

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA ELECTRICA Y ELECTRONICA



**AUTOMATIZACION DE LA MESA DE ENFRIAMIENTO - LINEA DE
BARRA, PLANTA DE LAMINACION, ACEROS AREQUIPA S.A.**

TITULACION POR EXAMEN PROFESIONAL

PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO ELECTRICISTA

ALBERTO DANTE ALVARADO ARELLANO

PROMOCION: 1989 - II

LIMA-PERU
1996

Dedico:

A mis padres por su esfuerzo
apoyo y aliento.

A mi esposa e hijo por su
amor y cariño.

SUMARIO

El presente Informe de Ingeniería está relacionado con el proyecto de Modernización de la Automatización del proceso de fabricación de Productos no Planos de la Planta de Laminación de Aceros Arequipa S.A, para reducir al mínimo el tiempo de paradas de producción ocasionado por el control de proceso basado en lógica cableada .

Para la solución de la problemática mencionada se optó por reemplazar el control de lógica cableada por el control basado a lógica programada, a través de un PLC marca Texas Instruments Serie 405, Modelo TI 435, que además del control del proceso nos permitirá, en un futuro no muy lejano, el monitoreo del mismo así como la centralización del control desde una sala de control.

En la actualidad este sistema está funcionando satisfactoriamente, habiéndose eliminado la mayoría de problemas que existían, entre ellos el problema de regulación de tiempos.

**AUTOMATIZACION DE LA MESA DE
ENFRIAMIENTO LINEA DE BARRA,
PLANTA DE LAMINACION ACEROS
AREQUIPA S.A.**

EXTRACTO

TITULO AUTOMATIZACION DE LA MESA DE ENFRIAMIENTO -
LINEA DE BARRA, PLANTA DE LAMINACION,
ACEROS AREQUIPA S.A.

AUTOR ALBERTO DANTE ALVARADO ARELLANO

GRADO A OPTAR: INGENIERO ELECTRICISTA

FACULTAD DE INGENIERIA ELECTRICA Y ELECTRONICA

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA.

LIMA - PERU.

El presente Informe de Ingeniería está constituido por la introducción y cuatro capítulos, previamente definidos.

En la Introducción se da una idea a grandes rasgos de lo que trata el presente informe. En el Capítulo Nº I se realiza una descripción del proceso desde que ingresa la palanquilla hasta su salida como producto terminado .

En el Capítulo Nº II se indica todo lo relacionado a la selección del Controlador Lógico Programable (PLC), que incluye la selección de las tarjetas de Entradas y Salidas, la Capacidad de Memoria, la capacidad, en corriente, de la fuente de alimentación y el tipo de lenguaje a usar.

En el Capítulo Nº III, realizamos la elaboración del Programa de Control, basado en los planos de lógica

cableada, donde definimos primero las Entradas y Salidas, y luego se realiza el programa de control del proceso, mediante el lenguaje escalera y booleano.

En el Capitulo Nº IV, mostramos los costos de la automatización usando un PLC.

INDICE

	Pag
INTRODUCCION	1
CAPITULO I	
DESCRIPCION DE LA PLANTA DE LAMINACION ACEROS AREQUIPA S.A.	3
1.1 Horno de Recalentamiento	3
1.2 Tren de Desbaste	5
1.3 Tren Intermedio	6
1.4 Monoblock	7
1.5 Mesa de Enfriamiento	8
CAPITULO II	
SELECCION DEL TIPO DE CONTROLADOR.	10
2.1 Introducci3n	10
2.2 Selecci3n de componentes del sistema del PLC	10
2.2.1 M3dulos de entrada (E)	11
2.2.2 M3dulos de salida (S)	11
2.2.3 Base de alojamiento de m3dulos de entradas y salidas	11
2.2.4 Unidad de interfaz de m3quina (MIU)	17
2.2.5 CPU con fuente de alimentaci3n incorporada	17
CAPITULO III	
ELABORACION DEL PROGRAMA DE CONTROL.	25
3.1 Ciclo de trabajo del proceso	25
3.2 Lenguaje de programaci3n	25
3.3 Programa de control en lenguaje escalera y booleano	25
3.4 Planos	
3.4.1 Planos de L3gica Cableada.	29
3.4.2 Esquema de entrada al PLC.	50
3.4.3 Esquema de salida del PLC.	53
3.4.4 Programa en Lenguaje Escalera.	56
3.4.5 Programa en Lenguaje Booleano.	66
CAPITULO IV	
COSTOS.	71
CONCLUSIONES.	73
BIBLIOGRAFIA.	75

INTRODUCCION

El presente Informe de Ingeniería tiene la finalidad de transmitir la experiencia del uso del PLC en la Automatización de un sistema continuo de Laminación de productos no planos (Estación de la Mesa de Enfriamiento). La idea es mostrar la bondades en la Confiabilidad de Equipo, Mantenimiento, Ventajas para la Detección de Fallas, Montaje y Costos de Equipo frente a la Automatización por Lógica Cableada.

Este proyecto responde a la competencia que obliga de manera directa a realizar una producción casi perfecta y mucho más si esta parada significa una pérdida aproximada de US\$150 Dólares por minuto, hecho que determina la necesidad de mejorar la producción y aplicar la modernización en las instalaciones de la planta.

Una de las ventajas del uso del PLC es la determinación de tiempos de manera precisa, así como el seguimiento del proceso a través de las entradas y mejorar el control mediante las salidas y así poder determinar de manera directa las fallas correspondiente. También cabe enfatizar que se puede agregar un sin número de secuencia de control al proceso sin que este tenga necesariamente que pararse, ni mucho menos la producción respectiva.

Por todas estas razones, quedó plenamente justificada la decisión de llevar adelante la modernización de la Mesa de Enfriamiento de la Línea de Barra, aplicando lógica programada, mediante el uso de un PLC. La experiencia a ratificado esta decisión, porque en la actualidad el sistema está funcionando satisfactoriamente, habiéndose eliminado la mayoría de problemas producidos por el antiguo sistema de control, entre ellos el problema de la regulación de tiempos y las pérdidas económicas que ocasionan las continuas paradas en la producción.

CAPITULO I
DESCRIPCION DE LA PLANTA DE LAMINACION
ACEROS AREQUIPA S.A

La planta de Laminación de Aceros Arequipa S.A tiene como función realizar la producción de productos no planos, llámese ángulos, fierro corrugado, fierro redondo liso, etc. Cada una de diferentes dimensiones de acuerdo a la demanda del mercado.

Cada proceso de acuerdo a la variedad del producto tiene una duración que va de 1 a 3 minutos. Cabe señalar que todos los productos tienen similar recorrido variando únicamente las cajas y jaulas de laminación .

El proceso de laminación recorre las siguientes estaciones, ver figura N°1

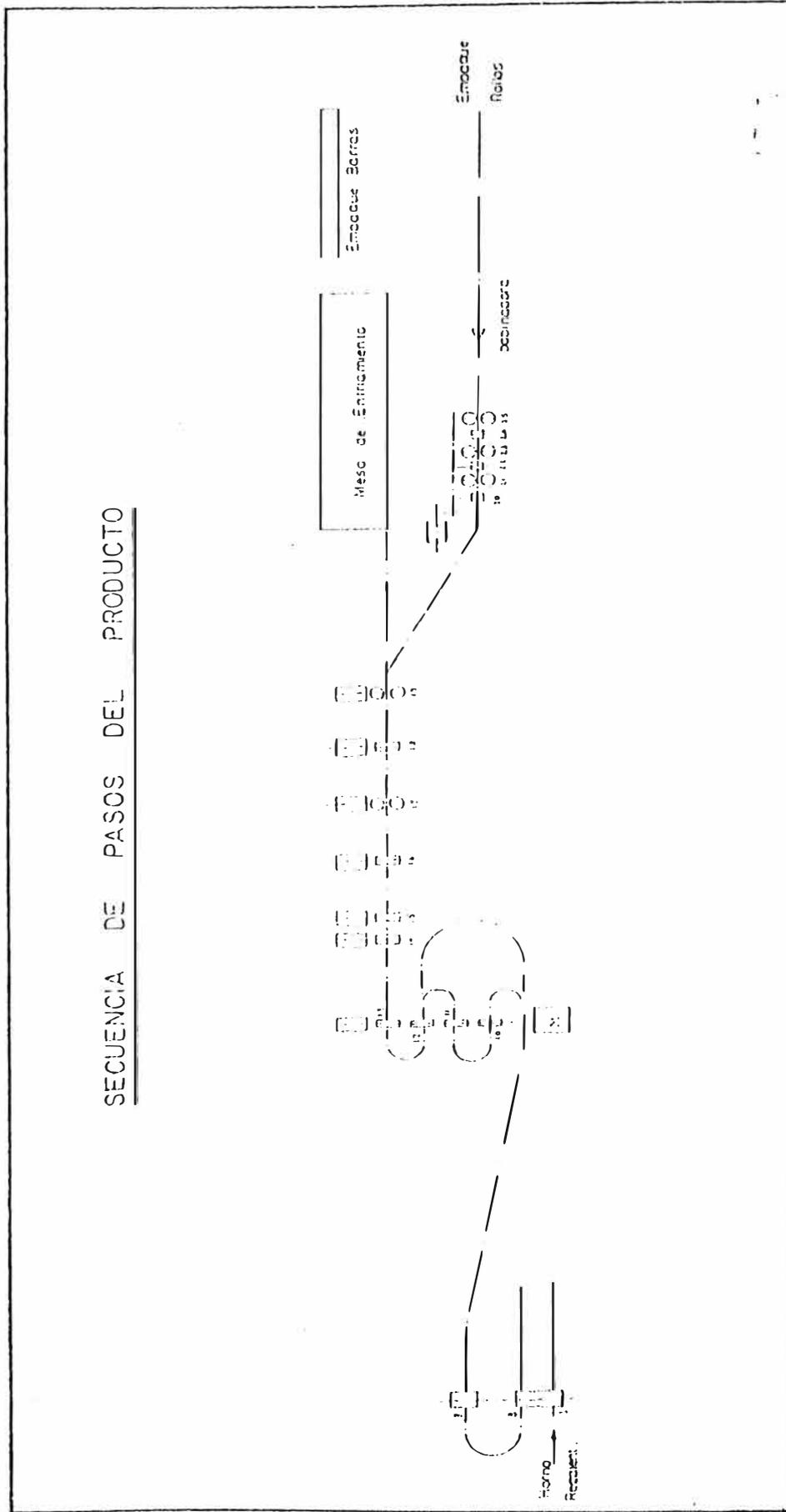
- 1.-Horno de Recalentamiento (Horno de Bendotti)
- 2.-Tren de Desbaste.
- 3.-Tren Intermedio.
- 4.-Monoblock.
- 5.-Mesa de Enfriamiento.

1.1 Horno de Recalentamiento

El Horno de Recalentamiento, llamado también Horno de Bendotti, tiene las siguiente dimensiones 12x8x2.5 m., cuya parte interior está conformado por ladrillo y mezcla refractaria, la finalidad principal es tener en su interior

Figura Nº 1

SECUENCIA DE PASOS DEL PRODUCTO



un sistema isotérmico y adiabático a la vez, mientras que la estructura exterior es metálico.

El Horno cuenta con 10 quemadores modelo Pomini (Italiano), cuya función principal es de realizar la mezcla del Petróleo Bunker 6, previamente calentado y el aire produciéndose así la atomización para obtener la mayor cantidad de Kilocalorías por galón, es necesario indicar que los quemadores se encuentran dispuestos en 5 unidades en la parte intermedia y 5 unidades en la parte final del horno.

La palanquilla (10x10x600 cm.) realiza dentro del horno 93 ciclos completos y tarda aproximadamente 1 minuto por ciclo, cada ciclo consiste en las siguientes acciones levantamiento, avance, bajada y retroceso, esfuerzo realizado por dos vigas galopantes y éstas son accionadas por una Centralina de Aceite.

La palanquilla desde su ingreso hasta su salida permanece alrededor de 2 horas tiempo en la cual alcanza la temperatura de 1010 a 1015 °C.

La secuencia del calentamiento el Bunker 6 se realiza en dos anillos: Anillo Primario y Anillo Secundario. En esta secuencia se alcanzan temperaturas de 60 °C.

En lo referente al control de temperatura y presión del Horno esta se realiza por medio de Reguladores tipo PID.

1.2 Tren de Desbaste

En esta segunda estación cabe señalar que la palanquilla pierde su forma cuadrada y pasa a llamarse barra, durante

éste proceso la palanquilla recorre 8 pasos.

El Tren de Desbaste está conformado por un motor de un 1 MW de potencia el mismo que tiene un arranque rotórico de tipo líquido. Cabe señalar la relación directa que hay entre la concentración de sal del Reostato líquido y el Torque que se genera.

Al eje del motor se conecta una volante (su función es vencer es mantener la inercia durante el laminado) y una caja de laminación denominado el TRIO (compuesto por tres cilindros de laminación en paralelo), en la que se encuentran ubicado 4 pasos inferiores y 4 pasos superiores.

Antes de entrar al trió se encuentran los Motorodillos de Entradas a Trió, luego vienen los Motorodillos del Banco Móvil y Motorodillos después del Banco Móvil.

El Control de este equipo lo realiza el operador en el Púlpito N^o 1, luego de haber hecho ingresar la barra por el paso N^o1, para hacer ingresar al paso N^o2, el operador accionará el banco móvil (accionado por un pistón de carrera de 2m), levántadose así toda esta estructura.

Este proceso se repite una y otra vez. Durante éste proceso el consumo de corriente de motor del desbaste es de 90-110 Amp.

1.3 Tren Intermedio

En esta tercera estación definitivamente las barras pierden la forma cuadrangular y toman la forma ovoidal.

Esta tercera estación está conformado por un motor de 1 MW de potencia de arranque por resistencia rotórica

(banco de resistencias) la idea es de atenuar la corriente de arranque y hacer el arranque más suave. A lo largo de su eje se encuentran 4 cajas de laminación cada una de ellas con dos cilindros de laminación.

Todo este proceso es automático y depende únicamente de las condiciones en que se encuentren la barra.

Para que la barra llegue a esta estación, se requiere de dos arrastradores dispuestos a lo largo de su recorrido, los arrastradores vienen a ser rodillos accionados por un motor por medio de una faja y presionados por un pistón que se acciona cada vez que la barra pasa por su delante (cuando la fotocelúla detecta la presencia de la barra) Debe argumentarse además que a la barra, al salir del TRIO se le corta la cabeza y la cola por medio de la cizalla volante N^o 1.

Seguidamente la barra entra a la dobladora con la velocidad del arrastrador N^o 2 , la misma que es detectado por un detector de proximidad y realiza así conteo de tiempo para accionar el pistón que levanta a la dobladora justo cuando la barra ha ingresado a la caja de laminación, este proceso se repite de 1 a 3 veces dependiendo de la producción.

1.4 Monoblock

En la cuarta estación la barra sale del tren Intermedio para luego pasar de la jaula N^o13 a la N^o19. Durante este proceso la barra deja este nombre para llamarse varilla, y la última jaula N^o 19, viene a constituirse en la Jaula

acabadora.

En esta estación cada jaula está conformado por una motor de corriente continua de 430 Kw - 440 Vcc y de conexión independiente, la misma que tiene su sistema de protección de sobrevelocidad (interruptor centrífugo y dínamo taquimétrico), intercambiador de calor conformado por un ventilador y radiador de agua.

La barra al ingresar a la jaula inicialmente es vista por un detector de proximidad que da la señal de inicio para que el pistón (formador de bucle) se levante y forme así el bucle correspondiente. Cabe señalar que entre jaulas existe una roto sonda que tiene la función de mantener el bucle a una determinada altura para lo cual su señal es dato de entrada para el control de velocidad de giro de los cilindros correspondientes y mantener el formador de bucle levantado.

Cabe destacar también que la velocidad de los motores para cada tipo de producción es determinado por el operador, en forma manual la misma que es comparada por la señal que da la dínamo taquimétrico .

1.5 Mesa de Enfriamiento

La varilla al salir de la jaula acabadora es vista por un detector de proximidad que hace entrar en funcionamiento al arrastrador, la que impulsa a la varilla e inicia también el conteo para la realización del corte de medida por parte de la cizalla volante N^o 2 a una longitud de 36 m . Luego de realizado el corte correspondiente esta señal

ingresa como dato para el inicio del vuelco de barra para hacer funcionar la automatización de la mesa de enfriamiento (casetos A y B, empiladores ñatos, rastrillos móviles y wimmlers, respectivamente).

La Mesa de Enfriamiento está conformada por motores rodillos de entrada a la mesa de enfriamiento en un número de 11 la misma que se encarga de hacer ingresar a la varilla a la velocidad del arrastrador

Seguidamente los casetos empiezan a funcionar en la posición alta baja e intermedia cada uno de ellos accionado de manera continua por sus detectores de continuidad.

Luego que haya pasado la varilla correspondiente esta es cogida por los empiladores ñatos y trasladada a los rastrillos móviles y así continua sucesivamente hasta llegar a la zona de los wimmlers, las misma que se encarga de llevar al conjunto de varillas hasta los motorodillos de salida de la mesa de enfriamiento . Seguidamente estas son igualadas y cortadas por la cizalla en frío en longitudes de 9 m. terminándose así la producción.

En esta etapa las varillas al ingresar lo hacen a la temperatura de 300 a 400 °C , y al finalizar terminan a una temperatura de 30 - 35 °C.

Estas varillas son contadas y luego empaquetadas para su comercialización respectiva

CAPITULO II SELECCION DEL TIPO DE CONTROLADOR

2.1 Introducción

Para estar de acuerdo con el estado de la técnica, se seleccionó un Controlador Lógico Programable (PLC).

En el mercado se ofrecían diferentes marcas y modelos equivalentes entre si. Se optó por un PLC Texas Instruments de la serie 405 modelo TI 435, por cuanto los representantes de esta marca, en comparación a otras, ofrecían respaldo técnico para su programación, pruebas y puesta en marcha del proceso, en forma gratuita. Además garantizaban stock disponible para los productos de la serie 405, tales como fuentes de alimentación, procesadores, tarjetas de entrada y salida, interfases para programación, bases de conexiones, etc.

Finalmente, los costos del equipo fueron menores frente a los de otras marcas.

2.2 Selección de componentes del sistema del PLC

Los componentes que conforman el Sistema del PLC son:

- 1.-Módulos de entradas (E).
- 2.-Módulos de salidas (S).
- 3.-Base de alojamiento de entrada y salida.
- 4.-Unidad de interfaz de máquina (MIU).
- 5.-CPU con fuente de alimentación incorporada.

Considerando que en un futuro habrán ampliaciones, el PLC se adecua perfectamente, según veremos a continuación.

2.2.1 Módulos de entradas (E)

El proceso en total tiene 48 entradas, como se puede ver en los esquemas de la páginas 40,41 y 42, del Capítulo III.

Dado que las señales de entrada del proceso son del tipo discreto ON OFF se han seleccionado 3 módulos de entrada de 16 puntos cada uno, del tipo U-25N, cuyas características se muestran en la Tabla N01, siendo su esquema de conexiones el mostrado en la figura N02.

2.2.2 Módulos de salidas (S)

El proceso tiene en total 32 salidas para los dispositivos de campo, como se puede ver en los esquemas de las páginas 43, 44 y 45, del Capítulo III.

Al igual que para los módulos de entradas, las señales de salida para el proceso son discretas (ON - OFF), por lo que se seleccionó 4 módulos de salida del tipo U-20T, cuyas características se muestran en la Tabla N02, siendo su esquema de conexiones el mostrado en la figura N03.

2.2.3 Base de alojamiento de módulos de entradas y salidas

La selección de la base de alojamiento de los módulos de entradas y salidas estuvo condicionado al número de módulos de entradas y salidas, que en total fueron 7, razón por la que se seleccionó el modelo U-08B que ofrece 8 alojamientos con facilidades de expansión.

Las características de este dispositivo se muestran en la tabla N03.

Tabla Nº 1

Características del módulo de entrada discreta

Características	U-05N Entrada 12-24 VCC (Lógica negativa)	U-50N Entrada 24-48 VCC (Aislada)	U-55N Entrada 12-24 VCA/VCC
Circuitos por módulo	16	8	16
Conductores neutros por módulo	2	8	2
Límites normales de tensión de entrada	10.2-26.4 Vcc	20-52.8 Vcc	10.2- 26.4 Vca/Vcc
Frecuencia CA	-	-	47-63 Hz
Tensión de entrada máxima	25.4 Vcc	52.8 Vcc	37.5 Vca/Vcc
Corriente de entrada	3.8 mA (12 V) 8.3 mA (24 V)	5 mA (24 V) 10 mA (48V)	3.8 mA (12 V) 8.3 mA (24 V)
Características de conmutación de entrada			
Nivel ON	9.5 V	>18 V	9.5 V
Nivel OFF	4.0 V	<7 V	3.0 V
Respuesta OFF a ON	1-7 ms	3-10 ms	5-40 ms
Respuesta ON a OFF	2-12 ms	3-12 ms	10-50 ms
Indicador de estado	Lado lógico	Lado lógico	Lado lógico
Corriente máx. por entrada OFF	1.5 mA	1.5 mA	1.5 mA
Corriente mín. por entrada ON	3.5 mA	3.5 mA	4.0 mA
Consumo de alimentación interna (máx.) @ +5 V	150 mA	100 mA	150 mA
Peso	250g	250g	250g
Conector insertable	SI	SI	SI
Disminución de temperatura	No	No	No
Características	U-20N Entrada 115/230 VCA (Lógica negativa/positiva)	U-25N Entrada 115 VCA	
Circuitos por módulo	8	16	
Conductores neutros por módulo	2	2	
Límites normales de tensión de entrada	80-265 Vca	80-132 Vca	
Frecuencia CA	47-63 Hz	47-63 Hz	
Tensión de entrada máxima	255 Vca	132 Vca	
Corriente de entrada	8.5 mA (100 V, 60 Hz) 20 mA (230 V, 60 Hz)	12.5 mA (100 V, 60 Hz) 14.5 mA (115 V, 60 Hz)	
Características de conmutación de entrada			
Nivel ON	>70 V	>70 V	
Nivel OFF	<30 V	<30 V	
Respuesta OFF a ON	5-30 ms	5-30 ms	
Respuesta ON a OFF	10-50 ms	10-50 ms	
Indicador de estado	Lado lógico	Lado lógico	
Corriente máx. por entrada OFF	2 mA	2 mA	
Corriente mín. por entrada ON	5 mA	7 mA	
Consumo de alimentación interna (máx.) @ +5 V	100 mA	150 mA	
Peso	240g	270g	
Conector insertable	SI	SI	
Disminución de temperatura	No	No	

Figura Nº 2

U-25N
 115 VCA
 Módulo de entrada

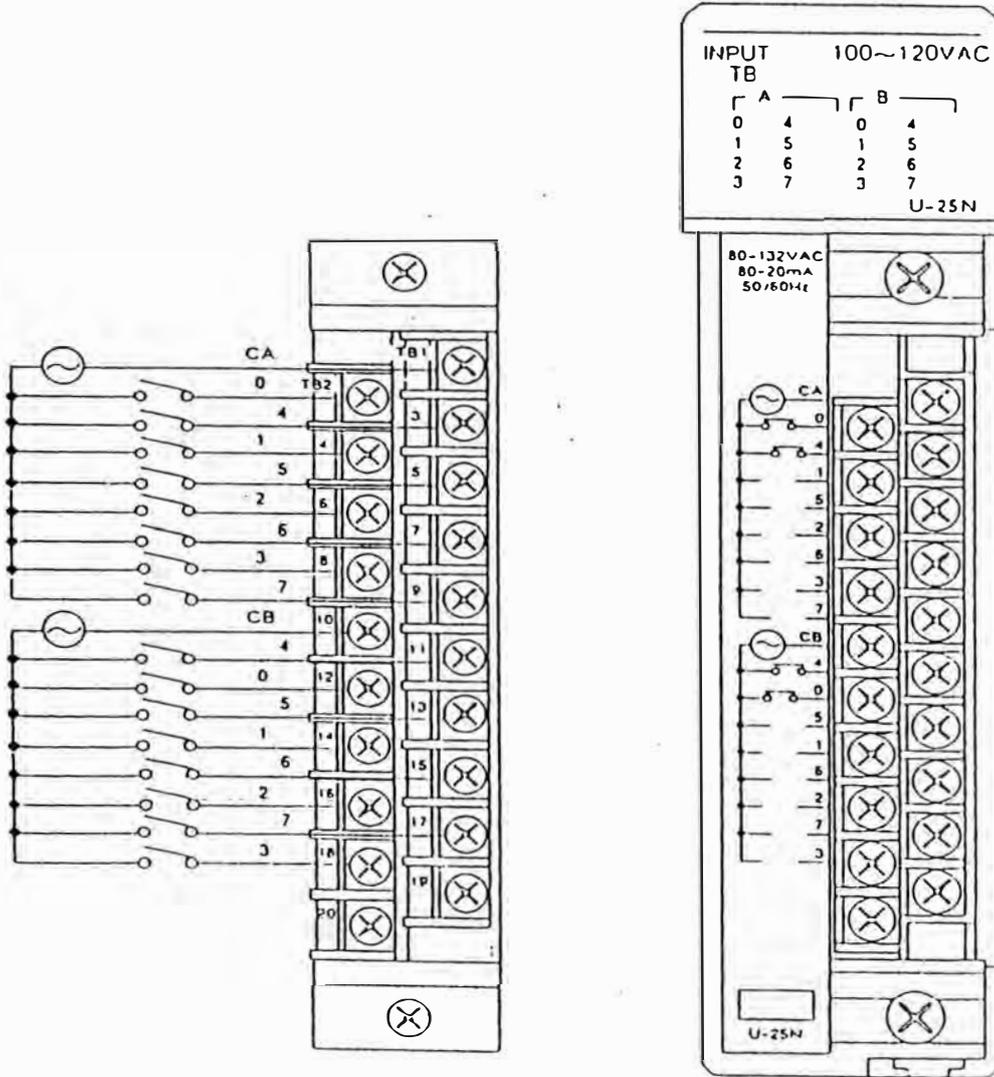


Tabla Nº 2

Características del módulo de salida discreta

Características	U-01T Salida relé	U-05T Salida relé	U-12T Salida 12/24 Vcc (Lógica negativa, colector)	U-55T Salida 12/24 Vcc (Lógica positiva, fuente)
Tipo de salida	Relé N. O	Relé N. O	NMOS FET Colector abierto	IPTI
Circuitos por módulo	8	16	8	16
Conductores neutros por módulo	2	2	2	2
Tensión operativa	5-250 Vca 5-30 Vcc	5-250 Vca 5-30 Vcc	10.2-26.4 Vcc	10.2-26.4 Vcc
Tensión de cresta	265 Vca	265 Vca	40 V	40 Vcc
Corriente máxima (resistiva)	2 A 5 A/ conductor neutro 5 A/ conductor neutro	1 A 5 A/ conductor neutro 5 A/ conductor neutro	2 A 5 A/ conductor neutro 5 A/ conductor neutro	0.5 A 3 A/ conductor neutro 3 A/ conductor neutro
Corriente de pérdida máxima	0.1 mA @ 265 Vca	0.1 mA @ 265 Vca	0.1 mA @ 40 Vcc	0.1 mA @ @ 40 Vcc
Caída de tensión ON	-	-	0.5 V @ 2 A	1.5 V @ 0.5 A
Carga mínima recomendada	5 mA @ 5 Vcc	5 mA @ 5 Vcc	0.2 mA @ 5 Vcc	0.2 mA @ 5 Vcc
Cresta de arranque	2 A	4 A	6 A para 100 ms 12 A para 10 ms	1 A para 100 ms 2 A para 10 ms
Respuesta OFF a ON	12 ms	10 ms	1 ms	1 ms
Respuesta ON a OFF	12 ms	10 ms	1 ms	1 ms
Indicador de estado	Lado lógico	Lado lógico	Lado lógico	Lado lógico
Fusibles Internos	2 @ 8 A	2 @ 8 A	2 @ 7 A	2 @ 5 A
Fusibles reemplazables	No	No	No	No
Consumo de alimentación interna (máx.) @ +5 V	550 mA	1000 mA	150 mA	350 mA
Peso	260g	310g	240g	280g
Conector Insertable	SI	SI	SI	SI
Disminución de temperatura	No	No	No	SI
Alimentación externa requerida	No	No	35 mA máx @ 26.4 Vcc	No

