



Universidad del Azuay

Facultad de Ciencia y Tecnología

Escuela de Ingeniería Electrónica

Diseño y construcción del Tablero Prototipo para el equipamiento del laboratorio de control y automatización de la Universidad del Azuay

**Trabajo de graduación previo a la obtención del título de
Tecnólogo Electrónico**

Autor: Justo L. Abril

Director: Ing. Hugo Torres

**Cuenca, Ecuador
2010**

DEDICATORIA

Mediante el presente documento quiero hacer llegar mi agradecimiento a mis padres quienes con mucho sacrificio aportaron moral y económicamente para la culminación de la meta planteada, sin dejar de lado el apoyo de mi esposa e hijo que siempre han estado presentes en los momentos de la realización.

AGRADECIMIENTO

Por todos los conocimientos adquiridos en el transcurso de la vida universitaria mis mas sinceros agradecimientos a todos los profesores que me guiaron para haber aprobado todos los requisitos estipulados en la ley, sin dejar de lado el inmenso apoyo mostrado por el Ingeniero Hugo Torres.

RESUMEN

Mediante un análisis previo de la realización de prácticas así como el uso de los dispositivos necesarios, nosotros resolvimos la construcción del tablero prototipo.

Dicho tablero prototipo consta de un PLC S7-200, al mismo se le incorporo un modulo de extensión que tiene dieciséis salidas y dieciséis entradas.

El modulo de entrada recibe señales de los pulsantes o de sensores acoplados que dan una señal de cerrado o abierto.

Al modulo de salidas están conectados relés, a los cinco primeros se los conecta contactores para la conexión a potencia y los diez restantes son salidas de relés que están abiertos si el relé esta desactivado.

ABSTRACT

The aim of the present work was to develop a prototype mainboard.

This device consisted of a PLC S7-200, adapted to an extension module with sixteen outlets and sixteen admissions.

The admissions module accept signals from the push buttons or sensors giving a signal of open or close.

Relaies are connected to the outlets, contactors are conected to the first five outlets in order to have a connection to high power and the rest are open relaies, the outlets contacts when the relay is disactivated.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

DEDICATORIA.....	ii
AGRADECIMIENTO.....	iii
RESUMEN.....	iv
ABSTRACT.....	v
INDICE.....	vi
INDICE DE ANEXOS.....	viii
INTRODUCCION.....	1
CAPITULO 1: CARACTERISTICAS DEL PLC S7-200	
1.1. Definición y tipos.....	3
1.2. Tipos de salidas.....	8
1.3. Tipos de entradas.....	11
1.4. Módulos.....	13
1.5. Software.....	18
CAPITULO 2: DISEÑO DEL PLANO ELECTRICO	
2.1. Plano de conexión para las protecciones.....	24
2.2. Plano de conexión para la fuente.....	25
2.3. Plano de conexión para las señales de entrada.....	26
2.4. Plano de conexión para las señales de salida.....	28
2.5. Plano de conexión PC-PLC.....	30
2.6. Plano de conexión PLC-relés-contactores.....	30
CAPITULO 3: CONSTRUCCIÓN DEL TABLERO (ELEMENTOS UTILIZADOS)	
3.1. Construcción del soporte metálico.....	34
3.2. Elementos utilizados.....	37
3.2.1. El contactor.....	37
3.2.2. El relé.....	40
3.2.3. La fuente.....	41
3.2.4. Los pulsantes.....	42
3.2.5. Las luces.....	43
3.2.6. Protecciones.....	44
CAPITULO 4: PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO	
4.1. Pruebas de comunicación PLC-PC.....	49

4.2. Pruebas de funcionamiento de los elementos.....	51
4.2.1. Programa de prueba de ingreso y salida de señales.....	51
4.2.2. Arranque estrella-triángulo.....	56
4.2.3. Semáforo peatonal temporizado.....	57
4.2.4. Circuito lógico simplificado por karnaugh para 3 salidas.....	63
4.3. Presupuesto.....	66
Conclusiones.....	69
Recomendaciones.....	71
Bibliografía.....	72
Anexos.....	74

INDICE DE ANEXOS

- ANEXO 1: Simbología
- ANEXO 2: Protecciones
- ANEXO 3: Conexión de la fuente
- ANEXO 4: Direcciones de entradas
- ANEXO 5: Conexión de las entradas
- ANEXO 6: Direcciones de salidas
- ANEXO 7: Conexión de las salidas
- ANEXO 7a: Conexión de las luces de señalización
- ANEXO 8: Conexión PC-PLC
- ANEXO 9: Conexión de contactores y contactos de relés
- ANEXO 10: Salidas trifásicas para motores
- ANEXO 11: Salidas trifásicas para motores
- ANEXO 12: Conexión para los motores
- ANEXO 13: Vista frontal
- ANEXO 14: Vistas lateral y superior
- ANEXO 15: Tool perforado
- ANEXO 16: Ubicación de regletas y canaletas
- ANEXO 17: Ubicación de pulsantes, luces y borneras
- ANEXO 2: Protecciones

Abril Torres Justo Leonardo
Trabajo de Graduación
Ing. Hugo Torres Salamea
Febrero del 2010

Diseño y construcción del Tablero Prototipo para el equipamiento del laboratorio de control y automatización de la Universidad del Azuay

INTRODUCCIÓN

Debido a la forma y realización de las prácticas correspondientes a Programadores Lógicos (PLC`s) nació la idea de realizar un tablero de practicas que se llama Tablero Prototipo. El mismo que optimizará la realización de prácticas y prolongara la vida útil de los diferentes dispositivos.

El presente proyecto es dirigido por el Ingeniero Hugo Torres, que con su larga trayectoria como profesor en la Universidad del Azuay, es de vital importancia para guiar al señor Justo L. Abril en la construcción de este tablero.

El PLC es un dispositivo utilizado para la automatización de proyectos electrónicos, especialmente industriales, a demás es de fundamental importancia que los estudiantes de esta digna Universidad se familiaricen al máximo con este dispositivo de automatización.

Debido a los inconvenientes encontrados en el taller de automatización ya sea por la conexión y los errores que pueden ocurrir mediante la elaboración de prácticas, se propone la construcción de un tablero de prácticas llamado Tablero Prototipo el mismo que facilitará notablemente la elaboración de prácticas y prolongará la vida útil de los diferentes dispositivos electrónicos.

Para la construcción del tablero prototipo se utilizara el PLC S7-200 como base central de funcionamiento, este tipo de PLC es de gran versatilidad por todas las características técnicas que ofrece.

Uno de los aspectos de gran relevancia, es la facilidad con la que se puede conectar módulos auxiliares, los mismos que contienen entradas y salidas, es por esta razón fundamentalmente que este PLC es el apropiado para el tablero prototipo.

Para cada conexión se diseñó un plano, es decir previamente se hizo un análisis observando las características técnicas presentadas por el PLC.

En todas las conexiones realizadas se etiquetó los diferentes terminales mediante un código de identificación, esto facilitará el mantenimiento del tablero, o a su vez para realizar modificaciones, pero quizá lo más importante de esta codificación, es que servirá para la construcción del resto de tableros para este Laboratorio.

Una vez concluidas las conexiones se realizarán las pruebas de funcionamiento, las mismas que estarán provistas de programas de prueba, en las que se utilizan todos los dispositivos que forman parte del tablero prototipo, siendo esta una manera muy adecuada para probar el funcionamiento de todos los elementos utilizados.

CAPITULO 1

CARACTERISTICAS DEL PLC S7-200

1.1. Definición y tipos

Para poder adentrarnos al mundo de la automatización, es necesario que tengamos presente lo que es un proceso industrial, se lo puede considerar como una operación o secuencia de operaciones en las que las variables a controlar (temperaturas, desplazamientos, tiempos, etc.) estén debidamente definidas.

La gran mayoría de los procesos industriales requieren algún tipo de control, en los cuales predominan una lógica de funcionamiento y una tendencia a la exactitud en su actuación. Por la necesidad de llegar a lo mencionado se puede decir que es aquí donde nace la llamada automatización de funciones, lo cual puede tener un control lógico de funcionamiento que va a ser llevado de muy diferentes formas: control de relés, contactores, etc.

Una de las desventajas más destacadas es al momento de una drástica modificación es decir, cualquier innovación en este tipo de sistemas de control suponía gran esfuerzo técnico y económico, y más todavía si estos cambios eran frecuentes, provoca incomodidad, pérdida de tiempo y dinero. Además debemos tener en cuenta que la mayoría de estos elementos son dispositivos mecánicos y que poseen una vida limitada que requiere una estricta manutención, haciendo referencia a un estricto mantenimiento.

Por otra parte, estos sistemas suponen un conexionado complejo cuando existen gran cantidad de elementos, lo que implica un enorme esfuerzo de diseño y mantenimiento,

que en la mayoría de los casos derivan en errores técnicos y a demás errores de conexión.

Con el objetivo de solucionar, o al menos reducir estos inconvenientes se elaboraron los autómatas, que permiten modificar la funcionalidad del control de procesos industriales sin más que cambiar el programa, ya que gran parte de los componentes necesarios como relés auxiliares, temporizadores, etc., se encuentran implementados en la programación interna de él.

Además, en los casos en que las modificaciones superen la capacidad del sistema, es posible agregar módulos de ampliación que permitan cumplir con las nuevas exigencias y así ir mejorando el funcionamiento del proceso.

“Este automatismo fácilmente programable para tareas de control, y concebido para ser utilizado en ambientes industriales, es lo que se conoce como **PLC**, acrónimo de **Programable Logic Controller**, es decir, *Controlador Lógico Programable*.”¹

“Un PLC es una computadora especializada basada en un microprocesador que se encarga de diferentes funciones de control de muchos tipos y niveles de complejidad. Su propósito general es monitorear parámetros cruciales de un proceso y ajustar las condiciones de operación del mismo de acuerdo a las necesidades de la empresa.”²

El PLC tiene la ventaja de que puede ser programado, controlado y operado por una persona, aunque esta no tenga la destreza necesaria para utilizar computadoras, o relaciones a fin. En esencia, el operador del PLC dibuja las líneas y los dispositivos en un diagrama de escalera en una pantalla, ese dibujo resultante se convierte en lenguaje de máquina y se corre como un programa del usuario.

¹ <http://www.salesianos.edu/alcoy.juanxxiii/dpts/docs/automatas.pdf>

² <http://www.salesianos.edu/alcoy.juanxxiii/dpts/docs/automatas.pdf>

A él se conectan los captadores (finales de carrera, pulsadores, señales analógicas, señales digitales, sensores de cualesquier tipo, etc.) por una parte que son las señales de ingreso y los actuadores (bobinas de contactores, lámparas, pequeños receptores, etc.) por otra que son las señales de salida.

Los autómatas programables tienen una gama de aplicaciones, estas dependen de lo que se vaya a realizar, es decir es algo tedioso señalarlos que sirven para aplicaciones industriales solamente, sino que en aplicaciones industriales tiene mayor uso, es decir por ejemplo también se puede emplear para automatizar procesos en el hogar (puerta de un garaje, luces de la casa, etc.), entre otros.

Facilidades y maniobrabilidad que presentan los PLC's:

“* Fácilmente programables por la mayoría de los técnicos.

* Facilidad en la modificación de programas.

* Comunicación con otros PLC's, pudiendo enviar y recibir señales.

* Tiempo de vida largo.

* Pueden trabajar sin problemas en todo tipo de ambientes industriales.”³

La presión existente por bajar los costes en los procesos de producción, hace que los autómatas programables (PLC) estén cada vez más difundidos en las aplicaciones de automatización.

Es por esta razón que la rápida evolución de la técnica es un factor que requiere autómatas programables para resolver los diversos problemas que se presentan al momento de realizar una automatización.

³<http://www.salesianos.edu/alcoy.juanxxiii/dpts/docs/automatas.pdf>

Justamente uno de los PLC's que se acopla de gran manera a esta innovación es el micro-PLC S7-200 que conquista cada vez más campos de aplicación, puesto que es muy potente, su precio es sumamente atractivo y es muy fácil de usar, así por ejemplo en la fig. 1 se puede observar el PLC S7-200:

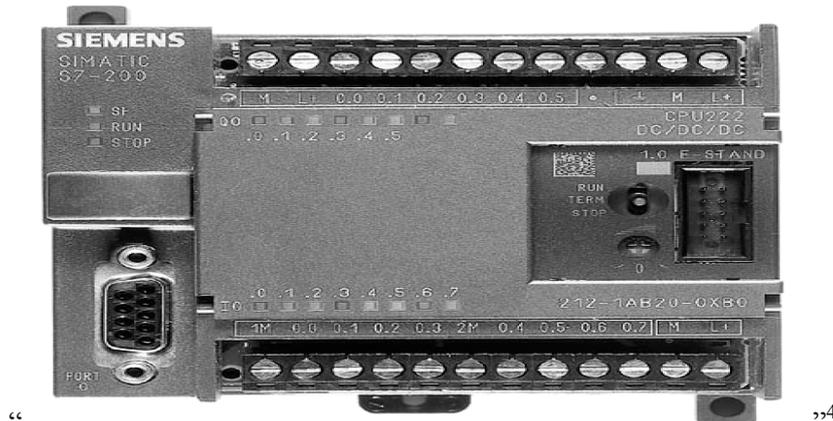


fig. 1: Imagen del PLC S7-200

El S7-200 le brinda, en un lapso de tiempo sumamente breve, los conocimientos básicos necesarios para aplicar este micro-PLC.

Tipos de PLC

Por la gran variedad de tipos distintos de PLC, en sus funciones, en su capacidad, en su aspecto físico o en su tamaño y otros, es que es posible clasificar los distintos tipos en varias categorías para esto se hay que tener en cuenta la versatilidad y la operatividad para determinar su aplicación.

PLC tipo Nano:

Generalmente el PLC de tipo compacto (Fuente, CPU e I/O integradas) es aquel que puede manejar un conjunto reducido de I/O ó es limitado en su uso, generalmente en un número inferior a 100. Este permite manejar entradas y salidas digitales a demás de algunos módulos especiales.

⁴ <http://www.salesianos.edu/alcoy.juanxxiii/dpts/docs/automatas.pdf>

PLC tipo Compactos:

Este es un caso especial de PLC ya tienen incorporado la Fuente de Alimentación, su CPU y módulos de I/O en un solo módulo principal, que por su construcción permiten manejar desde unas pocas I/O hasta varios cientos (alrededor de 500 I/O), que por su construcción y tamaño es superior a los Nano PLC debiendo destacar que soportan una gran variedad de módulos especiales, tales como:

- entradas y salidas análogas
- módulos contadores rápidos
- módulos de comunicaciones
- interfaces de operador
- expansiones de i/o

PLC tipo Modular:

Para este tipo de PLC se puede destacar que están compuestos de un conjunto de elementos que conforman el controlador final, estos son:

- Rack
- Fuente de Alimentación
- CPU
- Módulos de I/O

Dependiendo de las categorías son denominados desde los MicroPLC que soportan gran cantidad de I/O, hasta los PLC de grandes prestaciones que permiten manejar miles de I/O y que son mayormente utilizados en automatizaciones industriales.

Es de crucial importancia ver los datos técnicos como por ejemplo la velocidad de procesamiento, que nos definirá el éxito de un proceso ya de esta velocidad puede definir la comunicación con otros dispositivos electrónicos, para sincronizar una

automatización por ejemplo a continuación vemos un cuadro con los datos mencionados en la fig. 2:

	CPU 212	CPU 214
Memoria RAM:	aprox. 500 Instruc. (1 kByte)	aprox. 2000 Instruc. (4 kByte)
Memoria de datos:	1 kByte	4 kByte
EEPROM integrada	1 kByte Programa 128 Byte Datos (grabables)	4k Byte Programa 512 Byte Datos (grabables)
Módulo EEPROM: (Idéntico contenido a la EEPROM integrada)	-	8 kByte (opcional) (Programa, Datos, Info. de Administración)
Periferia Integrada: ED / SD	8 / 6	14 / 10
Módulos de Expansión	max. 2 incl. EA/SA	max. 7 incl. EA/SA
ED / SD EA / SA	max. 30 Señales en total max. 2 Módulos	max. 64 Señales en total max. 4 Módulos
Tiempo Ejecución	1,3 ms/kInstruc.	0,8 ms/kInstruc.
Marcas	128	256
Contador/Temporizador	64 / 64	128 / 128
« Retención (Condensador) sí para mínimo/normal. 850h	sí	sí 70/200h

» 5

fig. 2: Cuadro de descripciones técnicas

1.2. Tipos de salidas

Es muy importante tener un concepto claro de una señal de salida o el funcionamiento exacto, ya que al momento de programar y realizar las conexiones necesarias aplicaremos lo necesario, es decir que los dispositivos y la clase de los mismos deben ser compatibles entre ellos para interconectarlos, teniendo en cuenta por ejemplo el consumo de corriente y características a fin, aquí tenemos las más importantes:

Analógicas

“El S7-200 convierte valores digitales en formato de palabra (de 16 bits) en valores reales analógicos (por ejemplo intensidad o tensión). Estos valores analógicos son proporcionales a los digitales. A los valores analógicos se accede con un identificador de área (AQ), seguido del tamaño de los datos (W) y de la dirección del byte inicial. Puesto que las salidas analógicas son palabras que comienzan siempre en bytes pares (por ejemplo 0, 2, 4, etc.), es preciso utilizar direcciones con bytes pares (por ejemplo

⁵ http://www.ceat.cl/ceathome/archivos//43/0/Introduccion_al_PLC_2_GTTI.pdf

AQW0, AQW2, AQW4, etc.) para acceder a las mismas. Las salidas analógicas son valores de solo escritura.”⁶

- buffer
- opto aislación
- A/D
- protección

Digitales

“El S7-200 permite elegir si las salidas digitales deben adoptar valores conocidos cuando cambie a modo stop, o bien congelar las salidas en su ultimo estado antes del cambio.”⁷

- circuito lógico de salida
- opto aislación
- (indicador de estado)
- circuito de conexión
- protección

La información que sale de la CPU a través de módulos de conexión, es procesada mediante un código binario que será un 0 o 1, esto en condiciones de bajo o alto, al momento de procesar o intercambiar información se lo realiza con bites o sea 1 byte tiene xxxxxxxx y puede tomar valores de 0 o 1. Dependiendo de la información estos códigos binarios tendrán cierta cantidad de ceros ó unos para especificar una palabra ó un comando de operación para así determinar una ejecución.

Las terminales de los módulos de salida reciben las señales de la CPU procesadas que proveen voltajes y/o corrientes para energizar los actuadores y dispositivos señalizadores, generalmente son dispositivos de bajo consumo de corriente y su función

⁶ SIEMENS SIMATIC --- manual del sistema de automatización S7-200

⁷ SIEMENS SIMATIC --- manual del sistema de automatización S7-200

es comandar actuadores de mayor tamaño, por medio de los cuales manejar altas corrientes y/o voltajes.

Las señales de salida pueden estar dirigidas a diferentes tipos de actuadores:

- Válvulas
- Arrancadores de motores
- Solenoides
- Hornos
- Alarmas
- Señalizadores
- Relés de control
- Contadores
- Otros

Es importante señalar que para comandar los dispositivos mencionados en el Tablero Prototipo, se comandan relés de señal que son los auxiliares para realizar el objetivo programado en el PLC.

Existen varios tipos de módulos de salidas para diversas aplicaciones, que dependiendo del tipo de señal que obtenemos del PLC nos dará las especificaciones necesarias:

Módulos de salida digitales: como es sabido el PLC maneja un lenguaje en binario o trabaja con señales digitales, esto nos permite deducir que las salidas estarán en el mismo lenguaje ó existe un lenguaje de comprensión para los mismos, así que de esta forma se manejan los actuadores auxiliares de manera muy eficiente.

Módulos de salida analógicas: convierten las señales digitales del PLC en señales analógicas para el proceso, estas señales analógicas son muy útiles en muchos de los casos o para aplicaciones específicas, ya que nos permite comandar actuadores

auxiliares, y a su vez estas salidas analógicas interconectarlas a otros dispositivos de control que entiendan este lenguaje.

Sin dejar de mencionar un módulo especial, que incluyen algunos autómatas programables, el módulo de simulación, el mismo que puede proveer señales de salida de prueba que provienen del PLC para verificar el correcto funcionamiento del programa antes de conectarlo.

Debiendo denotarse que este módulo es útil cuando se tienen pocas señales de salida, que son las que comandaran el programa; sin embargo, cuando la cantidad de salidas es muy alta y dependen unas de otros aspectos, es más difícil simular el programa, complicándose el mismo.

1.3. Tipos de entradas

La importancia de saber el tipo de entrada ó la señal ala entrada de un PLC, nos facilitará en gran manera la programación y el interconectado del mismo, es decir tendremos una idea clara del tipo de módulo que receptara la señal para obtener un correcto funcionamiento, entre ellas las más importantes:

Analógicas

“El S7-200 convierte valores reales analógicos (por ejemplo, temperatura, tensión, etc.) en valores digitales en formato de palabra (de 16 bits). A estos valores se accede con un identificador de área (AI), seguido del tamaño de los datos (W) y de la dirección del byte inicial. Puesto que las entradas analógicas son palabras que comienzan siempre en bytes pares (por ejemplo 0, 2, 4, etc.) es preciso utilizar direcciones con bytes pares (por ejemplo, AIW0, AIW2, AIW4, etc.) para acceder a las mismas. Las entradas analógicas son valores de solo lectura.”⁸

- protección

⁸ SIEMENS SIMATIC --- manual del sistema de automatización S7-200

- filtro analógico
- multiplexado
- A/D
- opto aislación
- buffer

Digitales

Este tipo de entradas tiene un entorno sencillo de comprensión ya que aquí tenemos unos o ceros a las entradas o a su vez simples cambios de estado.

- rectificador
- acondicionador de señal
- (indicador de estado)
- opto aislación
- circuito lógico de entrada

La información entra a la CPU a través de un módulo de conexión, es la que va a ser procesada o sea los terminales de los módulos de entrada son los que reciben las señales, dichas señales van a estar en binario, es importante destacar que estas señales pueden entrar en forma de voltaje o también en forma de corriente siempre que haya un cambio de estado de 0 a 1 o de 1 a 0, y van a ser provenientes de diferentes dispositivos:

- . Interruptores limitadores
- Sensores fotoeléctricos
- . Sensores de proximidad
- . Interruptores de presión
- . Interruptores de nivel
- . Interruptores de temperatura
- . Otros

Existen varios tipos de módulos de entradas, que dependiendo del tipo de señal que reciben nos darán las especificaciones necesarias:

Módulos de entradas digitales: son señales en forma de ceros ó unos que van a ingresar al PLC para ser procesadas ó para realizar comandos a fines, llegando a ser un proceso al nivel interno del autómatas.

Módulos de entradas analógicas: son señales analógicas que al ingresar al PLC, éste va a tener un perfecto entendimiento de la señal a procesar, ya que en dicho PLC esta información la procesa internamente ya en lenguaje digital que es el lenguaje que entiende mencionado dispositivo.

También es importante mencionar un módulo especial que incluyen algunos autómatas programables, el módulo de simulación, que puede recibir señales de ingreso de prueba al PLC para verificar el correcto funcionamiento del programa.

Debiendo resaltar que este módulo es útil cuando se tienen pocas señales de entrada que son las del comando de un programa; sin embargo, cuando la cantidad de entradas es muy alta y dependen unas de otros aspectos, es más difícil simular el programa.

