



**ESCUELA POLITÉCNICA DEL  
EJÉRCITO  
SEDE LATACUNGA**

**CARRERA DE TECNOLOGÍA EN ELECTRÓNICA.**

**APLICACIÓN DEL PLC S7-200 CPU224 EN LA AUTOMATIZACIÓN  
DE MÁQUINAS INDUSTRIALES.**

**TRABAJO DE GRADO PARA LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE TECNÓLOGO  
EN ELECTRÓNICA.**

**Kléver J. Quinaluisa S.**

**Luis F. Remache C.**

**Latacunga – Ecuador.**

**2008.**

## **CERTIFICACIÓN**

Certificamos que el presente trabajo de grado fue desarrollado por los Sres. Kléver J. Quinaluisa S. y Luis F. Remache C., bajo nuestra dirección y supervisión.

Ing. Galo R. Ávila Rosero.  
DIRECTOR.

Ing. José Munzón P.  
CODIRECTOR.

## **AGRADECIMIENTO**

El agradecimiento a nuestro creador, por habernos dado la vida y permitir que finalicemos con éxito nuestra gran anhelada meta.

Por el esfuerzo mancomunado y desinteresado para preparar al personal militar en el conocimiento de la nueva tecnología y así poder desenvolvernos con mayor facilidad en el campo militar y civil, queremos expresar un profundo agradecimiento a la Fuerza Terrestre, la ESPE-L y todo el personal de docentes de esta prestigiosa escuela.

Un agradecimiento ferviente a los dos Sres. Docentes que nos supieron dirigir y supervisar para finalizar el presente trabajo, muchas gracias Sr. Ing. Galo Ávila y Sr. Ing. José Muzón.

Kléver J. Quinaluisa S.  
Luis F. Remache C.

## **DEDICATORIA.**

El presente trabajo de grado previo a la obtención del título de Tecnólogo en Electrónica, lo dedico a mi esposa Miriam, mis hijos Fernando, Alex, Denisse y a mi madre que siempre supieron comprenderme y apoyarme en todo momento, y a mi padre que junto al creador supo guiarme por el camino del bien para culminar esta carrera.

Kléver J. Quinaluisa S.

El presente trabajo de grado previo a la obtención del título de Tecnólogo en Electrónica, lo dedico a mis padres, mi esposa Patricia y mi hija, que siempre estaban ahí para darme palabras de aliento y no permitir que desmaye en llegar a concluir con éxito esta carrera.

Luis F. Remache C.

# INDICE GENERAL.

CONTENIDO	PÁGINA
<b>CAPÍTULO I.</b>	
<b>FUNDAMENTOS GENERALES DEL PLC.</b>	
1.1 DESCRIPCIÓN DEL PLC.	1
1.2 ESTUDIO Y FUNCIONAMIENTO DEL PLC.	2
1.2.1 Configuración externa.	2
1.2.1.1 Estructura compacta.	2
1.2.2 Configuración interna.	2
1.2.2.1 Sección de entradas.	3
1.2.2.2 Sección salidas.	3
1.2.2.3 La unidad de control de procesos.	3
1.2.3 Tamaño de los PLCs.	5
1.2.4 Partes de un PLC.	6
1.2.5 Fuente de alimentación.	7
1.2.6 Módulos de entrada y salida.	9
1.2.7 Módulos de salida.	12
1.3 LENGUAJE DE PROGRAMACIÓN.	13
1.3.1 Programación mediante diagramas LADDER o de contactos KOP.	13
1.3.2 Programación mediante ecuaciones lógicas, por funciones FUP.	19
1.3.3 Programación por instrucciones nemotécnicas AWL.	20
1.3.4 Terminales de programación del PLC.	22
1.3.5 Tarjeta de expansión.	23
1.3.6 Tiempo real.	23
1.3.7 Estructura abierta.	24
1.4 VENTAJAS Y DESVENTAJAS DEL USO DEL PLC.	26
1.4.1 Ventajas.	26
1.4.2 Desventajas.	26

**CAPÍTULO II.**  
**EL CONTROLADOR LÓGICO PROGRAMABLE SIMATIC S7-200.**

2.1 CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS.	31
2.1.1 CPU S7-200.	33
2.1.2 Módulo de ampliación S7-200.	34
2.2 INSTRUCCIONES PARA EL MONTAJE Y USO DEL PLC S7-200.	35
2.2.1 Conexión del S7-200.	35
2.2.2 Reglas para montar el S7-200.	36
2.2.3 Alimentación.	37
2.2.4 Reglas para el cableado del S7-200.	38
2.2.5 Reglas de puesta a tierra del S7-200.	39
2.2.6 Áreas de memoria de funciones del S7-200.	39
2.2.7 Datos técnicos de las CPUs.	40
2.2.8 Instrucciones de operación de la CPU 224.	43
2.3 SOFTWARE DE PROGRAMACIÓN DEL PLC S7-2000.	45
2.3.1 Software de programación STEP-7 MICRO/WIN.	45
2.3.1.1 Requisitos del sistema.	45
2.4 COMUNICACIÓN PC CON CPU 224.	46
2.4.1 Selección del protocolo para la comunicación.	49
2.4.2 Protocolo PPI.	50
2.4.3 Conexión del cable PC/PPI.	51

**CAPÍTULO III**  
**MOTORES ELÉCTRICOS Y DISPOSITIVOS INDUSTRIALES.**

3.1 PRINCIPIO DE FUNCIONAMIENTO.	53
3.2 EL MOTOR DE CORRIENTE CONTINUA.	55
3.2.1 Clasificación del los motores de corriente continua.	55
3.3 EL MOTOR DE CORRIENTE ALTERNA.	59
3.3.1 Clasificación de los motores de corriente alterna.	59

3.4 DISPOSITIVOS INDUSTRIALES.	66
3.4.1 Válvulas de control.	66
3.4.2 Servomotores.	67
3.4.3 Elementos electrónicos.	68
3.4.4 Válvulas inteligentes.	69
3.5 SENSORES FINALES DE CARRERA.	70

**CAPÍTULO IV.**  
**ARRANQUE DE MOTORES ELÉCTRICOS DE CORRIENTE CONTINUA Y  
ALTERNA.**

4.1 ARRANQUE DIRECTO DE UN MOTOR DERIVACIÓN.	73
4.2 ARRANQUE EN DOS PASOS DE RESISTENCIA DE UN MOTOR DERIVACION.	76
4.3 ARRANQUE ENTRES PASOS DE RESISTENCIA DE UN MOTOR DERIVACIÓN.	79
4.4 ARRANQUE EN DOS PASOS DE RESISTENCIA Y FRENADO DINÁMICO DE UN MOTOR DERIVACIÓN.	82
4.5 ARRANQUE EN TRES PASOS DE RESISTENCIA Y FRENADO DINÁMICO DE UN MOTOR DERIVACIÓN.	85
4.6 ARRANQUE EN DOS PASOS DE RESISTENCIA, FRENADO DINÁMICO E INVERSIÓN DE GIRO DE UN MOTOR DERIVACIÓN.	88
4.7 ARRANQUE EN TRES PASOS DE RESISTENCIA, FRENADO DINÁMICO E INVERSIÓN DE GIRO DE UN MOTOR DERIVACIÓN.	91
4.8 ARRANQUE ESTRELLA – TRIÁNGULO DE UN MOTOR JAULA DE ARDILLA.	94
4.9 ARRANQUE ESTRELLA – TRIANGULO Y FRENADO POR INYECCIÓN DE CC. DE UN MOTOR JAULA DE ARDILLA.	97
4.10 ARRANQUE ESTRELLA – TRIÁNGULO, FRENADO POR INYECCIÓN DE CC. E INVERSIÓN DE GIRO DE UN MOTOR JAULA DE ARDILLA.	100
4.11 ARRANQUE DIRECTO, FRENADO POR INYECCIÓN DE CC. E INVERSIÓN DE GIRO DE UN MOTOR TRIFÁSICO DE INDUCCIÓN.	103

4.12 ARRANQUE DIRECTO, FRENADO POR INYECCIÓN DE CC. E INVERSIÓN DE GIRO DE UN MOTOR SINCRÓNICO.	106
4-13 ARRANQUE POR RESISTENCIAS ESTATÓRICAS EN TRES PASOS DE UN MOTOR DE INDUCCIÓN.	109
4.14 ARRANQUE POR RESISTENCIAS ROTÓRICAS EN TRES PASOS DE UN MOTOR DE INDUCCIÓN DE ROTOR BOBINADO.	112
4.15 ARRANQUE ESTRELLA – TRIÁNGULO DE UN MOTOR SINCRÓNICO	115

## **CAPÍTULO V.**

### **GUÍAS DE LABORATORIO, ARRANQUE DE MOTORES DE CORRIENTE CONTINUA Y ALTERNA.**

PRÁCTICA 1.- ARRANQUE DIRECTO DE UN MOTOR DERIVACIÓN.	118
PRÁCTICA 2.- ARRANQUE EN DOS PASOS DE RESISTENCIA DE UN MOTOR DERIVACION.	122
PRÁCTICA 3.- ARRANQUE ENTRES PASOS DE RESISTENCIA DE UN MOTOR DERIVACIÓN.	126
PRÁCTICA 4.- ARRANQUE EN DOS PASOS DE RESISTENCIA Y FRENADO DINÁMICO DE UN MOTOR DERIVACIÓN.	130
PRÁCTICA 5.- ARRANQUE EN TRES PASOS DE RESISTENCIA Y FRENADO DINÁMICO DE UN MOTOR DERIVACIÓN.	134
PRÁCTICA 6.- ARRANQUE EN DOS PASOS DE RESISTENCIA, FRENADO DINÁMICO E INVERSIÓN DE GIRO DE UN MOTOR DERIVACIÓN.	138
PRÁCTICA 7.- ARRANQUE EN TRES PASOS DE RESISTENCIA, FRENADO DINÁMICO E INVERSIÓN DE GIRO DE UN MOTOR DERIVACIÓN.	142
PRÁCTICA 8.- ARRANQUE ESTRELLA – TRIÁNGULO DE UN MOTOR JAULA DE ARDILLA.	146
PRÁCTICA 9.- ARRANQUE ESTRELLA – TRIANGULO Y FRENADO POR INYECCIÓN DE CC. DE UN MOTOR JAULA DE ARDILLA.	150

PRÁCTICA 10.- ARRANQUE ESTRELLA – TRIÁNGULO, FRENADO POR INYECCIÓN DE CC. E INVERSIÓN DE GIRO DE UN MOTOR JAULA DE ARDILLA.	154
PRÁCTICA 11.- ARRANQUE DIRECTO, FRENADO POR INYECCIÓN DE CC. E INVERSIÓN DE GIRO DE UN MOTOR TRIFÁSICO DE INDUCCIÓN.	158
PRÁCTICA 12.- ARRANQUE DIRECTO, FRENADO POR INYECCIÓN DE CC. E INVERSIÓN DE GIRO DE UN MOTOR SINCRÓNICO.	162
PRÁCTICA 13.- ARRANQUE POR RESISTENCIAS ESTATÓRICAS EN TRES PASOS DE UN MOTOR DE INDUCCIÓN.	166
PRÁCTICA 14.- ARRANQUE POR RESISTENCIAS ROTÓRICAS EN TRES PASOS DE UN MOTOR DE INDUCCIÓN DE ROTOR BOBINADO.	170
PRÁCTICA 15.- ARRANQUE ESTRELLA – TRIÁNGULO DE UN MOTOR SINCRÓNICO.	174

## **CAPÍTULO VI.**

### **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.**

6.1 CONCLUSIONES.	178
6.2 RECOMENDACIONES.	180

<b>BIBLIOGRAFÍA.</b>	182
----------------------	-----

### **GLOSARIO DE TÉRMINOS.**

## **INTRODUCCIÓN.**

El avance tecnológico que se ha presentado en los últimos años en la industria, ha buscado un desarrollo de diversos dispositivos que permitan controlar con mayor eficiencia diversas máquinas industriales y así optimizar tiempo y recursos.

Debido a este desarrollo tecnológico y de la electrónica, hemos llegado al uso del PLC en la industria, siendo un dispositivo muy versátil y de alta confiabilidad en el control de dispositivos industriales, por sus características de trabajo y áreas de memoria especiales que permiten almacenar instrucciones para el control de máquinas en diversas aplicaciones.

La programación del PLC, se lo realiza mediante lenguajes como son: de contactos KOP, por funciones FUP, o instrucciones nemotécnicas AWL; siendo estos paquetes de programación muy útiles y fáciles de ser aplicados por un estudiante u operados de una industria.