Características	U-15T Salida 24 VCC (Lógica negativa, colector)	U-20T Salida 115/230 VCA	U-25T Salida 115/230 VCA
Tipo de salida	NPN Colector abierto	SSR	SSR
Circuitos por módulo	16	8	16
Conductores neutros por módulo	2	2	2
Tensión operativa	4.5-26.4 Vcc	15-265 Vca	15-265 Vca
Tensión de cresta	40 V	265 V	265 Vca
Corriente máxima (resistiva)	0.5 A 3 A/conductor neutro	2 A 5 A/conductor neutro	0.5 A 3 A/conductor neutro
Corriente de pérdida máxima	0.1 mA @ 40 Vcc	5 mA @ 265 Vca	4 mA @ 265 Vca
Caída de tensión ON	0.5 V @ 0.5 A	1.5 V @ 2 A	1.5 V @ 0.5 A
Carga mínima recomendada	0.2 mA	10 mA @ 15 V	10 mA @ 15 V
Cresta de arranque	1 A para 100 ms 2 A para 10 ms	10 A para 100 ms 30 A para 10 ms	10 A para 100 ms 15 A para 10 ms
Respuesta OFF a ON	0.5 ms	1 ms	1 ms
Respuesta ON a OFF	0.5 ms	1 ms + 1/2 ciclo	1 ms + 1/2 ciclo
Indicador de estado	Lado lógico	Lado lógico	Lado lógico
Fusibles Internos	2 @ 5 A	2 @ 8 A	2 @ 5 A
Fusibles reemplazables	No	No	No
Consumo de alimentación interna (máx.) @ +5 V	200 mA	250 mA	450 mA
Peso	270g	330g	350g
Conector Insertable	SI	SI	SI
Disminución de temperatura	No	SI	SI
Alimentación externa requerida	125 mA a 24 Vcc	No	No

Figura Nº 3

U-20T
 8 puntos
 115/230 VCA
 Módulo de salida

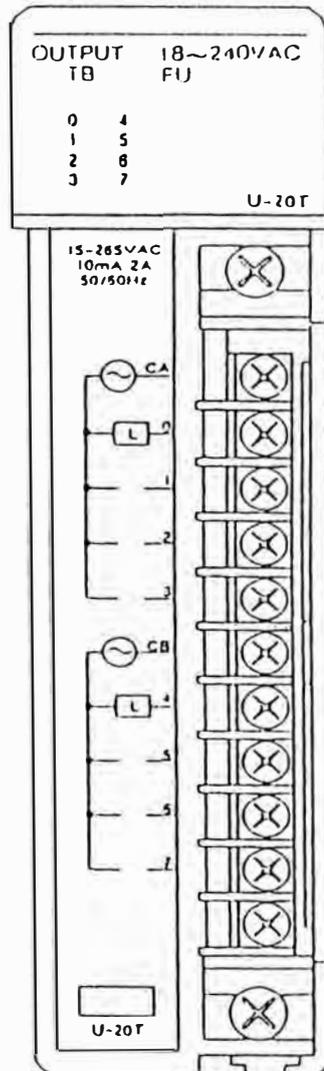
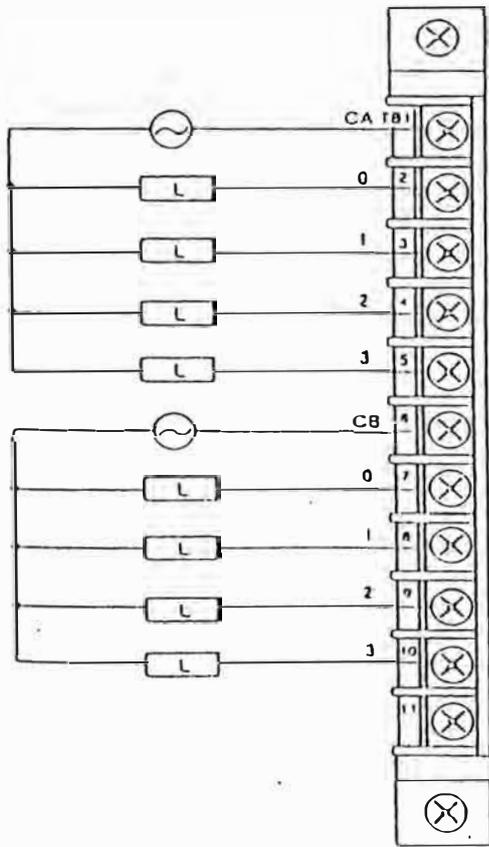


Tabla Nº 3

Características de la base

Características ambientales de la base

La tabla siguiente lista las características ambientales de las bases con cuatro, seis y ocho alojamientos.

Temperatura operativa	0° a 60° C (32° a 140° F)
Temperatura de almacenamiento	-20 a 70° C (4° a 158° F)
Humedad operativa	5% a 95% (sin condensación)
Aire ambiental	Gases corrosivos prohibidos
Tensión de aislamiento	600 VCA, 1 min. entre tierra y circuito. Nota: Sin tensión de aislamiento, si se cortocircuita entre tierra y circuito.
Resistencia de aislamiento	10M ohmios. 500 VCC entre tierra y circuito. Nota: Sin aislamiento, se cortocircuita entre tierra y circuito.
Inmunidad a ruido	NEMA ICS3-304. Impulso 1000 V 1 ms.

Dimensiones de las bases

	Modelo U-04BJ	Modelo U-04B	Modelo U-06BJ	Modelo U-06B	Modelo U-08BJ	Modelo U-08B
Alojamientos	4	4	6	6	8	8
Posibilidad de expansión	No	Si	No	Si	No	Si
Longitud	293mm	293mm	367mm	367mm	441mm	441mm
Largitud	150mm	150mm	150mm	150mm	150mm	150mm

2.2.4 Unidad de interfaz de máquina (MIU)

La selección de la unidad de interfaz de máquina (MIU) se basó en que es un dispositivo portátil de programación y que ofrece además

- Presentación de mensajes
- Supervisión de valores de temporizadores y contadores.
- Programación de cartucho de memoria.
- Ofrece una gama completa de operaciones de introducción y edición de programa incluyendo la busca y reemplazo.

Las características de este dispositivo se muestran en la tabla N°4, mientras que su característica externa se muestra en la figura N°4.

2.2.5 CPU con fuente de alimentación incorporada

Para la selección del modelo de CPU con fuente de alimentación incorporada nos basamos en los cálculos de capacidad de memoria para el programa de control y el consumo de corriente de los elementos del sistema del PLC que a continuación se muestra .

Capacidad de memoria para el programa

El espacio de memoria para el programa se calculó tomando en consideración el procedimiento seguido por el texto " Programmable Controllers" de T. Hugues que consiste en lo siguiente

$$\text{Capacidad de Memoria} = 1.25 * [(N_{OE} + N_{OS}) * 10 (Pal / Pto)]$$

N_{OE} = Número de entradas (Punto).

Tabla Nº 4

Características de la programación y del almacenamiento de programas

La tabla 1-2 lista las características ambientales y operativas de la unidad interfaz de máquina (MTU) modelo S-10P. La tabla 1-3 lista las características de los cartuchos de memoria CMOS, EEPROM y UVPROM.

Tabla 1-2 Características de la unidad interfaz de máquina

Temperatura operativa	0° a 60° C (32° a 140° F)
Temperatura de almacenamiento	-10° a 65° C (14° a 149° F)
Humedad	20 a 90 %, sin condensación
Aire ambiental	Gases corrosivos prohibidos
Vibración	MIL STD 810C 514.2
Resistencia a choque	MIL STD 810C 516.2
Inmunidad a ruido	NEMA ICS3-304. Impulso 1000 V 1 ms.
Dimensiones	145 mm. x 118 mm. x 30 mm.
Peso	380 g. (no incluye el cartucho de memoria)
Tipo de visualización	LCD
Tamaño de visualización	24 caracteres/2 líneas
Indicadoras LED de visualización	Run, Test, Pgm
Teclado	55 teclas
Requisitos de suministro de alimentación	
UVPROM	12.5 VCC, 6 VCC
Suministro externo	5 VCC \pm 5 %
Consumo de energía interna	200 mA + 120 mA para el retroalumbrado
Escritura en el cartucho de memoria	843 mA + 120 mA para el retroalumbrado
Comunicaciones de la CPU	RS-232-C asincrono, semi-duplex.
Formato de datos	1 bit de marcha, 8 bits de datos, 1 bit de paridad impar y 1 bit de parada
Velocidad de transferencia de datos	9600 bps
Interfaz de cassette	
Velocidad en baudios	680
Tiempo de transferencia	1 minuto por K
Requisitos de interfaz	1 entrada de micrófono 1 salida de auriculares
Límites de frecuencia	300 a 4000 Hz (mínimo)
Parpadeo	<0.5 %

Figura Nº 4

4.1.1 Unidad interfaz de máquina S-10P

La unidad interfaz de máquina modelo S-10P (ilustración 4.2) es un dispositivo de programación portátil simplificado. Proporciona la posibilidad de introducir y editar programas, guardar y recuperar programas en cintas de datos o cartuchos de memoria, controlar el funcionamiento y el estado del sistema. Las teclas de la MIU se dividen en cuatro grupos (ilustración 4.3). Dentro de estos grupos se hallan las teclas de primer y segundo nivel. Las teclas de primer nivel representan funciones activadas con una pulsación de tecla simple. Las teclas de segundo nivel activan la función al pulsar primero la tecla Shift y luego la tecla de la función.

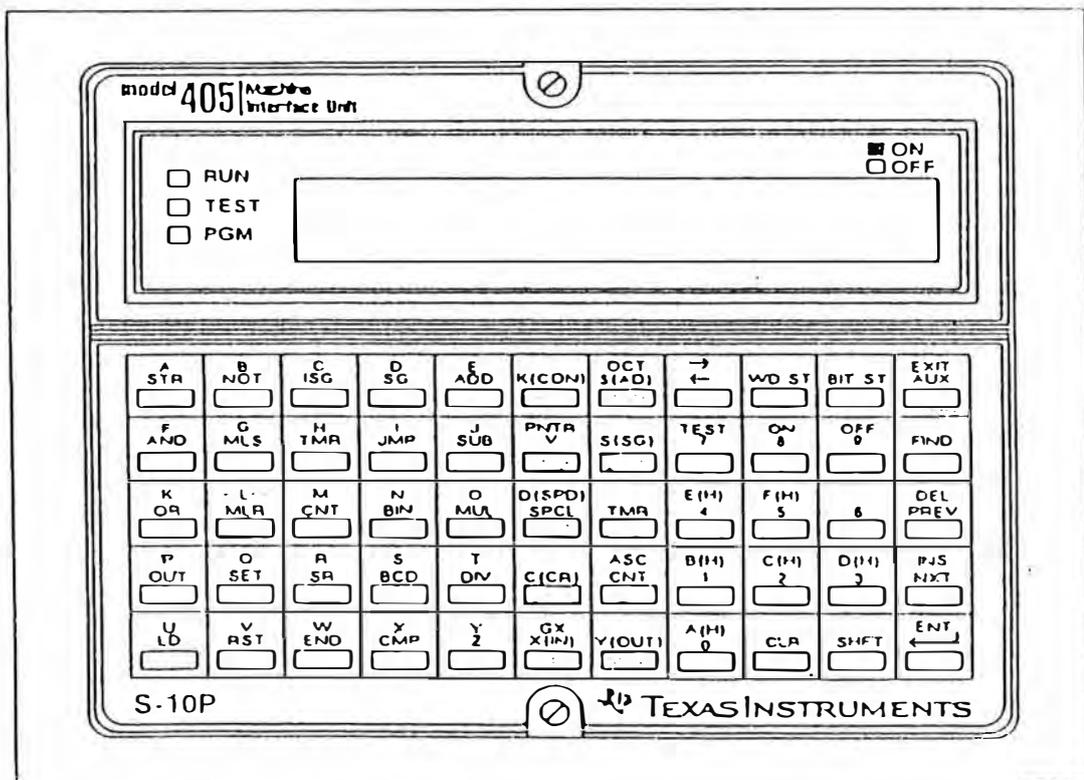


Ilustración 4-2 Unidad interfaz de máquina modelo S-10P

NOS = Número de salidas (Punto).

(Pal/Pto)= Palabra por punto.

1.25 = Factor que contempla el 25% de reserva.

Por lo tanto, en nuestro caso será

NOE = $16 * 3 = 48$

NOS = $8 * 4 = 32$

La capacidad de memoria será:

$C.M = 1.25 * [(48 + 32) * 10] = 1000 = 1K.$

Con lo que el modelo elegido fue el TI 435 que tiene una capacidad de 7.5K de memoria para programas. Las características del CPU se muestra en la tabla N^o 5, y el CPU como unidad se ve en la figura N^o 5

Consumo de corriente de elementos del sistema del PLC

Para realizar el cálculo de consumo de corriente de los elementos del sistema, primero debemos tener en cuenta que el total de corriente suministrada por el CPU como fuente es de 3700 mA, y que el resultado a calcular debe ser menor a este valor.

A continuación presentamos la hoja de cálculo para el presupuesto de consumo.

Tabla Nº 5

Características de la CPU

Características generales de los modelos TI425 y TI435

La tabla siguiente lista las características ambientales y operativas de las CPU TI425 y TI435.

Temperatura operativa	0° a 60°C (32° a 140°F)		
Temperatura de almacenamiento	-20° a 70°C (4° a 158°F)		
Humedad	5 a 95 %, sin condensación		
Aire ambiental	Gases corrosivos prohibidos		
Vibración	MIL STD 810C 514.2		
Resistencia a choque	MIL STD 810C 516.2		
Tensión de aislamiento	1500 VCA. 1 min. entre el contacto primario, secundario, FG y Run.		
Resistencia de aislamiento	20M ohmios. 500 VCC entre el contacto primario, secundario, FG y Run.		
Inmunidad a ruido	NEMA ICS3-304. Impulso 1000 V 1 ms.		
Dimensiones (mm.)	108 (Anch.) x 150 (Alt.) x 110 (P.)		
Límites de tensión	85 a 132 VCA/170 a 264 VCA		
Límites de frecuencia	47 a 63 Hz.		
Corriente de entrada	1.3 A		
Aflujo de corriente	20 A máximo		
Alimentación de la entrada	50 W máximo		
Tensión de salida	5.1 V ± 0.25 V	20 a 28 V	+12 V -12 V
Ondulación	Inferior a 100 mVp-p	Superior a 1 Vp-p	Inferior a 100 mV
Corriente de salida	0.1 a 3.7 A	0 a 0.4 A	25 mA
Lenguaje de programación	RLL y MSL™		
Conjunto de instrucciones	Operaciones booleanas y de datos		
Capacidad programa	6.5K (TI425); 10.5K (TI435)		
Memoria en escalera	3.5K (TI425); 7.5K (TI435)		
Memoria variable	3K		
Temporizadores/contadores	128/128		
Relés de control	480		
Memoria retentiva programable	Si		
Almacenamiento de programa (TI425)	Incorporado		
RAM (con pila de respaldo)	Si		
UVPR0M	No		
EEPROM	Si		
Back-up por cinta de cassette	Si		

Figura Nº 5

Conexión del cableado a la línea de distribución

Retire el panel delantero de la parte izquierda de la CPU o de la unidad de expansión. Asegúrese de que la alimentación está desconectada (off); conecte los cables de alimentación a los terminales 6, 7 y 8 (ilustración 2.11.).

Conecte a o retire de la línea de 110 VCA o 220 VCA la barra de cobre según las indicaciones de la sección 2.8. Finalmente, vuelva a colocar el panel delantero para cubrir el cableado.

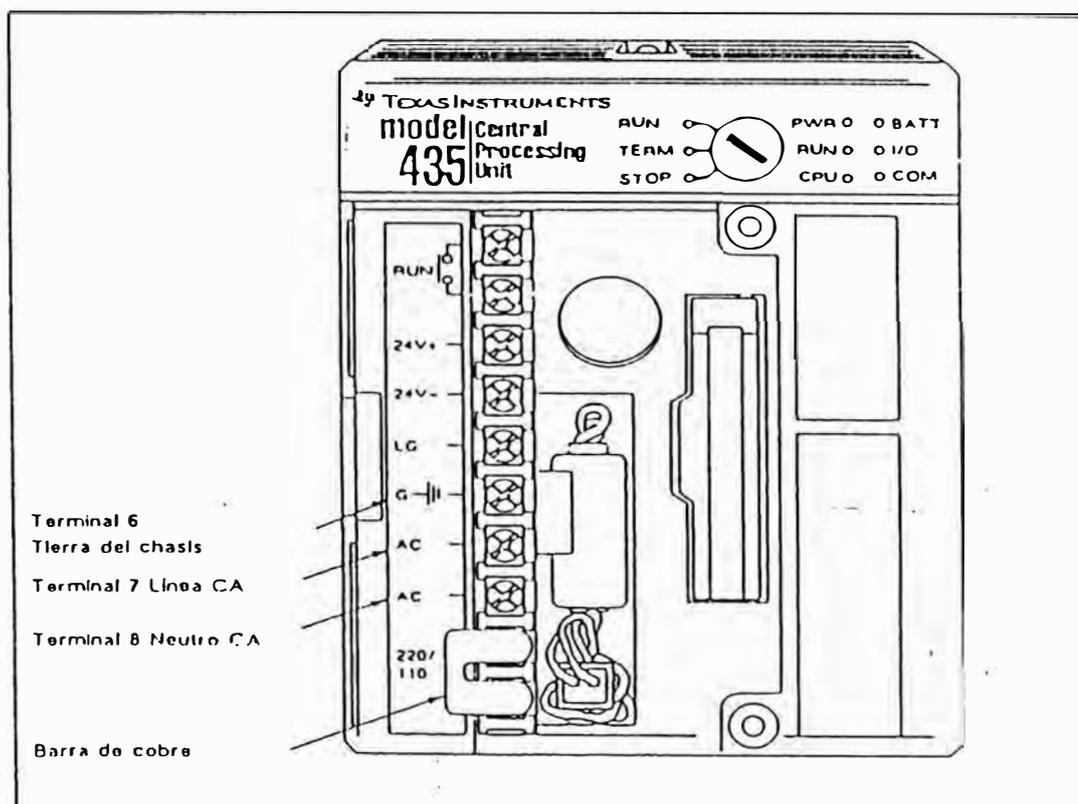


Ilustración 2-11 Conexión del cableado de la CPU a la línea de distribución

ADVERTENCIA

Para minimizar el riesgo de descarga, asegúrese de que la unidad está correctamente instalada en un encaje para restringir el acceso a terminales bajo tensión. Esta operación debe ser ejecutada sólo por personal experimentado en el uso de alta tensión.

Posición de módulo	Tipo de módulo	Consumo corriente en mA
Alojamiento 0	U-25N 110 VCA IN - 16 Ptos	150
Alojamiento 1	U-25N 110 VCA IN - 16 Ptos	150
Alojamiento 2	U-25N 110 VCA IN - 16 Ptos	150
Alojamiento 3	U-20T 110 VCA OUT - 8 Ptos	250
Alojamiento 4	U-20T 110 VCA OUT - 8 Ptos	250
Alojamiento 5	U-20T 110 VCA OUT - 8 Ptos	250
Alojamiento 6	U-20T 110 VCA OUT - 8 Ptos	250
Alojamiento 7	Reserva para salida	250
	Unidad de interfaz de máquina S-10P	320
	Base	80

Total de corriente Consumida2100 mA

Comparando resultados, observamos que la corriente consumida por nuestra configuración es de 2100 mA, y es mucho menor al tope de 3700 mA, por lo que la selección es correcta. Las características de la fuente se ven en la tabla N^o 6.

Tabla Nº 6

Cálculo de los requisitos de alimentación

La tabla 1-1 lista los requisitos de alimentación en mA para las CPU, las bases, los módulos de entrada y salida y el programador portátil (unidad interfaz de máquina S-10P) de la Serie 405.

Tabla 1-1 Requisitos de alimentación

		Energía suministrada (mA)
CPU de la Serie 405		
CPU-425	CPU 425 con suministro de alimentación CA ¹ (Incluye RAM de 3.5K palabras por programa)	3700
CPU 435	CPU 435 con suministro de alimentación CA ¹ (Requiere un cartucho de memoria)	3700
Unidades de expansión de la Serie 405		
405-IOEX	Unidad de expansión con suministro de alimentación CA	4000
		Energía requerida (mA)
Bases de la Serie 405		
U-04B	Base de 4 alojamientos con expansión	80
U-06B	Base de 6 alojamientos con expansión	80
U-08B	Base de 8 alojamientos con expansión	80
U-04BJ	Base de 4 alojamientos sin expansión	80
U-06BJ	Base de 6 alojamientos sin expansión	80
U-08BJ	Base de 8 alojamientos sin expansión	80
Módulos de entrada CC de la Serie 405		
U-50N	Módulo de entrada 24/48 VCC, 8 puntos (lógica -/+)	100
U-05N	Módulo de entrada 12/24 VCC, 16 puntos (lógica -)	150
U-55N	Módulo de entrada 12/24 VCC/CA, 16 puntos	150
Módulos de entrada CA de la Serie 405		
U-20N	Módulo de entrada 110/220 VCA, 8 puntos	100
*U-25N	Módulo de entrada 110 VCA, 16 puntos	150
Módulos de salida CC de la Serie 405		
U-12T	Módulo de salida 12/24 VCC, 8 puntos, 2 A (lógica -)	150
U-15T	Módulo de salida 12/24 VCC, 16 puntos, 0.5 A (lógica -)	200
U-55T	Módulo de salida 12/24 VCC, 16 puntos, 0.5 A (lógica +)	350
Módulos de salida CA de la Serie 405		
†U-20T	Salida 110/220 VCA, 8 puntos, 2 A	250
U-25T	Salida 110/220 VCA, 16 puntos, 0.5 A	450
Módulos de salida relé de la Serie 405		
U-01T	Módulo de salida relé, 8 puntos, 2 A	550
U-05T	Módulo de salida relé, 16 puntos, 1 A	1000
Programación de la Serie 405		
405-MIU	Unidad interfaz de máquina (Incluye un programador de PROM) (963 mA para la escritura en EPROM)	320

1. Estos dispositivos pueden también suministrar energía a dispositivos externos (24 VCC @ 400 MA).

CAPITULO III ELABORACION DEL PROGRAMA DE CONTROL DE LA MESA DE ENFRIAMIENTO

3.1 Ciclo de trabajo del proceso

La automatización se inicia con el ciclo (levantamiento-bajada-intermedio-levantamiento) que realizan los Casetos A y B para el paso de las Varillas a la Mesa de Enfriamiento. Luego de ingresada las Varillas a los Casetos, el proceso continúa con los Empiladores Ñatos, y enseguida los Rastrillos las trasladan de una en una hasta la mitad del ancho de la Mesa de Enfriamiento, para luego en grupos de 33 a 34, de acuerdo a criterio del operador del Pulpito N°3, ser evacuados por medio de los Wimmlers, según el ciclo de Levantamiento y Avance. Las varillas son evacuadas por los moto-rodillos evacuadores. Seguidamente, estas se cortan en medidas comerciales por la Cizalla en Frío y empaquetadas para luego ser evacuadas.

3.2 Lenguaje de programación

Las opciones de lenguaje de programación que ofrece el PLC de la Serie 405 de Texas Instruments, con CPU TI 435 son: lenguaje escalera, lenguaje con instrucciones booleanas y programación por etapas. Para nuestro caso se ha utilizado los lenguajes de escalera y booleano.

3.3 Programa de control en lenguaje escalera y booleano

La Metodología a seguir consiste en trasladar los planos

eléctricos (automatización por lógica cableada); directamente al lenguaje escalera, definiendo previamente las entradas y salidas del proceso. Cabe señalar que se respetarán los esquemas de control en Lógica Cableada, cuidando de no realizar alteraciones para evitar cambiar así la lógica de control original del automatismo

También debemos de indicar para que el proceso de automatización por PLC, las entradas (tarjetas sigmatronic, detector de proximidad, pulsadores, fin de carrera, etc.) y salidas (bobinas de contactores, electroválvulas, lámparas indicadoras, sirenas, etc.) pueden tener un orden determinado, de acuerdo a la facilidad y criterio de la persona que desarrolla el programa, montaje y puesta en marcha del proceso. Todo proceso secuencial tiene un programa almacenado en la memoria del PLC que activará o desactivará las salidas de acuerdo al estado de la entrada al PLC y el scan del programa.

A continuación desarrollamos el sistema de control de la puesta en marcha y parada del motor que acciona los rastrillos móviles, para lo cual nos basamos en el plano N^o17 de 46.

Elegimos este ejemplo por considerarlo didáctico, tanto para la lógica cableada y el lenguaje de programación del PLC. A continuación presentamos la metodología correspondiente.

Primeramente se ubica el circuito (Motor de accionamiento de Rastrillos Móviles) de lógica cableada en

el tablero correspondiente y se empieza a identificar las borneras para su desconexión; quedando los bornes QA3/1(A2-31) y QA3/1(A2-12) y QA3/5-163 listos para su conexión al PLC. Estos bornes corresponden a los pulsadores de parada y arranque del motor, cuyas instrucciones para el programa se almacenan en un archivo de memoria X (el PLC lo lee como entrada externa) acompañada con un número que va desde el 0 al 7 (sistema octal), El PLC en adelante a X0 y X1 leerá como la entrada N01 y N02. Debemos destacar que en los módulos de entradas/salidas existen LEDs para indicar el estado de las entradas y salidas, respectivamente, es decir, si un LED se enciende, la entrada o salida correspondiente, según sea el caso, está activada o desactivada, y viceversa.

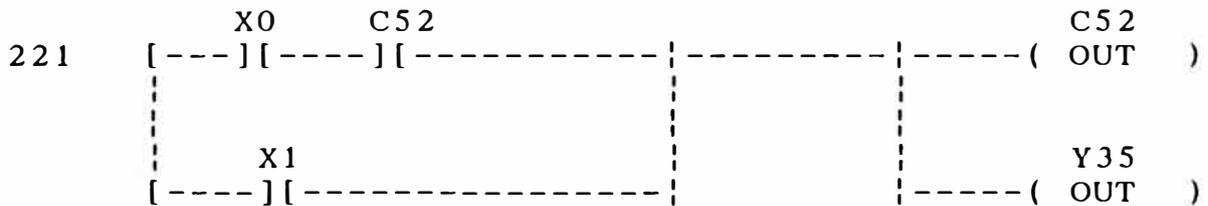
A este circuito se le asigna un Adress correspondiente, en este caso 221 (que indica en el orden que fue grabado al PLC). La importancia del address consiste en que nos permite identificar rápidamente el circuito que se está buscando y realizar así los cambios respectivos, tanto de programación o afinamiento de tiempos.

