acceso: 03 03 2013].
- [2] «Sabelotodo.org,» 2013. [En línea]. Available:
<http://www.sabelotodo.org/electrotecnia/galvanotecnia/galvanotecnia.html>. [Último acceso: 04 2013].
- [3] L. Roque, «Prezi.com,» [En línea]. Available:
<http://prezi.com/o5vxwrcycoh/galvanotecnia/>. [Último acceso: 14 02 2013].
- [4] M. Yepez y A. Muños Bello, Manual de Galvanotécnia., Quito.: ABP Publicidad., 2005..
- [5] L. A. Pacheco, «Galvanotécnia Recubrimientos Electrolíticos,» 2011.
- [6] SIEMENS, Manual de Baja Tensión, Munich: Publicis MCD Verlag, 2000.
- [7] Wikipedia, «Cálculo de secciones de líneas eléctricas, Wikipedia,» [En línea]. Available: http://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Cálculo_de_secciones_de_líneas_eléctricas&oldid=73499771. [Último acceso: 2014].
- [8] WEG, «Guardamotor MPW25,» [En línea]. Available:
<http://www.payo.com.ar/images/73813.pdf>. [Último acceso: 2014].
- [9] SIEMENS, «Programación SIEMENS,» [En línea]. Available:
<http://programacionsiemens.com/step-7-awl-fup-kop-cual-elijo/>. [Último acceso: 2013].
- [10] «Lenguaje de Programación,» [En línea]. Available:
<http://www.sc.ehu.es/sbweb/webcentro/automatica/Step7/paginas/contenido/step7/7/2.9.1.4.htm>.
- [11] L. Jimenez, «SITR TCP/IP».
- [12] N. d. Automatizacion, «accediendo a un PLC Simatic a través de ethernet con Libnodave,» [En línea]. Available:
<http://notasdeautomatizacion.blogspot.com/2011/10/accediendo-un-plc-simatic-traves-de.html>.
- [13] Wikimedia, «Elecrolisis , Wikipedia,» [En línea]. Available:
<http://es.wikipedia.org/wiki/Electr%C3%B3lisis>. [Último acceso: 2013].
- [14] Wikipedia, «Transmission Control Protocol,» [En línea]. Available:
http://es.wikipedia.org/wiki/Transmission_Control_Protocol.
- [15] Kioskea, «Protocolo TCP,» [En línea]. Available: <http://es.kioskea.net/contents/>.

ANEXO A
PLANOS Y ESQUEMAS



NOTAS:

PLANOS DE REFERENCIA

REVISIÓN

F.V. AREA ANDINA S.A. -

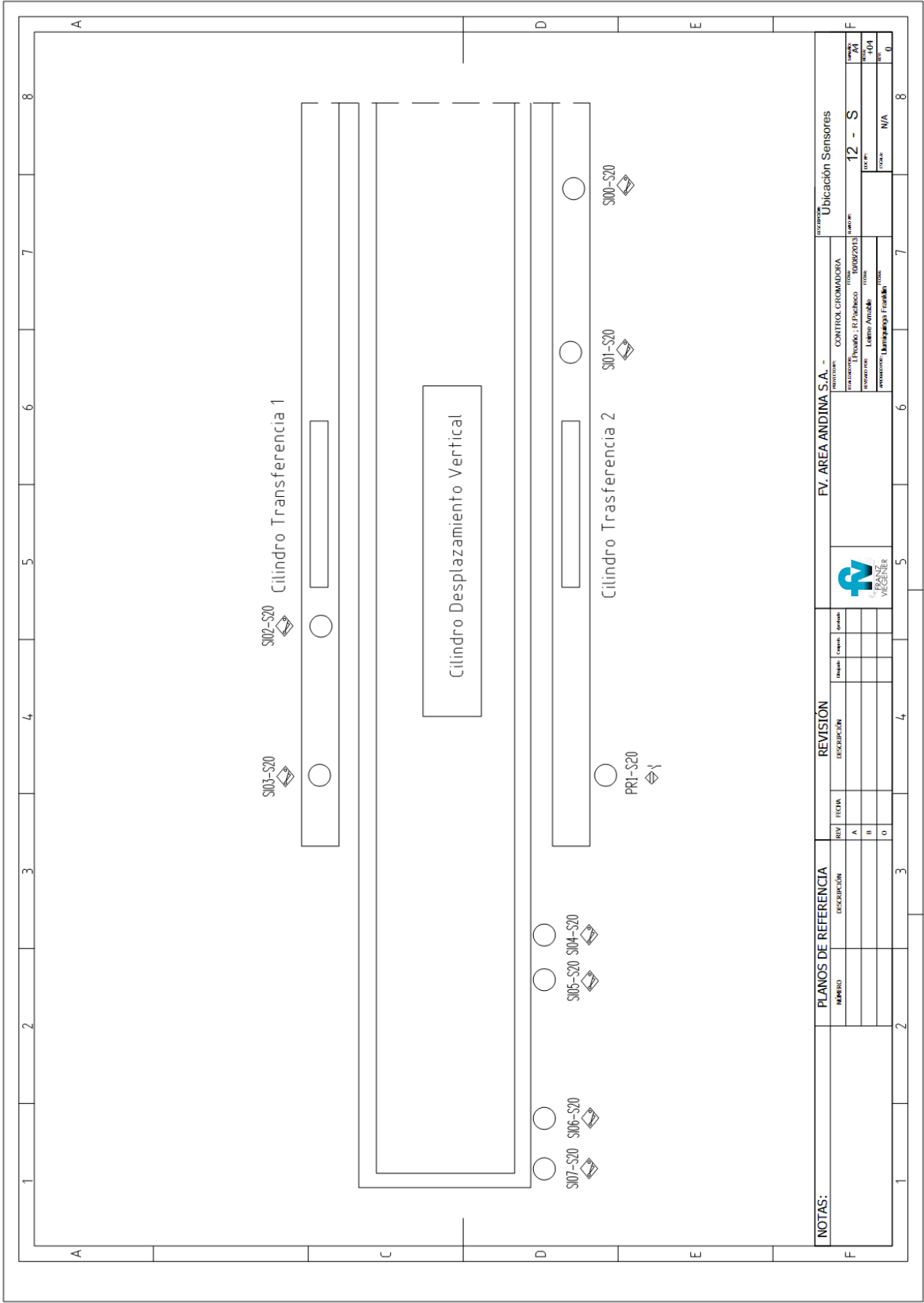
DESCRIPCIÓN:

NÚMERO	DESCRIPCIÓN	REV	FECHA	DESCRIPCIÓN	Dibujado	Corprob.	Aprobado
		A					
		B					
		C					

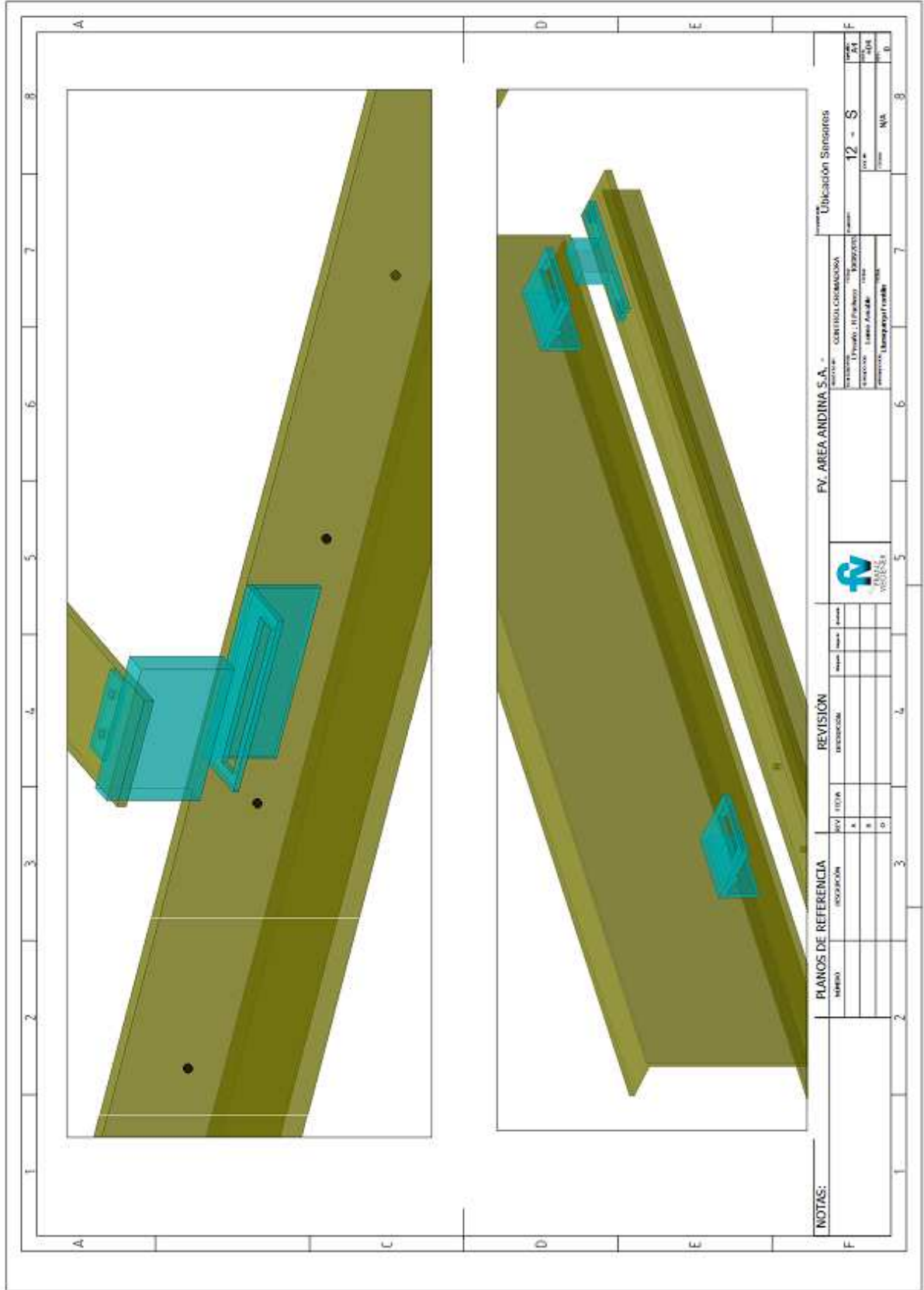


PROYECTO Nº	Integración Cromadora
REALIZADO POR:	Roberto Pacheco - Iván Proaño
REVISADO POR:	
APROBADO POR:	

PLANO Nº	1	TAMAÑO	A3
BDC Nº		HOLJA	
ESCALA	N/A	REVI	0



NOTAS:		PLANOS DE REFERENCIA		REVISIÓN		Ubicación Sensores	
MARCO		REV	FECHA	DESCRIPCIÓN	FECHA	FECHA	FECHA
DESCRIPCIÓN		A					
		B					
		C					
		D					
		E					
		F					
				FV AREA ANDINA S.A. -		CONTRATA CROMADORA	
				PROYECTO: Control de Pasadizo		FECHA: 08/06/2015	
				AUTORIZADO: [Firma]		LOCAL: 12 - S	
				PROYECTO: [Firma]		FECHA: N/A	
				PROYECTO: [Firma]		FECHA: 0	



NOTAS:

PLANOS DE REFERENCIA

REV	ITEM	INDICACIÓN
A		
B		
C		

REVISIÓN

INDICACIÓN	FECHA	REVISOR	APROBADO



PV AREA ARDINA S.A.

SECTOR: CONTROL CLIMÁTICO
 PROYECTO: TUBOS Y FANOS DE PUNTO
 SUBPROYECTO: LUMEN ARDINA
 EMPRESA: LUMEN ARDINA

Ubicación Sensores

12	S
MA	
MA	
D	

ESTRUCTURA PARA SENSOR INDUCTIVO

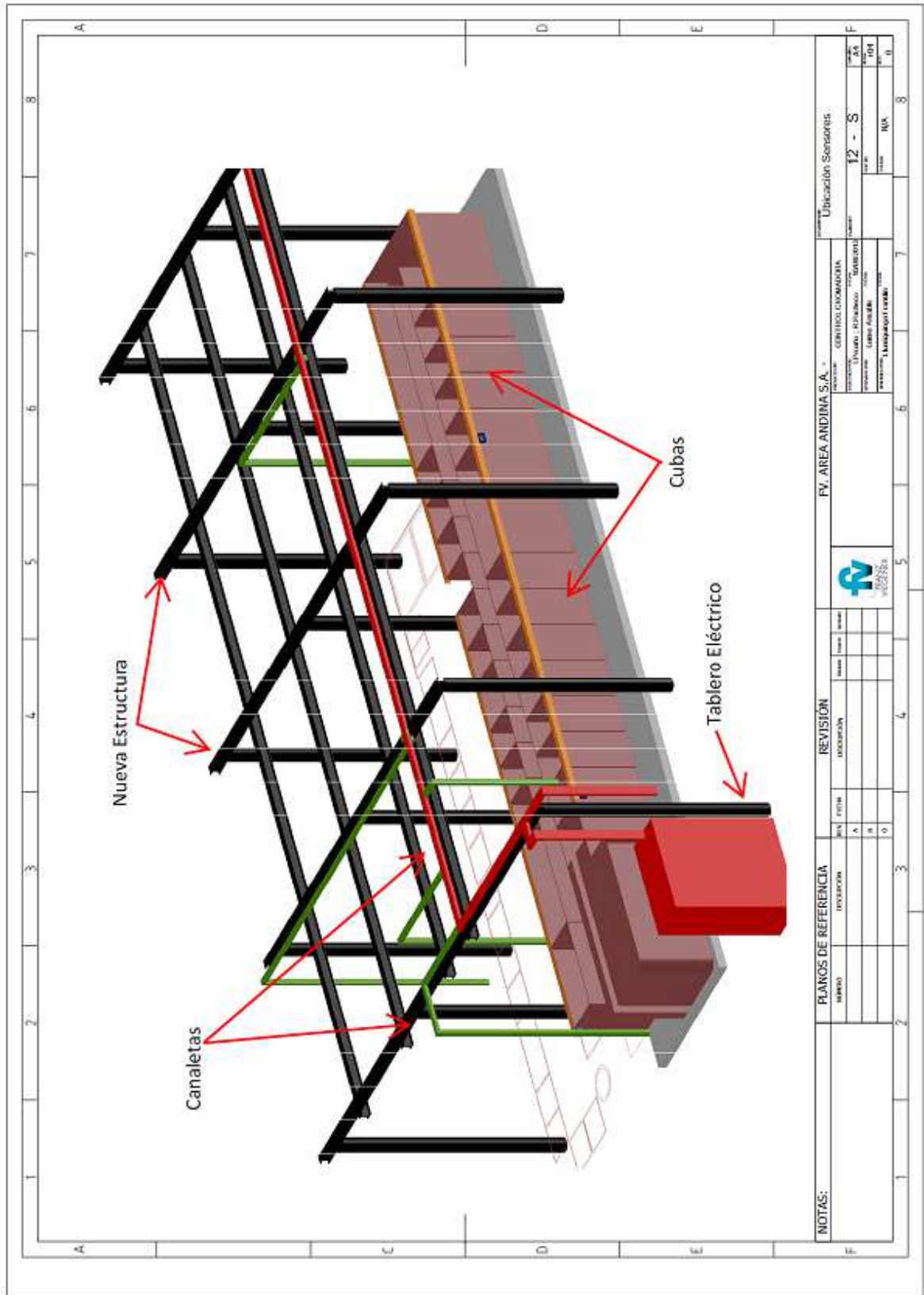


ESTRUCTURA PARA SER DETECTADA POR SENSOR INDUCTIVO



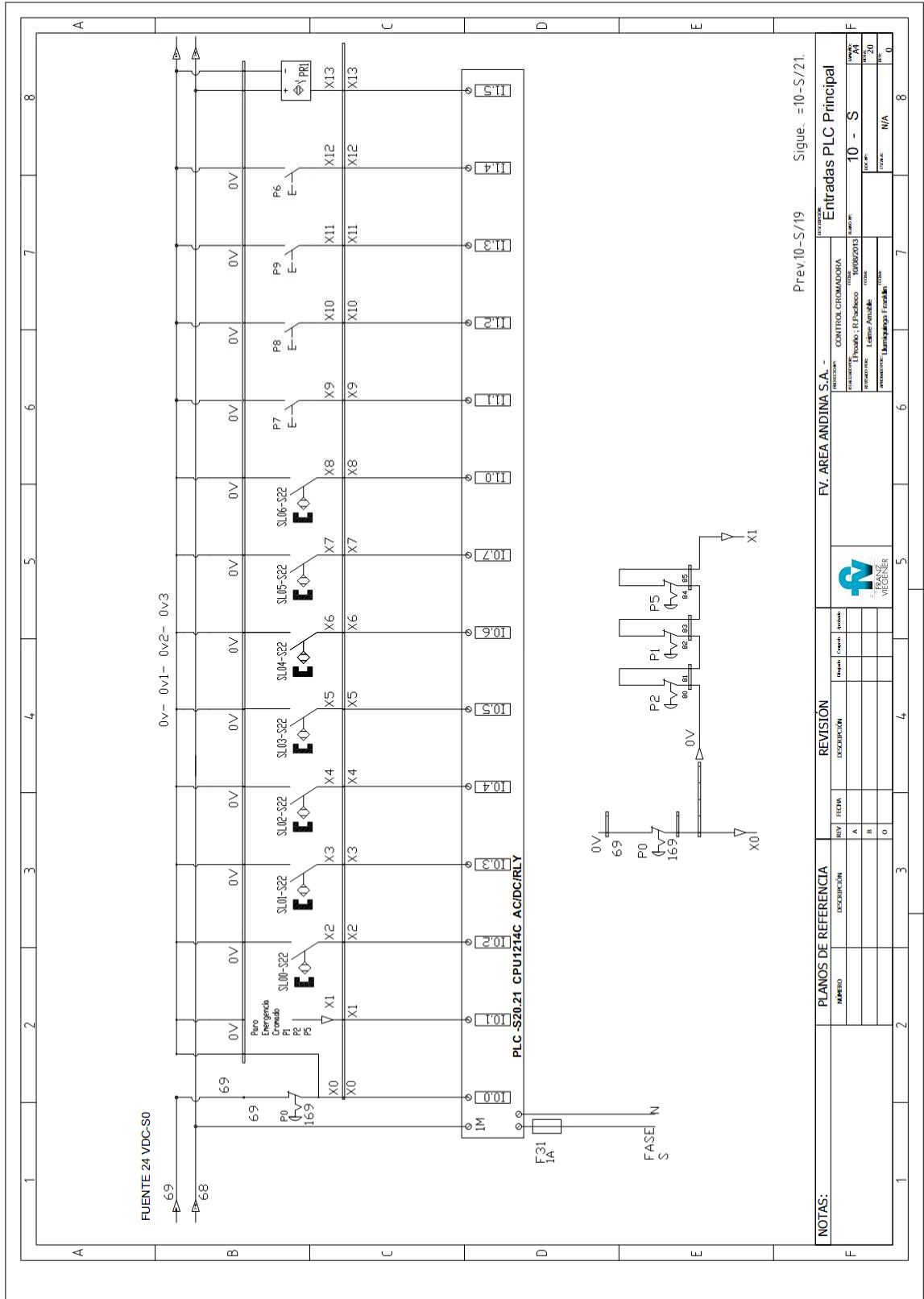
PLANOS DE REFERENCIA		REVISIÓN			FV. AREA ANDINA S.A. -		Estructuras para sensores	
REV	FECHA	DESCRIPCIÓN	FECHA	DESCRIPCIÓN	PROYECTISTA	CONTROL CROMADORA	FECHA	INDICACIONES
A						CONTROL CROMADORA	12	S
B						PROYECTISTA: F. Pacheco	12	S
C						PROYECTISTA: F. Pacheco	12	S
D						PROYECTISTA: F. Pacheco	12	S
E						PROYECTISTA: F. Pacheco	12	S
F						PROYECTISTA: F. Pacheco	12	S

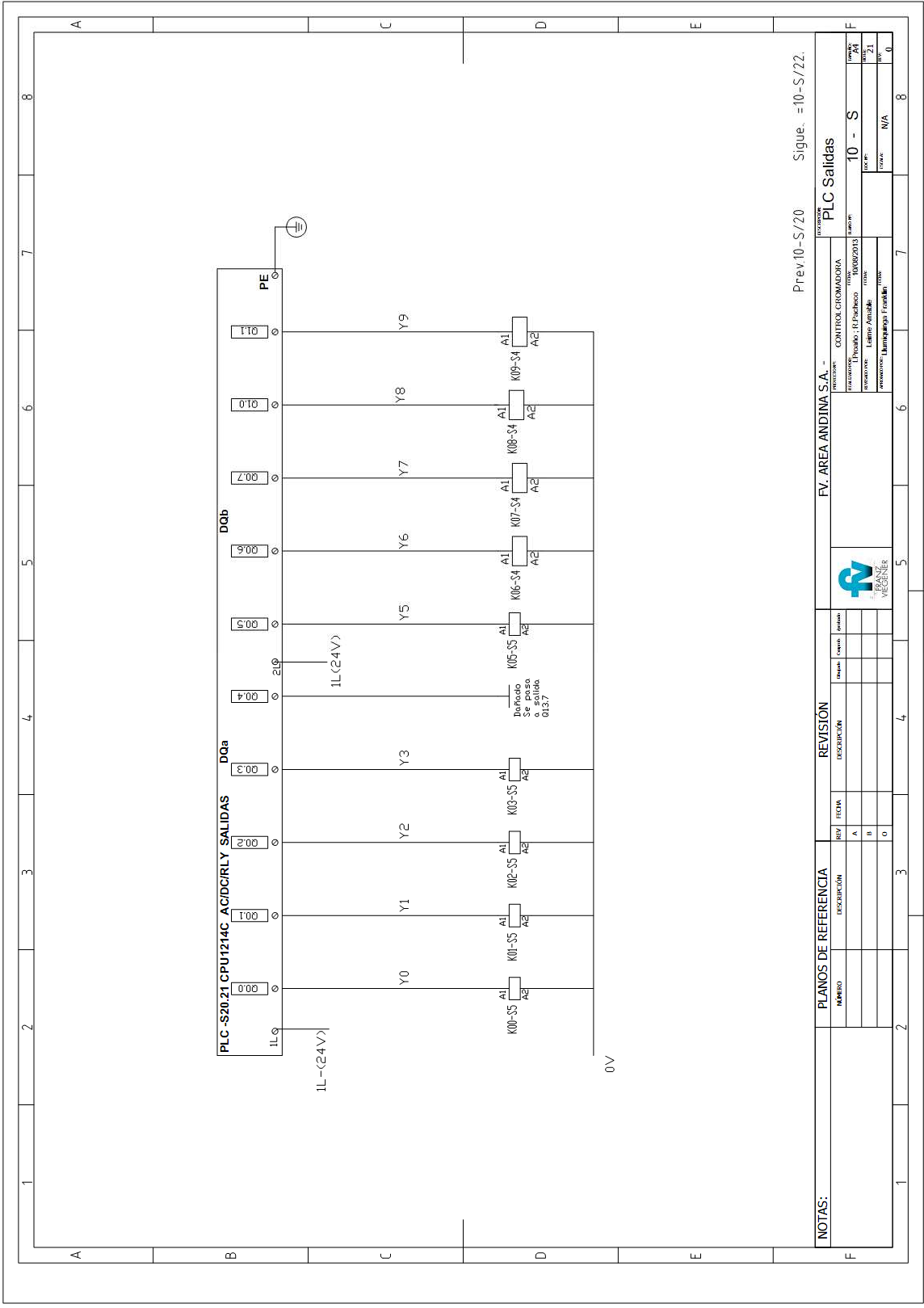
ANEXO A4



PLANOS DE REFERENCIA		REVISIÓN		PV. AREA ANDINA S.A.		Ubicación Sensores	
LIBRO	DESCRIPCIÓN	FECHA	DESCRIPCIÓN	PROYECTO	PROYECTANTE	FECHA	ESTADO
A				CONTROL CLIMÁTICA	ANDINA	12	S
B				INSTRUMENTACIÓN	ANDINA	12	S
C				ESTRUCTURA	ANDINA	12	S
D				INSTALACIÓN	ANDINA	12	S
E				REVISIÓN	ANDINA	12	S
F				REVISIÓN	ANDINA	12	S

