

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL



Instituto de Tecnologías

**Programa de Especialización Tecnológica
En Electricidad, Electrónica y Telecomunicaciones**

TESIS DE GRADO

Previa a la obtención del Título de:

Tecnólogo Eléctrico

Tema:

**“DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DEL TABLERO DE
PRUEBAS (SIEMENS) PARA LOS TRABAJADORES DEL
ÁREA DE MANTENIMIENTO ELÉCTRICO EN LA
EMPRESA TIOSA SUPAN”**

**Presentado por
José Villavicencio C.**

**Guayaquil - Ecuador
(Año 2012)**

AGRADECIMIENTO

En primer lugar, quiero agradecer a DIOS creador del universo, que nos da y seguirá dándonos fortaleza para seguir adelante todos los días.

Agradecerle a mis familiares (padre, madre, esposa, hijo, hermanos/as, sobrinos/as etc.) que siempre están presentes cuando los necesitamos, y que juega un papel muy importante en la toma de decisiones de nuestras vidas.

También nuestro reconocimiento y gratitud con nuestros distinguidos maestros quienes nos han orientado para terminar con éxito nuestra carrera.



DEDICATORIA

*A Dios, mis padres,
mi esposa, mi hijo,
familiares y maestros*

TRIBUNAL DE SUSTENTACION

Ingeniero. Edison López Sangolqui



.....

Máster. Eloy Moncayo Triviño

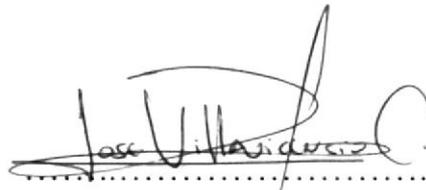


.....

*ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL
INSTITUTO DE TECNOLOGÍAS*

DECLARACION EXPRESA

La responsabilidad del contenido de esta tesis, le corresponde exclusivamente: Y el patrimonio intelectual de la misma a la ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'José Villavicencio C.', written over a horizontal dotted line.

*José Villavicencio C.
Matricula # 200508620
C.I. 0925188658*

CONTENIDO GENERAL

INDICE	Páginas.
JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO.....	9
RESUMEN.....	9
INTRODUCCIÓN.....	9
1. CAPITULO # 1 CONSIDERACIONES PREVIAS AL DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DEL TABLERO DE PRUEBAS.....	10 a 13
1.1 Consideraciones generales.....	10
1.1.2 Tablero eléctrico.....	10
1.2 Consideraciones previas.....	10
1.2.1 Unidades de mando y señalización.....	10
1.2.2 Pilotos y pulsadores.....	11
1.2.3 Balizas y columnas luminosas.....	11
1.2.4 Partes y piezas de un tablero eléctrico.....	12
1.2.5 Normas aplicables en la fabricación de tableros eléctricos.....	12
1.2.6 Clasificación de los tableros según su función o aplicación.....	13
2. CAPITULO # 2 FASES DEL TRABAJO PRÁCTICO DE GRADO.....	13 a 32
2.1 Fase N° 1: Especificaciones constructivas.....	13
2.1.1 Facilidad en desplazamiento y ergonomía.....	13
2.1.2 Robustez.....	13
2.1.3 Estética.....	13
2.2 Fase N° 2: Conocer los componentes del circuito y como operan.....	13
2.2.1 Cantidad y tipos de elementos.....	13
2.2.2 Interruptores Termo-magnéticos (Breakers).....	13
2.2.3 Transformador.....	13
2.2.4 Controlador lógico programable (PLC).....	13
2.2.5 Modulo de entradas analógicas y salidas analógicas.....	16
2.2.6 Relés de interface.....	17
2.2.7 Pantalla táctil.....	17
2.2.8 Variador de Frecuencia.....	19
2.2.10 Motorreductor.....	20
2.3 Fase N° 3: Confeccionar los planos eléctricos.....	20
2.3.1 Diagrama de Unifilar.....	21
2.3.2 Diagrama de control.....	21
2.3.3 Esquema de conexiones del PLC.....	22
2.3.4 Diagrama de conexiones del variador.....	23

2.4 Fase N° 4: Ubicar físicamente los elementos en la placa del tablero, y en el lugar correspondiente.....	24
2.4.1 Distribución espacial de los elementos en el tablero.....	24
2.4.2 Dimensiones y vista del tablero.....	24
2.4.3 Vista Frontal.....	24
2.4.4 Vista Interior.....	25
2.5 Fase N° 5: Instalación de rieles Din, canaletas y bastidor para el PLC y sus módulos, y demás componentes que conforman el circuito de fuerza y de control.....	25
2.6 Fase N° 6.- Montaje de los respectivos componentes.....	27
2.7 Fase N° 7.- Cablear el tablero según los esquemas eléctricos.....	29
2.7.1 Presentación final del tablero.....	30
2.7.1 Imagen Frontal.....	30
2.7.2 Imagen Posterior.....	32
2.7.3 Imagen Lateral.....	32
3. CAPITULO # 3 PRUEBAS DE LABORATORIO Y RESULTADOS OBTENIDOS.....	33 a 37
3.1 Pruebas experimentales de laboratorio.....	32
3.1.1 Megado del cableado punto a punto.....	32
3.1.2 Comprobación de cable cortado.....	32
3.1.3 Comprobación de cable cortocircuitado.....	33
3.1.4 Megado del motor y medida de la continuidad entre bobinas.....	34
3.1.5 Pruebas con el cable de comunicación.....	35
3.1.6 Comprobación del correcto funcionamiento del estado de las entradas/salidas digitales del PLC.....	35
3.1.7 Comprobación del correcto funcionamiento del estado de las entradas/salidas analógicas del PLC.....	36
3.2 Resultados obtenidos.....	36
3.2.1 Reducción de Tiempos muertos en porcentajes en la empresa TIOSA SUPAN.....	37
4. CAPITULO # 4 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	38 a 39
4.1 Conclusiones.....	38
4.2 Recomendaciones.....	38

Referencias Bibliográficas.....	39 a 39
▪ Manuales.....	39
▪ Direcciones Electrónicas.....	39
 ANEXOS.....	 40 a 66
Anexo C: Lista de materiales.....	40 a 41
Elementos Eléctricos.....	40
Elementos adicionales.....	41
 Anexo E Lista de abreviaturas y glosario de términos.....	 42 a 45

JUSTIFICACION DEL PROYECTO

El desarrollo del presente proyecto de grado surge como respuesta a la necesidad de implementar un laboratorio de pruebas dentro de las instalaciones de la empresa TIOSA SUPAN para los trabajadores del área de mantenimiento eléctrico, y como primer paso surge la creación del diseño y construcción de un tablero de pruebas SIEMENS de PLC (Controladores Lógicos Programables), con el objetivo de entrenar a sus trabajadores bajo los diferentes tipos de fallos que puedan existir en alguna de sus máquinas, y así poder actuar de una manera rápida y eficaz al momento que ocurran estos fallos y así disminuir los minutos de atrasos y paros de producción.

RESUMEN

Para el efecto el proyecto se ha dividido en tres capítulos:

En el Capítulo 1 nos hace referencia a las consideraciones que debemos tomar previas al diseño y montaje de un tablero eléctrico y explica ciertos aspectos constructivos, también nos hace relata las seguridades que debemos tener respecto a los tipos de fallos que pudiesen presentarse en la construcción del mismo, también nos indica ciertos criterios de selección elementos de protección eléctrica y del calibre y tipo de conductor a utilizar.

En el Capítulo 2 nos relata las fases de diseño y montaje de los elementos del tablero de pruebas y explica algunos aspectos tales como cantidad y tipos de elementos, así como la distribución espacial de los elementos en el tablero y nos da a conocer la presentación final del tablero.

En el Capítulo 3 nos detalla de las pruebas experimentales sometidas previos al utilizar el tablero de pruebas y los resultados de la disminución de minutos por atrasos y paros obtenidos en la creación del mismo.

Y por último el capítulo 4 detalla las conclusiones y recomendaciones que debemos seguir al construir y diseñar un tablero eléctrico de control.

INTRODUCCION

El presente texto recopila los fundamentos principales que se utilizan para la creación de un tablero de pruebas; aspectos como diseño, construcción, montaje y pruebas que se realizan antes de la utilización del mismo, así como servir de guía para los estudiantes, profesores y personas que quiera familiarizarse con el diseño y montaje de tableros eléctricos.

1. CAPITULO # 1 CONSIDERACIONES PREVIAS AL DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DEL TABLERO DE PRUEBAS.

1.1 Consideraciones generales.

Para el diseño de tableros hay que tener en cuenta una serie de consideraciones y normativas, garantizando así la continuidad y protección del tablero así como la de los operadores.

En el diseño de tableros hay que tener en cuenta el costo de la misma y la inversión que esta generaría para ello se desarrolla una metodología. A continuación se menciona las variables y consideraciones generales que hay que tener en cuenta:

- 1) Potencia a manejar (robustez)
 - Tensión nominal
 - Corriente nominal
 - Capacidad de Cortocircuito
- 2) Sistema de Control de los Aparatos
- 3) Inversión vs. Instalación a maniobrar y proteger
- 4) Política de Mantenimiento
 - Correctivo
 - Preventivo
- 5) Seguridad de Instalaciones y Operarios
- 6) Facilidad de Expansión

1.1.2 Tablero eléctrico.

Un tablero eléctrico es una caja o gabinete que contiene los dispositivos de conexión, maniobra, comando, medición, protección, alarma y señalización, con sus cubiertas y soportes correspondientes, para cumplir una función específica dentro de un sistema eléctrico. La fabricación o ensamblaje de un tablero eléctrico debe cumplir criterios de diseño y normativas que permitan su funcionamiento correcto una vez energizado, garantizando la seguridad de los operarios y de las instalaciones en las cuales se encuentran ubicados. Los equipos de protección y de control, así como los instrumentos de medición, se instalan por lo general en tableros eléctricos, teniendo una referencia de conexión estos pueden ser.

- Diagrama Unifilar
- Diagrama de Control
- Diagrama de interconexión

1.2 Consideraciones previas.

1.2.1 Unidades de mando y señalización.

- La comunicación entre hombre y maquina agrupa todas las funciones que necesita el operador para controlar y vigilar el funcionamiento de un proceso.

- El operador debe estar capacitado para que pueda percibir y comprender los sucesos y responder de una manera eficaz, a la solución de un determinado imprevisto

1.2.2 Pilotos y pulsadores.

Los pulsadores se usan en mandos generales de arranque y de parada, también en mandos de circuito de seguridad (paro de emergencia).

Pueden ser metálicos cromados para ambientes de servicio intensivo. Totalmente plástico, para ambientes agresivos.

Están disponibles con diámetros de 16, 22 y 30mm (Normas NEMA).

Nota: La norma IEC 60204-1 establece el código de colores para los visualizadores y pilotos, por ejemplo:

- Piloto rojo: Emergencia - condición peligrosa que requiere una acción inmediata (presión fuera de los límites, sobrecorrido, rotura de acoplamiento, etc.)
- Piloto amarillo: Anormal – condición anormal que puede llevar a una situación peligrosa (presión fuera de los límites, activación de una protección, etc.)
- Piloto blanco: Neutro – Información general (presencia de tensión d red, etc.)
- Pulsador rojo: Emergencia – acción en caso de peligro (paro emergencia, etc.)
- Pulsador amarillo: Anormal – acción en caso de condiciones anormales (poner de nuevo en marcha un ciclo automático interrumpido, etc.).

1.2.3 Balizas y columnas luminosas.

Elementos de visualización óptica, nos indica el estado de un determinado proceso.

Baliza: consta de un único elemento luminoso.