Seguidamente empezamos a construir nuestro diagrama de escalera, donde las entradas están representadas por][X0,]/[X1 que indica entrada abierta y cerrada respectivamente, luego las salidas son C52 (OUT) e Y35(OUT), que vienen a ser la bobina de un contactor virtual (interno del PLC) N052, y el segundo la señal de salida externa N035, que va directamente a accionar a la

bobina del Contactor K1. Cabe destacar que las salidas del PLC pueden ser colocadas de manera indistinta en las borneras, de acuerdo al criterio del operador, teniendo en cuenta que las salidas externas (K1), que previamente han sido desconectadas y sus bornes son QA3/1-A3-13 y QA3/1-A2-35.

Seguidamente, mostramos el programa en lenguaje Escalera y Booleano para el arranque y parada del motor que acciona los rastrillos móviles.

Diagrama escalera



Lenguaje booleano

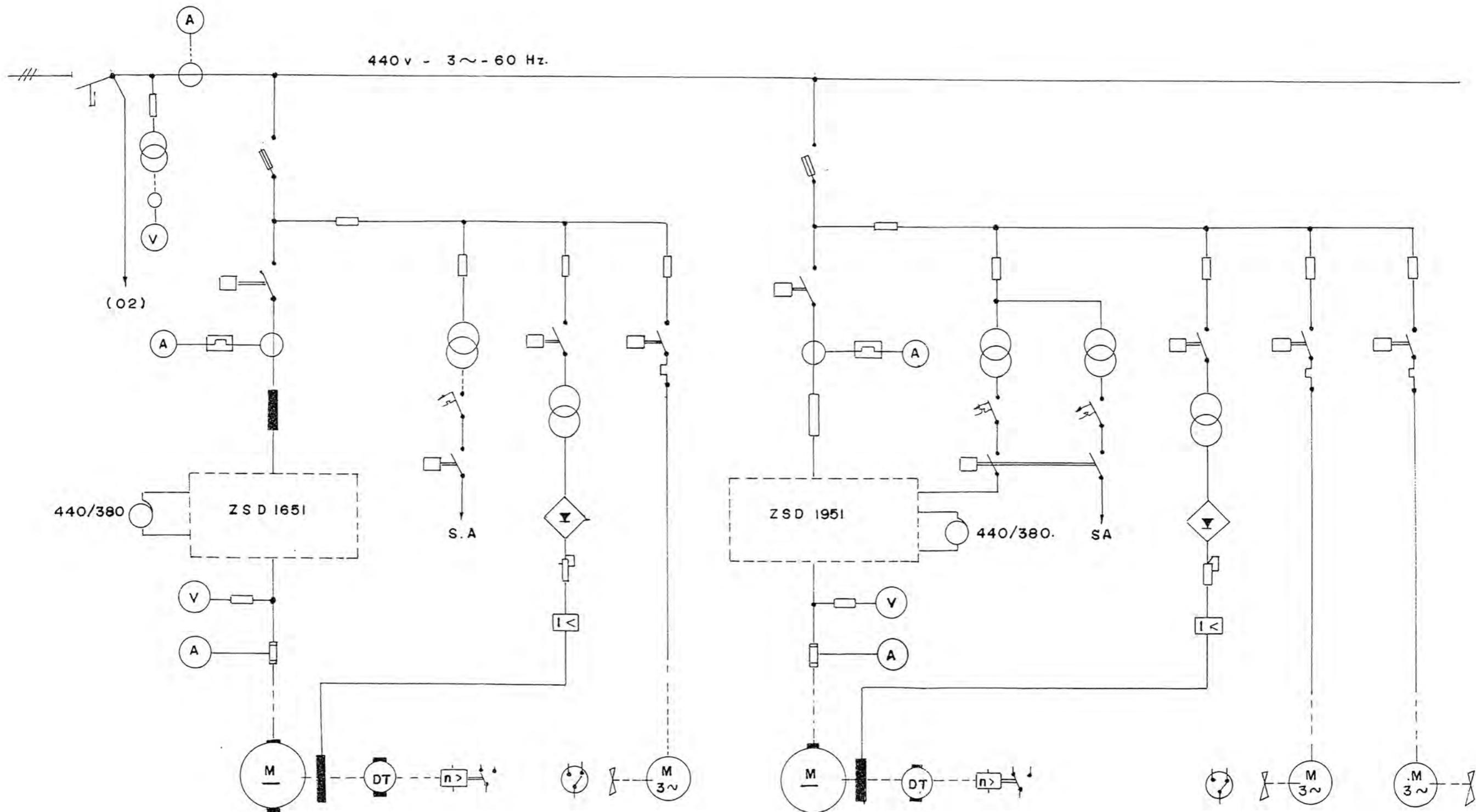
ADDRESS

```

221          STR X0
              AND C52
              OR  X1
              OUT C52
              OUT Y35
  
```

De igual manera se procedió para el resto del proceso.

A continuación mostramos los Diagramas de Lógica Cableada del Proceso, los esquemas de conexiones para Entradas y Salidas al PLC, el Programa completo en Lenguaje Escalera y en Lenguaje Booleano.



ARRASTRADOR

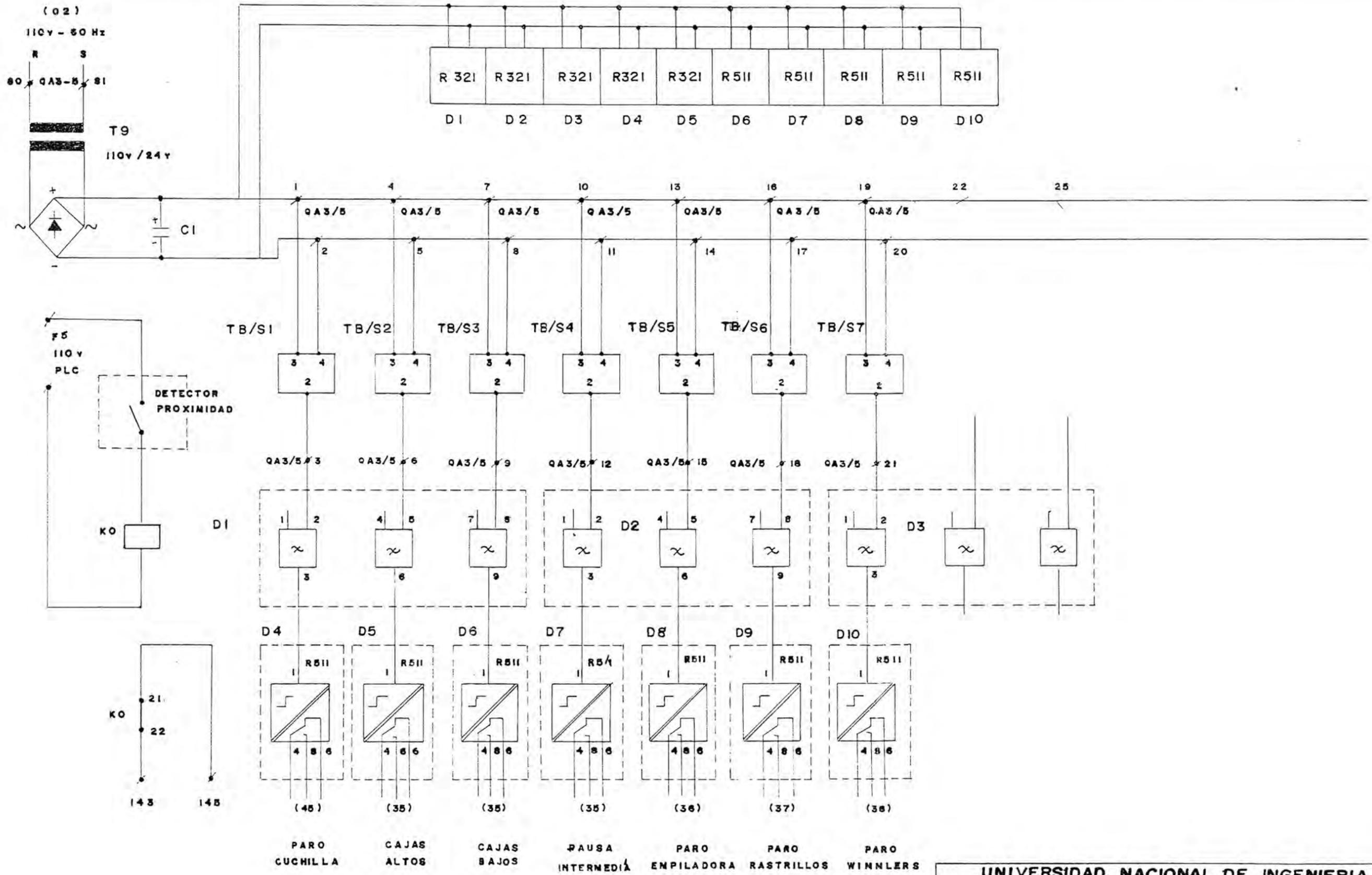
TIJERA VOLANTE

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
 FACULTAD DE INGENIERIA ELECTRICA Y ELECTRONICA
 TESIS PARA OPTAR EL TITULO DE INGENIERO
 ELECTRICISTA POR EXAMEN PROFESIONAL

TEMA: AUTOMATIZACION DE LA MESA DE ENFRIAMIENTO
 LINEA DE BARRA, PLANTA DE LAMINACION ACEROS
 AREQUIPA S. A.

PLANO: ARRASTRADOR - TIJERA VOLANTE

ALUMNO: ALBERTO D. ALVARADO ARELLANO	ASESOR: ING. RUBEN AQUIZE	LAMINA: 1
---	------------------------------	--------------



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA ELECTRICA Y ELECTRONICA

TESIS PARA OPTAR EL TITULO DE INGENIERO
 ELECTRICISTA POR EXAMEN PROFESIONAL

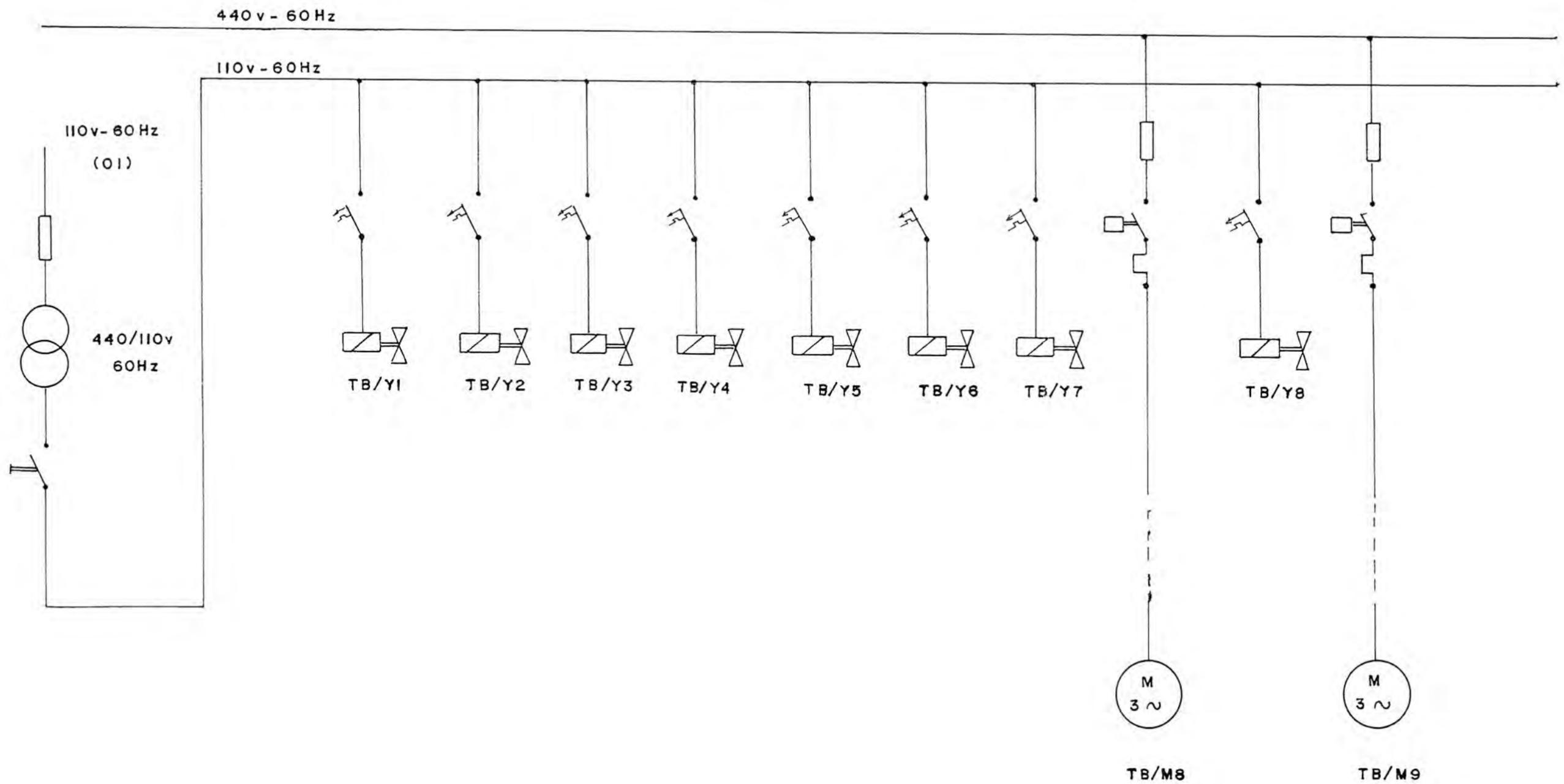
TEMA:
 AUTOMATIZACION DE LA MESA DE ENFRIAMIENTO
 LINEA DE BARRA, PLANTA DE LAMINACION ACEROS
 AREQUIPA S.A.

PLANO: ALIMENTACION DETECTOR DE PROXIMIDAD.

ALUMNO:
 ALBERTO D. ALVARADO ARELLANO

ASESOR:
 ING. RUBEN AQUIZE

LAMINA
 2



ALIMENTACION

CIERRE RODILLOS

EMBRAGUE
TIJERA

FRENO
TIJERA

CASETO
A

CASETO
B

EMPILADORA

RASTRILLO
MOVIL - EMBRAGUE

FRENO WIMMLERS

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA ELECTRICA Y ELECTRONICA

TESIS PARA OPTAR EL TITULO DE INGENIERO
ELECTRICISTA POR EXAMEN PROFESIONAL

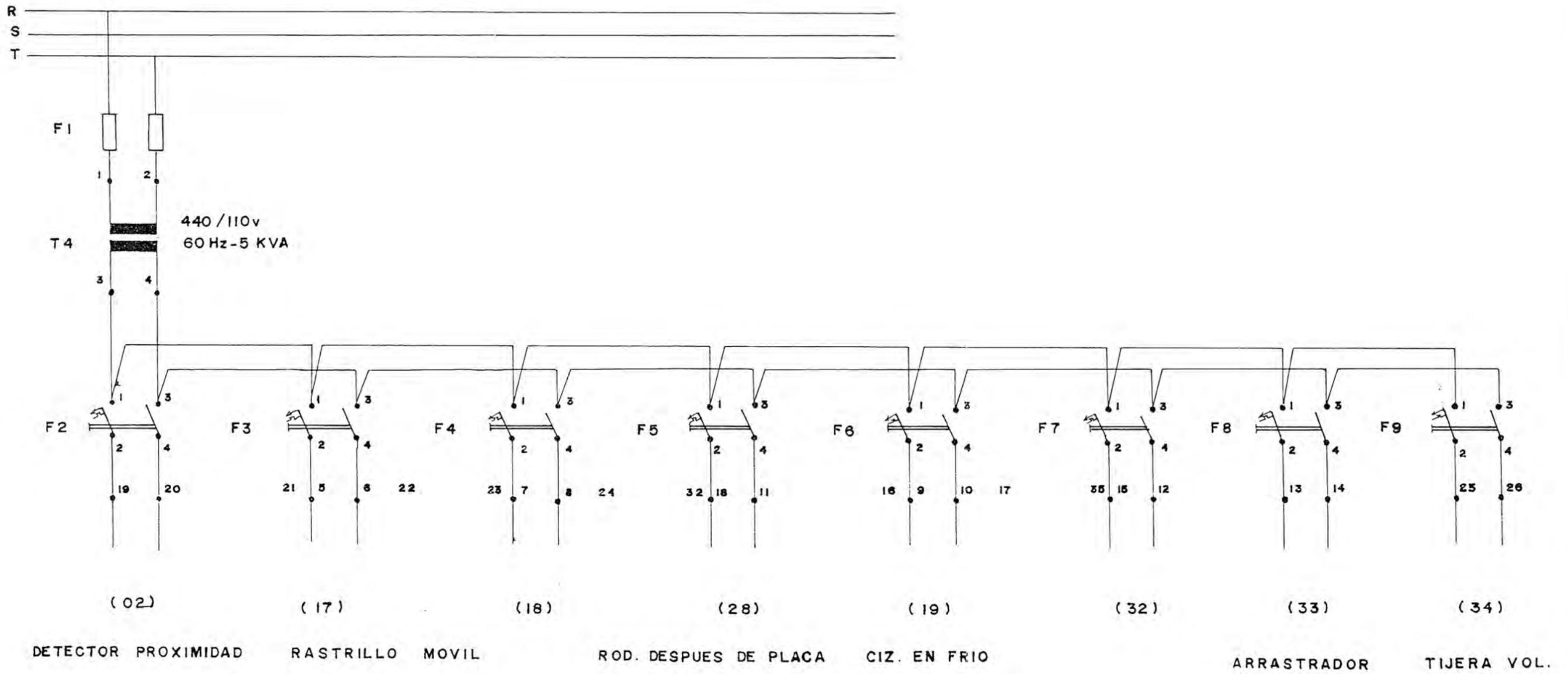
TEMA:
AUTOMATIZACION DE LA MESA DE ENFRIAMIENTO
LINEA DE BARRA, PLANTA DE LAMINACION ACEROS
AREQUIPA S. A.

PLANO: SALIDAS DE ELECTROVALVULAS

ALUMNO:
ALBERTO D. ALVARADO ARELLANO

ASESOR:
ING. RUBEN AQUIZE

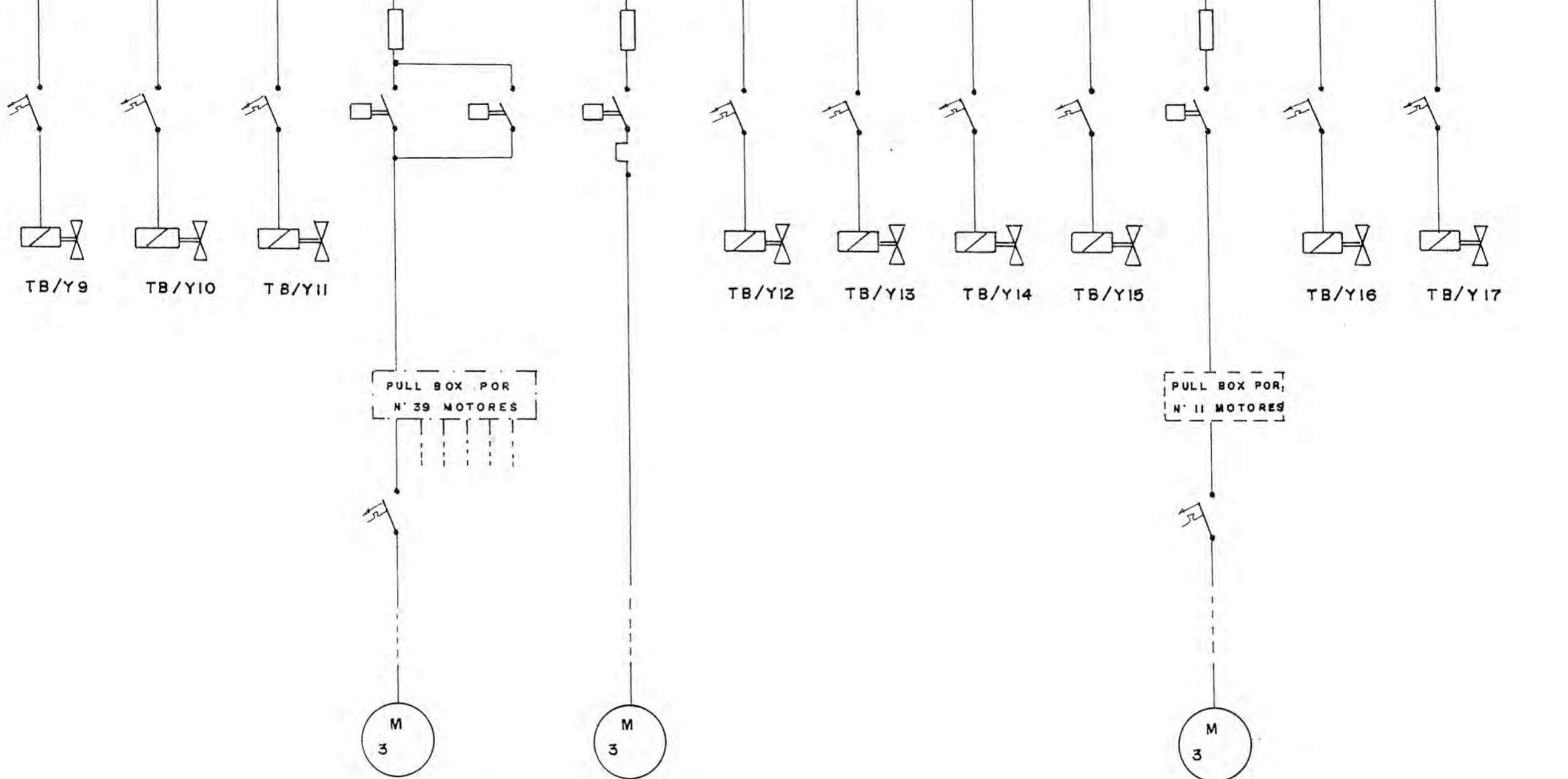
LAMINA:
2



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA		
FACULTAD DE INGENIERIA ELECTRICA Y ELECTRONICA		
TESIS PARA OPTAR EL TITULO DE INGENIERO ELECTRICISTA POR EXAMEN PROFESIONAL		
TEMA: AUTOMATIZACION DE LA MESA DE ENFRIAMIENTO LINEA DE BARRA, PLANTA DE LAMINACION ACEROS AREQUIPA S. A.		
PLANO: CIRCUITO DE ALIMENTACION		
ALUMNO:	ASESOR:	LAMINA:
ALBERTO D. ALVARADO ARELLANO	ING. RUBEN AQUIZE	2

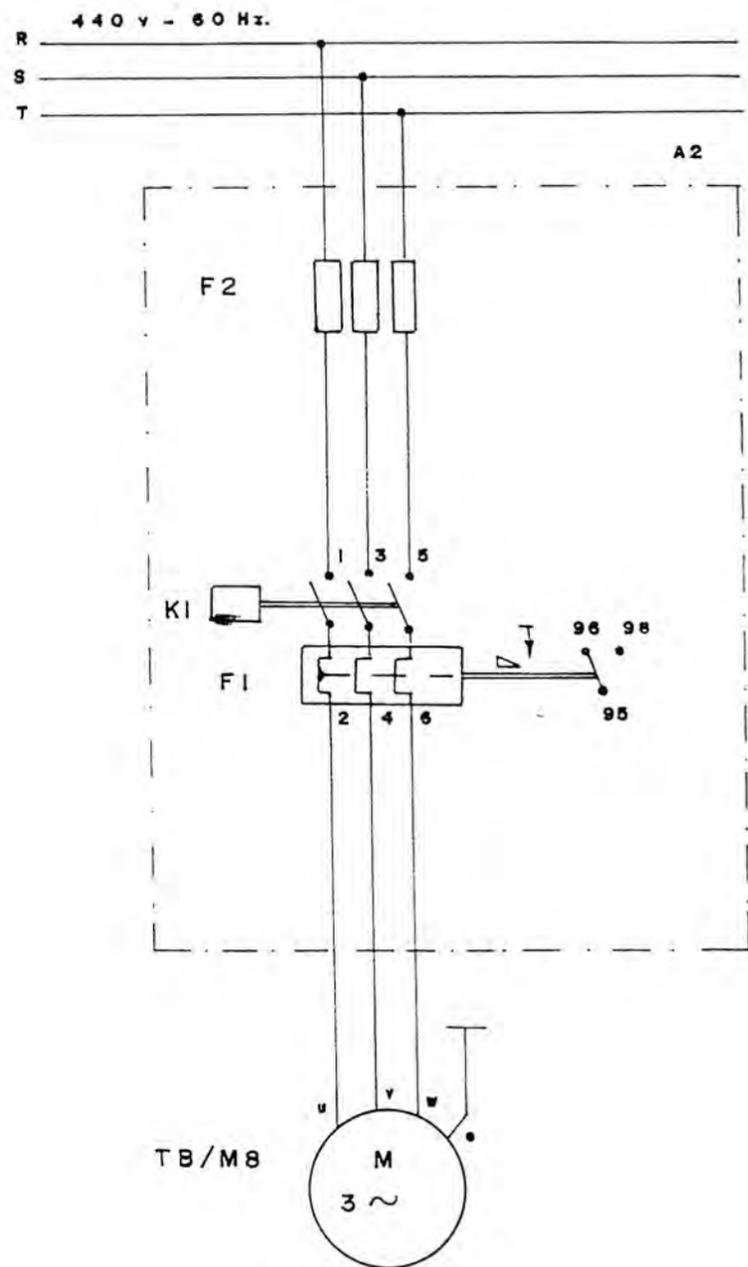
440v - 60 Hz

110v - 60 Hz

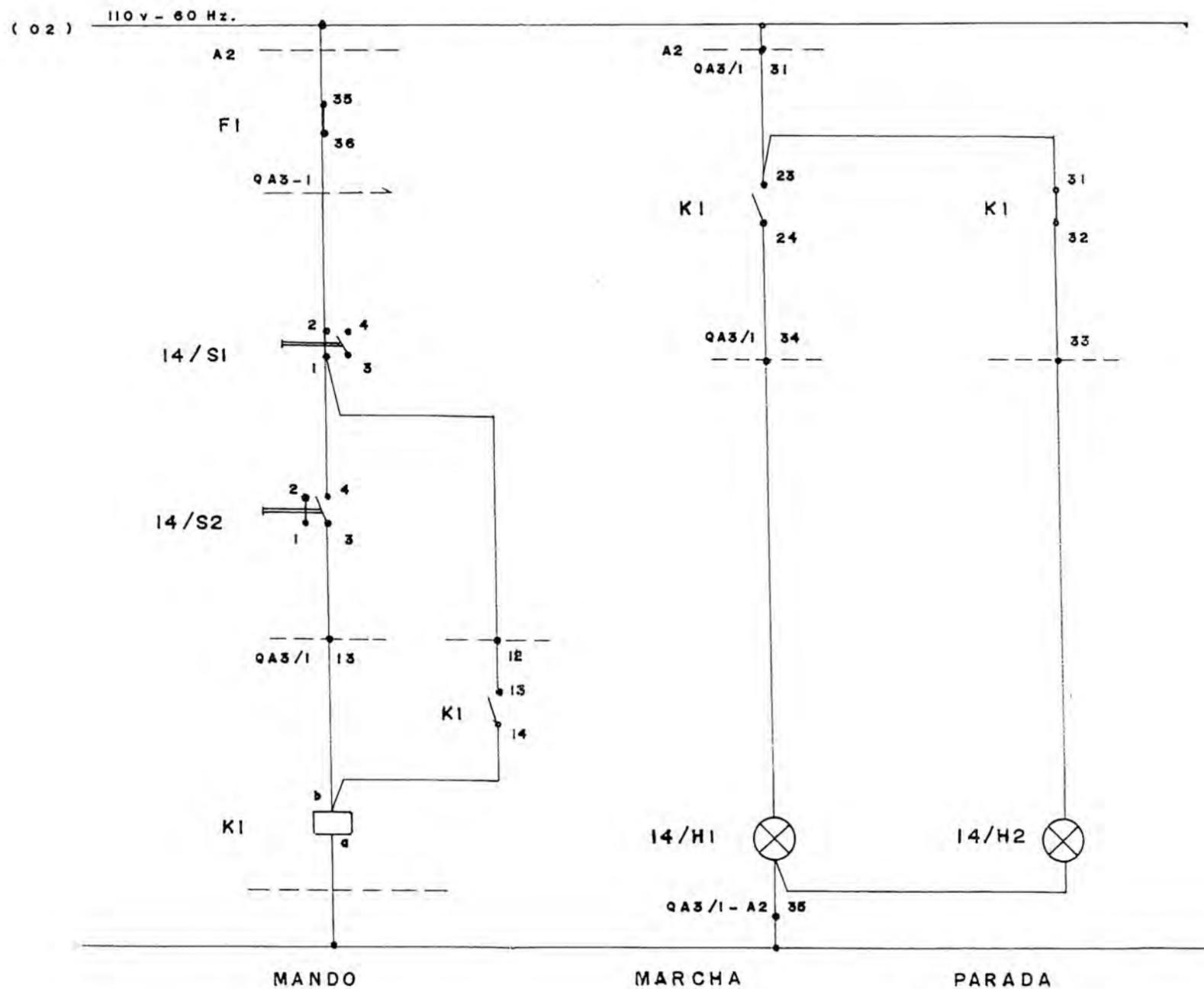


WIMMLERS WIMMLERS RODILLOS SALIDA TIJERA EN EMBRAGUE SUBIDA CALADA COMPUERTA ROD. DESP. COMPUERTA VOLCADORES
 LEVANTAMIENTO AVANCE PLACA FRIJO PISADOR PISADOR TIJERA MOVIL NEUMATICOS