1.4. Módulos

La CPU, “es el corazón en sí del autómatas programable. Sus funciones son:

- * Ejecutar el programa del usuario.
- * Vigilar que el tiempo de ejecución del programa del usuario no exceda un determinado tiempo máximo (tiempo de ciclo máximo). A esta función se le suele denominar Watchdog (perro guardián).
- * Crear una imagen de las entradas, ya que el programa de usuario no debe acceder directamente a dichas entradas.

* Renovar el estado de las salidas, en función de la imagen de las mismas, obtenida al final del ciclo de ejecución del programa de usuario.

* Chequear del sistema.”⁹

Para ello es importante mencionar que el autómatas va a poseer un ciclo de trabajo ó un régimen de procesamiento, que ejecutará de forma continua.

“-Durante el funcionamiento cíclico, primero se leen los estados en las entradas, memorizándose en la imagen de proceso de las entradas. Con estas informaciones trabaja luego el programa de control cuando se ejecuta.”¹⁰

“-De acuerdo a la lógica definida en el programa se modifica el estado de las salidas depositadas en la imagen de proceso de las salidas. En la última etapa del ciclo, los estados memorizados en la se transfieren a las salidas físicas. Seguidamente comienza de nuevo el ciclo.”¹¹

“-Un ciclo dura normalmente entre 3 y 10 ms. La duración depende del número y tipo de instrucciones (operaciones) utilizadas. El ciclo consta de dos partes principales:

1. Tiempo del sistema operativo, normalmente 1 ms; corresponde con las fases 1 y 3.
2. Tiempo para ejecutar las instrucciones; corresponde con la fase 2.”¹²

“-Por otro lado, el ciclo sólo se ejecuta cuando el PLC se encuentra en estado RUN,”¹³ por ejemplo fig. 3 se puede observar la secuencia:

⁹ <http://www.salesianos.edu/alcoy.juanxxiii/dpts/docs/automatas.pdf>

¹⁰ <http://www.salesianos.edu/alcoy.juanxxiii/dpts/docs/automatas.pdf>

¹¹ <http://www.salesianos.edu/alcoy.juanxxiii/dpts/docs/automatas.pdf>

¹² <http://www.salesianos.edu/alcoy.juanxxiii/dpts/docs/automatas.pdf>

¹³ <http://www.salesianos.edu/alcoy.juanxxiii/dpts/docs/automatas.pdf>

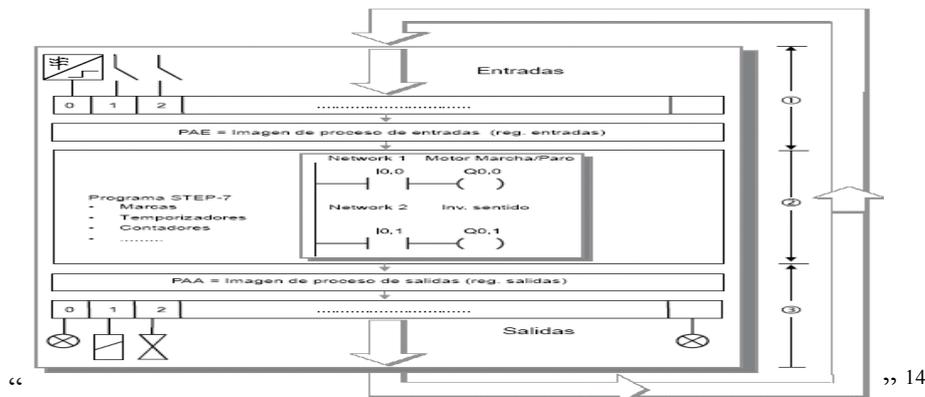


fig. 3: Esquema de direccionamiento de entradas y salidas

La memoria que esta dentro de la CPU, dispondremos de un área de memoria en donde se almacenan las instrucciones que se emplearan en sus diversas funciones:

“* Memoria del programa de usuario: aquí introduciremos el programa que el autómata va a ejecutar cíclicamente.”¹⁵

“* Memoria de la tabla de datos: se suele subdividir en zonas según el tipo de datos (como marcas de memoria, temporizadores, contadores, etc.).”¹⁶

“* Memoria del sistema: aquí se encuentra el programa en código máquina que monitoriza el sistema (programa del sistema o firmware). Este programa es ejecutado directamente por el microprocesador/micro controlador que posea el autómata.”¹⁷

“* Memoria de almacenamiento: se trata de memoria externa que empleamos para almacenar el programa de usuario, y en ciertos casos parte de la memoria de la tabla de datos. Suele ser de uno de los siguientes tipos: EPROM, EEPROM, o FLASH.”¹⁸

¹⁴ <http://www.salesianos.edu/alcoy.juanxxiii/dpts/docs/automatas.pdf>

¹⁵ <http://www.salesianos.edu/alcoy.juanxxiii/dpts/docs/automatas.pdf>

¹⁶ <http://www.salesianos.edu/alcoy.juanxxiii/dpts/docs/automatas.pdf>

¹⁷ <http://www.salesianos.edu/alcoy.juanxxiii/dpts/docs/automatas.pdf>

¹⁸ <http://www.salesianos.edu/alcoy.juanxxiii/dpts/docs/automatas.pdf>

Las unidades de entrada y salida, para este caso podemos disponer solo de dos tipos de módulos:

* Digitales. “Se basan en el principio de todo o nada, es decir o no conducen señal alguna o poseen un nivel mínimo de tensión. Estas E/S se manejan a nivel de bit dentro del programa de usuario.”¹⁹

Es substancial mencionar las entradas y salidas como están designadas, para el Tablero Prototipo utilizamos el modulo de ampliación que tiene 16 entradas y 16 salidas, para las entradas se designa con la letra I y para la salida con la letra Q, físicamente al momento de conectar las entradas y salidas se enlazan con la numeración acompañada de la letra L y para las entradas se utiliza la numeración acompañada con la letra M.

* Analógicas. “Pueden poseer cualquier valor dentro de un rango determinado especificado por el fabricante. Estas señales se manejan a nivel de byte o palabra (8/16 bits) dentro del programa de usuario.

Las E/S son leídas y escritas dependiendo del modelo y del fabricante, es decir, pueden estar incluidas sus imágenes dentro del área de memoria o ser manejadas a través de instrucciones específicas de E/S.”²⁰

Los interfaces, son autómatas que salvo casos excepcionales poseen la virtud de poder comunicarse con otros dispositivos (como un PC).

“Lo normal es que posea una E/S serie del tipo RS-232 (puerto serie). A través de esta línea se pueden manejar todas las características internas de la automática, incluida la

¹⁹ <http://www.salesianos.edu/alcoy.juanxxiii/dpts/docs/automatas.pdf>

²⁰ <http://www.salesianos.edu/alcoy.juanxxiii/dpts/docs/automatas.pdf>

programación del mismo, y suele emplearse para monitorizar el proceso,”²¹ por ejemplo en la fig. 4 se puede apreciar:

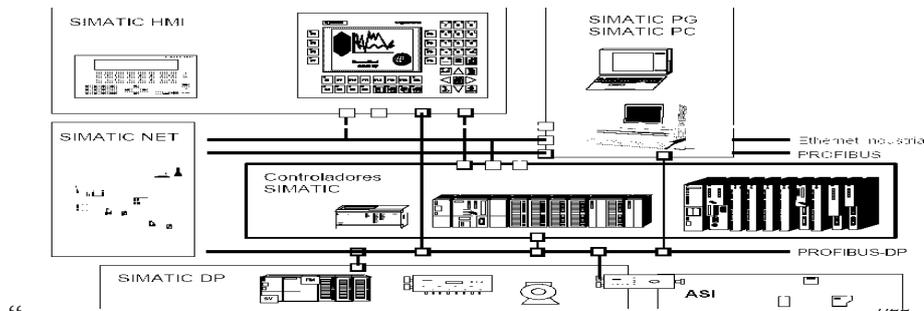


fig. 4: Diagrama de conexión entre el PLC y otros dispositivos

Las unidades de programación de un autómeta, para los fines pertinentes de programación se realizará generalmente el empleo de alguno de los siguientes elementos:

- * Consola de programación: por lo general tiene un teclado.
- * PC: es el modo más empleado en la actualidad, el mismo que se lo puede realizar mediante un ordenador personal que dispone de herramientas más potentes, posibilidad de almacenamiento, impresión, transferencia de datos, monitorización mediante software SCADA, etc.

Los periféricos: para el autómeta programable, en la mayoría de los casos, puede ser ampliado. Las aumentos abarcan un gran abanico de posibilidades: módulos auxiliares de E/S (analógicas, digitales, etc.), memoria adicional, conexión con otros autómetas, etc.

²¹ <http://www.salesianos.edu/alcoy.juanxxiii/dpts/docs/automatas.pdf>

²² <http://www.salesianos.edu/alcoy.juanxxiii/dpts/docs/automatas.pdf>

“Cada fabricante facilita las posibilidades de ampliación de sus modelos, los cuales pueden variar incluso entre modelos de la misma serie.”²³

1.5. Software

*Concepto: es un lenguaje de programación basado en Windows de Microsoft el cual es compatible con los cinco lenguajes de programación especificados en el estándar internacional 1131-3 de especificados en la EIC. Conceptualmente se provee de un ambiente donde se pueden crear estructuras de códigos reusables, dicho de otra manera los códigos designados para cierta función valen para un infinito número de programas.

* Lenguaje de contactos (KOP): A este lenguaje también se lo llama lenguaje de escalera ya que para realiza un paso determinado no se debe obviar el anterior, y a demás permite crear programas con componentes similares a los elementos de un esquema de circuitos.

“Se lo cataloga como el que más similitudes tiene con el utilizado por un electricista al diseñar diagramas de automatismos.”²⁴

3 formas básicas son utilizadas para la representación:

- Las condiciones lógicas de “entrada” son representados por contactos como son por ejemplo: interruptores, botones, condiciones internas, etc.
- Las condiciones lógicas de “salida”, son representadas por bobinas.
- Cuadros que representan operaciones adicionales tales como temporizadores, contactores u operaciones aritméticas.

²³ <http://www.salesianos.edu/alcoy.juanxxiii/dpts/docs/automatas.pdf>

²⁴ <http://www.salesianos.edu/alcoy.juanxxiii/dpts/docs/automatas.pdf>

Las ventajas de KOP o Ladder son:

- Para programadores principiantes el trabajo se facilita notablemente.
- La representación gráfica ayudada de la aplicación “estado de programa” reduce la cómoda comprensión del desarrollo del código facilitando la programación.
- Por cuestiones de comodidad si la circunstancia lo amerita se puede utilizar el AWL, por ejemplo ver fig. 5:

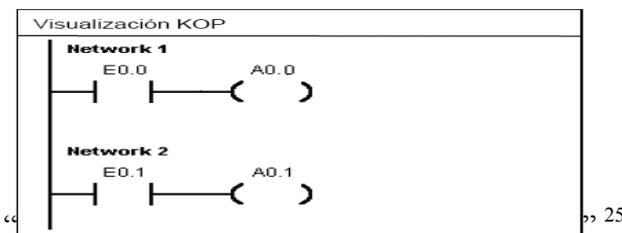


fig. 5: Visualización de una conexión KOP

* Lenguaje por lista de instrucciones (AWL): Este tipo de lenguaje incluye una lista de instrucciones que previa selección, nos sirven para ejecutar secuencialmente el ciclo de un programa.

Una de las principales ventajas y a su vez comodidad que presenta es que cualquier programa creado en FUP o KOP puede ser editado por AWL, pero si queremos realizar lo contrario no es posible, y se puede destacar como una desventaja, por ejemplo ver fig. 6:

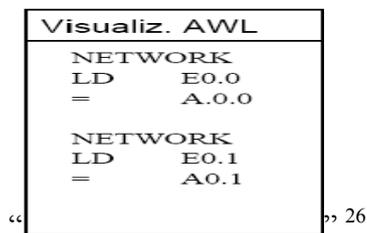


fig. 6: Visualización de una conexión AWL

²⁵ <http://www.salesianos.edu/alcoy.juanxxiii/dpts/docs/automatas.pdf>

²⁶ <http://www.salesianos.edu/alcoy.juanxxiii/dpts/docs/automatas.pdf>

* Plano de funciones lógicas (FUP): Se enfatiza por la visualización de las operaciones en forma de cuadros lógicos similares a los de las puertas lógicas que es representada por un diagrama de funciones.

De esta manera se facilita la observación del flujo del programa a demás se puede editar con AWL o KOP, por ejemplo ver fig. 7:

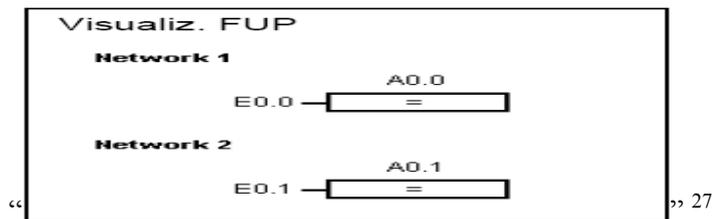


fig. 7: Visualización de una conexión FUP

* Grafcet: “es el llamado Gráfico de Orden Etapa-Transición. Ha sido especialmente diseñado para resolver problemas de automatismos secuenciales. Las acciones son asociadas a las etapas y las condiciones a cumplir a las transiciones. Este lenguaje resulta enormemente sencillo de interpretar por operarios sin conocimientos de automatismos eléctricos.”²⁸

En cuanto a la programación del autómatas puede realizarse generalmente empleando alguno de los siguientes elementos:

* Consola de programación: en la antigüedad se solía utilizar un tipo de consola que tenía la forma de calculadora, que consta de un teclado y de una pantalla de visualización, esta manera de programar no es muy utilizada debido al tiempo requerido y a la posibilidad de introducir errores teniendo cierto grado de incomodidad.

²⁷ <http://www.salesianos.edu/alcoy.juanxxiii/dpts/docs/automatas.pdf>

²⁸ <http://www.salesianos.edu/alcoy.juanxxiii/dpts/docs/automatas.pdf>

* PC: en la actualidad se lo realiza mediante un cable de conexión PC-CPU, que permite programar desde un ordenador personal estándar, con todo lo que ello supone: herramientas más potentes, posibilidad de almacenamiento, impresión, transferencia de datos, monitorización mediante software acorde al programa, etc.

Todos los autómatas, dependiendo del modelo y fabricante, posee una conexión a uno o a varios de los elementos anteriores, pues esto determina el uso al cual esta destinado.

El autómata programable, en la mayoría de los casos y dependiendo de la aplicación, puede ser ampliado, esto garantiza la optimización de funcionamiento y a la vez el mejoramiento del mismo. Las ampliaciones se extienden por un gran abanico de posibilidades: módulos auxiliares de E/S (analógicas, digitales, etc.), memoria adicional, conexión con otros autómatas, etc.

Cada fabricante facilita las posibilidades de ampliación de sus modelos, los cuales pueden variar incluso entre modelos de la misma serie.

Los primeros autómatas programables surgieron debido a la necesidad de sustituir los enormes cuadros de maniobra contruidos con contactores y relés, los mismos que teniendo un funcionamiento correcto pero a su vez ocupando demasiado espacio y un gran desperdicio de conductor que al momento de detectar errores o problemas presentados se tornaba muy complicada salir adelante con el problema, y al momento de adherir dispositivos en muchos de los casos no existía espacio suficiente.

Por lo tanto, la comunicación hombre máquina debía ser similar a la utilizada hasta ese momento. El lenguaje utilizado, debería ser interpretado, con facilidad, por los mismos técnicos electricistas que anteriormente estaban en contacto con la instalación.

Con el tiempo estos lenguajes evolucionaron de tal forma que algunos de ellos ya no tenían nada que ver con el típico plano eléctrico a relés, además de haber evolucionado

siguiendo caminos distintos. Todo esto sumado a la complejidad de los procesos a automatizar, no hizo más que complicar el uso de aquello que se creó con una finalidad bien distinta.

Con el fin de subsanar este problema la dirección del IEC (estándar internacional) ha elaborado el estándar IEC 1131-3 para la programación de PLCs, con la idea de desarrollar el estándar adecuado para un gran abanico de aplicaciones.

Un aspecto de suma importancia es la forma de conexión PC-CPU o CPU-PC. “Siempre se ofrece dos opciones de programación para conectar el PC al S7-200, a saber: una conexión directa vía un cable PPI multimaestro, o bien un procesador de comunicaciones (CP) con un cable MPI.”²⁹

“El cable de programación PPI multimaestro es el método más usual y más económico de conectar el PC al S7-200. Este cable une el puerto de comunicación del S7-200 con el puerto serie del PC. El cable de programación PPI multimaestro también se puede utilizar para conectar otros dispositivos de comunicación al S7-200,”³⁰ o sea tiene una conexión por el puerto USB a través de un cable llamado multimaestro y el cable multimaestro utilizado para la transmisión de datos es el RS-485/PPI.

²⁹ SIEMENS SIMATIC --- manual del sistema de automatización S7-200

³⁰ SIEMENS SIMATIC --- manual del sistema de automatización S7-200

CAPITULO 2

DISEÑO DEL PLANO ELECTRICO

Es muy importante tener en cuenta la simbología según las normas INEN, para cualesquier plano eléctrico o electrónico ya que así se facilita la lectura de los mismos.

Para el tablero prototipo consideramos 2 simbologías las mismas que podemos ver en la fig. 8, anexol.

SIMBOLOGIA			
TIPO DE	SIMBOLO AMERICANO	SIMBOLO EUROPEO	OPERACION Y OBSERV.
START			S1
STOP			S2
FALTO			N1
CONTACTOR			C1
RELE TERMICO			R1
DESCARGA			D
RELE			
QUARZA MOTOR			Q1
LINEAS TRIFASICAS			
MOTOR TRIFASICO			
FUSIBLES			
INTERRUPCION CONTACTOR			

Escuela de	Fecha 15-mar-00		ESUELA DE INGENIERIA ELECTRONICA
DISEÑO Y CONSTRUCCION DEL TABLERO PROTOTIPO 1.0	Nombre: Juan L. Abril		
Título:	Simbología	Anexo 1	

fig. 8: Simbología (anexo 1)

2.1. Plano de conexión para las protecciones

Como es conocido en toda instalación eléctrica el tema de protección es de trascendental importancia, ya que por medio de las mismas se puede garantizar el buen funcionamiento de cualesquier proyecto eléctrico o electrónico.

Para el mismo se hace un riguroso cálculo, que sería la suma de todas las cargas que serán conectadas al tablero, que para nuestro caso tenemos que diversificar al 100% es decir carga sumada carga instalada y a su vez carga conectada. Si consideramos y distribuimos 3 sistemas de repartición que serían el trifásico que suministrará a motores, el bifásico que suministrará a bobinas de relés, fuente, luces de señalización y el monofásico que suministrará a tomacorrientes, que para los tres se ha estimado un consumo de 7A se a tomado la decisión de incorporar breakers de inmediata superior que serian de 10A.

Como ya se menciona en nuestra conexión tenemos un breaker monofásico, el mismo que comandará o será la previa protección de tomacorrientes monofásicos. A los mismos se conectará los siguientes dispositivos:

Computadoras

Otros

Esto justifica plenamente la utilización de un breaker monofásico de 10A, ya que los elementos a conectarse utilizan corriente monofásica para su funcionamiento.

A demás tenemos un breaker bifásico el mismo que brindará la debida protección a la fuente de alimentación que trabaja con 220VCA al ingreso y una salida de 24VCC, luces de señalización y bobinas de los contactores. De esta manera queda justificada su instalación.

Por otro lado tenemos la conexión de un breaker trifásico, el mismo que esta destinado a la protección del funcionamiento de los respectivos motores que serán conectados al

Tablero Prototipo, así pues podemos observar la respectiva conexión en la fig. 9, anexo 2.

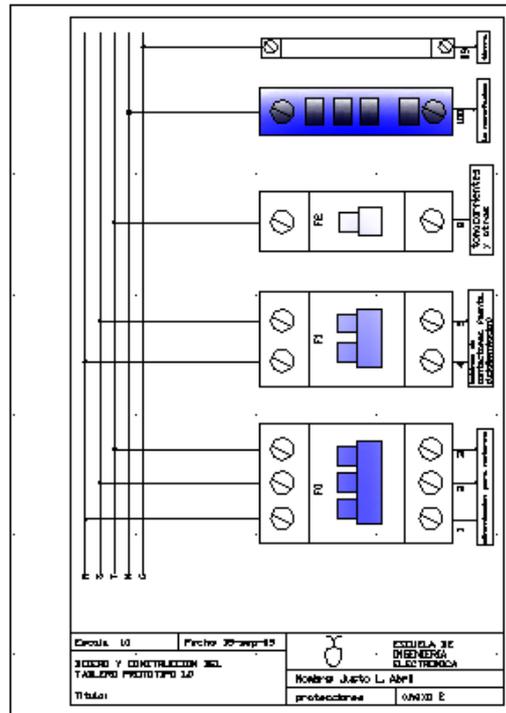


fig. 9: Esquema de conexión de los respectivos breakers (anexo 2)

2.2. Plano de conexión para la fuente

Como se mencionó anteriormente en mi proyecto he implementado una fuente de suministro marca siemens, la misma que se alimenta con 220VCA, para obtener a la salida un voltaje de 24VCC la misma que sirve de alimentación del PLC y de los respectivos relés de conexión, así podemos ver en la fig. 10, anexo 3.

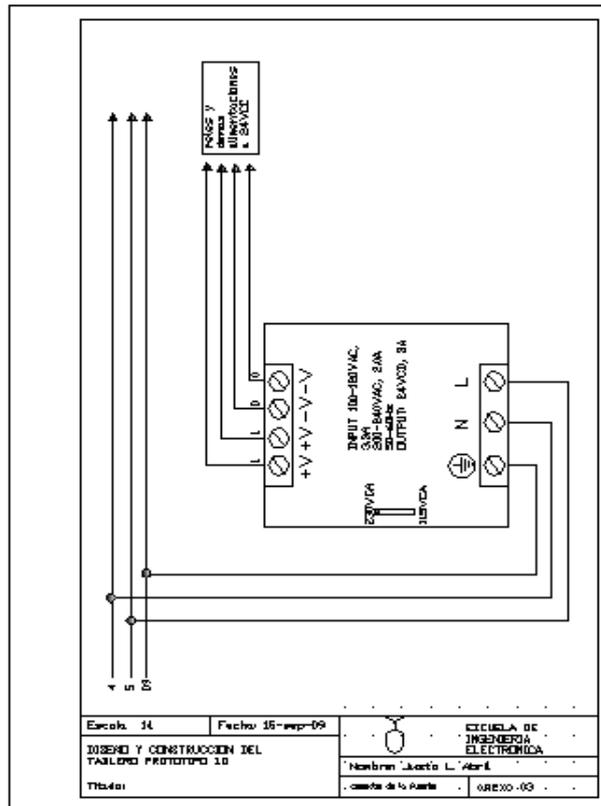


fig. 10: Esquema de conexión de la fuente de alimentación (anexo 3)

2.3. Plano de conexión para las señales de entrada

Las señales de entrada son las que determinaran las señales de salida, obviamente pasando por un programa lógico previo de funcionamiento.

Estas señales estarán conectadas a las entradas del PLC y van a tener una tensión de alimentación de 24VCC, para luego ser procesadas, y las conexiones las podemos ver en la fig. 11, fig. 12, anexos 4, 5.