Columnas: varios elementos luminosos, a veces con avisador acústico, que están regidos por la norma IEC 60204-1 que establece los códigos de colores correspondientes a los mensajes que deben ser indicados:

- Rojo: urgencia (acción inmediata requerida)
- Amarillo/Naranja: anomalía (cheque y/o intervención requerida)
- Verde: Funcionamiento normal (opcional)
- Azul: acción obligatoria (acción del operador requerida)
- Blanco: chequeo (opcional)

1.2.4 Partes y piezas de un tablero eléctrico

Elementos Físicos:

- Láminas ó chapas de hierro ó acero:
- Envolvente
- Soporte
- Compartimentos
- Caja de Control
- Cubículos
- Barras de Aluminio o de Cobre:
- Barra colectora o principal
- Barra Secundaria o de distribución
- Barra de Neutro
- Barra de Tierra

Tornillería:

- Unión de Chapas Exteriores.
- Fijación de Barras.
- Fijación de Aisladores.
- Fijación de Soportes.
- Fijación de Equipos.

Otros elementos:

- Aisladores de Fibra o baquelita
- Soportes de de Barras y Aisladores
- Cerraduras y Accionamientos
- Cableado

Componentes y Aparatos Eléctricos:

Baja Tensión

- Interruptores Miniaturas
- Interruptores de Caja Moldeada y de Potencia
- Contactores y Relés de Sobrecarga
- Luces Pilotos y Señalización
- Equipos de Medición

Media y Alta Tensión:

- Interruptores de Potencia
- Seccionadores de fuerza y de tierra
- Arrancadores en Media Tensión
- Relés de Medición y Protección

1.2.5 Normas aplicables en la fabricación de tableros eléctricos

- Normativa Interna de la Planta
- Normativa Covenin 200 - Código Eléctrico Nacional.
- Normativa Intevep
- National Electric Code (NEC)
- ANSI Standards: American National Standards Institute
- OSHA: Occupational Safety and Health Administration
- IEC: International Electric Codes
- NEMA
- UL Laboratory ANSI/NFPA 70B: Electrical Equipment Maintenance.

1.2.6 Clasificación de los tableros según su función o aplicación

- Tablero Residencial ó Centro de Carga (TR)
- Centro de Distribución de Potencia (CDP)
- Centro de Fuerza (CDF)
- Centro de Control de Motores (CCM)
- Tableros de Distribución (TD)
- Tableros de Alumbrado (TA)
- Consolas y Pupitres de Mando (CPM)
- Celdas de Seccionamiento (CSEC)
- Subestaciones (S/E)

2 CAPITULO # 2 FASES DEL TRABAJO PRÁCTICO DE GRADO.

2.1 Fase N° 1: Especificaciones constructivas.

El diseño del prototipo estuvo enmarcado en tres aspectos principales:

2.1.1 Facilidad en desplazamiento y ergonomía

Principal en el diseño que el tablero sea cómodo y maniobrable; su poco peso (aproximadamente 44 Kg.), diseño físico y estructura rodante, hacen que sea de fácil desplazamiento. Presenta una altura ideal (aproximadamente 1.43 mt.), lo cual permite que este al nivel de maniobra y de alimentación eléctrica 110Vac de entrada hacen de esta forma un equipo con alta ergonomía.

2.1.2 Estética

La disposición de los elementos que lo componen, la estructura física y el cableado realizado hacen que presente un buen nivel de estética.

2.1.3 Robustez

Es un tablero diseñado para soportar el manejo normal al realizar las prácticas, dotado de una base de acero inoxidable y una base para asentar el motor.

2.2 FASE N° 2: CONOCER LOS COMPONENTES DEL CIRCUITO Y COMO OPERAN.

Para realizar la selección de los elementos se partió de la base de tener como recurso principal el PLC Siemens S7 300. A partir de este, se buscó configurar los elementos que potenciarán más su desempeño.

Teniendo en cuenta estos parámetros se adicionaron varios elementos que serán especificados a continuación:

2.2.1 Cantidad y tipos de elementos.

2.2.2 Interruptores Termo-magnéticos (Breakers).

Incluido en el diseño e implementación debido a la necesidad de desconexión total de las cargas y demás elementos del circuito de las líneas de alimentación, con el fin de permitir operaciones ordinarias de inspección, reparación y mantenimiento de forma segura. Se manejó 4 elementos de distintas características uno de 2 polos 15 Amperios como elemento principal, otro de 2 polos 10 Amperios para proteger el variador de Frecuencia, seguido de otro elemento de 2 polos 4 Amperios para fuente de 24Vdc, y por ultimo uno de 1 polo 4 Amperios para el proteger la CPU del PLC, con esto se asegura la protección de las líneas y elementos del tablero.

2.2.3 Transformador.

Se utilizó un transformador de 1KVA de 110Vac a 220Vac, para la alimentación de 220Vac del circuito de fuerza, permitiendo obtener una alimentación de entrada común de 110Vac y así poder conectar el tablero en cualquier parte.

2.2.4 Controlador lógico programable (PLC)

Para el procesamiento de datos e información se utilizó un controlador lógico programable (PLC) de la familia de siemens S7-300 con una CPU 313C-2DP integrada con 16 entradas y 16 salidas digitales, más un módulo de entradas y otro de salidas analógicas para el procesamiento de datos e información.

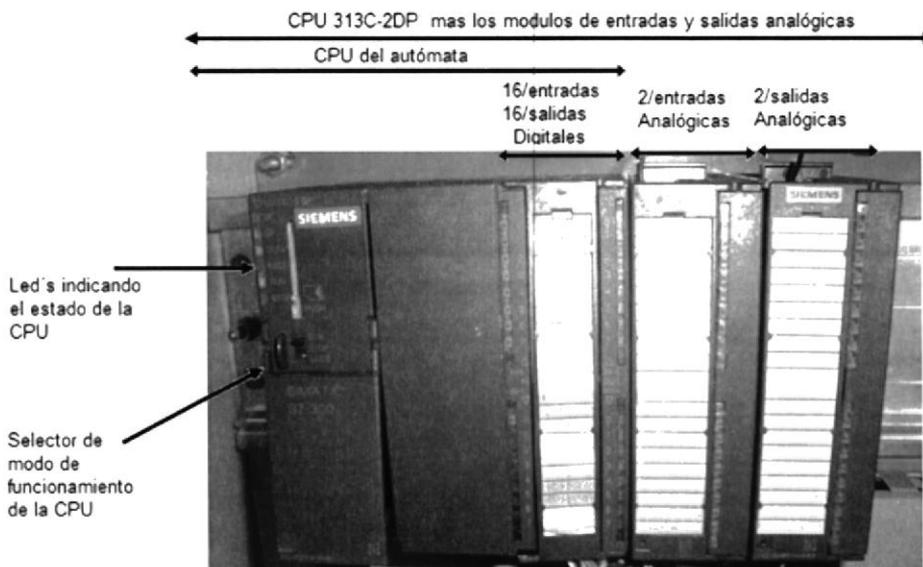
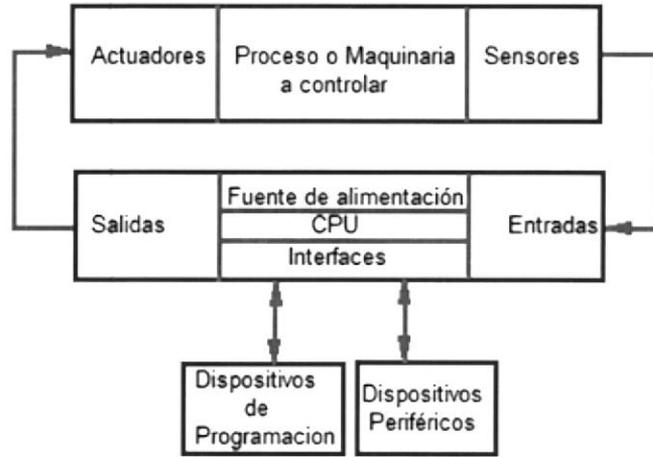


Figura 2.1 PLC con sus módulos.

El autómata programable S7-300

es un equipo electrónico, programable en lenguaje informático, diseñado para controlar en tiempo real y en ambiente de tipo industrial procesos secuenciales. La función es la de recibir señales de entradas tales como, pulsadores, teclados, sensores, etc. Ejecutar su programa y activa mediante sus salidas, válvulas, solenoides, contactores, luces piloto, etc. Están diseñados para cubrir las necesidades de control de cualquier tipo de máquina y cualquier aplicación de tipo industrial o no industrial



La CPU 313C- 2DP es considerado el cerebro del controlador. Está diseñada a base de microprocesadores y memorias y consta de:

- 16 entradas digitales (DI) de tipo estándar.
 - E124.0 a E124.7
 - E125.0 a E125.7
 - Niveles lógicos 0: [-3V, 5V], 1: [11V, 30V]

Desde la entrada E124.0 hasta la entrada E124.5 están conectadas a selectores de 3 posiciones situados en la parte frontal del panel y las entradas E124.6 y la entrada E124.7 está conectada a pulsadores, y sirven para la activación manual de las entradas, (0 lógico) o (1 lógico)

– Las entradas E125.0 a E125.7 están además conectadas a bornas.

- 16 salidas digitales (DO)
 - A124.0 a A124.7
 - A125.0 a A125.7
 - Niveles lógicos 0: 0V, 1: 24V.

8 de las salidas (A124.0 a A124.7) están conectadas a luces pilotos de 24Vdc para visualizar el estado de las mismas las demás salidas digitales están conectadas a bornas situadas en el panel.

El estado del PLC es indicado mediante 5 leds:

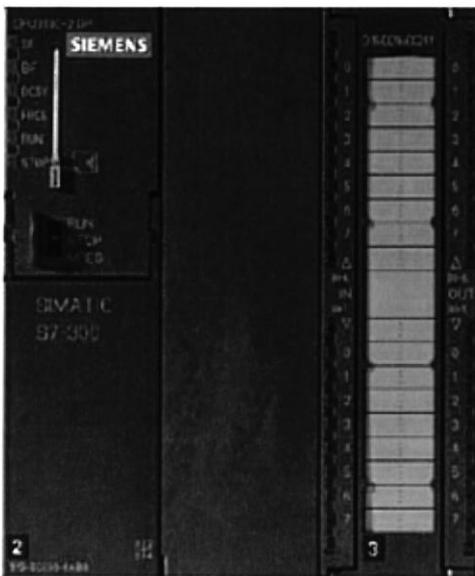


Figura 2.2 CPU 313C-2DP

- SF indica problemas en el PLC. Entre otros casos se activa cuando el tiempo de ejecución del ciclo de scan supera el tiempo permitido.
- BATF indica el estado de la batería. En el caso de los PLCs del laboratorio está siempre encendido porque no tienen batería.
- DC5V indica que es correcta la tensión interna de 5V que alimenta la CPU del PLC y el bus interno del PLC.
- FRCE indica función de forzado activada.
- RUN indica CPU ejecutando programa de control.
- STOP indica programa de control parado.

2.2.5 Módulos de entradas y de salidas analógicas.

Estos módulos se encargan del trabajo de intercomunicación entre los dispositivos industriales exteriores al PLC y todos los circuitos electrónicos de baja potencia que comprenden a la unidad central de proceso del PLC, que es donde se almacena y ejecuta el programa de control.

Módulos de entrada de datos analógicos SM 331AI2x12 BIT'S.

Características:

Posee 2 entradas analógicas (AI) aisladas galvánicamente entre sí

- PEW128, PEW130,
- Tensión ± 10 V, resolución 12 bits + signo.

Estas entradas PEW128 y PEW130 están conectadas a bornas aisladas entre sí.

Módulos de salida de datos analógicos SM 332AO 2x12BIT'S.

Características:

Posee 2 salida analógica (AO)

- PAW128, PAW130
- Tensión ± 10 V, resolución 12 bits + signo.

Estas salidas PAW128 y PAW130 están también conectadas a bornas aisladas entre sí.

2.2.6 Relés de interface

Para el desarrollo del proyecto se escogió relés interface ya que están diseñados principalmente para trabajar con aplicaciones de PLC porque garantizan una separación galvánica entre la salida del PLC y el relé (aislamiento: $>4kV$). Estas unidades están equipadas con 2 contactos cerrados (2NO) y 2 contactos abiertos (2NC) hasta 6Amperios, también poseen un LED indicador estándar y diodos de protección.