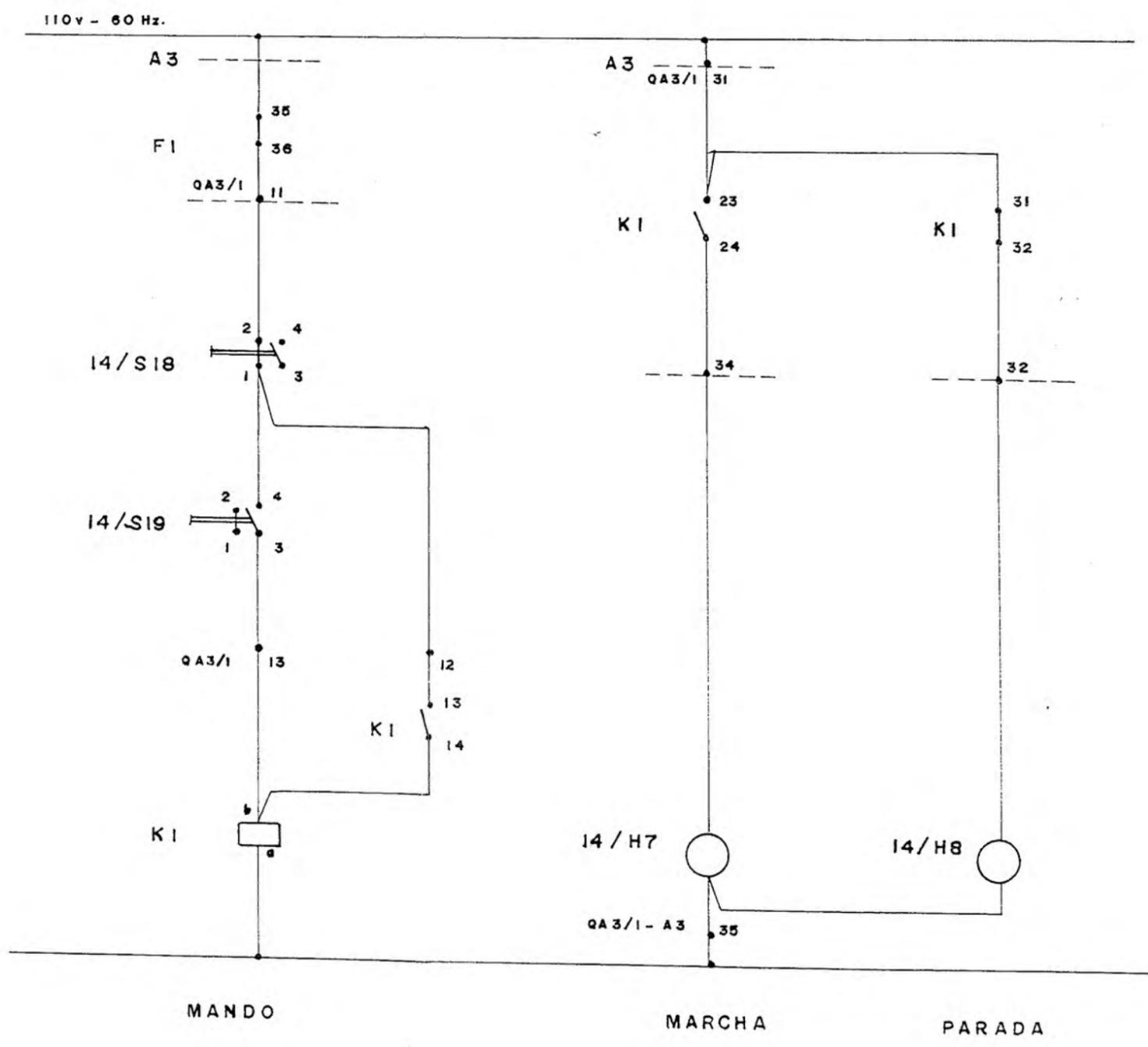
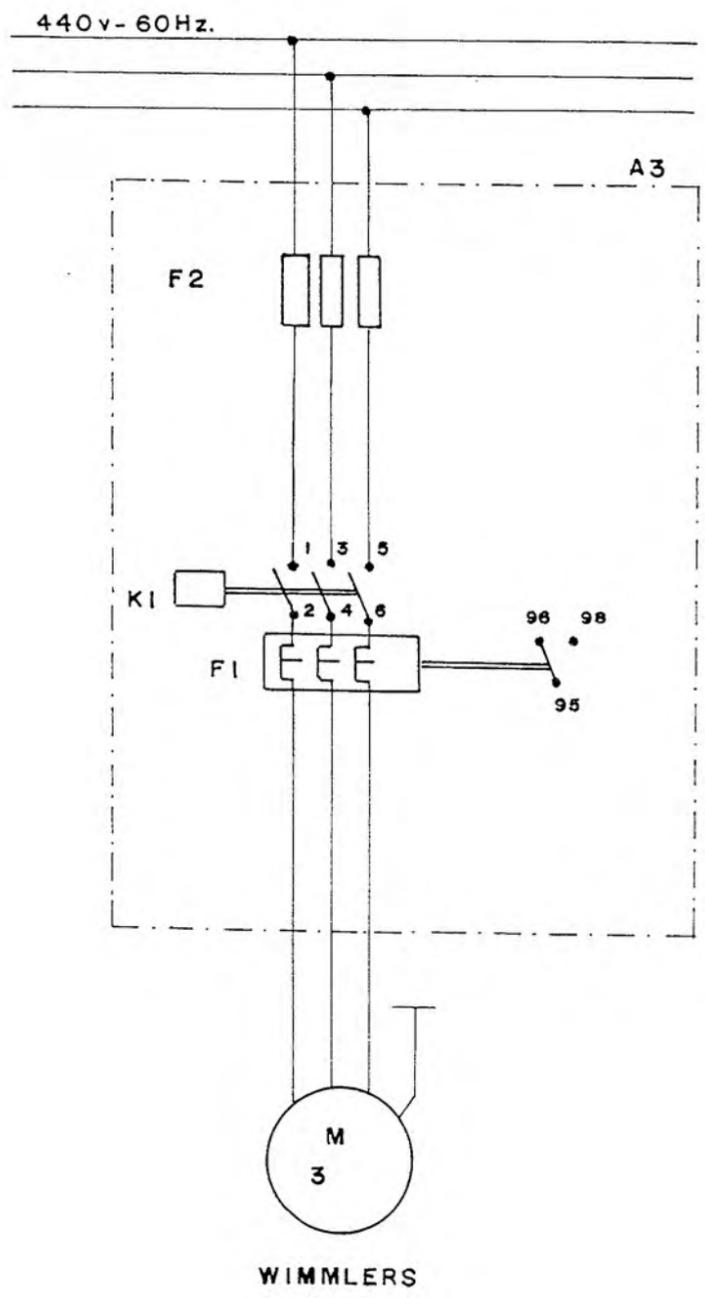
UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
 FACULTAD DE INGENIERIA ELECTRICA Y ELECTRONICA
 TESIS PARA OPTAR EL TITULO DE INGENIERO
 ELECTRICISTA POR EXAMEN PROFESIONAL
 TEMA: AUTOMATIZACION DE LA MESA DE ENFRIAMIENTO
 LINEA DE BARRA, PLANTA DE LAMINACION ACEROS
 AREQUIPA S. A.
 PLANO: SALIDA DE ELECTROVALVULAS
 ALUMNO: ALBERTO D. ALVARADO ARELLANO ASESOR: ING. RUBEN AQUIZE LAMINA: 3



RASTRILLOS MOVILES



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA		
FACULTAD DE INGENIERIA ELECTRICA Y ELECTRONICA		
TESIS PARA OPTAR EL TITULO DE INGENIERO ELECTRICISTA POR EXAMEN PROFESIONAL		
TEMA: AUTOMATIZACION DE LA MESA DE ENFRIAMIENTO LINEA DE BARRA, PLANTA DE LAMINACION ACEROS AREQUIPA S. A.		
PLANO: RASTRILLOS MOVILES		
ALUMNO:	ASESOR:	LAMINA:
ALBERTO D. ALVARADO ARELLANO	ING. RUBEN AQUIZE	17

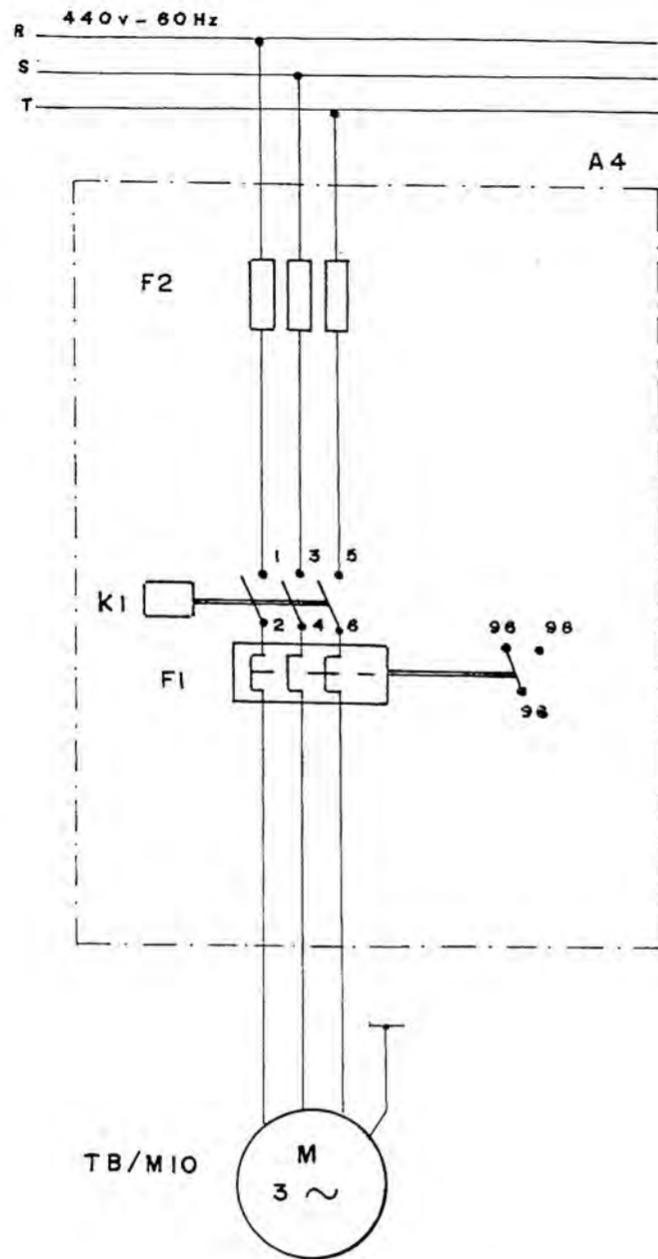


UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA ELECTRICA Y ELECTRONICA
 TESIS PARA OPTAR EL TITULO DE INGENIERO
 ELECTRICISTA POR EXAMEN PROFESIONAL

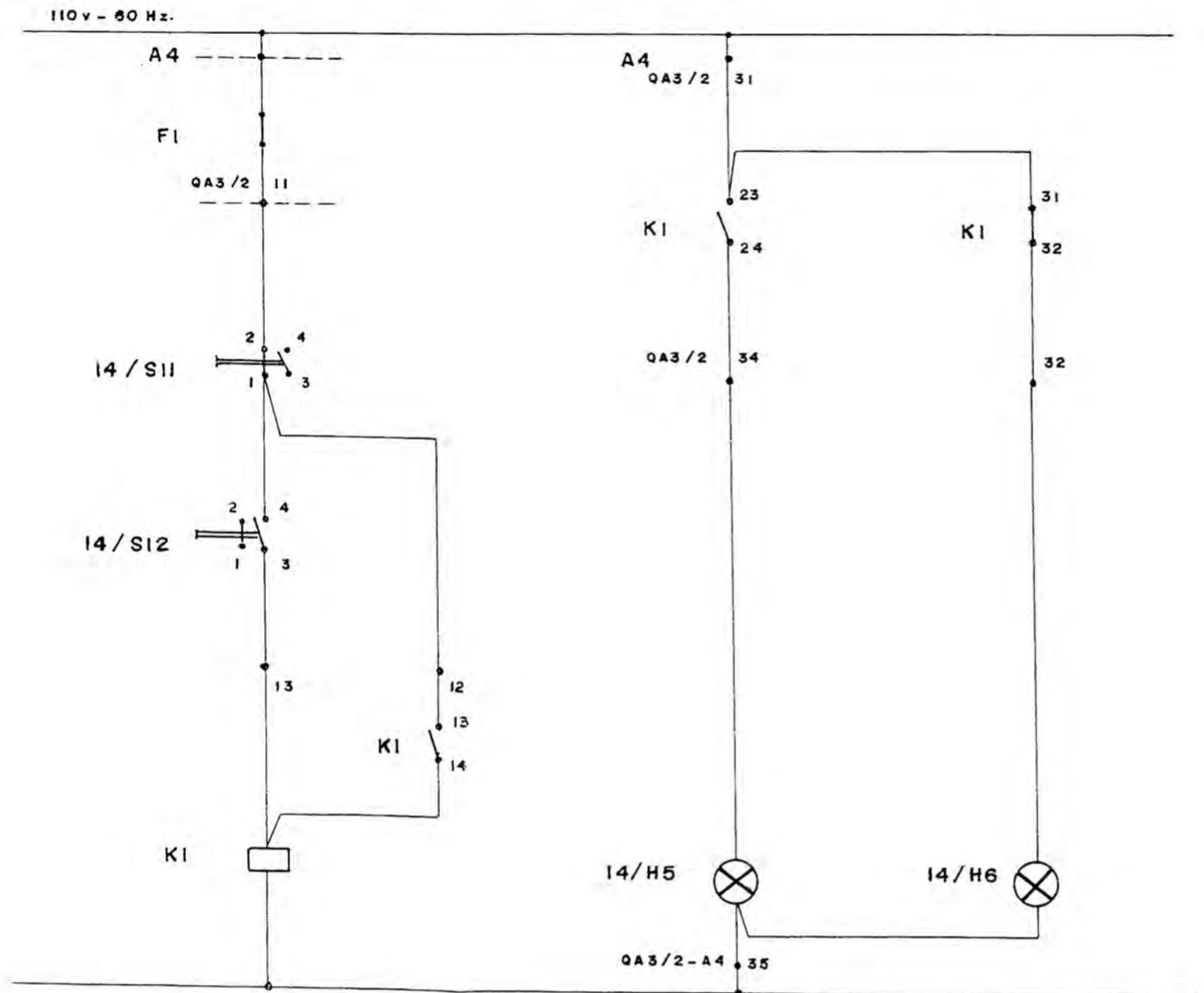
TEMA: AUTOMATIZACION DE LA MESA DE ENFRIAMIENTO
 LINEA DE BARRA, PLANTA DE LAMINACION ACEROS
 AREQUIPA S. A.

PLANO: WIMMLERS

ALUMNO: ALBERTO D. ALVARADO ARELLANO	ASESOR: ING. RUBEN AQUIZE	LAMINA: 18
---	------------------------------	---------------



TIJERA EN FRIO



MANDO

MARCHA

PARADA

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA ELECTRICA Y ELECTRONICA

TESIS PARA OPTAR EL TITULO DE INGENIERO
 ELECTRICISTA POR EXAMEN PROFESIONAL

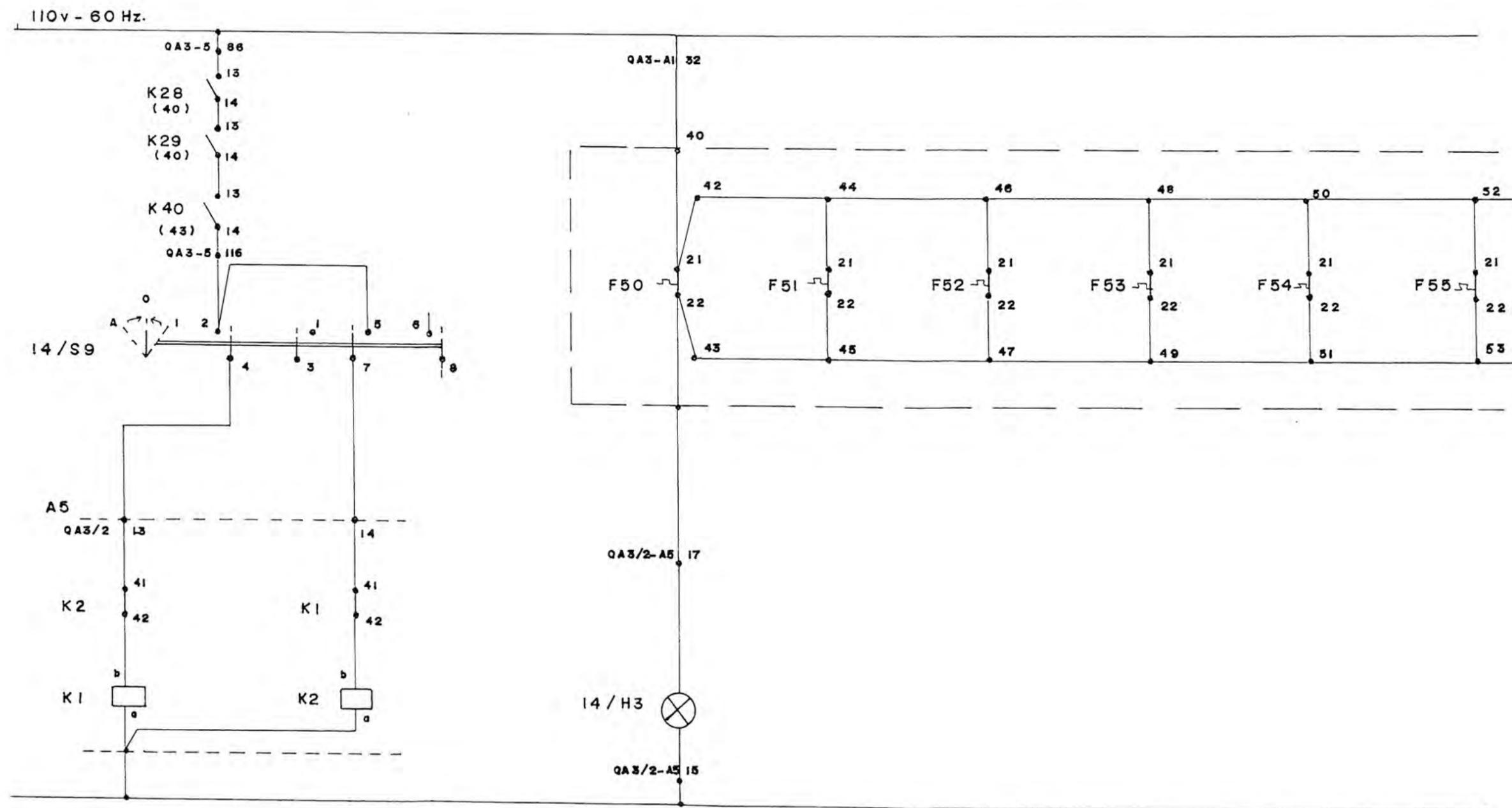
TEMA:
AUTOMATIZACION DE LA MESA DE ENFRIAMIENTO
LINEA DE BARRA, PLANTA DE LAMINACION ACEROS
AREQUIPA S. A.

PLANO: TIJERA EN FRIO

ALUMNO:
ALBERTO D. ALVARADO ARELLANO

ASESOR:
ING. RUBEN AQUIZE

LAMINA:
 19



ADELANTE

ATRAS

MOTOR PARADO.

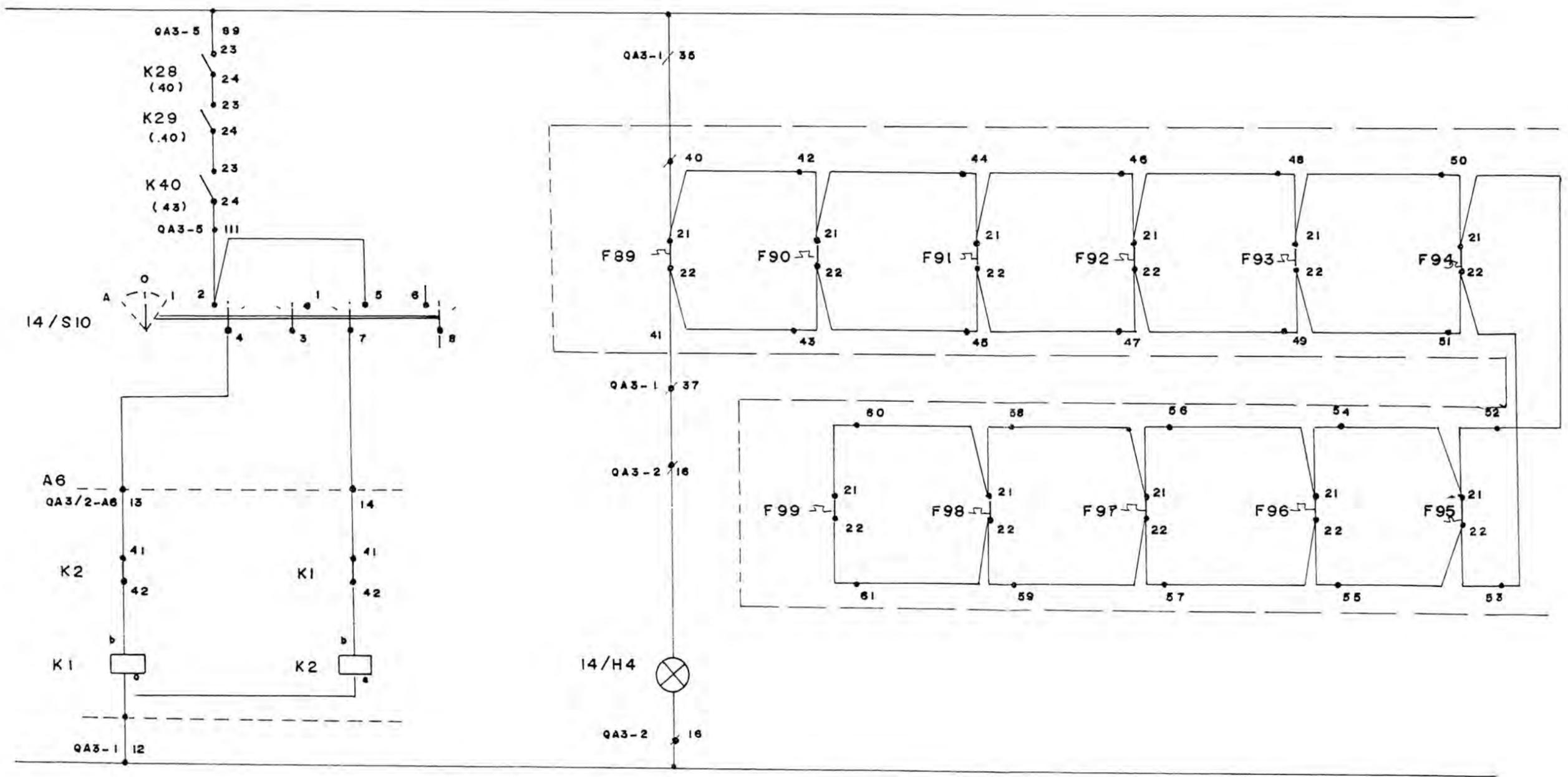
UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA ELECTRICA Y ELECTRONICA

TESIS PARA OPTAR EL TITULO DE INGENIERO
ELECTRICISTA POR EXAMEN PROFESIONAL

TEMA:
AUTOMATIZACION DE LA MESA DE ENFRIAMIENTO
LINEA DE BARRA, PLANTA DE LAMINACION ACEROS
AREQUIPA S. A.