El software que se aplicó en el trabajo de grado es el STEP-7 MICRO/WIN, que nos permite realizar la programación del PLC en una forma más fácil y comprensible, y nos permite conocer unas de las funciones que puede realizar un PLC, al controlar motores eléctricos de corriente continua o corriente alterna, además nos evita tener que realizar excesivos cableados que pueden entorpecer el control de motores dando como resultado un mal funcionamiento y deterioro de los mismos.

El trabajo de grado titulado “ APLICACIÓN DEL PLC S7-200 CPU 224 EN LA AUTOMATIZACIÓN DE MÁQUINAS INDUSTRIALES” tiene como finalidad, dar a conocer al estudiante el control de máquinas de corriente continua y corriente alterna mediante el uso del PLC S7-200 CPU 224 y soportado en el programa STEP-7 MICRO/WIN, mediante las elaboración de diagramas y guías de laboratorio, para que pueda conocer y familiarizarse con el uso de éste dispositivo.

En el Capítulo I, se da una información general acerca del PLC S7-200 CPU 224, permitiendo conocer sus diferentes partes que lo conforman. Los diferentes lenguajes de programación que pueden ser utilizados en la realización de programas para el control de dispositivos mediante el uso del PLC. Ventajas y desventajas de utilizar el PLC S7-200 CPU 224 en la industria.

En el Capítulo II, se tiene información detallada del PLC S7-200 CPU 224, utilizado en el presente trabajo de grado, sus características técnicas, instrucciones de montaje, sobre el software utilizado para la programación y la comunicación del PLC con la PC.

En el Capítulo III, se detalla el funcionamiento de los motores de corriente continua y corriente alterna, así como también su clasificación; además la utilización de dispositivos industriales y sensores finales de carrera. Los mismos que pueden ser usados como dispositivos de entrada o salida del PLC S7-200 CPU 224.

En el Capítulo IV, se presenta los circuitos de arranque, frenado por pasos de resistencia e inversión de giro de los motores de corriente continua, centrándose principalmente en el funcionamiento del motor derivación de C.C. También el arranque estrella – triángulo, frenado por inyección de corriente continua e

inversión de giro de un motor jaula de ardilla de corriente alterna, los arranques directos de los motores de inducción y sincrónico.

En el Capítulo V, se ha elaborado las guías de laboratorio para el control de los motores de corriente continua y corriente alterna, que sirven como complemento al Capítulo IV, ya que éstas podrán ser utilizadas como guías en la realización de las diferentes prácticas de laboratorio utilizando el PLC S7-200 CPU 224.

Para finalizar con éxito el trabajo de grado, en el Capítulo VI, se presentan las conclusiones a las que hemos llegado luego de haber cumplido con la investigación de presente trabajo, orientándonos principalmente a cumplir con los objetivos y las metas por nosotros propuestas. También hemos visto la necesidad de presentar las respectivas recomendaciones en los que concierne a la instalación y uso del PLC S7-200 CPU 224, para evitar un mal uso y deterioro del mismo y de igual manera prevenir accidentes y daños inesperados en el sistema y los operarios.

El presente trabajo también posee un glosario de términos técnicos, que serán de ayuda para quienes inician en la utilización del PLC S7-200 CPU 224.

## **CAPITULO I.**

### **FUNDAMENTOS GENERALES DE PLCs.**

#### **1.1 DESCRIPCIÓN DEL PLC.**

Un controlador Lógico Programable es un dispositivo electrónico que posee áreas de memoria especiales que tiene la función de almacenar instrucciones programables para el control de diversos tipos de máquinas en sus numerosas aplicaciones.

El PLC es conocido también como Autómata Programable el mismo que nos permite controlar en tiempo real procesos industriales.

Al PLC también se lo puede definir como una caja negra en la que existen terminales de entrada a los que se conectan pulsadores, finales de carrera, foto celdas, detectores, etc., terminales de salida a los que se conectarán bobinas de contactores, electro válvulas, lámparas, etc., de tal forma que la actuación de esos últimos están en función de las señales de entrada que estén activadas en cada momento, según el programa almacenado.

Un PLC trabaja en base a la información recibida por los captadores y el programa lógico interno, actuando sobre los accionadores de la instalación.

La tarea del usuario se reduce a realizar el programa que no es más que la relación entre las señales de entrada que se tienen que cumplir para activar cada salida. De esta manera, los PLCs deben incluir algún tipo de dispositivo lógico programable.

## **1.2 ESTUDIO Y FUNCIONAMIENTO DEL PLC.**

Es de gran importancia conocer la configuración interna y externa ya que es un equipo electrónico complejo.

### **1.2.1 Configuración externa.**

La parte externa está constituida por bloques o elementos que han sido condicionadas por el fabricante y dependiendo del área en el que vayan a ser empleados ya que ésta pueden ser Europa o América.

#### **1.2.1.1 Estructura compacta.**

Los PLCs se caracterizan por tener una estructura compacta es decir que todos sus elementos como son: fuente de alimentación, CPU, memoria, entradas y salidas, entre otras se encuentran en un solo bloque.

#### **1.2.2 Configuración interna.**

En la parte interna es donde se ordena el Hardware, las funciones y funcionamiento.

Los controladores lógicos están formados de tres bloques:

- ✓ Sección de entradas.
- ✓ Sección de salidas.
- ✓ La Unidad Central de Procesos.

**1.2.2.1 Sección de Entradas.-** Mediante el interfaz, adapta y codifica de forma que la CPU pueda comprender las señales procedentes de los dispositivos de entrada o también llamados captadores, también tienen la función de dar protección a los circuitos electrónicos del PLC. Mediante la separación eléctrica entre los circuitos electrónicos y los captadores.

**1.2.2.2 Sección de Salidas.-** Esta sección trabaja de forma inversa a las entradas decodificando las señales procedentes de la CPU, amplificándolas y activando lámparas, relés, contactores, arrancadores, electro válvulas, entre otros dispositivos eléctricos, aquí también existen unas interfaces de adaptación a las salidas de protección a los circuitos internos.

**1.2.2.3 La Unidad Central de Procesos.-** En esta unidad se interpreta las instrucciones del programa de usuario en donde en función de los valores de las entradas se activan las salidas deseadas.

Adicionalmente debemos tener presente que para que un PLC entre en funcionamiento son necesarios otros elementos como:

- ✓ La unidad de alimentación.
- ✓ La unidad de programación.
- ✓ Dispositivos periféricos.

✓ Las interfaces.

**La unidad de alimentación.-** También conocida como fuente de alimentación tiene la función de adaptar la tensión de la red a la de funcionamiento de los circuitos electrónicos internos del PLC, así como también a los dispositivos de entrada.

**La unidad de programación.-** En esta unidad se elabora las salidas en función de los estados de las entradas y de las instrucciones del programa.

**Dispositivos periféricos.-** Son elementos auxiliares, que físicamente son independientes del PLC que se unen al mismo para realizar una función específica facilitando de esta manera su aplicación.

**Interfaces.-** Las interfaces son circuitos o dispositivos electrónicos que permiten realizar la conexión a la CPU de los elementos periféricos.

**Estructura modular.-** Las partes están separadas, existen dos tipos:

**Americana:** En un solo bloque están CPU, fuente de alimentación y memorias. Las entradas y salidas vienen en bloques separados.

**Europea:** Cada elemento tiene su propio módulo de trabajo.

### **1.2.3 Tamaño de los PLCs.**

#### **Controladores pequeños**

- ✓ Memoria hasta 2 K
- ✓ 128 entradas/salidas
- ✓ Solo entradas y salidas locales
- ✓ Solo entradas y salidas digitales
- ✓ Utiliza por lo general programador manual

#### **Controladores medianos**

- ✓ Memoria hasta 8 K.
- ✓ 1024 entradas/salidas.
- ✓ Entradas y salidas analógicas y digitales.
- ✓ Pueden ser programados por un computador personal.
- ✓ Incluye funciones avanzadas.

#### **Controladores grandes**

- ✓ Memoria hasta 30 K
- ✓ 2048 entradas/salidas
- ✓ Entradas y salidas analógicas y digitales
- ✓ Incluyen funciones especiales, incluso funciones PID
- ✓ Incluyen más de dos puertos de comunicación

## Controladores muy grandes

- ✓ Memoria hasta 1 M
- ✓ 8192 entradas/salidas
- ✓ Utiliza subrutinas

Incluye todos los elementos de los demás controladores

### 1.2.4 Partes de un PLC.

La estructura básica de un PLC típico se muestra en la Figura 1.1 siguiente:

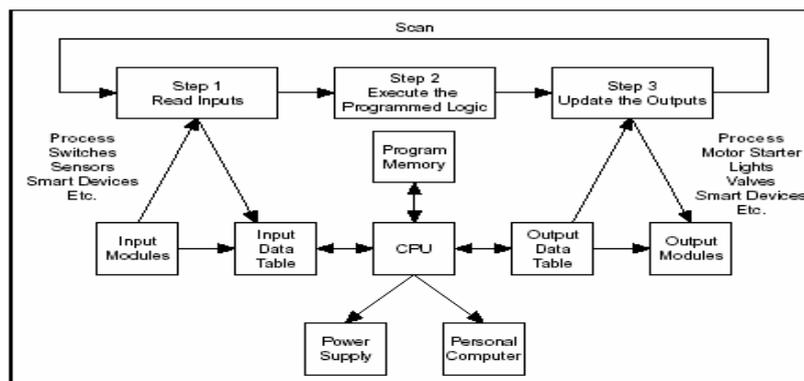


Figura 1.1 Estructura básica de un PLC y la secuencia de barrido.

Un PLC consiste de:

- ✓ Fuente de alimentación

- ✓ CPU
- ✓ Memoria
- ✓ Módulos de entrada
- ✓ Módulos de salida
- ✓ Algoritmo de programación (scan)
- ✓ Terminal de programación
- ✓ Periféricos.

Respecto a su disposición externa, los autómatas pueden contener varias de estas secciones en un mismo módulo o cada una de ellas separadas en diferentes módulos. Así se pueden distinguir PLCs Compactos y Modulares.

#### **1.2.5 Fuente de alimentación.**

Es la encargada de convertir la tensión de la red, usualmente 115 V ó 220 V AC, a baja tensión de DC, normalmente 24 V. Siendo esta la tensión de trabajo de los circuitos electrónicos que forma el PLC; esto es, la CPU y diferentes módulos que ejecutan tareas especializadas.

A veces esta fuente de poder debe proveer un voltaje DC para alimentar las entradas digitales, pero, normalmente los dispositivos de salida controlados por el PLC son alimentados desde otras fuentes de poder. La fuente de poder viene frecuentemente separa en un módulo aparte, o incorporada en la estructura de un rack.

#### **CPU.**

La Unidad Central de Procesos es el auténtico cerebro del sistema. Controla la ejecución de todas las operaciones del PLC. Ejecuta el sistema operativo, maneja

la memoria y monitorea las entradas; es decir, se encarga de recibir las órdenes del operario, desde la consola de programación, y desde el módulo de entradas.

Posteriormente las procesa en concordancia con la lógica del usuario para enviar respuestas a los módulos de salida. En su memoria se encuentra residente el programa destinado a controlar el proceso. Maneja también las comunicaciones e interacciones con los otros componentes del sistema.

La CPU contiene el mismo tipo de microprocesador que se encuentra en una PC. La diferencia está en que el programa que se usa dentro del micro del PLC se escribe en concordancia con la lógica de escalera (ladder logic) en vez de los lenguajes de programación típicos.

El PLC ejecuta cíclicamente una secuencia de operaciones; este ciclo se denomina un “barrido (scan)”.

Es importante anotar que los PLCs poseen elaboradas rutinas de chequeo de memoria para asegurarse que la misma no ha sido corrupta. Tanto el chequeo de la memoria como auto diagnósticos se realizan por razones de seguridad. Estas rutinas son también parte del ciclo de barrido.

### **Memoria.**

Funcionalmente, la memoria está dividida en diferentes áreas y cumplen funciones específicas. Si bien la organización de la memoria varía de un fabricante a otro, tres áreas de memoria están presentes en todo PLC: Una tabla de datos de entrada, una tabla de datos de salida, y un área de memoria donde se guarda el programa del usuario (Figura 1.1). Es importante mencionar que la

memoria en un PLC es volátil y, por lo mismo, una batería de litio alimenta el PLC cuando este es apagado, para mantener las tablas de datos y el programa incluso por años sin tener que energizar al PLC.