ANEXO A5

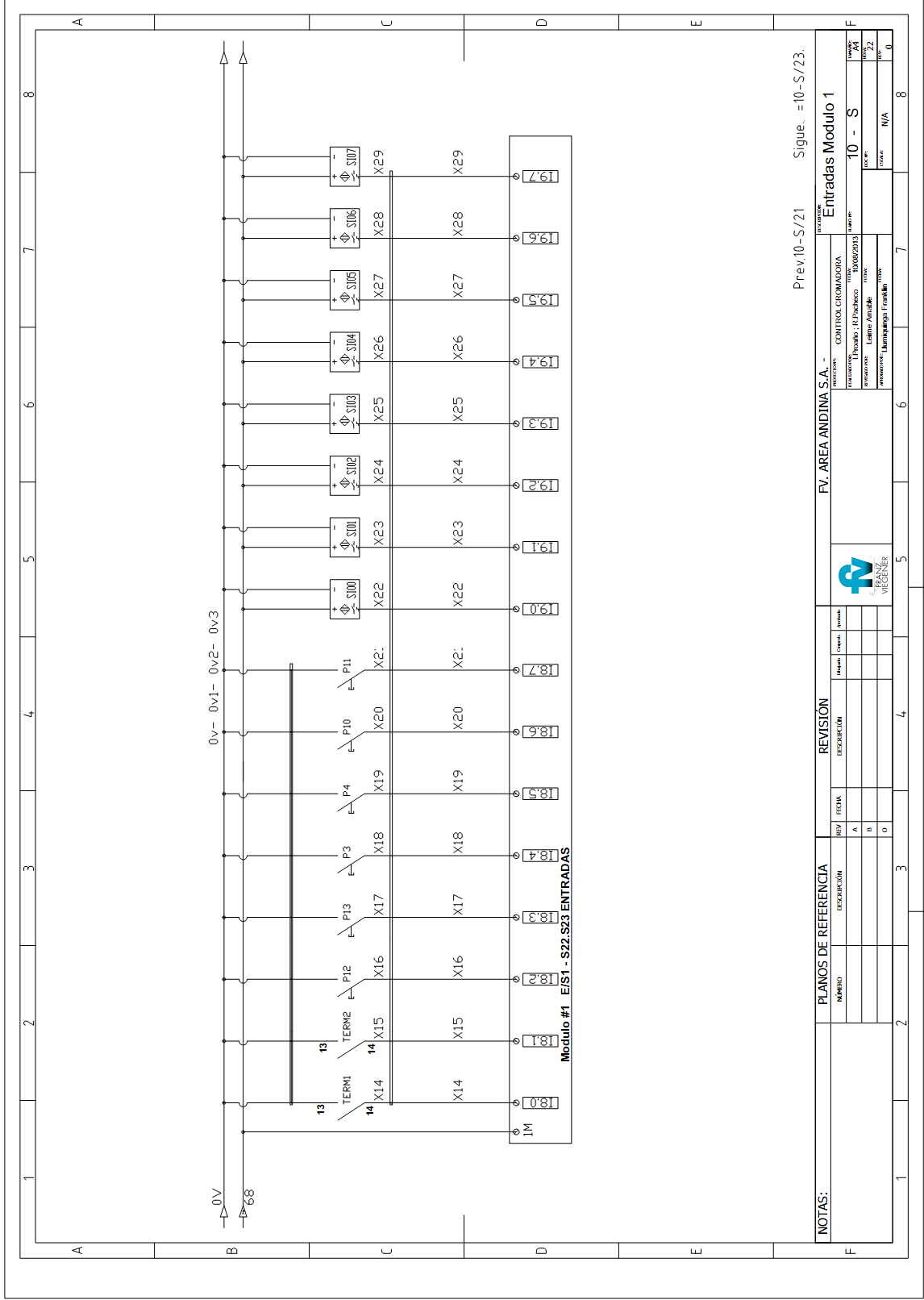




Prev. 10-S/20 Sigue. = 10-S/22.

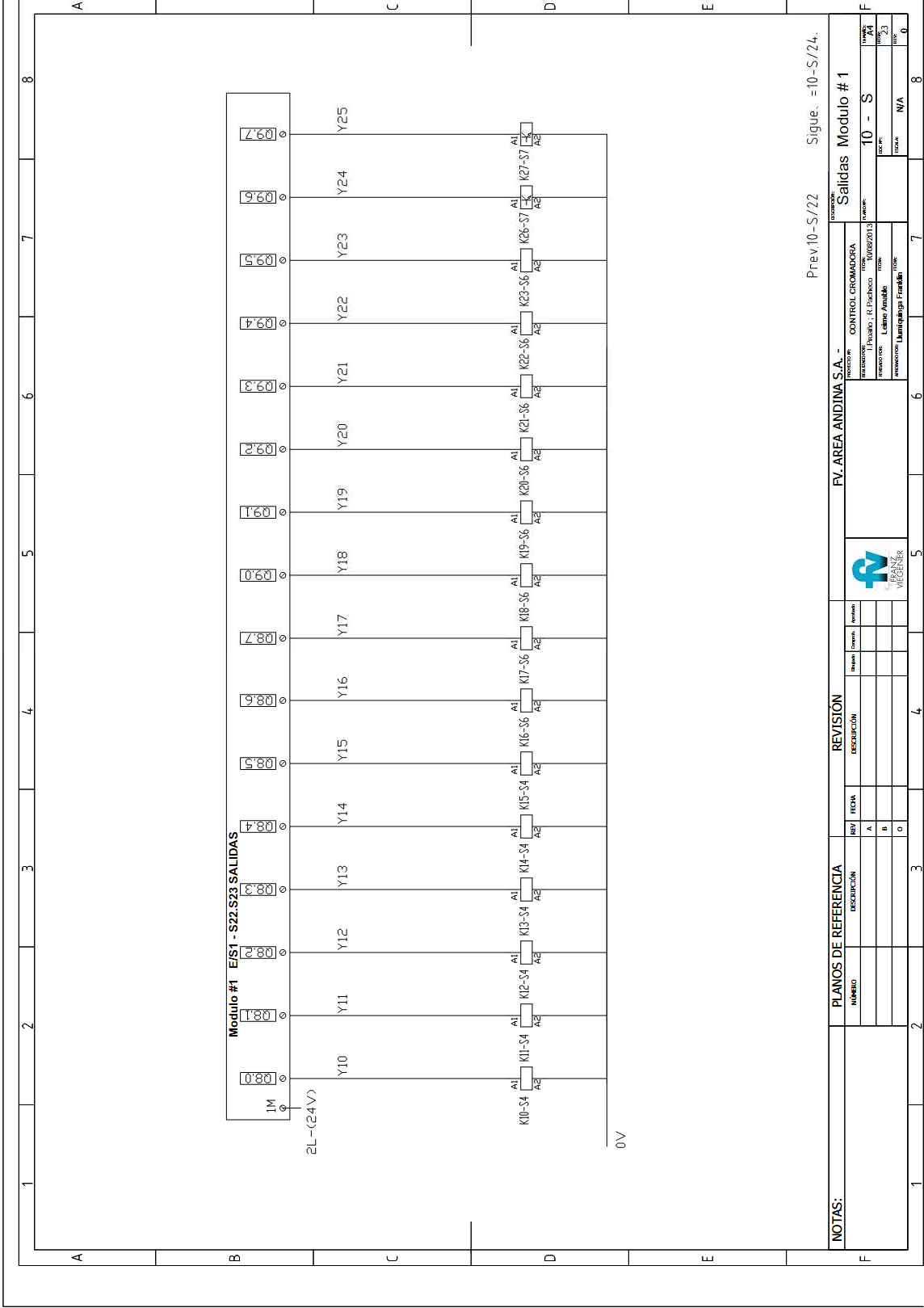
PLANOS DE REFERENCIA		REVISIÓN		PROYECTO	
NO.	DESCRIPCIÓN	FECHA	REVISIÓN	FECHA	DESCRIPCIÓN
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					

PROYECTO: CONTROLEROMADORA		PLC Salidas	
PROYECTO: FV Parque	FECHA: 08/05/2013	NO. DE PLANOS: 10	NO. DE PAGINAS: 21
PROYECTO: Lente Avialde	PROYECTO: Lente Avialde	PROYECTO: Lente Avialde	PROYECTO: Lente Avialde
PROYECTO: Lente Avialde	PROYECTO: Lente Avialde	PROYECTO: Lente Avialde	PROYECTO: Lente Avialde



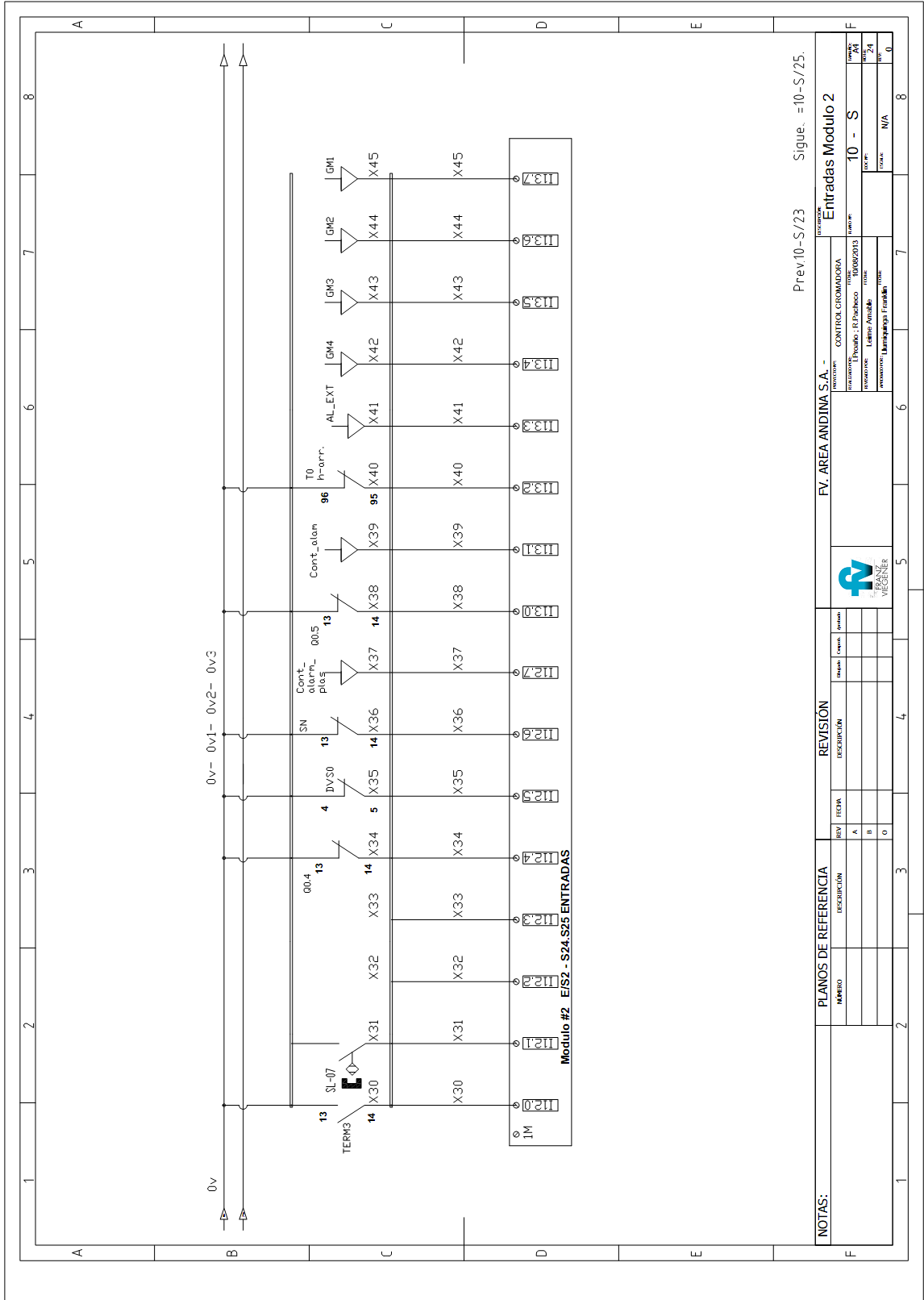
Prev.10-S/21 Sigue. =10-S/23.

PLANOS DE REFERENCIA		REVISIÓN		FV. AREA ANDINA S.A. -		ENTRADAS MÓDULO 1	
MEMBRO	DESCRIPCIÓN	REV	FECHA	REVISOR	FECHA	PROYECTO	FECHA
		A				CONTROLEROMADORA	
		B				Proyecto: R.Pacheco	10 - S
		0				Realizado: Centro Andino	22
						Revisado: Laminación Frío	0

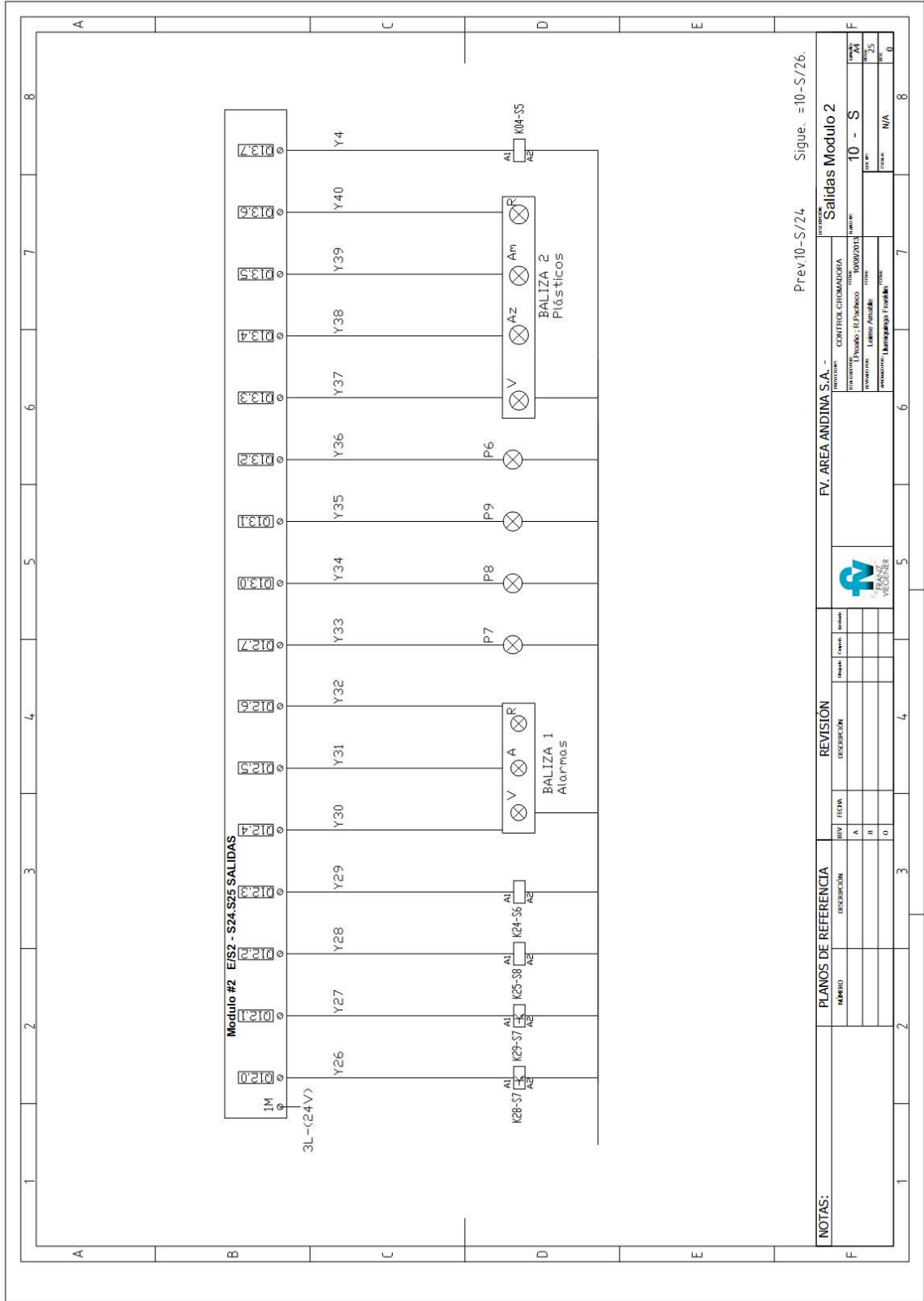


Prev.10-S/22 Sig. = 10-S/24.

PLANOS DE REFERENCIA		REVISIÓN		PROYECTO	
NÚMERO	DESCRIPCIÓN	FECHA	DESCRIPCIÓN	FECHA	DESCRIPCIÓN
		A			
		B			
		O			
1	2	3	4	5	6
NOTAS:		FV. AREA ANDINA S.A. - CONTROL CROMADORA Proyecto : F. Pacheco - 10/06/2013 Ubicación : Leña/ Avilala Elaborado : Luciano Rojas Verificado : Franklin		Salidas Modulo #1 10 - S Hoja 23 de 23 N/A	



Prev.10-S/23 Sigue. =10-S/25.

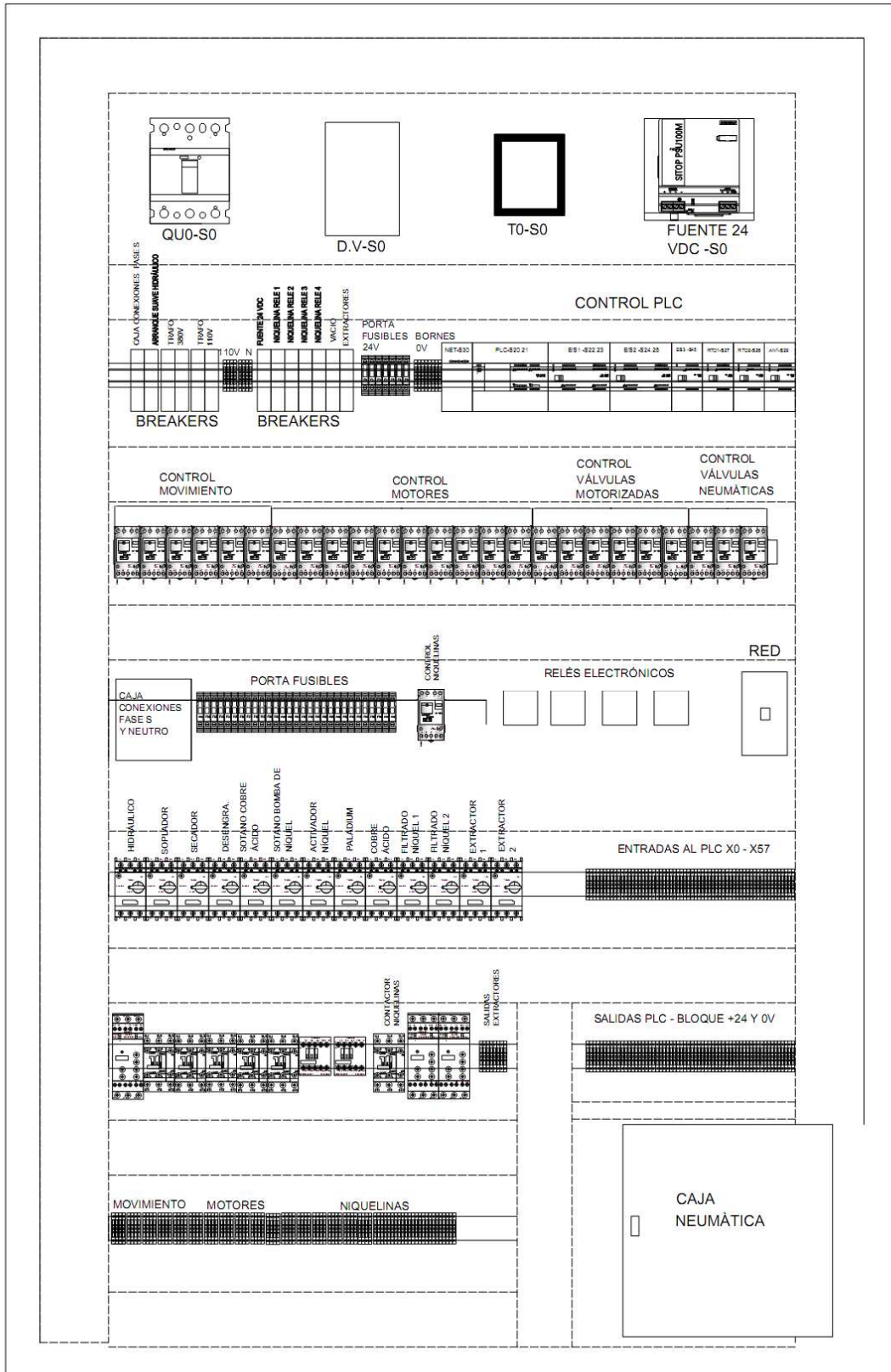


Prev 10-S/24 Sigue. = 10-S/26.

NOTAS:		PLANOS DE REFERENCIA		REVISIÓN		FV. AREA ANDINA S.A. -		Salidas Modulo 2	
REV	FECHA	DESCRIPCIÓN	DESCRIPCIÓN	FECHA	FECHA	FECHA	FECHA	FECHA	FECHA
A								10	S
B									
C									
D									
E									
F									



ANEXO A6



ANEXO B
HOJAS TÉCNICAS.

ANEXO B1

Hojas Técnicas Contactores, Guardamotores, Arrancadores Suaves

Contactores.

No. de Depósito	Descripción								
	Tipo	Reemplaza a:	Bobina	Tamaño	Intensidad (A)		Potencia del Motor (HP)		Contactos Auxiliares Inteligentes
					AC1	AC3	220 VAC	440 VAC	
100176180	3RT2015-1AF01	3RT1015-1AK61	120 VAC	500	18	7	2.0	4.0	1NA
100176182	3RT2015-1AF01	3RT1015-1AN21	220 VAC	500	18	7	2.0	4.0	1NA
100176184	3RT2016-1AF01	3RT1016-1AK61	120 VAC	500	22	9	3.0	6.0	1NA
100176186	3RT2016-1AF01	3RT1016-1AN21	220 VAC	500	22	9	3.0	6.0	1NA
100208180	3RT2023-1AG20	3RT1023-1AK61	120 VAC	50	22	9	3.0	6.0	1NA+1NC
100208182	3RT2023-1AG20	3RT1023-1AN10	220 VAC	50	22	9	3.0	6.0	1NA+1NC
100208184	3RT2024-1AG20	3RT1024-1AK61	120 VAC	50	40	12	4.0	9.0	1NA+1NC
100208264	3RT2024-1AG20	3RT1024-1AN10	220 VAC	50	40	12	4.0	9.0	1NA+1NC
100208186	3RT2025-1AG20	3RT1025-1AK61	120 VAC	50	40	16	6.0	12.0	1NA+1NC
100208266	3RT2025-1AG20	3RT1025-1AN10	220 VAC	50	40	16	6.0	12.0	1NA+1NC

Guardamotores.

No. de Depósito	Descripción				
	Tipo	Reemplaza a:	Tamaño	Regulación (A) Bimetálico	Cortocircuito
Nuevos Guardamotores SIRIUS Innovations					
100176230	3RV2011-0JA10	3RV1011-0JA10	500	0.7 - 1.0	13
100176232	3RV2011-1AA10	3RV1011-1AA10	500	1.1 - 1.6	21
100176234	3RV2011-1BA10	3RV1011-1BA10	500	1.4 - 2.0	26
100176236	3RV2011-1CA10	3RV1011-1CA10	500	1.8 - 2.5	33
100176238	3RV2011-1DA10	3RV1011-1DA10	500	2.2 - 3.2	42
100176240	3RV2011-1EA10	3RV1011-1EA10	500	2.8 - 4.0	52
100199318	3RV2011-1FA10	3RV1011-1FA10	500	3.5 - 5.0	65
100176244	3RV2011-1GA10	3RV1011-1GA10	500	4.5 - 6.3	82
100176246	3RV2011-1HA10	3RV1011-1HA10 & 3RV1021-1HA10	500	5.5 - 8.0	104
100176248	3RV2011-1JA10	3RV1011-1JA10 & 3RV1021-1JA10	500	7.0 - 10.0	130
100176250	3RV2011-1KA10	3RV1011-1KA10 & 3RV1021-1KA10	500	9.0 - 12.0	163
100176252	3RV2011-4AA10	3RV1021-4AA10	50	11.0 - 16.0	208
100176254	3RV2021-4BA10	3RV1021-4BA10	50	14.0 - 20.0	260
100176256	3RV2021-4CA10	3RV1021-4CA10	50	17.0 - 22.0	286
100176258	3RV2021-4DA10	3RV1021-4DA10	50	20.0 - 25.0	325
100176260	3RV2021-4EA10	3RV1021-4EA10	50	23.0 - 28.0	364
100176262	3RV2021-4EA10	3RV1031-4EA10	50	27.0 - 32.0	400
					
	3RV2011	3RV2021		3RV20 con contacto auxiliar	
Accesorios Guardamotores SIRIUS Innovations					
100176271	3RV2901-1E		Contacto auxiliar, montaje transversal 500-50, 1NA + 1NC		
100176273	3RV2901-1A		Contacto auxiliar de tipo conmutador enchufable		
100176275	3RV2921-1M		Contacto auxiliar de señalización de disparo térmico		
					
	3RV2901-1E	3RV2901-1A		3RV2921-1M	
<p>Mayor Información: Principales: www.siemens.com/sirius Notas: 1) Suministrados de importación bajo pedido.</p>					

Arrancadores Suaves.