PLANO: MANDO RODILLOS SALIDA DE PLACA

ALUMNO: ALBERTO D. ALVARADO ARELLANO
ASESOR: ING. RUBEN AQUIZE
LAMINA: 29

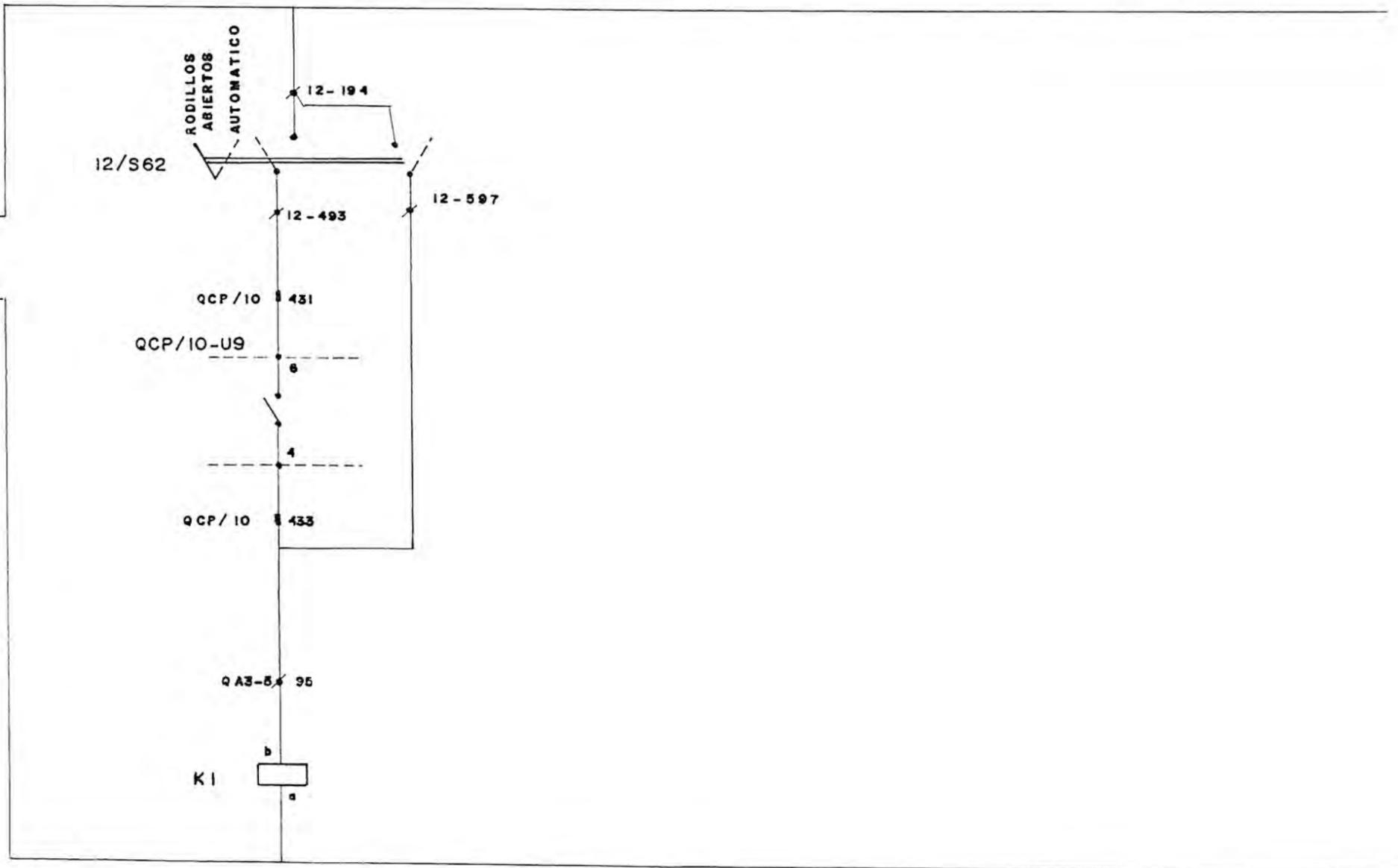
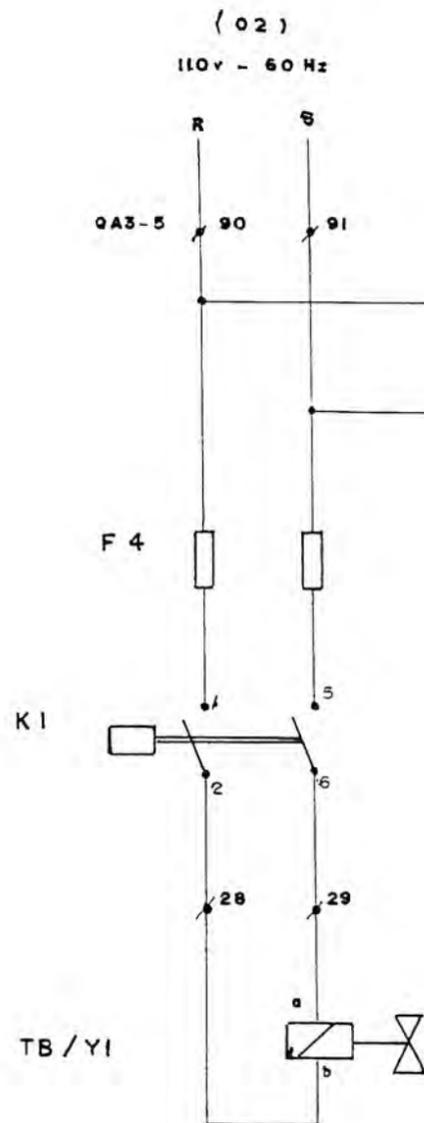


ADELANTE

ATRAS

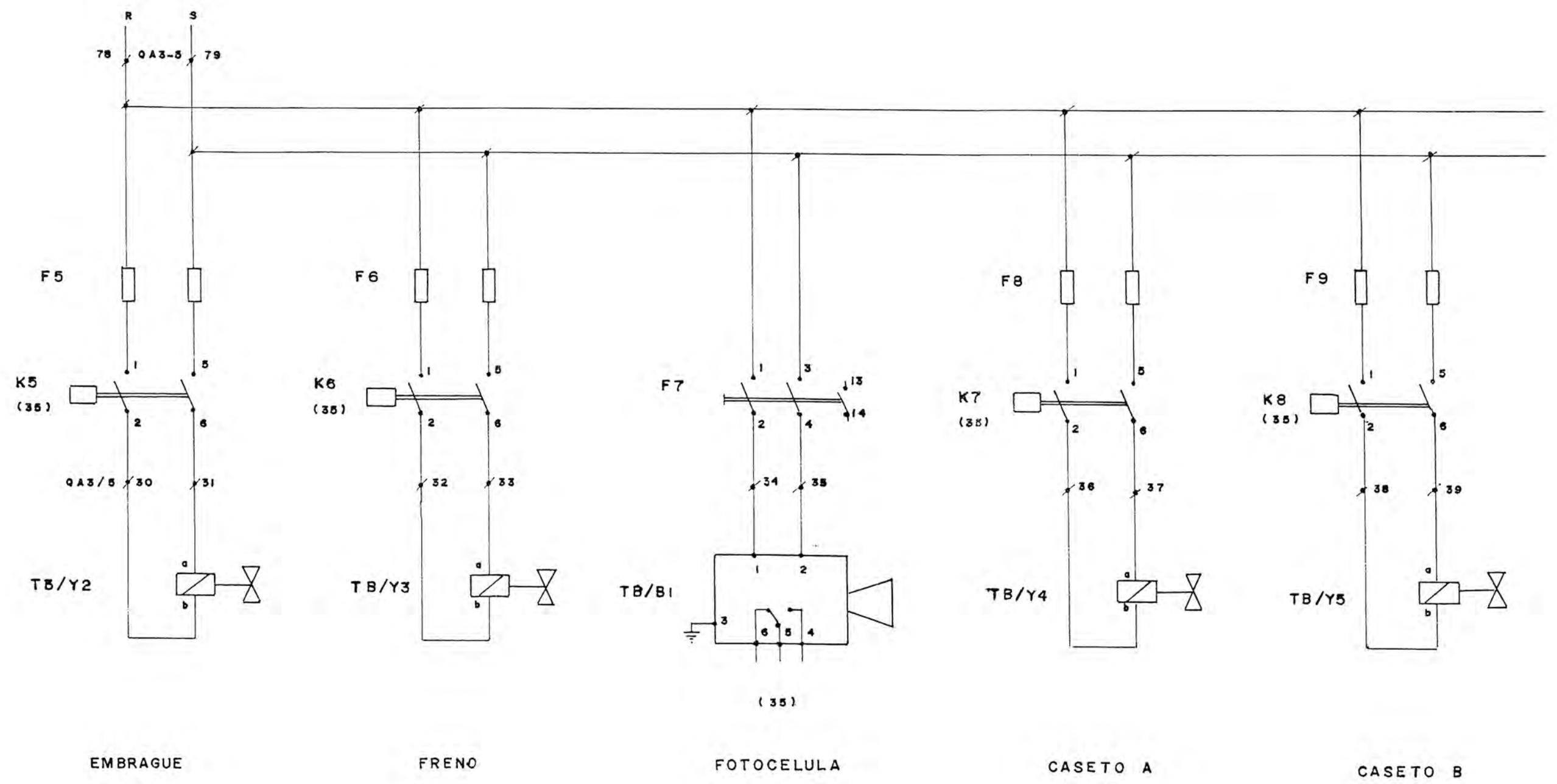
MOTOR PARADO

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA FACULTAD DE INGENIERIA ELECTRICA Y ELECTRONICA TESIS PARA OPTAR EL TITULO DE INGENIERO ELECTRICISTA POR EXAMEN PROFESIONAL		
TEMA: AUTOMATIZACION DE LA MESA DE ENFRIAMIENTO LINEA DE BARRA, PLANTA DE LAMINACION ACEROS AREQUIPA S. A.		
PLANO: MANDO RODILLOS DESPUES DE CIZALLA FRIO		
ALUMNO: ALBERTO D. ALVARADO ARELLANO	ASESOR: ING. RUBEN AQUIZE	LAMINA 32

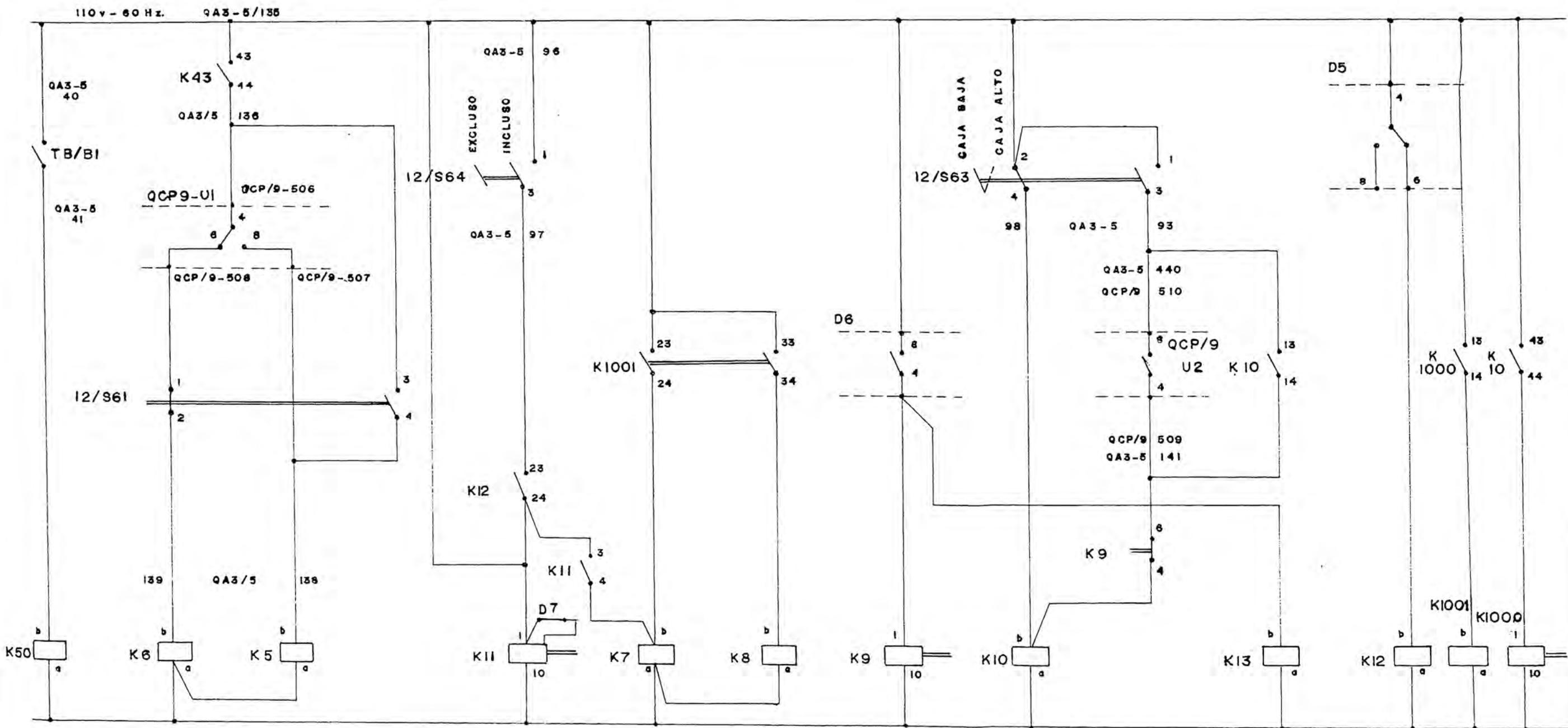


UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA		
FACULTAD DE INGENIERIA ELECTRICA Y ELECTRONICA		
TESIS PARA OPTAR EL TITULO DE INGENIERO		
ELECTRICISTA POR EXAMEN PROFESIONAL		
TEMA:		
AUTOMATIZACION DE LA MESA DE ENFRIAMIENTO LINEA DE BARRA, PLANTA DE LAMINACION ACEROS AREQUIPA S.A.		
PLANO: MANDO RODILLOS ARRASTRADOR		
ALUMNO:	ASESOR:	LAMINA:
ALBERTO D. ALVARADO ARELLANO	ING. RUBEN AQUIZE	33

(0 2)
 110 v - 60 Hz



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA		
FACULTAD DE INGENIERIA ELECTRICA Y ELECTRONICA		
TESIS PARA OPTAR EL TITULO DE INGENIERO ELECTRICISTA POR EXAMEN PROFESIONAL		
TEMA: AUTOMATIZACION DE LA MESA DE ENFRIAMIENTO LINEA DE BARRA, PLANTA DE LAMINACION ACEROS AREQUIPA S.A.		
PLANO: TIJERA VOLANTE		
ALUMNO: ALBERTO D. ALVARADO ARELLANO	ASESOR: ING. RUBEN AQUIZE	LAMINA: 34



MANDO FRENO MANDO EMBRAGUE PAUSA INTERMEDIA MANDOS CAJAS A B PAUSA CAJAS BAJA MANDO CAJAS ALTOS AUX. F.C. CAJAS ALTOS MEMORIA CAJAS VUELTA POS. ALTA

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
 FACULTAD DE INGENIERIA ELECTRICA Y ELECTRONICA
 TESIS PARA OPTAR EL TITULO DE INGENIERO
 ELECTRICISTA POR EXAMEN PROFESIONAL

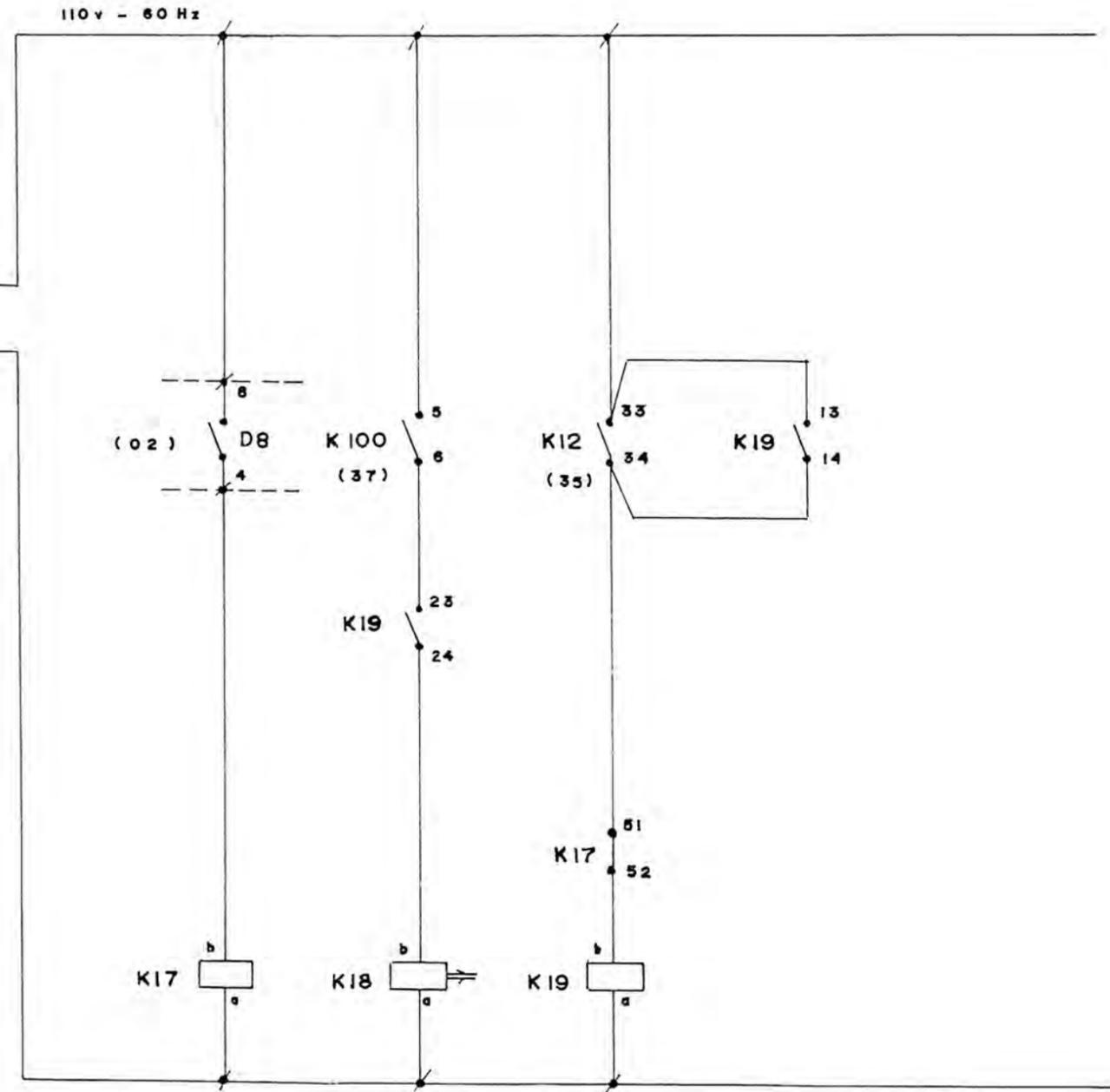
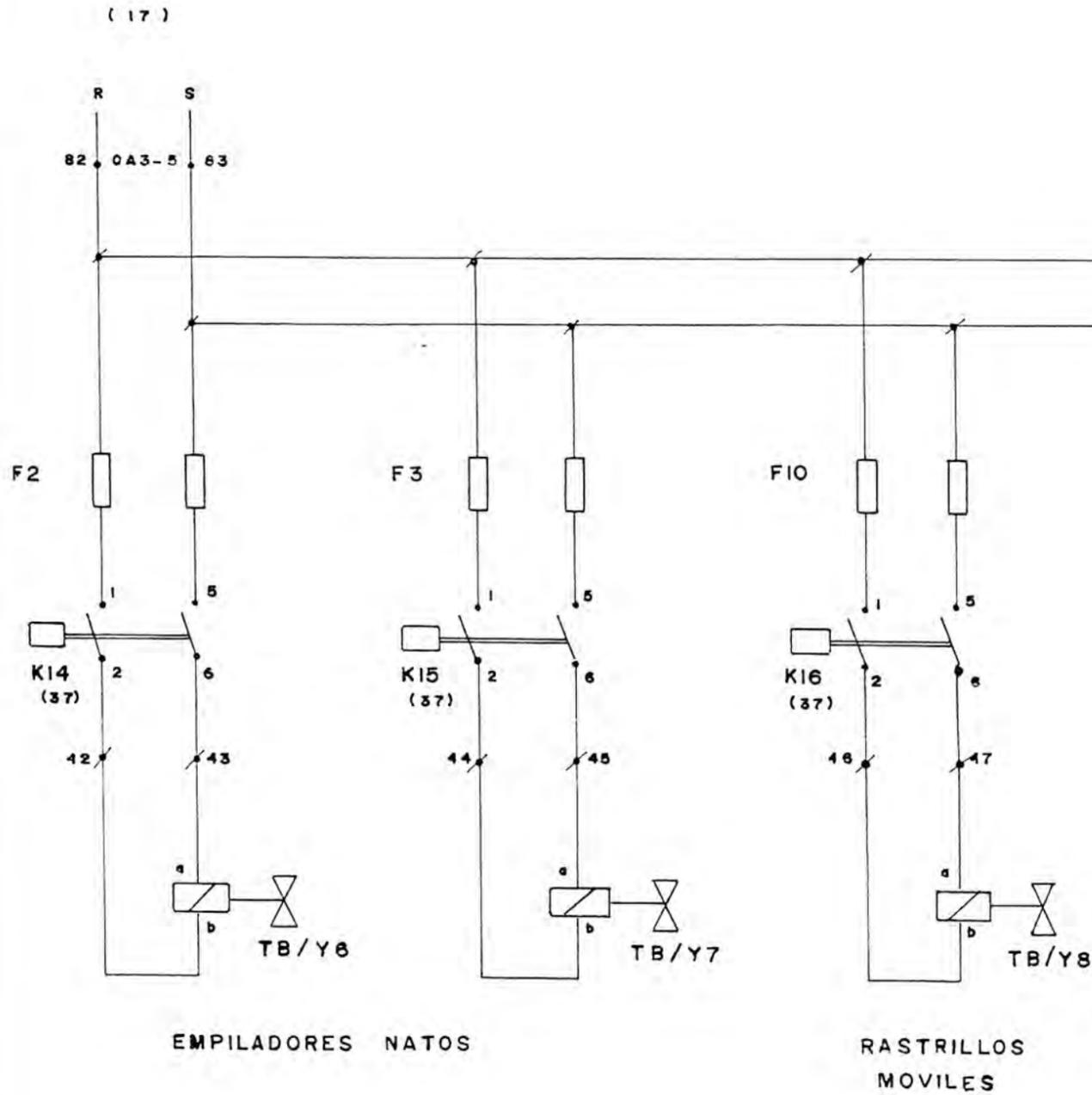
TEMA: AUTOMATIZACION DE LA MESA DE ENFRIAMIENTO
 LINEA DE BARRA, PLANTA DE LAMINACION ACEROS
 AREQUIPA S. A.