ENTRADA	DIRECCION	DESCRIPCION	SIMBOLO
EN-00	IE0	punto de conversión o/a. antena del PLC	$\frac{1}{2}$
EN-01	IE1	punto de conversión o/a. antena del PLC	$\frac{1}{2}$
EN-02	IE2	punto de conversión o/a. antena del PLC	$\frac{1}{2}$
EN-03	IE3	punto de conversión o/a. antena del PLC	$\frac{1}{2}$
EN-04	IE4	punto de conversión o/a. antena del PLC	$\frac{1}{2}$
EN-05	IE5	punto de conversión o/a. antena del PLC	$\frac{1}{2}$
EN-06	IE6	punto de conversión o/a. antena del PLC	$\frac{1}{2}$
EN-07	IE7	punto de conversión o/a. antena del PLC	$\frac{1}{2}$
EN-08	IE8	punto de conversión o/a. antena del PLC	$\frac{1}{2}$
EN-09	IE1	punto de conversión o/a. antena del PLC	$\frac{1}{2}$
EN-10	IE2	punto de conversión o/a. antena del PLC	$\frac{1}{2}$
EN-11	IE3	punto de conversión o/a. antena del PLC	$\frac{1}{2}$
EN-12	IE4	punto de conversión o/a. antena del PLC	$\frac{1}{2}$
EN-13	IE5	punto de conversión o/a. antena del PLC	$\frac{1}{2}$
EN-14	IE6	punto de conversión o/a. antena del PLC	$\frac{1}{2}$
EN-15	IE7	punto de conversión o/a. antena del PLC	$\frac{1}{2}$

Escuela: 91	Fecha: 25-sep-09	 ESCUELA DE INGENIERIA ELECTRONICA Nombre: Justo L. Moré Unidad de la cátedra: QUESO 4
DISEÑO Y CONSTRUCCION DEL TABLERO PROTOTIPO L0		
Trabajo		

fig. 11: Designación de las entradas (anexo 4)

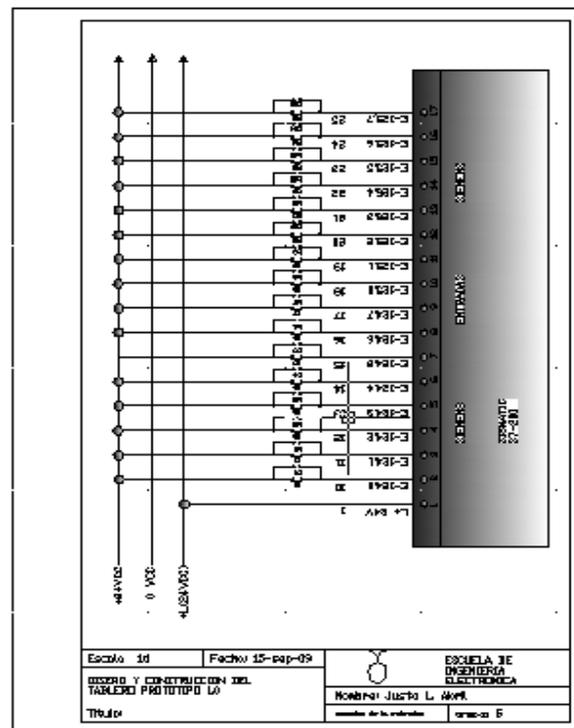


fig. 12: Esquema de conexión de las entradas (anexo 5)

2.4. Plano de conexión de las señales de salida

Una vez procesadas todas las señales de ingreso al PLC que califique o que sean requeridas por el programa, estas saldrán del PLC con una lógica de funcionamiento para comandar otros dispositivos en forma de interruptor, que dará una tensión de 24VCC para la alimentación de los respectivos relés de comando y que para facilitar la observación al momento de cuando se activan las salidas se ha conectado luces de señalización de salida a si podemos ver en la figura 13, 14 y 14a, anexos 6, 7 y 7a.

SALIDAS	DIRECCION	DESCRIPCION	CONEXION
L1	Q0.1	ALIMENTA RELAYE ELECTROMANEO	PL1
L2	Q0.2	ALIMENTA RELAYE ELECTROMANEO	PL2
L3	Q0.3	ALIMENTA RELAYE ELECTROMANEO	PL3
L4	Q0.4	ALIMENTA RELAYE ELECTROMANEO	PL4
L5	Q0.5	ALIMENTA RELAYE ELECTROMANEO	PL5
L6	Q0.6	ALIMENTA RELAYE ELECTROMANEO	PL6
L7	Q0.7	ALIMENTA RELAYE ELECTROMANEO	PL7
L8	Q0.8	ALIMENTA RELAYE ELECTROMANEO	PL8
L9	Q0.9	ALIMENTA RELAYE ELECTROMANEO	PL9
L10	Q0.10	ALIMENTA RELAYE ELECTROMANEO	PL10
L11	Q0.11	ALIMENTA RELAYE ELECTROMANEO	PL11
L12	Q0.12	ALIMENTA RELAYE ELECTROMANEO	PL12
L13	Q0.13	ALIMENTA RELAYE ELECTROMANEO	PL13
L14	Q0.14	ALIMENTA RELAYE ELECTROMANEO	PL14
L15	Q0.15	ALIMENTA RELAYE ELECTROMANEO	PL15

Escuela 10	Fecha 15-04-09	 ESCUELA DE INGENIERIA ELECTRONICA
DISEÑO Y CONSTRUCCION DEL TABLERO PROTOTIPO L0		
TÍTULO		Nombre Justo L. Amor Director de salidas

fig. 13: Designación de las salidas (anexo 6)

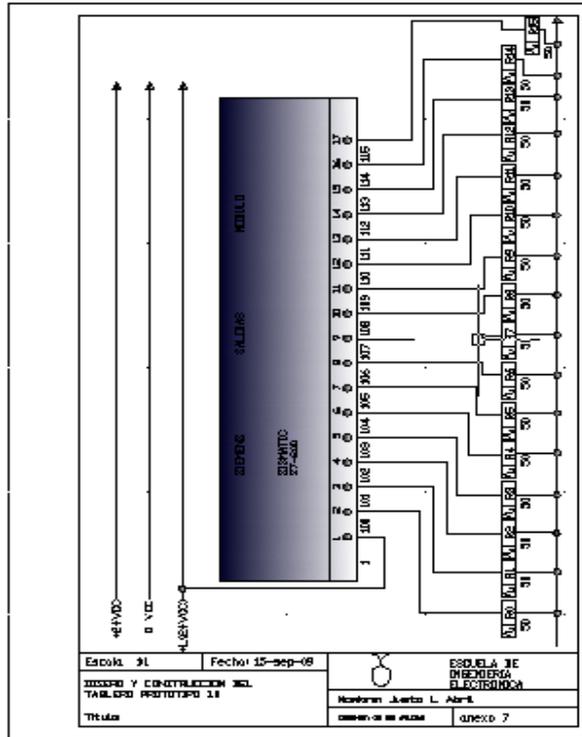


fig. 14: Esquema de conexión de las salidas (anexo 7)

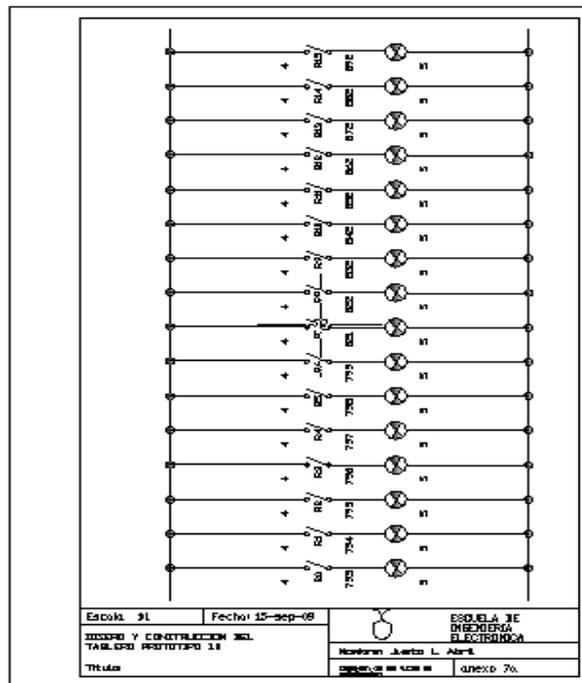


fig. 14a: Esquema de conexión de las luces de visualización (anexo 7a)

2.5. Plano de conexión PC-PLC

Esta conexión tendrá una transferencia de datos binario, y el objetivo es introducir y sacar datos del PLC, es decir que una vez cargado cualesquier programa en el PLC nosotros podríamos realizar diferentes cambios a convenir, podemos ver en la figura 15, anexo 8.

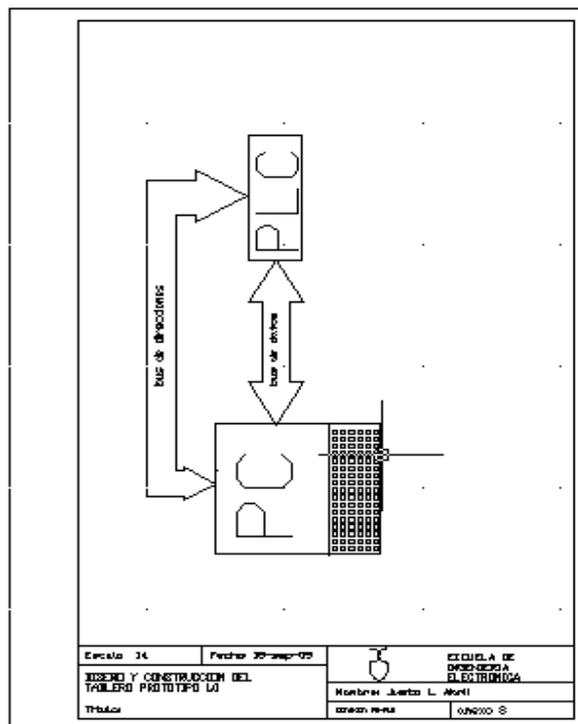


fig. 15: Esquema de los buses de direcciones y datos (anexo 8)

2.6. Plano de conexión PLC-relés-contadores

Las señales procesadas las obtenemos en los módulos de salida del PLC, estas señales son las que comandaran los respectivos relés de señal, los mismos que a su vez gobiernan los contactores. Los contactores están destinados a ser los sacrificados en cuanto a soportar los altos consumos de corriente para comandar los diferentes tipos de motores, pero es importante resaltar que este tablero solo tiene 6 contactores y 10 salidas

de relé que se tomo del contacto abierto, esta conexión la podemos ver en la figuras 16, 17, 18 y 19, anexos 9, 10, 11 y 12.

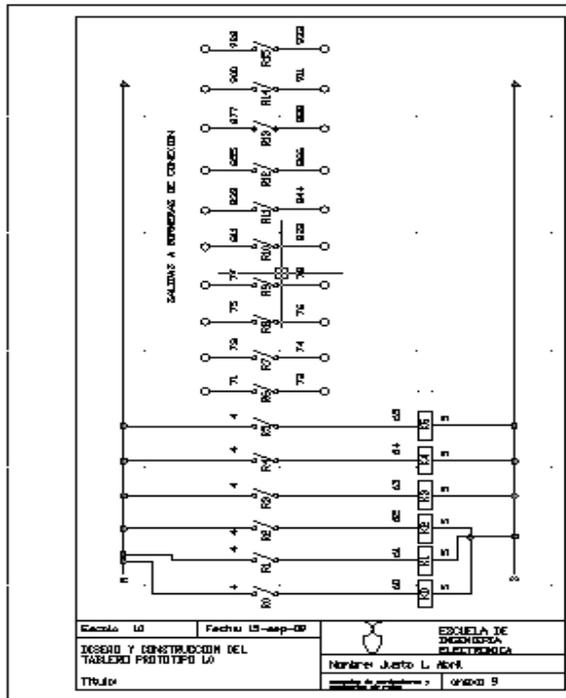


fig. 16: Esquema de conexión de contactores y relés de salida (anexo 9)

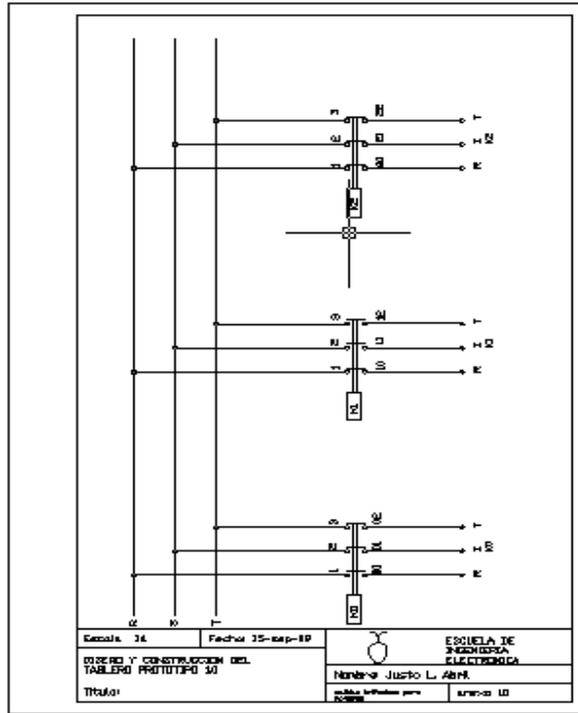


fig. 17: Esquema de conexión de contactores con salidas RST (anexo 10)

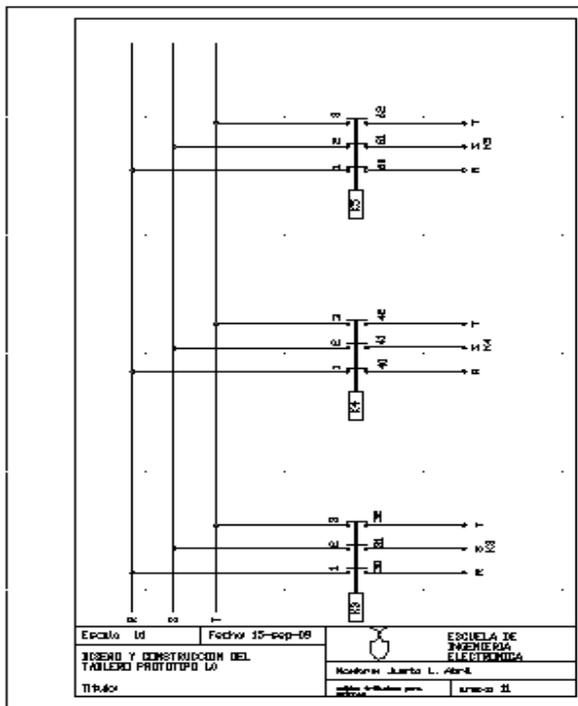


fig. 18: Esquema de conexión de contactores con salidas RST (anexo 11)

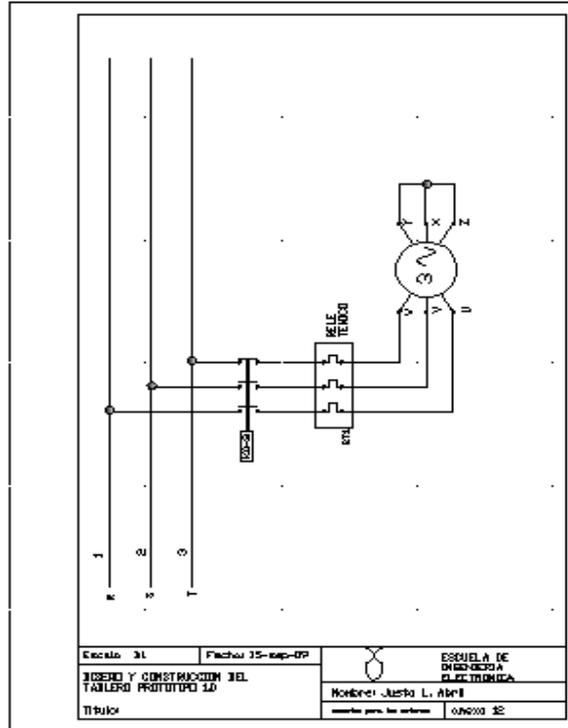


fig. 19: Esquema de conexión de un motor (anexo 12)

CAPITULO 3

CONSTRUCCION DEL TABLERO (ELEMENTOS UTILIZADOS)

3.1. Construcción del soporte metálico

Para la construcción se realizó un dibujo previo con la ubicación de los diferentes dispositivos, para obtener un tamaño real al cual lo construimos.

Primeramente se formaron las bases en tubo cuadrado de 2x2cm, luego se procedió a la ubicación de soportes para la sujeción de la base de tool perforado, el mismo que fue pintado con pintura antioxidante para una prolongada duración y a demás se escogió el color tomate, ya que este color nos indica precaución por el echo de tener tensión en la zona.

Luego se procedió al forrado en las zonas designadas, además en la ubicación de soportes para la sujeción de las tapas respectivas, una posterior la misma que facilita la ubicación y sujeción de regletas y canaletas y las 2 frontales. En la vertical es en donde ubicaremos los comandos y señalizaciones respectivas, así podemos ver en las siguientes figuras de diseño 20, 21, 22, 23 y 24, anexos 13, 14, 15, 16 y 17.

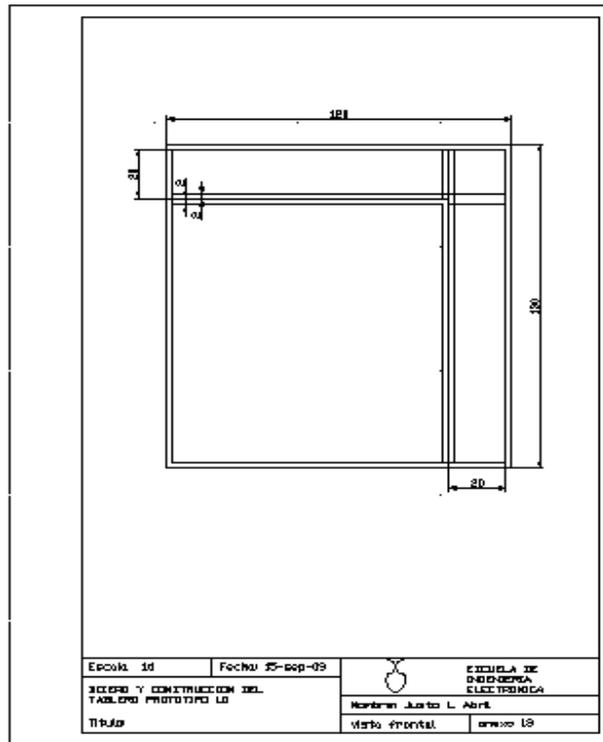


fig. 20: Esquema de la vista frontal (anexo 13)

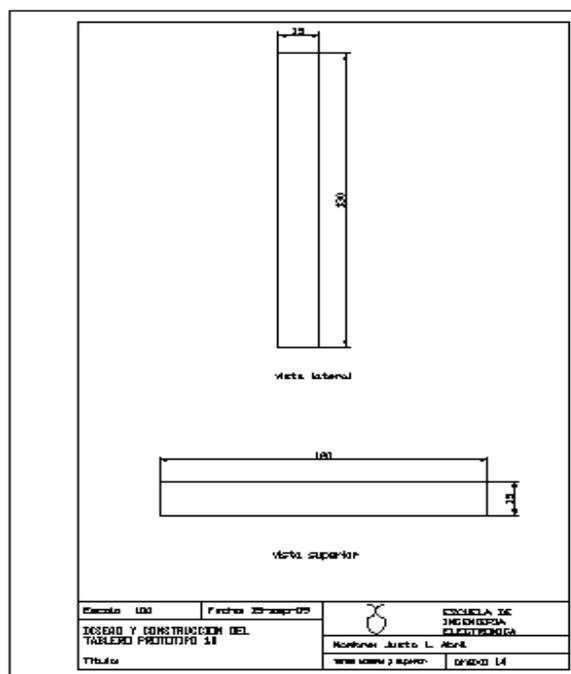


fig. 21: Esquemas de las vistas lateral y superior (anexo 14)

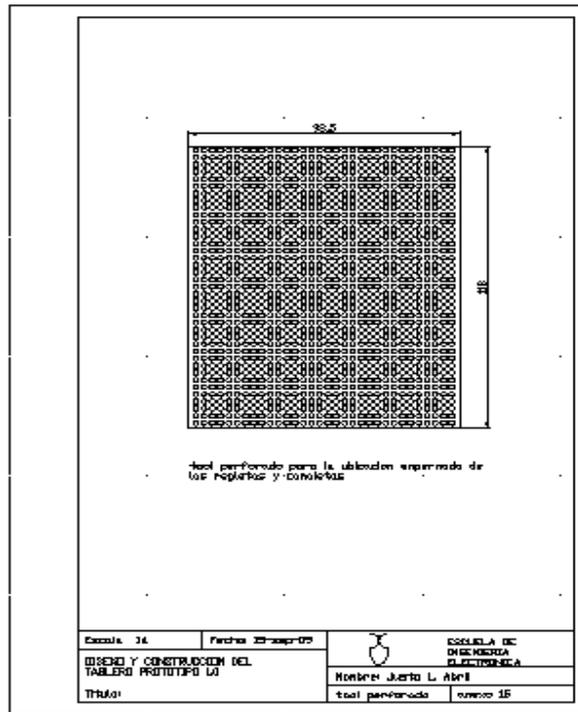


fig. 22: Esquema del tool perforado (anexo 15)

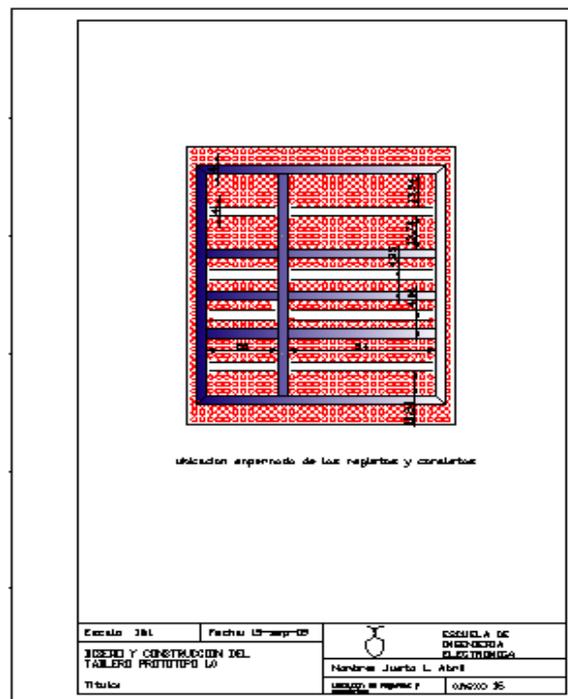


fig.23: Esquema de la ubicación de canaletas y regletas (anexo 16)

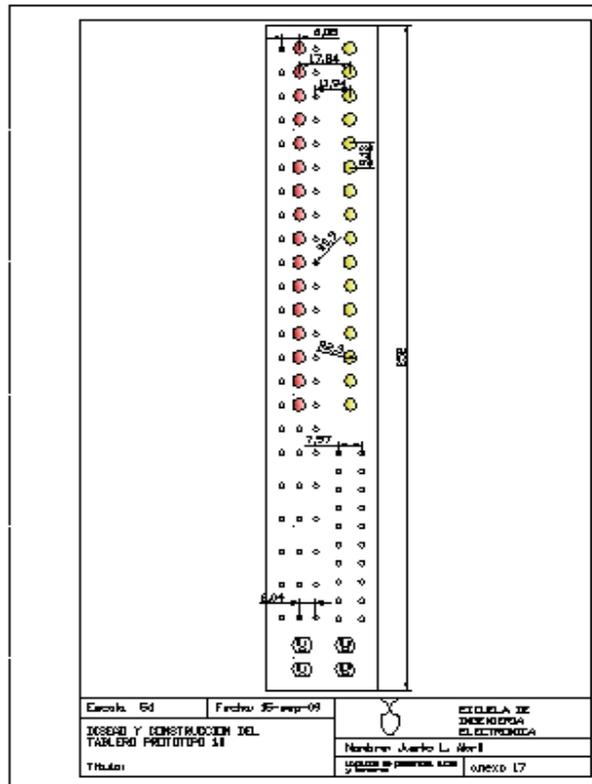


fig. 24: Esquema de la ubicación de pulsantes y luces de señalización (anexo 17)

3.2. Elementos utilizados

3.2.1. El contactor

Es un dispositivo eléctrico compuesto por una serie de elementos que trabajan coordinadamente, y una vez accionado conecta la línea con el dispositivo bajo control, interviene en toda instalación con motores, semáforos, calefactores aires acondicionados y otros. Cierra y abre los contactos merced al desplazamiento mecánico de una pieza que es atraída por el campo magnético creado por una bobina alimentada con CC o CA.