2.2.7 Pantalla táctil

Una pantalla táctil es una pantalla que mediante un toque directo sobre su superficie permite la entrada de datos y órdenes al controlador del mismo. Este contacto también se puede realizar por medio de un lápiz óptico u otras herramientas similares. A su vez, actúa como periférico de salida, mostrando la información del proceso, datos e imágenes que se requiera en el mismo.

La pantalla táctil o panel operador que se utilizó para el interface entre el usuario y la maquina (HMI) es SIMATIC TP177A COLOR de Siemens a 24Vdc se eligió este panel para el diseño del proyecto ya que se caracterizan por su breve tiempo de puesta en marcha, el gran tamaño de su memoria de trabajo y su elevado rendimiento, habiéndose optimizado para proyectos basados en WinCC flexible

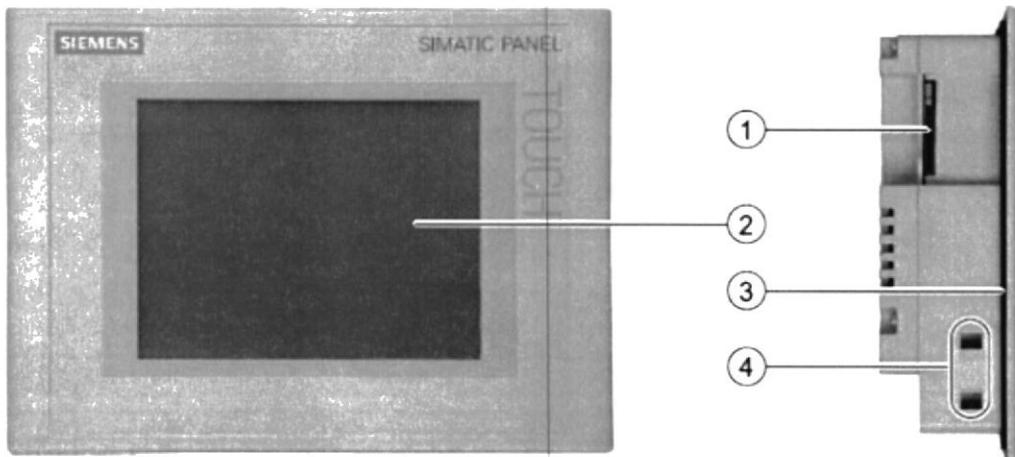
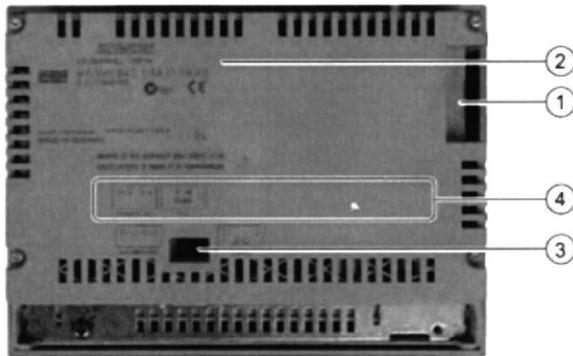


Figura 2.3 Pantalla táctil de Siemens TP177B-color Vista frontal y lateral.

- 1) Ranura para una MultiMediaCard
- 2) Display/Pantalla táctil
- 3) Junta de montaje
- 4) Escotadura para mordazas de fijación



- 1) Esta abertura responde a necesidades constructivas; no es una ranura para una tarjeta de memoria.
- 2) Placa de características
- 3) Interruptor DIL
- 4) Nombre del puerto

Figura 2.4 Pantalla táctil de Siemens TP177B-color Vista posterior

Accesorios necesarios para la pantalla.

Para la fuente de alimentación:



Figura 2.5 Regleta macho.

Para el montaje:



Figura 2.6 Mordazas de fijación de plástico

Para la comunicación:

La comunicación o la transferencia de información entre el PLC y la pantalla, se utiliza el cable de comunicación profibus, este utiliza un par de cobre trenzado apantallado, y permite velocidades entre 9.6 kbps y 12 Mbps, adaptando en sus extremos un conector MPI (*Multi Point Interface*).

La CPU envía automáticamente sus parámetros vía la interfaz MPI, de este modo se pueden asignar, por ejemplo, los parámetros correctos a una unidad de programación y conectarse automáticamente a una subred MPI. La cantidad de enlaces máxima es de 16.

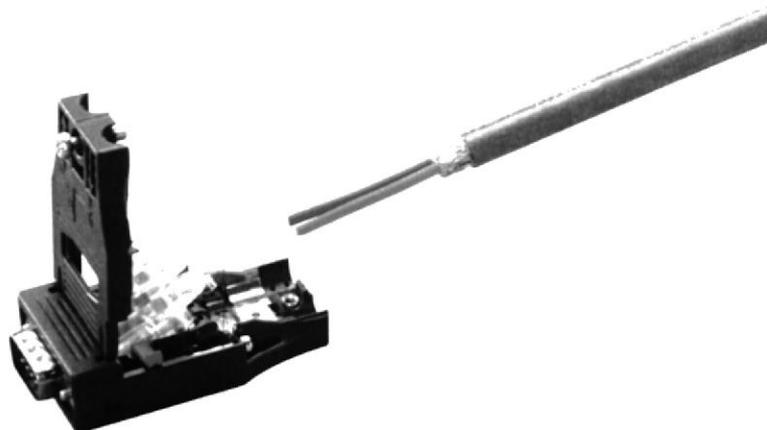


Figura 2.7 Cable profibus con adaptador MPI

2.2.8 Variador de Frecuencia

Para el control de la velocidad rotacional del motor de corriente alterna, se utilizó un variador de frecuencia Altivar 11 de 0.37Kw de potencia y de 220Vac de entrada monofásica, y de 220Vac de salida trifásica para la alimentación que se suministrara al motor.



Figura 2.8 Variador Altivar 11.

La protección del motor deberá incluir los disparos de protección y las alarmas necesarias, la configuración del sistema de protección y alarmas deberá incluir como mínimo:

1. En el lado de la alimentación de entrada.
 - Mínima tensión.
 - Sobretensión.
2. En el nivel de la electrónica.
 - Mínima tensión en la alimentación a la puerta de control.
 - Mínima tensión en la alimentación auxiliar de control.
 - Fallo de la unidad de ventilación.
 - Protección por sobretemperatura del VF.
3. En el lado de la alimentación de salida hacia el motor.
 - Perdidas de fase.
 - Defecto a tierra.
 - Secuencia de fase incorrecta.
 - Protección contra sobrecargas y cortocircuitos.
 - Protección contra defectos a tierra.
 - Sobretensión.
 - Motor con rotor bloqueado.
 - Sobrecargas del motor.
 - Sobrevelocidad del motor.
 - Protección por sobretemperatura del motor, por medio de sondas PTC o PT100 en el motor.

2.2.9 Motorreductor.

El Motorreductor que se escogió en el diseño del proyecto es de Marca Baldor del tipo inversor de trabajo de ½ hp de potencia y de conexión eléctrica a 440Vac/220Vac.

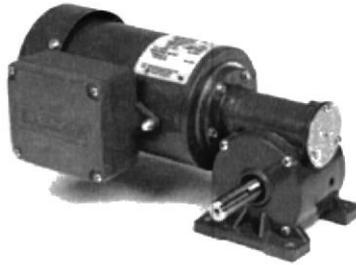


Figura 2.9 Motorreductor Baldor ½ HP

Los Motorreductores son elementos muy adecuados para el accionamiento de todo tipo de máquinas y aparatos de uso industrial, que se necesiten reducir su velocidad de una forma eficiente, constante y segura. Las ventajas de usar Motorreductores son:

- Alta eficiencia de la transmisión de potencia del motor.
- Alta regularidad en cuanto a potencia y par transmitidos.
- Poco espacio para el mecanismo.
- Poco tiempo de instalación y mantenimiento.
- Elemento seguro en todos los aspectos, muy protegido.

***Nota:** En el Anexo B se puede observar las características precisas de todos los elementos eléctricos y otros elementos más que se utilizaron en la construcción del tablero*

2.3 Fase N° 3.- Confeccionar los planos eléctricos

La confección de los planos eléctricos que se presenta a continuación se encuentra dividida en cuatro secciones complementarias. Que consiste en la elaboración del diagrama unifilar, diagrama de control, esquema de conexiones del PLC y sus módulos, y, esquema de conexiones del variador.

2.3.1 Diagrama Unifilar.

Un **esquema o diagrama unifilar** es una representación gráfica de una instalación eléctrica en que el conjunto de conductores de un circuito se representa mediante una única línea, independientemente de la cantidad de dichos conductores.

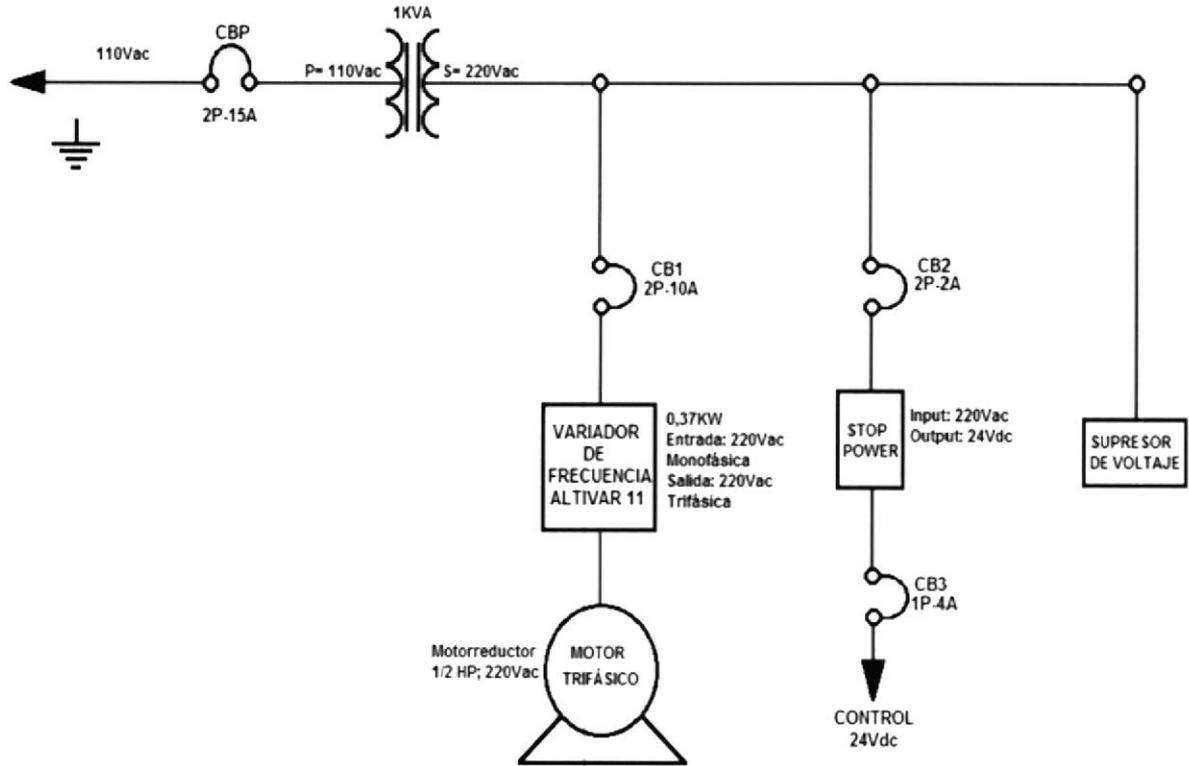


Figura 2.10 Diagrama unifilar

2.3.2 Diagrama de control.

El diagrama de control así como el de fuerza, nos indica la forma de conexión de los elementos eléctricos que constituyen el tablero.