PLANO: MANDO DE MESA DE ENFRIAMIENTO

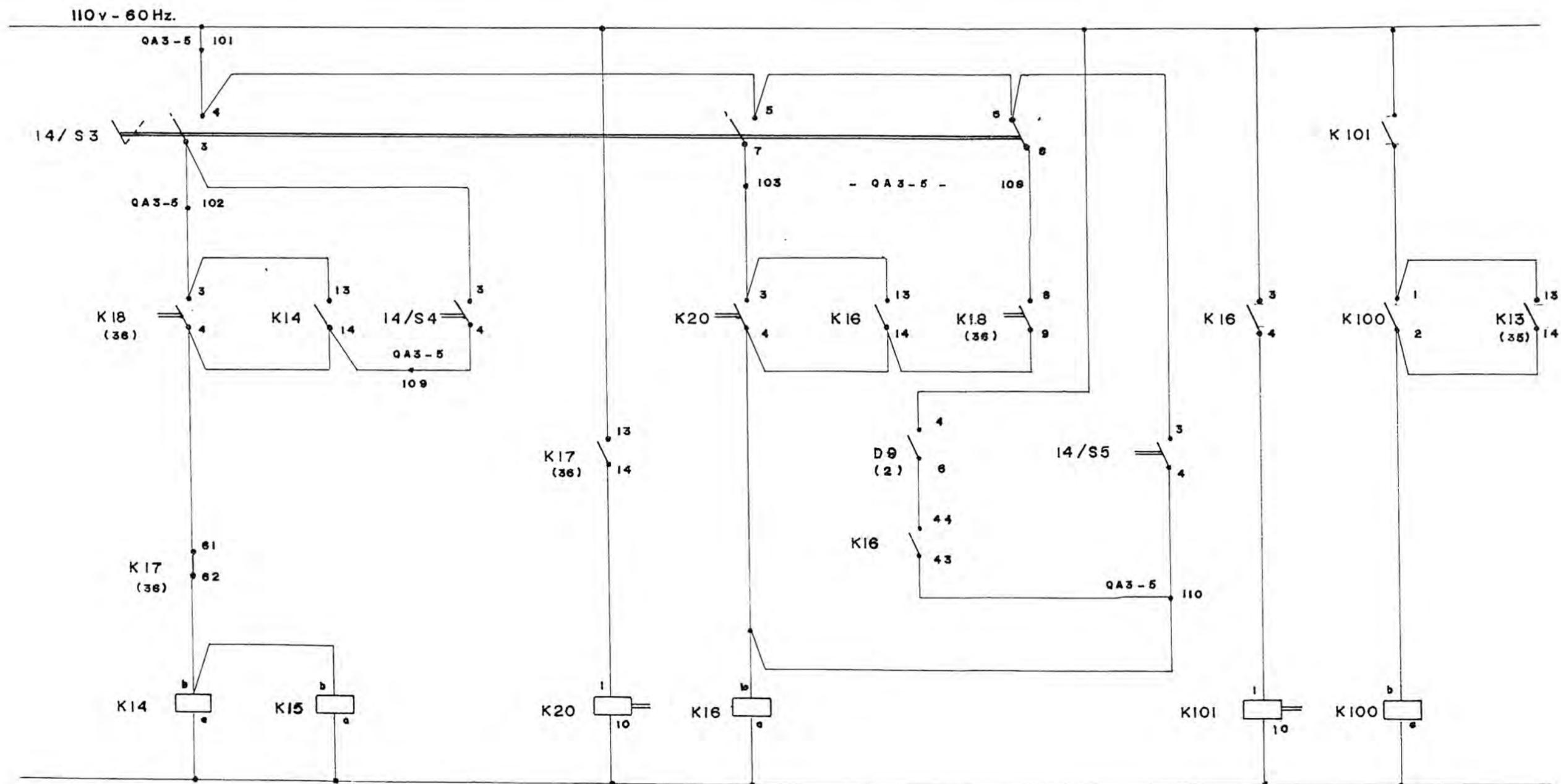
ALUMNO: ALBERTO D. ALVARADO ARELLANO

ASESOR: ING. RUBEN AQUIZE

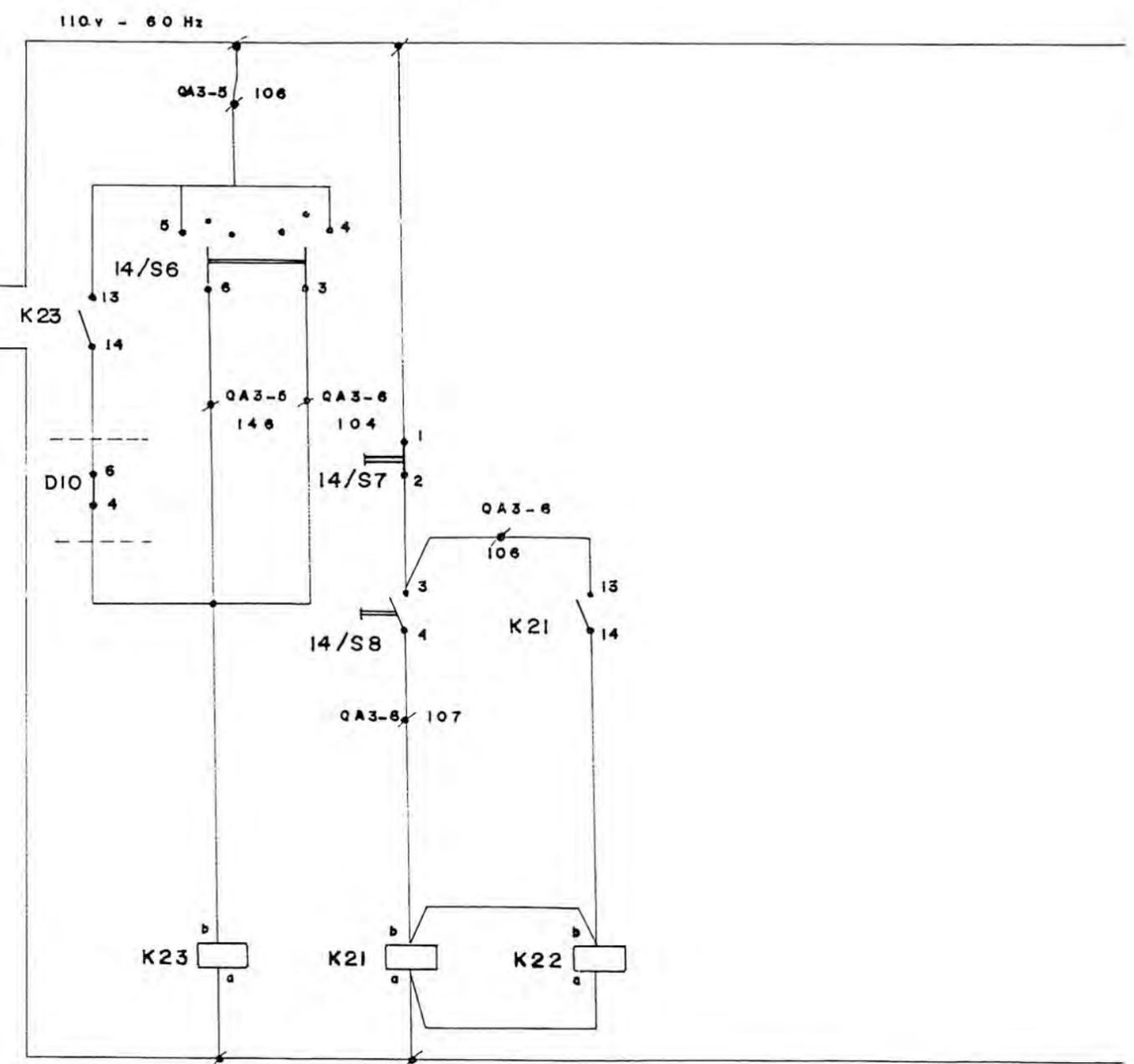
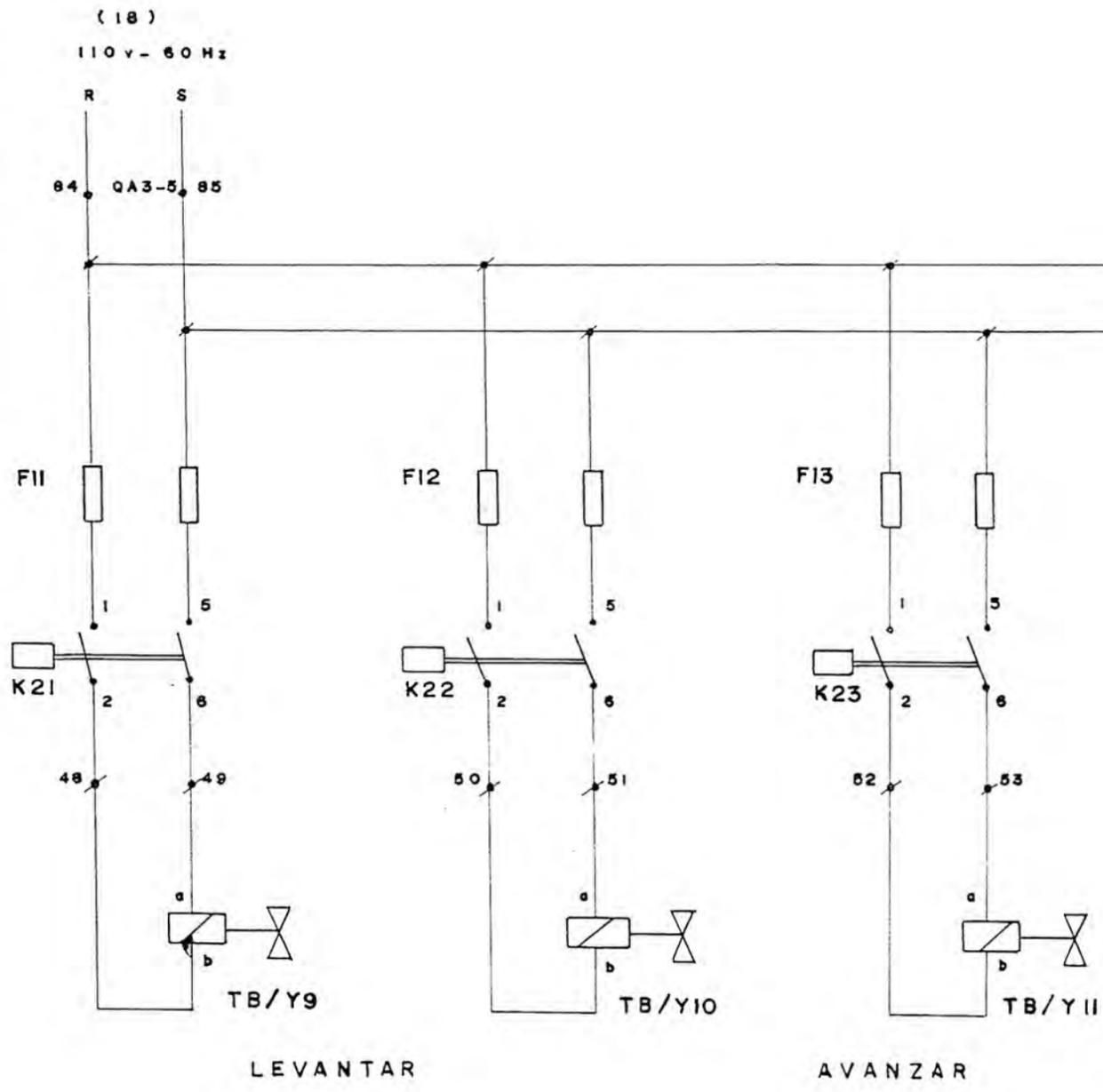
LAMINA: 35



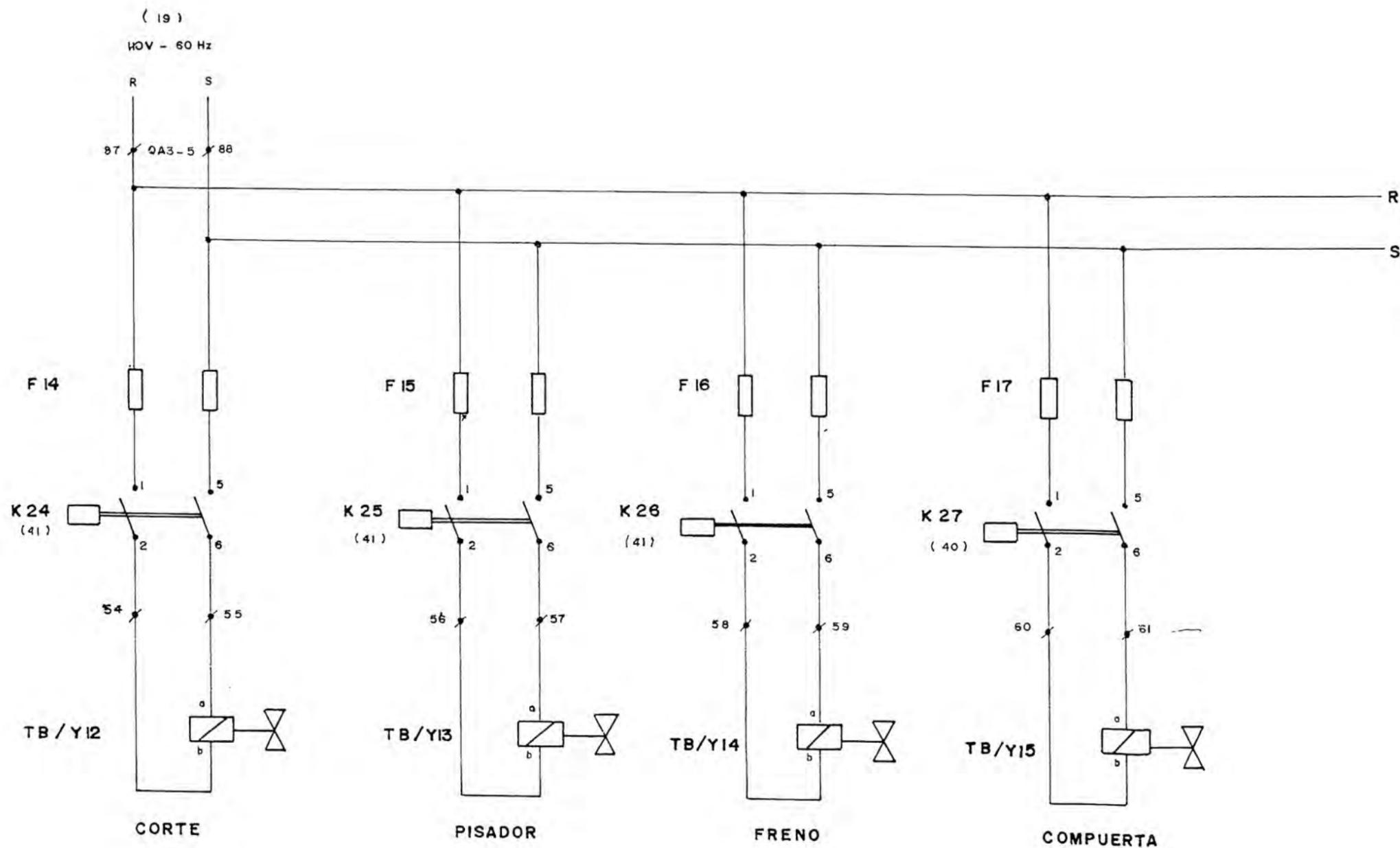
UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA	
FACULTAD DE INGENIERIA ELECTRICA Y ELECTRONICA	
TESIS PARA OPTAR EL TITULO DE INGENIERO	
ELECTRICISTA POR EXAMEN PROFESIONAL	
TEMA:	
AUTOMATIZACION DE LA MESA DE ENFRIAMIENTO LINEA DE BARRA, PLANTA DE LAMINACION ACEROS AREQUIPA S. A.	
PLANO: EMPILADORES NATOS - RASTRILLOS MOVILES	
ALUMNO:	ASESOR:
ALBERTO D. ALVARADO ARELLANO	ING. RUBEN AQUIZE
	LAMINA: 36



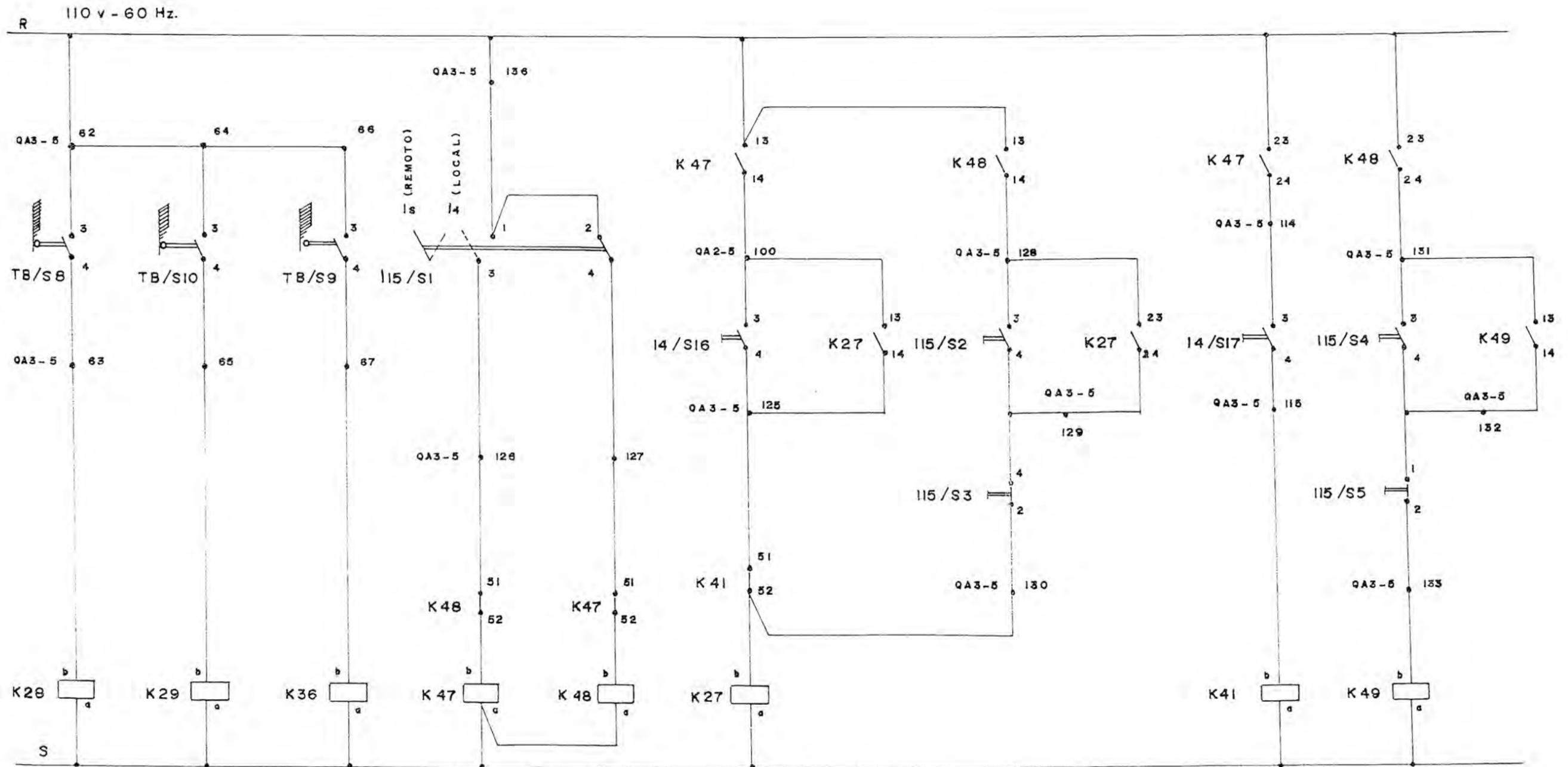
UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA		
FACULTAD DE INGENIERIA ELECTRICA Y ELECTRONICA		
TESIS PARA OPTAR EL TITULO DE INGENIERO		
ELECTRICISTA POR EXAMEN PROFESIONAL		
TENA: AUTOMATIZACION DE LA MESA DE ENFRIAMIENTO		
LINEA DE BARRA, PLANTA DE LAMINACION ACEROS		
AREQUIPA S.A.		
PLANO:	EMPILADORES NATOS Y RASTRILLOS MOVILES	
ALUMNO:	ASESOR:	LAMINA:
ALBERTO D. ALVARADO ARELLANO	ING. RUBEN AQUIZE	37



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA		
FACULTAD DE INGENIERIA ELECTRICA Y ELECTRONICA		
TESIS PARA OPTAR EL TITULO DE INGENIERO		
ELECTRICISTA POR EXAMEN PROFESIONAL		
TEMA:		
AUTOMATIZACION DE LA MESA DE ENFRIAMIENTO LINEA DE BARRA, PLANTA DE LAMINACION ACEROS AREQUIPA S.A.		
PLANO: WIMMLERS		
ALUMNO:	ASESOR:	LAMINA:
ALBERTO D. ALVARADO ARELLANO	ING. RUBEN AQUIZE	38



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA		
FACULTAD DE INGENIERIA ELECTRICA Y ELECTRONICA		
TESIS PARA OPTAR EL TITULO DE INGENIERO ELECTRICISTA POR EXAMEN PROFESIONAL		
TEMA: AUTOMATIZACION DE LA MESA DE ENFRIAMIENTO LINEA DE BARRA, PLANTA DE LAMINACION ACEROS AREQUIPA S.A.		
PLANO:	TIJERA EN FRIO	
ALUMNO:	ALBERTO D. ALVARADO ARELLANO	ASESOR: ING. RUBEN AQUIZE
		LAMINA: 39



FC AUXILIARES

SELECCION SERVICIO

MANDO COMPUERTA

AUX. CORTE

AUX. MANDO PISADOR

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
 FACULTAD DE INGENIERIA ELECTRICA Y ELECTRONICA

TESIS PARA OPTAR EL TITULO DE INGENIERO
 ELECTRICISTA POR EXAMEN PROFESIONAL

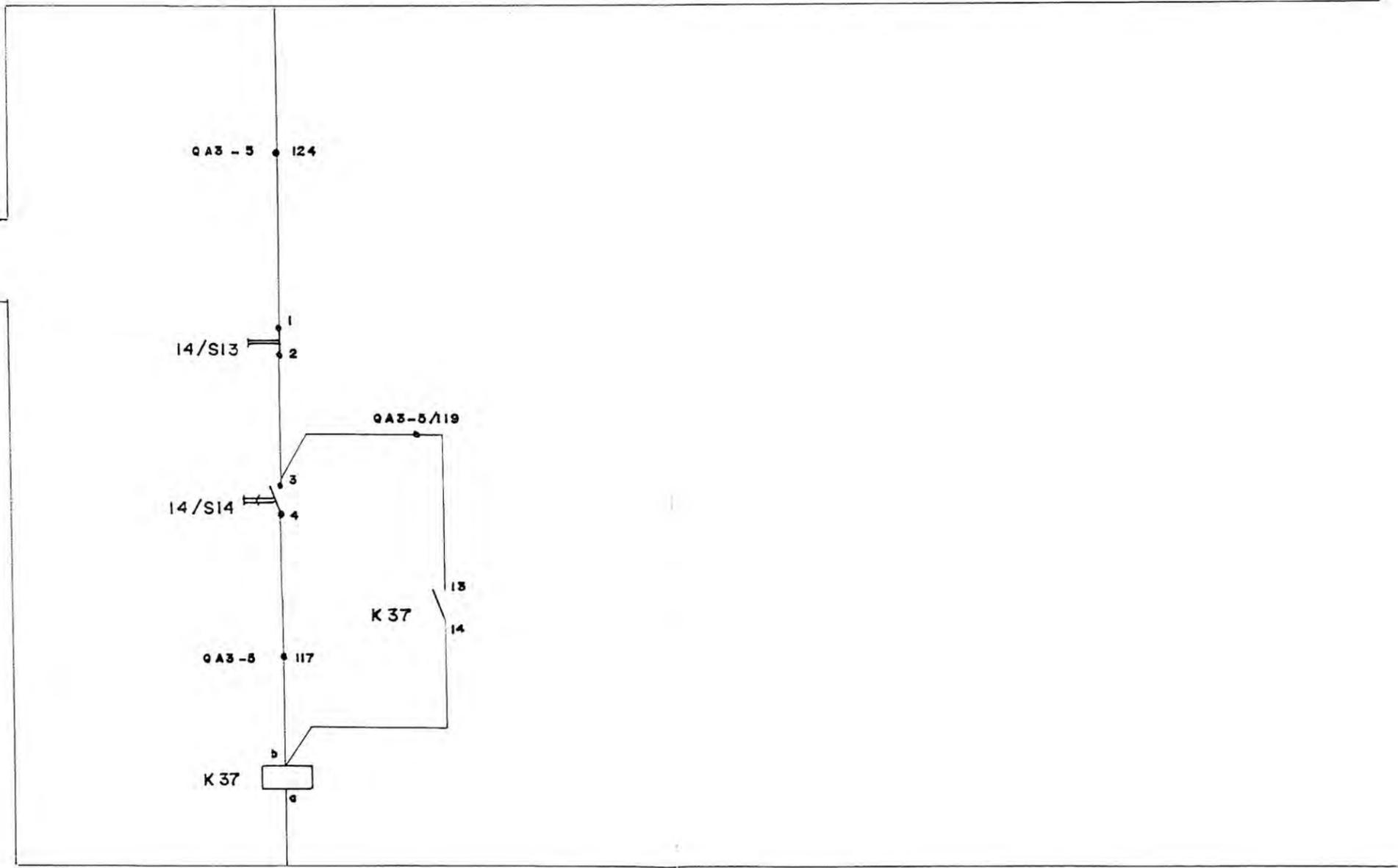
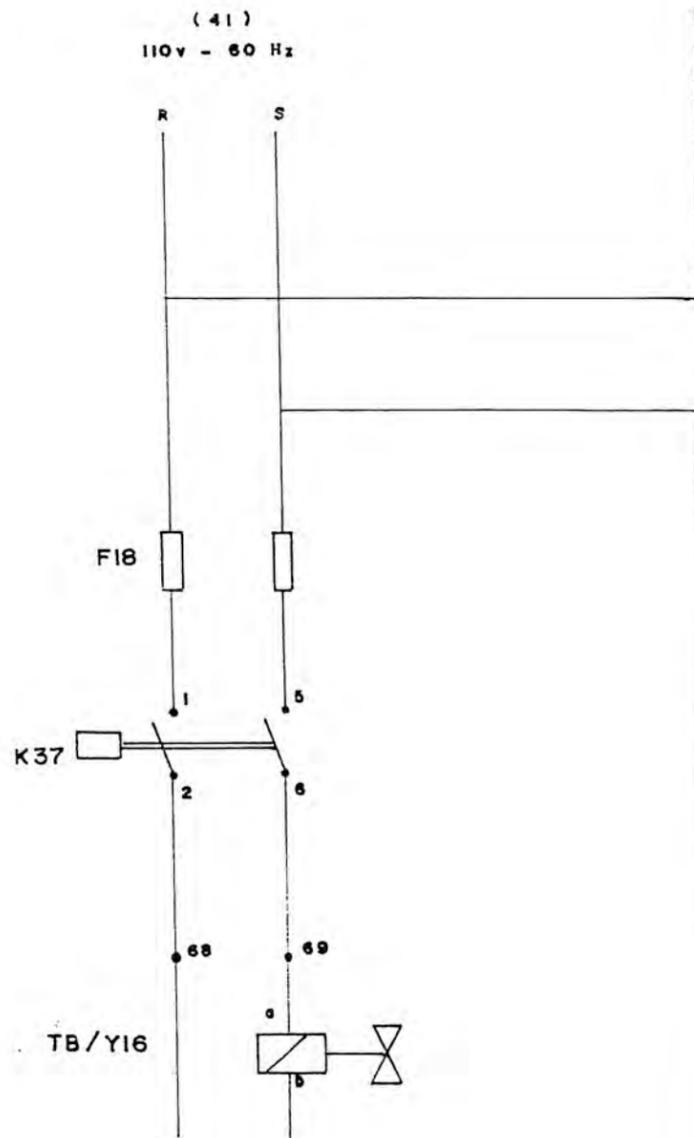
TEMA
 AUTOMATIZACION DE LA MESA DE ENFRIAMIENTO
 LINEA DE BARRA, PLANTA DE LAMINACION ACEROS
 AREQUIPA S.A.

PLANO: TIJERA EN FRIO

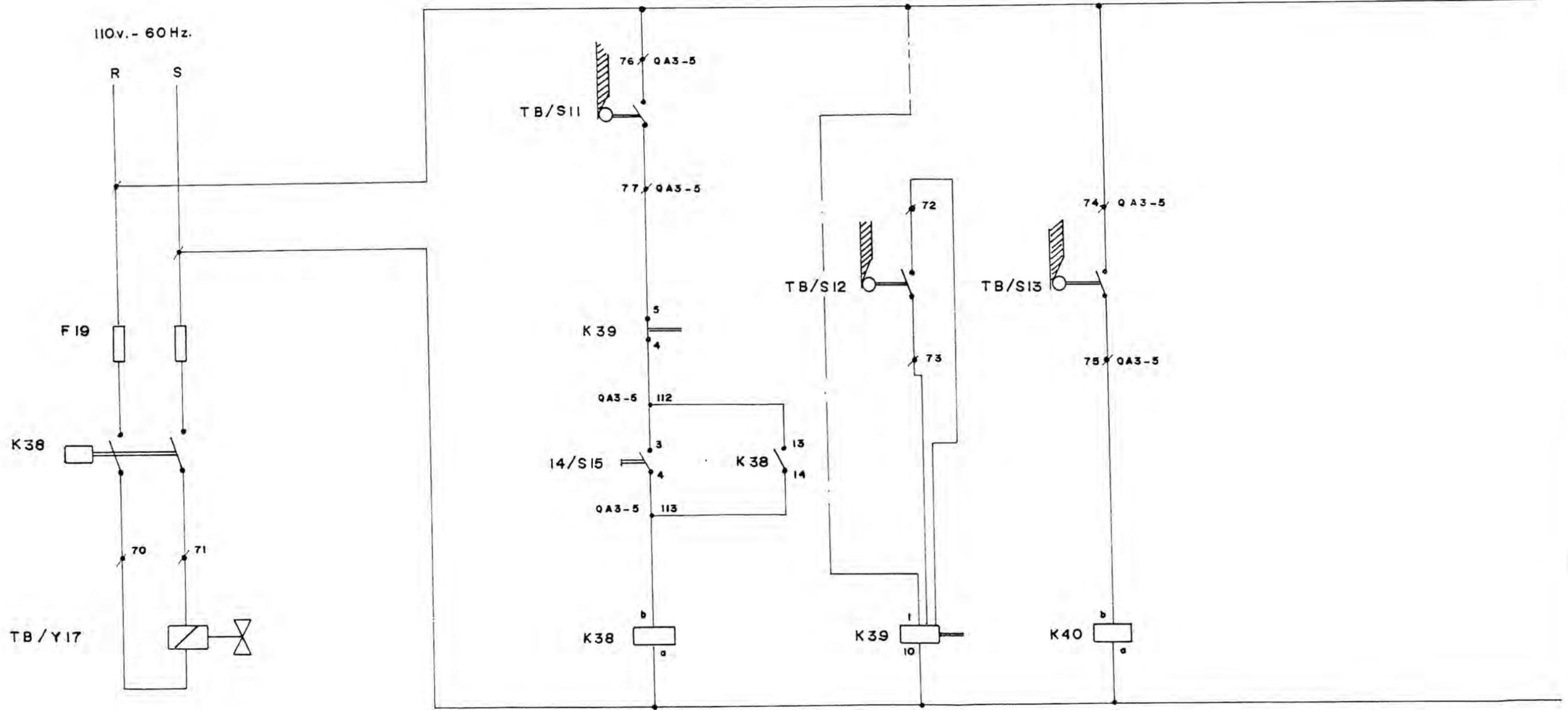
ALUMNO:
 ALBERTO D. ALVARADO ARELLANO

ASESOR:
 ING. RUBEN AQUIZE

LAMINA
 40



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA		
FACULTAD DE INGENIERIA ELECTRICA Y ELECTRONICA		
TESIS PARA OPTAR EL TITULO DE INGENIERO		
ELECTRICISTA POR EXAMEN PROFESIONAL		
TEMA:		
AUTOMATIZACION DE LA MESA DE ENFRIAMIENTO LINEA DE BARRA, PLANTA DE LAMINACION ACEROS AREQUIPA S. A.		
PLANO: COMPUERTA MOVIL		
ALUMNO:	ASESOR:	LAMINA
ALBERTO D. ALVARADO ARELLANO	ING. RUBEN AQUIZE	42