### **1.2.6 Módulos de entradas y salidas.**

Excepto los PLCs más pequeños que usualmente viene con una estructura fija y se los llama micro PLCs, estos vienen con un formato modular. La forma modular está compuesta de:

- ✓ Uno o más racks, también llamados backplanes
- ✓ Un módulo con una CPU.
- ✓ Uno o más módulos con fuente de poder.
- ✓ Módulos de entrada y salida
- ✓ Módulos de comunicaciones

Esto quiere decir que el usuario puede determinar la configuración final de un PLC dado. Hay una variedad importante de módulos de entrada y salida.

#### **Módulos de entrada.**

Los módulos de entrada son interfaces especiales que transforman la información que vienen desde un proceso a valores digitales. Los módulos de entrada que se usan con más frecuencia son los discretos (digitales) y los análogos.

## Entradas Discretas.

Estos módulos convierten las señales de dos estados del proceso en una señal digital compatible con la CPU (usualmente 0 y 5 V). Estos valores son vistos como un bit en la tabla de datos de entrada.

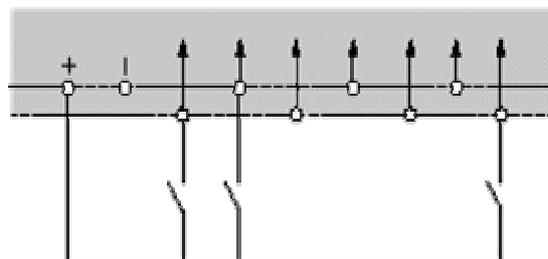
Los módulos de entrada difieren en el tipo de voltaje (AC o DC) así como también en el nivel de voltaje (120 V, 24 V, etc.) y en el número de señales de entrada por módulo.

A este módulo se unen eléctricamente los captadores (interruptores, finales de carrera, pulsadores).

La información recibida en los módulos de entrada es enviada a la CPU para ser procesada de acuerdo la programación residente.

Se pueden diferenciar dos tipos de captadores que se pueden conectar a los módulos de entradas: los Pasivos y los Activos.

Captadores pasivos



## Captadores Activos

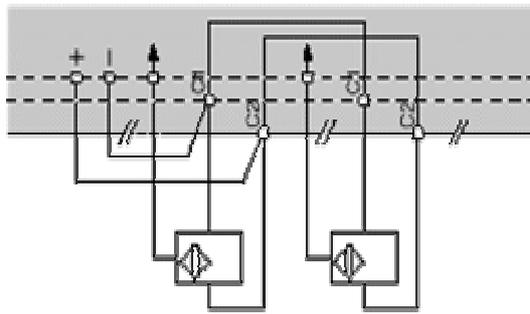


Figura 1.2 Captadores activos y pasivos

Los **Captadores Pasivos** son aquellos que cambian su estado lógico, activado - no activado, por medio de una acción mecánica. Estos son los Interruptores, pulsadores, finales de carrera, etc.

Los **Captadores Activos** son dispositivos electrónicos que necesitan ser alimentados por una tensión para que varíen su estado lógico. Este es el caso de los diferentes tipos de detectores (Inductivos, Capacitivos, Fotoeléctricos). Muchos de estos aparatos pueden ser alimentados por la propia fuente de alimentación del PLC.

Por otro lado, la PC, gracias a los paquetes industriales que cada día evolucionan más, y a la velocidad de procesamiento que va en aumento, se están volviendo alternativas atractivas.

Los PLCs siempre han tenido a su favor sus atributos de capacidad de operación en tiempo real y seguridad, basados en un diseño que les permite soportar el agresivo ambiente industrial. Pero, con los nuevos procesadores, la PC empieza a rivalizar a los PLCs y, por supuesto, desde hace un buen tiempo ya se cuenta con PCs industriales. Si a esto se añade el hecho que sobre una PC se pueden hacer

HMI's más "amigables", lo cual no ocurre con los PLCs, es cada vez más difícil decidir sobre la alternativa más conveniente.

Es común en la industria tener que elegir, según las características del sistema a supervisar, entre el PLC o el PC. Como es obvio, se debe elegir aquel hardware que mejor se adapte a las necesidades del sistema a supervisar.

Eso sí, los PLCs, al estar diseñados específicamente para ser empleados en ambientes industriales exigentes y al estar en continuo desarrollo, sus sistemas operativos en tiempo real representan su mayor virtud. Ellos son y seguirán siendo la primera elección para todo control de tareas críticas o extremas, tanto por su rendimiento y simpleza, en los que una PC podría estar simplemente "sobrecargada" debido al trabajo al que le pueden someter otras tareas por las que se las escoge: gestión y visualización de datos, accesos a periféricos, bases de datos, etc.

Pero, si además del control de tareas, es primordial para una empresa el procesamiento de datos, trabajo en redes corporativas o visualización (una aplicación SCADA), un sistema basado en PC debe ser tomado en consideración.

En cuanto a sistemas operativos, Windows NT, por ejemplo, no es estrictamente un sistema operativo en tiempo real como el de un PLC, pero puede actuar de forma suficientemente rápida para aplicaciones "suaves" en tiempo real, gracias a su arquitectura de micro-kernel.

### **1.2.7 Módulos de salida.**

**Módulos de salida digitales.-** convierten las señales internas del PLC en señales

externas adaptadas al proceso.

**Módulos de salida analógicas.-** convierten las señales digitales del PLC en señales analógicas para el proceso.

### **1.3 LENGUAJES DE PROGRAMACIÓN.**

#### **1.3.1 Programación mediante diagramas LADDER o de contactos KOP.**

El lenguaje de programación LADDER (escalera) permite representar gráficamente el circuito de control de un proceso dado mediante el uso simbólico de contactos N.A. y N.C., temporizadores, contadores, registros de desplazamiento, relés, etc. Este tipo de lenguaje debe su nombre a su similitud con los diagramas eléctricos de escalera.

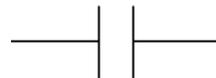
El programa en lenguaje LADDER, es realizado y almacenado en la memoria del PLC (sólo en ciertos tipos de PLC's que están preparados para ello) por un individuo (programador). El PLC lee el programa LADDER de forma secuencial (hace un scan o barrido), siguiendo el orden en que los renglones (escalones de la escalera) fueron escritos, comenzando por el renglón superior y terminando con el inferior.

En este tipo de programa cada símbolo representa una variable lógica cuyo estado puede ser verdadero o falso. Dispone de dos barras verticales que representan a la alimentación eléctrica del diagrama; la barra vertical izquierda corresponde a un conductor con tensión y la barra vertical derecha corresponde a la tierra o masa.

A continuación se muestra la simbología más comúnmente usada en la elaboración de diagramas de escalera, según la normativa IEC-1131-3

### **INPUT:**

Representa a una entrada normalmente abierta. Este componente puede representar a una entrada física del PLC o a una entrada lógica asociada a un relé interno (auxiliar) del PLC.



### **NC-INPUT:**

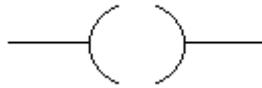
Representa a una entrada normalmente cerrada. Este componente puede representar a una entrada física del PLC o a una entrada lógica asociada a un relé interno (auxiliar) del PLC.



Es importante destacar que tanto los contactos asociados a las entradas del PLC como los contactos de los relés internos o auxiliares del mismo, pueden constituir configuraciones lógicas AND, OR, NOT, XOR, etc. En forma general, pueden estar representados en las conocidas "tablas de la verdad" a fines de activar o desactivar a salidas específicas del PLC o a relés internos del mismo.

## OUTPUT:

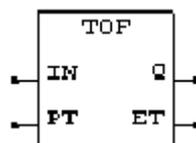
Representa a un dispositivo genérico de salida que puede estar asociado a una salida física del PLC o a una salida lógica del diagrama escalera (por ej. una bobina de un relé interno del PLC).



## TOF:

Este dispositivo representa a un temporizador con retardo a la desconexión.

Al aplicar un nivel lógico alto en la entrada IN, inmediatamente se activa la salida Q. En este punto, si se corta la señal en la entrada IN, es cuando comienza a transcurrir el tiempo en el temporizador. Cuando el tiempo programado (aplicado a la entrada PT) ha transcurrido (permaneciendo cortada la señal en la entrada IN), la salida Q se desactiva. Esta condición se mantendrá mientras la entrada IN permanezca sin señal. Si se aplica nuevamente un nivel lógico alto a la entrada IN antes de que el temporizador alcance su tiempo programado, la cuenta del tiempo se pondrá en cero y la salida Q se activará. El pin de salida ET indica el tiempo actual transcurrido.

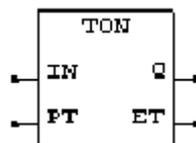


## TON:

Este dispositivo representa a un temporizador con retardo a la conexión.

Al aplicar un nivel lógico alto en la entrada IN, comienza a transcurrir el tiempo en el temporizador. Cuando el tiempo programado (aplicado a la entrada PT) ha transcurrido (manteniendo la señal en la entrada IN), la salida Q se activa. Esta condición continuará hasta que se corte la señal en la entrada IN. Si la señal en la entrada IN es cortada antes de que el temporizador alcance su tiempo programado, la cuenta del tiempo se pondrá en cero y la salida Q se desactivará.

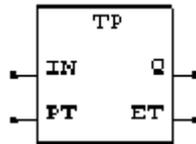
El pin de salida ET indica el tiempo actual transcurrido.



## TP:

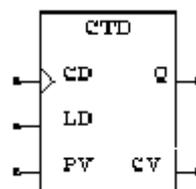
Este tipo de temporizador tiene el mismo comportamiento del temporizador de simple-tiro o monoestable. Cuando una transición de flanco ascendente (de OFF a ON) es detectada en la entrada IN, la salida Q se activa. Esta condición continuará hasta que hasta que el temporizador alcance su tiempo programado en la entrada PT. Luego de que transcurra el tiempo programado en el temporizador, la salida Q permanecerá activa siempre y cuando se mantenga la señal en la entrada IN. Este temporizador no es re-disparable, es decir, que luego de que comience a transcurrir el tiempo en el temporizador, no se podrá detener sino

hasta que se complete la sesión. El pin de salida ET indica el tiempo actual transcurrido.



### CTD:

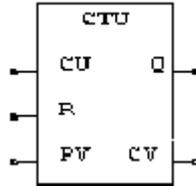
Representa a un contador descendente. Un flanco ascendente en la entrada CD (count-down) decrementará la cuenta en 1. La salida Q se activará cuando la cuenta actual sea igual o menor que cero. Si se le aplica un nivel lógico alto en la entrada LD (load), el contador se cargará (carga asíncrona) con el valor que tenga la entrada PV (programmed value). El pin de salida CV (counter value) indica el valor actual de la cuenta.



### CTU:

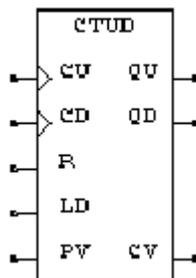
Representa a un contador ascendente. Un flanco ascendente en la entrada CU (count-up) incrementará la cuenta en 1. Cuando la cuenta actual alcance al valor fijado en la entrada PV, la salida Q se activará. Si se le aplica un nivel lógico alto en la entrada R (reset), el contador se pondrá en cero (puesta a cero asíncrona).

El pin de salida CV indica el valor actual de la cuenta.



### CTUD:

Representa a un contador programable ascendente/descendente. Un flanco ascendente en la entrada CU incrementará al contador en 1, mientras que un flanco ascendente en la entrada CD lo decrementará en 1. Si se le aplica un nivel lógico alto en la entrada R, el contador se pondrá en cero. Una nivel lógico alto en la entrada LD cargará al contador con el valor que tenga la entrada PV. La salida QU se activa cuando la cuenta actual sea mayor o igual que el valor fijado en la entrada PV. La salida QD se activa cuando la cuenta actual sea menor o igual que cero. El pin de salida CV indica el valor actual de la cuenta.



### 1.3.2 Programación mediante ecuaciones lógicas, por funciones FUP.

El editor FUP (Diagrama de funciones) de STEP 7-Micro/WIN 32 permite visualizar las operaciones en forma de cuadros lógicos similares a los circuitos de puertas lógicas. En FUP no existen contactos ni bobinas como en el editor KOP, pero sí hay operaciones equivalentes que se representan en forma de cuadros. La lógica del programa se deriva de las conexiones entre las operaciones de cuadro.

Ello significa que la salida de una operación (por ej. un cuadro AND) se puede utilizar para habilitar otra operación (p.ej. un temporizador), con objeto de crear la lógica de control necesaria. Dichas conexiones permiten solucionar numerosos problemas lógicos.

La figura 1.3 muestra un ejemplo de un programa creado con el editor FUP.