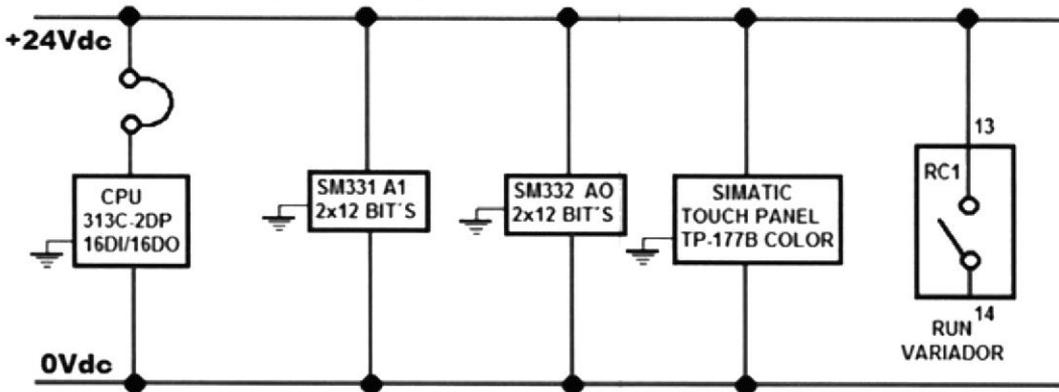


Figura 2.11 Diagrama de control

2.3.3 Esquema de conexiones del PLC.

Esquema de conexión de la CPU 313C-2DP

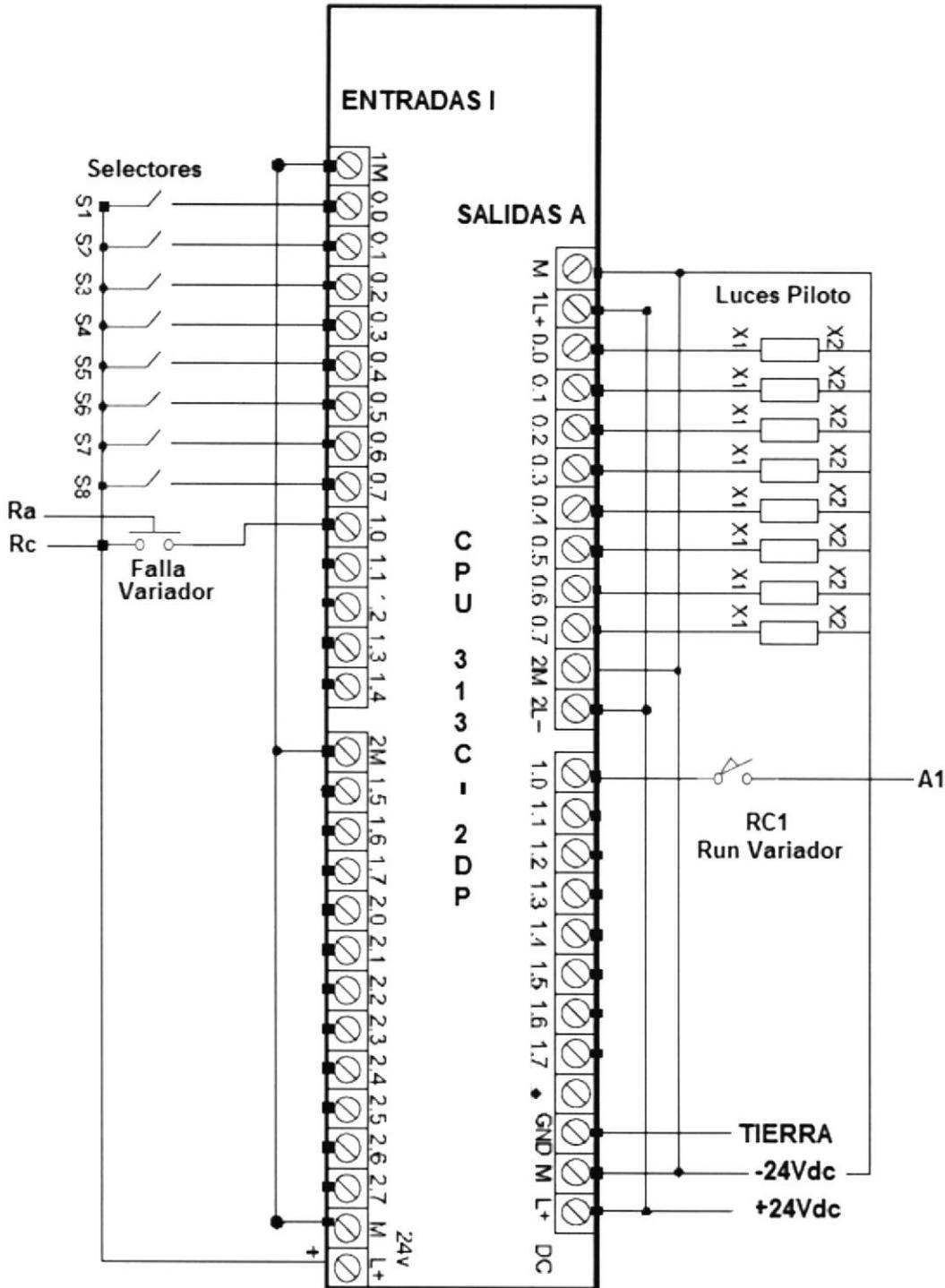


Figura 2.12 Esquema de conexiones del PLC

Esquema de conexiones de los módulos de entradas y salidas analógicas.

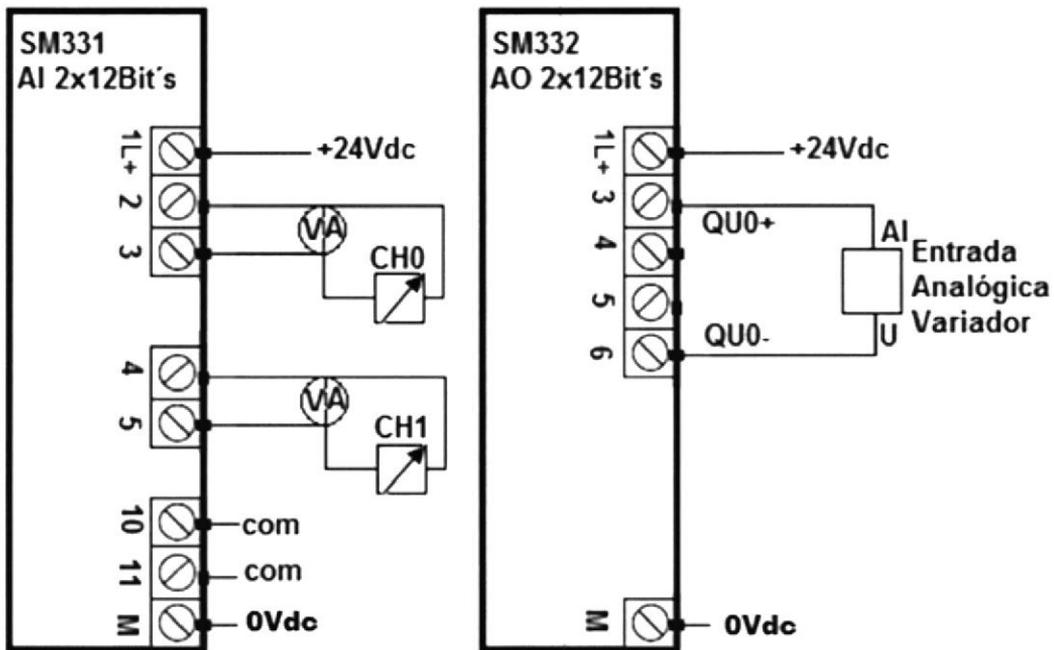


Figura 2.13 Esquema de conexiones de los módulos de entradas y salidas analógicas.

2.3.4 Esquema de conexiones del variador.

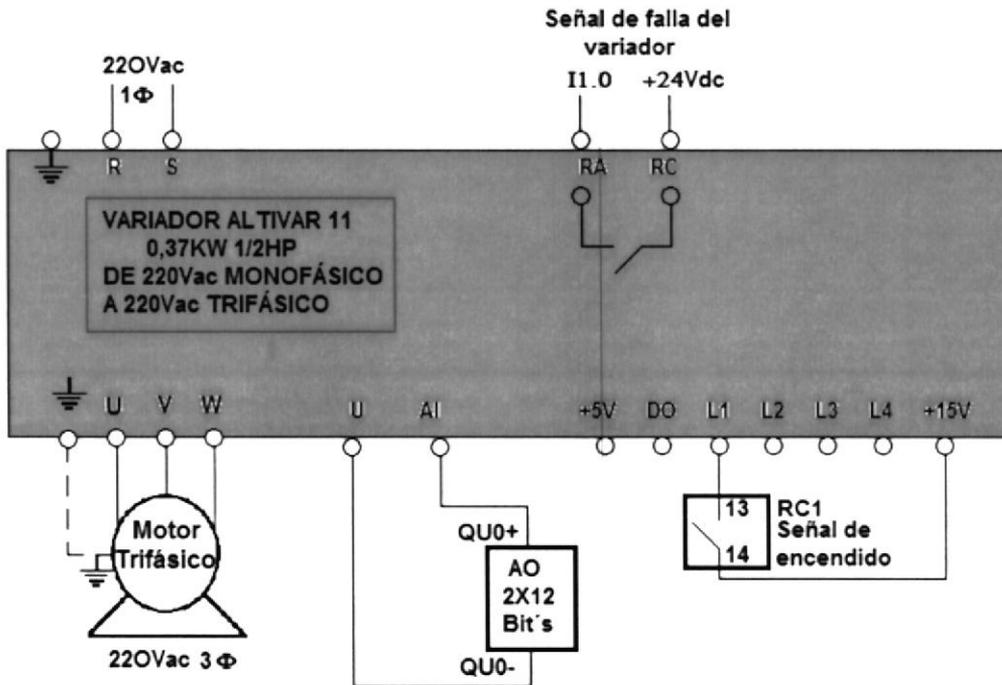


Figura 2.14 Esquema de conexiones del variador.



2.4 Fase N° 4: Ubicar físicamente los elementos en la placa del tablero, y en el lugar correspondiente.

2.4.1. Distribución espacial de los elementos en el tablero.

Se observaron parámetros de estética, funcionalidad y seguridad.

Los elementos de maniobra como breakers, relés, borneras, etc. son ubicados dentro del panel sobre la placa del tablero, y montados en un riel din a excepción del PLC y sus módulos auxiliares que van montados sobre un bastidor.

El variador de frecuencia y el transformador están ubicados en la parte inferior de la placa del tablero, con esto se busca un acceso fácil a dichos elementos y conservarlos alejados del resto de elementos constitutivos del tablero.

Los elementos de Mando, Pulsadores, Selectores de Posición y Pilotos Luminosos son ubicados en la parte frontal del tablero y en el centro se ubica el panel táctil (HMI) que hace de enlace entre el usuario y el PLC.

Por último, el Motorreductor Baldor de ½ HP se encuentra ubicado sobre una base de acero en el soporte del tablero *Observar Figuras 2.15, 2.16*

2.4.2 Dimensiones y vista del tablero

Para tener un acercamiento real a la dimensión física del tablero y para la distribución de los elementos es importante primero presentar vistas del mismo.

2.4.3 Vista Frontal.

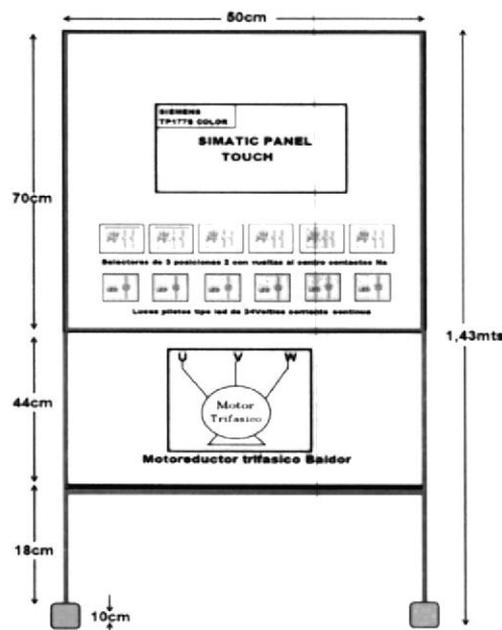


Figura 2.15 Vista frontal del tablero completo.