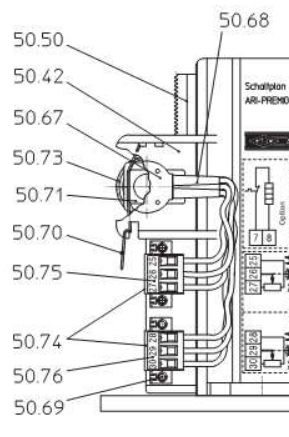
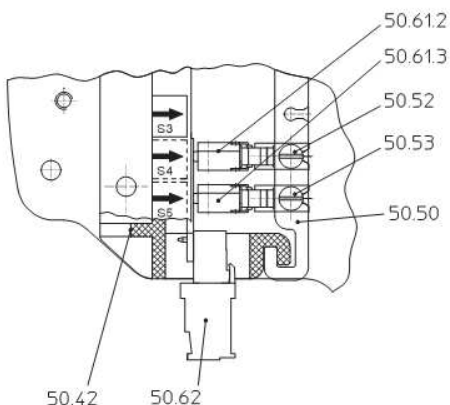
No. de Depósito	Descripción				Precio Lista Unit. US \$	
	Especificaciones técnicas:	SIRIUS 3RW40	SIRIUS 3RW44XX-XXXX4	SIRIUS 3RW44XX-XXXX5		
	Voltaje nominal de fuerza	200-480 VAC	200-480 VAC	400-600 VAC		
	Frecuencia de conexión	50-60Hz(±10%)		50-60Hz(±10%)		
	Voltaje de control	110-230 VAC		220 VAC		
	Rampa de tensión	20-100 %		20-100 %		
	Potenciómetros de ajuste	3		Ajustes por teclado y visualización por pantalla LCD retroiluminada		
	Carga mínima (% de Corriente nominal)	20%		20%		
	Bypass incorporado	SI		SI		
	Tiempos de arranque	0-20 seg.		0-1000seg.		
	Protección térmica integrada del motor	SI		SI (Electrónica)		
	Monitoreo de estado y falla integrado	No		SI		
	Control de Torque	No		SI		
	Entradas/Salidas Programables	No		SI		
	Entrada para termistor	SI ¹⁾		SI		
	Temperatura de operación	hasta 60°C ¹⁾		hasta 60°C ¹⁾		
	Longitud máxima del conductor entre el arrancador suave y el motor	300m		500m		
	SIRIUS 3RW40: Versión completa compacta para motores desde 5A hasta 100A ¹⁾ SIRIUS 3RW44: Versión robusta para motores desde 29A hasta 1.214A					
	Tipo	Tamaño	Corriente nominal motor (A)	Potencia del motor (HP)		
				220VAC	440VAC	
	100018244	3RW4026-18814	25.0	9.0	18.0	298,55
	100018212	3RW4027-18814	32.0	12.0	25.0	334,05
	100018241	3RW4028-18814	38.0	14.0	28.0	452,93
	100018214	3RW4036-18814	45.0	18.0	36.0	551,28
	100018225	3RW4037-18814	63.0	24.0	50.0	638,30
	100018221	3RW4046-18814	75.0	28.0	60.0	768,51
	100018232	3RW4047-18814	100.0	40.0	75.0	922,26
						
	Arrancadores suaves 3RW40					

ANEXO B2

Circuito Conexión Válvula Motorizada.



ARI-PREMIO®
Accessories



Additional travel switch

Pos.	Description
50.42	Board support
50.50	Trip slide
50.52	Setting spindle for switch S4
50.53	Setting spindle for switch S5
50.61.2	Travel switch S4
50.61.3	Travel switch S5
50.62	Connector, 6-pole

Potentiometer

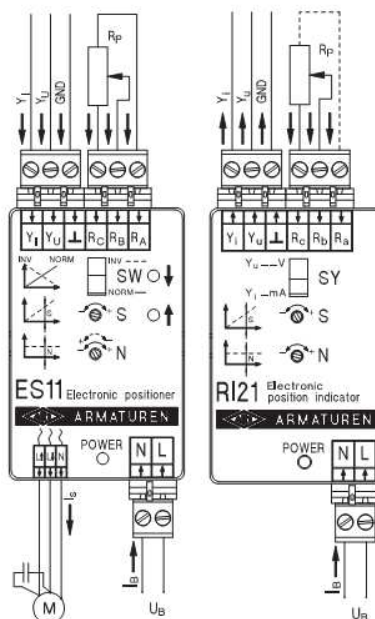
Pos.	Description
50.42	Board support
50.50	Trip slide
50.67	Potentiometer
50.68	Connecting cable
50.69	Self-tapping screw
50.70	Pinch spring
50.71	Slide block
50.73	Pinion
50.74	Connector, 3-pole

Electronic position controller ES11

Operating voltage	U_B	24V-50/60Hz	115V-50/60Hz	230V-50/60Hz
Operating current without load	I_B	150 mA	40 mA	20 mA
Input control signal	Y_U	0 (2) ... 10V DC - (RI = 30 kOhm)		
Input control signal	Y_I	0 (4) ... 20 mA DC - (RI = 125 Ohm)		
Potentiometer input	R_P	0 ... 10 kOhm, recommended 0 ... 1 kOhm (Potentiometer can be used only as a voltage divider)		
Three-step switching current	I_S	4A max.		

Electronic position indicator RI21

Operating voltage	U_B	24V-50/60Hz	115V-50/60Hz	230V-50/60Hz
Operating current without load	I_B	150 mA	40 mA	20 mA
Output control signal	Y_U	0 (2) ... 10V DC - (load resistance > 1000 Ohm)		
Output control signal	Y_I	0 (4) ... 20 mA DC - (load resistance max. 800 Ohm)		
Resistance	R_P	0 ... 1000 Ohm		



ANEXO B3

Simbología para servo válvulas.

Basic characteristics

Max. pressure	Up to 250 bar (3600 psi) dependent on fluid
Max. flow rates	Up to 95 l/min (25 USgpm) dependent on spool
Mounting pattern	ISO 4401-05/ CETOP 5/NFPA-D05

General description

DG4S* models are direct solenoid operated, 2-way or 4-way directional control valves. Their primary function in a hydraulic circuit is to direct fluid flow to a work cylinder or to control the direction of rotation of a hydraulic motor.

Port connections are made by mounting the valve on a manifold or subplate containing the interface.

Valves are available with AC or DC wet-armature solenoid(s). Electrical connections to the valve are made in an electrical wiring housing or by various plug-in devices. A ground terminal is provided.

Functional symbols

Standard Spool Types	Graphic Symbol Center Condition	"A" Models ▲ Spring Offset	"B" Models ▲ Spring Centered	"C" Models Spring Centered	"F" Models ▲ Spring Offset	"N" Models Detented (No Spring)
0						
1						
11						
2						
3						
31						
6						
7						
8						
33						
2 (2-way)						

▲ Standard (right hand) build shown.
"A" solenoid omitted.

Note

On all models, when solenoid "a" is energized, flow is always "P" to "A". When solenoid "b" is energized, flow is always "P" to "B". This is in accordance with the ANSI-B93.9 standard. Solenoid designations "a" and "b" are identified on the diagram plate on the side of the valve.

ANEXO B4

Características e información de PT100.

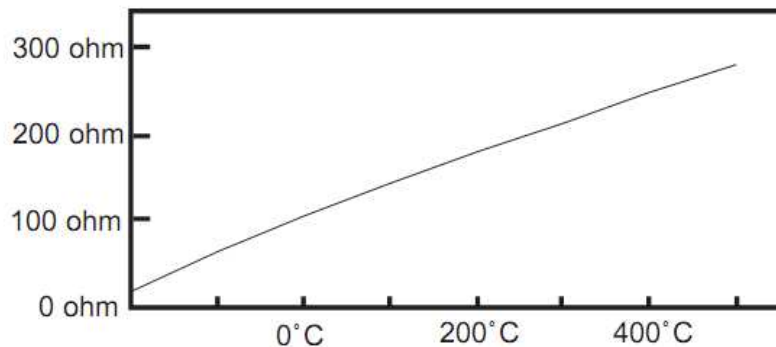


Pt100, su operación, instalación y tablas.

Que es un Pt100 ?

Un Pt100 es un sensor de temperatura. Consiste en un alambre de platino que a 0 °C tiene 100 ohms y que al aumentar la temperatura aumenta su resistencia eléctrica.

El incremento de la resistencia no es lineal pero si creciente y característico del platino de tal forma que mediante tablas es posible encontrar la temperatura exacta a la que corresponde.

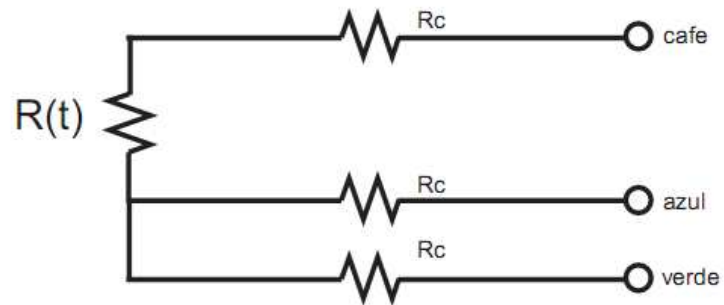


Un Pt100 es un tipo particular de RTD (Dispositivo Termo Resistivo)

Normalmente las Pt100 industriales se consiguen encapsuladas en la misma forma que las termocuplas, es decir dentro de un tubo de acero inoxidable ú otro material (vaina) , en un extremo está el elemento sensible (alambre de platino) y en el otro está el terminal eléctrico de los cables protegido dentro de una caja redonda de aluminio (cabezal).

Con 3 hilos

El modo de conexión de 3 hilos es **el más común** y resuelve bastante bien el problema de error generado por los cables.



El único requisito es que los tres cables tengan la misma resistencia eléctrica pues el sistema de medición se basa (casi siempre) en el "puente de Wheatstone". Por supuesto el lector de temperatura debe ser para este tipo de conexión.

En el caso particular de los instrumentos ARIAN, se hace pasar una corriente conocida a través de los cables azul y verde con lo cual el instrumento mide $2R_c$. Luego mide la resistencia por los cables cafe y azul para finalmente restarle $2R_c$ al valor medido y obtener $R(t)$.

ANEXO B5

Características del sensor de Nivel.

Item # M9000, Plastic Miniature Switches

List Price

The M9000 miniature liquid level switch has a Kynar stem and a Kynar float. Kynar has chemical and solvent resistant properties and the high purity of the material make it an outstanding choice for food handling, medical and laboratory, and sensitive test equipment.

Note: SPST = Single Pole, Single Throw



SPECIFICATIONS

Type	Miniature Switch
Stem Material	Kynar
Float Material	Kynar
Max. Temperature	105 °C
Fittings	1/8" NPT
Nominal Current Rating(s)	30 VA SPST Switch
Float SG	0.85
Max. Pressure	15 psig
Dwg. No.	30
Lead Wires	22 ga. Teflon 24"

Approvals	CE CSA NSF International UL
Maximum Order Quantity for Switch In Time Same Day Shipment	33
Lead Time	2 days

ANEXO B6

Sensores Inductivos Utilizados Características Técnicas.

Inductive Cylindrical

3-Wire
and
4-Wire
DC

3- and 4-Wire DC 18 mm Diameter Inductive Sensors

- 5 to 20 mm sensing ranges
- 18 mm threaded barrels
- LED target indication
- Cable and Micro (M12) quick disconnect models



See pages 803-854 for cordsets



See pages 865-872 for accessories

Technical Specifications

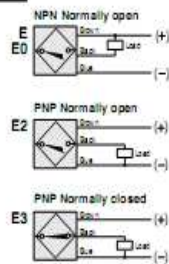
SUPPLY VOLTAGE	NBB/NBN/NEB Models	10-30 VDC
	NJ Models	10-60 VDC
LOAD CURRENT (I _L)	GM20/GM30 Models	150 mA max.
	All Other Models	200 mA max.
LEAKAGE CURRENT (OFF-STATE)	NBB/NBN/NJ Models	≤ 0.5 mA
	NBN/NEB Models	≤ 0.1 mA
OUTPUT	Suffix E, E0	NPN normally open
	Suffix E2	PNP normally open
	Suffix E3	PNP normally closed
	Suffix A0	NPN normally open & normally closed
	Suffix A2	PNP normally open & normally closed
VOLTAGE DROP AT I _L (MAX.)	NBB/NBN/NJ Models	≤ 3 VDC
	NBN/NEB Models	≤ 2 VDC
HYSTERESIS		3-15% (5% typical)
SHORT CIRCUIT AND OVERLOAD PROTECTION		Yes
REVERSE POLARITY PROTECTED		Yes
LED INDICATION		See dimension drawings
SENSING FACE MATERIAL		PBT
STANDARDS		EN 60947-5-2
ENVIRONMENTAL PROTECTION		IP67
AMBIENT TEMPERATURE		+13 °F to +158 °F (+25 °C to +70 °C)
APPROVALS		

Wiring Diagrams

3-Wire DC



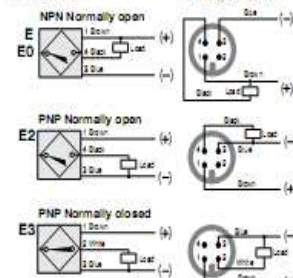
Cable Connection



Quick Disconnect

Note: Wiring diagrams show quick disconnect pin numbers.

V1 Type



4-Wire DC



Cable Connection

NPN Normally Open and Normally Closed



PNP Normally Open and Normally Closed

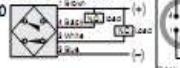


Quick Disconnect

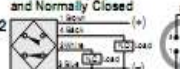
Note: Wiring diagrams show quick disconnect pin numbers.

V1 Type

NPN Normally Open and Normally Closed



PNP Normally Open and Normally Closed



18 mm Diameter

2-Meter Cable Models								
Dia. (mm)	Model Number	Range (mm)	Mounting	Electrical Output	Switching Frequency	Barrel Material*	Cable Jacket/Size	Dwg. No.
18	NJ5-18GM50-E	5	Flush	NPN N.O.	1.5 kHz	SS	PVC/20 AWG	1
	NJ5-18GM50-E2	5	Flush	PNP N.O.	1.5 kHz	SS	PVC/20 AWG	1
	NB65-18GM50-E0	5	Flush	NPN N.O.	800 Hz	Ni-Brass	PVC/22 AWG	2
	NB65-18GM50-E2	5	Flush	PNP N.O.	800 Hz	Ni-Brass	PVC/22 AWG	2
	NB65-18GM60-A0	5	Flush	NPN N.O. & N.C.	800 Hz	Ni-Brass	PVC/22 AWG	3
	NB65-18GM60-A2	5	Flush	PNP N.O. & N.C.	800 Hz	Ni-Brass	PVC/22 AWG	3
	NJ8-18GM50-E	8	Nonflush	NPN N.O.	1 kHz	SS	PVC/20 AWG	4
	NJ8-18GM50-E2	8	Nonflush	PNP N.O.	1 kHz	SS	PVC/20 AWG	4
	NB68-18GM30-E2	8	Flush	PNP N.O.	500 Hz	Ni-Brass	PVC/22 AWG	5
	NB68-18GM30-E3	8	Flush	PNP N.C.	500 Hz	Ni-Brass	PVC/22 AWG	5
	NB68-18GM50-E0	8	Flush	NPN N.O.	500 Hz	Ni-Brass	PVC/22 AWG	6
	NB68-18GM50-E2	8	Flush	PNP N.O.	500 Hz	Ni-Brass	PVC/22 AWG	6
	NBN8-18GM50-E0	8	Nonflush	NPN N.O.	500 Hz	Ni-Brass	PVC/22 AWG	7
	NBN8-18GM50-E2	8	Nonflush	PNP N.O.	500 Hz	Ni-Brass	PVC/22 AWG	7
	NB68-18GM60-A0	8	Flush	NPN N.O. & N.C.	500 Hz	Ni-Brass	PVC/22 AWG	8
	NB68-18GM60-A2	8	Flush	PNP N.O. & N.C.	500 Hz	Ni-Brass	PVC/22 AWG	8
	NBN8-18GM60-A0	8	Nonflush	NPN N.O. & N.C.	700 Hz	Ni-Brass	PVC/22 AWG	9
	NBN8-18GM60-A2	8	Nonflush	PNP N.O. & N.C.	700 Hz	Ni-Brass	PVC/22 AWG	9
	NBN12-18GM35-E2	12	Nonflush	PNP N.O.	200 Hz	Ni-Brass	PVC/22 AWG	10
	NBN12-18GM50-E0	12	Nonflush	NPN N.O.	200 Hz	Ni-Brass	PVC/22 AWG	11
	NBN12-18GM50-E2	12	Nonflush	PNP N.O.	200 Hz	Ni-Brass	PVC/22 AWG	11
NBN12-18GM50-A0	12	Nonflush	NPN N.O. & N.C.	1 kHz	Ni-Brass	PVC/22 AWG	11	
NBN12-18GM50-A2	12	Nonflush	PNP N.O. & N.C.	1 kHz	Ni-Brass	PVC/22 AWG	11	



Inductive Cylindrical

3-Wire and 4-Wire DC

ANEXO B7

Datos Tecnicos del PLC

A.4 CPU 1214C

A.4.1 Especificaciones generales y propiedades

Tabla A- 40 General

Datos técnicos	CPU 1214C AC/DC/relé	CPU 1214C DC/DC/relé	CPU 1214C DC/DC/DC
Referencia	6ES7 214-1BE30-0XB0	6ES7 214-1HE30-0XB0	6ES7 214-1AE30-0XB0
Dimensiones A x A x P (mm)	110 x 100 x 75	110 x 100 x 75	110 x 100 x 75
Peso	475 gramos	435 gramos	415 gramos
Disipación de potencia	14 W	12 W	12 W
Intensidad disponible (SM y bus CM)	1600 mA máx. (5 V DC)	1600 mA máx. (5 V DC)	1600 mA máx. (5 V DC)

Datos técnicos	CPU 1214C AC/DC/relé	CPU 1214C DC/DC/relé	CPU 1214C DC/DC/DC
Intensidad disponible (24 V DC)	400 mA máx. (alimentación de sensores)	400 mA máx. (alimentación de sensores)	400 mA máx. (alimentación de sensores)
Consumo de corriente de las entradas digitales (24 V DC)	4 mA/entrada utilizada	4 mA/entrada utilizada	4 mA/entrada utilizada

Tabla A- 41 Propiedades de la CPU

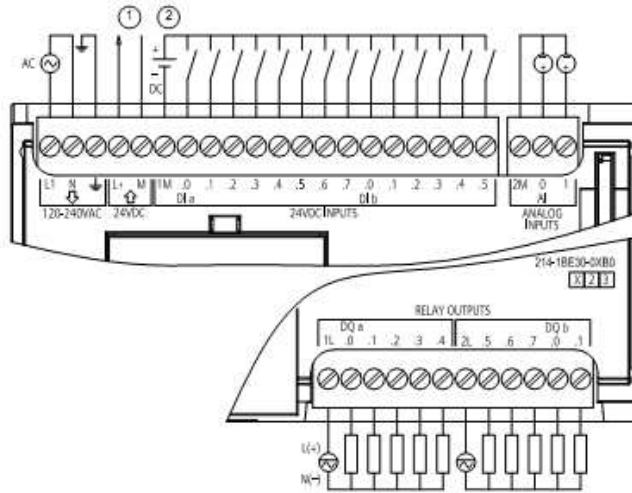
Datos técnicos	Descripción	
Memoria de usuario ¹	Trabajo	50 KB
	Carga	2 MB
	Remanente	2 KB
E/S digitales integradas	14 entradas/10 salidas	
E/S analógicas integradas	2 entradas	
Tamaño de la memoria imagen de proceso	1024 bytes de entradas (I)/1024 bytes de salidas (Q)	
Área de marcas (M)	8192 bytes	
Ampliación con módulos de señales	8 SMs máx.	
Ampliación con Signal Boards	1 SB máx.	
Ampliación con módulos de comunicación	3 CMs máx.	
Contadores rápidos	6 en total <ul style="list-style-type: none"> • Fase simple: 3 a 100 kHz y 3 a 30 kHz de frecuencia de reloj • Fase en cuadratura: 3 a 80 kHz y 3 a 20 kHz de frecuencia de reloj 	
Generadores de impulsos ²	2	
Entradas de captura de impulsos	14	
Alarmas de retardo/cíclicas	4 en total con resolución de 1 ms	
Alarmas de flanco	12 ascendentes y 12 descendentes (14 y 14 con Signal Board opcional)	
Memory Card	SIMATIC Memory Card (opcional)	
Precisión del reloj en tiempo real	+/- 60 segundos/mes	
Tiempo de respaldo del reloj de tiempo real	10 días típ./6 días mín. a 40°C (condensador de alto rendimiento sin mantenimiento)	

¹ El tamaño del programa de usuario, los datos y la configuración están limitados por la memoria de carga y memoria de trabajo disponibles de la CPU. No hay un límite determinado para el número de bloques OB, FC, FB y DB soportados o en lo referente al tamaño de un bloque específico. El único límite está sujeto al tamaño total de la memoria.

² Para modelos de CPU con salidas de relé, se debe instalar una Signal Board (SB) digital para emplear los generadores de impulsos.

A.4.4 Diagramas de cableado de la CPU 1214C

Tabla A- 53 CPU 1214C AC/DC/relé (6ES7 214-1BE30-0XB0)



- ① Alimentación de sensores 24 V DC
Para una inmunidad a interferencias adicional, conecte "M" a masa incluso si no se utiliza la alimentación del sensor.
- ② Para entradas NPN, conecte "-" a "M" (como se indica).
Para entradas PNP, conecte "+" a "M".

ANEXO B8

Características Técnicas Módulo para RTD SIEMENS.

SIEMENS

SIMATIC

S7-1200

Módulo de señales SM 1231 RTD

Información del producto

Información de producto

Nuevo módulo de señales analógico RTD disponible para el S7-1200

La familia de los S7-1200 cuenta ahora con un nuevo módulo de señales analógico SM 1231 RTD. La referencia de este módulo de señales se indica a continuación.

Módulo de señales	Referencia
SM 1231 AI 4 x RTD x 16 bit	6ES7 231-5PD30-0XB0

El módulo de señales analógico SM 1231 RTD mide el valor de la resistencia conectada a las entradas del módulo. Este valor puede ser tanto temperatura como resistencia.

- Si se trata de resistencia, el valor máximo del rango nominal serán 27648 decimales.
- Si se trata de temperatura, el valor se expresará en grados multiplicados por diez (p. ej. 25,3 grados se expresarán como 253 decimales).

El módulo SM 1231 RTD soporta mediciones con base en conexiones de 2, 3 y 4 hilos que van al sensor de resistencia.

La presente información de producto incluye información detallada sobre las características y los datos técnicos de este módulo de señales. Para más información sobre la familia de productos S7-1200, consulte el manual del sistema de automatización SIMATIC S7-1200.

Soporte adicional

Para cualquier cuestión técnica o para obtener información sobre cursos de formación relacionados con estos productos, o bien para pedir productos, contacte con el representante de Siemens más próximo.