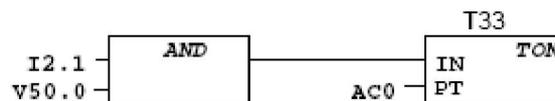


Figura 1.3 Ejemplo de un programa FUP

A continuación se indican los aspectos principales a considerar cuando se desee utilizar el editor FUP:

- ✓ El estilo de representación en forma de puertas gráficas se adecúa especialmente para observar el flujo del programa.
- ✓ El editor FUP se puede utilizar con los juegos de operaciones SIMATIC e IEC 1131-3.

- ✓ El editor AWL siempre se puede utilizar para visualizar un programa creado en SIMATIC FUP.

### 1.3.3 Programación por instrucciones, nemotécnicos AWL.

El editor AWL (Lista de instrucciones) de STEP 7-Micro/WIN 32 permite crear programas de control introduciendo la nemotécnica de las operaciones. Por lo general, el editor AWL se adecúa especialmente para los programadores expertos ya familiarizados con los sistemas de automatización (PLCs) y con la programación lógica. El editor AWL también sirve para crear ciertos programas que, de otra forma, no se podrían programar con los editores KOP ni FUP. Ello se debe a que AWL es el lenguaje nativo de la CPU, a diferencia de los editores gráficos en los que son aplicables ciertas restricciones para poder dibujar los diagramas correctamente.

La figura 1.4 muestra un ejemplo de un programa AWL.

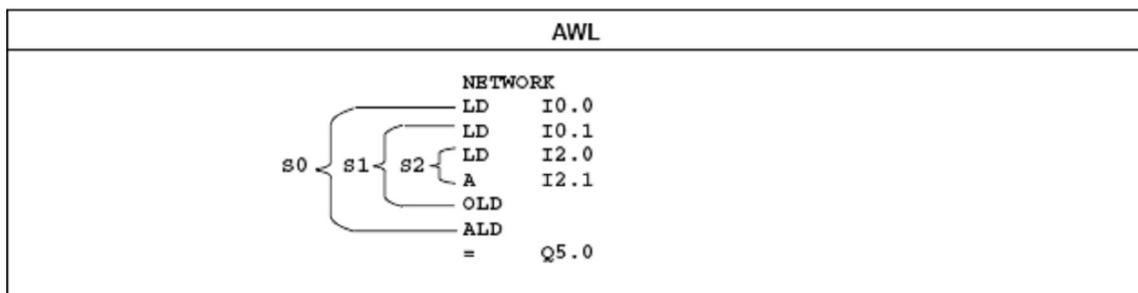
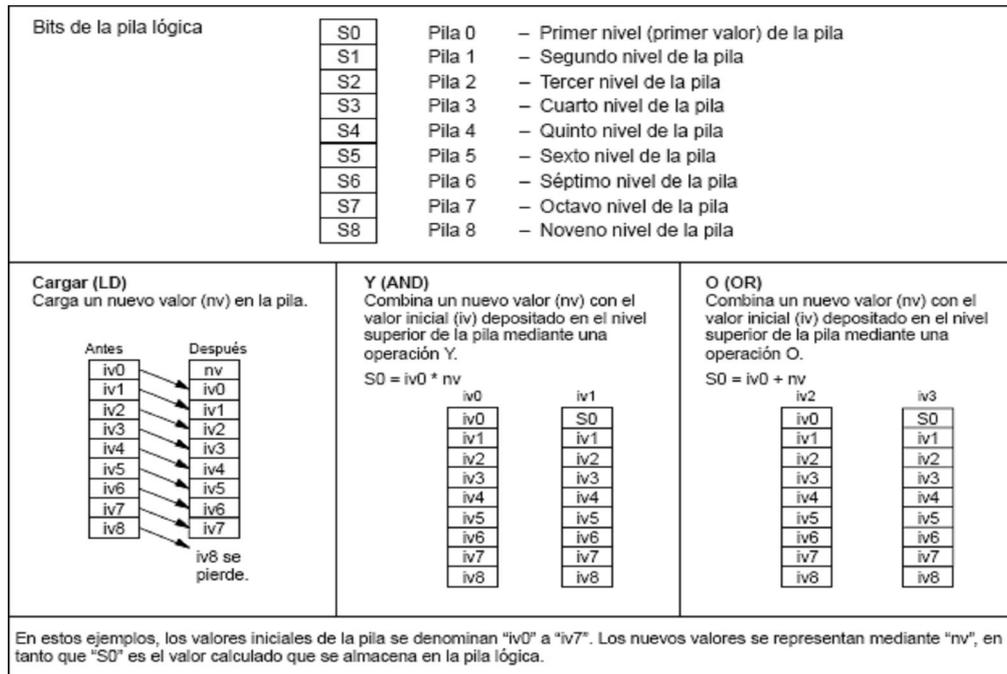


Figura 1.4 Ejemplo de un programa AWL

Como muestra la figura 1.4, esta forma textual es muy similar a la programación en lenguaje ensamblador. La CPU ejecuta cada operación en el orden determinado por el programa, de arriba a abajo, reiniciando luego arriba

nuevamente. AWL y el lenguaje ensamblador también son similares en otro sentido. Las CPUs S7-200 utilizan una pila lógica para resolver la lógica de control (ver fig. 1.5). Los editores KOP y FUP insertan automáticamente las operaciones necesarias para procesar la pila. En AWL, es el usuario quien debe insertar dichas operaciones.



**Figura 1.5 Pila lógica de la CPU S7-200**

A continuación se indican los aspectos principales a considerar cuando se desee utilizar el editor AWL:

- ✓ El lenguaje AWL es más apropiado para los programadores expertos.
- ✓ En algunos casos, AWL permite solucionar problemas que no se podrían resolver muy fácilmente con los editores KOP o FUP.
- ✓ El editor AWL sólo se puede utilizar con el juego de operaciones SIMATIC.

- ✓ En tanto que el editor AWL se puede utilizar siempre para ver o editar un programa creado con los editores KOP o FUP SIMATIC, lo contrario no es posible en todos los casos.

Los editores KOP o FUP SIMATIC no siempre se pueden utilizar para visualizar un programa que se haya creado en AWL.

#### **1.3.4 Terminales de programación del PLC.**

Existen tres terminales de programación:

- ✓ Programación por medio del programador manual
- ✓ La consola.
- ✓ Computadora personal.

##### **Programación por medio del programador manual.**

Es un teclado con instrucciones específicas y que tienen un pequeño display y necesita de un solo elemento para interconectarse con el procesador.

##### **La consola.**

Es individual para cada tipo de programador lógico programable.

## **Computadora personal.**

Tiene las mismas características de la consola pero con funciones especiales; es mucho más versátil con un adecuado software.

### **1.3.5 Tarjetas de expansión.**

Como el sistema operativo sólo puede proporcionar respuestas suaves en tiempo real, una opción adecuada es emplear extensiones de hardware para las tareas críticas; es decir, las tarjetas de expansión apoyadas con el software correcto para el resto de tareas. Las tarjetas de expansión asumen las tareas críticas en tiempo real que la PC no puede atender, gracias a que incorporan DSPs (Procesadores de Señales Digitales) o microcontroladores que aportan una ayuda a la “sobrecarga” anteriormente mencionada para las PC.

### **1.3.6 Tiempo real.**

Resumidamente hablando, “en tiempo real” significa que un dispositivo de medida es capaz de mostrar el valor de una variable en el instante preciso en que la misma efectivamente tiene ese valor. Cuando se emplea computadoras, controladores o cualquier dispositivo que funciona en base a un programa de computación para procesar información de campo, aparece un desfase en el tiempo, un retardo, que puede incidir en la exactitud instantánea del valor mostrado. Esta falta de exactitud puede pasar desapercibida, particularmente en la medición de variables “lentas” o puede ser considerable si se trata de variables “rápidas”.

En ciertas aplicaciones se llega a definir el retardo que puede ser tolerado por el proceso y en este contexto "estrictamente en tiempo real" significa que un sistema

reacciona a los eventos externos dentro de ese tiempo especificado en un 100% de los casos. Además si se habla de “tiempo real” el sistema debe responder en tiempos concretos también en un 100% de los casos. Si los tiempos concretos de reacción llegan a superarse sin causar problemas irreversibles, como en sistemas no críticos, se habla de "tiempo real suave".

### **1.3.7 Estructura Abierta.**

Vale indicar que aún no se ha establecido un estándar para las extensiones en tiempo real en cuanto a los sistemas operativos. Así que la principal ventaja de un sistema basado en PC - su estructura abierta – puede llegar a ser un inconveniente. No obstante, la estructura abierta, permite a la empresa o al desarrollador más libertad en la elección de la herramienta adecuada para el diseño, programación e implementación del sistema SCADA. La solución comienza a ser propietaria nuevamente (cada empresa ofrece su solución) y la conversión a futuras generaciones de sistemas operativos se hace más difícil.

Los PLCs ofrecen muchas ventajas sobre otros dispositivos de control tales como relés, temporizadores electrónicos, contadores y controles mecánicos como tipo tambor.

Cuando se decidió implementar un sistema diferente para mejorar el desempeño industrial de una empresa, los ingenieros de la General Motors pensaron que dicho dispositivo debería reunir las siguientes cualidades:

El dispositivo de control debería ser fácil y rápidamente programable por el usuario con un mínimo de interrupción.

- ✓ Todos los componentes del sistema deberían ser capaces de operar en plantas industriales sin un especial equipo de soporte, de hardware o de ambiente.
- ✓ El sistema tenía de ser de fácil mantenimiento y reparación. Tenía que incluir indicadores de status para facilitar las reparaciones y la búsqueda de errores.
- ✓ El sistema debía de ser pequeño y debía consumir menor potencia que los sistemas de control por reveladores.
- ✓ Tenía de ser capaz de comunicarse con un sistema central de datos para propósitos de monitoreo.
- ✓ Las señales de salida tenían que poder manejar arranques de motores de válvulas solenoides que operan con la tensión de red de CA.
- ✓ Debía ser competitivo en costo de venta e instalación respecto en los sistemas en base a relevadores.

Los PLCs actuales no solamente cumplen estos requisitos sino que lo superan.

El PLC actual es una computadora de propósito específico que proporciona una alternativa más flexible y funcional para los sistemas de control industriales.

Es un aparato electrónico operado digitalmente que usa una memoria programable para el almacenamiento interno de instrucciones las cuales implementan funciones específicas tales como lógicas , secuenciales , temporización, conteo y aritméticas, para controlar a través de módulos de entrada/ salida digitales y analógicas , varios tipos de máquinas o procesos.

Una computadora digital que es usada para ejecutar las funciones de un controlador programable, se puede considerar mediante este rubro, se excluyen los controles secuenciales mecánicos.

## **1.4 VENTAJAS Y DESVENTAJAS DEL USO DEL PLC.**

### **1.4.1 Ventajas.**

Un control realizado a base de PLC tiene las siguientes ventajas en comparación con un control hecho con dispositivos electromecánicos (relés, temporizadores, etc.)

- ✓ Mayor rapidez
- ✓ Ocupa menor espacio
- ✓ Mayor confiabilidad
- ✓ Menor costo y mantenimiento
- ✓ Menor consumo de potencia
- ✓ Menor ruido
- ✓ Puede verificarse su funcionamiento antes de instalarse
- ✓ Realiza funciones que no pueden hacer los dispositivos electromecánicos
- ✓ Tiempos exactos
- ✓ Se pueden conectar varios PLCs en red
- ✓ Se puede monitorear sus elementos en un determinado tiempo
- ✓ Número ilimitado de contactos

### **1.4.2 Desventajas.**

- ✓ Se necesita personal preparado para su manejo
- ✓ Costoso para aplicaciones menores
- ✓ En caso de daño se pierde todo el sistema de control
- ✓ Salidas de baja potencia
- ✓ Elemento frágil
- ✓ Susceptible a transitorios

- ✓ Los programadores no son compatibles con todos los PLCs
- ✓ Susceptibles a ambientes polvorientos, húmedos, etc
- ✓ Las salidas (de algunos PLC) al utilizar elementos mecánicos, el PLC depende de la vida útil de los contactos.

Las tareas automatizadas de control pueden ser efectuadas por PLCs, Controladores o por sistemas de control basados en una PC. Lo que al final es lo más práctico, depende de un gran número de factores y la mayoría deben ser considerados individualmente para cada proyecto de automatización.