2.4.4 Vista Interior

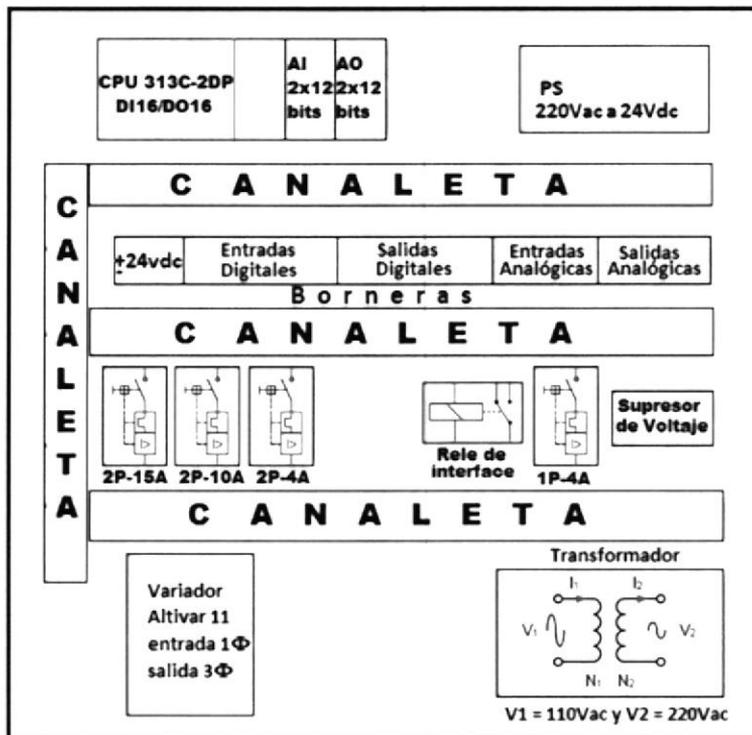


Figura 2.16 Vista interna de la distribución espacial de los elementos.

2.5 Fase N° 5: Instalación de rieles Din, canaletas y bastidor para el PLC y sus módulos, y demás componentes que conforman el circuito de fuerza y de control.

Para comenzar con la instalación primero se debe de tener como base las siguientes herramientas.

- Destornilladores
- Tipo: de punta plana y estrella
- Arco de Sierra
- Martillo
- Cuchilla
- llave francesa
- Cinta métrica
- Taladro
- Nivel
- Polvo para tiralíneas
- Tiralíneas
- Juego de limas.
- Juego de ponchadora.
- Amoladora con disco.

Instalación de canaletas, rieles din y bastidor

1° Marcar sobre la placa del tablero con lápiz y una escuadra, sirviendo de guía el esquema de la vista interna de los elementos.

2° Las canaletas, rieles y el bastidor serán colocados sobre las líneas marcadas en el paso N° 1.

3° Marcar y cortar con un arco de sierra a la medida justa las canaletas, los riel din y el bastidor a instalar

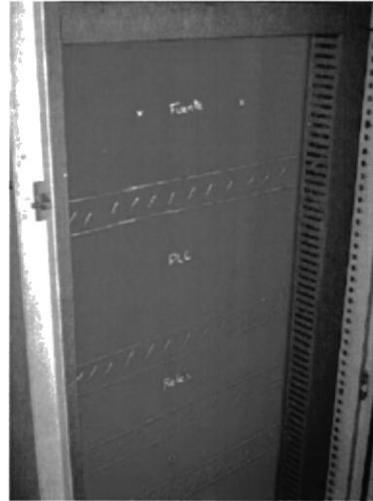


Figura 2.17 Marcación de la placa del tablero

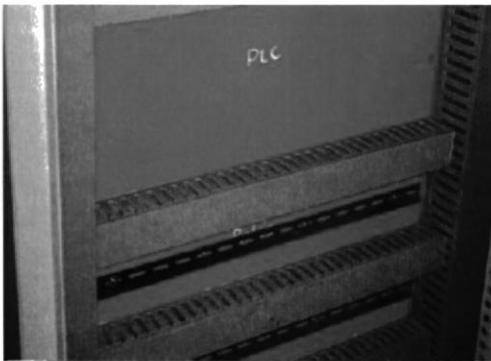


Figura 2.18 Montaje de los rieles y canaletas

4° Marcar de 2 a 4 puntos o más con lápiz y luego taladrar con broca de $\frac{1}{4}$ "las canaletas, el bastidor y la placa del tablero.

5° Con la ayuda de un machuelo de $\frac{1}{4}$ se realizan las roscas a las perforaciones que se realizaron a la placa del tablero en el paso N° 3

6° Ajustar y fijar con tornillos las canaletas el bastidor y el riel, las canaletas se recomienda estar lo más juntas entre sí, para evitar desniveles y separaciones.

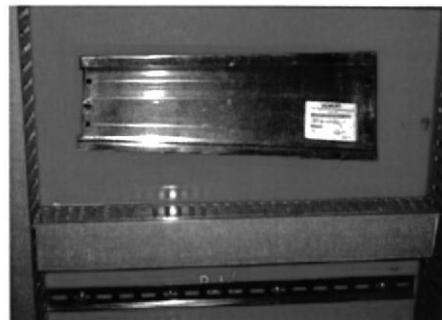


Figura 2.19 Montaje del bastidor

Para la instalación del panel táctil (HMI), selectores y luces pilotos que se ubican en la parte frontal del tablero primero se realizó el siguiente procedimiento.



1° Se tomaron las medidas respectivas de cada elemento y se lo distribuyo tal como se muestra en la vista frontal (figura 2.15), con estas medidas se procedió a marcar con lápiz el dibujo de cada elemento y marcando una cruz en el centro de cada elemento.

2° Con la ayuda de un puntero y un martillo se golpea el centro de las marcaciones del paso N° 1, que me van a servir de guía para hacer una perforación con el taladro y una broca 5/16 de pulgada

Figura 2.20 Creación de Huecos para el panel, luces pilotos y selectores.

3° Pasar el perno de 3/8 de pulgada sobre el agujero realizado en el paso anterior, colocar la ponchadora de media pulgada para hacer los huecos, donde se ubicaran los selectores y luces piloto.

4° Para la instalación de la pantalla, el hueco que se hizo fue con la ayuda de una amoladora, para luego con un juego de limas darle el acabado final.

2.6 Fase N° 6.- Montaje de los respectivos componentes.

Para la instalación del PLC y sus módulos primero se coloca el conector de bus en el conector izquierdo posterior de la CPU y de cada módulo. Luego se van conectando en orden, la CPU, el módulo de entrada analógico, el módulo de salida analógico; En los módulos de entrada analógica debe asegurarse de que esté escogido correctamente el rango de corriente que se hace en la parte posterior del módulo.



Figura 2.21 Vista del PLC y sus módulos montados en el bastidor

Todas las entradas y salidas del sistema se acoplan mediante borneras montadas sobre el riel din. La puesta a tierra de este equipo es muy importante para la protección contra interferencias y ruido eléctrico, así que se colocaron también borneras para aterrizar todas las señales de fuerza y de control

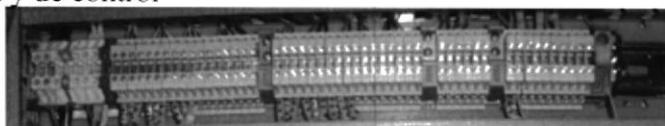
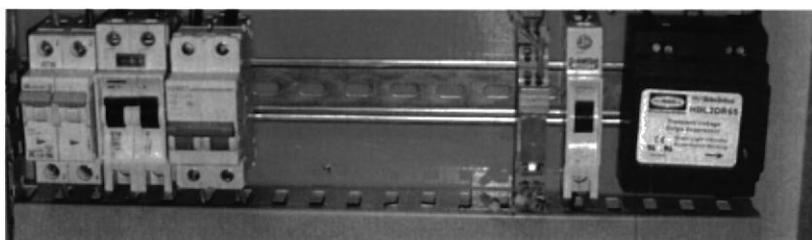


Figura 2.22 Vista del cableado y las borneras

La fuente de alimentación Siemens Sitop de 5A se ubicó por en la parte superior derecha del tablero sobre el riel din, se escogió esta ubicación para garantizar que la fuente de calor no este debajo o por encima del procesador.



Fiura 2.23 Vista de la fuente montada sobre el riel din



Los Breaker de fuerza y de control, así como el rele y supresor de voltaje se ubicaron sobre el mismo riel din en la parte frontal de la placa del tablero

Figura 2.23 Vista de los elementos de fuerza montados sobre el riel

Para colocar el panel operador se procedió del siguiente modo:

1. Se comprobó primero si la junta está disponible en el panel de operador

Nota.- No se deberá montar la junta si está retorcida. De lo contrario, puede ocurrir que el recorte de montaje no sea estanco.



Figura 2.24 Montaje del panel operador

2. Colocar el panel de operador por delante del tablero.
3. Despues sujetar una mordaza en una de las escotaduras previstas del panel de operador.
4. Luego se fijan las mordazas apretando el prisionero o el tornillo de cruz
6. Luego se comprueba que la junta de montaje está bien colocada.

2.7 Fase N° 7.- Cablear el tablero según los esquemas eléctricos.

Basado en los estándares de calibres de AWG según la cual se especifica la capacidad que tienen los diferentes conductores de conducir la corriente, se llegó a la siguiente:

AWG	18	16	14	12	10	8	6	4	3	2
Amp.	3	6	15	20	25	35	50	70	80	90

Tabla 1. Estandarización de valores AWG.

Para las conexiones del PLC se empleó cable calibre 16, puesto que se trata de conexiones de control y por tanto manejan cantidades pequeñas de corriente (siempre menores a 6 Amperios). Para las demás conexiones de Control se empleó cable calibre 16 por motivos similares a los anteriores.

Para las conexiones de fuerza se empleó cable calibre 14, con el cual se garantiza la conducción de hasta 20 amperios; más de los demandados por el motoreductor empleado, viéndose así satisfechos los requerimientos de corriente.

Para la marcación específica del Entrenador para PLC se utilizó la nomenclatura Americana NEMA (*National Electrical Manufacturers Association*) con el fin de garantizar la normalización del circuito.

Los conductores fueron marcados en cada extremo con el mismo código del borne que conecta además de su número de identificación, mediante la utilización de marquillas con los números y letras respectivas a cada cable.

Para las señales analógicas se utilizó cable de instrumentación apantallado de 4 hilos.

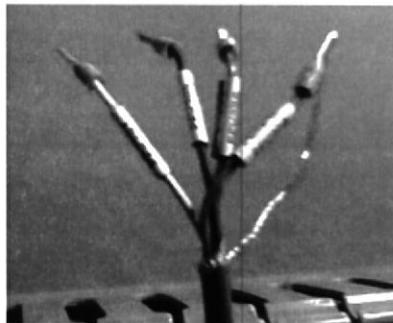


Fig. 2.25 Cable de instrumentación apantallado con sus conectores.

2.7.1 Presentación final del tablero.

Se presenta tres diferentes tipos de imágenes; Imagen Frontal, Lateral y Posterior, se descarta la Imagen Superior puesto que no aporta ninguna información.

2.7.2 Imagen Frontal

Se realizaron tres fotografías para este tipo de vista, una vista entera, un plano abierto, en el cual se divisa la estructura general, un acercamiento, que permite observar con gran criterio los elementos del tablero.