SM 1231 AI4 Analog Input RTD

Modelo	SM 1231 AI 4 x RTD x 16bit
Referencia (MLFB)	6ES7 231-5PD30-0XB0
Dimensiones An. x Al. x P. (mm)	45 x 100 x 75
Peso	220 g
Pérdidas	1,5 W
Consumo (bus SM)	80 mA
Consumo (24 V DC) ¹	40 mA
Número de entradas	4
Tipo	RTD referenciado
Rango	Ver tabla de selección de sensores RTD
Rango total (palabra de datos)	Ver tabla de selección de sensores RTD
Rango de sobreimpulso/subimpulso (palabra de datos)	Ver tabla de selección de sensores RTD
Rebase por exceso/defecto (palabra de datos)	Ver tabla de selección de sensores RTD
Resolución	
Temperatura	0,1° C/0,1° F
Resistencia	15 bits más signo
Tensión máxima de ensayo	± 35 V
Supresión de perturbaciones	85 dB para el filtro seleccionado (10 Hz, 50 Hz, 60 Hz y 400 Hz)
Impedancia	≥ 10 MΩ
Aislamiento	
Lado de campo hacia lógica	500 V AC
Campo hacia 24 V DC	500 V AC
24 V DC hacia lógica	500 V AC
Aislamiento entre canales	ninguno
Precisión	Ver tabla de selección de sensores RTD
Repetibilidad	±0.05% FS
Disipación máxima del sensor	0,5 mW
Principio de medición	Integrador
Tiempo de actualización del módulo	Ver tabla de selección de filtros
Longitud del cable (metros)	100 metros hasta el sensor (máx.)
Resistencia del cable	20 Ω, 2,7 Ω para 10 Ω RTD máx.
Supresión en modo común	> 120dB
Diagnóstico	
Alarma de rebase por exceso/por defecto ^{2 3}	Sí
Alarma de rotura de hilo ⁴	Sí
Alarma de baja tensión 24 V DC ²	Sí

¹ 20,4 a 28,8 V DC (clase 2, potencia limitada o alimentación de sensor de la CPU)

² La información de las alarmas de diagnóstico de baja tensión y de rebase por exceso/por defecto será indicada en los valores analógicos aunque las alarmas estén desactivadas en la configuración del módulo.

³ La detección de rebase por defecto nunca está habilitada para los rangos de resistencia.

⁴ Cuando la alarma de rotura de hilo está deshabilitada y se da una condición de rotura de hilo en el cableado del sensor, el módulo puede señalar valores aleatorios.

Tabla de selección de filtros

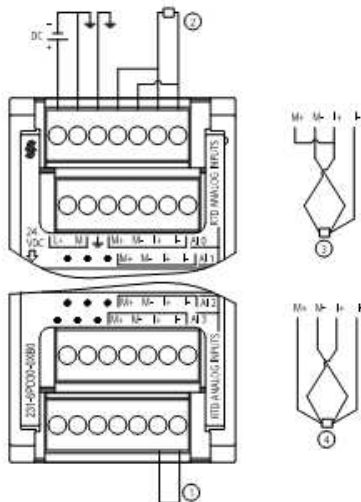
Supresión de perturbaciones frecuencia (Hz)	Tiempo de integración (ms)	4/2 hilos Módulo de 4 canales Tiempo de actualización (segundos)	3 hilos Módulo de 4 canales Tiempo de actualización (segundos)
10	100	1.222	2.444
50	20	0.262	0.524
60	16.67	0.222	0.444
400 ¹	10	0.142	0.284

¹ Para mantener la resolución y la exactitud del módulo seleccionando el filtro de 400 Hz, el tiempo de integración es de 10 ms. Esta selección también rechaza perturbaciones de 100 Hz y 200 Hz.

Nota

Después de aplicar tensión al módulo RTD, el módulo lleva a cabo una calibración interna del convertidor analógico-digital. Durante este tiempo el módulo notifica un valor de 32767 en cada canal hasta que haya información válida para para el canal correspondiente. Es posible que el programa de usuario deba autorizar este tiempo de inicialización.

Diagrama de cableado del SM 1231 AI 4 x RTD x 16bit



6ES7 231-5PD30-0XB0

- ① Entradas loopback del RTD no utilizadas
- ② RTD a 2 hilos
- ③ RTD de 3 hilos
- ④ RTD de 4 hilos

Siemens AG
Industry Sector
Postfach 48 48
90026 NÜRNBERG

Módulo de señales SM 1231 RTD
A5E02885130-01, 08/2010

ANEXO B9

Características Módulo Analógico.

A.6 Módulos de señales analógicas (SMs)

A.6.1 Datos técnicos del módulo de entradas analógicas SM 1231

Tabla A- 72 Especificaciones generales

Modelo	SM 1231 AI 4 x 13 bits	SM 1231 AI 8 x 13 bits
Referencia	6ES7 231-4HD30-0XB0	6ES7 231-4HF30-0XB0
Dimensiones A x A x P (mm)	45 x 100 x 75	45 x 100 x 75
Peso	180 gramos	180 gramos
Disipación de potencia	1,5 W	1,5 W
Consumo de corriente (bus SM)	80 mA	90 mA
Consumo de corriente (24 V DC)	45 mA	45 mA

Tabla A- 73 Entradas analógicas

Modelo	SM 1231 AI 4 x 13 bits	SM 1231 AI 8 x 13 bits
Número de entradas	4	8
Tipo	Tensión o intensidad (diferencial): Seleccionable en grupos de 2	
Rango	± 10 V, ± 5 V, $\pm 2,5$ V ó 0 a 20 mA	

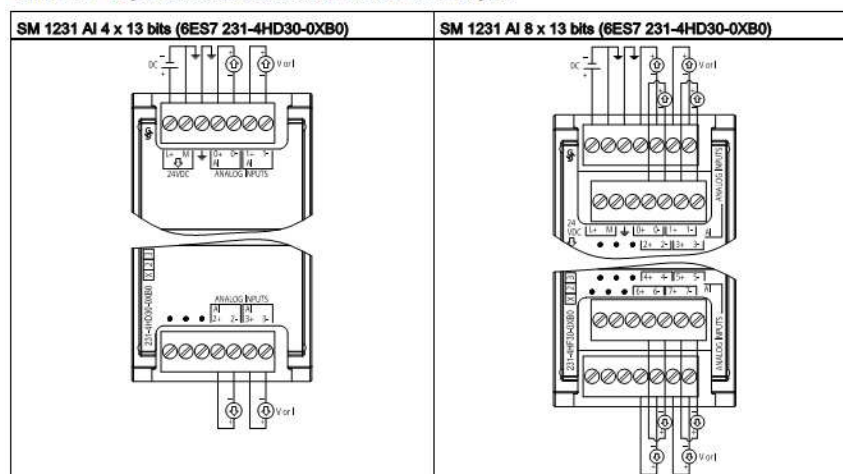
Modelo	SM 1231 AI 4 x 13 bits	SM 1231 AI 8 x 13 bits
Rango total (palabra de datos)	-27.648 a 27.648	
Rango de sobreimpulso/subimpulso (palabra de datos)	Tensión: 32.511 a 27.649 / -27.649 a -32.512 Intensidad: 32.511 a 27.649 / 0 a -4864 Consulte el apartado en que aparecen los rangos de entrada analógica de tensión e intensidad (Página 638).	
Rebase por exceso/defecto (palabra de datos)	Tensión: 32.767 a 32.512 / -32.513 a -32.768 Intensidad: 32.767 a 32.512 / -4865 a -32.768 Consulte el apartado en que aparecen los rangos de entrada de tensión e intensidad (Página 638).	
Resolución	12 bits + bit de signo	
Tensión/intensidad soportada máxima	±35 V / ±40 mA	
Filtrado	Ninguno, débil, medio o fuerte Consulte el apartado en que aparecen los tiempos de respuesta a un escalón (Página 637).	
Supresión de ruido	400, 60, 50 ó 10 Hz Consulte el apartado en que aparecen las frecuencias de muestreo (Página 637).	
Impedancia	≥ 9 MΩ (tensión) / 250 Ω (intensidad)	
Aislamiento (campo a lógica)	Ninguno	
Precisión (25°C / 0 a 55°C)	±0,1% / ±0,2% de rango máximo	
Principio de medición	Conversión de valor real	
Rechazo en modo común	40 dB, DC a 60 Hz	
Rango de señales operativo	La tensión de señal más la tensión en modo común debe ser menor que +12 V y mayor que -12 V	
Longitud de cable (metros)	100 m, trenzado y apantallado	

Tabla A- 74 Diagnóstico

Modelo	SM 1231 AI 4 x 13 bits	SM 1231 AI 8 x 13 bits
Rebase por exceso/defecto	Sí ¹	Sí
24 V DC, baja tensión	Sí	Sí

¹ Para SM 1231 AI 4 x 13 bits: Si se aplica una tensión superior a +30 V DC o inferior a -15 V DC a la entrada, el valor resultante se desconocerá y es posible que no se active el rebase por exceso o por defecto correspondiente.

Tabla A- 75 Diagramas de cableado de los SMs de entradas analógicas



Nota

Las entradas analógicas que no se utilicen deben cortocircuitarse.

ANEXO B10

Conmutador SIEMENS Características.

Asignación de los conectores

En el caso del CSM 1277, los puertos Twisted Pair están ejecutados como conector hembra RJ45 con asignación MDI-X (Medium Dependent Interface–Autocrossover) de un componente de red.



Figura 3-2 Conectores hembra RJ45

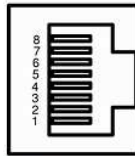


Figura 3-3 Conector hembra RJ45

Tabla 3- 1 Asignación de pins conector hembra RJ45

Número de pin	Asignación
Pin 8	n. c.
Pin 7	n. c.
Pin 6	TD-
Pin 5	n. c.
Pin 4	n. c.
Pin 3	TD+
Pin 2	RD-
Pin 1	RD+

Entre puertos del mismo grupo se cumplen los requisitos para Environment A. P. ej. entre P1 y P2.

ATENCIÓN

Tenga en cuenta que una conexión directa de dos puertos en el switch o una conexión no intencionada a través de varios switches causa una formación de bucle no permitida. Este tipo de bucle puede originar sobrecarga y fallos de la red.

Indicadores

Indicadores del CSM 1277

Indicador Power 'DIAG' (LED verde)

El estado de la alimentación de tensión se indica por medio de un LED verde:

Estado	Significado
LED con luz verde	La alimentación de tensión está conectada
LED apagado	La alimentación eléctrica no está conectada o bien la tensión conectada es insuficiente. Observe también la Nota en el capítulo 4.7

Indicadores de estado de puerto 'P1' hasta 'P4' (LEDs verdes)

El estado de los puertos se indica por medio de cuatro LEDs verdes. Se encuentran debajo de la tapa superior. Véase también Figura 4-4

Estado	Significado
Puerto 1 a 4, LED encendido	Existe conexión con Industrial Ethernet a través de puerto (estado de LINK)
Puerto 1 a 4, LED parpadea	El puerto transmite / recibe vía Industrial Ethernet
Puerto 1 a 4, LEDs parpadean / luz en sucesión	Fase de prueba durante Power on

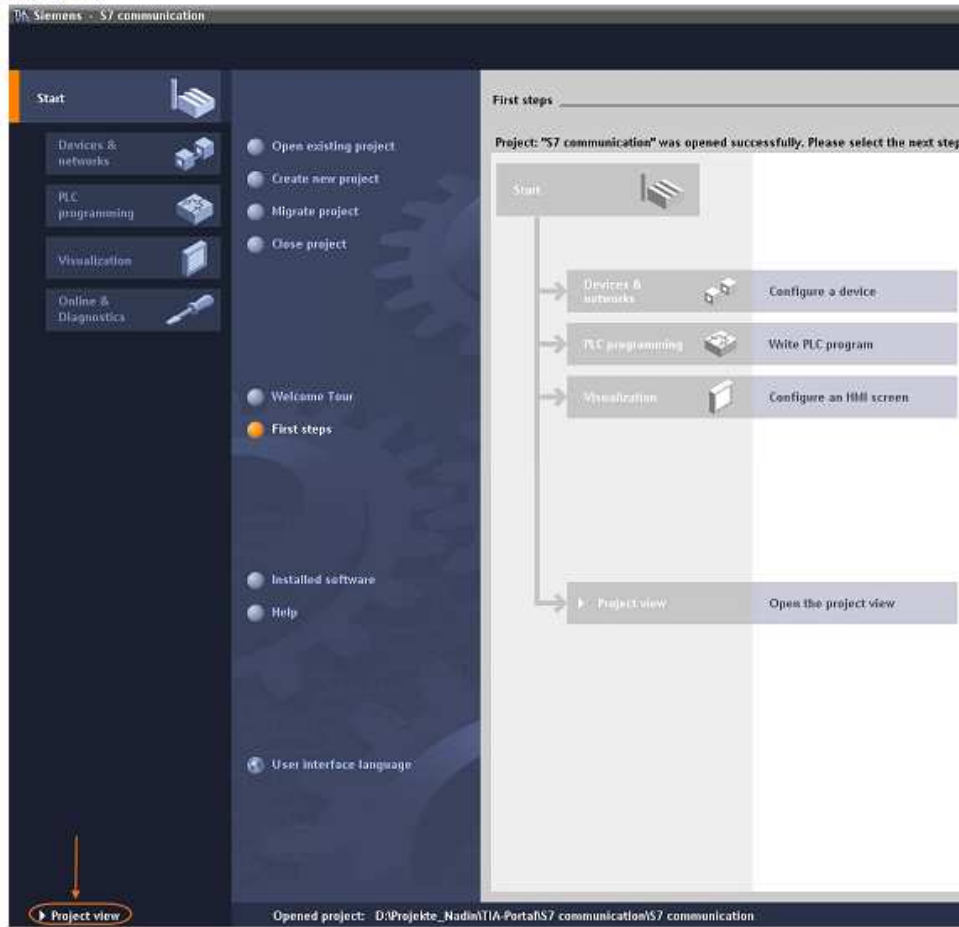
Datos técnicos del CSM 1277

Conexiones	
Conexión de terminales o componentes de las red a través de Twisted Pair	4 conectores hembra RJ45 con ocupación MDI-X para 10/100 Mbit/s (semidúplex, dúplex), sin potencial
Conexión para alimentación de tensión	Bloque de bornes de 3 contactos, enchufable
Datos eléctricos	
Tensión de alimentación	Alimentación de DC 24 V (límite: 19,2 hasta 28,8 V) Baja tensión de seguridad (SELV) Tierra funcional
Potencia perdida con DC 24 V	1,6 W
Consumo de corriente con tensión nominal	70 mA
Protección contra sobreintensidad en la entrada	PTC Resetable Fuse (0,5 A / 60 V)
Longitudes de cables permitidas	
Conexión a través de cables Industrial Ethernet FC TP 0 - 100 m 0 - 85 m	Industrial Ethernet FC TP Standard Cable con IE FC RJ45 Plug 180 o a través de Industrial Ethernet FC Outlet RJ45 con 0 - 90 m Industrial Ethernet FC TP Standard Cable + 10 m TP Cord Industrial Ethernet FC TPMarine/Trailing Cable con IE FC RJ45 Plug 180 o 0 - 75 m Industrial Ethernet FC TP Marine/Trailing Cable + 10 m TP Cord
learnable MAC addresses / Aging Time	
learnable MAC addresses	2048
Aging Time	280 segundos

Condiciones ambientales admisibles	
Temperatura en funcionamiento	0°C hasta +60°C
Temperatura en almacén/transporte	-40°C hasta +70°C
Humedad relativa en funcionamiento	< 95% (sin condensación)
Altura en funcionamiento	2000 m a como máx. 56 °C de temperatura ambiente 3000 m a como máx. 50 °C de temperatura ambiente
Inmunidad a interferencias	EN 61000-6-2
Emisión de interferencias	EN 61000-6-4
Clase de protección	IP 20

ANEXO C

Figure 1-3



2 Configuration of the S7-1200

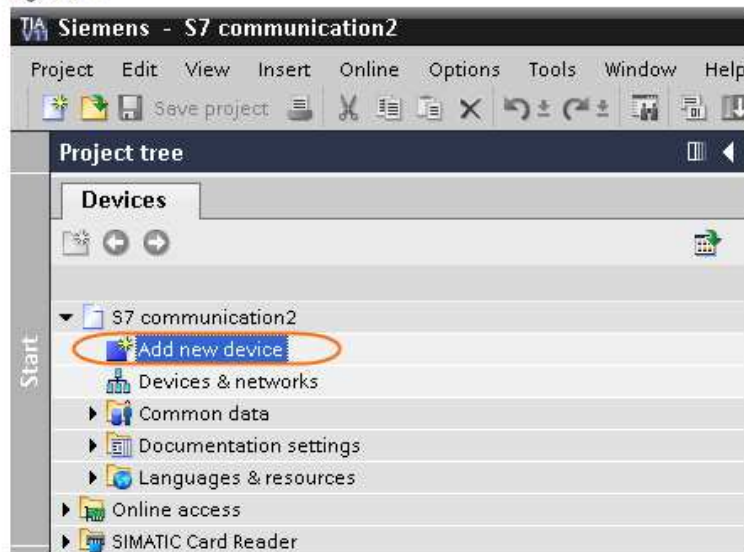
Configure your S7-1200 in STEP 7 (TIA Portal) V11. Then create the user program and define which data is to be monitored over the S7 connection of the OPC server.

2.1 Configuring Hardware

Add an S7-1200 Station

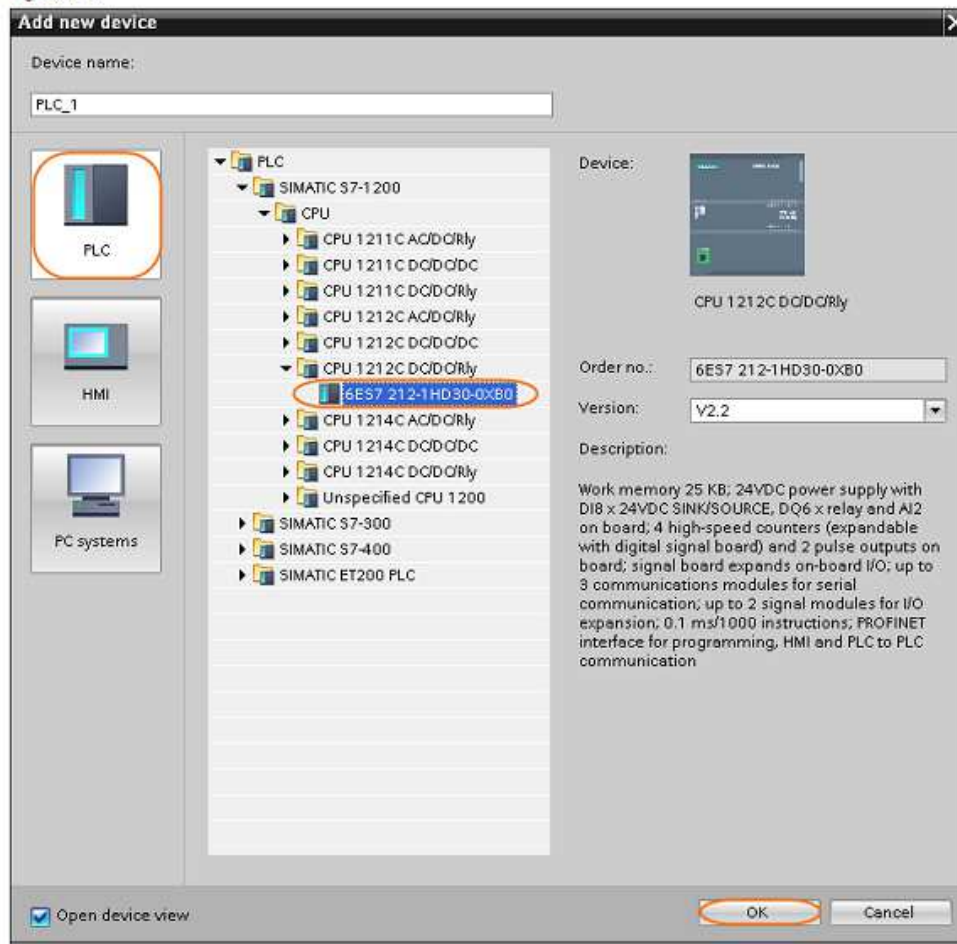
In the project tree, double-click the "Add new device" item. The "Add new device" dialog opens.

Figure 2-1



Click the "PLC" button in the working area. Go to "PLC → SIMATIC S7-1200 → CPU" and select the required controller. Click the "OK" button to add the selected S7-1200 CPU to your project.

Figure 2-2



Add IP address and assign subnet

In the project tree, double-click the "Devices & networks" item. This opens the "Network View" working area of the hardware and network editor.

Click the PROFINET interface of the S7-1200 CPU.

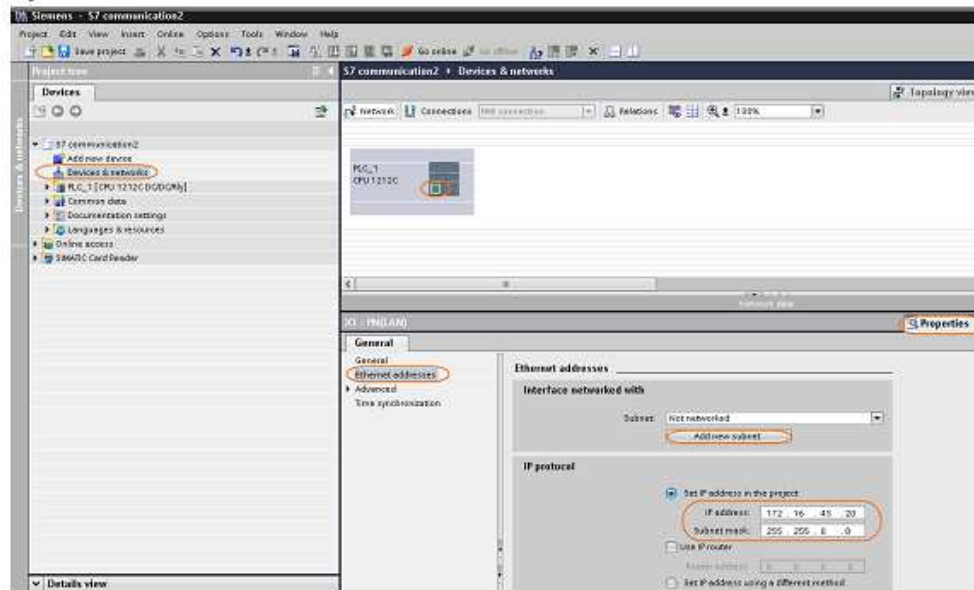
In the inspector window you switch to the "Properties" tab. Click the "Ethernet addresses" item in the area navigation.

In this example you enter the IP address 172.16.43.20 and the subnet mask 255.255.0.0 for the PROFINET interface of the S7-1200 CPU.

Then assign a subnet to the PROFINET interface. Click the "Add new subnet" button to insert a new subnet.

The connection between the subnet, PN/IE_1, for example, and the S7-1200 is now displayed in the "Net View" working area of the hardware and network editor.

Figure 2-3



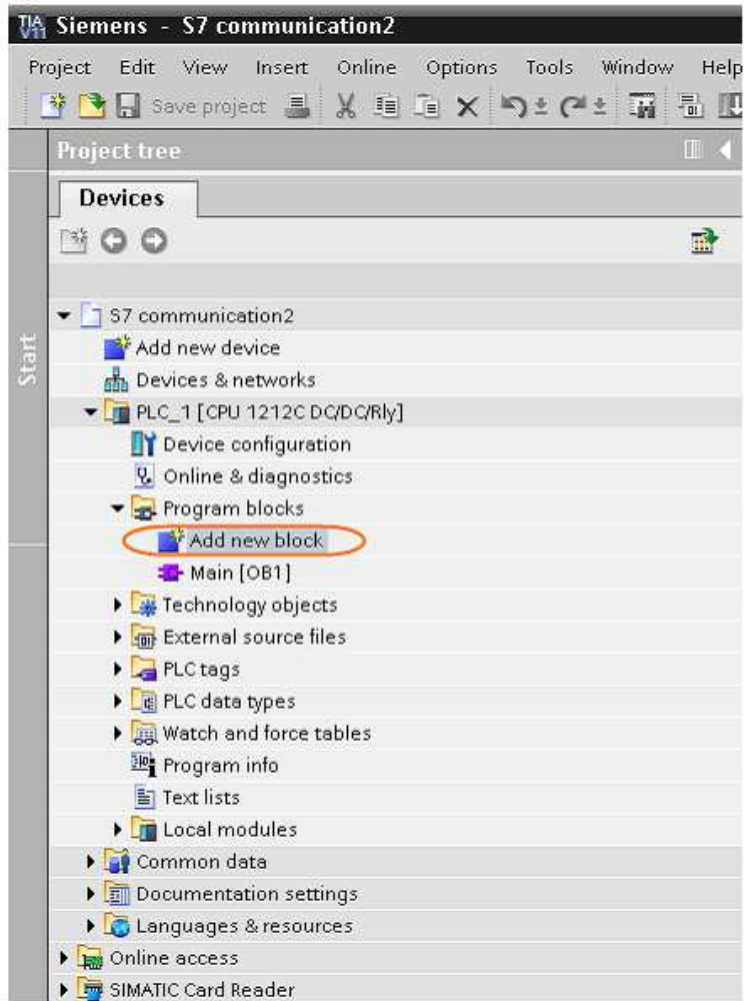
2.2 Creating a User Program

Add data block

In the project tree, navigate to the device folder of the S7-1200 CPU, "PLC_1 [CPU 1212C ...]", for example. The device folder contains structured objects and actions that belong to the device.