“El núcleo magnético esta constituido por chapas de alta permeabilidad magnética, aisladas entre si para reducir al mínimo las perdidas ocasionadas por las corrientes de Foucault. El núcleo se complementa con la armadura para que el circuito magnético sea

completo.”³¹ En la base central esta alojada o se localiza la bobina que no llega a tocar la armadura, cuya finalidad es evitar que debido al magnetismo remanente después de que la bobina es desenergizada quede unida la armadura al núcleo y siga conectado al contactor.

“De este modo el pequeño entrehierro obliga a cortarse al magnetismo remanente. Para la elección de la maniobra se requieren algunas especificaciones del dispositivo a controlar y de la instalación, por ejemplo:

- Potencia del dispositivo a controlar.
- Carga máxima.
- Numero de conexiones por hora.
- Carga de conexión.
- Par resistente, arranque, inversiones de motores.

Esencialmente se compone de:

- Una bobina de accionamiento.
- Un juego de contactos eléctricos, tantos como fases a controlar, generalmente tres llamados principales o de trabajo.
- Un juego de contactos de permanencia para la realimentación de la bobina.
- Uno o varios contactos auxiliares, realimentación, etc., los que pueden ser abiertos, cerrados.”³²

Los contactos son de cobre con una aleación de Ag-Ni en su punto de contacto para darle resistencia al arco eléctrico formado al abrir y cerrar, esto prolonga la vida útil del mismo sabiendo que estos contactores son para la realización de prácticas.

³¹ <http://isa.umh.es/temas/plc/doc/Comunicaciones%20S7-200.pdf>

³² <http://isa.umh.es/temas/plc/doc/Comunicaciones%20S7-200.pdf>

Los contactores a utilizarse en el tablero prototipo serán bipolares de CA del tipo electromagnético, para instalarse en el interior del gabinete del tablero prototipo de distribución, fijado mediante rieles metálicas teniendo una ubicación acorde al diseño.

Por el uso a destinarse hemos determinado que este tipo de contactor es el idóneo ya que las características del mismo satisfacen la necesidad buscada.

Utilizamos el contactor GENERAL ELECTRIC modelo CL01A310T MOD 1 que tiene las siguientes características:

- intensidad máxima de funcionamiento 25A
- voltaje máximo de funcionamiento 1000V
- contacto auxiliar NA o NC para una intensidad máxima de funcionamiento de 16A
- con un torque máximo de 1,6N x m o 15Lb x in
- frecuencia de funcionamiento de 50Hz o 60Hz
- grosor de conductor a utilizarse desde el número 16 al número 10
- el tipo de conductor idóneo a utilizarse es el de cobre
- la temperatura de funcionamiento máximo es de 60°C a 75°C

Tabla de valores de Voltajes, HP y Kw

voltajes 3 fases	230	400	440	500	690
	220	380	415		660
Kw	3	5,5	5,5	7,5	7,5
HP	4	7,5	7,5	10	10
contactos auxiliares					
voltajes 1 fase	115	230			

HP	0,75	2		
voltajes 3 fases	200	230	460	575
HP	3	3	7,5	10

Para el funcionamiento en el tablero prototipo se tomara una línea trifásica la misma que se distribuye tanto para alimentación como para fuerza.

La bobina de estos contactores funcionara con 220VCA los mismos que serán preliminarmente comandados por los relés, en lo que respecta al circuito de fuerza se conecta directamente a los respectivos breakers bifásicos.

3.2.2. El relé

Este dispositivo tiene un funcionamiento muy parecido al de un contactor, es decir tiene una bobina electromagnética y contactos abiertos y cerrados. Como es conocido este dispositivo aprovecha el campo magneto inducido por la corriente eléctrica que circula a través de la bobina, para el cambio de estado de sus contacto asociados, es decir todos los contactos cambian su condición inicial, dicho de otra manera los contactos abiertos pasan a ser cerrados y viceversa. Al momento de desenergizar los contactos regresan a su condición inicial. Es importante recalcar que este dispositivo tiene la peculiaridad de funcionar a bajos voltajes, por eso se los llama de señal, quizás esta es una característica que le da una determinante diferencia del contactor.

Para el tablero prototipo tenemos dos tipos de relés que prácticamente son iguales excepto en el numero de contactos abiertos y cerrados, que tienen características de funcionamiento exactamente semejantes.

El relé que hemos utilizado es tan maniobrable y fácil de usar, que hemos tomado la decisión de utilizarlo en este proyecto, o sea tiene una base en donde se realiza todo el

conexión y esta a su vez se enclava en la regleta metálica, el relé se introduce en la base y es de fácil mantenimiento al momento cuando el caso lo amerite.

Este tipo de relé tiene una bobina que funciona a una tensión de 24VCC, este voltaje proviene de una fuente de alimentación que antes de llegar a los relés tiene un previo comando en las salidas del PLC.

Pines de conexión:

Bobina tipo 1 2-7, contactos co1-cc4-ca3, co8-cc5-ca6

Bobina tipo 2 2-10, contactos co1-cc4-ca3, co6-cc5-ca7, co11-cc8-ca9

3.2.3. La fuente

Para definir o para elegir una correcta fuente de alimentación, es necesario que tengamos en cuenta parámetros cruciales de funcionamiento, en esta ocasión se revisarán los puntos más importantes a tener en cuenta para construir o elegir una fuente de alimentación estabilizada, con unas características adecuadas para alimentar un circuito electrónico con especificaciones digitales.

El transformador es una de las partes más importantes de una fuente de alimentación, para una suministro estabilizado debe ser, “un transformador separador, esto quiere decir, que ha de disponer por seguridad, de dos devanados separados galvánicamente (eléctricamente), no es conveniente utilizar los llamados autotransformadores los cuales están contruidos por una única bobina o devanado, el cual está provisto de diferentes salidas para obtener varias tensiones de salida.”³³

Otro de los dispositivos a tener en cuenta son los condensadores que a la hora de diseñar una fuente de alimentación, hay que tener en cuenta algunos factores, uno de ellos es la

³³ www.labc.usb.ve/gfernandez/.../pdf

corriente que se le va utilizar o consumir, ya que éste es el factor más importante después de la tensión o sea se puede determinar la potencia que suministra.

Para el tablero prototipo se eligió la fuente de marca siemens por su nombre reconocido en el mercado, la estabilidad de corriente de salida que al momento de utilizar dispositivos electrónicos es primordial tener en cuenta y la durabilidad de la misma.

Esta fuente tiene las siguientes características:

-al ingreso tenemos 120VCA/230VCA -500VCA

-funciona a una frecuencia de 50Hz o 60Hz

-tenemos un punto de conexión a tierra, N (L1) y L2

-a la salida tenemos un voltaje regulado y estabilizado de 24VCC, una corriente máxima de 5A que derivan en una potencia de 120W

3.2.4. Los pulsantes

En las aplicaciones relacionadas con automatización y control de procesos vinculados con electricidad en maquinas, dispositivos eléctricos e instalaciones, para este caso son utilizados en el tablero prototipo, existen distintos tipos de accionamientos que permiten la gestión por medio de lo que se denomina lógica de contractos.

El automatismo dispositivos eléctricos es esencial en cualquier tipo de proceso, donde se debe controlar motores u otro tipo de dispositivos, ya sea por maniobras o protección.

Los pulsadores son dispositivos de bajo poder de corte, y se diferencian de los interruptores porque actúan en apertura o cierre solamente dicho de otra manera al dejar de actuar la fuerza sobre el este, se libera regresando a su posición original, a demás se puede decir que recupera su posición inicial o de reposo tan pronto como cesa dicha fuerza.

Los pulsantes utilizados en el tablero prototipo tienen la característica de que pueden ser sujetados en algún tipo de soporte previa a la perforación de un hueco u orificio de aproximadamente 23mm que puede ser tool y es el utilizado , a demás estos pulsantes tienen dos contactos uno cerrado y otro abierto que es el utilizado, cabe destacar que la corriente proviene directamente de la fuente de alimentación y que luego de pasar por los pulsantes actuadores ingresan a las diferentes entradas del PLC.

3.2.5. Luces

Las luces son una parte muy importante en cualquier construcción eléctrica o electrónica, en nuestro caso las luces son de vital importancia para indicar o para direccionar un funcionamiento determinado que tendrá el PLC.

Es así que las luces pueden ser empleadas para indicar que ingreso esta activado o a su vez que salida esta activada, esta es la manera más lógica para seguir el funcionamiento de un circuito y probar su efectividad.

Por ejemplo si tuviéramos problemas en el pleno funcionamiento de un proceso, podíamos partir de la luz de señalización, así seria fácil determinar el problema, ya que si la luz se prende, el problema estará después, caso contrario antes.

Para nuestro propósito las luces de señalización estarán para indicar que salida de las dieciséis esta activada, colocaremos ocho luces de color verde para las primeras salidas, y ocho rojas para las últimas.

Cabe destacar que en el mercado podemos encontrar en muchas formas, colores y voltajes de alimentación.

Un aspecto a considerar para la implementación del tablero prototipo son los voltajes de alimentación y podemos encontrarlos de 24VCC, 110VCA y 220VCA, en nuestro caso utilizaremos luces de 220VCA.

3.2.6. Protecciones

Los interruptores termo magnéticos

El instalador o la persona encargada de realizar la conexión debe poner especial cuidado en el poder de corte o máxima corriente de consumo (también llamado capacidad de ruptura de cortocircuito) indicado en el frente del interruptor según la norma IEC.

Los interruptores termo magnéticos en lo posible serán del tipo miniatura ya que los mismos ocupan poco espacio, entre ellos tripolares, bipolares y unipolares para instalarse en el interior del gabinete del tablero prototipo de distribución y fijado mediante rieles metálicos.

Los interruptores vendrán provistos de terminales de tornillos con contactos de presión para conectarse a los conductores a los que se les pelarán entre 1 y 2 centímetros respectivamente para introducirlos en los contactos. Los bornes de salida hacia las redes de baja tensión serán del tipo bimetálico a fin de permitir la conexión de conductores de Cobre o Aluminio con una sección circular de 16 a 35 mm² que pueden ir de alrededor del número 16 AWG. El mecanismo de desconexión será del tipo común de manera que la apertura de los polos sea simultánea y evite la apertura individual de esta manera se prolonga la vida útil de los mismos.

La capacidad de ruptura de cortocircuito está dada por el valor de la intensidad de la corriente de cortocircuito, indicado por el fabricante, y un interruptor automático puede desconectar con la tensión asignada de servicio, la frecuencia, y el factor de potencia definido. Se considera como válida la corriente franca o en corriente alterna el valor eficaz de la componente alterna.

Cada una de las diferentes familias de interruptores tiene entonces descrita su norma particular, para definir la capacidad de ruptura y otros aspectos constructivos y funcionales de los mismos, dependiendo de la potencia de cortocircuito de la red, de la selección y de la longitud de los conductores.

Para la construcción de este tablero prototipo se tomo muy en cuenta los dispositivos a conectarse y así se determino que se implementara dispositivos o interruptores termo magnéticos de 10A.

Relé térmico

El fundamento de su funcionamiento se basa en la deformación sufrida en las láminas de diferente material que se dilatan desigualmente por ser diferente coeficiente de dilatación y debido al calor producido por la corriente circulante siempre y cuando esta corriente circulante supera la corriente máxima sugerida por el fabricante.

Al curvarse las láminas bimetálicas activan un sencillo mecanismo de palancas que accionan desconectando los contactos de trabajo, siendo muy eficaz en el momento de requerirlo. En tanto circula la corriente normal del motor o dispositivo comandado el calor producido es limitado, equilibrándose con lo que se disipa, pero cuando sufre un aumento de corriente, elevando la temperatura, las láminas se curvan y disparan el relé sacando de servicio al motor que solamente puede volver a funcionar rearmando el circuito o regresando a posición ON el relé.

En casos de arranques fuertes los relés se colocan en cortocircuito mientras dura el mismo para evitar interrupciones indeseadas.

El relé térmico es un excelente protector de resguardos contra sobrecargas de determinada duración, pero no lo es sobre fuertes sobre intensidades como es el caso de cortocircuitos del devanado del motor, por eso es necesario proteger al relé y al motor con fusibles en cada fase de esta manera se asegura un correcto funcionamiento.

El relé térmico lleva un sencillo mecanismo de regulación consistente en una ruleta que se ajusta entre los dos límites de regulación que son el máximo y el mínimo, la distancia para el disparo, y una vez disparado, abiertos los contactos no puede ponerse en marcha solo a si que es preciso resetear el relé.

Características:

-voltaje máximo de funcionamiento 690V

-corriente máxima de funcionamiento 10^a

voltaje	120	240	380	110	250
corriente	3	2	1	0,6	0,3

CAPITULO 4

PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO

Antes de realizar las pruebas de funcionamiento es importante familiarizarnos con el tablero prototipo, ya que de esta manera tendremos una idea más definida hacia como usarlo, especialmente me enfoco a la designación de entradas y salidas que están ubicada en la misma parte del tablero, así se puede observar en la siguiente tabla:

SEÑALES DE INGRESO			SEÑALES DE SALIDA	
dispositivos	entradas	señalización	salidas	Dispositivos
pulsantes	Modulo de extensión	luces	Modulo de extensión	Borneras
BO	I2.0	L0	Q2.0	k0
B1	I2.1	L1	Q2.1	k1
B2	I2.2	L2	Q2.2	k2
B3	I2.3	L3	Q2.3	k3
B4	I2.4	L4	Q2.4	k4
B5	I2.5	L5	Q2.5	k5
B6	I2.6	L6	Q2.6	R1
B7	I2.7	L7	Q2.7	R2
B8	I3.0	L8	Q3.0	R3
B9	I3.1	L9	Q3.1	R4
B10	I3.2	L10	Q3.2	R5
B11	I3.3	L11	Q3.3	R6
B12	I3.4	L12	Q3.4	R7
B13	I3.5	L13	Q3.5	R8

B14	I3.6	L14	Q3.6	R9
B15	I3.7	L15	Q3.7	R10

Con la información dada es fácil ubicarnos en donde se debe realizar las maniobras pertinentes, y para tener una visión mas clara aun se puede observar las siguientes fotografías ver figuras 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, y 34:



fig.25: Conexión interna de pulsantes



fig.26: Pulsantes, luces y borneras



fig.27: Vista frontal



fig.28: Breakers de protección



fig.29: Bases de los relés



fig.30: Montaje de los relés

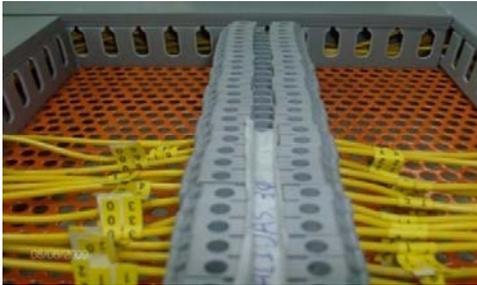


fig.31: Borneras de conexión



fig.32: Fuente de 24VCC



fig.33: PLC S7-200 y modulo de extensión



fig.34: Tomacorrientes monofásicos

4.1. Pruebas de comunicación PLC-PC

Como es sabido una vez tomada la decisión para el funcionamiento de cualesquier proceso procedemos a realizar el programa respectivo obviamente en papel para posteriormente transcribirlo a lenguaje de maquina o sea a la computadora, una vez que el programa no tiene errores de comandos estaríamos listos para proceder a pasar la información o el programa al PLC, cargando el programa a demás podemos comprobar el intercambio de información o la comunicación de PLC-PC.

Cabe destacar que si al momento de compilar el programa no tenemos errores esto no garantiza el buen funcionamiento del programa pretendido ya que la computadora revisa errores de comandos o errores de lenguajes de comunicación.

Una vez cargado al programa procedemos a las pruebas de rigor o funcionamiento y de esta manera probamos el buen funcionamiento del programa realizado.

El PLC S7-200 soporta numerosos tipos de redes de comunicación, o sea para el intercambio de información computador-cpu que también denomina interfaz.

Una de las vías de comunicación PLC- PC más utilizadas son los cables multimaestro que se denomina PPI en sus siglas en inglés que significa interfaz punto a punto y es el utilizado para el intercambio de información. El PPI es un protocolo maestro/esclavo y los maestros al momento que envían peticiones a los esclavos que necesariamente responden por esta razón las CPUs S7-200 actúan de estaciones esclavas en la red.

Cuando está en modo RUN, algunas CPUs S7-200 pueden actuar de estaciones maestras en la red si se encuentra habilitado el modo maestro PPI en el programa de usuario para enviar mensajes a otras CPUs, usando las operaciones leer de la red (NETR) y Escribir en la red (NETW), pero cuando actúa de estación maestra PPI, la CPU S7-200 sigue respondiendo en calidad de esclava a las peticiones de otros maestros siendo importante destacar que la red no puede soportar más de 32 maestros.

PLC S7-200 soporta la comunicación a través de dos tipos diferentes de cables multimaestro PPI, estos son los tipos de cables que permiten la comunicación USB, en el proyecto del tablero prototipo se utiliza el cable PPI RS485.

Para conexión de la CPU con PC utiliza una velocidad admitida: 1,2 KBaud - 38,4 KBaud y además tiene un potencial separado mediante aislamiento óptico que permite establecer comunicación entre las diferentes CPUs S7-22X y módems de 10 bits, además tiene un switch incorporado para conmutar entre los modos 10/11 bits.

Es importante mencionar que los puertos de comunicación de las CPUs S7-200 para obtener comunicación con el computador son compatibles con el estándar RS-485, mediante un conector D en tamaño miniatura de 9 pines conforme al estándar PROFIBUS definido en la norma europea EN 50170. Ver fig.35 y fig.36.

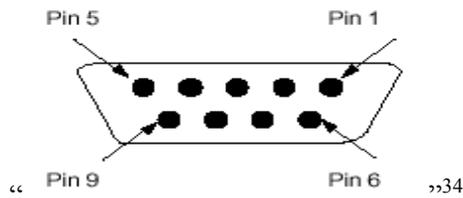


fig.35: Esquema del conector

Pin	Denominación PROFIBUS	Puerto 0
1	Blindaje	Hilo lógico
2	Hilo de retorno 24 V	Hilo lógico
3	Señal B RS-485	Señal B RS-485
4	Petición de transmitir	RTS (TTL)
5	Hilo de retorno 5 V	Hilo lógico
6	+5 V	+5 V, 100 Ω resistor en serie
7	+24 V	+24 V
8	Señal A RS-485	Señal A RS-485
9	No aplicable	Selección protocolo de 10 bits (entrada)
Carcasa del enchufe	Blindaje	Tierra

fig.36: Esquema de descripción de los pines

4.2. Pruebas de funcionamiento de los elementos

Para realizar pruebas contundentes de funcionamiento he realizado programas para cargarlos al S7-200 y así probar sus diferentes componentes.

4.2.1. Programa de prueba de ingreso y salida de señales

Las entradas las tomamos de los pulsantes que dan la señal de ingreso, estas señales ingresan al modulo de extensión 1 desde M2.0 a M2.7 hasta M3.0 a M3.7, y las salidas

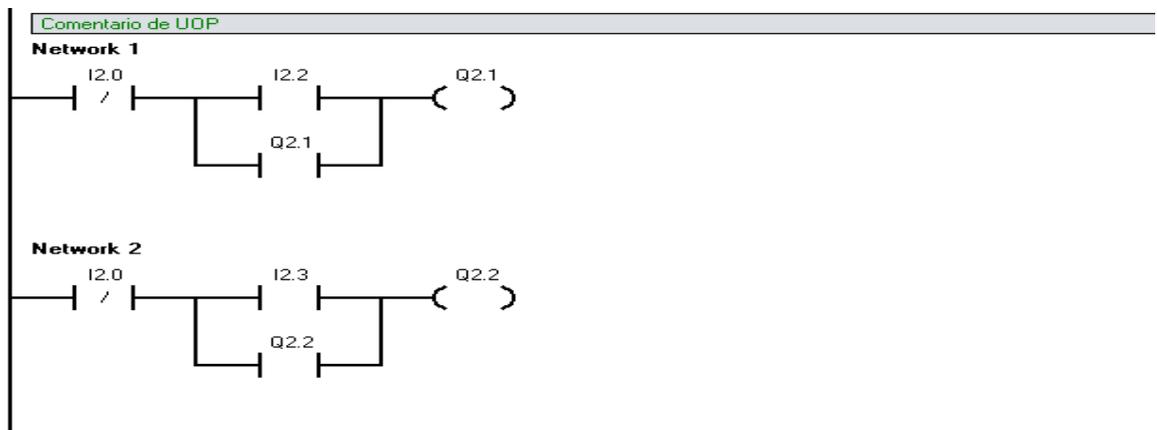
³⁴ <http://isa.umh.es/temas/plc/doc/Comunicaciones%20S7-200.pdf>

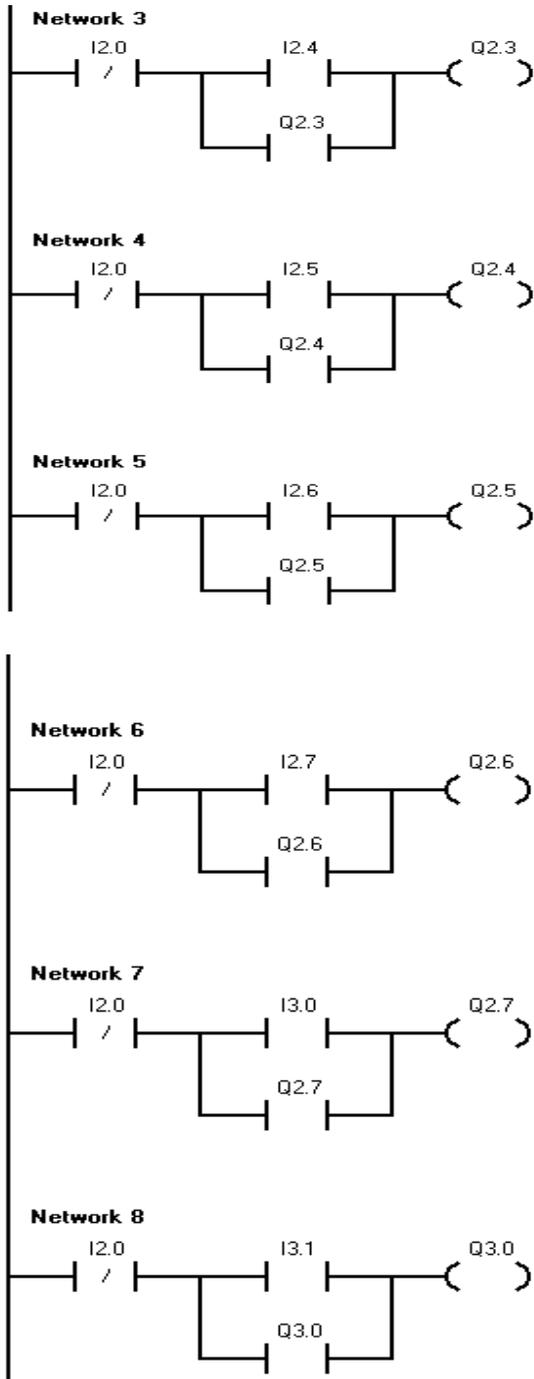
³⁵ <http://isa.umh.es/temas/plc/doc/Comunicaciones%20S7-200.pdf>

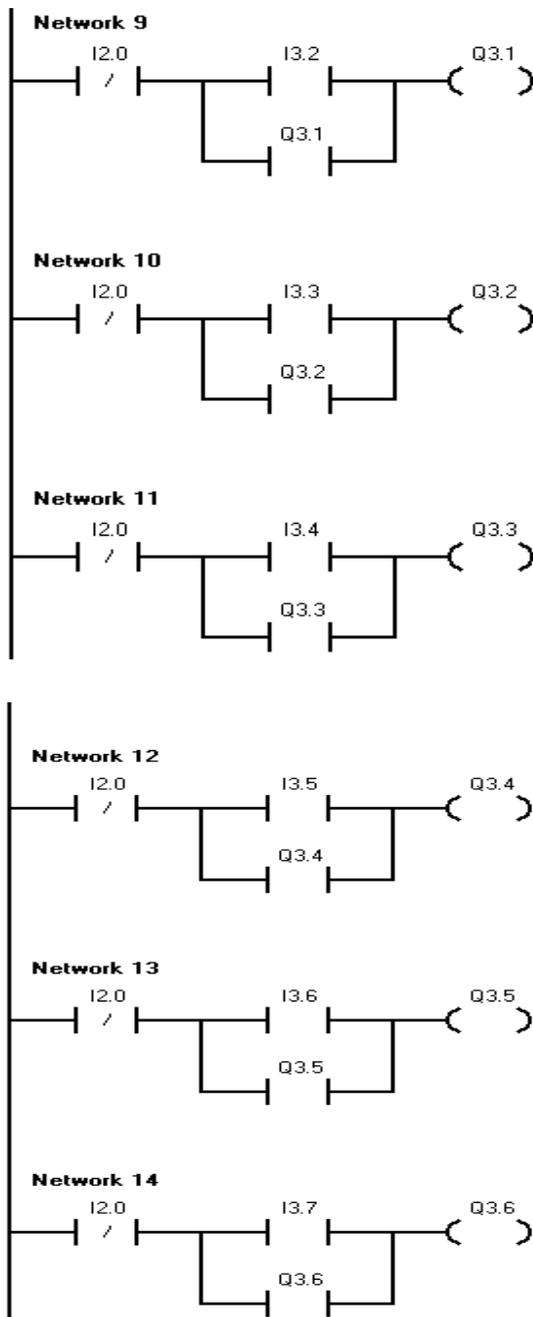
las tomamos del modulo de extensión 1 desde L2.0 a L2.7 hasta L3.0 a L3.7, en las figuras 37 y 38 se puede observar el funcionamiento del mismo.