Los controladores fueron los primeros instrumentos en ser empleados para propósitos de control. Un algoritmo grabado en su memoria les permitía detectar el valor de una variable física y, sobre la base de un algoritmo de control, envían órdenes que tienen como destino final dispositivos tales como válvulas, motores, etc. Su característica principal, y quizás su punto más débil, es que son generalmente instrumentos de propósito específico; es decir, son diseñados para trabajar generalmente con un solo tipo de variable física como: temperatura, nivel, flujo, etc.

Los PLCs surgieron precisamente porque corrigieron la debilidad de los controladores. Estos dispositivos, como su nombre lo sugiere, son también controladores pero tienen la virtud de acoplarse a casi cualquier variable física o situación gracias a que son programables. Se puede decir entonces que los PLCs son controladores de propósito general, pero, si se desea, se los puede convertir de propósito específico, con solo cambiar su programación interna. Los PLCs han estado desde hace mucho rato en el campo y hay bastantes procesos de las plantas industriales bajo su control. Esto implica que hay mucha inversión en equipos y en personal entrenado en su programación.

En un principio, el control de procesos industriales se venía haciendo por medio de contactores y relés unidos por cables. Cualquier variación en el proceso suponía modificar físicamente gran parte de las conexiones de los montajes, siendo necesario para ello un gran esfuerzo técnico y un mayor desembolso económico.

La introducción del circuito integrado en 1959 significó un paso importante en el desarrollo del primer PLC. Los PLCs se introdujeron por primera vez en la industria en 1960 aproximadamente. La razón principal de tal hecho fue la necesidad de eliminar el gran costo que se producía al reemplazar el complejo sistema de control basado en relés y contactores. Tradicionalmente, cuando se debía modificar un modelo, la planta debía cerrarse mucho tiempo. Una de las tareas que más tiempo tomaba era rehacer y revisar el cableado de relés y paneles de control. El problema de los relés era que cuando los requerimientos de producción cambiaban también lo hacía el sistema de control. Esto comenzó a resultar bastante caro cuando los cambios fueron frecuentes. Dado que los relés son dispositivos mecánicos y poseen una vida limitada, se requería una estricta mantenimiento planificada. Por otra parte, a veces se debían realizar conexiones entre cientos o miles de relés, lo que implicaba un enorme esfuerzo de diseño y mantenimiento.

Tomó 10 años para que el primer PLC sea desarrollado. En 1968, un grupo de ingenieros de Hydra – Matic, una división de la General Motors produjo el primer PLC. El MODICON 084 resultó ser el primer PLC del mundo en ser producido comercialmente.

Por 1970, el PLC se hizo más común en la industria, inicialmente como un simple reemplazo de aplicaciones que tenían secuencias de relés. El PLC nació entonces como solución al control de circuitos complejos de automatización. Por lo tanto se puede decir que un PLC no era más que un aparato electrónico que sustituía los circuitos auxiliares o de mando de los sistemas automáticos. A él se

conectaban los captadores (finales de carrera, pulsadores, etc.) por una parte, y los actuadores (bobinas de contactores, lámparas, pequeños receptores, etc.) por otra.

En la actualidad un PLC es la selección preferida en aplicaciones de control industrial y se los encuentra con un número de funciones complejas, cada vez más creciente. De hecho, un PLC actual es un microcomputador que maneja aplicaciones de control industrial. Si bien las operaciones booleanas e instrucciones de comando para relés fueron las primeras en implementarse en la lógica del PLC, ahora se cuenta con funciones complejas que operan con arreglos de estructuras y una variedad de formatos numéricos, así como también con grandes cantidades de memoria y altas velocidades de ejecución. De esta forma, el desarrollo de cualquier aplicación de control es una tarea relativamente simple.

Ahora no se puede entender un proceso complejo de alto nivel desarrollado por técnicas cableadas. La computadora y los PLCs han intervenido de forma considerable para que este tipo de instalaciones se hayan visto sustituidas por otras controladas de forma programada.

La potencia de un PLC está directamente relacionada con la velocidad de ejecución del programa para manejar las variables controladas. Un PLC del mercado actual tarda unos 0,15 ms por cada mil instrucciones, resultando perfecto para el control de cualquier automatismo. El fin de dicha ejecución es provocar el cambio de las variables que se controlan.

Se ha indicado repetitivamente que el PLC fue inicialmente diseñado como una solución para reducir el trabajo de re-cablear un proceso tanto como sea posible.

De aquí que sus especificaciones iniciales fueron:

- ✓ Facilidad de programación y re - programación, preferentemente directamente en la planta.
- ✓ Ser más pequeño que los relés a los que pretendía reemplazar.
- ✓ Que tenga un costo competitivo con los paneles de control con semiconductores y relés que se usaban en ese entonces.
- ✓ Que sea de fácil mantenimiento y reparación.

Los requerimientos han cambiado y ahora los "nuevos controladores" deben ser fácilmente programables por ingenieros de planta o personal de mantenimiento. El tiempo de vida debe ser largo y los cambios en el programa tienen que realizarse de forma sencilla. Finalmente, se impone que trabajen sin problemas en entornos industriales adversos. La solución fue el empleo de una técnica de programación familiar y reemplazar los relés mecánicos por interruptores de estado sólido.

## **CAPITULO II.**

### **EL CONTROLADOR LÓGICO PROGRAMABLE SIMATIC S7-200.**

#### **2.1 CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS.**

La gama S7-200 comprende diversos sistemas de automatización pequeños (Micro-PLCs) que se pueden utilizar para numerosas tareas. Gracias a su diseño compacto, su capacidad de ampliación, su bajo costo y su amplio juego de operaciones; estos dispositivos son esencialmente apropiados para solucionar tareas de automatización sencillas. Además, los diversos tamaños y fuentes de alimentación de las CPUs ofrecen flexibilidad necesaria para solucionar las tareas de automatización.

El S7-200 vigila las entradas y cambia el estado de las salidas conforme al programa de usuario. Este puede incluir operaciones de lógica booleana, operaciones con contadores y temporizadores, operaciones aritméticas complejas, así como comunicación con otros aparatos inteligentes. La CPU S7-200 incorpora una carcasa compacta, un microprocesador, una fuente de alimentación integrada, así como circuitos de entrada y salida que conforman un potente Micro PLC, como se indica en la figura 2.1 tras haber cargado el programa en el S7-200, éste contendrá la lógica necesaria para observar y controlar los aparatos de entrada y salida de la aplicación.

Siemens ofrece diferentes modelos de CPUs S7-200 que incorpora una gran variedad de funciones y prestaciones para crear soluciones efectivas de automatización destinadas a numerosas aplicaciones. En la tabla 2.1 se encuentra algunas de las funciones de la CPU.

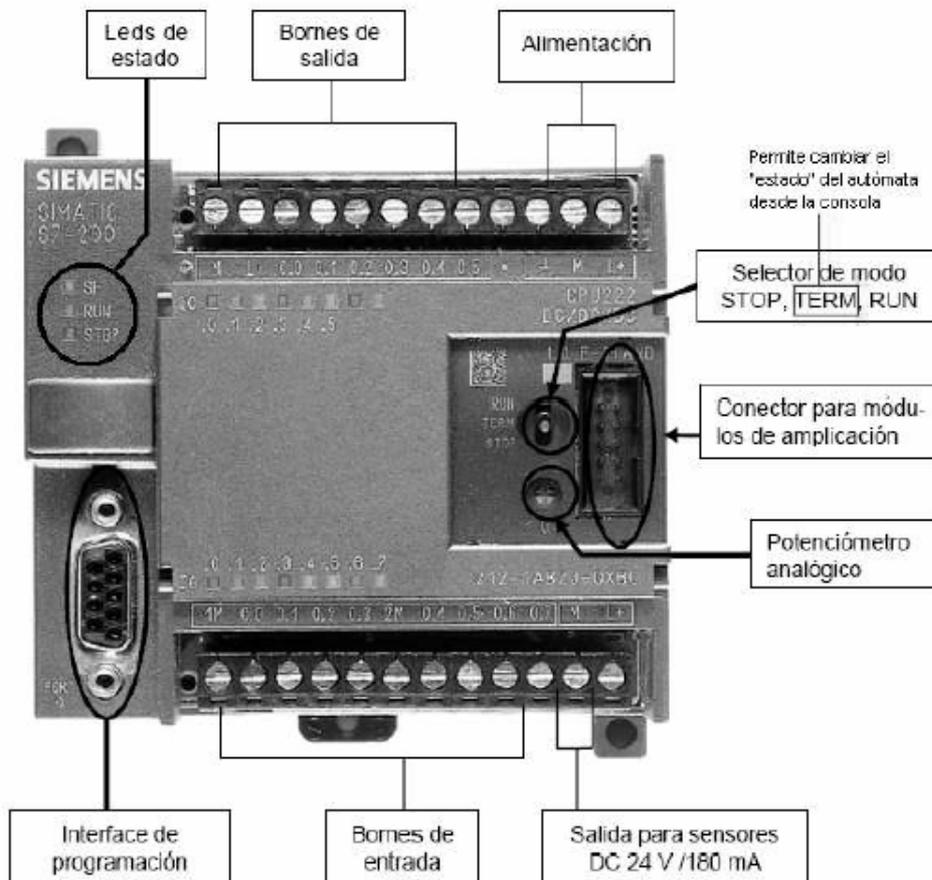


Figura 2.1 Micro-PLC S7-200.

Tabla 2.1 Características de la CPU S7-200.

FUNCION Dimensiones típicas (mm)	CPU 224 120.5 x 80 x 62
Memoria del programa	4096 palabras
Memoria de datos	2560 palabras
Memoria del backup	190 horas (tip)
E/S integradas	14 E/ 10 S
Módulos de ampliación	7

Contadores rápidos	
Fase simple	6 a 30 Khz.
2 fases	4 a 20 Khz.
Salida de impulsos	2 a 20 Khz.
Potenciómetros analógicos	2
Reloj de tiempo real	Incorporado
Puertos de comunicación	1 RS-485
Aritmética en coma flotante	Si
Tamaño de la imagen de E/S digitales	256 (128 E / 128 S).
Velocidad de ejecución booleana	0.37 microsegundos/instrucción.

Un micro PLC S7-200 puede comprender una CPU S7-200 sola o conectada a diversos módulos de ampliación adicionales.

### 2.1.1 CPU S7-200.

La CPU S7-200 es un equipo autónomo compacto que incorpora una unidad central de procesamientos (CPU), una fuente de alimentación, así como entradas y salidas digitales.

- ✓ La CPU ejecuta el programa y almacena los datos para la tarea de automatización o el proceso.
- ✓ Utilizando módulos de expansión se puede agregar entradas y salidas (E/S) adicionales a la CPU hasta el tamaño físico máximo indicado por el fabricante.
- ✓ La fuente de alimentación suministra corriente a la unidad central y a los módulos de ampliación conectados.
- ✓ El sistema se controla mediante entradas y salidas. Las entradas vigilan las señales de los dispositivos de campo (por ejemplo: sensores e interruptores), mientras que las salidas supervisan las bombas, motores u otros aparatos del proceso.
- ✓ El puerto de comunicación permite conectar la CPU a una unidad de programación o a otros dispositivos que intervengan en el proceso.

- ✓ Los diodos luminosos indican el modo de operación de la CPU (Run o Stop), el estado de las entradas y salidas integradas; así como los posibles fallos del sistema que se haya detectado.
- ✓ Algunas CPUs tener un reloj de tiempo real incorporado, en tanto que otras necesitan un cartucho de reloj de tiempo real.
- ✓ Un cartucho enchufable EEPROM en serie permite almacenar programas de la CPU y transferir programas de una CPU a otra.
- ✓ Un cartucho enchufable de pila permite prolongar el respaldo de los datos en la RAM.

### 2.1.2 Módulos de ampliación S7-200..

La gama S7-200 incluye una gran variedad de módulos de ampliación para poder satisfacer aún mejor los requisitos de la aplicación. Estos módulos se pueden utilizar para agregar funciones a la CPU S7-200, en la tabla se indica una lista de los módulos de ampliación disponibles en la actualidad.

**Tabla 2.2 Módulos de ampliación S7-200**

MODULOS DE AMPLIACION	TIPOS		
	Módulos digitales Entradas Salidas Combinación	8 entradas DC. 8 salidas DC. 4 E/S DC.  4 E DC / 4 S relé	8 entradas AC. 8 salidas AC. 8 E/S DC. 16 E/S DC. 8 E DC/8 S relé. 16 E DC/16 S relé.
Módulos analógicos Entradas Salidas Combinación	4 entradas analóg. 2 salidas analóg. 4 entrad. analóg/1 salida analóg.	4 entrad. termopar	2 entrad. RTD.
Módulos inteligentes	Posición	Modem	Profibus-DP.
Otros módulos	AS-interface.		