In the device folder you navigate to the "Program blocks" subfolder and double-click the "Add new block" action. The "Add new block" dialog opens.

Figure 2-4



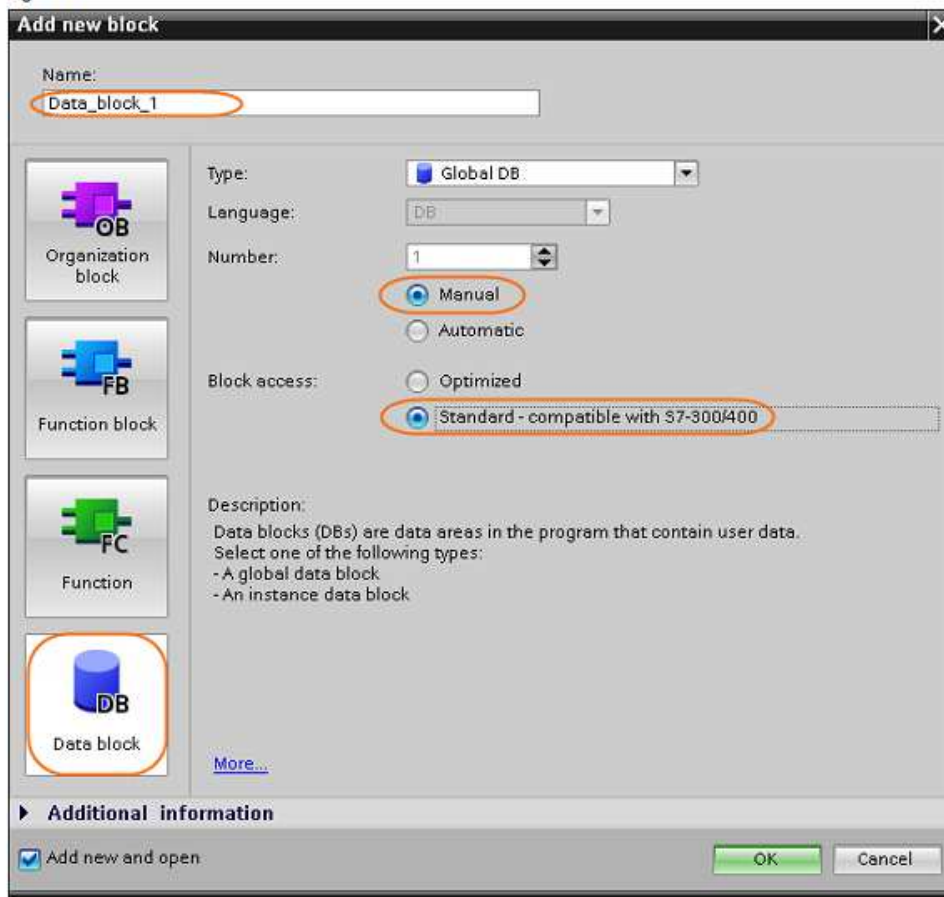
Click the "DB Data block" button. Enter the name of the data block and enable the "Manual" option to assign the number of the data block manually. If you enable the "Automatic" option, the number of the data block is assigned automatically.

Select the "Standard - compatible with S7-300/400" option for block access. Data blocks with standard access have a fixed structure. The data elements in the declaration include both symbolic names and a fixed address in the block. The address is displayed in the "Offset" column. You can address the tags in this block both symbolically and absolutely.

Apply the settings with "OK".

The data block DB1 "Data block 1" is used in this example.

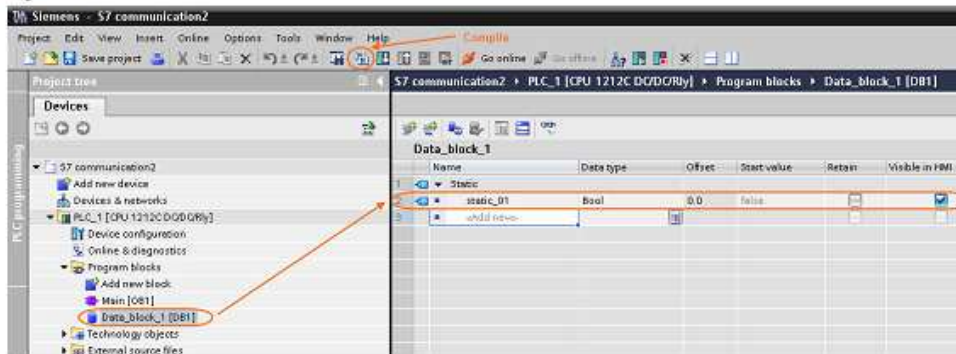
Figure 2-5



Define static tag in the data block

Define the static tag "static_01" of the "Bool" data type in the DB1 "Data block 1".
Click the "Compile" button.

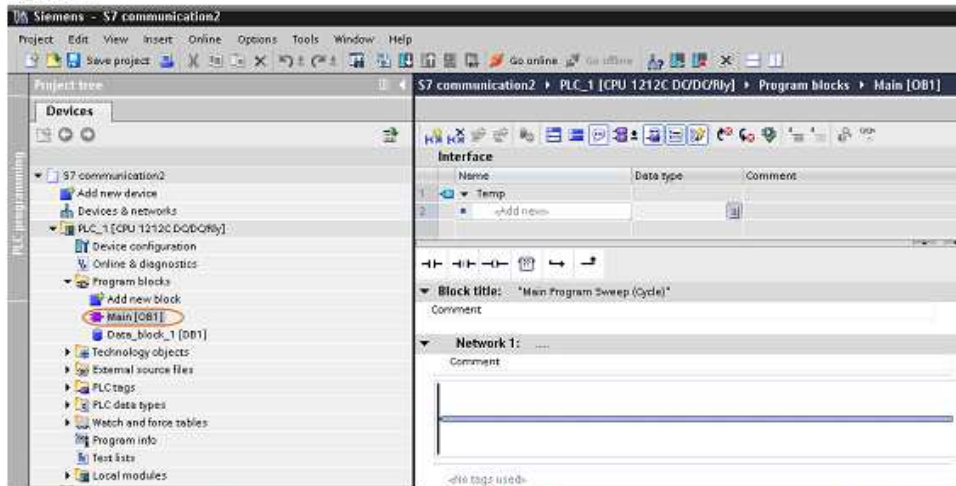
Figure 2-6



Create Main [OB1]

In the "Program blocks" folder, you double-click the "Main [OB1]" block to open the corresponding dialog window.

Figure 2-7



Create the program as shown in **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden..** The bit links are in the "Instructions" task card under "Basic instructions" → "Bit links".

Use drag-and-drop to add the Normally open contact, the flip-flop and the Assignment to Network 1 of the "Main [OB1]" block.

Assign the tags below to the flip-flop, to the normally open contact at inputs S and R of the flip-flop and to the assignment at output Q of the flip-flop.

Table 2-1

Tag	Description
M1.0	SR flip-flop input S: NO contact
M1.1	SR flip-flop input R: NO contact
DB1.DBX0.0	SR tag
M2.0	SR flip-flop output Q: Assignment

ANEXO D
COSTO DEL PROYECTO

CANTIDAD	DESCRIPCIÓN	C/U	TOTAL
2	BREAKER 3VT1 160 A	144,5	289
1	DETECTOR DE FASES	87	87
1	TRANSFO.(380-110V) - 1KVA	70	70
CONTROL			
1	PLC 1214 SIEMENS	570	570
2	Módulo 16 DI VDC / 16 DO RELÉ	415	830
1	MODULO 8 DO RELÉ	160	160
1	MODULO RTD 8 ENTRADAS	555	555
1	MODULO RTD 4 ENTRADAS	465	465
1	MODULO ENTRADAS ANÁLOGAS	760	760
1	PANTALLA KTP 600	740	740
1	MODULO ETHERNET	185	185
CONTACTORES			
5	3RT2025 - 1AN20	40,18	200,9
3	3RT2023 – 1AN20	25,9	77,7
2	3RT2015 – 1PF01	19,47	38,94
GUARDAMOTORES			
4	3RV2011-1JA10	59,2	236,8
1	3RV2011-1CA10	51,85	51,85
2	3RV2011-1GA10	51,85	103,7
1	3RV2011-1DA10	51,85	51,85
2	3RV2011-0JA10	48,28	96,56
2	3RV2011-1KA10	60,82	121,64
1	3RV2021-4EA10	135,65	135,65
ARRANCADOR SUAVE			
2	3RW4026-1BB14	298,55	597,1
1	3RW4027-1BB14	334,05	334,05
1	TABLERO DE CONTROL	1200	1200
1	JUEGO DE BARRAS	60	60
2	PORTA BARRAS	20	40
26	RELÉS Y BASES PARA RELÉ	15	390

4	RELÉS ESTADO SOLIDO	25	100
30	PORTAFUSILES	4,5	135
1	CAJA DE PUNTOS	20	20
200	BORNERAS CABLE 12AWG	1,12	224
VARIOS			
6	PAQUETES DE FERRULES 18 AWG	4,5	27
2	PAQUETES FERRULES 12 AWG	4,5	9
100	PERNOS TROPICALIZADOS	0,3	30
100	BASES ADHESIVAS	4	400
4	PAQUETES DE AMARRAS PLÁSTICAS	2	8
1	PINTURA METAL	30	30
1	JUEGO MARQUILLAS	25	25
CABLE			
100	Cable de comunicación		280
400	Cable para control		300
200	Cable en potencia		400
150	CABLE AWG 3X16		300
1M2	PLANCHA DURALON		1000
100	18X12 AWG		370
150	CABLE PARA RTD		400
INSTRUMENTACIÓN			
8	SENSORES INDUCTIVOS	60	480
7	SENSORES NIVEL TEFLÓN	150	1050
4	SENSORES DE NIVEL PLÁSTICOS	30	120
4	PULSADORES TIPO HONGO	40,5	162
4	CAJAS PARA 1 ACCIONAMIENTO	12	48
4	PULSADORES CON LUZ PILOTO	8,47	33,88
17	LUCES PILOTO VERDES	9	153
2	BALIZAS	40	80
8	CAJAS 17X15X15	12	96

2	MANO DE OBRA	3500	7000
---	--------------	------	------

SUB TOTAL	21728,62
IVA 12%	2607,43
DESC	0%
TOTAL	24336,05

ANEXO E
Manuales de usuario

MANUAL DE USUARIO

ÁREA DE CROMADO

TABLERO DE CROMADO

- ESQUEMAS Y PLANOS ELÉCTRICOS
- HMI PANTALLA LOCAL
- HMI PANTALLA REMOTA
- PROGRAMACIÓN

EPN

15/08/2013

TABLA DE CONTENIDO

TABLA DE CONTENIDO	I
1 HMI PANTALLA LOCAL.....	1
1.1 INTRODUCCIÓN.	1
1.2 MENÚ PRINCIPAL.....	1
1.2.1 ENCENDIDO DE MOTORES.	2
1.2.2 TEMPERATURA.	2
1.2.3 MOVIMIENTO.	3
1.2.3.1 Movimiento Automático.	3
1.2.3.2 Set de Tiempo.	4
1.2.3.2.1 Ingreso de Tiempo de Inmersión.	5
1.2.3.2.2 Ver Sensores.	5
1.2.3.3 Movimiento Manual.	5
1.2.4 PRODUCCIÓN.	6
1.2.5 MANTENIMIENTO.....	7
1.2.5.1 Claves.	8
1.2.5.2 Reprogramando la Pantalla.	9
1.2.6 TEMPERATURAS RTD.	11
1.2.6.1 Activar Zonas RTD 1.	12
1.2.6.2 Activación de Zonas RTD 2.	13
1.2.7 BALIZA LUMINOSA PLÁSTICOS.....	13
1.2.8 RECTIFICADORES.	14
1.2.9 NIVELES.....	14
1.2.10 CONTROL DE VÁLVULAS MANUAL.....	15
1.2.10.1 Válvulas Cromado.	15
1.2.10.2 Relés Plásticos.....	16
1.2.10.3 Zonas Vacías Modulo 1.	17
1.2.11 SINCRONIZAR RELOJ.	17
1.2.12 ERRORES Y ADVERTENCIAS.....	18
1.2.12.1 Errores y Advertencias.....	18
1.2.13 MANTENIMIENTO.....	21
1.2.13.1 Administrador de Usuarios.	22
1.2.13.2 Parar Run Time	22
2 HMI PANTALLA DE MONITOREO REMOTA.....	23
2.1 INTRODUCCIÓN:	23
2.2 REQUISITOS DEL SISTEMA.....	23
2.3 DESCRIPCIÓN DE LA PANTALLA.....	23
2.3.1 PANTALLA PRINCIPAL.	23
2.3.2 BOTÓN CONECTAR.	24
2.3.2.1 Barra de Herramientas.....	24
2.4 PANTALLA DE CROMADO.....	24
2.4.1 INGRESAR VALORES.....	25
2.4.2 BOTÓN VER.....	27
2.5 PANTALLA DE MANTENIMIENTO.	27

2.6	PANTALLA E/S ENTRADAS SALIDAS.....	27
2.7	MENÚ HERRAMIENTAS.....	28
2.7.1	OPCIÓN CONEXIÓN.....	28
2.7.2	OPCIÓN CONTRASEÑA.....	29
2.7.3	OPCIÓN CORREO.....	30
3	PROGRAMACIÓN.....	32
3.1	PROGRAMACIÓN EN BLOQUE.....	32
3.2	ENTRADAS.....	34
3.3	SALIDAS.....	36

1 HMI PANTALLA LOCAL.

1.1 INTRODUCCIÓN.

En el siguiente manual se presenta, las ventanas de cromado en la pantalla local del nuevo sistema de control integrado, para empezar debemos recordar que :

-



- La pantalla local trabaja a 24 VDC, si la pantalla no funciona revisar el

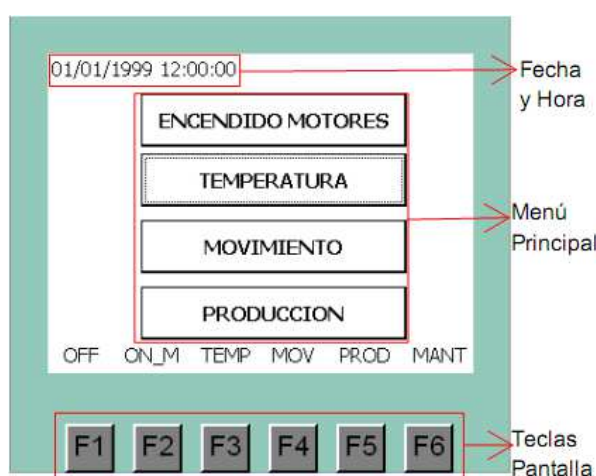
Si la hora de la pantalla o algún dato adicional de entrada o salida tiene el formato xxx se refiere a un fallo en la conexión de la pantalla con el plc y se debe revisar la comunicación.

voltaje de alimentación.

- Se recomienda que la pantalla sea tratada con delicadeza al momento de presionar las opciones para evitar problemas de daños a futuro.

1.2 MENÚ PRINCIPAL.

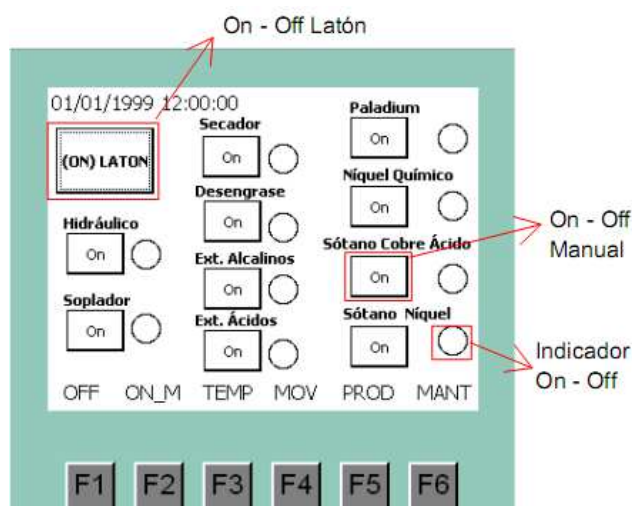
En la Figura a continuación se observa la ventana principal y las opciones de menú las mismas que se vinculan con los pulsadores físicos de la pantalla para una mejor navegación, en todas las ventanas se ofrecen visualización de la hora y fecha.



Menú Principal.

1.2.1 ENCENDIDO DE MOTORES.

En la ventana a continuación se observa las opciones para encender y apagar los motores que intervienen en el proceso de manera manual, y encendido – apagado en secuencia con ON LATÓN.

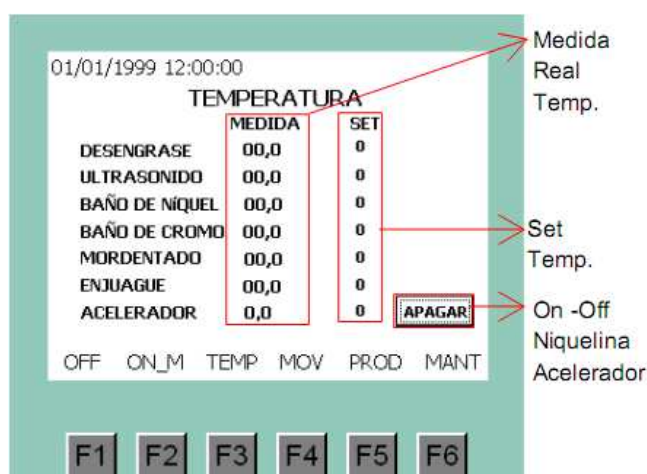


Ventana Encendido Motores.

- **ON LATÓN.-** Prende y apaga en secuencia los motores Hidráulico, Soplador, Secador, Desengrase.

1.2.2 TEMPERATURA.

En la ventana temperatura se tiene los indicadores de temperatura de las cubas y la temperatura deseada como se muestra en la Figura.



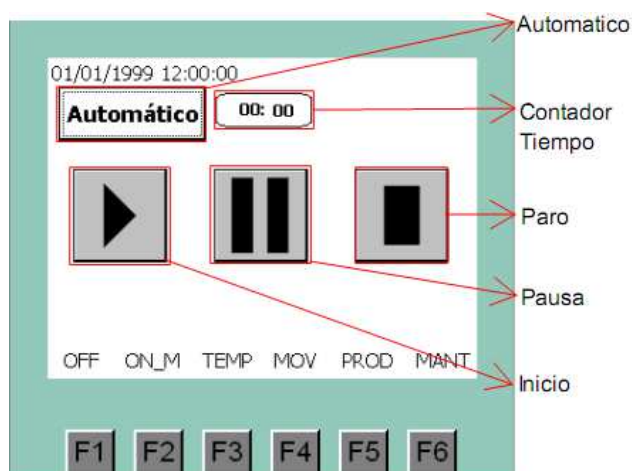
Ventana Temperatura.

- **Apagar.-** Permite desactivar o activar la niquelina que controla el calentamiento en la cuba del acelerador.

1.2.3 MOVIMIENTO.

La ventana movimiento muestra opciones para poner en marcha o iniciar el movimiento, este se puede dar en manual o automático.

1.2.3.1 Movimiento Automático.



Ventana Movimiento.

La ventana de movimiento automático que se aprecia consta de:

- **Inicio.-** da inicio al movimiento el cual empieza después de que pase el conteo del contador de tiempo.
- **Pausa.-** permite pausar el movimiento en cualquier instante, al retirar la pausa el movimiento sigue desde donde se quedó el movimiento.
- **Paro.-** detiene el movimiento al terminar el ciclo de movimiento.
- **Contador de Tiempo.-** visualiza el tiempo que las gancheras permanecen sumergidas en las cubas el **tiempo seteado es de 40 segundos**.
- **Automático.-** al presionar esta opción permite pasar al menú manual.

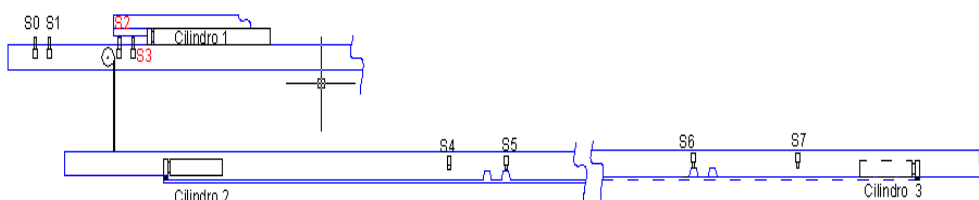


ADVERTENCIA!

- **Si está presionado pausa y se presiona paro al retirar la pausa el movimiento se reanudara pero esto será hasta que termine el ciclo de movimiento.**

- **Debe verificar que se encuentre la cromadora en posición inicial (cilindros adentro), en caso de no estarlo no inicia el movimiento.**

1 POSICIÓN INICIAL ABAJO



Cilindros Adentro.

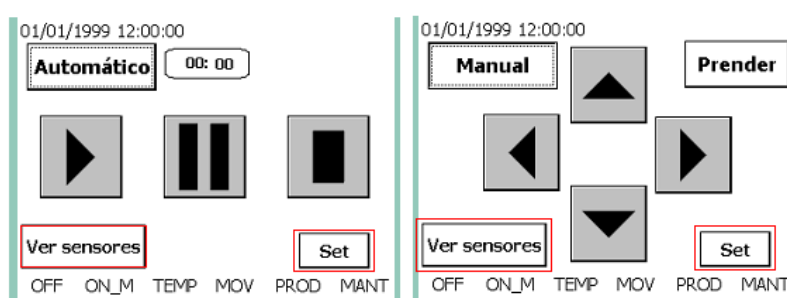
- **Si la cromadora está en posición inicial y no inicia revise que los sensores de posición estén activados y en funcionamiento.**



Para setear el tiempo en el contador ir a ventana de mantenimiento y colocar **MANTENIMIENTO ON** para que se activen los menús de set de tiempo.

1.2.3.2 Set de Tiempo.

Esta opción permite setear el tiempo que las gancheras permanecen sumergidas, después de accionar en el menú de mantenimiento la opción de **MANTENIMIENTO ON**, entonces aparecen pestañas en la ventana que se muestran en la Figura.



Opción de Set de Tiempo

1.2.3.2.1 Ingreso de Tiempo de Inmersión.

A continuación se puede apreciar en la ventana de set time en donde se puede ingresar el tiempo de inmersión en minutos en un rango entre (0-9), y segundos en un rango entre (0-59) se debe pulsar INGRESAR una vez colocados los valores de tiempo, no olvidar que se debe oprimir por un par de segundos por la conexión con el PLC.

Ingreso de Tiempo Inmersión.

1.2.3.2.2 Ver Sensores.

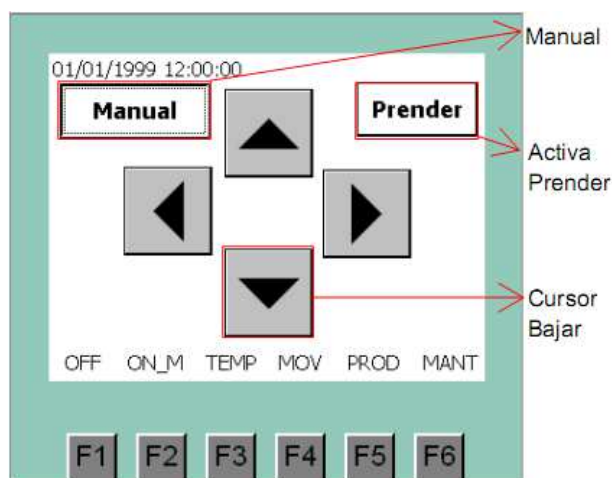
En esta ventana se puede ver el correcto funcionamiento de los sensores de posición al accionarlos sea en modo manual o automático.