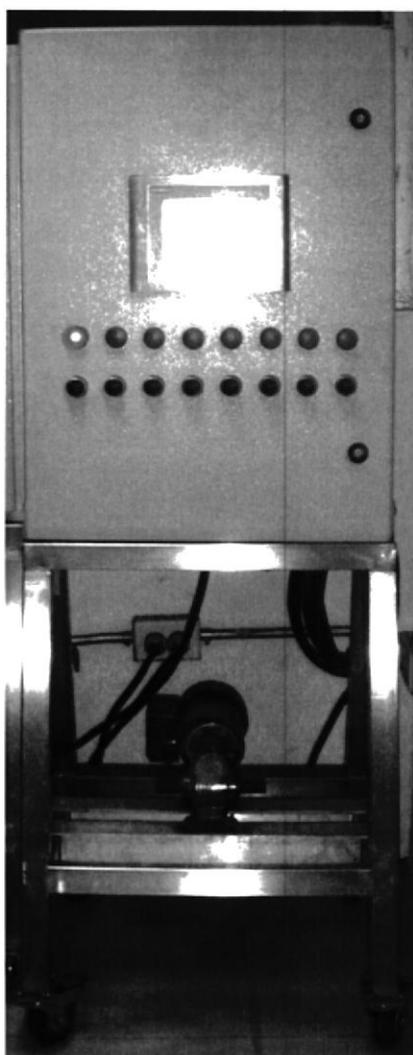


Figura 2.26 Vista Entera

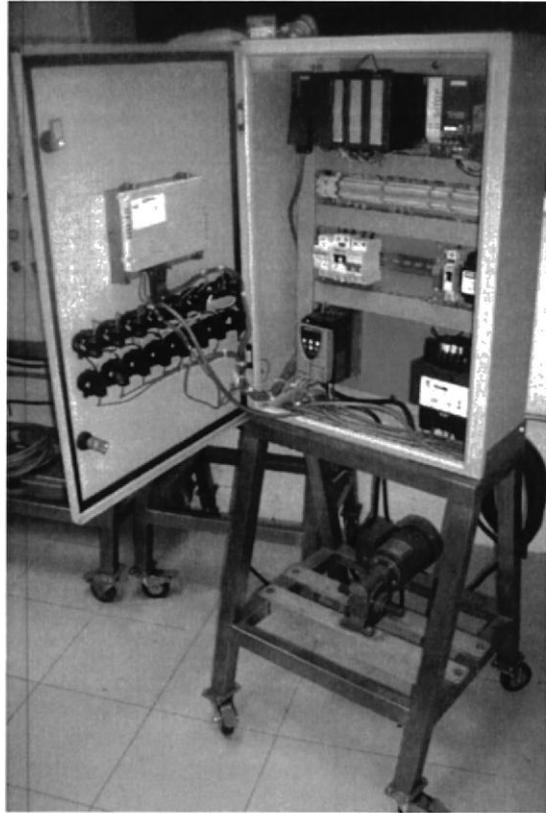


Figura 2.27. Plano abierto del Tablero

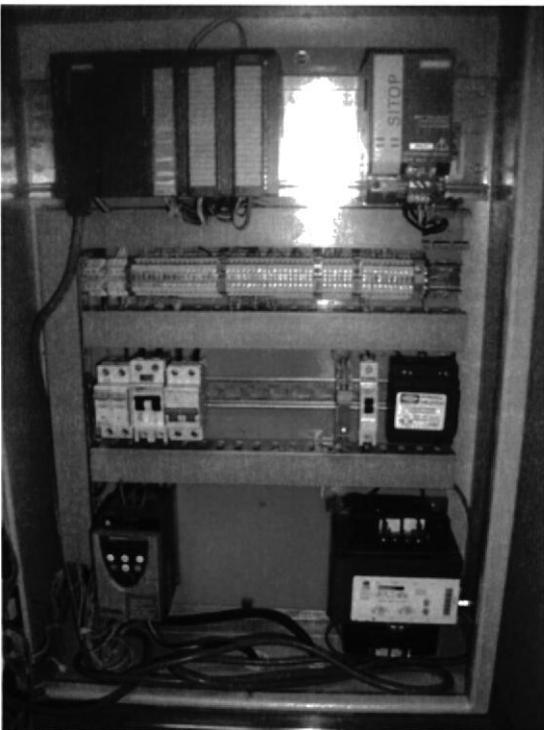


Fig. 2.28 Acercamiento de los elementos

2.7.3 Imagen Posterior

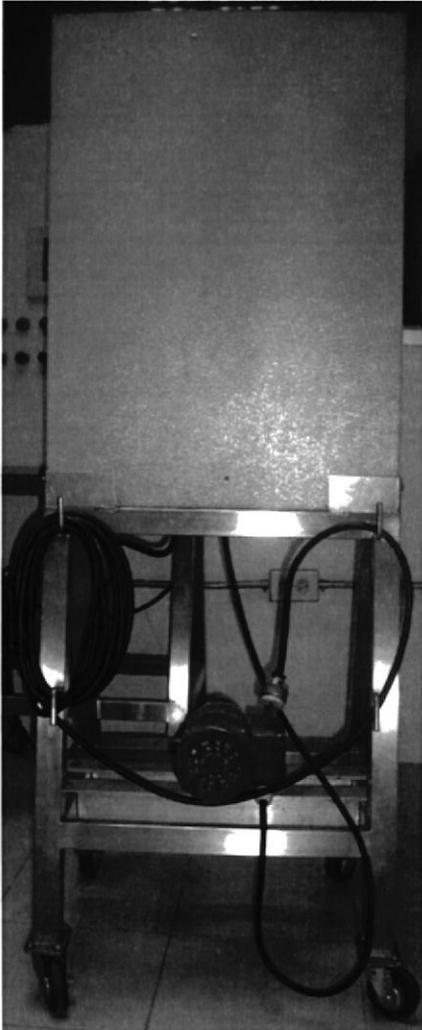


Fig. 2.29 Imagen posterior del tablero

2.7.4 Imagen Lateral

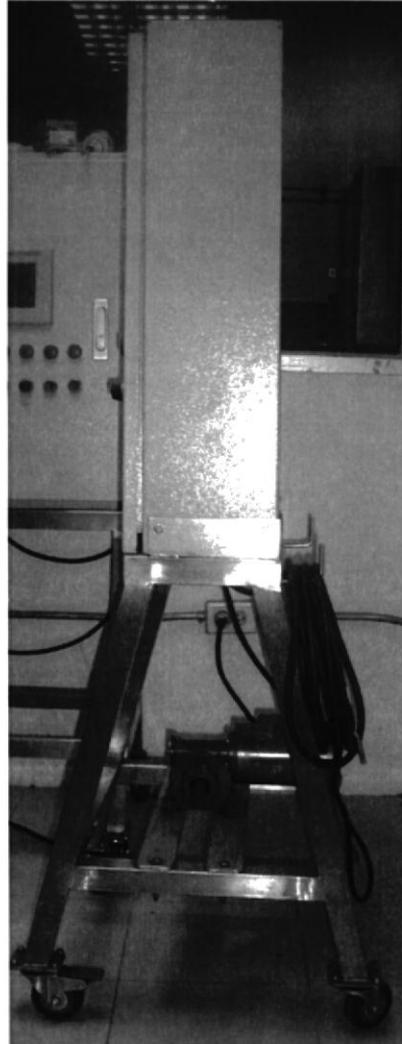


Fig. 2.30 Imagen lateral del tablero

3. CAPITULO # 3 PRUEBAS DE LABORATORIO Y RESULTADOS OBTENIDOS.

3.1 Pruebas experimentales de laboratorio.

Antes de conectar el tablero a la red eléctrica se efectuaron una serie de pruebas que se detallan a continuación, a fin de evitar incidencias tales como, cortocircuitos, defectos a tierra, y daños en los elementos del mismo.

3.1.1 Medida de la continuidad del cableado punto a punto.

Esta prueba es muy sencilla, se escoge un multímetro (Figura 3.1) y selecciona la opción continuidad y procede a medir, con una punta del multímetro en cada extremo del cable, este procedimiento se repite para todos los cables del tablero.



Figura 3.1 Multímetro Digital

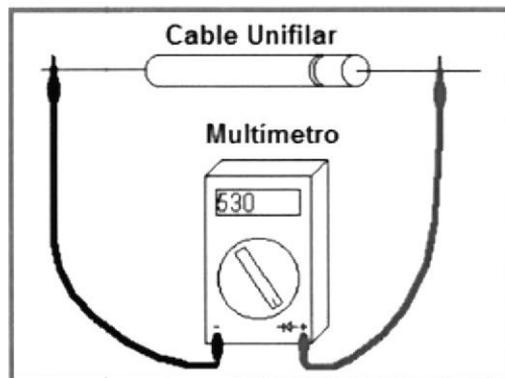


Figura 3.2 Prueba de la continuidad de un conductor

3.1.2 Comprobación de cable cortado.

Para el caso de los cables concéntricos que son de alimentación de energía, y el de alimentación del motor, la comprobación se efectuó con el multímetro, colocándolo en la opción comprobador de continuidad.

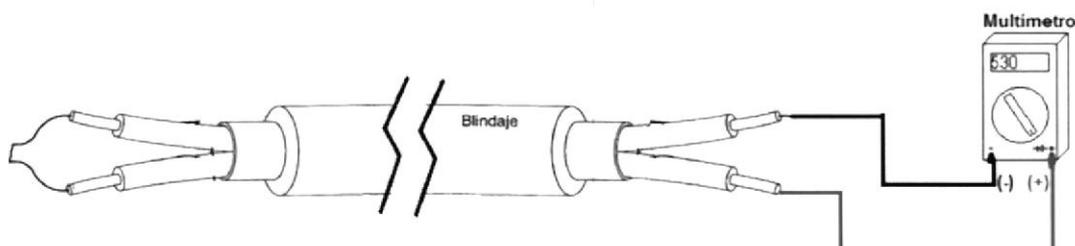


Figura 3.3 comprobación de cable cortado.

En un extremo del cable se puentean los tres cables, en el otro extremo con el multímetro se hacen parejas de cables, si están bien, en todas las combinaciones el instrumento marcará 0Ω , y si algún cable se encontrase cortado el marcaría infinito.

3.1.3 Comprobación de cable cortocircuitado.

En este caso se desconecta el cable en ambos extremos y se mide con el multímetro haciendo parejas de cables, si los cables se encuentran en perfecto estado todas la combinaciones deben marcar ∞ , si alguna pareja marcarse un valor X ohmios ó 0Ω es que esa pareja de cables se encuentra derivado entre ellos.

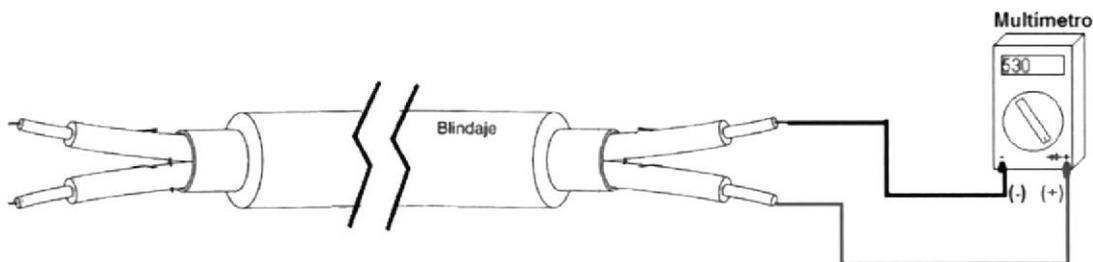


Figura 3.4 comprobación de cables cortocircuitados.

3.1.4 Megado del motor y medida de la continuidad entre bobinas.

Las pruebas que se realizaron a los bobinados del motor son:

- Comprobar la continuidad de los bobinados.
- Comprobar continuidad entre bobinados distintos.
- Comprobar la continuidad de los bobinados y tierra.

Las dos primeras pruebas se las realizó con un multímetro digital, en escala de ohmios, y también en opción continuidad, y sirven para saber si están interrumpidas o no las bobinas del motor.