## 2.2 INSTRUCCIONES PARA EL MONTAJE Y USO DEL PLC S7-200.

### 2.2.1 Conexión del S7-200.

Es muy fácil conectar el S7-200, basta con conectar la alimentación del S7-200 y utilizar el cable de comunicación para unir la unidad de programación y el S7-200. para conectar la alimentación del S7-200, primero de todo es preciso conectar el S7-200 a la fuente de alimentación. La figura 2.2 muestra el cableado de una CPU S7-200 con alimentación DC (corriente continua) o AC (corriente alterna). Antes de montar o desmontar cualquier aparato eléctrico, se debe vigilar que se haya desconectado la alimentación del mismo. Se debe respetar siempre las medidas de seguridad necesarias y verificar que la alimentación eléctrica del S7-200 se haya desconectado antes del montaje.

Se debe tomar en cuenta la siguiente precaución: si se intenta montar o cablear el S7-200 y/o los equipos conectados a los mismos estando conectada la alimentación, puede producirse un choque eléctrico o fallos en los equipos. Si antes del montaje o desmontaje no se ha desconectado por completo la alimentación eléctrica del S7-200 y de los equipos conectados a la misma, ello podría causar heridas graves al personal, y/o daños materiales.

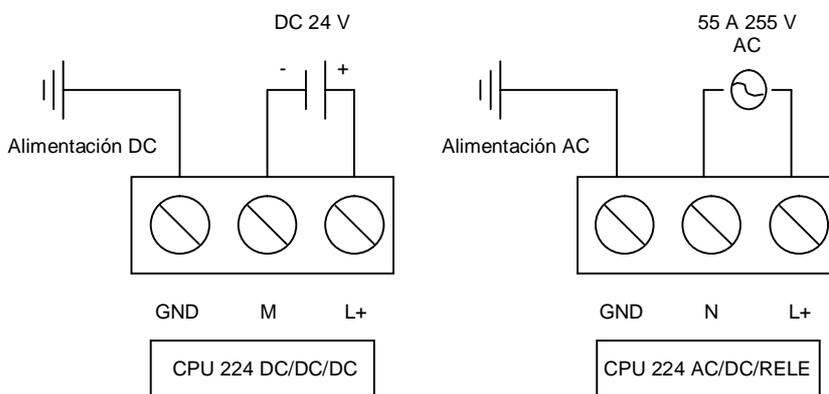


Figura 2.2 Conexión de la alimentación del S7-200.

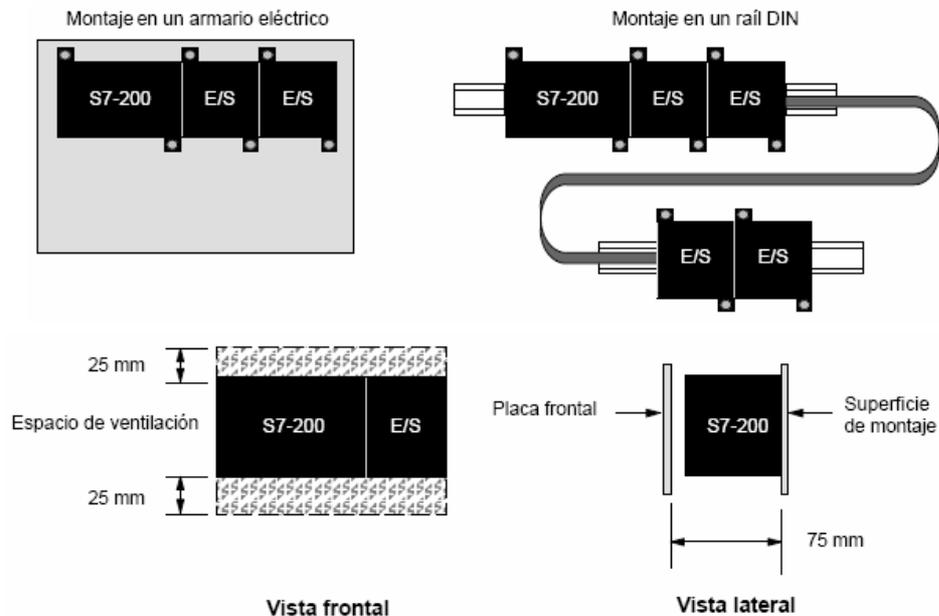
### **2.2.2 Reglas para montar el S7-200.**

El S7-200 se puede montar en un armario eléctrico o en un rail normalizado (DIN), bien sea horizontal o vertical. Se debe alejar los equipos S7-200 de fuentes de calor. Alta tensión e interferencias. Como regla general para las disposiciones de los equipos que conforman el sistema, se debe alejar siempre los aparatos de alta tensión que generan interferencias de los equipos de baja tensión y de tipo lógico, tales como el S7-200.

Al configurar la disposición del S7-200 en el armario eléctrico, se debe tener en cuenta los aparatos que generan calor y disponer los equipos electrónicos en las zonas más frías del armario eléctrico. El funcionamiento de equipos electrónicos en entornos de alta temperatura acorta su vida útil.

Se debe considerar también la ruta del cableado de los equipos montados en el armario eléctrico. Evitar colocar los conductores de señalización y los cables de comunicación en una misma canalización junto con los cables de corriente AC y los cables DC de alta tensión y de comunicación rápida. Se debe prever espacio suficiente para la ventilación y el cableado.

Para los equipos S7-200 se ha previsto la ventilación por convección natural. Por tanto, se deberá dejar un margen mínimo de 25 mm por encima y por debajo de los equipos. Asimismo, se debe prever 75 mm para la profundidad de los montajes. En el montaje vertical, la temperatura ambiente máxima admisible se reduce en 10 °C. Montar la CPU S7-200 debajo de los módulos de ampliación. Al planificar la disposición del sistema S7-200, se debe disponer espacio suficiente para el cableado y la conexión de los cables de comunicación. Para mayor flexibilidad al configurar la disposición del sistema S7-200, se recomienda un cable de conexión para los módulos de ampliación, todo esto, se puede observar en la figura 2.3



**Figura 2.3 Método de montaje, orientación y espacio necesario.**

### 2.2.3 Alimentación.

Las CPUs S7-200 tiene integrada una fuente de alimentación capaz de abastecer la CPU, los módulos de ampliación y otras cargas que precisen de 24 VDC. La CPU S7-200 suministra la corriente continua de 5 V necesaria para los módulos de ampliación del sistema. Se debe prestar especial atención a la configuración del sistema para garantizar que la CPU pueda suministrar la corriente de 5 V necesaria para los módulos de ampliación seleccionados. Si la configuración requiere más corriente que la que puede suministrar la CPU, deberá retirar un módulo o seleccionar una CPU de mayor capacidad. Se debe consultar en el manual los parámetros de la corriente DC de 5 V que pueden aportar las diferentes CPUs S7-200 y la alimentación DC de 5 V que requieren los módulos de ampliación. De igual forma en base a las tablas existentes en la información de debe determinar cuánta energía (o corriente) puede suministrar la CPU a la configuración deseada. Todas las CPUs S7-200 aportan también una alimentación para sensores de 24 VDC que pueden suministrar corriente DC de 24 V a las entradas y a las bobinas de relés de los módulos de ampliación, así

como a otros equipos. Si los requisitos de corriente exceden la capacidad de la alimentación para sensores, será preciso agregar una fuente de alimentación DC externa de 24 V al sistema.

Si se precisa una fuente de alimentación DC externa de 24 V, se debe vigilar que ésta no se conecte en paralelo con la alimentación para sensores de la CPU S7-200. Para aumentar la protección contra interferencias, se recomienda conectar los cables neutros (M) de las distintas fuentes de alimentación. Si se conecta una fuente de alimentación externa de DC 24 V con la fuente de alimentación para sensores de DC 24 V en paralelo con la fuente de alimentación para sensores de DC 24 V del S7-200, podría surgir un conflicto entre ambas fuentes, ya que cada una intenta establecer su propio nivel de tensión de salida. Este conflicto puede tener como consecuencia una reducción de la vida útil o la avería inmediata de una o ambas fuentes de alimentación y, en consecuencia, el funcionamiento imprevisible del sistema de automatización, lo que podría ocasionar lesiones graves al personal, y/o daños al equipo. La fuente de alimentación DC para sensores del S7-200 y la fuente de alimentación externa debe alimentar diferentes puntos.

#### **2.2.4 Reglas para el cableado del S7-200.**

Al diseñar el cableado del sistema de automatización S7-200, se debe incorporar un interruptor unipolar para cortar simultáneamente la alimentación de la CPU S7-200, de todos los circuitos de entrada y de todos los circuitos de salida. Se debe disponer dispositivos de protección contra sobreintensidad (por ejemplo: fusibles o cortacircuitos) para limitar las corrientes excesivas en el cableado de alimentación. Para mayor protección es posible instalar un fusible u otro limitador de sobreintensidad en todos los circuitos de salida. También se puede instalar dispositivos de supresión de sobretensiones apropiados en el cableado susceptible de recibir sobretensiones causadas por rayos. Se debe evitar colocar

los conductores de señalización y los cables de comunicación en una misma canalización junto con los cables de corriente AC y los cables DC de alta tensión y de comunicación rápida. El cableado deberá efectuarse por pares; con el cable de neutro o común combinado con el cable de fase o de señal. Se debe utilizar el cable más corto posible y vigilar que tenga una sección suficiente para conducir la corriente necesaria. El conector acepta cables con sección de 2 mm<sup>2</sup> o 0,30 mm<sup>2</sup> (14 AWG a 22 AWG). Se debe utilizar cables apantallados para obtener el mayor nivel de inmunidad a interferencias. Por lo general, se obtiene los mejores resultados si la pantalla se pone a tierra en el S7-200. En una red de comunicación, la longitud máxima del cable de comunicación debería ser de 50 metros sin utilizar un repetidor.

#### **2.2.5 Reglas de puesta a tierra del S7-200.**

La mejor forma de poner a tierra la aplicación es garantizar que todos los conductores neutros del S7-200 y de los equipos conectados se pongan a tierra en un mismo punto. Este punto debería conectar directamente a la toma de tierra del sistema. Para incrementar la protección contra interferencias es recomendable que todos los conductores de retorno DC neutros se conecten a un mismo punto de puesta a tierra. Se debe conectar a tierra el conductor neutro (M) de la alimentación para sensores de 24 VDC. Todos los cables de puesta a tierra deberían tener la menor longitud posible y una sección grande (14 AWG). Al definir físicamente las tierras es necesario considerar los requisitos de puesta a tierra de protección y el funcionamiento correcto de los aparatos protectores.

#### **2.2.6 Áreas de memoria y funciones del S7-200.**

En la tabla 2.3 se muestran las áreas de memoria disponibles en las diferentes CPUs S7-200, así como también, las funciones a las que se pueden acceder para utilizarlas en la programación.

**Tabla 2.3 Áreas de memoria y funciones de las CPUs S7-200**

DESCRIPCION	CPU 224
Programa del usuario	4 K palabras
Datos del usuario	2.5 K palabras
Imagen de las entradas	10.0 a Q 15.7
Imagen de las salidas	Q 0.0 a Q 15.7
Entradas analógicas	AIW0 a AQW62
Salidas analógicas	AQW0 a AQW62
Memoria de variables (V)	VB0 a VB5119
Memoria local	LB0 a LB63
Area de marcas (M)	M0.0 a M31.7
Marcas especiales (SM) Solo lectura	SM0.0 a SM549.7 SM0.0 a SM29.7
Temporizadores ON Delay con memoria 1 mseg 10 mseg  100 mseg  OFF Delay con memoria 1 mseg 10 mseg  100 mseg	 T0, T64 T1 a T4 y T65 a T68 T5 a T31 y T69 a T95  T32, T96 T33 a T36 y T97 a T100 T37 a T63 y T101 a T255
Contadores	C0 a C255
Contadores rápidos	HC0 a HC5
Relés de control secuencial (S)	S0.0 a S31.7
Acumuladores	AC0 a AC3
Salto a metas	0 a 256
Llamadas a subrutinas	0 a 63
Rutinas de interrupción	0 a 127
Detectar flancos positivos/negativos	256
Lazos PID	0 a 7
Puertos	Puerto 0

## 2.2.7 Datos técnicos de las CPUs.

**Tabla 2.4 Números de referencia de las CPU 224**

MODELO DE CPU	ALIMENTACION NOMINAL	ENTRADAS DE LA CPU	SALIDAS DE LA CPU	TERMINALES EXTRAIBLES
CPU 224	DC 24 V	14 X DC 24 V	10 X DC 24 V	Si
CPU 224	AC 120 a 240 V	14 X DC 24 V	10 salidas de relé	Si

**Tabla 2.5 Datos técnicos generales de las CPU 224**

Descripción de la CPU	Dimensión (mm)	Peso	Disipac	Tensión DC disponible	
				DC + 5 V	DC + 24 V
224 DC/DC/DC, 14E/10S	120.5x80x62	360 g.	7 W.	660 mA.	280 mA.
224 AC/DC/RELE, 14E/10S a relé	120.5x80x62	410 g.	10 W.	660 mA.	280 mA.