Monitoreo Sensores de Posición

1.2.3.3 Movimiento Manual.

Al accionar la opción automático da paso al menú de movimiento manual como se muestra en la Figura con los cursores se puede mover el chasis a la posición que se desee siempre y cuando este activado el botón prender .

Para regresar a la ventana automático, debe desactivarse la opción prender / apagar.



Movimiento Manual Off

- **Manual.-** al presionar esta opción permite regresar a la ventana automático y viceversa.
- **Prender / Apagar.-** Esta opción permite activar el control por los cursores y da paso al control manual.
- **Cursor.-** permite mover la máquina en la dirección que indica cada cursor.



ADVERTENCIA!

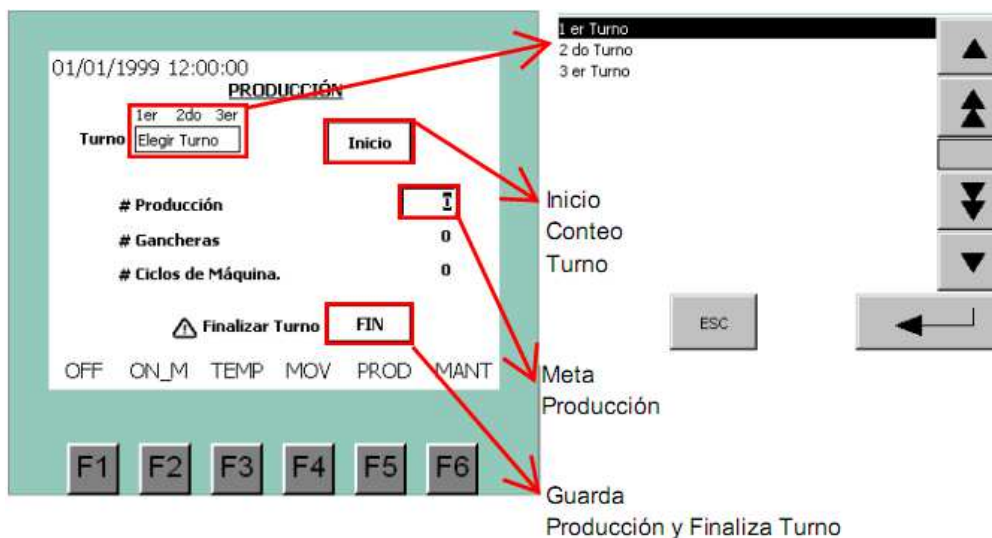
Si la máquina está en movimiento automático y se presiona el botón prender se detiene el movimiento.

Se debe tener cuidado, la manipulación de los movimientos puede causar caída de gancheras con producto.

1.2.4 PRODUCCIÓN.

La ventana de producción permite escoger el turno en que va a trabajar la máquina esto para tener el dato de producción que realiza, en la ventana se muestra la meta, del número de gancheras y los ciclos de máquina transcurridos.

Para terminar la producción se debe presionar FIN esto encera los valores de gancheras y ciclos de máquina, y guarda los datos en una hoja de Access siempre que la HMI remota este encendida.

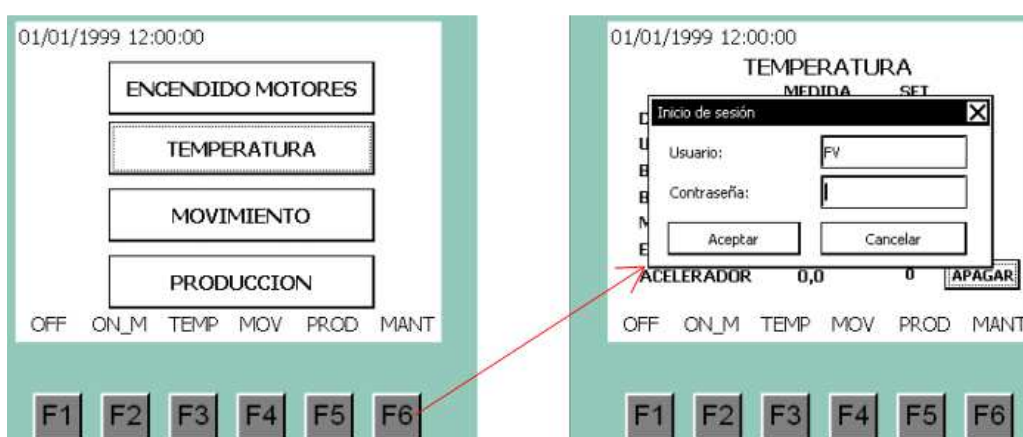


Producción

1.2.5 MANTENIMIENTO.

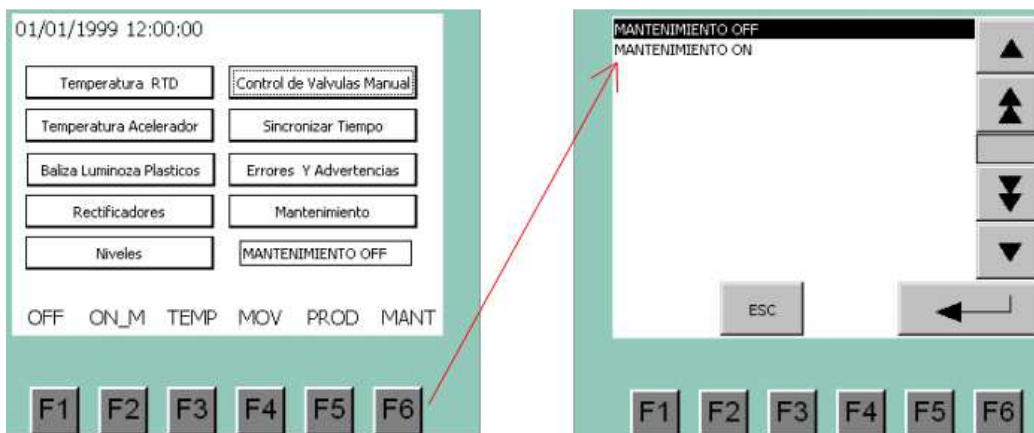
A continuación se presenta la ventana de mantenimiento la que permite el cambio e ingreso de datos del PLC mediante las claves de acceso.

Para ingresar a esta ventana se presiona la tecla **F6 MANT**, aparecerá una subventana que pedirá Usuario y Contraseña.



Ventana Mantenimiento

Aceptamos y damos clic nuevamente en F6, y se nos presenta una pantalla como esta en la pantalla a continuación, es necesario colocar MANTENIMIENTO ON para activen las pestañas de ingreso de datos.



Ventana Mantenimiento 1

1.2.5.1 Claves.

Para ingresar a mantenimiento es necesario de Usuarios y Claves de Usuario, para esto se creó varios usuarios que se presentan a continuación, la clave para esos usuarios FV es 01234.

Usuarios				
	Nombre	Contraseña	Cierre de sesión auto...	Tiempo de cierre de sesi...
	FV	*****	<input checked="" type="checkbox"/>	1
	MAN	*****	<input checked="" type="checkbox"/>	5
	FLL	*****	<input checked="" type="checkbox"/>	5
	AL	*****	<input checked="" type="checkbox"/>	5
	FV1	*****	<input checked="" type="checkbox"/>	5
	AB	*****	<input checked="" type="checkbox"/>	5
	<Agregar>			

Usuarios



ADVERTENCIA!

Tenga precaución al ingresar el usuario y la clave de usuario, un número incorrecto de ingresos de clave de usuario anulan al usuario.

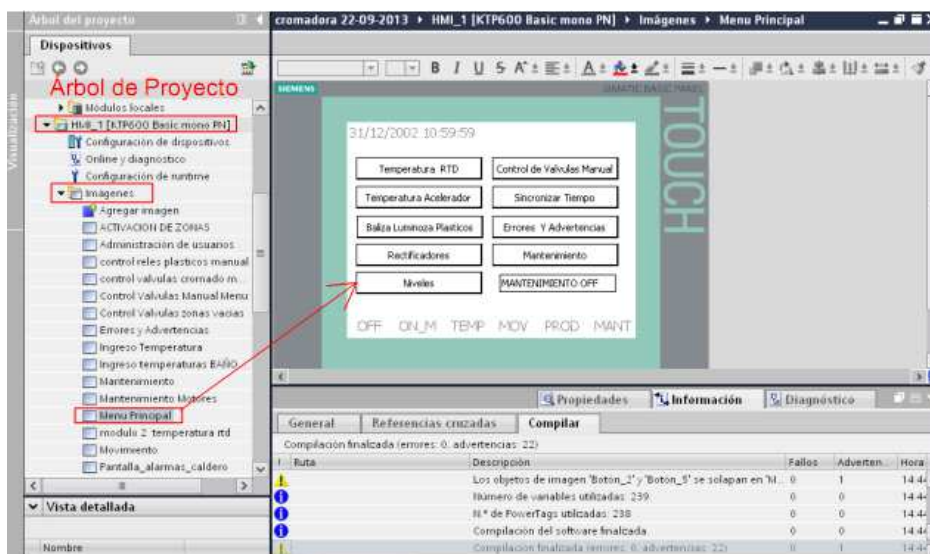


Para solucionar problemas con los usuarios, pase el programa de la HMI proporcionado a la pantalla local.

Realice este procedimiento solo a la pantalla local en caso de ser necesario.

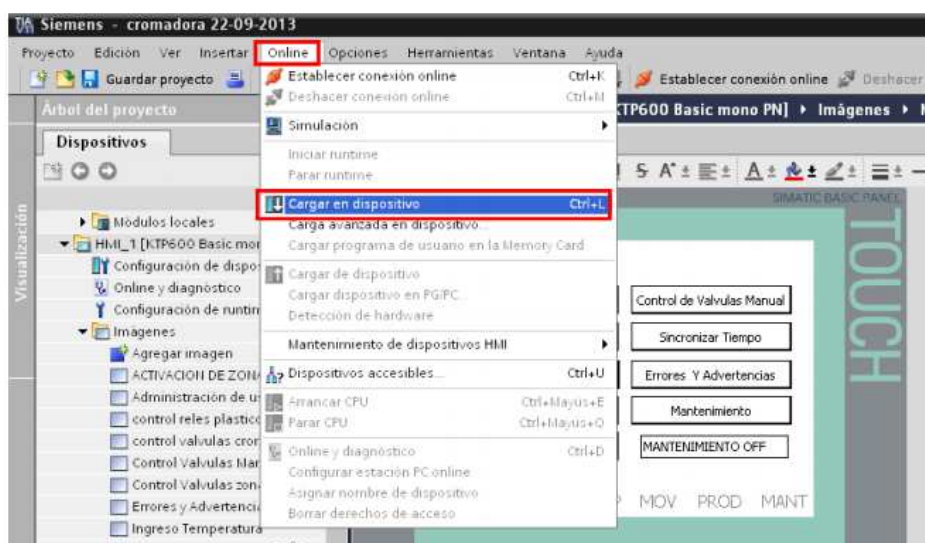
1.2.5.2 Reprogramando la Pantalla.

Para realizar este proceso ingrese al programa TIA PORTAL; abra el proyecto de cromado, ubíquese en el árbol de proyecto y abra la carpeta HMI ubíquese en pantallas, y seleccione una ventana puede ser cualquiera de manera que quede como en el siguiente gráfico.



Reprogramar Pantalla 1.

Ahora ubíquese en el menú principal y busque las opciones como se muestra en la Figura.



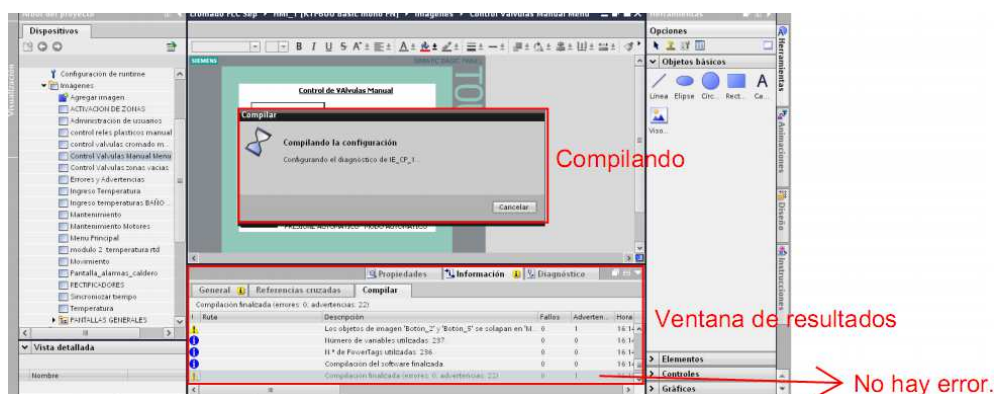
Reprogramar Pantalla 2.

Ahora de clic en cargar en dispositivo aparecerá la siguiente pantalla deben estar colocados los parámetros de las direcciones IP de la pantalla y las conexiones deben estar en modo Ethernet o como tenga la máquina desde donde se haga el procedimiento, se activara la opción cargar y damos aceptar podemos apreciar a continuación.



Reprogramar Pantalla 3.

Se realizara un proceso de compilación del programa de la pantalla en este no debe haber errores; existirán advertencias pero se deben a programación de las pantallas y básicamente están indicando de Figuras y ventanas sobre puestas u ocultas esto no afectara al funcionamiento de la pantalla ni del programa del PLC.



Reprogramar Pantalla 4.

Ahora solo queda aceptar la transferencia de datos y estará completo el procedimiento.

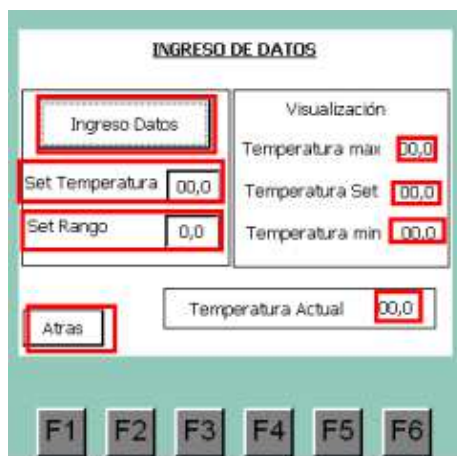
1.2.6 TEMPERATURAS RTD.

En la ventana temperaturas RTD se puede cambiar todos los valores de set de la temperatura de cada una de las cubas de cromado.



Temperaturas RTD.

Al presionar se debe dar el tiempo suficiente para que se realice la conexión de la pantalla puede ser un segundo o dos; presionando cualquiera de las cubas aparecerá la siguiente ventana en este caso se escogió Níquel.



Ingreso de Datos Temperaturas.

- **Set Temperatura.-** Se ingresa en rango entre (0-99) el valor de la temperatura.
- **Set Rango.-** Se ingresa en número decimal entre (0.1 – 9.9) el valor en donde se accionara los actuadores ejemplo:

Set Temperatura = 55°C

Set Rango = 0.1°C

Accionamiento ON (paso de aceite Térmico) = 54.9°C

Accionamiento OFF (Corta el paso de aceite Térmico)=55.1 °C

Al colocar los valores en set de temperatura y rango se presiona **ingresar**, recordar que se debe presionar por uno o dos segundos, y el dato quedara guardado en la memoria del PLC.

Además se podrá visualizar la temperatura actual y tenemos la opción para regresar al menú anterior ATRÁS.

Se puede activar zonas para el incremento zonas a medir en donde intervenga la temperatura para ingresar al menú se debe presionar activar zonas este nos indicara las zonas que podemos activar.

ACTIVAR ZONAS DE RTD 1

ZONA.....6

ZONA... .7

ACTIVAR ZONAS DE RTD 2

ZONA.....1

ZONA.....2

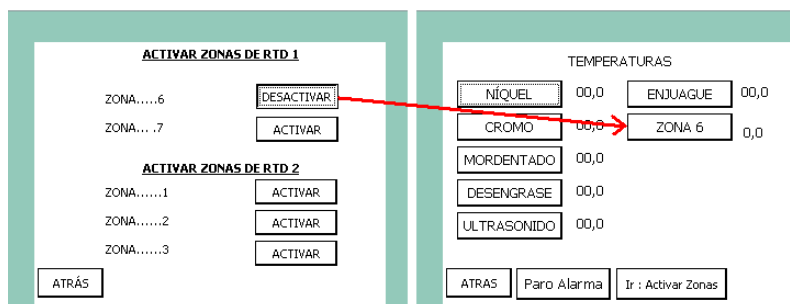
ZONA.....3

Activación de zonas.

1.2.6.1 Activar Zonas RTD 1.

La activación de zonas RTD1 se refiere a que tenemos dos entradas más en el módulo de temperaturas libre en donde podría conectarse una nueva zona o cambiar un canal que se dañó o esta defectuoso.

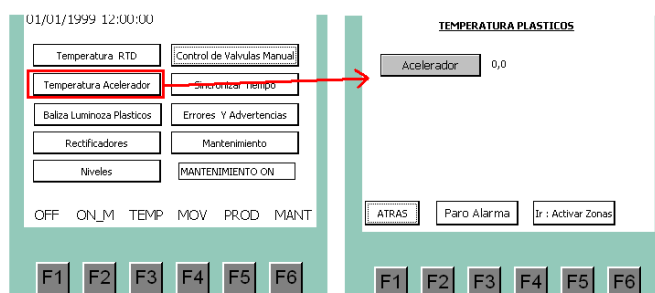
Esto se logra presionando activar; en la ventana a continuación se muestra el ejemplo al ACTIVAR la zona aparecerá en la ventana, una pestaña con el número de la zona activada que corresponde al canal del dispositivo en este caso el canal 6 del dispositivo RTD 1.



Activar de zona.

1.2.6.2 Activación de Zonas RTD 2.

De la misma manera se realiza para activar las zonas del RTD 2 en donde tenemos tres zonas vacías la zona 1 pertenece a los datos de la níquelina y que están en la pantalla Temperatura Acelerador y que tienen la misma forma de ingreso de datos como se observa en la Figura.

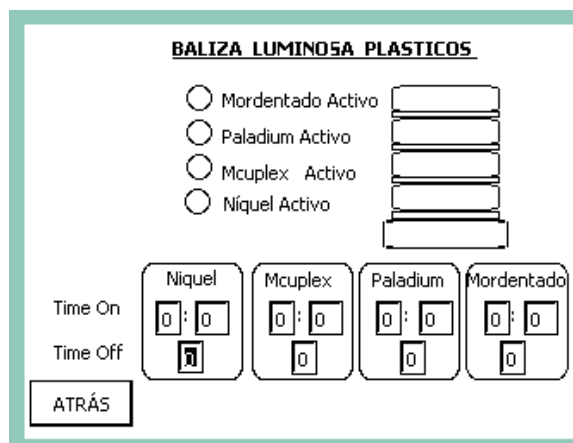


Zonas RTD 2.

1.2.7 BALIZA LUMINOSA PLÁSTICOS.

En esta pestaña de mantenimiento se pueden ingresar los tiempos de encendido y apagado de las balizas que indican el tiempo que están sumergidas las piezas en los baños de mordentado, paladio, níquel químico y Mcuplex; esto en rangos de minutos y segundos para el tiempo de sumergido y minutos para el apagado del indicador.

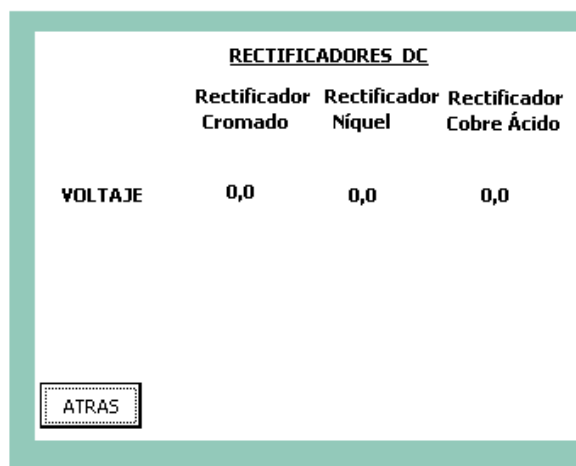
Se recuerda que para restear la baliza desde el pulsador se presiona durante dos segundos, dejándola lista para un nuevo inicio.



Baliza Luminosa.

1.2.8 RECTIFICADORES.

En esta pantalla se presentan los valores de voltaje en los rectificadores de corriente directa esto es para monitoreo cuando un valor esta fuera de rango se enciende la alarma roja intermitente del tablero.



Ventana de Monitoreo Rectificadores.

1.2.9 NIVELES.

En la ventana niveles se puede checar el nivel de las cubas, con un visto significa que están bien sin visto están bajo el nivel, esto no impide el trabajo del área de cromado, es una referencia para cuando existen algún problema de fuga de líquidos; se pueden desactivar los niveles, solo se debe presionar la opción desactivar y la alarma por nivel desaparecerá, se puede apreciar la ventana en la Figura siguiente.

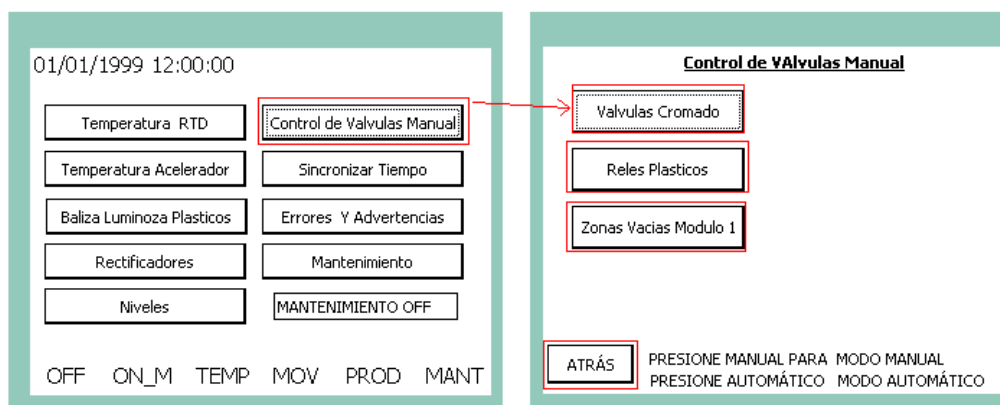


Niveles.

1.2.10 CONTROL DE VÁLVULAS MANUAL.

En esta ventana podemos controlar de manera manual los actuadores que intervienen en el calentamiento de las cubas y que permiten el paso del aceite precalentado, al accionar el modo manual se desactiva el funcionamiento automático del control de temperatura y da paso al control manual.

- Válvulas Cromado.
- Relés Plásticos.
- Zonas Vacías Modulo1.



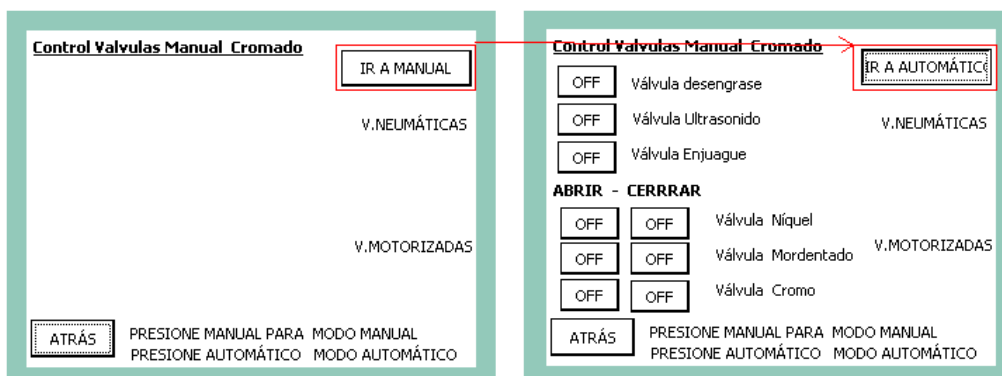
Control Manual Válvulas 1.