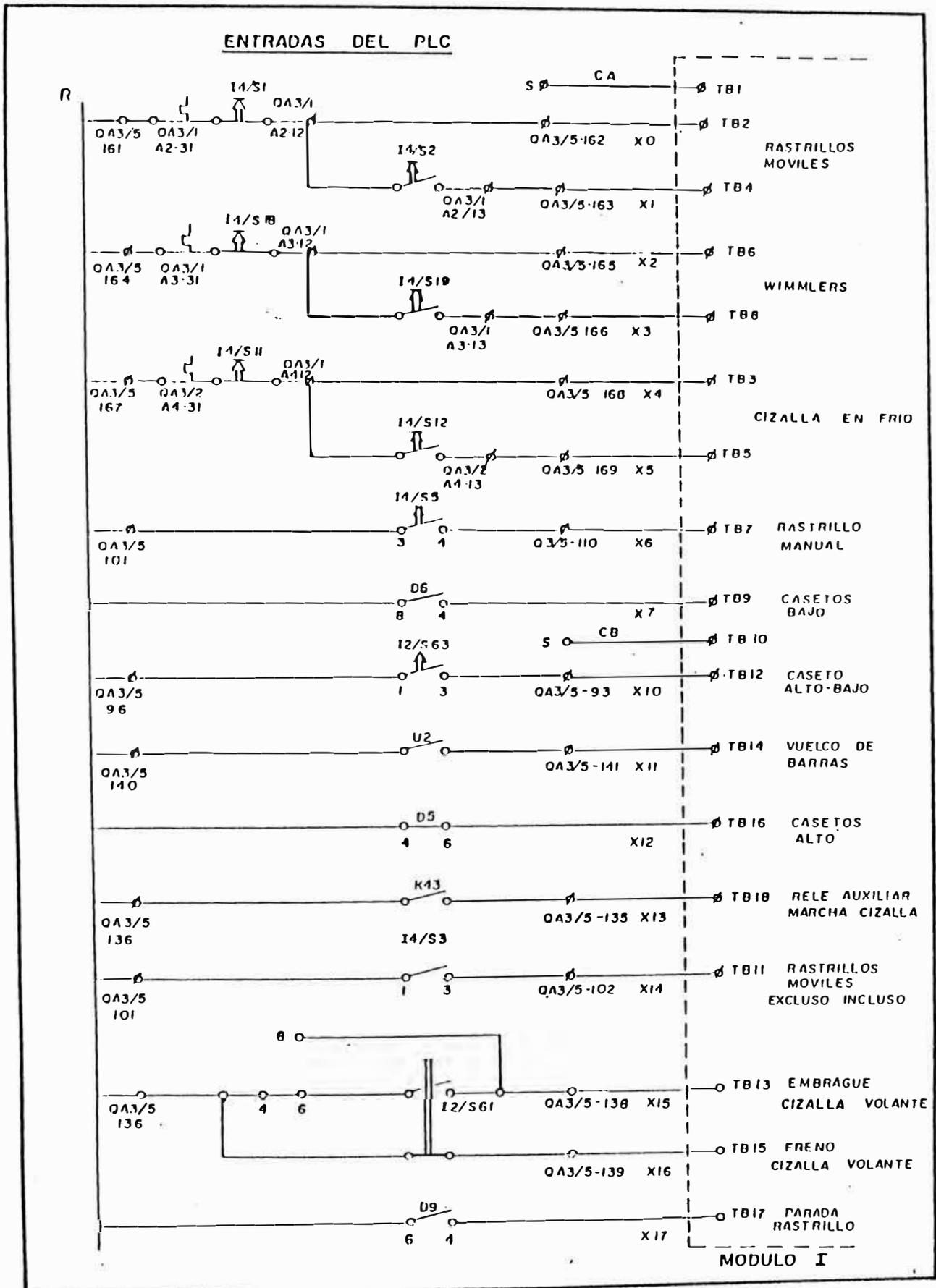
UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA ELECTRICA Y ELECTRONICA

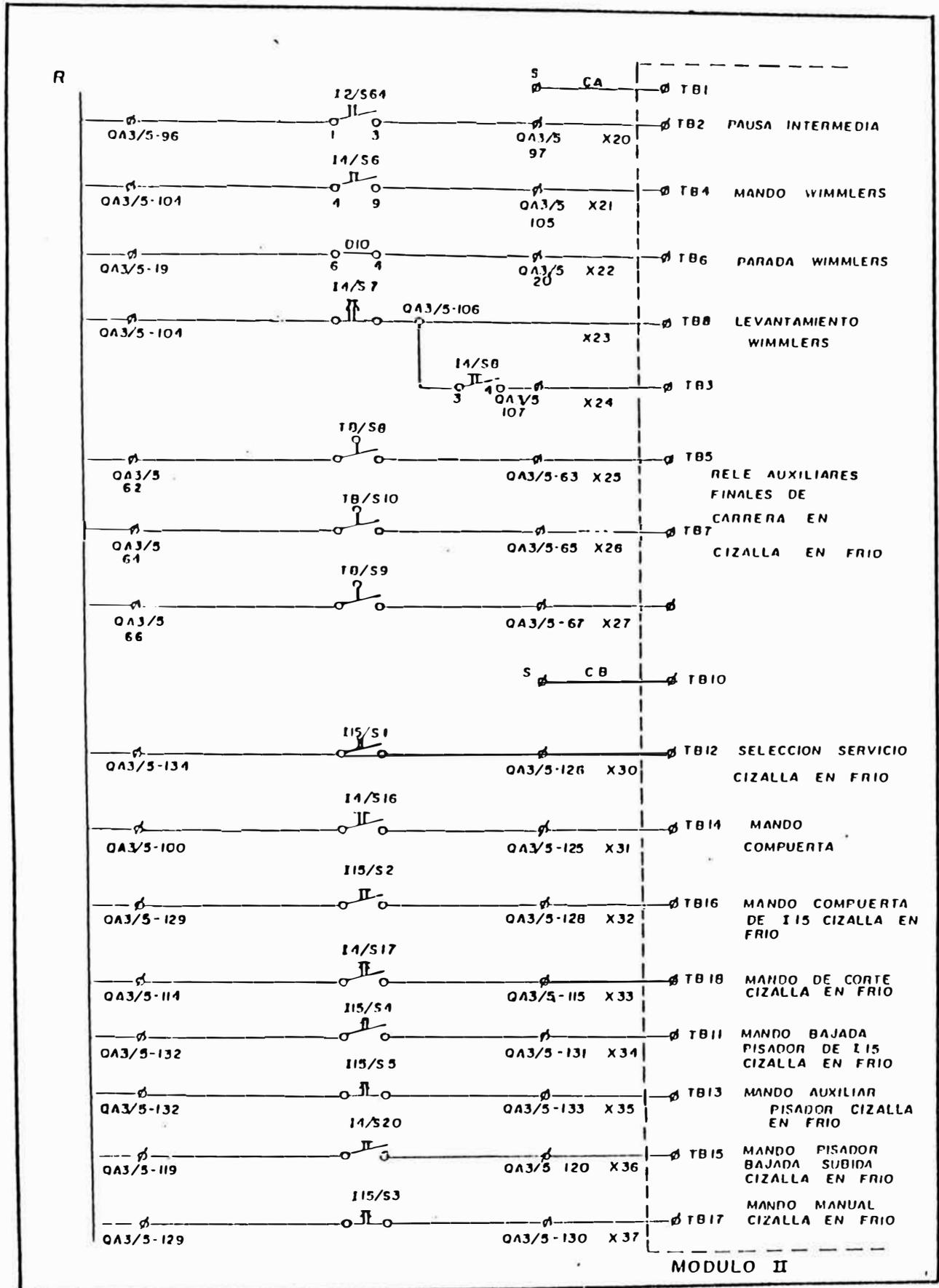
TESIS PARA OPTAR EL TITULO DE INGENIERO
 ELECTRICISTA POR EXAMEN PROFESIONAL

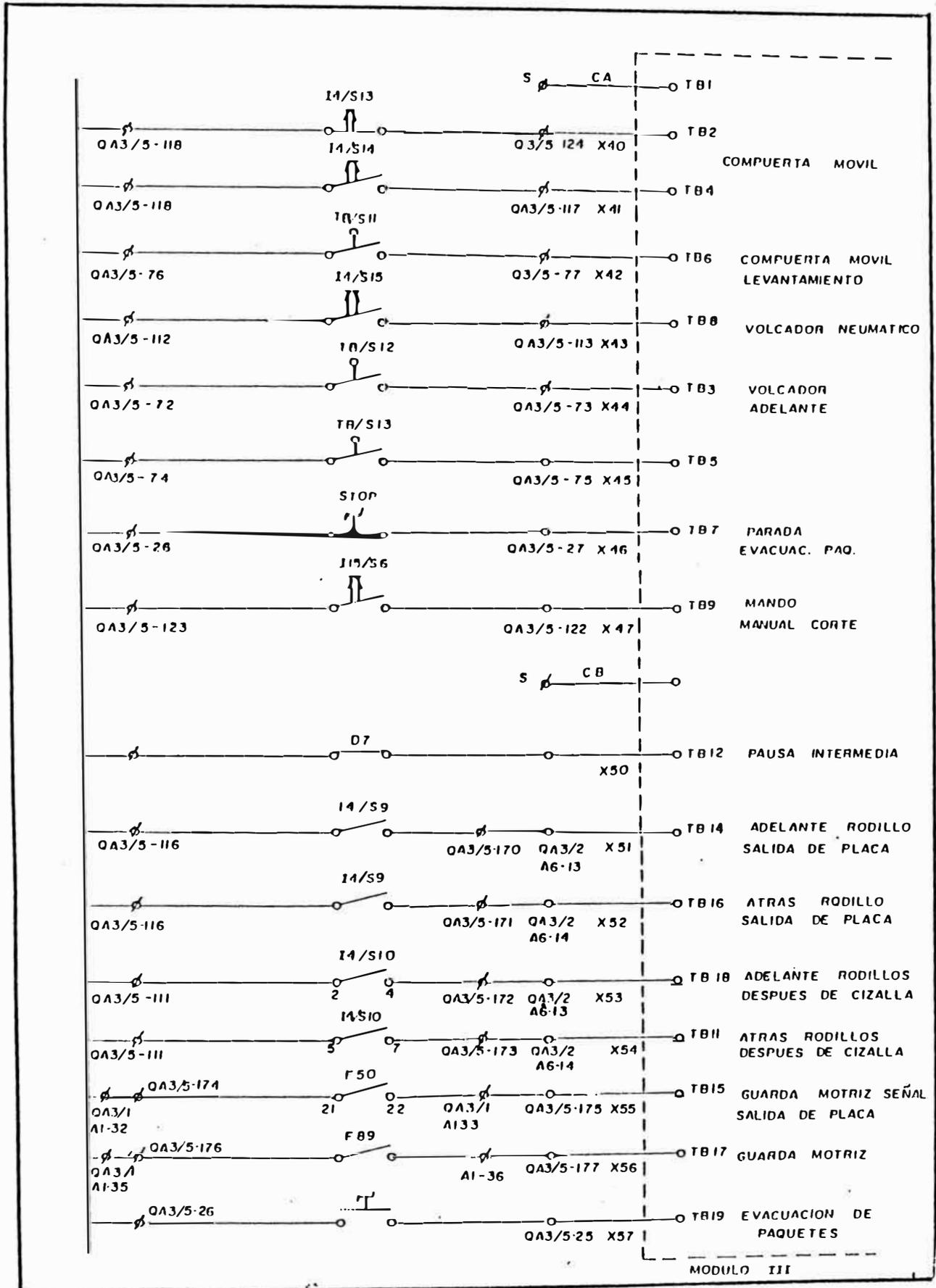
TEMA: **AUTOMATIZACION DE LA MESA DE ENFRIAMIENTO**
LINEA DE BARRA, PLANTA DE LAMINACION ACEROS
AREQUIPA S. A.

PLANO: VUELCADORES NEUMATICOS
 ALUMNO: **ALBERTO D. ALVARADO ARELLANO** ASESOR: **ING. RUBEN AQUIZE** LAMINA: **45**

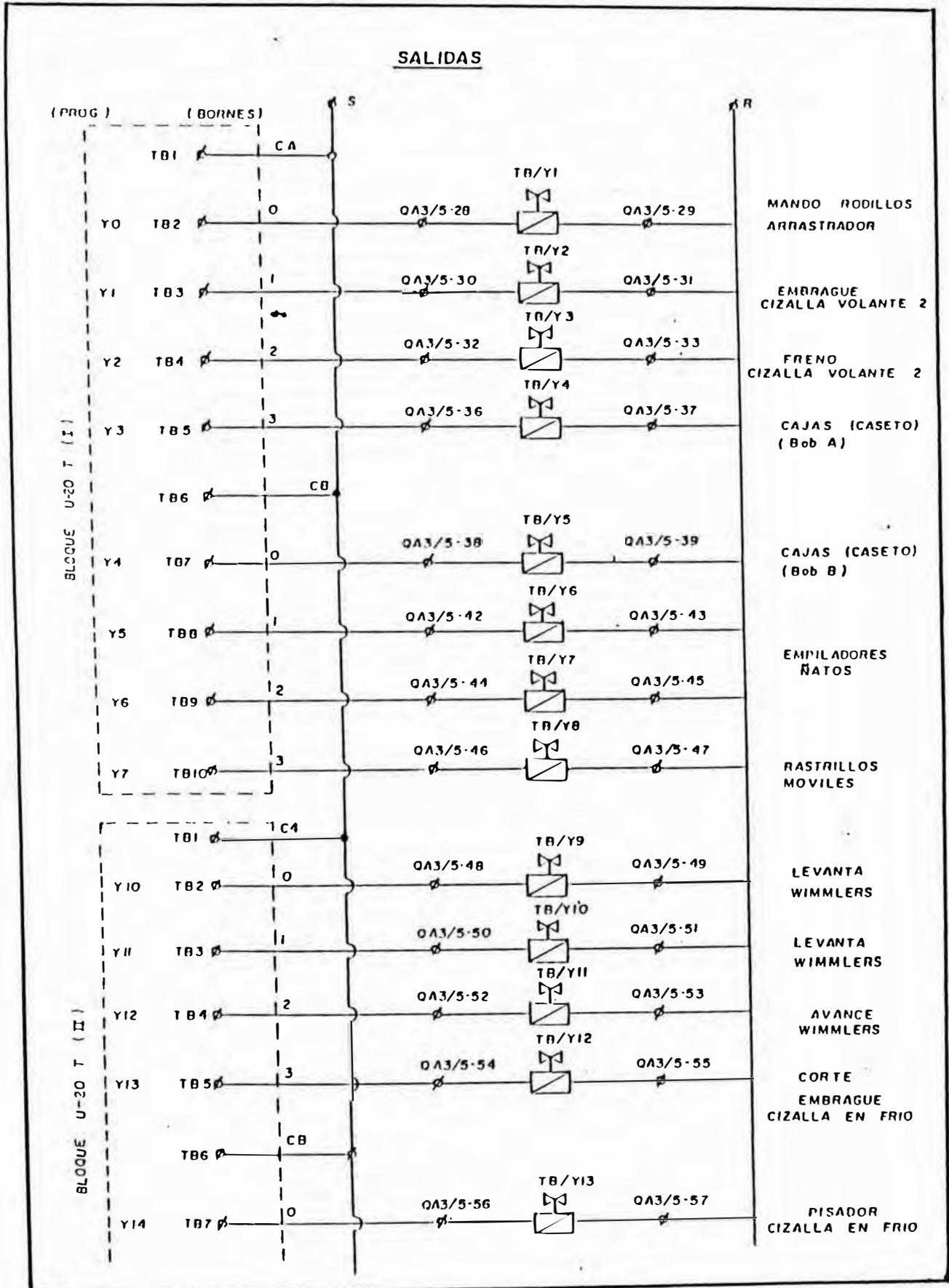
Esquema de entrada al PLC.

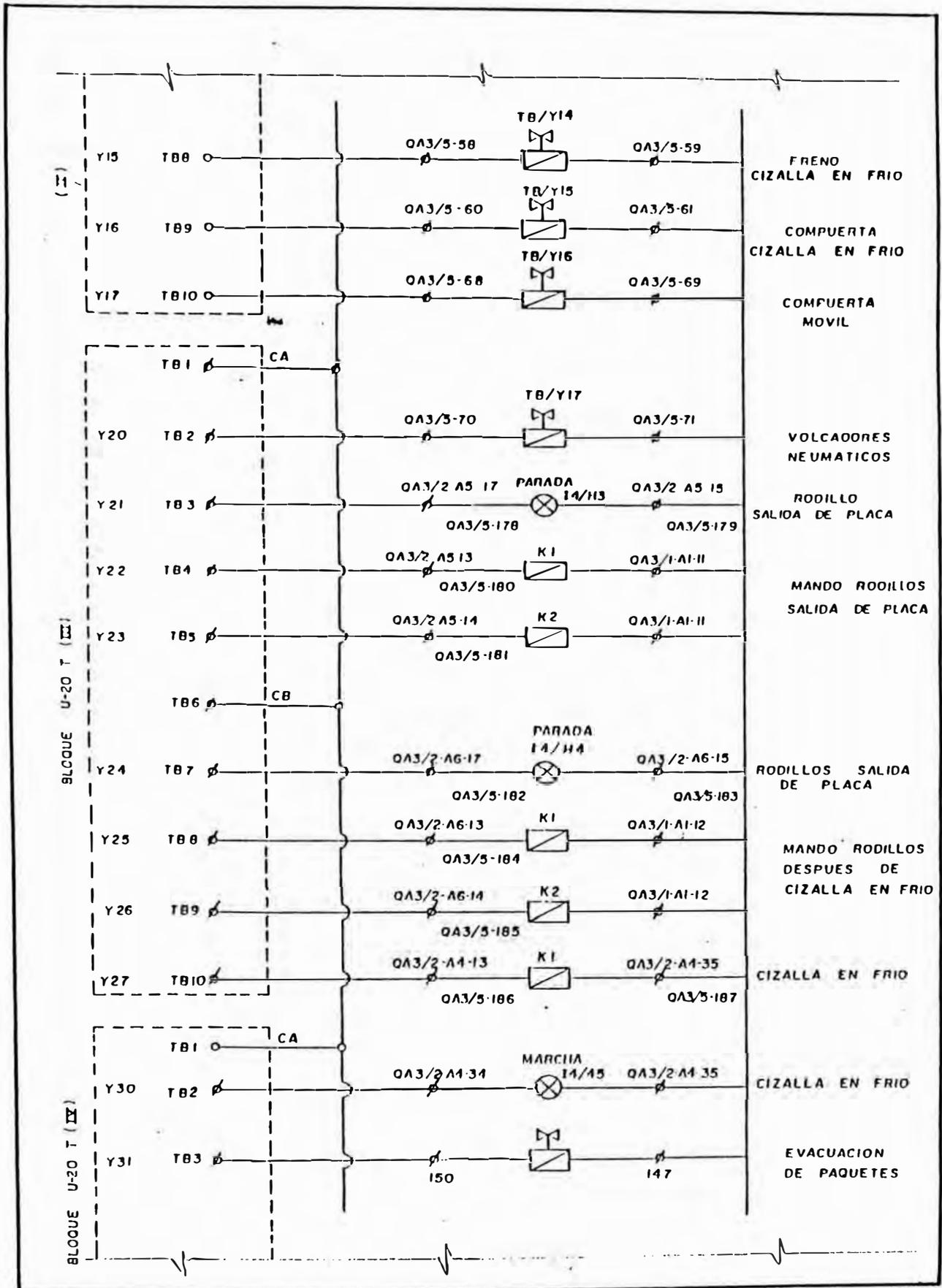


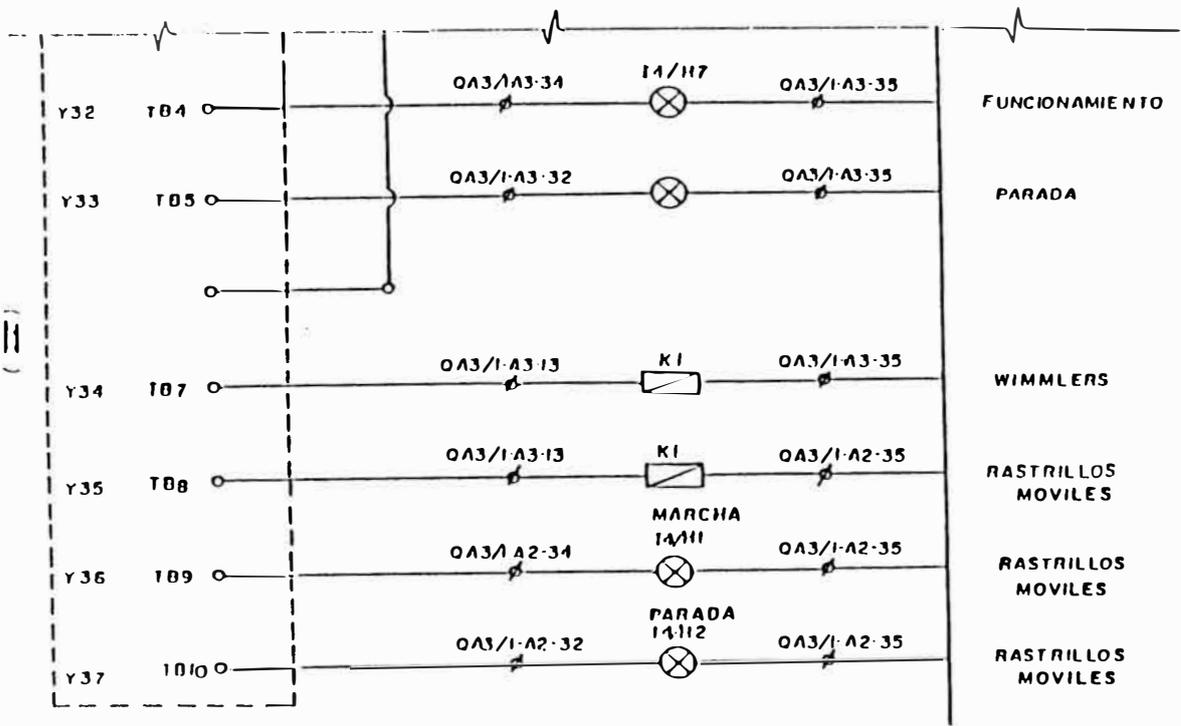




Esquema de salida del PLC.



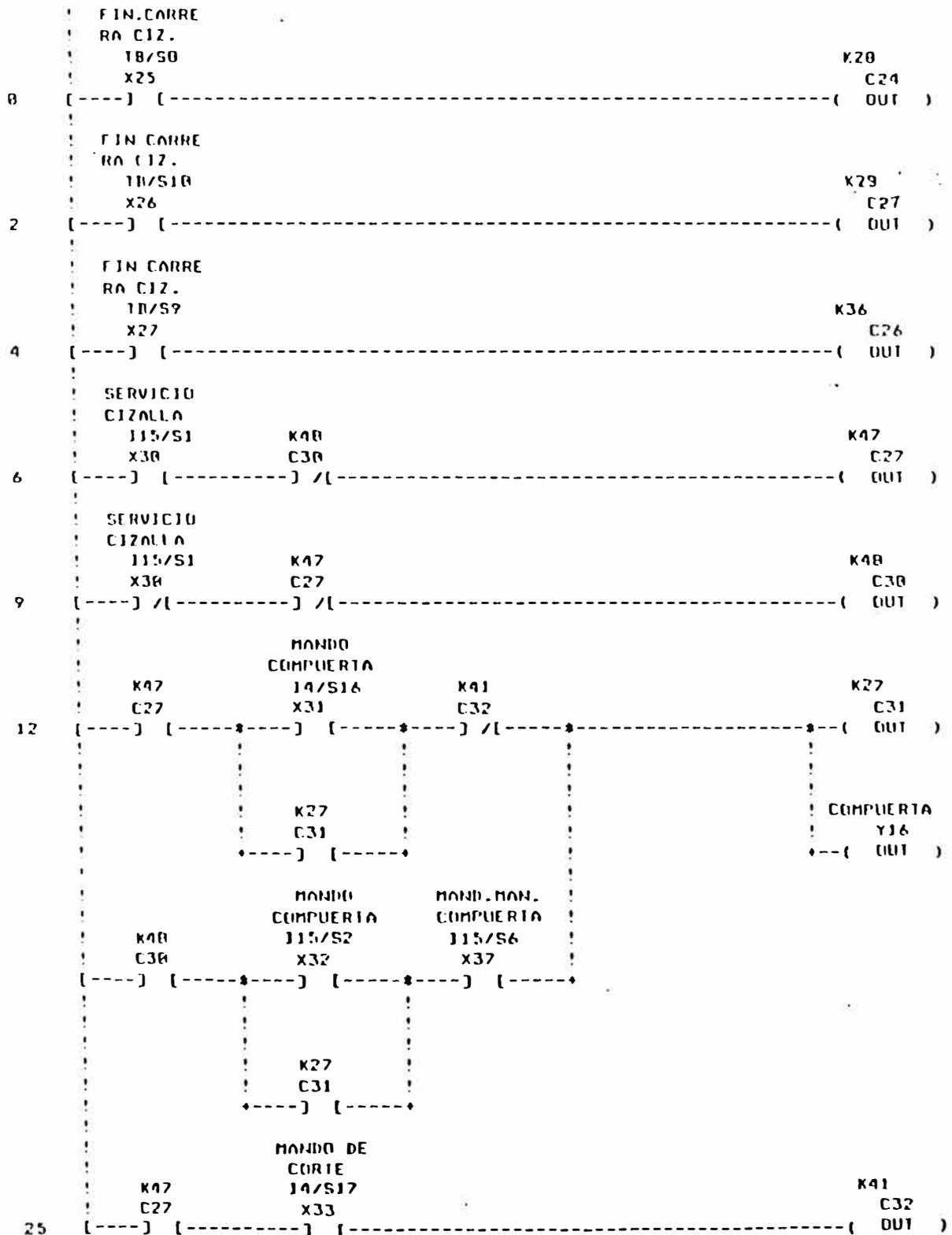




Programa en Lenguaje Escalera.