B0	I2.0	paro general	
B1	I2.1	Q2.0	encendido
B2	I2.2	Q2.1	encendido
B3	I2.3	Q2.2	encendido
B4	I2.4	Q2.3	encendido
B5	I2.5	Q2.4	encendido
B6	I2.6	Q2.5	encendido
B7	I2.7	Q2.6	encendido
B8	I3.0	Q2.7	encendido
B9	I3.1	Q3.0	encendido
B10	I3.2	Q3.1	encendido
B11	I3.3	Q3.2	encendido
B12	I3.4	Q3.3	encendido
B13	I3.5	Q3.4	encendido
B14	I3.6	Q3.5	encendido
B15	I3.7	Q3.6	encendido
B15	I3.7	Q3.7	encendido

Esquema:







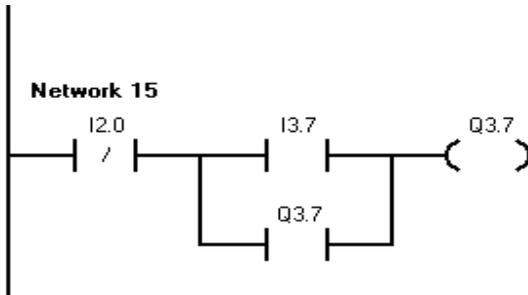


fig.37: Con todas las salidas apagadas



fig.38: Con todas las salidas encendidas

4.2.2. Arranque estrella-triángulo

Este es uno de los típicos esquemas para la prueba de funcionamiento de dispositivos. Si queremos arrancar en triángulo directamente no se puede ya que es necesario que se active el contactor de línea primero, junto con este se activa también la salida de estrella esto se hace pulsando B1 que para el programa es el I2.1, y para pasar a triángulo pulso B2 que para el programa es el I2.2 se apaga la salida de estrella, suelto el pulsante y se activa la salida de triángulo, para detener el funcionamiento existe un pulsante de para general que es el B0 que para el programa es el I2.0, en las figuras 39, 40 y 41 se puede observar el funcionamiento del mismo.

B0	I2.0	paro general	
B1	I2.1	Q2.0	encendido contactor de línea

B1	I2.1	Q3.7	encendido contactor para estrella
B2	I2.2	Q2.1	encendido contactor paso a triángulo

Esquema:

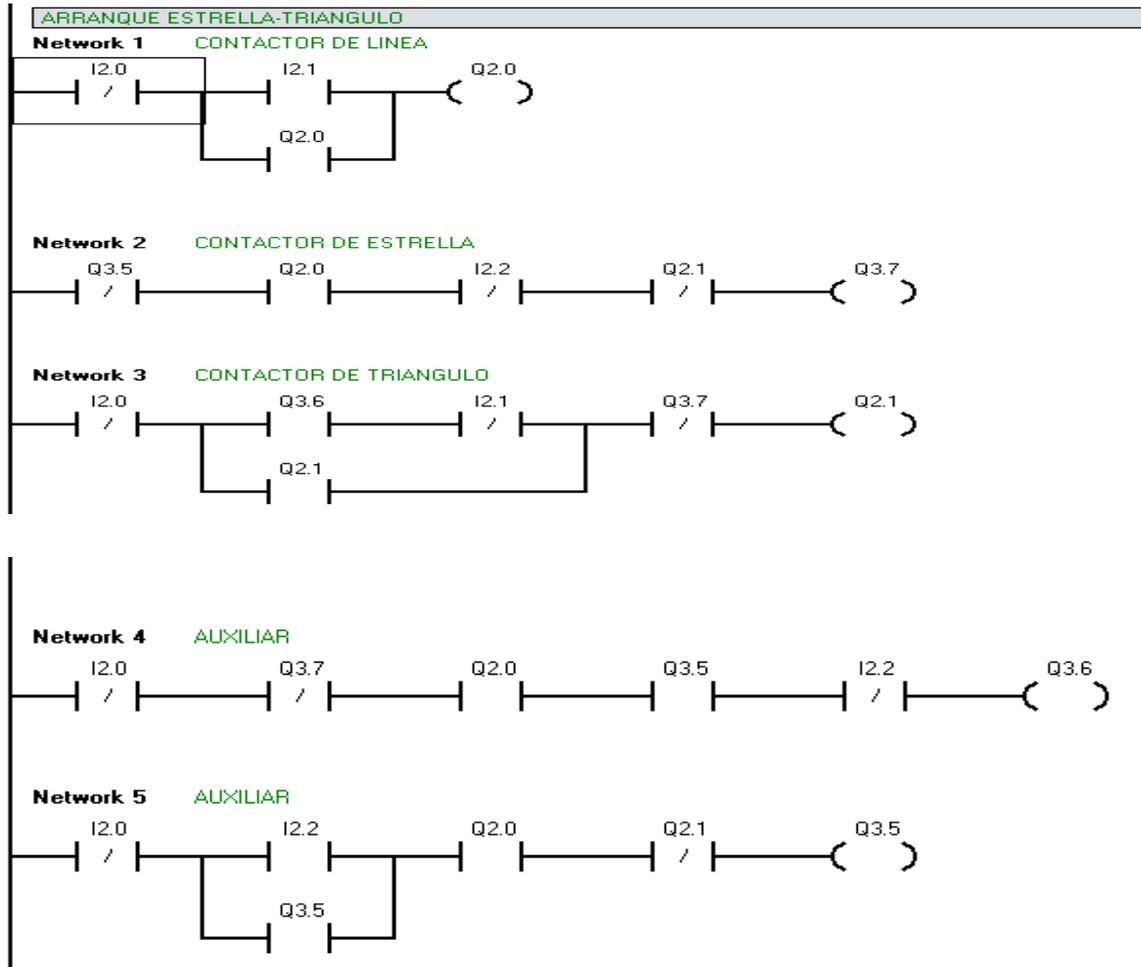


fig.39: Con el motor apagado



fig.40: Con el motor en estrella



fig.41: Con el motor funcionando en triangulo

4.2.3. Semáforo peatonal temporizado

Este programa esta realizado pensando en la prioridad que tienen los peatones, con el I2.0 realizamos el paro general que por cuestiones de seguridad para el peatón el rojo peatonal siempre esta encendido pero al dar el inicio del programa con I2.1 esta situación cambia con el transcurso del programa, en las figuras 42, 43, 44, 45, 46 y 47 se puede observar el funcionamiento del mismo.

Cuando pulsamos inicio con I2.1 tenemos la siguiente secuencia:

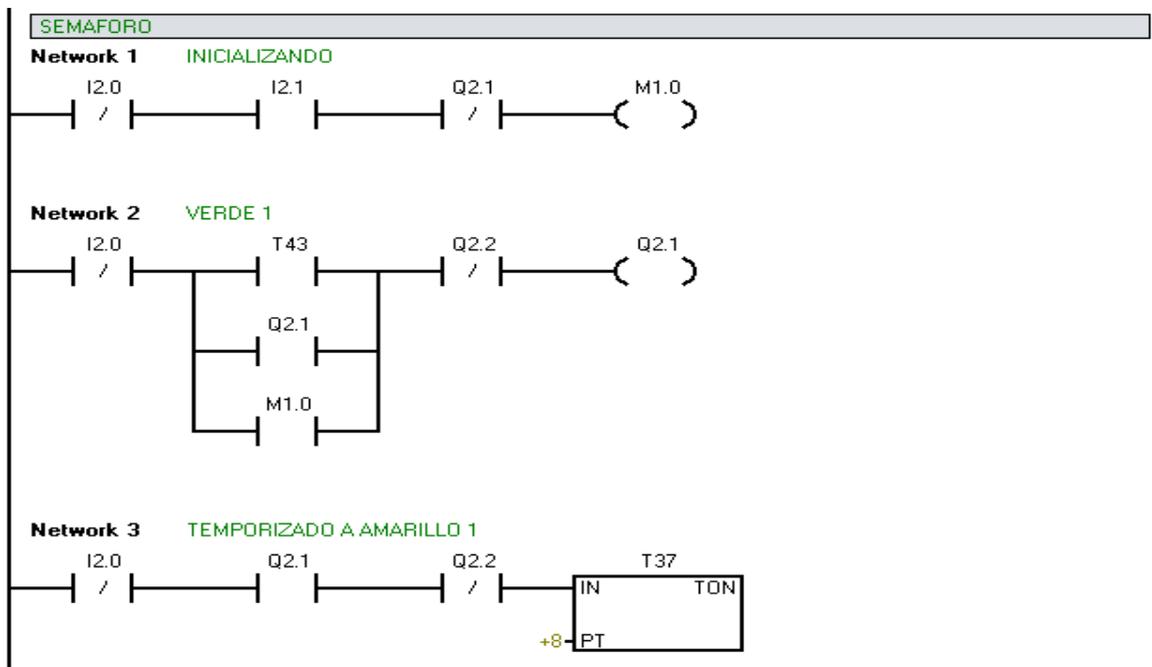
- 1) Rojo-peatonal, verde1, rojo 2. Temporiza 8seg. y pasa a
- 2) Rojo-peatonal, amarillo 1, rojo 2. Temporiza 2seg. y pasa a
- 3) Rojo-peatonal, rojo 1, verde 2. Temporiza 8seg. y pasa a
- 4) Rojo-peatonal, rojo 1, amarillo 2. Temporiza 2seg. y pasa a
- 5) verde-peatonal, rojo 1, rojo 2. Temporiza 8seg. y pasa a
- 6) verde (intermitente)-peatonal, rojo1, rojo 2. Temporiza 8seg. y pasa a
- 7) se repite al proceso regresa a 1

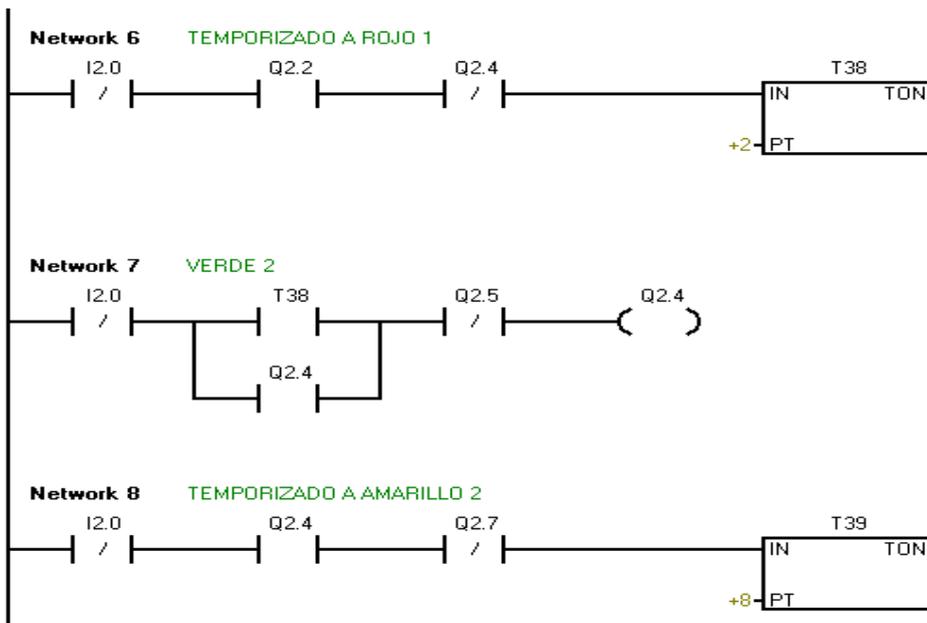
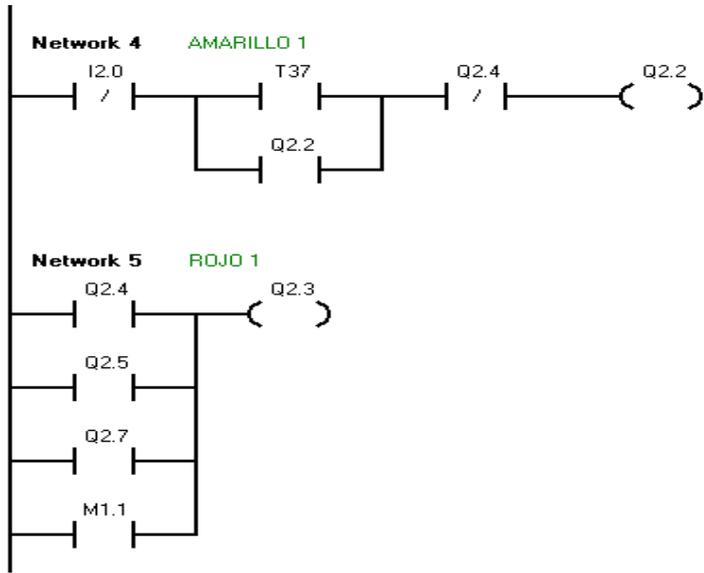
Se toman las siguientes salidas:

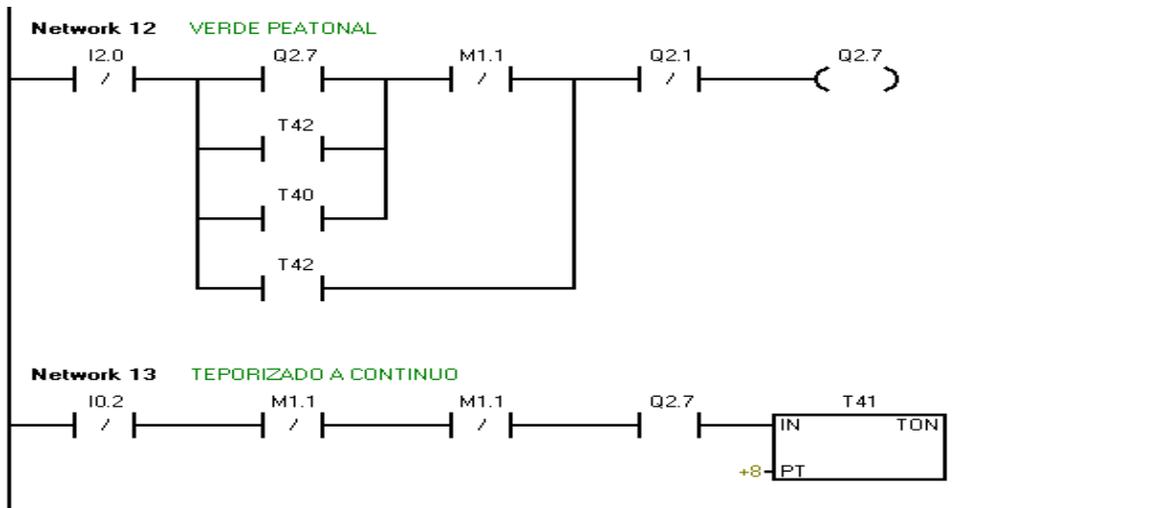
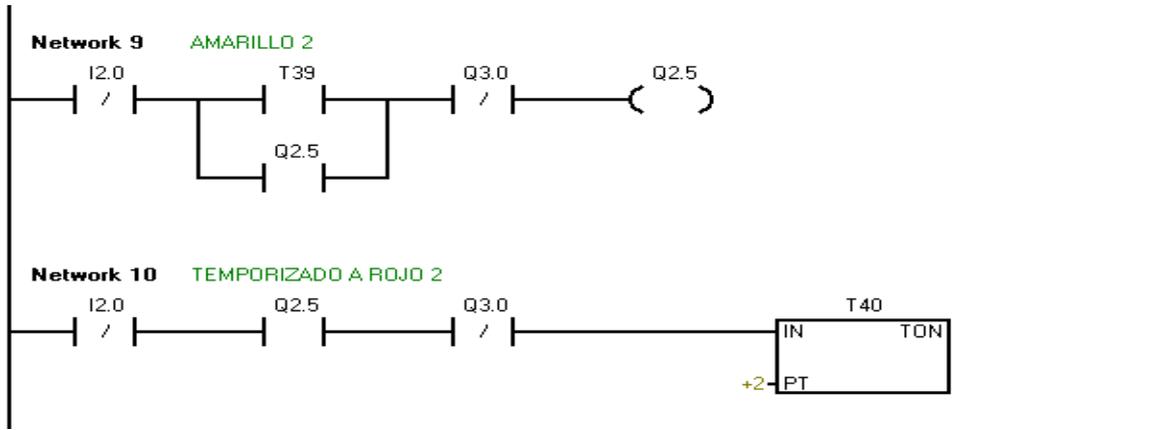
Q2.0	rojo peatonal
Q2.1	verde 1

Q2.2	amarillo 1
Q2.3	rojo 1
Q2.4	verde 2
Q2.5	amarillo 2
Q2.6	rojo 2
Q2.7	verde peatonal

Esquema:







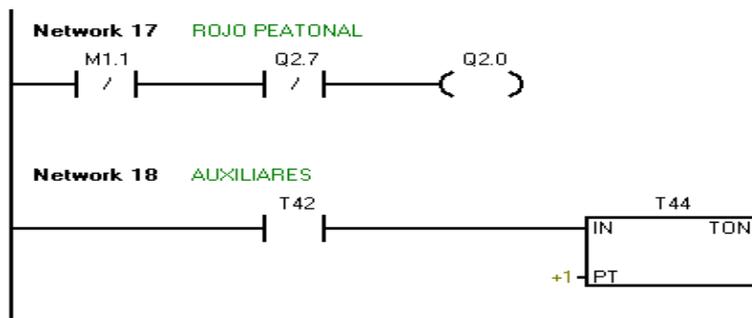
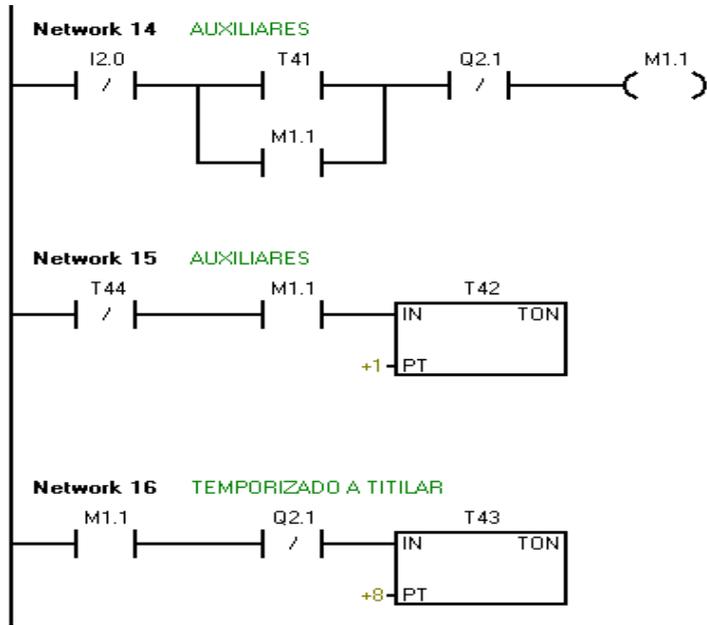


fig.42: Solo peatonal rojo encendido



fig.43: Prendidos rojo peatonal,

Verde 1 y Rojo 2



fig.44: Prendidos rojo peatonal,
Rojo 1 y Verde 2



fig.45: Prendidos rojo peatonal,
Rojo 1 y Amarillo 2



fig.46: Prendidos rojo1, rojo2,
Verde peatonal



fig.47: Prendidos rojo peatonal,
Verde 1 y Rojo 2

4.2.4. Circuito lógico simplificado por karnaugh para tres salidas

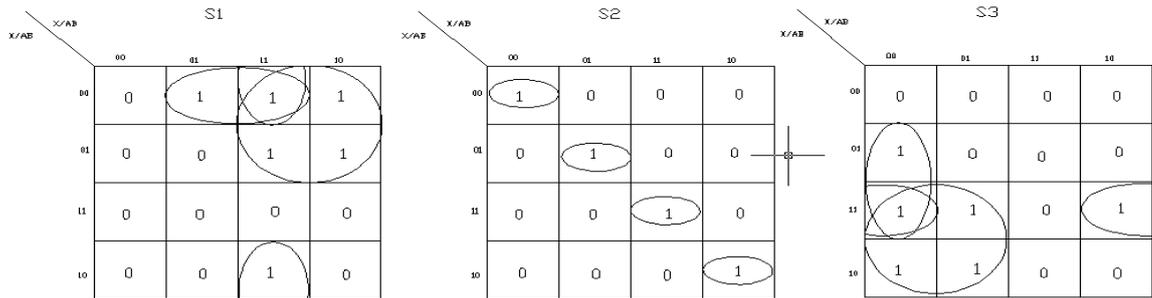
Este es uno de los circuitos lógicos realizados en prácticas de digital 1 realizado por simplificación en mapas de karnaugh. Tiene tres salidas las cuales dependen de condiciones de activación de señales de entrada, así se puede observar en las figuras 48, 49, 50, 51 y 52 el funcionamiento del mismo.