1.2.10.1 Válvulas Cromado.

En esta ventana podremos controlar las válvulas de la sección cromado.



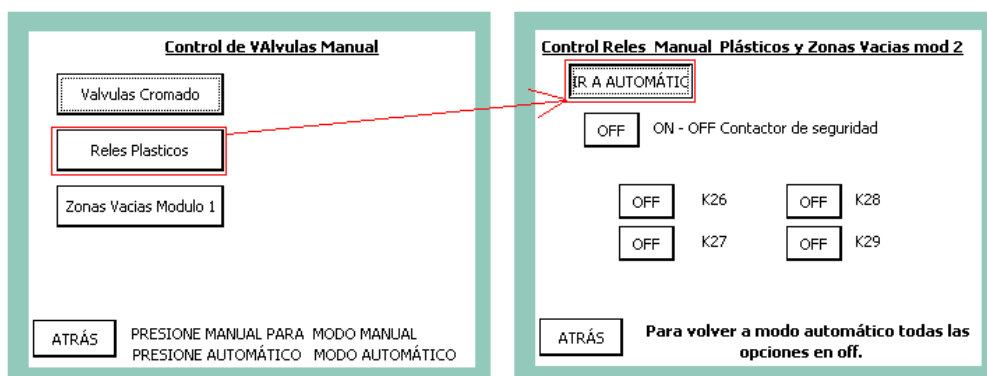
Para regresar a modo automático es necesario poner todas las opciones de las válvulas a OFF y presionar IR AUTOMÁTICO.



Válvulas Cromado.

1.2.10.2 Relés Plásticos.

En esta ventana podemos controlar las siguientes salidas de forma manual, los relés K26, K27, K28, K29, que manejan las salidas para niquelinas, K26 está conectada la niquelina de la temperatura en acelerador de temperaturas.



Relés de Plásticos.



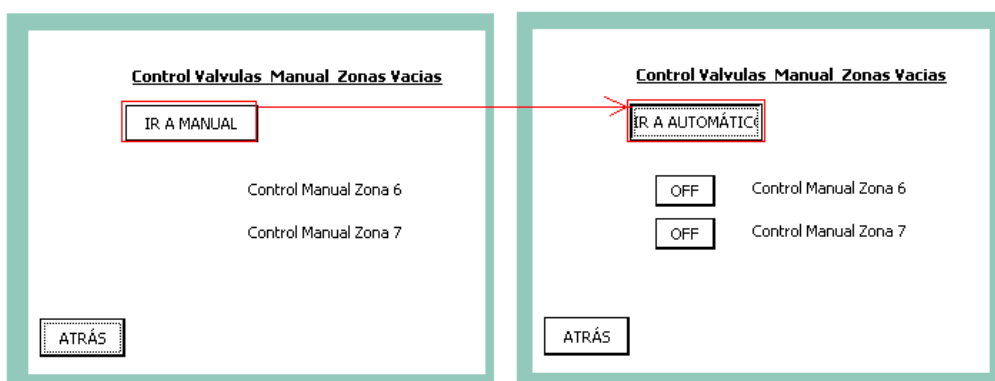
Para regresar a modo automático es necesario poner todas las opciones de las válvulas a OFF, y presionar IR AUTOMÁTICO.

1.2.10.3 Zonas Vacías Modulo 1.

Las entradas para el control de temperatura son el canal 6 y canal 7 sobrantes del módulo RTD 1, se las dejo para una posible ampliación, o cambio en caso de funcionamiento defectuoso.

Las salidas a las que se vincula el programa de control para esta parte son las que se ubican en el módulo de 8 salidas, y se puede identificar en la revisión de programa en los canales 6 y 7.

Se puede activar y ver físicamente cuales salidas son en el modulo de 8 salidas, para una posible conexión o cambio de canal.



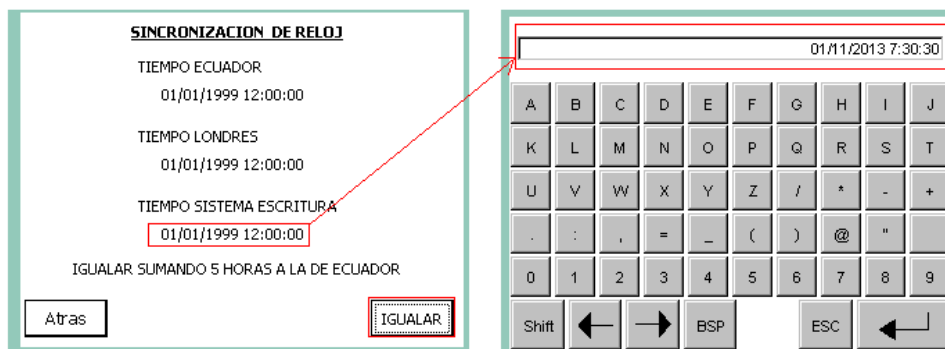
Accionamiento Zonas Vacías.



Para regresar a modo automático es necesario poner todas las opciones de las válvulas a OFF y presionar IR A AUTOMÁTICO.

1.2.11 SINCRONIZAR RELOJ.

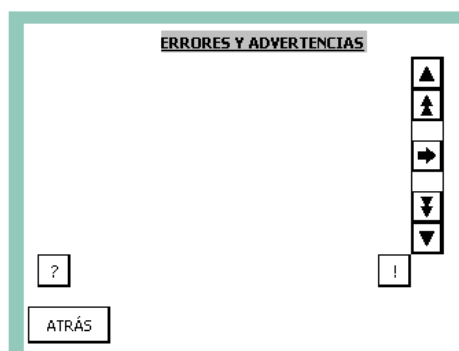
En esta ventana podemos sincronizar la hora del PLC, para realizar esto debemos colocar o ingresar la hora en el formato internacional, es decir sumando 5 horas a la hora de Ecuador. A continuación se revisa donde debemos colocar la hora.



Igualar Reloj.

1.2.12 ERRORES Y ADVERTENCIAS.

En esta ventana se tienen los errores y advertencias que tenga la máquina en especial cuando existen fallos de guardamotor, contactores, paro de emergencia, temperaturas y niveles.



Errores y Advertencias.

1.2.12.1 Errores y Advertencias

Alarma	Tag_Alarma	Bit	Texto
Fallo 400_GM	alarm_0_int	0	Fallo Guarda motores bloque Cromado, revisar: Guarda motor Hidráulico, Soplador, Secador, Desengrase, Extractores de Aire.

Fallo 401_GM	alarm_0_int	1	Fallo de guarda motores BOMBAS MANTENIMIENTO. Revisar bombas de Mantenimiento Baño de Cobre Ácido, Baño de Níquel.
Fallo 402_GM	alarm_0_int	2	Fallo guarda motores PLÁSTICOS Bomba de recirculación de Níquel Químico y recirculación de Baño de Paladio.
Fallo 409_N	alarma_nivel_1	0	Revisar el nivel en la cuba BAÑO DE NÍQUEL CROMADORA.
Fallo 410_N	alarma_nivel_1	1	Revisar el nivel en la cuba RECUPERACIÓN DE CROMO.
Fallo 411_N	alarma_nivel_1	2	Revisar el nivel en la cuba BAÑO DE CROMO.
Fallo 412_N	alarma_nivel_1	3	Revisar el nivel en la cuba 11 ACTIVADOR DE CROMO.
Fallo 413_N	alarma_nivel_2	0	Revisar el nivel en la cuba de MORDENTADO.
Fallo 414_N	alarma_nivel_2	1	Revisar el nivel en la cuba COBRE ACIDO.
Fallo 415_N	alarma_nivel_2	2	Revisar el nivel en la cuba de ACTIVADOR DE NÍQUEL.
Fallo 424_RTD	alarm_pantalla_rtd	0	Fallo RTD Cuba de Níquel. CANAL 0
Fallo 425_RTD	alarm_pantalla_rtd	1	Fallo RTD Cuba de Desengrase. CANAL 4
Fallo 426_RTD	alarm_pantalla_rtd	2	Fallo RTD Cuba de CROMO. CANAL 1
Fallo 427_RTD	alarm_pantalla_rtd	3	Fallo RTD Cuba de MORDENTADO. CANAL 2
Fallo 428_RTD	alarm_pantalla_rtd_1	0	Fallo RTD Cuba de ENJUAGUE. CANAL 3

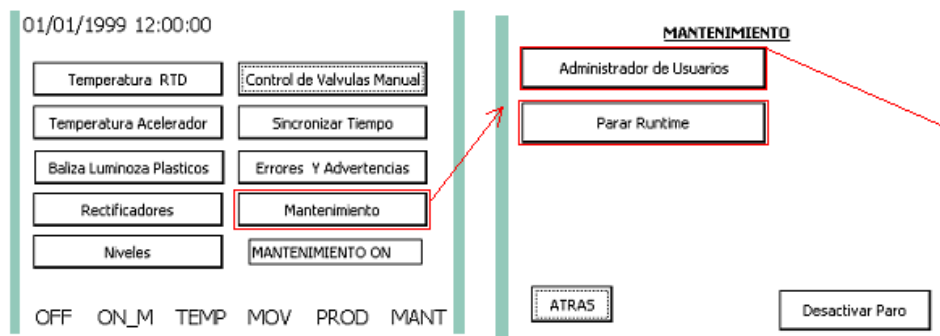
Fallo 429_RTD	alarm_pantalla_rtd_1	1	Fallo RTD Cuba de ULTRASONIDO. CANAL 5
Fallo 434_MOV	avisos_movimiento	0	Fallo No hay señal de sensor A11 o A01.
Fallo 435_MOV	avisos_movimiento	1	Fallo No hay señal se sensor A00 o A10
Fallo 436_MOV	avisos_movimiento	2	Fallo No hay señal sensor B00
Fallo 437_MOV	avisos_movimiento	3	Fallo No hay señal sensor B11
Fallo 438_MOV	avisos_mov_2	0	Fallo No hay señal sensor B01 o B10.
Fallo 439_Alarm	avis_alarm	0	Fallo Supervisor de Voltaje.
Fallo 440_Alarm	avis_alarm	1	Fallo Contactor Desactivado Bloque Cromado, Soplador, Desengrase, Secado.
Fallo 441_Alarm	avis_alarm	2	Fallo Relé de Arrancador Hidráulico.
Fallo 442_Alarm	avis_alarm	3	Fallo Contactor Desactivado Plásticos.
Fallo 403_GM	alarm_0_int	3	Falló Guarda motores o Térmicos Bombas de recirculación de Níquel uno, dos y bomba de recirculación de Cobre Ácido.
Fallo500_CT	Alarm_1_int	0	Falla en el arrancador suave T0, revisar manual para detectar fallo y resetear manualmente.
Fallo501_CT	Alarm_1_int	1	Fallo de contactor en el bloque de cromado, soplador, secador, desengrase.
Fallo502_CT	Alarm_1_int	2	Fallo Contactores Bombas de recirculación, Plástico.

Fallo430_RTD	alarm_pantalla_termocupla	0	Revise temperatura del baño de Níquel Químico en Plásticos.
Fallo431_RTD	alarm_pantalla_termocupla	1	Alarma de contactor de seguridad, la temperatura ha subido más del nivel permitido revisar relés electrónicos, y niquelinas.
Fallo 432_D.V	alarm_sup_voltaje	1	Error Falta de Fase, revisar las Fases y las conexiones al Detector de Fase.
Fallo 433_EMERGENCIA_P	alarm_sup_voltaje	0	Paro de Emergencia..... :(
Fallo503_CT	alarma_mantenimiento	0	Mal funcionamiento del contactor de Mantenimiento Cobre Ácido.
Fallo504_CT	alarma_mantenimiento_niquel	0	Mal funcionamiento del contactor de Mantenimiento Baño de Níquel.
Fallo Extractores Aire	aux_alarm_extrac_aviso	1	
Fallo Volt Cobre Acido	alarma_vol1	0	Fallo del voltaje del rectificador de cobre acido
Fallo Volt Cromo	alarma_volt2	0	Fallo del voltaje del rectificador de cromo
Fallo Volt Níquel	alarma_volt3	0	Fallo del voltaje rectificador del níquel

Tabla de Errores.

1.2.13 MANTENIMIENTO.

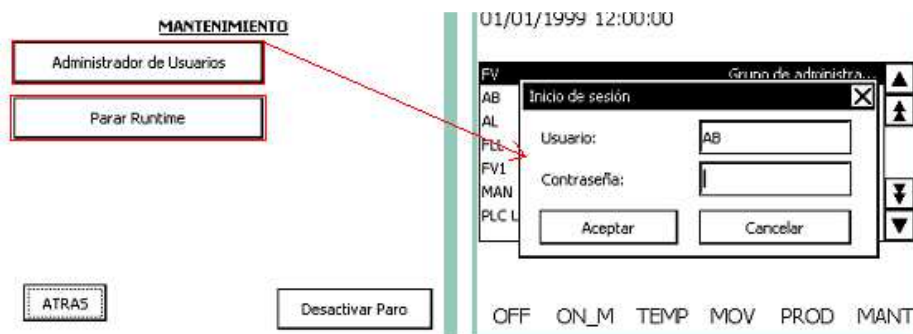
En la ventana de mantenimiento se tiene un par de opciones que se presentan a continuación:



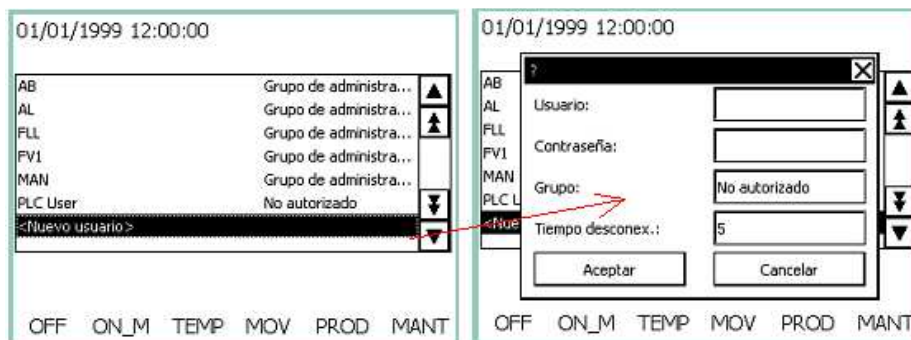
Mantenimiento.

1.2.13.1 Administrador de Usuarios.

En esta pantalla se puede crear usuarios y claves, en grupo se debe poner grupo administrador.



Crear Claves y Usuarios.



Crear Usuario y Clave 2.

1.2.13.2 Parar Run Time

En esta ventana se puede parar las ventanas de la pantalla local para poder acceder a los menús del resto de opciones de las pantallas.

2 HMI PANTALLA DE MONITOREO REMOTA.

2.1 INTRODUCCIÓN:

El presente documento tiene por objetivo guiar y facilitar el uso del software creado para la supervisión y manejo de ciertos parámetros presentes en el proceso de cromado, mediante el uso de una interfaces gráficas similares a las usadas en el sistema operativo Windows.

En general las ventanas son presentadas de forma fácil e intuitiva para el usuario, las mismas que poseen diferentes animaciones para los distintos eventos que se presenten, que facilitan la ubicación de dichos eventos.

El programa esta enlazado al Controlador lógico programable del tablero principal por lo que se ha incluido un sistema de seguridad para evitar el acceso no autorizado a los parámetros del proceso, se recomienda leer por completo este manual y evitar daños futuros.

2.2 REQUISITOS DEL SISTEMA.

Sistema operativo	Windows xp / 7
Resolución	1024 x 768 pixeles
Procesador	1Ghz o superior
Tarjeta de Red Ethernet	100Mbits/s o superior

2.3 DESCRIPCIÓN DE LA PANTALLA.

2.3.1 PANTALLA PRINCIPAL.

La pantalla principal se presenta una barra de herramientas y botones de acceso a diferentes subpantallas.



Hay opciones que se encuentran desactivadas, se activan solo cuando se establece una comunicación.

2.3.2 BOTÓN CONECTAR.

Presionar el botón de Conectar y al momento de establecer una conexión exitosa se activan los botones de acceso y menú, además el botón conectar cambia a texto desconectar y a color verde que indique conexión establecida.



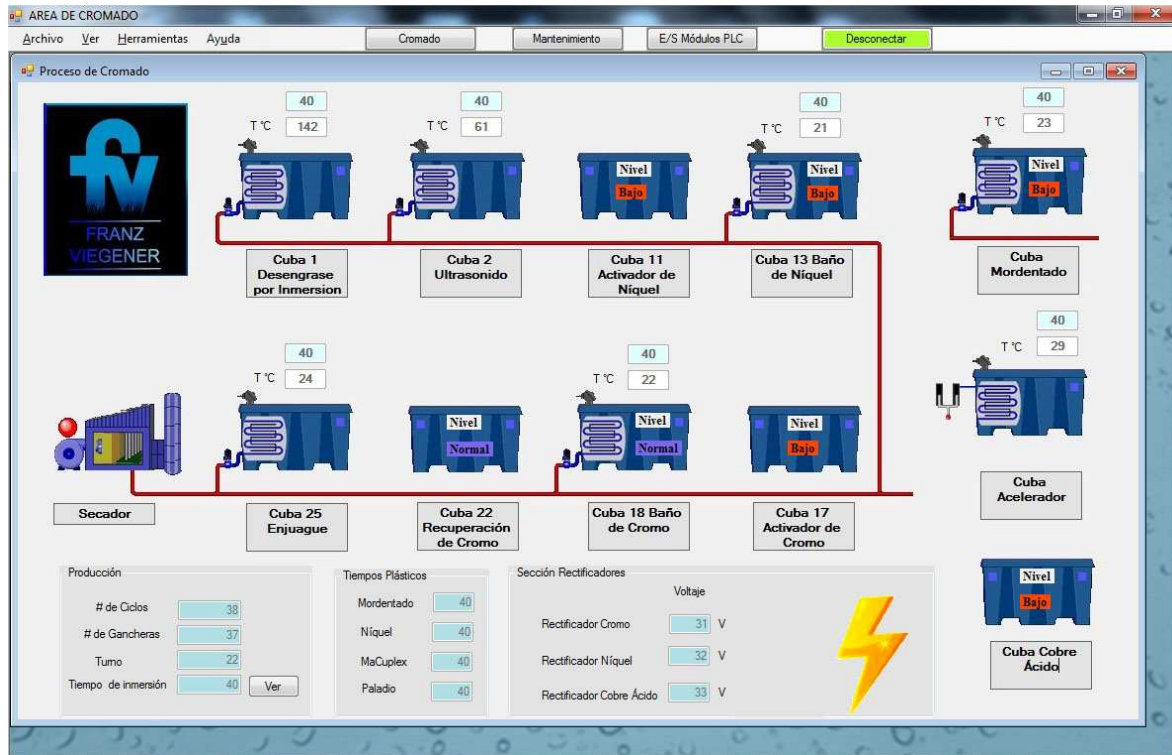
2.3.2.1 Barra de Herramientas.

La barra de herramienta posee un menú desplegable y varios botones los mismos que dan acceso a dichas etiquetas, como son: Cromado, Mantenimiento, E/S Modulo PLC, Conexión, Contraseña y Correo.

2.4 PANTALLA DE CROMADO.


En la pantalla de cromado se presenta la información que corresponde al proceso de cromado como temperatura, nivel, voltajes, corrientes y tiempos utilizados en

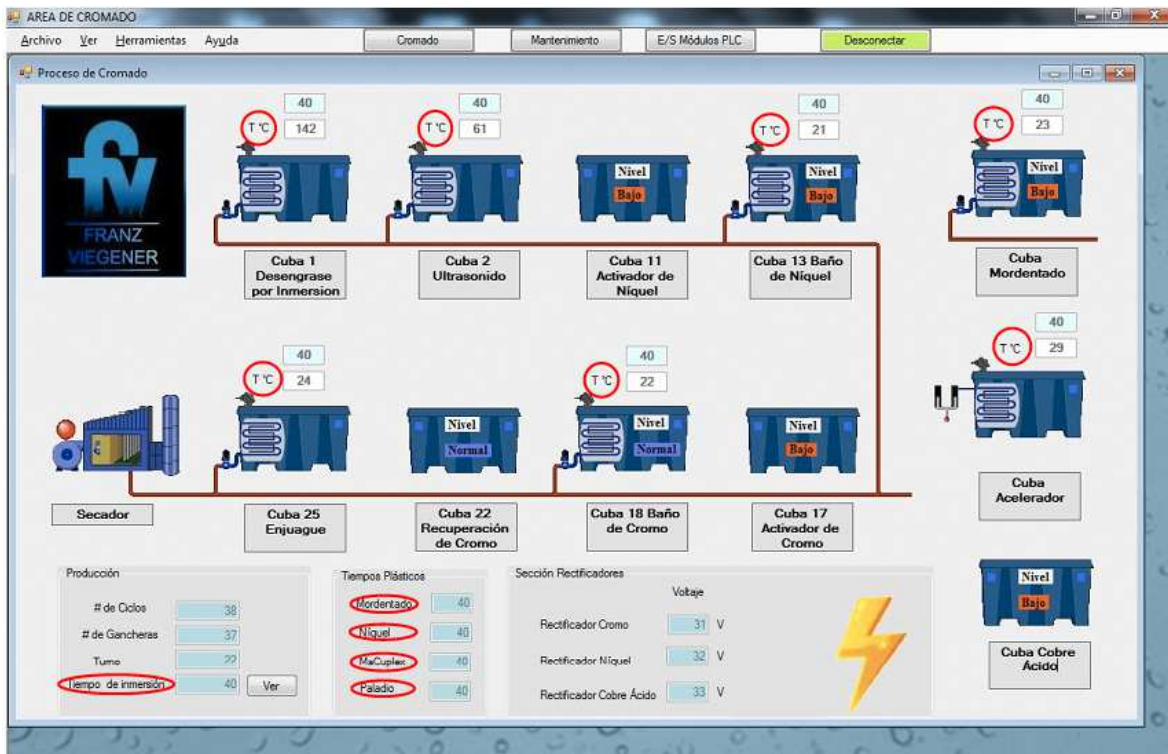
dicho proceso, existe una sección dedicada a los datos de producción, en la que se presenta el número de ciclos de la máquina, número de gancheras que se producen, tiempo de inmersión de las piezas y el turno en el que se lo realiza.



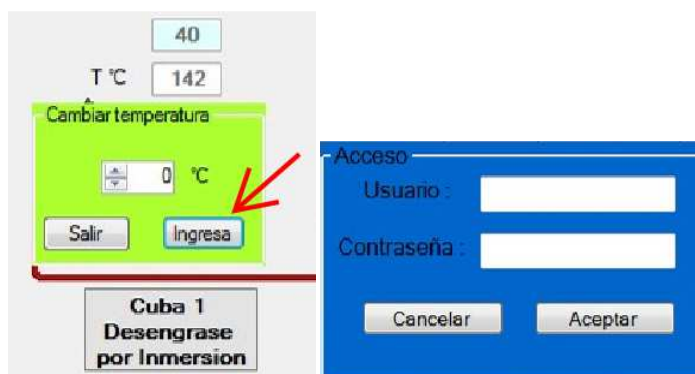
La pantalla presenta la temperatura ideal ingresada en un cuadro celeste y su temperatura actual en un cuadro blanco. De forma similar se presenta en color celeste los valores que permanecen en forma constante y los valores dinámicos en un color blanco. Para la visualización de los niveles se presenta dos textos uno Normal en color azul y Bajo en color tomate.

2.4.1 INGRESAR VALORES.

Los cambios que se pueden realizar desde esta pantalla son de temperatura y tiempos, para lo que es necesario dar un click en las zonas que se presentan resaltadas en una elipse en la zona de texto el cursor cambiara a una Figura de una mano  la misma indica que es posible hacer cambio de esa variable.



Todos los valores que se ingresen deben ser números enteros, se puede cancelar la operación de ingreso en cualquier momento, al presionar Aceptar se desplegará un Aviso de ingreso de Usuario y Contraseña como seguridad.

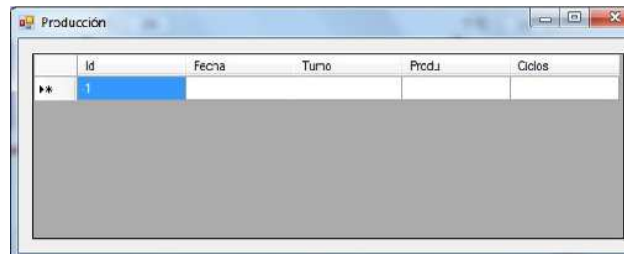


Usuario: FV

Contraseña: Cromado

2.4.2 BOTÓN VER.

Presione el Botón Ver para desplegar la ventana de Producción.