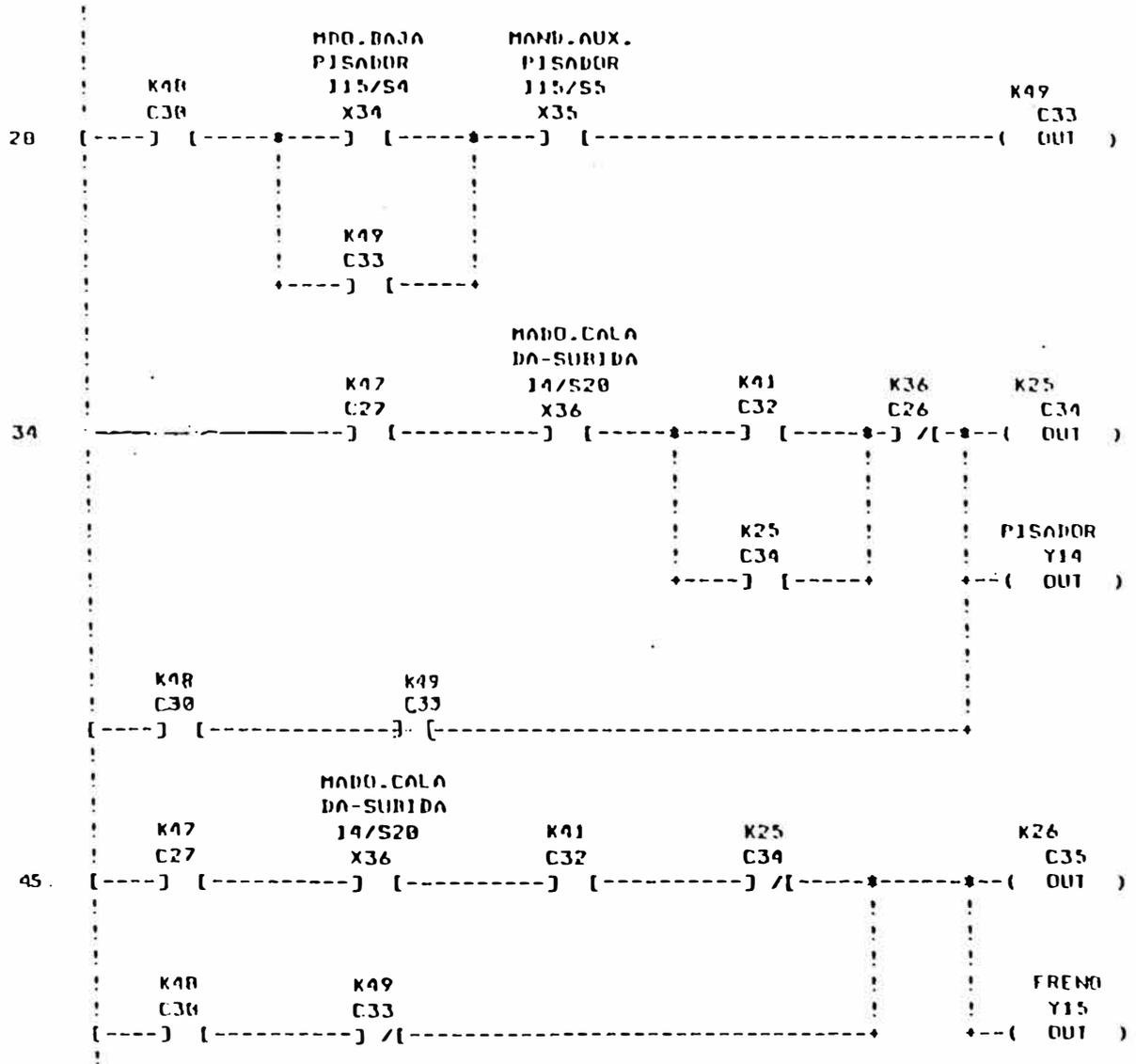
TIPOFI
DATE: 00-00-00

PAGE 2
435 OFFLINE



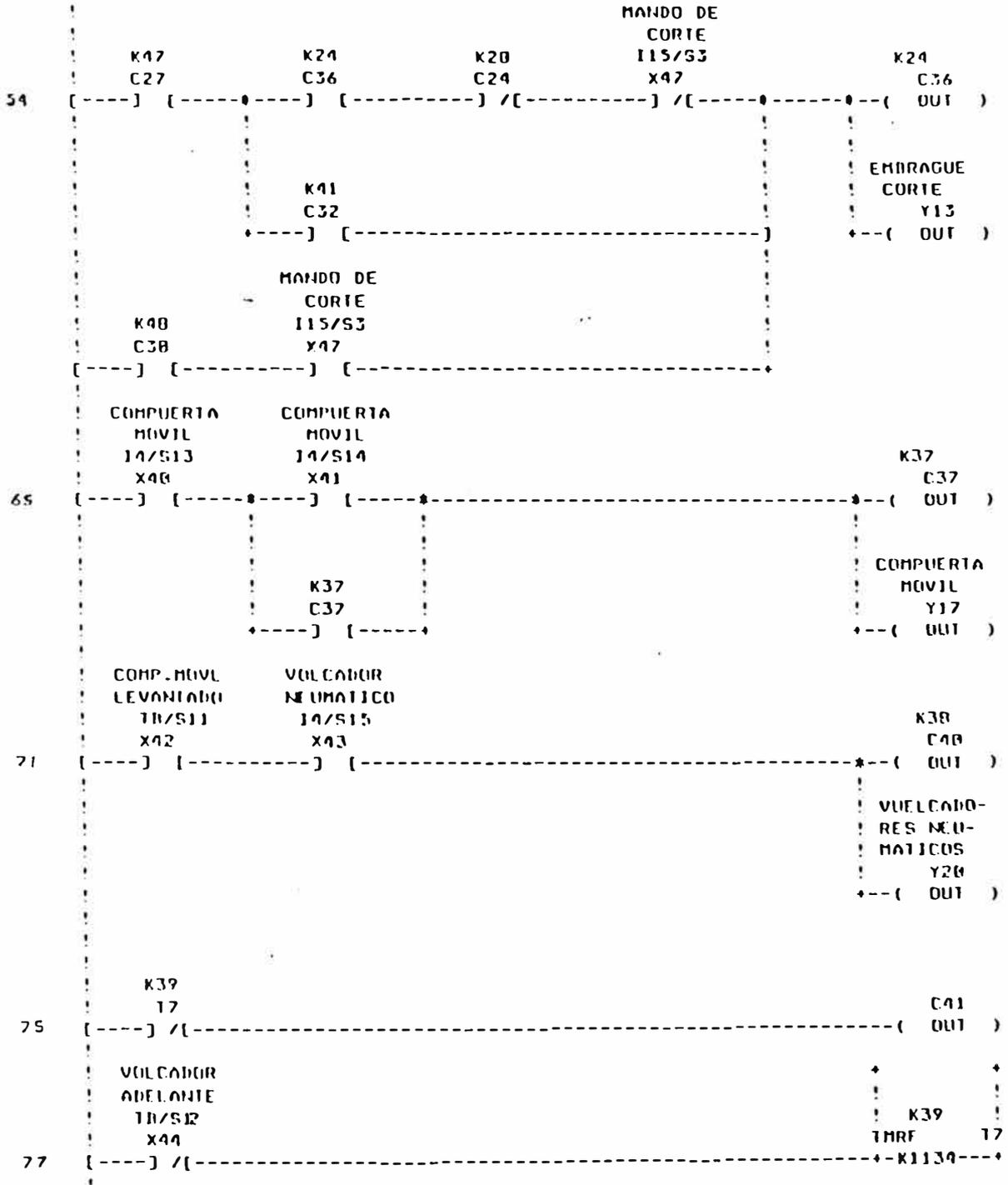
T150F1
DATE: 00-00-00

PAGE 3
-435 OFFLINE



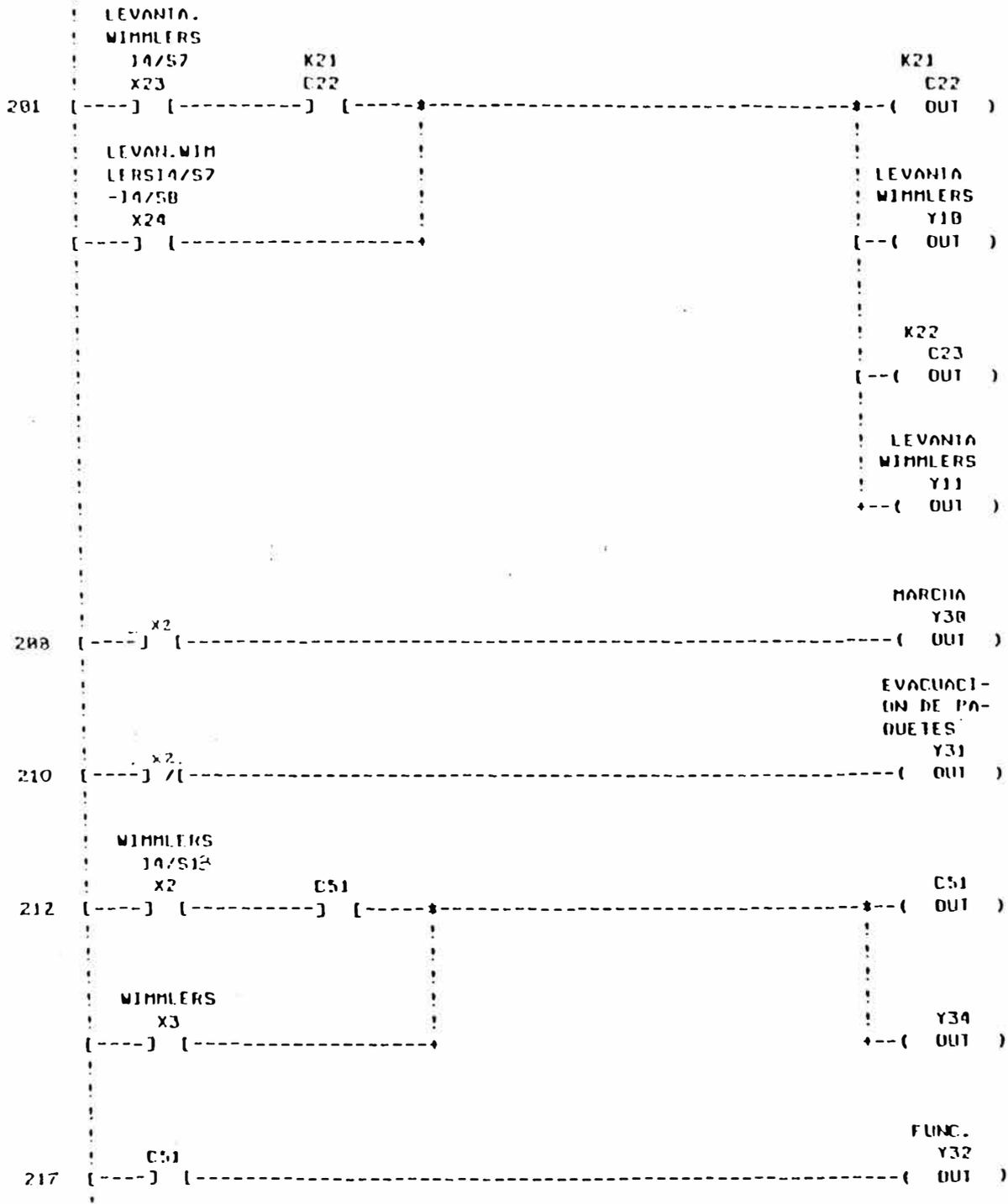
T150F1
DATE: 00-00-00

PAGE 4
435 OFFLINE



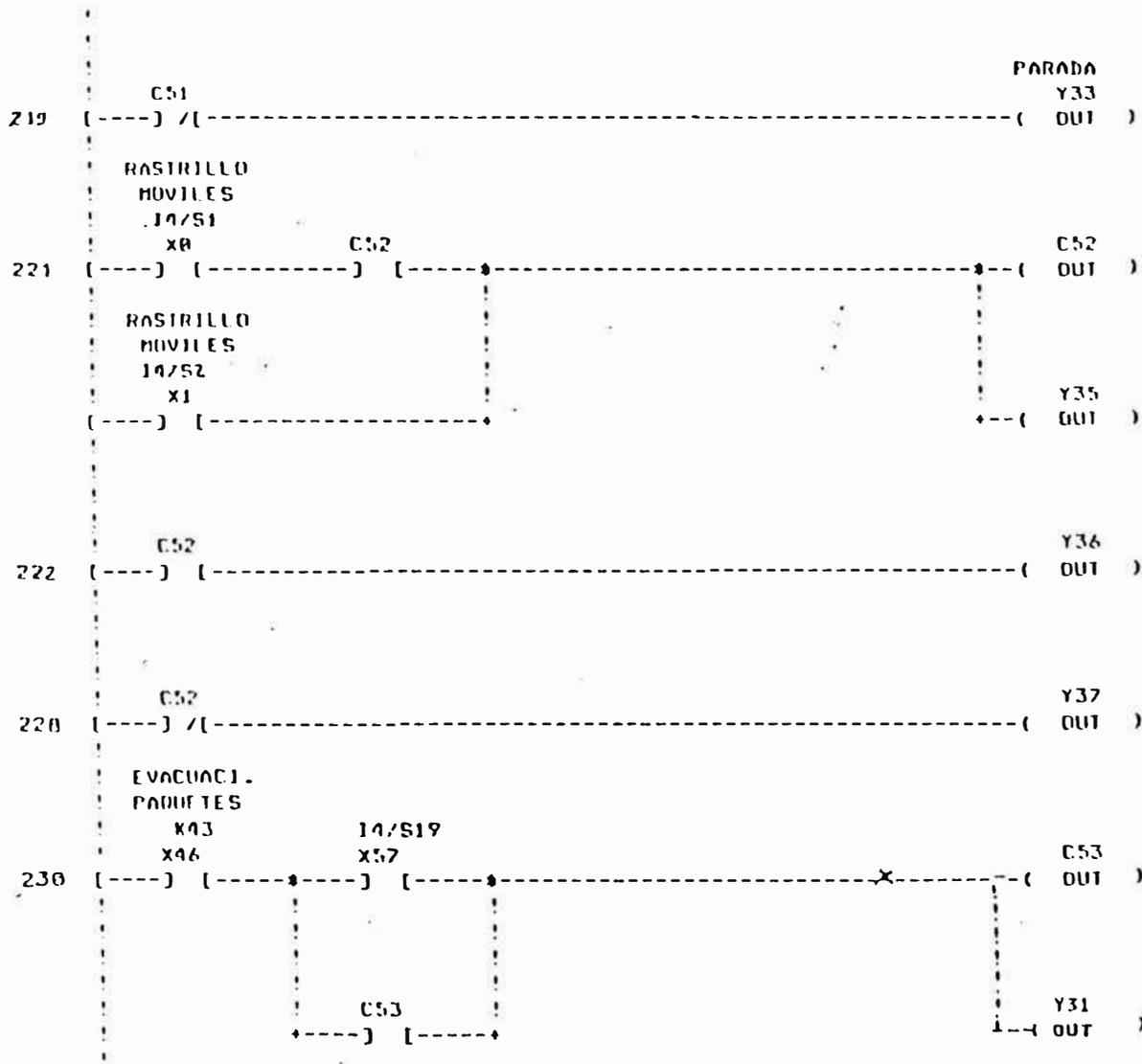
115001
DATE: 00-00-00

PAGE 18
435 OFFLINE



T150F1
 DATE: 00-00-00

PAGE 11
 435 OFFLINE



T1507
DATE: 00-00-00

PAGE 7
435 OFFLINE

129 [---] [---] K100
C12 K0
C6
(OUT)

CAJAS
BOB.D
Y4
+--(OUT)

132 [---] [---] CASE10
BAJO D6
X7 K13
C7
(OUT)

!+ +
!! !!
!! K9 !!
!TRF 12
+--K25-----+

137 [---] [---] CASE10 VUELCU DE
ALTO-BAJO BARRAS
12/S63 DCP/9 K9
X10 X11 12
/ [---] (OUT)

K10
C10
+---] [---+

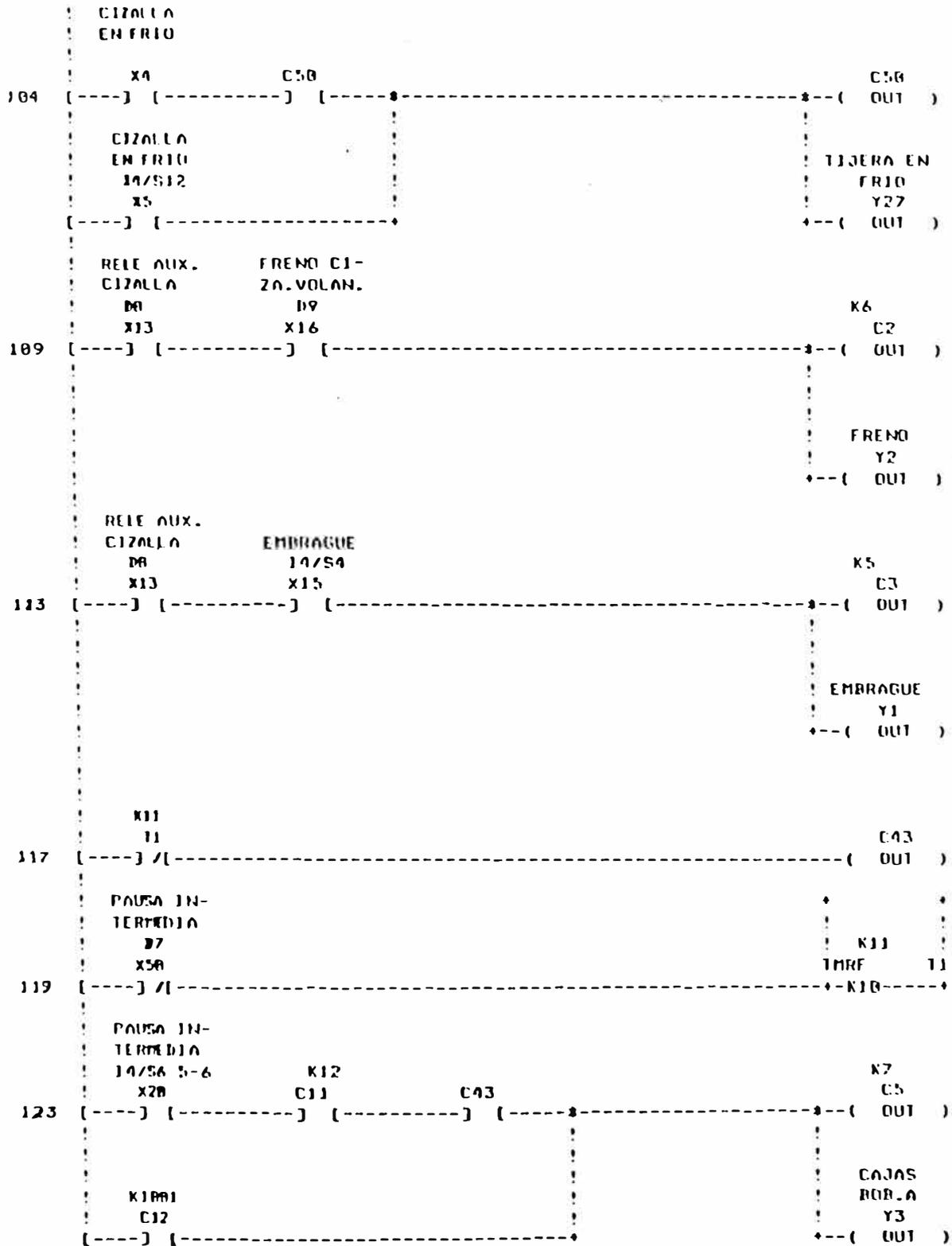
CASE10
ALTO-BAJO
12/S63
X10
/[---] / [---]

144 [---] [---] CASETOS
ALTO D5
X12 K12
C11
(OUT)

146 [---] [---] 13 K1001
C12
(OUT)

115071
DATE: 00-00-00

PAGE 6
435 OFFLINE



1150F1
DATE: 00-00-00

PAGE 5
435 OFFLINE

81	10/S13 X45			K42 C42 Y21
84	K28 C24	K29 C25	K42 C42	C44 Y22
88	C44	ANTE. RODIL LO. SALIDA 14/S9 2-4 X51		MANDO RO- DILL./SA- LIDA PLA. Y23
91	C44	ATRAS RO- DIL. SALIDA 14/S9 5-7 X52		MANDO RO- DILL./SA- LIDA PLA. Y23
94	GUARDAMU. SALIDA F58 X55			Y21
96	C44	ANTE. ROD. 14/S10 (2-4) X53		MAND. ROD] LLU/DES- PUES C12. Y25
99	C44	ATRAS ROD 14/S10 (5-7) X54		MAND. ROD] LLU/DES- PUES C12. Y26
107	GUARDAMU. DESP. C12. F89 X56			Y24

Programa en Lenguaje Booleano

ADDRESS	
0	STR X 25 OUT C 24
2	STR X 26 OUT C 25
4	STR X 27 OUT C 26
6	STR X 30 ANDN C 30 OUT C 27
9	STRN X 30 ANDN C 27 OUT C 30
12	STR C 27 STR X 31 OR C 31 AND STR ANDN C 32 STR C 30 STR X 32 OR C 31 AND STR AND X 37 OR STR OUT C 31 OUT Y 16
25	STR C 27 AND X 33 OUT C 32
28	STR C 30 STR X 34 OR C 33 AND STR AND X 35 OUT C 33
34	STR C 27 AND X 36 STR C 32 OR C 34 AND STR ANDN C 26 STR C 30 AND C 33 OR STR OUT C 34 OUT Y 34
45	STR C 27 AND X 36

ADDRESS

	ANDN	C	32
	ANDN	C	34
	STR	C	30
	ANDN	C	33
	OR	STR	
	OUT	C	35
	OUT	Y	15
54	STR	C	27
	STR	C	36
	ANDN	C	24
	ANDN	C	47
	OR	C	32
	AND	STR	
	STR	C	30
	AND	X	47
	OR	STR	
	OUT	C	36
	OUT	Y	13
65	STR	X	40
	STR	X	41
	OR	C	37
	AND	STR	
	OUT	C	37
	OUT	Y	17
71	STR	X	42
	AND	X	43
	OUT	C	40
	OUT	Y	20
75	STRN	T	7
	OUT	C	41
77	STRN	X	44
	TMRF	T7	K134
81	STR	X	45
	OUT	C	42
	OUT	Y	21
84	STR	C	24
	AND	C	25
	AND	C	42
	OUT	C	44
88	STR	C	44
	AND	X	51
	OUT	Y	22
91	STR	C	44
	AND	X	52
	OUT	Y	23
94	STR	X	55

ADDRESS

	OUT	Y	21
96	STR	C	44
	AND	X	53
	OUT	Y	25
99	STR	C	44
	AND	X	54
	OUT	Y	26
102	STR	X	26
	OUT	Y	24
104	STR	X	4
	AND	C	50
	OR	X	5
	OUT	C	50
	OUT	Y	27
109	STR	X	13
	AND	X	16
	OUT	C	2
	OUT	Y	2
113	STR	X	13
	AND	X	15
	OUT	C	3
	OUT	Y	1
117	STRN	T	1
	OUT	C	43
119	STRN	X	50
	TMRF	T1	K10
123	STR	X	20
	AND	C	11
	AND	C	43
	OR	C	12
	OUT	C	5
	OUT	Y	3
129	STR	C	12
	OUT	C	6
	OUT	Y	4
132	STR	X	7
	OUT	C	7
	TMRF	T2	K50
137	STR	X	10
	STR	X	11
	OR	C	10
	AND	STR	
	ANDN	T	2

ADDRESS

	ORN	X	10
	OUT	C	10
144	STR	X	12
	OUT	C	11
146	STR	T	3
	OUT	C	12
148	STR	C	10
	OUT	C	13
	TMRF	T3	K140
153	STR	C	20
	AND	C	15
	TMRF	T4	K12
158	STR	C	11
	OR	C	15
	OUT	C	15
161	STR	X	14
	STR	T	4
	OR	C	16
	AND	STR	
	ANDN	C	14
	OUT	C	16
	OUT	Y	5
	OUT	Y	6
169	STR	C	14
	TMRF	T5	K100
173	STR	X	14
	STR	T	5
	OR	C	17
	AND	STR	
	STRN	X	14
	AND	T	4
	OR	STR	
	STR	X	17
	AND	C	17
	OR	STR	
	OR	X	6
	OUT	C	17
	OUT	Y	7
186	STR	C	17
	TMRF	T6	K80
190	STRN	T	6
	STR	C	20
	OR	C	7
	AND	STR	
	OUT	C	20

ADRESS

195	STR	X	21
	STR	C	21
	ANDN	X	22
	OR	STR	
	OUT	C	21
	OUT	Y	12
201	STR	X	23
	AND	C	22
	OR	X	24
	OUT	C	22
	OUT	Y	10
	OUT	Y	23
	OUT	Y	11
208	STR	X	2
	OUT	Y	30
210	STRN	X	2
	OUT	Y	31
212	STR	X	2
	AND	C	51
	OR	X	3
	OUT	C	51
	OUT	Y	34
217	STR	C	51
	OUT	Y	32
219	STRN	C	51
	OUT	Y	33
221	STR	X	0
	AND	C	52
	OR	X	1
	OUT	C	52
	OUT	Y	35
226	STR	C	52
	OUT	Y	36
228	STRN	C	52
	OUY	Y	37
230	STR	X	46
	STR	X	57
	OR	C	53
	AND	STR	
	OUT	C	53
	OUT	Y	31
236	END		

CAPITULO IV COSTOS

El costo de la automatización de la Mesa de Enfriamiento de la Línea de Barra de Aceros Arequipa S.A. estuvo restringido únicamente a los costos del PLC y sus periféricos. No se tomó en cuenta los costos de materiales tales como cables, terminales, interruptores termomagnéticos, rieles y borneras, porque se emplearon los que existían con el control de lógica cableada. Tampoco se consideran los costos de Asesoría, Dirección Técnica y mano de obra calificada, porque estos servicios fueron gratuitos de acuerdo al contrato entre Aceros Arequipa S.A. y la firma ESIM (Representante Oficial de Texas Instruments, de ese entonces).

Seguidamente mostramos los costos del equipo, que incluyen el IGV.

**EQUIPO BASICO PLC TEXAS-INTRUMENTS
(SERIE 405)**

ITEM	DESCRIPCION	U	CANT	P.U \$	TOT. \$
1.0	CPU serie 405,Mod TI 435 c/power supply.	u	01	695	695
2.0	Cartucho de Memoria G-03M CMOS RAM 8K	u	01	138	138
3.0	Unid. Expansion 405-IOEX	u	01	202	202
4.0	Base Mod. U-08B c/exp	u	01	197	197
5.0	Cable de Exp CPU - Base U-05J	u	01	56	56
6.0	Módulo Entrada 16 Ptos U-25N	u	03	162	486
7.0	Módulo Salida 08 Ptos U-20T	u	04	210	840
8.0	Manual de Uso 405-8101 SP	u	01	30	30
	OPCIONALES				
1.0	Programador Portátil (MIU) Mod. S-10P	u	01	480	480
2.0	Cable Exp. CPU-MIU Mod S-15JP	u	01	70	70
3.0	Cartucho Memoria EEPROM G-23M	u	01	322	322

Costo total (US\$).....\$ 3,516 Dólares Americanos

CONCLUSIONES

El presente Sistema de Control de la Mesa de Enfriamiento de la Línea de Barra de Aceros Arequipa S.A. en la actualidad está funcionando satisfactoriamente gracias a su modernización mediante un PLC, que permite controlar y hacer ajuste de tiempo con facilidad y precisión. Además permitirá futuras expansiones y monitoreo desde una sala de control.

Durante el afinamiento de tiempos estas se realizan durante el proceso de producción en marcha.

El PLC hasta la actualidad ha demostrado tener alta Confiabilidad, porque el margen de error en su funcionamiento es casi nulo.

El PLC nos permite adicionar circuitos, que pueden ser usados como protección, señalización del Proceso, y para su programación no requerimos que el proceso tenga que detenerse.

El PLC permite realizar una mejor detección de fallas en la automatización, lo que conlleva a analizar las entradas y salidas y esto se verifica por medio de los LEDs incorporados que indican si están excitados o no.

La Modernización de la automatización no ha requerido desechar materiales tales como cables, interruptores

termagnético, borneras, regletas, etc. del sistema de control de lógica cableada.

Los costos de la Modernización se pueden considerar bajos.

BIBLIOGRAFIA

- 1.-Manual de Utilización, serie 405, de Texas Instruments
- 2.-Programmable Controllers, T. Hugues, Editorial de ISA, 1987.