Se utiliza 4 pulsantes que dan la señal de ingreso y son el I2.0, I2.1, I2.2, I2.3. y las salidas son tres el Q2.0, Q2.1, Q2.2, en la siguiente tabla se observa las condiciones de funcionamiento:

Tabla de verdad

A	B	C	D	S1	S2	S3
0	0	0	0	0	1	0
0	0	0	1	0	0	1
0	0	1	0	0	0	1
0	0	1	1	0	0	1
0	1	0	0	1	0	0
0	1	0	1	0	1	0
0	1	1	0	0	0	1
0	1	1	1	0	0	1
1	0	0	0	1	0	0
1	0	0	1	1	0	0
1	0	1	0	0	1	0
1	0	1	1	0	0	1
1	1	0	0	1	0	0
1	1	0	1	1	0	0
1	1	1	0	1	0	0
1	1	1	1	0	1	0

Se realiza la simplificación del mismo mediante los mapas de karnought como se puede observar en los siguientes esquemas:



De esta manera se obtiene el circuito equivalente para cada una de las salidas

$$S1 = A\bar{C} + AB\bar{D} + B\bar{C}\bar{D} \quad \text{-----} \quad S2 = \bar{A}\bar{B}\bar{C}\bar{D} + \bar{A}B\bar{C}\bar{D} + ABCD + \bar{A}B\bar{C}D \quad \text{-----} \quad S3 = \bar{A}C + \bar{A}\bar{B}D + \bar{B}CD$$

Descripción de las señales y salidas en el PLC S7-200:

A	B	C	D	SALIDA S1	SALIDA S2	SALIDA S3
I2.0	I2.1	I2.2	I2.3	Q2.0	Q2.1	Q2.2
1	0	X	X	1	0	0
1	1	X	0	1	0	0
X	1	0	0	1	0	0
0	0	0	0	0	1	0
0	1	0	1	0	1	0
1	1	1	1	0	1	0
0	1	0	1	0	1	0
0	X	1	X	0	0	1
0	0	X	1	0	0	1
X	0	1	1	0	0	1

Esquema

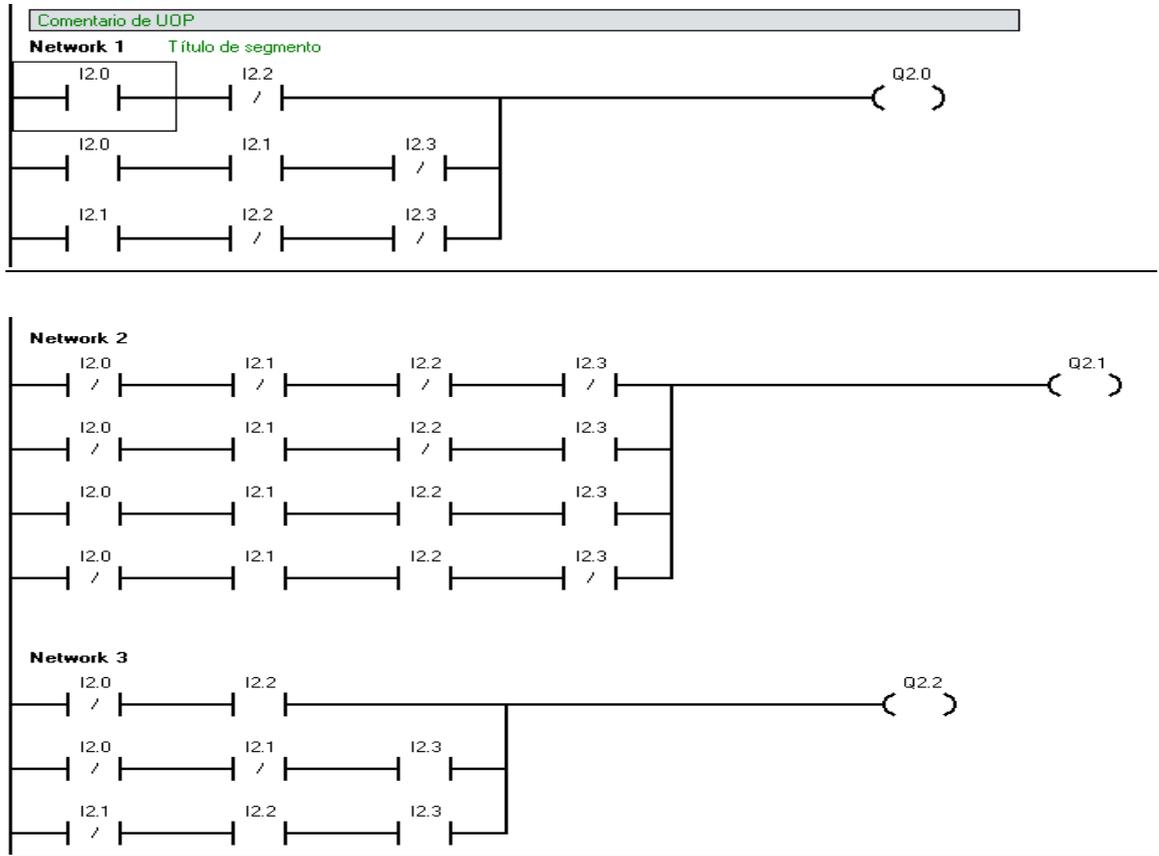


fig.48: Pulsando B0 se prende la salida Q2.0



fig.49: Pulsando B0 y B1 se prende la salida Q2.0



fig.50 pulsando B2 se prende la salida Q2.2



fig.51 pulsando B2 y B3 se prende la salida Q2.2



fig.52 con B0, B1, B2 y B3 abiertos se prende la salida Q2.1

4.3. Presupuesto

El siguiente presupuesto se lo realizo mediante la adquisición de varias proformas previas a la compra de los mismos, en las que se especificaba el costo y la marca de los diferentes dispositivos.

<u>Componente</u>	<u>Cantidad</u>	<u>Precio unitario</u>	<u>Precio total\$</u>
fuelle de 24VCC (siemens)	1	228,50c/u	228,5
contactor	6	17,29c/u	103,74
relés de 24VCC	16	4,50c/u	72
interruptor térmico trifásico	3	24c/u	72
breaker trifásico(10A-15A)	1	17,2c/u	17,2

breaker bifásico(10A-15A)	1	11,16c/u	11,16
breaker monofásico(10A-15A)	1	5,12c/u	5,12
pulsantes de comando	16	2,25c/u	36
luces de señalización	16	1,50c/u	24
borneras de salida	75	0,70c/u	52,5
alambre # 16 flexible	300m	0,29c/m	87
conexión terminal(hembra)	40	0,90c/u	36
canaleta plástica de 2,5inc x 2,5inc	10m	3,60c/m	36
riel dim 2inc	5m	2,10c/m	10,5
tomacorriente monofásico	2	1,10c/u	2,2
borneras de conexión	130	0,45c/u	58,5
topes de borneras	15	0,45c/u	6,75
tornillos de sujeción	50	0,05c/u	2,5
rotulación	1	7,90c/u	7,9
acometida	4m	1,75c/m	7
soporte acometida-tablero	1	0,75c/u	0,75
libretín para numeración de cables	5	3,80c/u	19
pernos con tuercas	20	0,15c/u	3
chasis	1	248c/u	248

<u>subtotal</u>			1147,32
otros 5%			57,366
<u>total</u>			1204,686
iva 12%			144,56232
<u>GRAN TOTAL</u>			1349,24832

CONCLUSIONES

El proyectarse un tablero de este tipo ayudará a facilitar notablemente la realización y aumento en el número de prácticas, precautelando el tiempo de vida útil de los elementos, que forman parte del tablero prototipo es decir el hecho de que los estudiantes eviten la manipularan los contactos de los dispositivos.

Tomando en cuenta que el PLC S7-200 se le incorporó un módulo de extensión, por tal motivo los ingresos o señales de ingreso se toman desde el módulo de extensión I2.0 e igualmente las salidas se toman desde el módulo de extensión Q2.0.

Para la realización de arranques estrella triángulo de motores trifásicos, se debe realizar la conexión de estrella mediante un contactor externo, pero que obviamente será comandado desde el tablero prototipo.

Uno de los propósitos principales de la construcción de el Tablero Prototipo, es la de construir más de los mismos para la implementación del laboratorio de control automático, debido a que es un modelo esta sujeto a modificaciones.

El armazón del tablero prototipo esta construido de tubo cuadrado y forrado de tool, se destaca este punto que deberá considerarse para la construcción de más tableros de los mismos, que sería una gran oportunidad para los estudiantes de la Universidad construyan el armazón, ya sea por estudiantes de otras Escuelas o a su vez si la realizan estudiantes de la Escuela de Ingeniería Electrónica se debería dictar una charla de capacitación.

Otro punto importante de mencionar es el conexionado de los dispositivos presentes en el tablero prototipo. Los estudiantes de la Escuela de electrónica que hayan aprobado materias a fines tienen un gran reto que es proponerse realizar el conexionado de los tableros ha construirse ya que ellos refrescarían sus conocimientos y ganarían destrezas para lo mencionado, esto será un paso importante en la obtención de experiencia facilitando en la construcción de proyectos a fines en el futuro o sea en especial beneficia a los estudiantes que realicen lo propuesto.

Una vez cumplido el objetivo dicho en otras palabras habiendo construido un número x de los mismos tableros prototipo, la optimización de recursos de la Universidad será un éxito obviamente con la visión que tiene el tablero prototipo.

La apertura y el ajuste de contactos quedan para la historia ya que todas las conexiones se las realiza en las borneras de salida ubicadas en partes estratégicas del tablero.

Es cierto que una vez obtenido uno de los propósitos que es el de acondicionar al laboratorio de control automático con el número necesario de tableros para el óptimo aprendizaje de los estudiantes sería algo negativo tener los tableros sin una conexión entre ellos, es por esta razón que nace la idea de realizar una conexión de red entre los Tableros Prototipo presentes en el laboratorio de automatización, brindando un ambiente de aprendizaje de primer nivel que como es de esperarse se merecen estudiantes de la Universidad del Azuay .

RECOMENDACIONES

Como recomendación se puede señalar que la altura y el ancho del tablero tienen dimensiones un poco grandes y que para una reconstrucción similar se puede reducir las mismas en unos 15cm en el alto y en el ancho unos 20cm.

Sabiendo que el Tablero Prototipo es un diseño a seguir y sujeto a modificaciones para la implementación del laboratorio de control con mas tableros se recomienda buscar espacios para ubicar borneras y/o pulsantes de señal, para uno o varios de los módulos analógicos que se pueden instalar internamente en el tablero, ya que existe un área suficiente para la sujeción en regletas, por ejemplo a lado del módulo de extensión instalado.

Por los cálculos y datos tomados, cuando se realizan práctica se recomienda no tener una carga mayor a los 10A o sobrepasar lo mencionado ya que inmediatamente sucedido lo indicado se activaran los breakers.

Para cuando se necesita alimentar circuitos electrónicos y a su vez dar datos de señal se recomienda utilizar la salida implementada en el Tablero Prototipo, la misma que es de 24VCC, y estos datos de señal por ejemplo podrían ser señales de entrada analógica o a su vez señales de relé que plenamente se podrían utilizar paralelamente con los pulsantes de señal de ingreso, pero se debe hacer notar que no se debe sobrepasar una corriente de 3ACC al alimentar circuitos externos.

BIBLIOGRAFIA

SIEMENS. SIMATIC, Manual del sistema de automatización S7-200, Edición junio del 2004 5E00307989-01

SALESIANOS ALCOY, Juan XXIII. Manual usuario Simatic S7-200 CPU 224, Año académico 2005-2006:

<http://www.salesianos.edu/alcoy.juanxxiii/dpts/docs/automatas.pdf>

ASTETE MUÑOZ, Laureano. *Taller de Tecnologías Integradas Controladores Lógicos Programables*,

http://www.ceat.cl/ceathome/archivos//43/0/Introduccion_al_PLC_2_GTTI.pdf

ELIZONDO, Ana. PIEDRA, Luis. NÚÑEZ, Mauricio. Introducción a los Controladores lógicos programables, **2º Semestre de 2003:**

www.ucr.ie431.trabajo.2003.02.grupo09

CISTERNA, Marcos. Tutorial Instalación y Programación en PLC Educacional S7-200, http://automatica.li2.uchile.cl/exp/files/man_plc/tutorial_plc.pdf

SACCO, Antonio. Construcción de switches e interfaces, diciembre 2001-junio 2004, www.antoniosacco.com.ar

MODESTI, Mario. Actuadores y dispositivos de maniobra,

GRUPO DE TECNOLOGIA INDUSTRIAL. S7-200 Comunicaciones, ISA-UMH ©
TDOC-2001: <http://isa.umh.es/temas/plc/doc/Comunicaciones%20S7-200.pdf>

FERNANDES, G. Las fuentes de alimentación, www.labc.usb.ve/gfernandez/.../pdf/.../Lasfuentesdealimentacion.pdf

VILCHES, Enrique. Automatizaciones,
http://personal.biada.org/~lescudero/Cicle_superior_06_07/Dosssier_cicle_sup_06_07/Part_electrotecnia/Automatismo.pdf

SIEMENS. División de productos eléctricos, interruptor termo magnético, abril del 2001, www.siemens.com

ANEXOS

SIMBOLOGIA

TERMINO	SIMBOLO AMERICANO	SIMBOLO EUROPEO	OPERADOR SIMBOLICO
START			S0
STOP			S1
PILOTO			H..
CONTACTOR			C.K.
RELE TERMICO			F...
BREAKER			F
RELE			
GUARDA MOTOR			F.Q.
LINEAS TRIFASICAS	L1 ————— L2 ————— L3 —————	R ————— S ————— T —————	
MOTOR TRIFASICO			
FUSIBLES			
BOBINA CONTACTOR			

Escala 1:1

Fecha: 15-sep-09



ESCUELA DE
INGENIERIA
ELECTRONICA

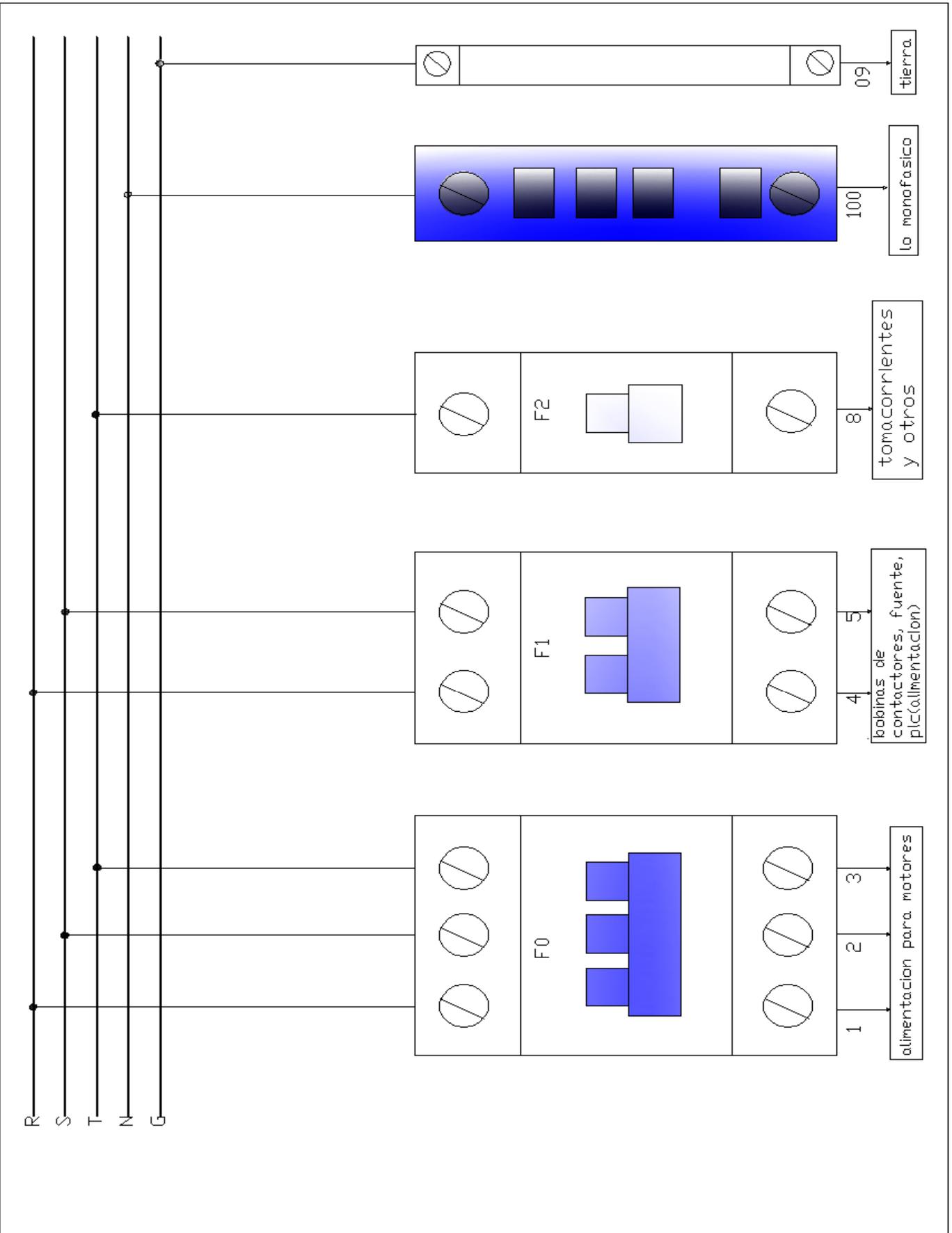
DISEÑO Y CONSTRUCCION DEL
TABLERO PROTOTIPO 1.0

Nombre: Justo L. Abril

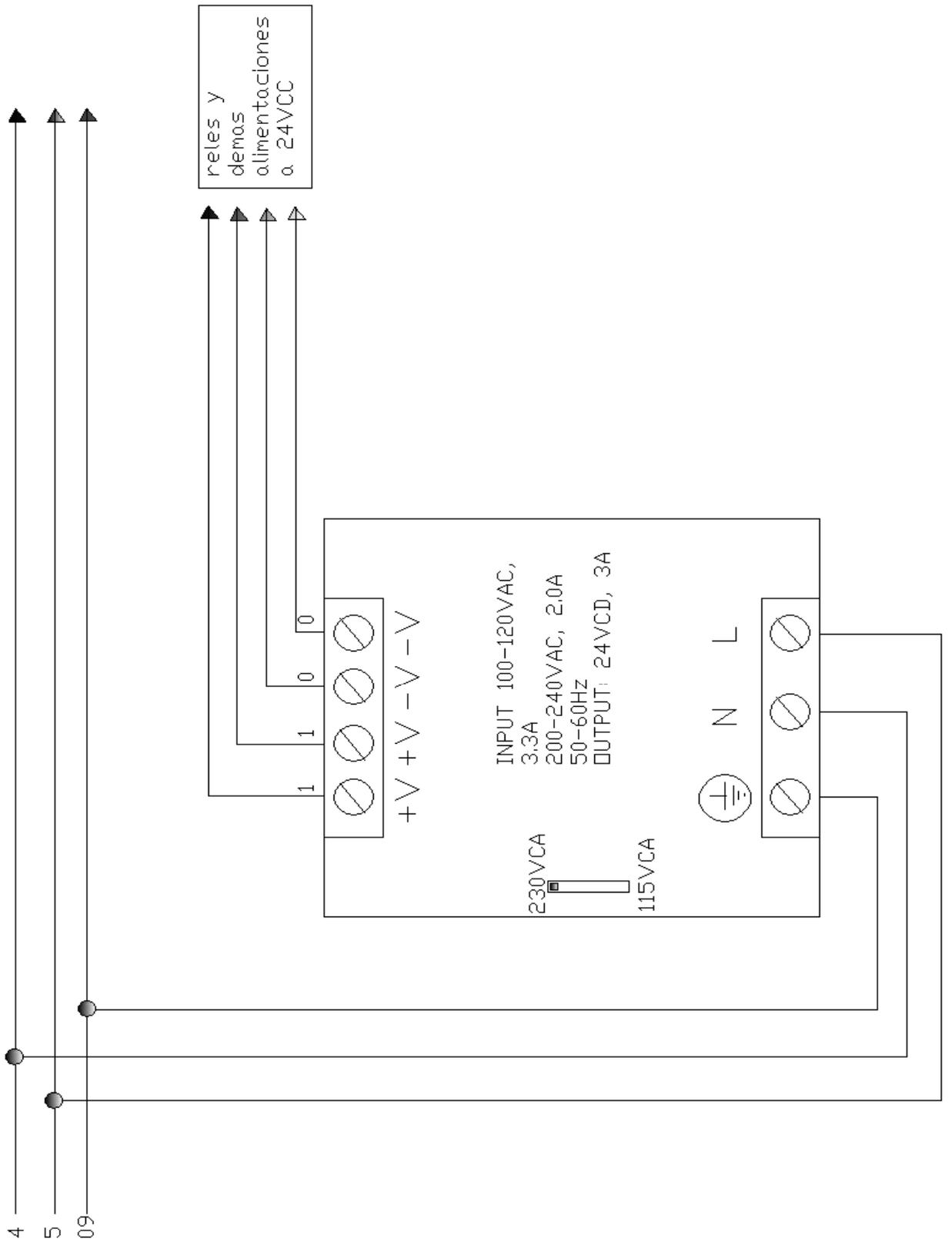
Titulo:

simbologia

anexo 1



<p>Escala 1:1</p>	<p>Fecha: 15-sep-09</p>		<p>ESCUELA DE INGENIERIA ELECTRONICA</p>
<p>DISEÑO Y CONSTRUCCION DEL TABLERO PROTOTIPO 1.0</p>			<p>Nombre: Justo L. Abril</p>
<p>Titulo:</p>	<p>protecciones</p>	<p>anexo 2</p>	



Escala 1:1

Fecha: 15-sep-09

DISEÑO Y CONSTRUCCION DEL
TABLERO PROTOTIPO 1.0

Titulo:



ESCUELA DE
INGENIERIA
ELECTRONICA

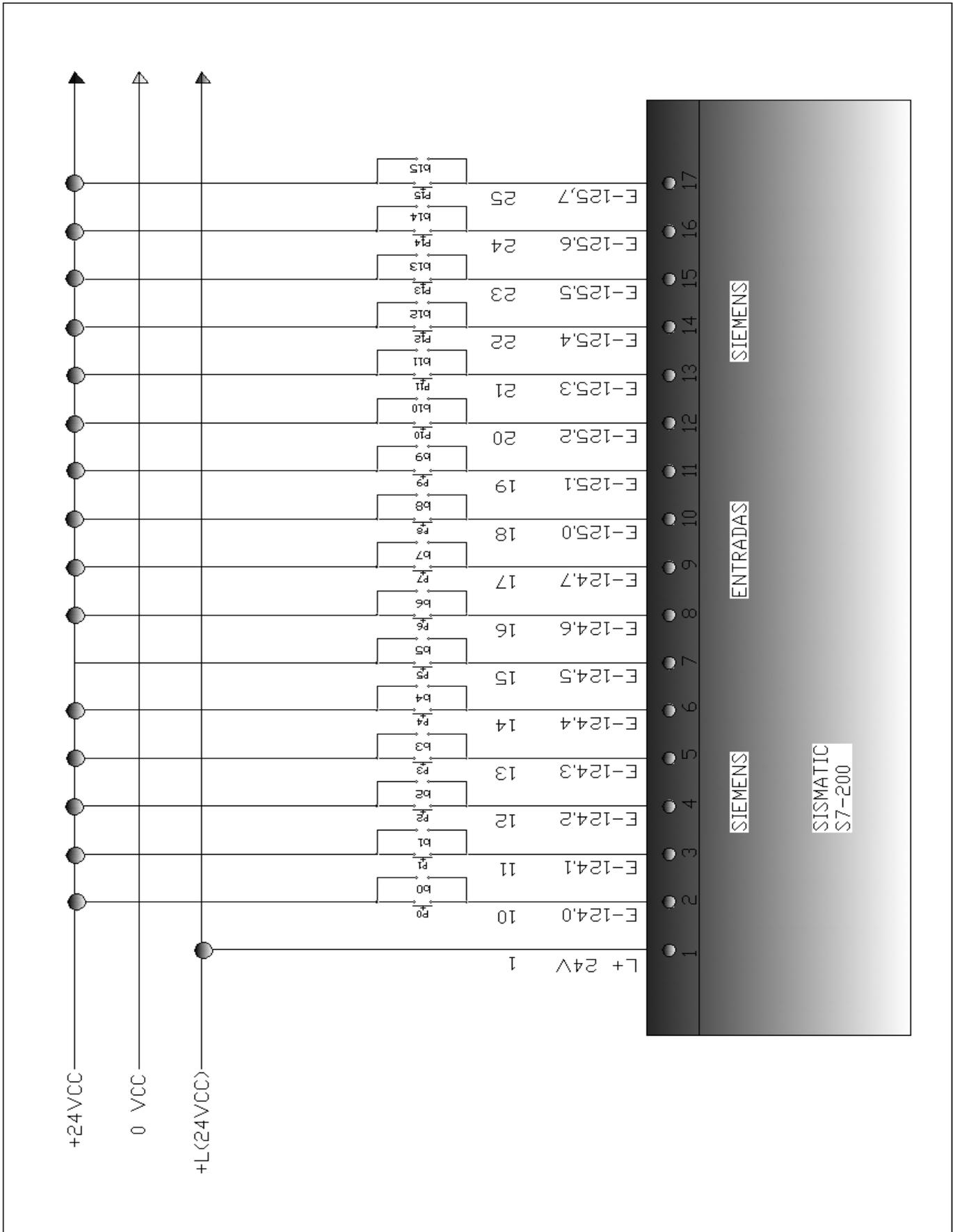
Nombre: Justo L. Abril

conexion de la fuente

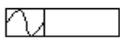
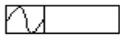
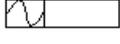
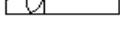
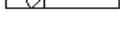
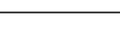
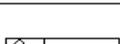
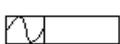
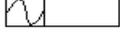
anexo 3

ENTRADAS	DIRECCION	DESCRIPCION	SIMBOLO
Q̅N-B0	I2.0	paso de corriente ala entrada del PLC	
Q̅N-B1	I2.1	paso de corriente ala entrada del PLC	
Q̅N-B2	I2.2	paso de corriente ala entrada del PLC	
Q̅N-B3	I2.3	paso de corriente ala entrada del PLC	
Q̅N-B4	I2.4	paso de corriente ala entrada del PLC	
Q̅N-B5	I2.5	paso de corriente ala entrada del PLC	
Q̅N-B6	I2.6	paso de corriente ala entrada del PLC	
Q̅N-B7	I2.7	paso de corriente ala entrada del PLC	
Q̅N-B8	I3.0	paso de corriente ala entrada del PLC	
Q̅N-B9	I3.1	paso de corriente ala entrada del PLC	
Q̅N-B10	I3.2	paso de corriente ala entrada del PLC	
Q̅N-B11	I3.3	paso de corriente ala entrada del PLC	
Q̅N-B12	I3.4	paso de corriente ala entrada del PLC	
Q̅N-B13	I3.5	paso de corriente ala entrada del PLC	
Q̅N-B14	I3.6	paso de corriente ala entrada del PLC	
Q̅N-B15	I3.7	paso de corriente ala entrada del PLC	

Escala 1:1 DISEÑO Y CONSTRUCCION DEL TABLERO PROTOTIPO 1.0 Titulo:	Fecha: 15-sep-09	 ESCUELA DE INGENIERIA ELECTRONICA
		Nombre: Justo L. Abril
		direcciones de entradas anexo 4



<p>Escala 1:1</p> <p>Fecha: 15-sep-09</p>	 <p>ESCUELA DE INGENIERIA ELECTRONICA</p>
<p>DISEÑO Y CONSTRUCCION DEL TABLERO PROTOTIPO 1.0</p> <p>Titulo:</p>	
<p>Nombre: Justo L. Abril</p>	
<p>conexion de la entradas</p>	<p>anexo 5</p>

SALIDAS	DIRECCION	DESCRIPCION	SIMBOLO
L0	Q2.0	ALIMENTA K0.A1<RELE ELECTROMECHANICO>	
L1	Q2.1	ALIMENTA K1.A1<RELE ELECTROMECHANICO>	
L2	Q2.2	ALIMENTA K2.A1<RELE ELECTROMECHANICO>	
L3	Q2.3	ALIMENTA K3.A1<RELE ELECTROMECHANICO>	
L4	Q2.4	ALIMENTA K4.A1<RELE ELECTROMECHANICO>	
L5	Q2.5	ALIMENTA K5.A1<RELE ELECTROMECHANICO>	
L6	Q2.6	ALIMENTA K6.A1<RELE ELECTROMECHANICO>	
L7	Q2.7	ALIMENTA K7.A1<RELE ELECTROMECHANICO>	
L8	Q3.0	ALIMENTA K8.A1<RELE ELECTROMECHANICO>	
L9	Q3.1	ALIMENTA K9.A1<RELE ELECTROMECHANICO>	
L10	Q3.2	ALIMENTA K10.A1<RELE ELECTROMECHANICO>	
L11	Q3.3	ALIMENTA K11.A1<RELE ELECTROMECHANICO>	
L12	Q3.4	ALIMENTA K12.A1<RELE ELECTROMECHANICO>	
L13	Q3.5	ALIMENTA K13.A1<RELE ELECTROMECHANICO>	
L14	Q3.6	ALIMENTA K14.A1<RELE ELECTROMECHANICO>	
L15	Q3.7	ALIMENTA K15.A1<RELE ELECTROMECHANICO>	

Escala 1:1

Fecha: 15-sep-09



ESCUELA DE
INGENIERIA
ELECTRONICA

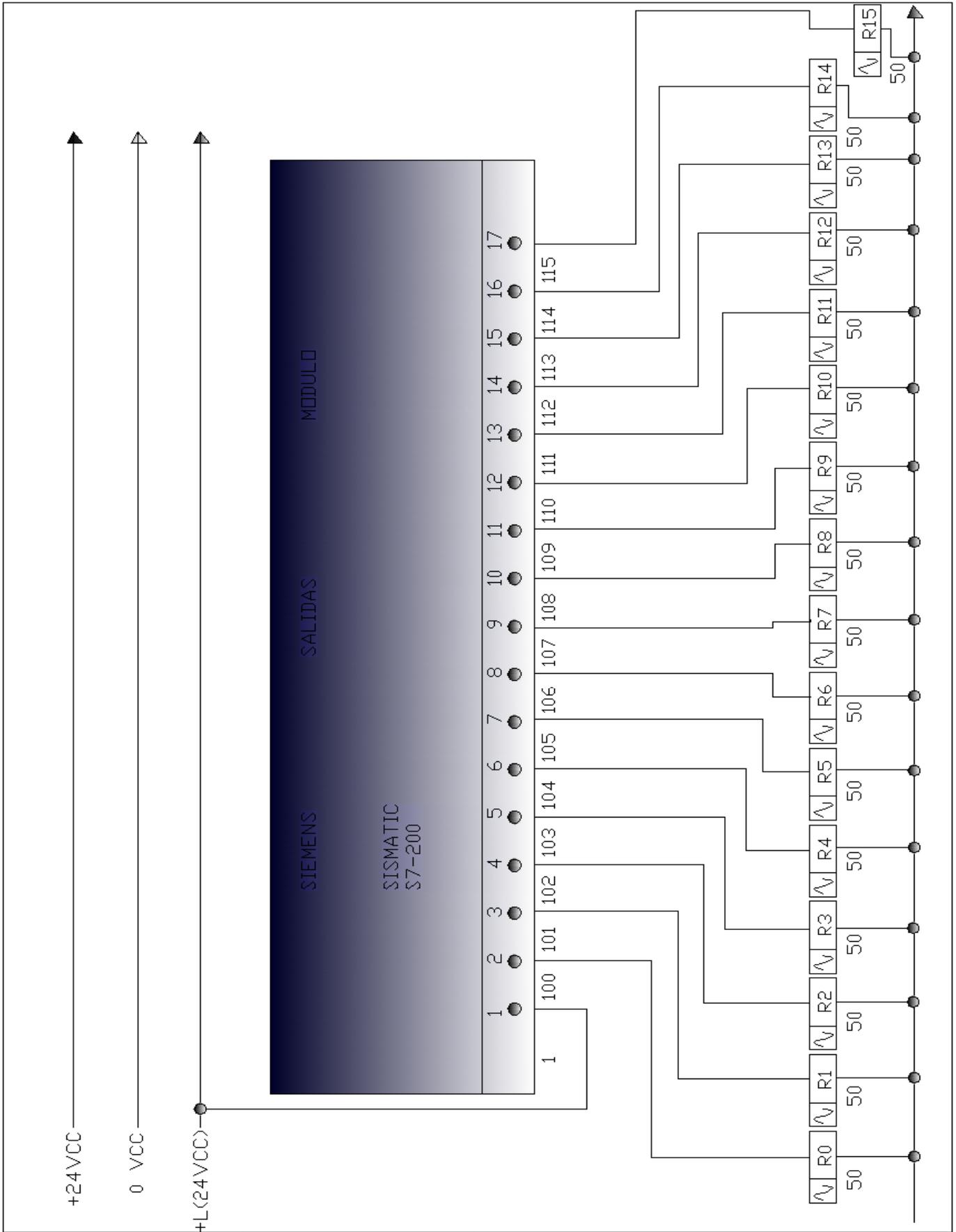
DISEÑO Y CONSTRUCCION DEL
TABLERO PROTOTIPO 1.0

Nombre: Justo L. Abril

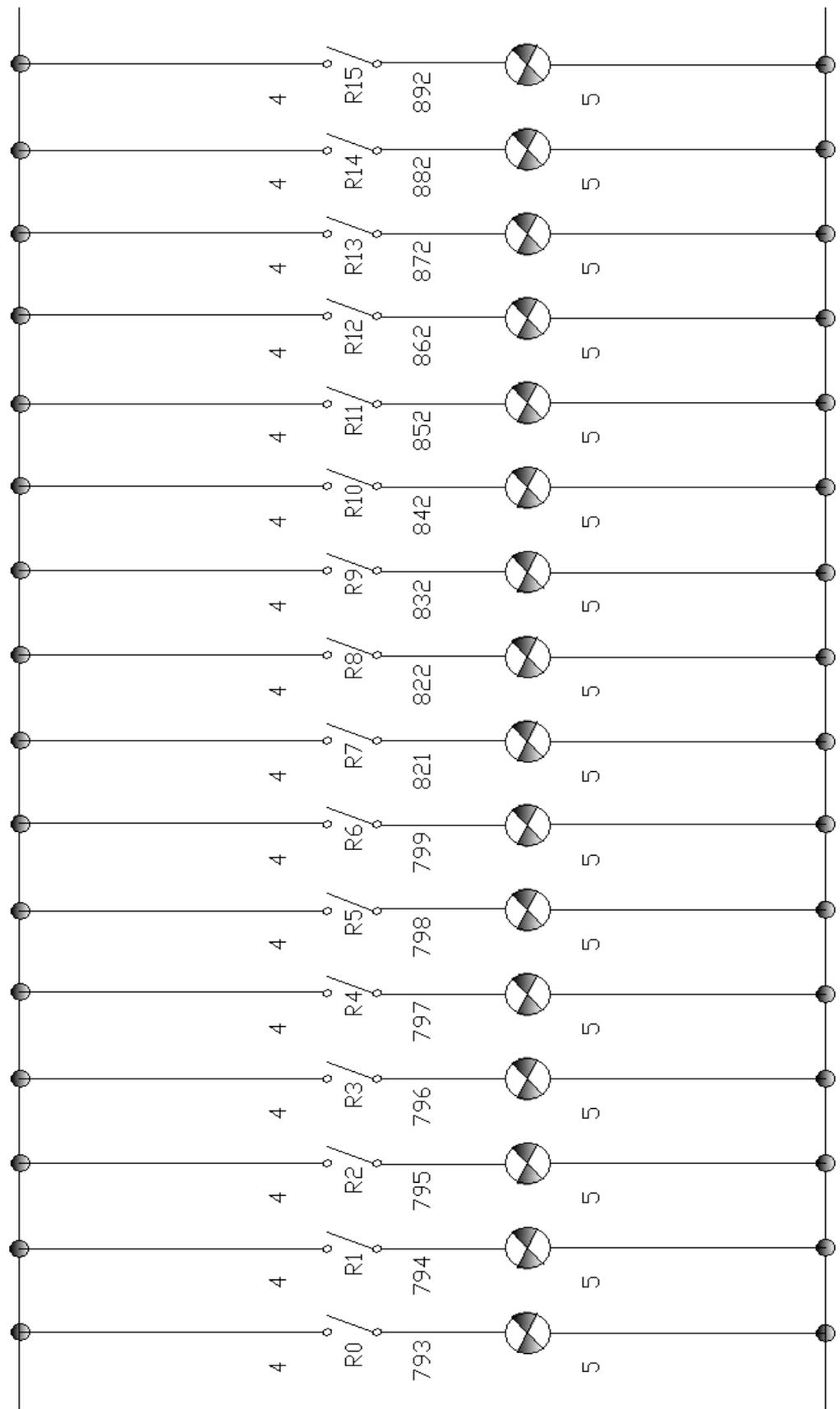
Titulo:

direcciones de salidas

anexo 6



<p>Escala 1:1</p> <p>Fecha: 15-sep-09</p>	 <p>ESCUELA DE INGENIERIA ELECTRONICA</p>
<p>DISEÑO Y CONSTRUCCION DEL TABLERO PROTOTIPO 1.0</p>	
<p>Titulo:</p>	<p>Nombre: Justo L. Abril</p>
<p>conexlon de las salidas</p>	<p>anexo 7</p>



Escala 1:1

Fecha: 15-sep-09

DISEÑO Y CONSTRUCCION DEL
TABLERO PROTOTIPO 1.0

Titulo:

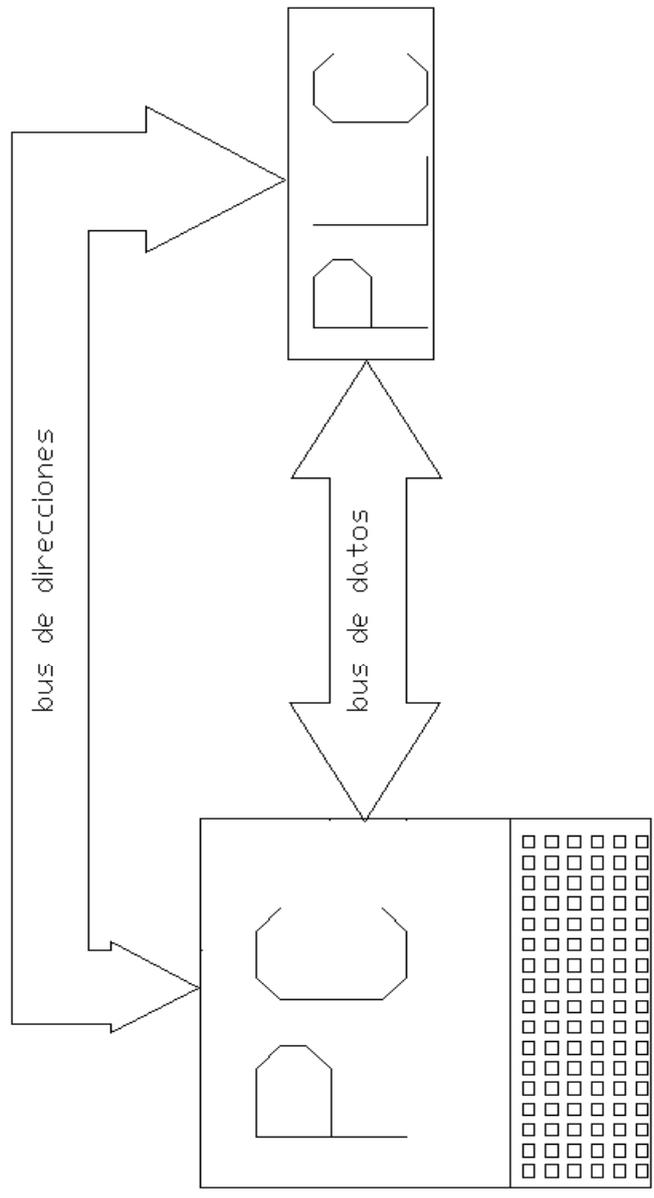


ESCUELA DE
INGENIERIA
ELECTRONICA

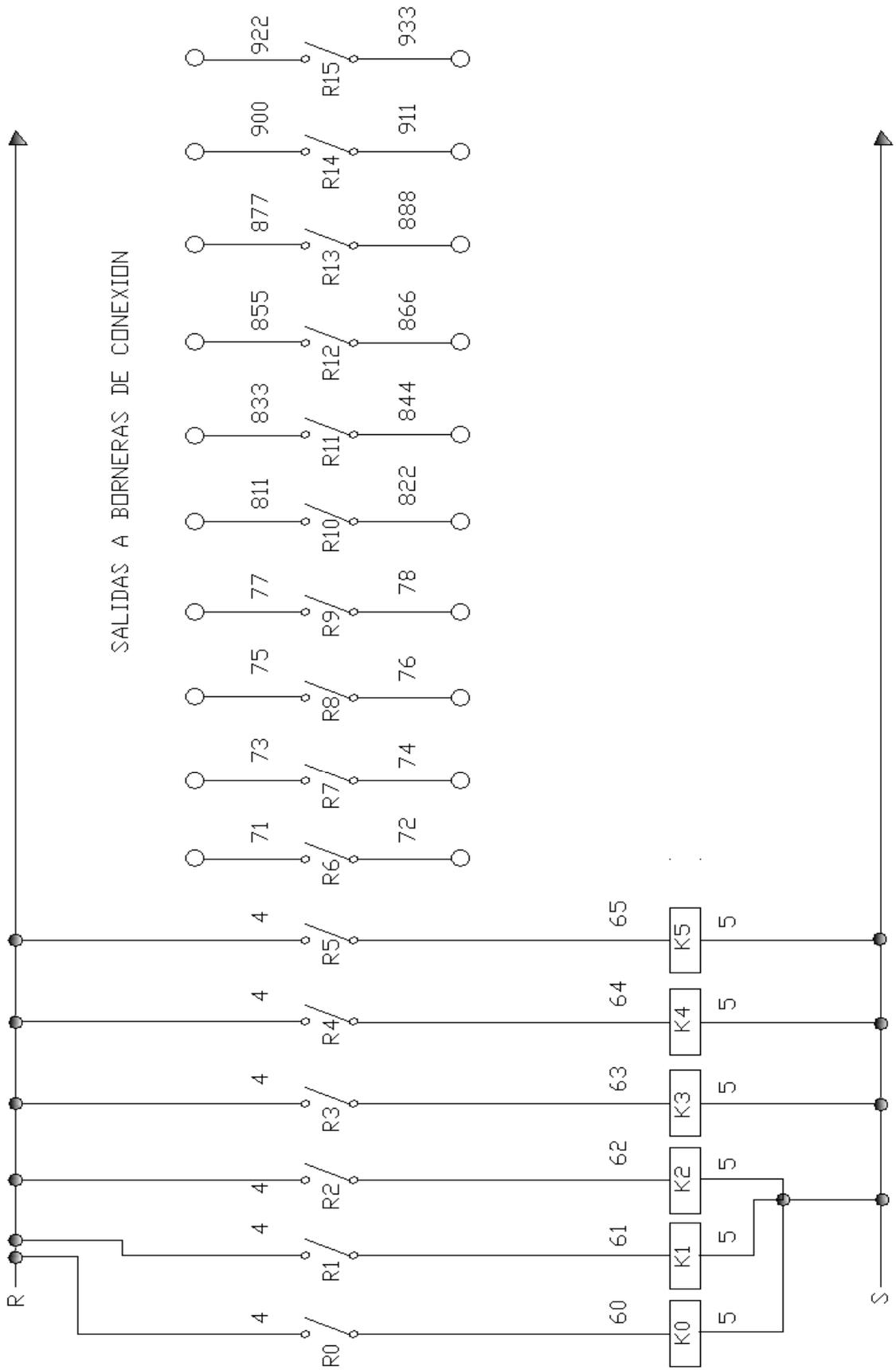
Nombre: Justo L. Abril

conexlon de las luces de
señalización

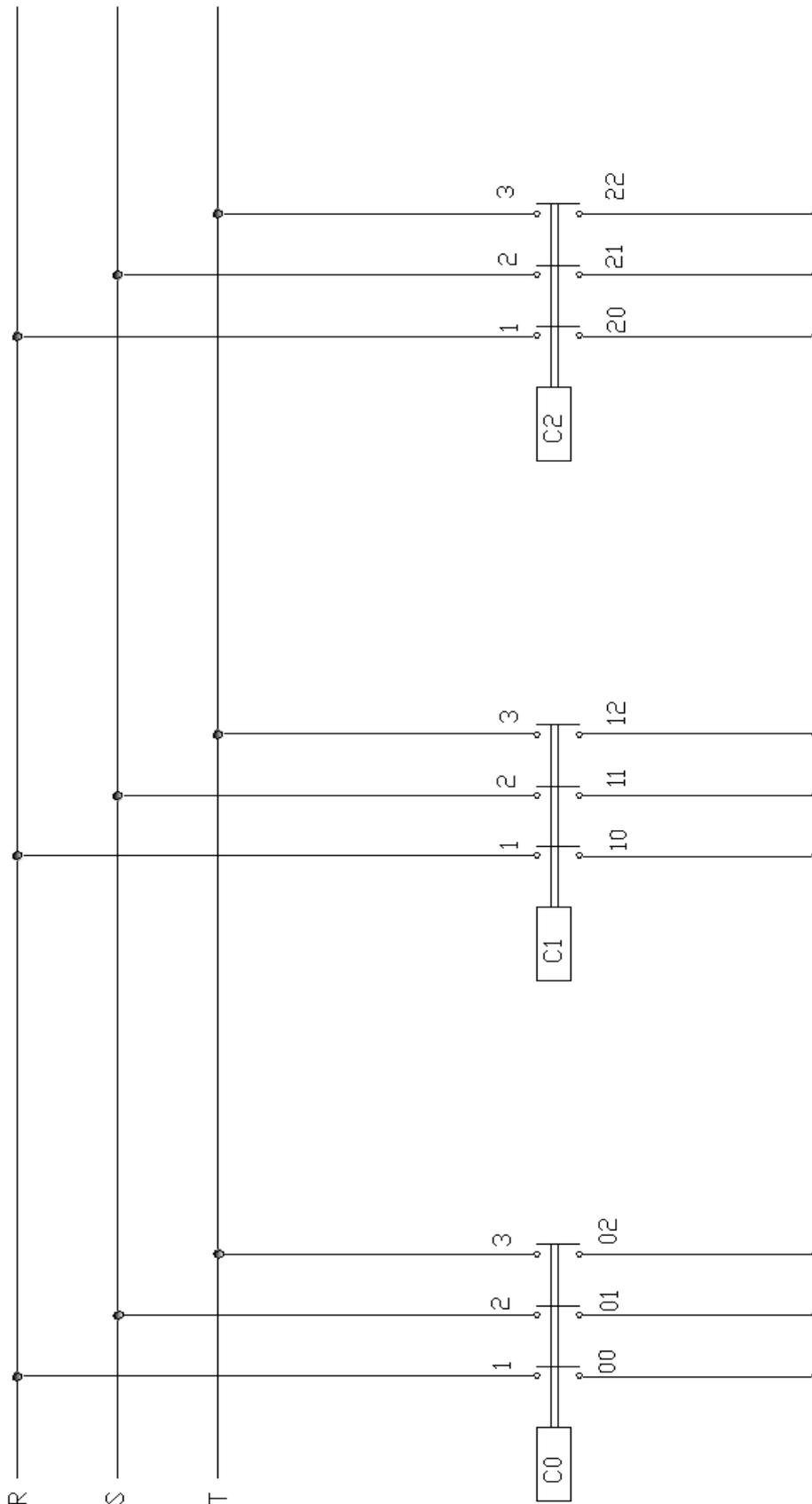
anexo 7a



Escala 1:1	Fecha: 15-sep-09	 ESCUELA DE INGENIERIA ELECTRONICA
DISEÑO Y CONSTRUCCION DEL TABLERO PROTOTIPO 1.0		
Titulo:	conexlon PC-PLC	anexo 8