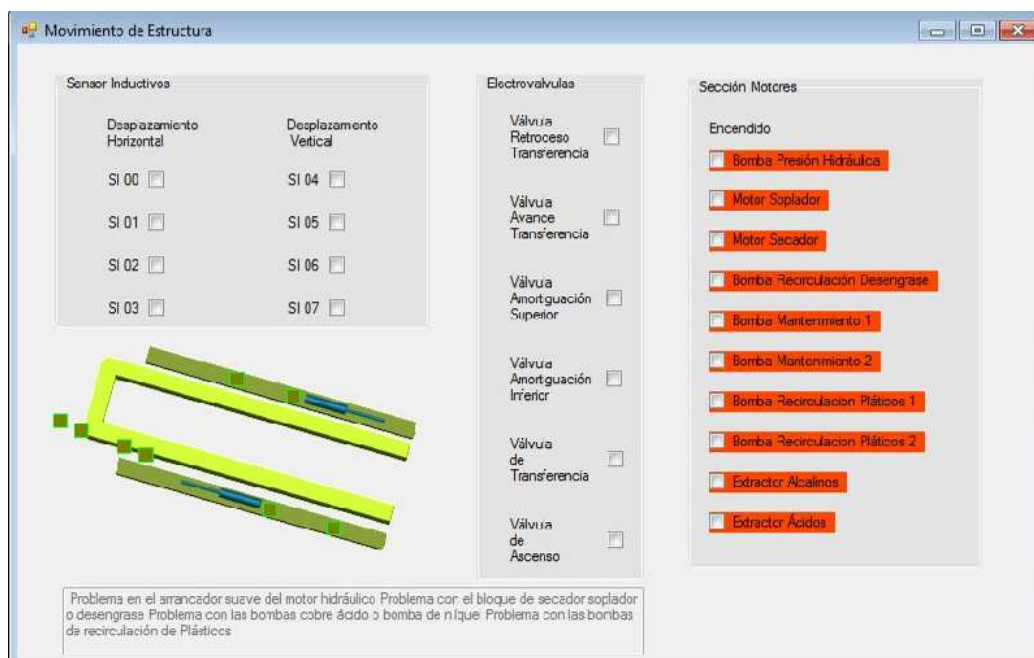


Los datos se guardaran siempre que la pantalla se encuentre activa.

Pantalla de Mantenimiento

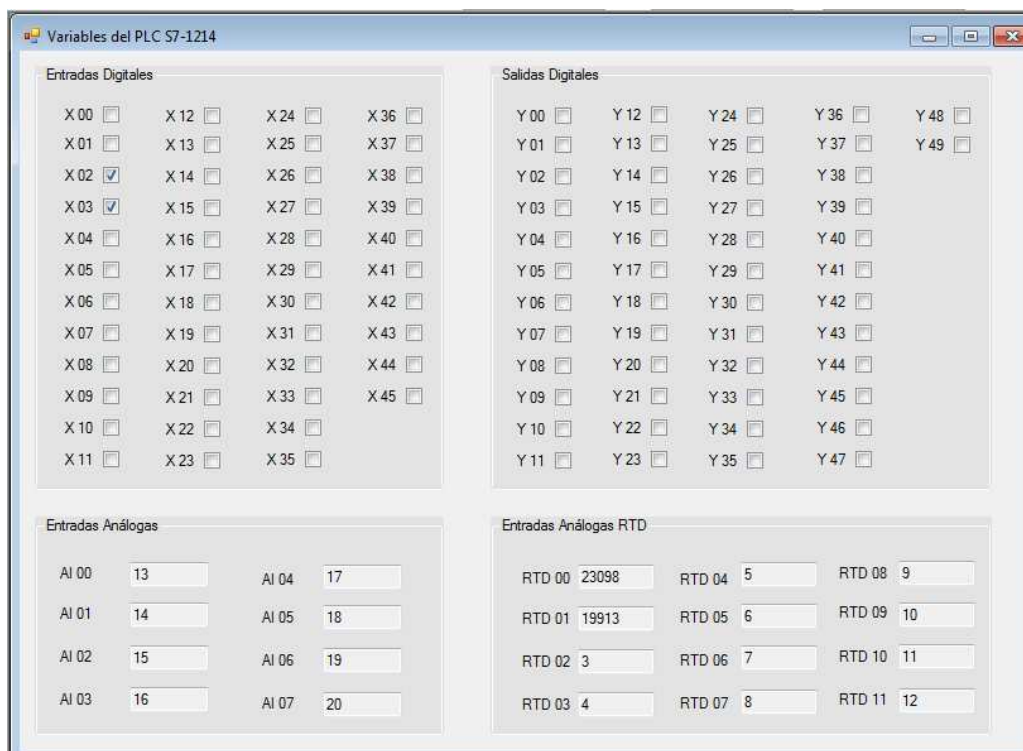
2.5 PANTALLA DE MANTENIMIENTO.

La pantalla de Mantenimiento es solo para monitoreo en la que se visualiza la activación de sensores, Electroválvulas y encendido de los motores que intervienen en el proceso de cromado. También se incluye un recuadro de avisos de mal funcionamiento de los motores.



2.6 PANTALLA E/S ENTRADAS SALIDAS.

Pantalla de visualización de activación de entradas y salidas digitales y análogas correspondiente a los módulos del controlador lógico programable.



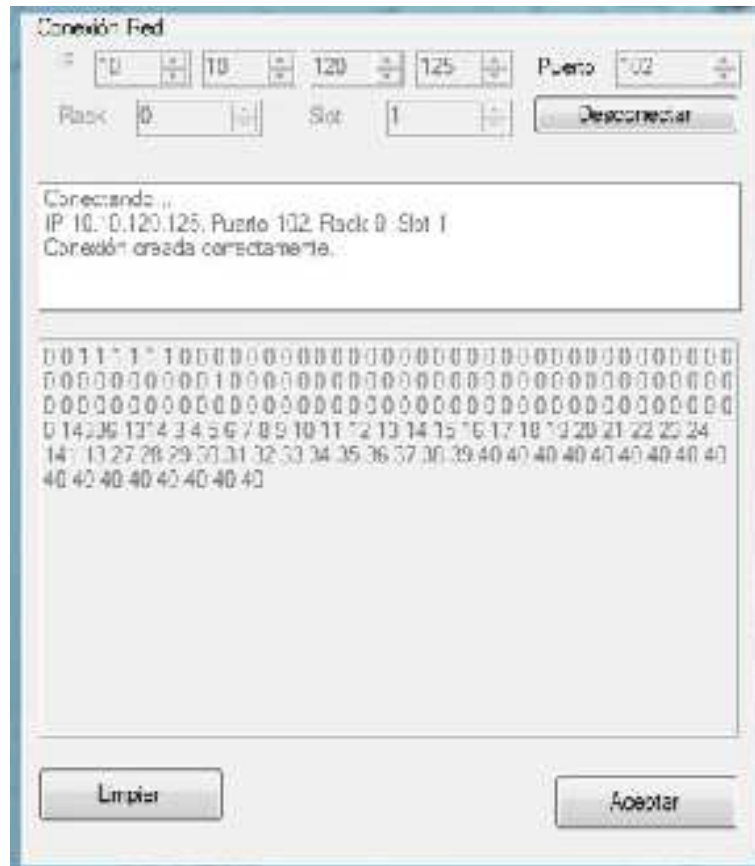
2.7 MENÚ HERRAMIENTAS.

El menú herramientas tiene por fin la configuración y verificación de datos, esta opción esta habilitada para uso sin conexión y protegida por contraseña.



2.7.1 OPCIÓN CONEXIÓN.

La opción conexión es utilizada para realizar una conexión y visualización directa de los valores que ingresan e informa los parámetros de conexión.



2.7.2 OPCIÓN CONTRASEÑA.

La opción contraseña da la posibilidad de crear y borrar usuarios.

Pantalla de crear nuevo usuario en la que se ingresa un nombre de Usuario la contraseña y la confirmación de contraseña.

Agregar Nuevo Usuario

Usuario

Contraseña

Confirme Contraseña

Salir Guardar

Borrar Usuario

Pantalla Borrar Usuario para el cual se debe seleccionar el Id correspondiente al usuario a ser borrado, y presionar el botón Borrar

Borrar Usuario

	Id	Usuario
▶	1	Roberto
	4	FV
*		

Seleccione Id para borrar :

Borrar

2.7.3 OPCIÓN CORREO.

La opción correo permite modificar los parámetros para el envío de alertas a un correo.

Configurar E-Mail

E-mail de Origen
fv_alerta@hotmail.com

Contraseña de origen

E-mails de destino
rrobertocarlos_rc@yahoo.es

Para ingresar varios e-mail escribir la dirección separada por coma
Ejemplo: epi@edu.edu , fv@ind.gr

Port: 587 Host: smtp.live.com

El botón desactivar permite que no se envíen los mensajes de correo electrónico

El botón Activado permite enviar mensajes al correo electrónico

3 PROGRAMACIÓN.

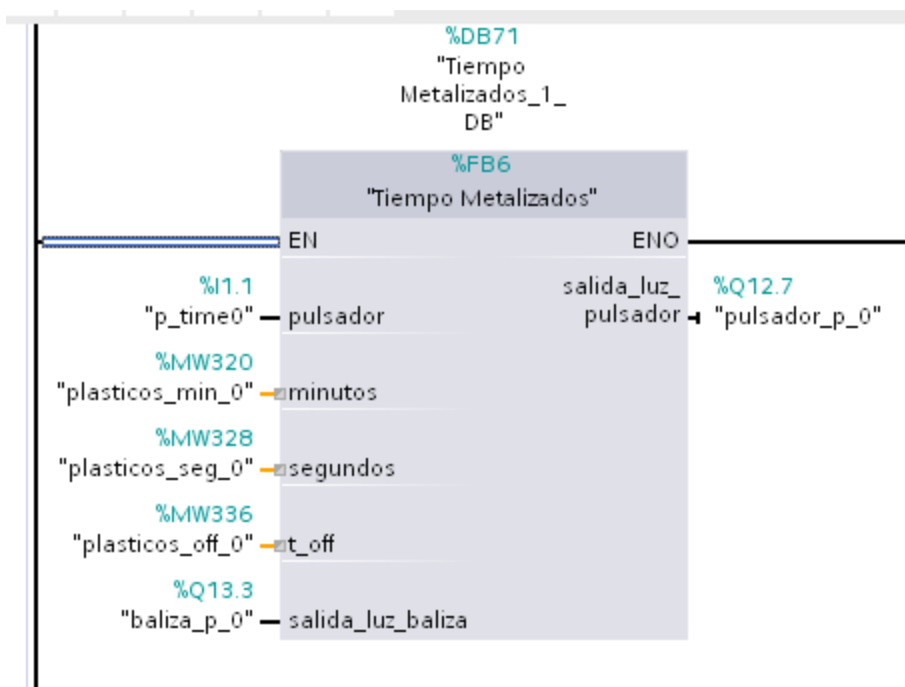
Es preciso describir partes de la programación en el PLC para esto se explicara a continuación.

3.1 PROGRAMACIÓN EN BLOQUE.

La programación en bloque se utiliza para subrutinas que se repiten, es decir se realiza una misma acción con diferentes entradas y salidas, con esto se logra optimizar el código y ocupar menos espacio de memoria, se aplica para rutinas iguales en donde se tienen entradas y salidas diferentes.

EJEMPLO TIEMPOS PLÁSTICOS.

A continuación se puede observar en el bloque para control del código Plásticos.



Se puede apreciar, cómo se denomina el bloque DB71, FB6 , se debe explicar que al tener un mismo código para varias rutinas se asigna un área de memoria diferente, es decir puede que el código sea utilizado en diferentes ocasiones pero se tienen o se recopilan los datos en diferentes secciones de memoria.

Se puede observar las entradas y las salidas en el bloque las describimos a continuación.

- **p_time0** es la entrada física del pulsador para el conteo de tiempo 0.
- **plásticos_min_0** es el ingreso del dato minutos, de conteo para el timer.
- **plásticos_seg_0** es el ingreso de datos segundos de conteo para el timer.
- **plásticos_off_0** tiempo de apagado de la baliza que indica que se cumplió el tiempo ingresado en minutos y segundos.
- **baliza_p_0** salida física e indicador de que el tiempo minutos segundos termino.
- **pulsador_p_0** salida de la luz indicadora del pulsador que avisa que baliza está funcionando.

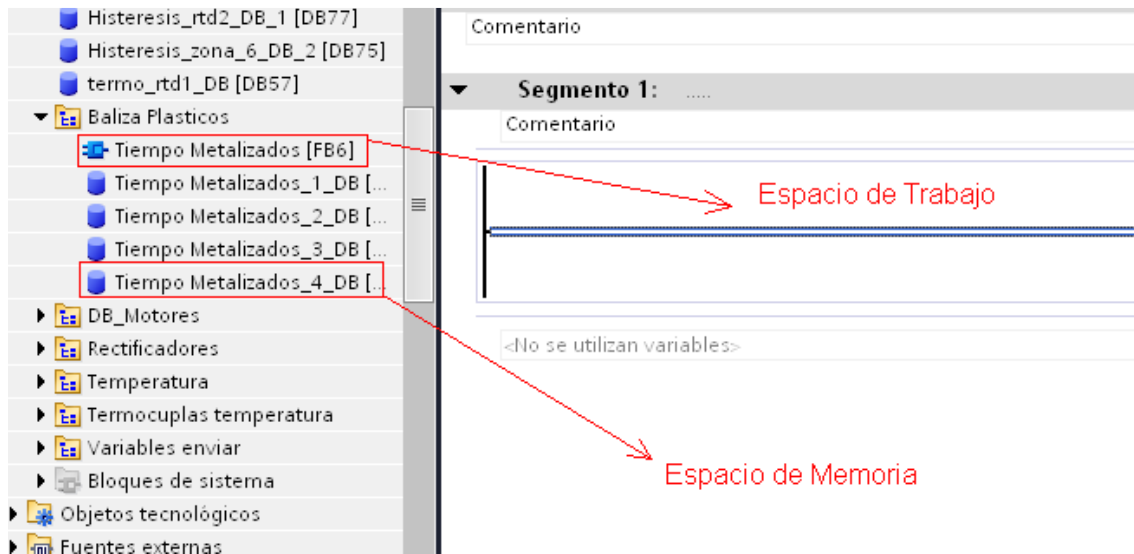
Se ha detallado las entradas y salidas del bloque de las cuales el ingreso de tiempos viene de la pantalla local.

Haciendo doble clic en el bloque se nos presentara una pantalla con el código completo del bloque.

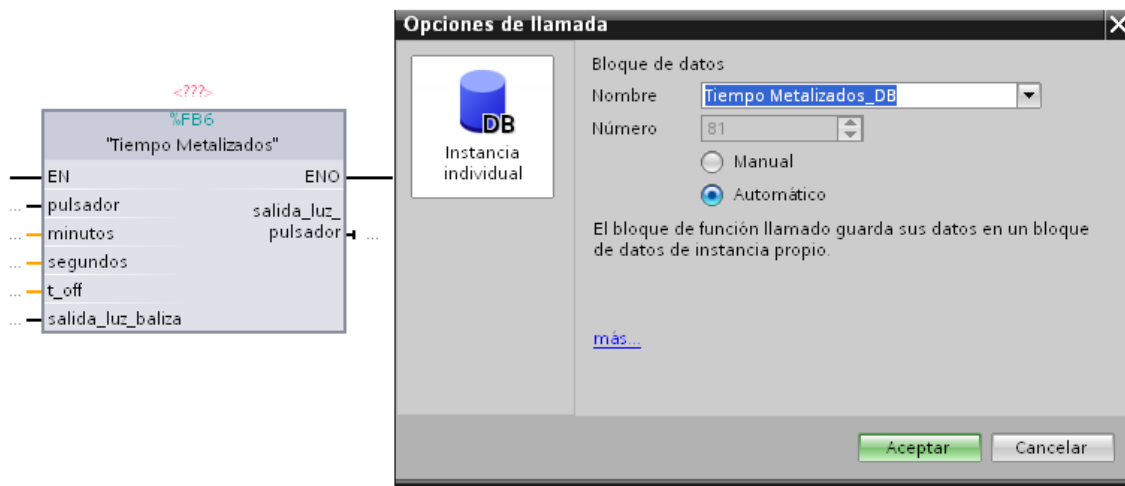
▶ Segmento 1:	Transformacion de los minutos y segundos a milisegundos para ton
▶ Segmento 2:	transforma minutos a milisegundos t off
▶ Segmento 3:	division de tiempo para parpadeo
▶ Segmento 4:	Segmento de reset con pulsador
▶ Segmento 5:	Activacion del bloque set / reset
▶ Segmento 6:	Tiempo encendido plasticos
▶ Segmento 7:	comparacion de tiempo y mueve el dato para paradeo
▶ Segmento 8:	encendido de parpadeo
▶ Segmento 9:	parpadeo
▶ Segmento 10:	salida baliza
▶ Segmento 11:	reset salida baliza
▶ Segmento 12:	salida pulsador luminoso

Si se abre cada línea se encontrara el código que realiza el título de la pestaña.

Para crear un nuevo bloque se debe dirigir al árbol de proyecto del TIA PORTAL, ir a la carpeta plásticos y arrastrar el bloque de código al área de trabajo como se observa en la siguiente Figura.



Enseguida aparecerá la siguiente pantalla:



En donde se asignara el DB data block el cual registrara un área de memoria diferente de otra área de memoria para los eventos que se presenten con la misma función del programa.

Para el resto de bloques de código es similar y se encuentran detalladas las variables que intervienen en el programa.

A continuación se presenta una lista de las variables de entrada.

3.2 ENTRADAS.

Paro General	I0.0	Paro General
paro_aux_2	I0.1	paro auxiliar en cromado solo apaga este motor y el movimiento

SL00	I0.2	activador de cromo cuba 17
SL01	I0.3	cuba de cromo
SL02	I0.4	recuperación de cromo
SL03	I0.5	cuba de níquel
SL04	I0.6	activador de níquel
SL06	I0.7	Mordentado
SL05	I1.0	cobre acido
p_time0	I1.1	PULSADOR BALIZA DE TIEMPO PLÁSTICOS
p_time1	I1.2	PULSADOR BALIZA DE TIEMPOS PLÁSTICOS 1
p_time2	I1.3	PULSADOR BALIZA DE TIEMPOS PLÁSTICOS 2
p_time3	I1.4	PULSADOR BALIZA DE TIEMPOS PLÁSTICOS 3
Conta	I1.5	entrada contador de gancheras
termico_niquel_1	I8.0	contacto normalmente abierto del motor de níquel 1
termico_niquel_2	I8.1	térmico níquel 2
p_soplador_on	I8.2	pulsador on soplador X16
p_soplador_off	I8.3	pulsador off pulsador X17
p_on_ca	I8.4	Pulsador on mantenimiento cobre ácido
p_off_ca	I8.5	Pulsador off mantenimiento cobre ácido
on_man_niquel	I8.6	Pulsador on mantenimiento níquel
off_man_niquel	I8.7	Pulsador off mantenimiento níquel
SI00	I9.0	Sensor posición A00 pistón desplazamiento horizontal
SI01	I9.1	Sensor posición A01 pistón desplazamiento horizontal
SI02	I9.2	Sensor posición A10 pistón desplazamiento horizontal
SI03	I9.3	Sensor posición A11 pistón desplazamiento horizontal
SI04	I9.4	Sensor posición B00 pistón desplazamiento vertical
SI05	I9.5	Sensor posición B01 pistón desplazamiento vertical
SI06	I9.6	Sensor posición B10 pistón desplazamiento vertical
SI07	I9.7	Sensor posición B11 pistón desplazamiento vertical
termico_cobre_acido	I12.0	cable x30 viene del cobre acido térmico
	I12.1	
	I12.2	
	I12.3	
alarm_mant_baño_niquel	I12.4	alarma de mantenimiento baño níquel
sup_volt	I12.5	Contacto normal cerrado indica fallo de fases o bajo voltaje en las fases.
	I12.6	
cont_alarm_plasticos	I12.7	Alarma contactores bombas plásticos.
alarm_mant_cobre_acido	I13.0	alarma mantenimiento cobre acido
cont_alarm	I13.1	alarma de contactores indica si el contactor están funcionando soplador secador desengrase
h_arr_suave	I13.2	indica fallo de arrancador suave se resetea manualmente

alarm_extractores	I13.3	Alarma extractores arrancadores suaves de aire están ambos en paralelo.
Guardamotres_4	I13.4	Alarma guarda motores bombas de níquel, cobre ácido.
Guardamotres_3	I13.5	Alarma guarda motores bombas de recirculación plásticos
guardamotres_2	I13.6	Alarma guarda motores bombas de cobre ácido y de níquel subterráneas.
guardamotres_1	I13.7	Alarma guarda motores hidráulicos, secador, soplador, desengrase.

3.3 SALIDAS.

SV1	Q0.0	Electroválvula Ingres a el pistón de desplazamiento horizontal
SV2	Q0.1	Electroválvula Sale el pistón de desplazamiento horizontal
SV3	Q0.2	Electroválvula Libera presión pistón desplazamiento vertical
SV4	Q0.3	Electroválvula Libera presión pistón desplazamiento vertical
SV5	Q0.4	Electroválvula Ingres a presión Desplazamiento horizontal
SV6	Q0.5	Electroválvula Ingres a presión desplazamiento vertical
M0	Q0.6	MOTOR HIDRÁULICO
M1	Q0.7	MOTOR SOPLADOR
M2	Q1.0	MOTOR SECADOR
M3	Q1.1	MOTOR DESENGRASE
M8	Q8.0	SALIDA A MOTOR MANTENIMIENTO BAÑO DE NÍQUEL
M9	Q8.1	ENCENDIDO MOTOR MANTENIMIENTO COBRE ACIDO
M4	Q8.2	BOMBA DE RECIRCULACIÓN 1
M5	Q8.3	BOMBA DE RECIRCULACIÓN 2
ventilador_alcalinos	Q8.4	EXTRACTOR ALCALINOS
ventilador_acidos	Q8.5	EXTRACTOR ÁCIDOS
M11-ON	Q8.6	Control de apertura válvula motorizada baño de níquel
M11-OFF	Q8.7	Control de cerrado válvula motorizada baño de níquel
M12-ON	Q9.0	Control de apertura válvula motorizada baño de CROMO
M12-OFF	Q9.1	Control de cerrado válvula motorizada baño de CROMO
M13-ON	Q9.2	Control de apertura válvula motorizada baño de MORDENTADO
M13-OFF	Q9.3	Control de cerrado válvula motorizada baño de MORDENTADO
SV7	Q9.4	CONTROL VÁLVULA NEUMÁTICA DESENGRASE
SV8	Q9.5	CONTROL VÁLVULA NEUMÁTICA ULTRASONIDO
RE00	Q9.6	CONTROL NIQUELINA NÍQUEL QUÍMICO
RE01	Q9.7	CONTROL NIQUELINA NÍQUEL QUÍMICO
RE02	Q12.0	CONTROL NIQUELINA NÍQUEL QUÍMICO
RE03	Q12.1	CONTROL NIQUELINA PALADIO
contactor de seguridad	Q12.2	activa el contactor de seguridad y alimentación de las niquelinas
SV9	Q12.3	CONTROL VÁLVULA NEUMÁTICA ENJUAGUE
baliza_a_1	Q12.4	baliza alarma color 1 verde
blaza_a_3	Q12.5	baliza alarma color 2
baliza_a_0	Q12.6	Baliza Alarma color rojo
pulsador_p_0	Q12.7	salida pulsador plásticos 1

pulsador_p_1	Q13.0	salida luz pulsador plásticos 2
pulsador_p_2	Q13.1	salida pulsador plásticos 3
pulsador_p_3	Q13.2	salida pulsador plásticos 0
baliza_p_0	Q13.3	salida baliza plásticos
baliza_p_1	Q13.4	salida_baliza_plastico_2
baliza_p_2	Q13.5	salida baliza plásticos 3
baliza_p_3	Q13.6	salida balizas plástico 4
	Q13.7	
salida 6	Q17.0	salida zona 6
salida_7	Q17.1	salida de control manual zona 7
	Q17.2	