**Tabla 2.6 Datos técnicos de las CPU 224**

MEMORIA	CPU 224
Tamaño del programa del usuario (EEPROM)	4096 palabras
Datos de usuario (EEPROM)	2560 palabras (remanentes)
Respaldo (condensador de alto rendimiento)	Tip. 190 horas
Pila (Opcional)	Tip. 200 horas
<b>Entradas y salidas (E/S)</b>	
E/S digitales incorporadas	14E/10S
Tamaño de la imagen de E/S digitales	256 (128E/128S)
Tamaño de la imagen de E/S analógicas	64 (32E/32S)
No. Máx. de módulos de ampliación	7 módulos
Entrada de captura de impulsos	14
Contadores rápidos	6 en total
Fase simple	6 a 30 Khz.
Dos fases	4 a 20 Khz.
Salida de impulsos	2 a 20 Khz. (solo en salidas DC)

**Tabla 2.7 Datos técnicos de las CPU 224**

DATOS GENERALES	CPU 224
Temporizadores	256 en total: 4 temporizadores de 1 ms, 16 temporizadores de 10 ms y 236 temporizadores de 100 ms.
Contadores	256 (respaldo por condensador de alto rendimiento o pila)
Marcas internas Almacenadas al desconectar la CPU	256 (respaldo por condensador de alto rendimiento o pila) 112 (almacenamiento en EEPROM)
Interrupciones temporizadas	2 con resolución de 1 ms
Interrupciones de flanco	4 flancos positivos y/o 4 flancos negativos
Potenciómetros analógicos	2, resolución de 8 bits
Velocidad de ejecución booleana	0.37 us por instrucción
Reloj de tiempo real	Incorporado
Cartuchos opcionales	Memoria y pila
<b>COMUNICACIÓN INTEGRADA</b>	
Puertos	1 puerto RS-485
Velocidad de transferencia PPI	9.6, 19.2 y 187.5 Kbits/s

Velocidad de transferencia Freeport	1.2 Kbits/s a 115.2 Kbits/s
Longitud máx del cable por segmento	Con repetidor aislado: 100 m hasta 187.5 Kbits/s Sin repetidora aislado: 50 m
No máx de estaciones	32 por segmento. 126 por red
No máx de maestros	32
Punto a punto (modo maestro PPI)	Si (NETR/NETW)
Enlaces MPI	4 en total, 2 reservados (1 para una PG y 1 para un OP)

**Tabla 2.8 Datos de salida de la CPU 224**

DATOS GENERALES	SALIDAS DC 24 V	SALIDAS DE RELE
Tipo de datos	Estado sólido MOSFET	Contacto de baja potencia
Tensión nominal	DC 24 V	DC 24 V ó AC 250 V
Rango de tensión	DC 20.4 a 28.8 V	DC 5 a 20 V ó AC 5 a 250 V
Sobre intensidad momentánea (máximo)	8 a 100 ms	7 al estar cerrados los contactos
Señal 1 lógica (mínimo)	DC 20 V a intensidad nominal	--
Señal o lógica (máximo)	DC 0.1 V con 10 K $\Omega$ de carga	--
Intensidad nominal por salida	0.75 A	2.0 A
Intensidad nominal por neutro	6 A	10 A
Corriente de fuga (máximo)	10 uA	--
Carga de lámparas (máximo)	5 W	DC 30 W / AC 200 W
Tensión de bloqueo inductivo	+/- DC 48 V, 1 W disipac.	--
Resistencia en estado ON	Máx. 0.3 $\Omega$	0.2 $\Omega$ (máx si son nuevas)
Aislamiento		
Separación galvánica	AC 500 V, 1 min	--
Circuito lógico a contacto	--	AC 500 V, 1 min
Contacto a contacto	--	AC 750 V, 1 min
Resistencia	--	100 M $\Omega$
Grupos de aislamiento	Consulte Diagrama cableado	Consulte diagrama cableado
Retardo OFF a ON/ON a OFF	10 us (Q0.0 y Q0.1) 15/100 us (las demás)	--
Conmutación	--	10 ms
Frecuencia de impulso	20 Khz	1 Hz
Vida útil mecánica	--	10 millones sin carga
Vida útil de los contactos	--	100.000 con carga nominal
Salidas ON simultáneamente	Todas a 55 $^{\circ}$ C	Todas a 55 $^{\circ}$ C
Conexión en paralelo de 2 salidas	Si	No
Longitud de cable (máximo)		
Apantallado	500 m	500 m
No apantallado	150 m	150 m

## 2.2.8 Instrucciones de operación de la CPU 224.

Tabla 2.9 instrucciones de operación de la CPU 224.

FORMATO	SIGNIFICADO	FORMATO	SIGNIFICADO
=	Asignar	BMD	Transf.. palab. dobles bloque
+D	Sumar enteros de 32 bits	BMW	Transferir palabras en bloque
-D	Restar enteros de 32 bits	BTI	Convertir de byte a entero
*D	Multiplicar enteros de 32 bits	CALL	Llamar subrutina
/D	Dividir enteros de 32 bits	COS	Coseno
+I	Suma de enteros 16 bits	CRET	Retorno condicional subrutina
-I	Resta de enteros de 16 bits	CRETI	Ret cond. desde rutina interrup.
=I	Asignar directamente	CTD	Contar atrás
*I	Multiplicar enteros de 16 bits	CTU	Contar adelante
/I	Dividir enteros de 16 bits	CTUD	Contar adelante/atrás
+R	Sumar reales	DECB	Decrementar byte
-R	Restar reales	DECD	Decrementar palabra doble
*R	Multiplicar reales	DECO	decodificar
/R	Dividir reales	DECW	Decrementar palabra
A	Y	DISI	Inhibir todos eventos interrup.
AB<=	Comparar byte menor o igual	DIV	div. ent. 16 bits a ent. 32 bits
AB=	Comparar byte iguales	DTA	Convertir de ent. doble a ASCII
AB>	Comparar byte mayor	DTCH	Desasociar interrupción
AB<	Comparar byte menor	DTI	Conv. de entero doble a entero
AB>=	Comparar byte mayor o igual	DTR	Convertir de entero dob. a real
AB<>	Comparar byte comprendido	ED	Detectar flanco negativo
AD<	Comparar palabra doble menor	ENCO	Codificar
AD<=	Comp palab dob menor o igual	FIN	Finalizar programa principal
AD=	Comparar palabra doble igual	ENI	Habilitar todos eventos interrup
AD>	Comparar palabra doble mayor	EU	Detectar flanco positivo
AD>=	Comp palab dob mayor o igual	EXP	Exponente natural
AD<>	Comp palab doble comprendido	FIFO	Borrar primer registro de tabla
AENO	Eno	FILL	Inicializar memoria
AI	Y directa	FND<	Buscar valor menor en la tabla
ALD	Comb. 1er y 2do val mediante Y	FND<>	Buscar valor comprendido
AN	Y – No	FND=	Buscar valor igual en tabla
ANDB	Combinación Y con bytes	FND>	Buscar valor mayor en la tabla
ANDD	Comb. Y con palabras dobles	FOR	For
ANDW	Combinación Y con palabras	GPA	Leer dirección de puerto
ANI	Y – No directa	HDEF	Defin modo para contar rápido
AR=	Comparar real igual	HSC	Activar contador rápido
AR<	Comparar real menor	HTA	Convertir de hex. a ASCII
AR<=	Comparar real menor o igual	IBCD	Convertir de entero a BCD
AR>	Comparar real mayor	INCB	Incrementar byte
AR>=	Comparar real mayor o igual	INCD	Incrementar palabra doble
AR<>	Comparar real comprendido	INCW	Incrementar palabra
ATCH	Asociar interrupción	INVB	Invertir byte
ATH	Convertir de ASCII a hex.	INVD	Invertir palabra doble
ATT	Registrar valores en tabla	INWW	Invertir palabra
AW<	Comparar entero menor	ITA	Convertir de entero a ASCII
AW<=	Comparar entero menor o igual	ITB	Convertir de entero a byte
AW=	Comparar entero igual	ITD	Convertir entero a entero dob.

AW>	Comparar entero mayor	JMP	Saltar a meta
AW>=	Comparar entero mayor o igual	LBL	Definir meta
AW<>	Comparar entero comprendido	LD	Contacto normalmente abierto
BCDI	Convertir de BCD a entero	LD>	
BIR	Lectura directa y Transf.. bytes	LDB<=	Comparar byte menor o igual
BIW	Escritura directa y Transf. Bytes	LDB=	Comparar byte igual
BMB	Transferir byte en bloque	LDB>=	Comparar byte mayor o igual
LDB>	Comparar byte mayor	OR=	Comparar real igual
LDB<	Comparar byte menor	OR<	Comparar real menor
LDB<>	Comparar byte comprendido	OR<=	Comparar real menor o igual
LDD>=	Comp palab dob mayor o igual	OR>	Comparar real mayor
LDD<	Comparar palabra doble menor	OR>=	Comparar real mayor o igual
LDD<=	Comp palab dob menor o igual	OR<>	Comparar real comprendido
LDD=	Comparar palabra doble igual	ORB	combinación O con bytes
LDD>	Comparar palabra doble mayor	ORD	Comb. O con palabras dobles
LDD<>	Comp palab doble comprendido	ORW	Combinación O con palabras
LDI	Contacto abierto directo	OW<	Comparar entero menor
LDN	Contacto normalmente cerrado	OW<=	Comparar entero menor o igual
LDNI	Contacto cerrado directo	OW=	Comparar entero igual
LDR=	Comparar real igual	OW>	Comparar entero mayor
LDR<	Comparar real menor	OW>=	Comparar entero mayor o igual
LDR<=	Comparar real menor o igual	OW<>	Comparar entero comprendido
LDR>	Comparar real mayor	PID	Regulación PID
LDR>=	Comprar real mayor o igual	PLS	Salida de impulsos
LDR<>	Comparar real comprendido	R	Poner a 0
LDS	Cargar pila	RCV	Recibir mensaje
LDW<=	Comparar entero menor o igual	RI	Poner a 0 directamente
LDW<	Comparar entero menor	RLB	Rotar byte a la izquierda
LDW=	Comparar entero igual	RLD	Rotar palab. dobles a izquierda
LDW>	Comparar entero mayor	RLW	Rotar palabras a la izquierda
LDW>=	Comparar entero mayor o igual	ROUND	Redondear a entero doble
LDW<>	Comparar entero comprendido	RRB	Rotar byte a la derecha
LIFO	Borrar último registro de la tabla	RRD	Rotar palab. dobles a derecha
LN	Logaritmo natural	RRW	Rotar palabras a la derecha
LPP	Sacar primer valor	RTA	Convertir de real a ASCII
LPS	Duplicar primer valor	S	Poner a 1
LRD	Copiar segundo valor	SCRE	Fin del relé ctrl.. secuencial
LSCR	Cargar relé control secuencial	SCRT	Transición relé ctrl. secuencial
MOVB	Transferir byte	SEG	Segmento
MOVD	Transferir palabra doble	SHRB	Registro de desplazamiento
MOVR	Transferir real	SI	Poner a 1 directamente
MOVW	Transferir palabra	SIN	Seno
MUL	Mult. ent. 16 bits a ent. 32 bits	SLB	Desplazar byte a la izquierda
NEXT	Next	SLD	Desp. palab. dobles a izquierda
NETR	Leer de la red	SLW	Desplazar palab. a la izquierda
NETW	Escribir en la red	SPA	Ajustar dirección de puerto
NOP	Operación nula	SQRT	Raíz cuadrada
NOT	Not	SRB	Desplazar byte a la derecha
O	O	SRD	Desp. palab. dobles a derecha
OB=	Comparar byte igual	SRW	Desplazar palab. a la derecha
OB>=	Comparar byte mayor o igual	STOP	Stop
OB>	Comparar byte mayor	SWAP	Invertir byte de una palabra
OB<	Comparar byte menor	TAN	Tangente
OB<=	Comparar byte menor o igual	TODR	Leer reloj tiempo real
OB<>	Comparar byte comprendido	TODW	Ajustar reloj de tiempo real
OD<	Comparar palabra doble menor	TOF	Temp. de retar. a la desconex.