Escala 1:1	Fecha: 15-sep-09		ESCUELA DE INGENIERIA ELECTRONICA
DISEÑO Y CONSTRUCCION DEL TABLERO PROTOTIPO 1.0			Nombre: Justo L. Abril
Titulo:		conexlon de contactores y contactos de reles	anexo 9



Escala 1:1

Fecha: 15-sep-09



ESCUELA DE
INGENIERIA
ELECTRONICA

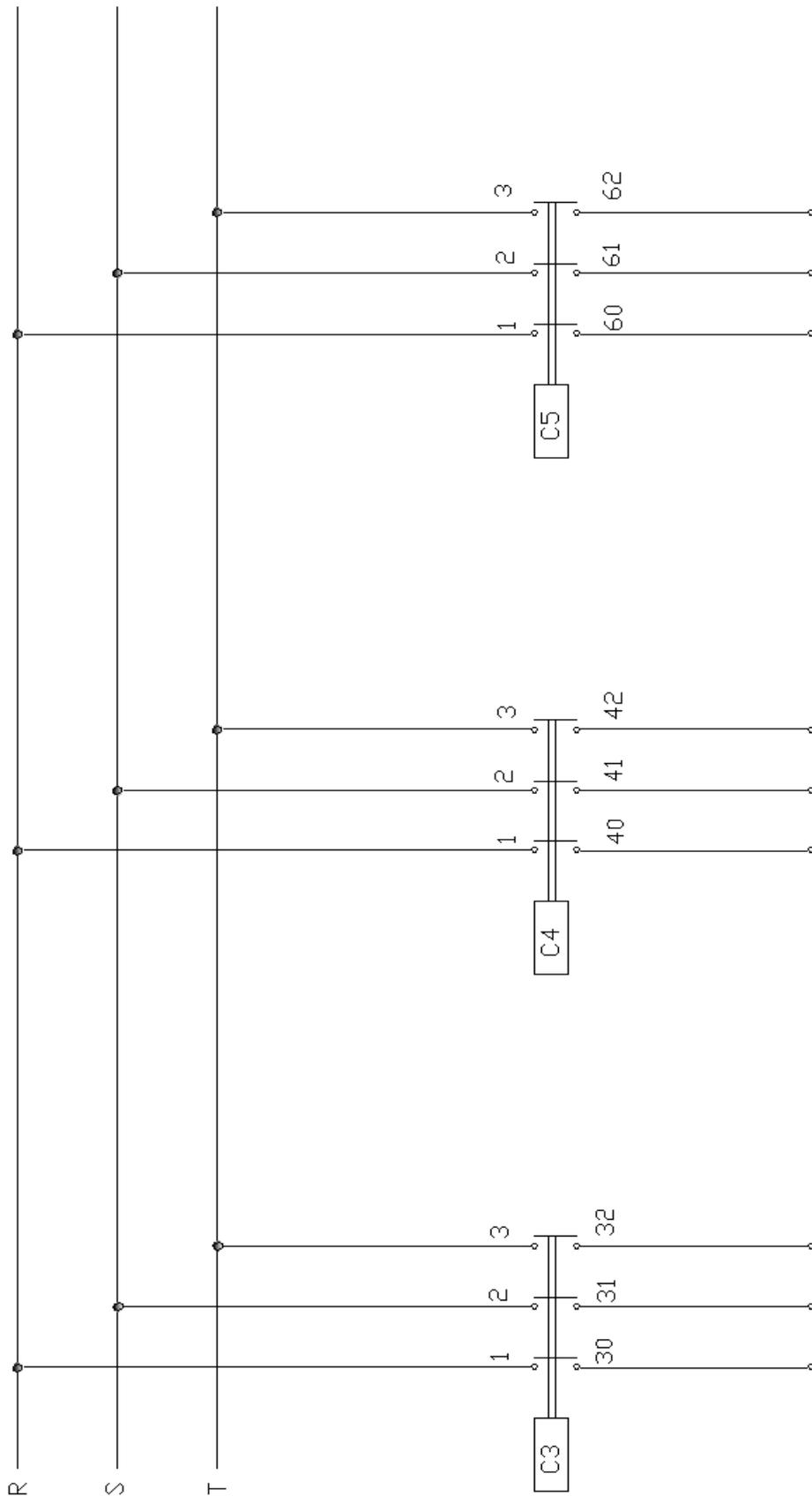
DISEÑO Y CONSTRUCCION DEL
TABLERO PROTOTIPO 1.0

Nombre: Justo L. Abril

Título:

salidas trifasicas para
motores

anexo 10



Escala 1:1

Fecha: 15-sep-09



ESCUELA DE
INGENIERIA
ELECTRONICA

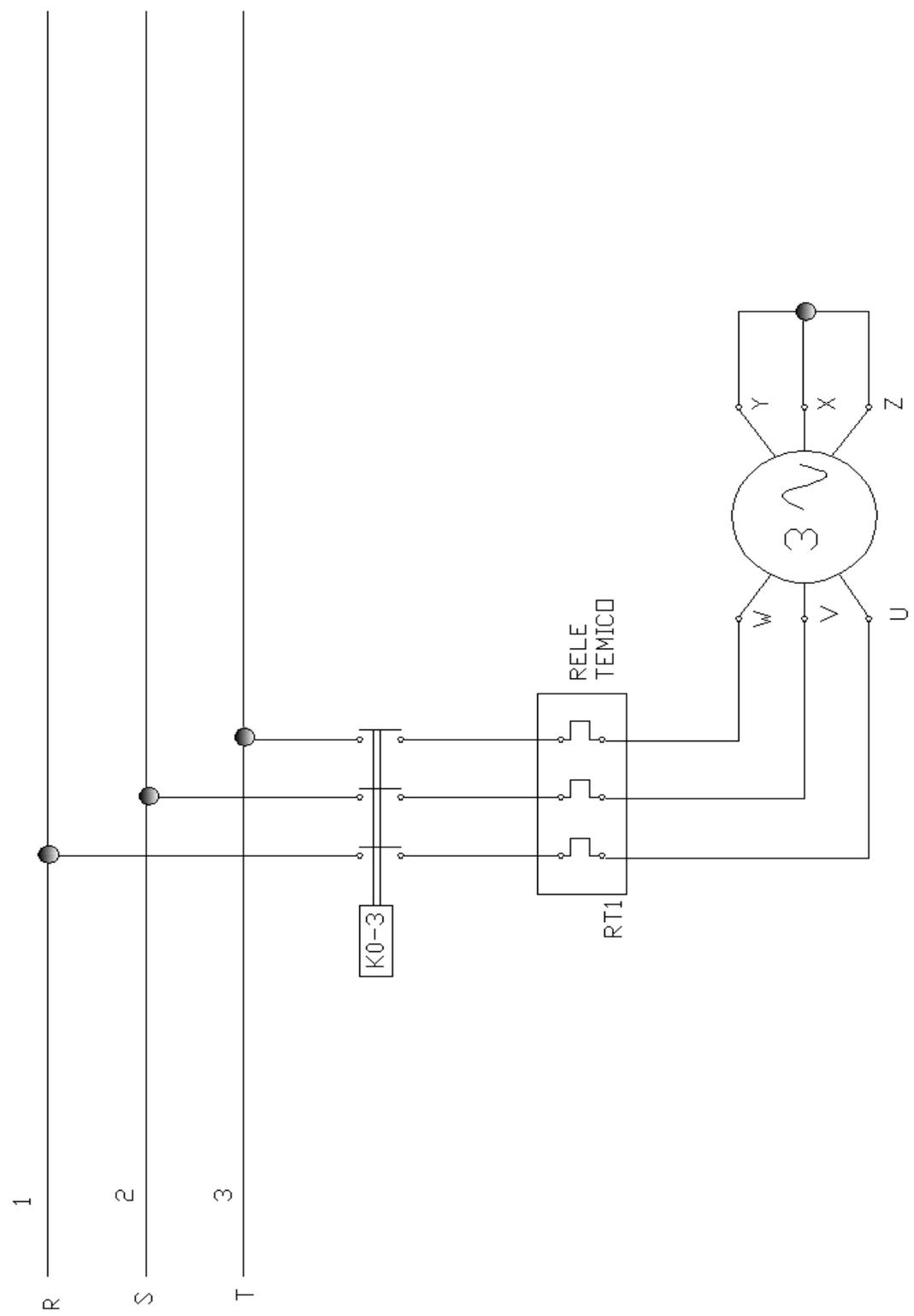
DISEÑO Y CONSTRUCCION DEL
TABLERO PROTOTIPO 1.0

Nombre: Justo L. Abril

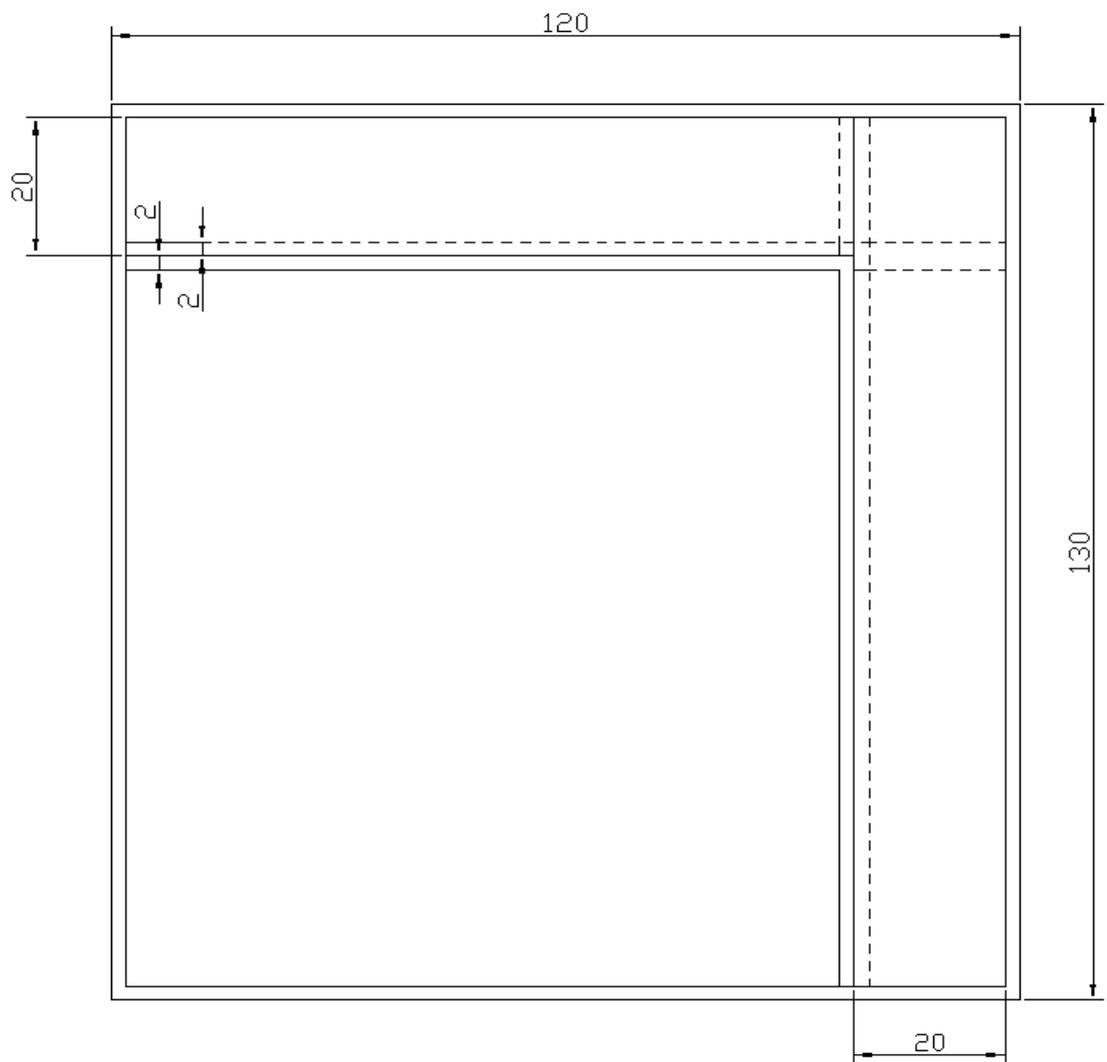
Título:

salidas trifasicas para
motores

anexo 11



Escala 1:1	Fecha: 15-sep-09	 ESCUELA DE INGENIERIA ELECTRONICA	
DISEÑO Y CONSTRUCCION DEL TABLERO PROTOTIPO 1.0			
Titulo:	conexion para los motores	anexo 12	



Escala 1:1

Fecha: 15-sep-09



ESCUELA DE
INGENIERIA
ELECTRONICA

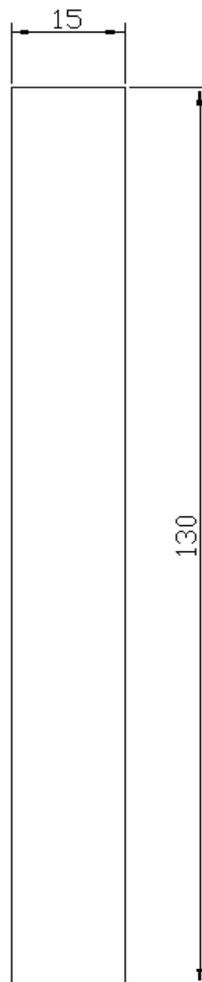
DISEÑO Y CONSTRUCCION DEL
TABLERO PROTOTIPO 1.0

Nombre: Justo L. Abril

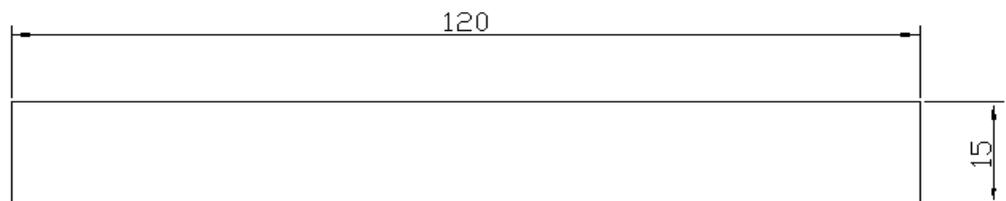
Título:

vista frontal

anexo 13



vista lateral



vista superior

Escala 10:1

Fecha: 15-sep-09



ESCUELA DE
INGENIERIA
ELECTRONICA

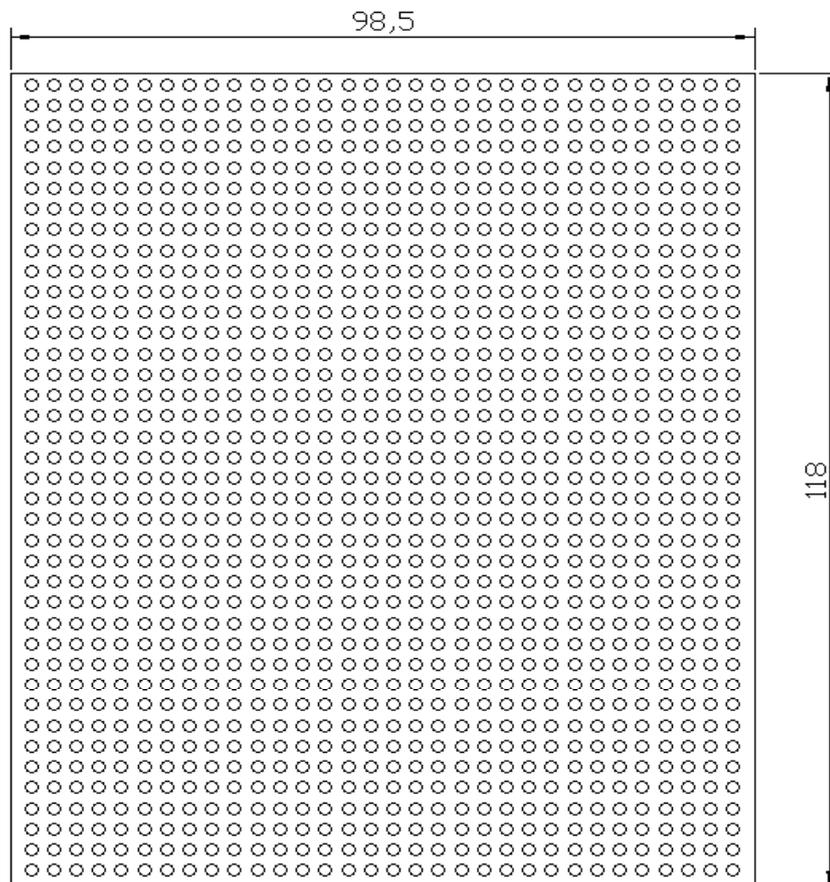
DISEÑO Y CONSTRUCCION DEL
TABLERO PROTOTIPO 1.0

Nombre: Justo L. Abril

Título:

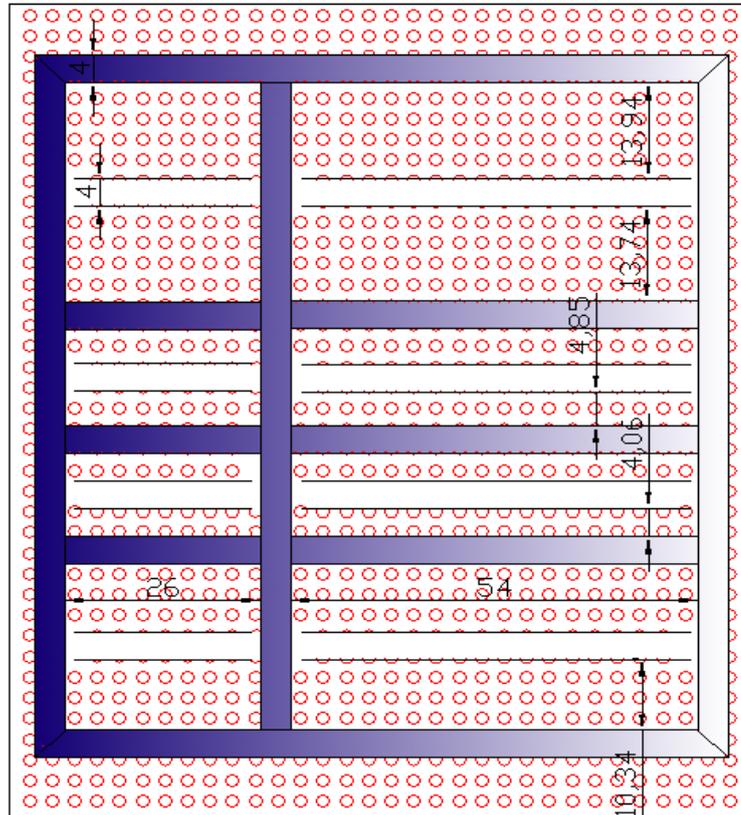
vistas lateral y superior

anexo 14



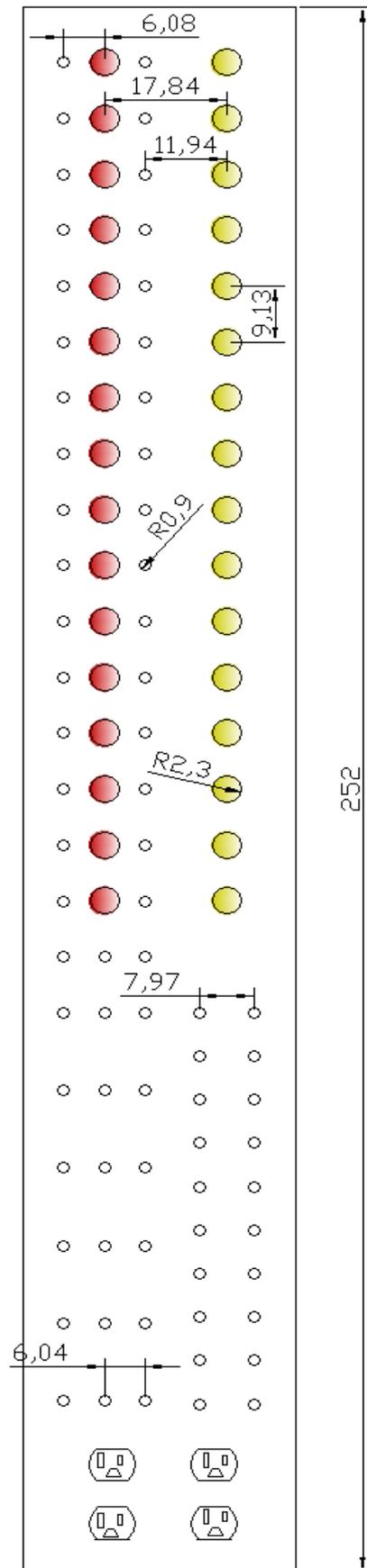
tool perforado para la ubicacion enpernada de las regletas y canaletas

Escala 1:1	Fecha: 15-sep-09	 ESCUELA DE INGENIERIA ELECTRONICA
DISEÑO Y CONSTRUCCION DEL TABLERO PROTOTIPO 1.0		
Titulo:	tool perforado	anexo 15



ubicacion enpernada de las regletas y canaletas

Escala 10:1	Fecha: 15-sep-09	 ESCUELA DE INGENIERIA ELECTRONICA
DISEÑO Y CONSTRUCCION DEL TABLERO PROTOTIPO 1.0		
Titulo:	ubicacion de regletas y canaletas	anexo 16



Escala 5:1

Fecha: 15-sep-09



ESCUELA DE
INGENIERIA
ELECTRONICA

DISEÑO Y CONSTRUCCION DEL
TABLERO PROTOTIPO 1.0

Nombre: Justo L. Abril

Título:

ubicacion de pulsantes, luces
y borneras

anexo 17