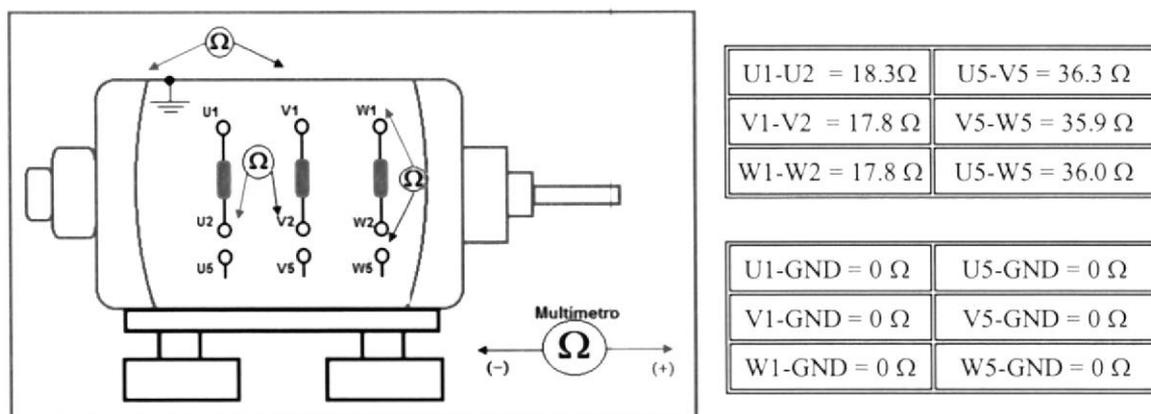


Figura 3.5 Comprobación de la continuidad entre bobinas.

Para la comprobación de la continuidad de los bobinados a tierra se utilizó un aparato llamado Megóhmetro o Megger. Este aparato se utiliza para saber la resistencia de aislamiento de la máquina entre bobinados o entre ellos y tierra, para ello desconectamos el motor de la línea y aplicamos 500 voltios entre las bobinas (aunque estén conectadas en estrella o triángulo) y tierra, podemos guiarnos por estos valores;

1. **Inferior a 16 MΩ** equivale a un **mal aislamiento**.
2. **16 y 51 MΩ** equivale a un **aislamiento regular**, si el motor estuviese húmedo sería recomendable con los aparatos adecuados poder secarlo.
3. **Superior a 51 MΩ** equivale a un **buen aislamiento**.

Aunque siempre prevalecerán los valores que pueda suministrarnos el fabricante del Motor.

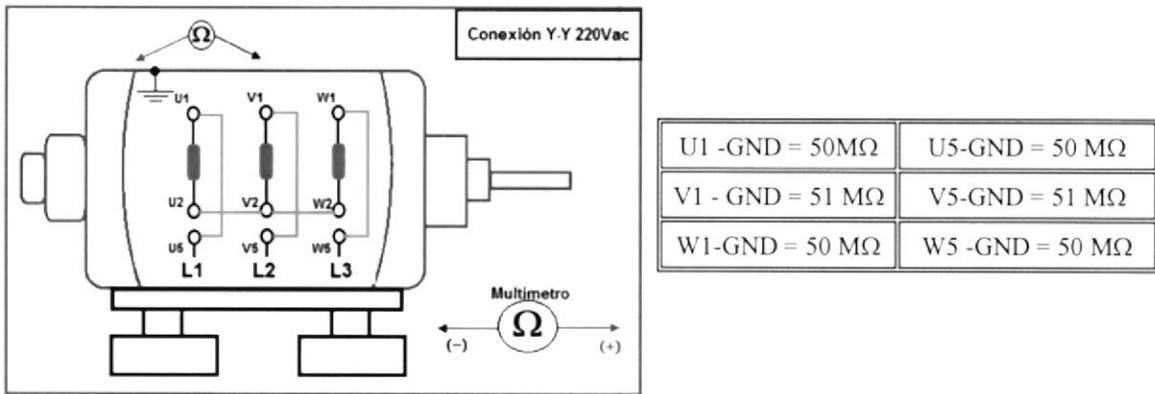


Figura 3.6 Prueba de aislamiento a tierra.

3.1.5 Pruebas con el cable de comunicación.

Para poder programar y probar los resultados en línea y verificar su correcto funcionamiento se necesita un cable de comunicación (MPI) y un computador con puerto serial MPI, y puesto que este no disponía de dicho puerto se tuvo que conseguir un cable para adaptar el puerto MPI del PLC al puerto USB del computador. Este cable adaptador necesita de la instalación de un software adicional (PC Adapter) antes de usarlo, una vez instalado y después de configurar el software de programación del PLC para el cable adaptador, se pudo realizar la comunicación entre el PLC y el computador.



Figura 3.7 Cable PC adapter MPI, más el cd instalador.



3.1.6 Comprobación del correcto funcionamiento del estado de las entradas/salidas digitales del PLC.

Para comprobar el correcto funcionamiento de las entradas y salidas digitales, es necesario programar el PLC.

Los pasos a seguir para programar el autómata en el STEP 7 son los siguientes:

- a) Arrancar el programa STEP7 y crear un proyecto.
- b) Comprobar la comunicación con el PLC.
- c) Editar el programa.
- d) Cargar y ejecutar el programa en el PLC.
- e) Depurar el programa.

3.1.7 Comprobación del correcto funcionamiento del estado de las entradas/salidas analógicas del PLC.

Al contrario que para una señal binaria, que sólo puede tener dos estados, presencia de tensión +24V, y, ninguna presencia de tensión 0V, las señales analógicas pueden comprender un determinado dominio de valores, y para trabajar con medidas analógicas en el PLC, se han de convertir los valores de tensión, corriente o resistencia en una información digital. Como se mencionó en el capítulo 2, esta conversión se obtiene con un conversor analógico – digital (Conversor A/D), esta información de entrada genera valores digitales en el programa y los estos resultados los convierte nuevamente en una señal física (Conversor D/A), por ello el programa que se efectuó para probar el correcto funcionamiento de las entradas y salidas analógicas consistió en un escalamiento de variables. Y medir mediante el uso de un instrumento llamado calibrador de procesos, (Figura 3.8) probamos que todas las entradas y salidas analógicas funcionen correctamente y en los niveles de corriente adecuados. El calibrador de procesos es un instrumento que entrega y recibe señales de tensión en mV y señales de corriente en mA, y sirve para poder calibrar los dispositivos o para poder medir señales muy pequeñas de corriente y voltaje con mayor precisión. Es muy importante tomar en cuenta que las señales de corriente de salida del PLC no pueden ser medidas con un multímetro ya que la impedancia del mismo no lo permite.



Figura 3.8 calibrador de procesos fluke 725

3.2 RESULTADOS OBTENIDOS.

3.2.1 Reducción de Tiempos muertos en porcentajes en la empresa TIOSA SUPAN.

La empresa TIOSA S. A. se encuentra ubicada en el km 25 de la vía perimetral de la ciudad de Guayaquil-Ecuador, esta empresa cuenta con un sistema informático (fénix) donde se recaba información sobre actividades de mantenimiento tanto eléctrico, mecánico, operacionales y producción programada que se realiza en la planta, además de los tiempos perdidos en cada una de dichas actividades indicando la hora de inicio y fin del problema, para cada área de producción, que son:

- Moldes
- Bollería
- Apanadura
- Panes de Pascua
- Enrollado

Definiciones:

- a) Mantenimiento eléctrico.- Se encarga del correcto funcionamiento de los sistemas eléctrico, electrónicos, neumáticos y de instrumentación de las máquinas.
- b) Atraso Eléctrico.- Es el tiempo en días que paro producción por una falla de mantenimiento eléctrico.
- c) Mantenimiento mecánico.- Asignadas a fallas y averías de los procesos mecánicos.
- d) Atraso Mecánico.- Es el tiempo en días que paro producción por una falla de mantenimiento mecánico.
- e) Atraso Operacional.- Es el tiempo en días que se detuvo el proceso por algún acontecimiento o falla operacional.
- f) Tiempo de Atraso.- Es la sumatoria de los atrasos eléctricos, mecánicos y operacionales.
- g) Paros Producción.-El documento que registran los tiempos muertos en la empresa TIOSA S.A, y es determinado por el Departamento de Producción.

El tablero de pruebas, se terminó a mediados del mes de enero del 2011, se realizó un contraste de datos de Paros de Producción, a finales del año 2010 y a finales del año 2011, que a continuación detallo.

TIEMPO DE ATRASO EN DÍAS DEL AÑO 2010									
2010	Atraso operacional	%	Atraso mecánico	%	Atraso eléctrico	%	Atraso otros	%	Tiempo de atraso
MOLDE	39.368	11.36	2.799	0.81	4.557	1.32	3.657	1.06	50.381
BOLLERIA	24.605	6.13	3.657	0.91	3.133	0.78	1.725	0.43	33.120
ENROLLADO	2.219	1.69	2.323	1.77	2.05	1.180	0.89	0.17	7.482

TIEMPO DE ATRASO EN DÍAS DEL AÑO 2011									
2011	Atraso operacional	%	Atraso mecánico	%	Atraso eléctrico	%	Atraso otros	%	Tiempo de atraso
MOLDE	31.438	0.53	2.833	0.95	1.892	0.63	3.833	1.28	39.996
BOLLERIA	24.151	6.95	3.900	1.12	2.383	0.69	3.046	0.88	33.480
ENROLLADO	7.192	7.192	5.20	2.841	0.727	0.455	0.85	0.145	13.969

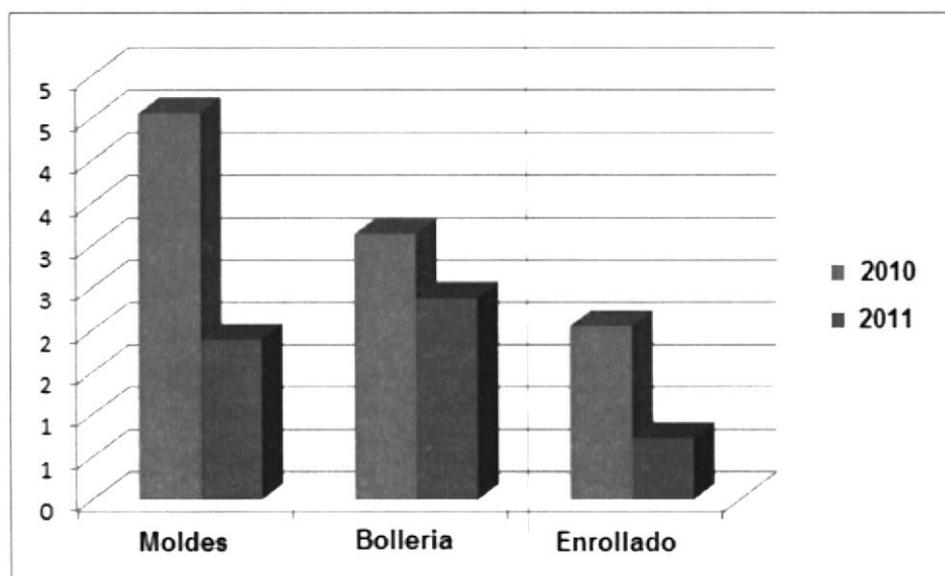


Figura 3.9 reducción de tiempos muertos por atrasos de mantenimiento eléctrico

En esta gráfica se observa una reducción de tiempos muertos, y se dio ya que el tablero de pruebas, se convirtió en un Banco de Pruebas, realizando sistemas de control a pequeña escala, para el adiestramiento del personal de Mantenimiento Eléctrico en lo referente a Programación de PLC'S de la familia Simatic S7-300, Protocolos e Interfaces de Comunicación, Programación de Variadores de Frecuencia, entre otros. Esto permitió al personal de Mantenimiento Eléctrico determinar de manera fácil y rápida las fallas en la maquinas.

4. CAPITULO # 4 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

4.1 Conclusiones.

El tablero presenta todas las condiciones funcionales, estéticas y la robustez que demanda cualquier trabajo, elementos de la mejor calidad conforma dicho tablero; y consta de un PLC siemens S7-300 con un módulo digital más un módulo analógico para el procesamiento de datos e información, una interface entre el usuario y la maquina (HMI), 6 selectores y 2 pulsadores para la activación manual de las entradas digitales del PLC, 8 luces piloto de 24Vdc para visualizar el estado de las salidas digitales del PLC, también posee un variador de velocidad de marca Telemecanique modelo Altivar 11 de entrada monofásica 220Vac y salida trifásica 220Vac para el control de la velocidad de un motor de ½ hp trifásico de marca Baldor.

El diseño, la implementación y la posterior verificación del tablero de pruebas fue realizada con éxito, El objetivo de disminuir el porcentaje de minutos y paros de producción se cumplió.

Mediante el desarrollo de este proyecto se ayuda a la docencia, brindando herramientas de conocimiento y aplicación, que incrementaran notoriamente la calidad de la formación profesional en los alumnos.

4.2 Recomendaciones.

Al momento de diseñar y armar o ensamblar el tablero eléctrico se debe tener en cuenta muchos detalles. Entre otros utilizar componentes de calidad, bien dimensionados, la medida correcta del tablero, y obviamente no cometer error en el diseño del circuito eléctrico.

Antes de conectar los primeros cables se deberá tomar un momento a tratar de comprender el circuito eléctrico, y a preguntarse aquello que no se comprenda, Además si no se comprende el trabajo que se está realizando, opino es más probable que se cometan errores. Cuando se tiene una bornera, o un conjunto de borneras, y se conecta un cable, en cada conexión hay que verificar visualmente, que la totalidad del cable haya calzado totalmente bien en la bornera a la cual le corresponde ir, y no, que un algún hilo quede salido; este podría hacer luego contacto con otra bornera, o con otra parte del tablero. Son pequeños detalles que pueden causar grandes problemas, se justifica la comprobación visual completa de cada conexión, además de verificar con una pinza de punta si cada conexión está lo suficientemente justa.

Se recomienda además desconectar la fuente principal de energía antes de realizar algún cambio en el tablero, y dar un mantenimiento periódico tanto la parte eléctrica como estructuralmente permitiendo extender la vida útil del mismo.



REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

▪ Manuales

- a. HORTA SANTOS JOSÉ Técnicas de Automatización Industrial
- b. SIEMENS. Catálogos Fabricante.
- c. SIEMENS Manual de referencia del PLC Siemens S7-300, CPU 313C-2DP. Alemania:
- d. SIEMENS Manual de usuario Fundamentos de programación de STEP7 con SIMATIC S7 300
- e. TELEMECANIQUE. Catálogos Fabricante.

▪ Direcciones Electrónicas

- a) <http://www.automatas.org/redes/scadas.htm>
- b) http://pomelo.ivia.es/mecanizacion/www/Manual_Electronica/redes/redes_in.htm.
- c) <http://www.fieldbus.org>.
- d) <http://www.profibus.com>.
- e) <http://www.opcfoundation.org>
- f) http://www.automatas.org/redes/tutorial_red_1.htm.
- g) SIEMENS, “Comunicación Industrial y Dispositivo de Campo”, Alemania 2000.
- h) SIEMENS ENERGY & AUTOMATION, “Sistema de automatización Simatic S7-300, datos técnicos de los módulos”, Alemania.2006.
- i) <http://www.siemens.com/automation/service&support>.
- j) <http://www.siemens.com/simatic-pcs7>
- k) <http://www.sitrain.com>
- l) <http://eq3.uab.es/personal/baeza/comunicaciones/comunica.htm>.
- m) <http://ropuipla.en.eresmas.com/>
- N) <http://www.iec.ch/cgi-bin/procgi.pl/>



ANEXOS

ANEXO A LISTA DE MATERIALES

Para la realización de este trabajo fue necesario utilizar componentes tanto de carácter eléctrico como materiales constructivos, a continuación se presenta un listado detallado de ambos.

Elementos Eléctricos

Dispositivos eléctricos utilizados en el montaje:

	Elementos	Cantidad
1	PLC Siemens Simatic S7-300, CPU 313C-2DP	1
2	Módulo de Entradas Analógicas, SM331 AI 2x12 BIT'S	1
3	Módulo de Salidas Analógicas, SM332 AO 2x12 BIT'S	1
4	Fuente Sitop de Siemens, de 24Vdc a 5Amperios	1
5	Variador de frecuencia, Telemecanique Altivar 11 de 0.37KW	1
6	Motorreductor Baldor, Trifásico de 1/2 HP, 220 o 440Vac	1
7	Breaker para riel din, 2P-15A	1
8	Breaker para riel din, 2P-10A	1
9	Breaker para riel din, 2P-4A	1
10	Breaker para riel din, 1P-4A	1
11	Transformador, de 110Vac a 220Vac, 1KVA	1
12	Pantalla Tactil, de Siemens TP177-B a color	1
13	Selectores de 3 posiciones	8
14	Luces piloto color verde de 24Vdc	8
15	Supresor de Voltaje	1
16	Tablero de control de 70 cm, alto x 50 cm, ancho x 15 cm, fondo	1
17	Relé de interface	1

Elementos adicionales

Materiales, accesorios y demás componentes necesarios para la sujeción de elementos y cableado del tablero. Se excluye de este listado los elementos y el material utilizado para el armazón como tal, puesto que la construcción de este fue delegado al personal de mantenimiento mecánico

	Materiales	Cantidad
1	Tornillos de 1/4x1 ¼	45
2	Tornillos de 1/4x1/4	20
3	Arandelas de ¼	60
4	Tuercas de ¼	45
5	Broca de 1/4 para acero	3
6	Broca de 3/16 para acero	3
7	Disco de corte para amoladora	2
8	Cable # 16 color negro	50 metros
9	Cable # 16 color azul	50 metros
10	Cable # 14 color azul	25 metros
11	Cable concéntrico 3x14	25 metros
12	Borneras para cable # 16	25
13	Borneras para cable # 14	20
14	Separadores de Borneras	10
15	Canaletas gris 25x25mm	5 metros
16	Prensaestopas de 1/2	3
17	Pernos de 3/16 x 1	25
18	Tuercas de 3/16	25
19	Arandelas de 3/16	25
20	Anillos de presión de 3/16	25
21	Garruchas # 3	4
22	bases para amarras de 30mm	10
23	Amarras plásticas de 30mm	50
24	Marcaciones AR1 diferentes números y letras	sin cuantificar

ANEXO B LISTA DE ABREVIATURAS Y GLOSARIO DE TERMINOS

Lista de abreviatura

AC Tensión alterna (alternating current)	OS Estación de operador (operator system)
CAD Convertidor analógico/digital	PAA Imagen del proceso de salidas
AI Entrada analógica (analog input)	PAE Imagen del proceso de entradas
AO Salida analógica (analog output)	PG Unidad de programación
AS Sistema de automatización	PS Fuente de alimentación (power supply)
CP Procesador de comunicaciones (communication processor)	QI Salida analógica corriente (output current)
CPU Procesador central del autómata (central processing unit)	QV Salida analógica tensión (output voltage)
CDA Convertidor digital/analógico	RAM random access memory
DB Bloque de datos	RL Resistencia de carga
DC Tensión continua (direct current)	S + Línea de sensor (positiva)
DI Entrada digital (digital input)	S – Línea de sensor (negativa)
DO Salida digital (digital output)	SF LED de anomalía "Error general"
CEM Compatibilidad electromagnética	SFB Bloque de función del sistema
EPROM erasable programmable read only memory	SFC Función de sistema
FB Bloque de función	PLC Autómata programable
FC Función	TD Pantalla de texto (text display)
FEPROM flash erasable programmable read only memory	U+ Conductor de medida para entrada de tensión
L+ Borne de alimentación con tensión 24 V c.c.	UCM Tensión en modo común (common mode)
M Borne de masa	National Electric Code (NEC)
M+ Línea de medición positiva	ANSI Standards: American National Standards Institute
M– Línea de medición negativa	OSHA: Occupational Safety and Health Administration
MANA Potencial de referencia del circuito de medición analógico	IEC: International Electric Codes
MPI Interface multipunto (multipoint interface)	NEMA
OB Bloque de organización	UL Laboratory ANSI/NFPA
OP Panel de operador (operator panel)	

Glosario de términos

Con separación galvánica: En los módulos de entrada/salida con separación galvánica están separados galvánicamente los potenciales de referencia de los circuitos de control y de carga, p.ej. mediante optoacoplador, contacto de relé o transformador. Los circuitos de entrada y de salida pueden estar unidos a un punto común.

Conexión a 2/3/4 hilos: Tipo de conexión al módulo, p.ej. de termorresistencias/resistencias en el conector frontal de un módulo de entrada analógica o de cargas en la salida de tensión de un módulo de salida analógica.

Configuración: Selección y combinación de los distintos componentes de un autómata programable, o bien instalación del software requerido y adaptación a su aplicación especial (p.ej. parametrizando los módulos)

Corriente total: Suma de las corrientes de todos los canales de salida en un módulo de salida digital.

CP: Procesador de comunicaciones

CPU: El procesador CPU (central processing unit) es un módulo central del autómata programable, en el que se almacena y procesa el programa de aplicación. Contiene el sistema operativo, la memoria, la unidad de procesamiento y los interfaces de comunicación.

Error de linealidad: El error de linealidad caracteriza la divergencia máxima del valor medido/de salida respecto a la relación lineal ideal entre la señal de medición/salida y el valor digital. Se indica en tantos por ciento y se refiere al margen nominal del módulo analógico.

Modo de operación: Los autómatas programables de SIMATIC S7 conocen los siguientes estados de operación: STOP, → ARRANQUE, RUN y PARADA.

MPI: El interface multipunto (MPI) es el interface de SIMATIC S7 hacia la unidad de programación.

Permite el acceso desde un punto central a módulos programables (CPU, CP), pantallas de texto y paneles de operador. Las estaciones conectadas al MPI pueden comunicarse entre sí.

No puesto a tierra: Sin unión galvánica hacia tierra

PG: Unidad de programación

Potencial de referencia: Potencial a partir del que se consideran y/o miden las tensiones de los circuitos eléctricos implicados.

Programa de aplicación: El programa de aplicación contiene todas las instrucciones, variables y datos para el procesamiento de las señales mediante las que se puede controlar una instalación o un proceso. Está asignado a un módulo programable (p.ej. CPU, FM) y puede estructurarse en subunidades (bloques).

Puesta a tierra: Poner a tierra significa enlazar una pieza conductora eléctricamente con el electrodo de tierra a través de un sistema de puesta a tierra (una o varias piezas conductoras que hacen perfecto contacto con tierra).

Punto de referencia: Al operar con termoelementos en los módulos de entradas analógicas: Punto con una temperatura conocida (p.ej. → caja de compensación).

Remanencia: Son remanentes las áreas de memoria en los bloques de datos, así como los temporizadores, contadores y marcas cuyo contenido no se pierde tras un nuevo arranque o desconectarse la red.

Sin separación galvánica: En los módulos de entrada/salida sin separación galvánica están unidos eléctricamente los potenciales de referencia de los circuitos de control y de carga.

Resolución: En los módulos analógicos constituye la cantidad de bits que representan el valor analógico digitalizado en forma binaria. La resolución depende del tipo de módulo y, dentro de los módulos de entradas analógicas, del → tiempo de integración. Cuanto mayor sea el tiempo de integración, tanto más exacta es la resolución del valor medido. La resolución puede constar de hasta 16 bits, inclusive el signo.

Tierra: La tierra conductora cuyo potencial eléctrico puede ponerse a cero en cualquier punto.

En el sector de electrodos de tierra, la tierra puede presentar un potencial distinto a cero. Para este estado se emplea frecuentemente el concepto “tierra de referencia”.

Unidad de programación: Una unidad de programación (PG) es un ordenador PC apto especialmente para aplicaciones industriales y de diseño compacto. La PG está equipada completamente para programar los sistemas de automatización SIMATIC