OD<=	Comp palab dob menor o igual	TON	Temp. de retardo a la conexión
OD=	Comparar palabra doble igual	TONR	Temp. ret. conex. memorizado
OD>	Comparar palabra doble mayor	TRUNC	Truncar
OD>=	Comp palab dob mayor o igual	WDR	Borrar temporiz. de vigilancia
OD<>	Comp palab doble comprendido	XMT	Transmitir mensaje
OI	O directa	XORB	Comb. O-exclusiva con bytes
OLD	Comb 1er y 2do val mediante O	XORD	Comb. O-exclu. con palab. dob
ON	O – No	XORW	Comb. O-exclus. Con palabras
ONI	O – No directa		

## 2.3 SOFTWARE DE PROGRAMACION DEL PLC S7-200.

### 2.3.1 Software de programación STEP 7.MICRO/WIN.

El paquete de programación STEP 7-Micro/WIN constituye un entorno de fácil manejo para desarrollar, editar y observar el programa necesario con el objeto de controlar la aplicación. STEP 7-Micro/WIN comprende tres editores que permiten desarrollar de forma cómoda y eficiente el programa de control. Para encontrar fácilmente las informaciones necesarias, STEP 7-Micro/WIN incorpora una completa ayuda en pantalla y un CD de documentación que incluye una versión electrónica del manual, ejemplos de aplicación y otras informaciones de gran utilidad.

#### 2.3.1.1 Requisitos del sistema.

STEP 7-Micro/WIN se puede ejecutar en un ordenador (PC), o bien en una unidad de programación de Siemens (por ejemplo, en una PG 760). El PC o la PG deberá cumplir los siguientes requisitos mínimos para el sistema operativo:

- ✓ Windows 95, Windows 98, Windows 2000, Windows ME (Millennium Edition) o Windows NT 4.0 (o una versión posterior).
- ✓ 50 MB libres en el disco duro (como mínimo).
- ✓ Ratón (recomendado).

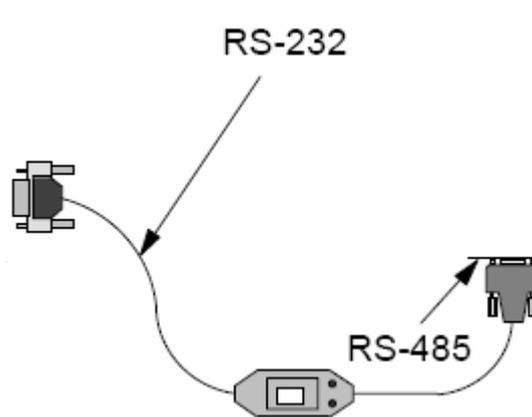
## **2.4 COMUNICACIÓN PC CON CPU 224.**

Siemens ofrece dos opciones de programación para conectar el PC al S7-200, a saber: una conexión vía directa con un cable PC/PPI, o bien un procesador de comunicaciones (CP) con un cable MPI para redes MPI y PROFIBUS-DP.

El cable de programación PC/PPI 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 PC/PPI también se puede utilizar para conectar otros dispositivos de comunicación al S7-200.

Para poder utilizar el cable MPI es preciso instalar también un procesador de comunicaciones (CP) en el PC. El CP incorpora el hardware adicional necesario para establecer enlaces a velocidades de transferencia más elevadas, así como para procesar la comunicación rápida en la red.

Para realizar la comunicación con la PC, se emplea el cable de comunicación PC-PPI (conocido así por Siemens), como se indica en la figura 2.4, este cable permite realizar la comunicación del PLC hacia la PC, para ello transforma las señales RS-485 a RS-232 y de RS-232 a RS-485.

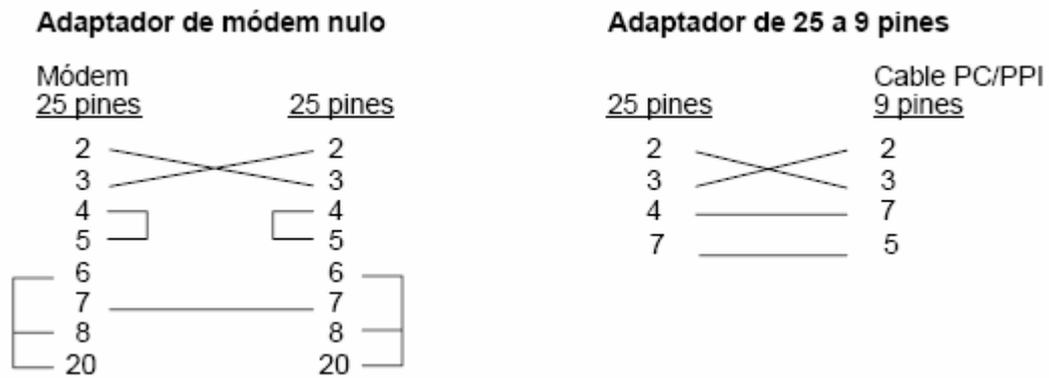


**Figura 2.4 Cable de comunicación PC-PPI**

El cable PC/PPI se encuentra en modo de transmisión cuando los datos se envían del puerto RS-232 al RS-485. en cambio se encuentra en modo de recepción al estar inactivo, o bien cuando los datos se transmiten del puerto RS-485 al RS-232. Este tiempo depende de la velocidad de transferencia seleccionada con los interruptores de IP del transceiver.

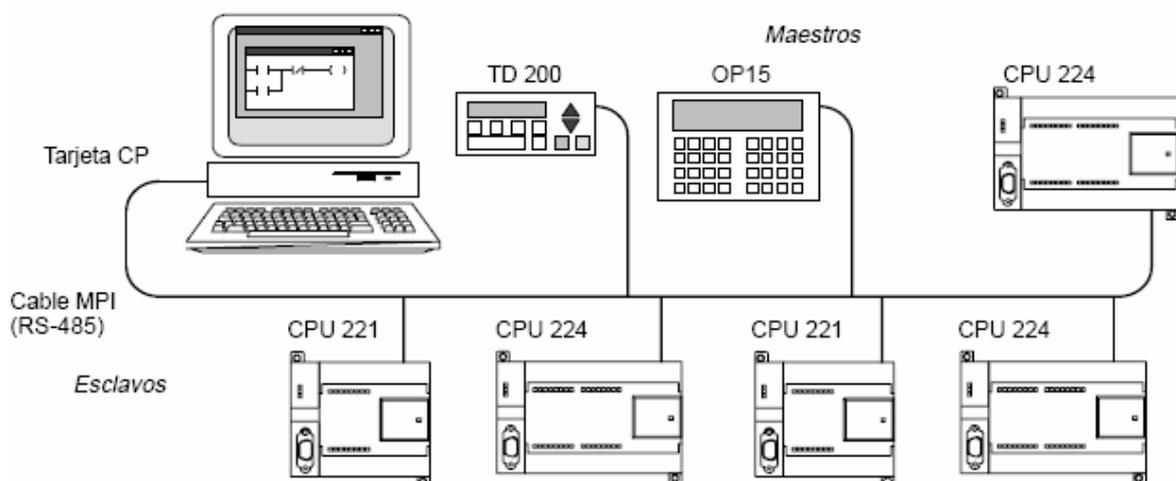
Si **STEP-7-Micro/WIN** no se utilizan juntos con un modem, el cuarto interruptor de IP deberá permanecer en el ajuste correspondiente al protocolo de 11 bits para garantizar el funcionamiento correcto con otros equipos.

Para el puerto RS-232 del cable PC/PPI se puede ajustar el modo DCE (equipo de comunicación de datos), o bien al modo DTE (equipo terminal de datos). Las únicas señales presentes en el puerto RS-232 son: transmitir datos (TX), petición de transmitir (RTS), recibir datos (RX) y tierra. El cable PC/PPI no usa ni emite la señal CTC (preparado para transmitir). A continuación se indica la configuración del cable de comunicación (figura 2.5).



**Figura 2.5 Configuraciones del cable de comunicación PC/PPI**

PPI es un protocolo maestro/esclavo. Los maestros (otras CPUs, unidades de programación SIMATIC) envían peticiones a los esclavos y estos últimos responden. Los esclavos no inician mensajes, sino que esperan a que un maestro les envíe una petición o solicite una respuesta. Todas las CPUs S7-200 actúan de estaciones esclavas en la red (figura 2.6) el protocolo PPI limita la cantidad de maestros que pueden comunicarse con una CPU, cualquiera que actúe de esclava, pero la red no puede comprender más de 32 maestros.



**Figura 2.6 Red de comunicación maestro/esclavo.**

Las CPUs S7-200 se pueden disponer en diversas configuraciones para asistir la comunicación en redes. La configuración de comunicación elegida para el presente proyecto es a través de cable PC/PPI. Esta configuración es asistida por el software STEP-7 Micro/WIN 32. en la tabla 2.10 se indica las características de esta configuración de comunicación. Para el presente trabajo se ha seleccionado la velocidad de 9.6 Kbits/s por ser la más utilizada por los equipos de comunicación.

**Tabla 2.10 Características de la configuración de cable PC/PPI asistida por STEP-7 Micro/WIN 32.**

Hardware asistido	Tipo de entrada	Velocidad de transferencia asistida	Comentario
Cable PC/PPI	Conector de cable al puerto COM del PC	9.6 Kbits/s – 19.2 Kbits/s	Asiste el protocolo PPI

#### **2.4.1 Selección del protocolo para la comunicación.**

Las CPUs S7-200 soportan uno o varios de los protocolos de comunicación siguientes. Estos protocolos permiten configurar la red conforme al rendimiento y a la funcionalidad que exige la aplicación:

- ✓ Interface punto a punto (PPI)
- ✓ Interface multipunto (MPI)
- ✓ PROFIBUS

Basándose en la intercomunicación de sistemas abiertos (OSI) de la arquitectura de siete capas, estos protocolos se implementan en una red “token ring” (red de anillo con testigo) conforme al estándar PROFIBUS, definido en la Norma Europea EN 50170. Se trata de protocolos asíncronos de caracteres que utilizan

un bit de inicio, ocho bits de datos, un bit de paridad par y un bit de parada. Los bloques de comunicación dependen de los caracteres especiales de inicio y de parada, de las direcciones de estación de fuente y de destino, de la longitud de los bloques y de la suma de verificación para garantizar la integridad de los datos. Los protocolos se pueden utilizar simultáneamente en una red sin que interfieran entre sí, con la condición de que usen una misma velocidad de transferencia.

### 2.4.2 Protocolo PPI.

PPI es un protocolo maestro-esclavo. Los maestros envían peticiones a los esclavos y éstos responden (Ver figura 2.7). Los esclavos no inician mensajes, sino que esperan a que un maestro les envíe una petición o solicite una respuesta.

Los maestros se comunican con los esclavos vía un enlace compartido que es gestionado por el protocolo PPI. El protocolo PPI no limita el número de maestros que se pueden comunicar con un mismo esclavo. Sin embargo, la red no puede comprender más de 32 maestros.

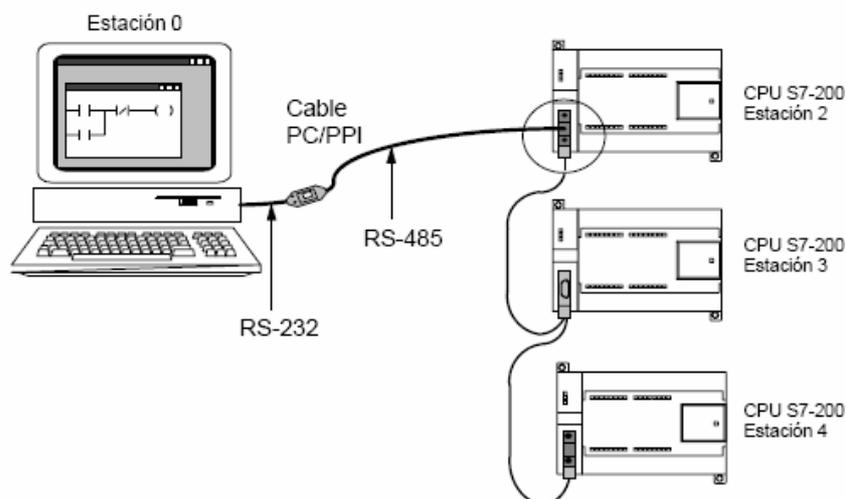


Figura 2.7 Red PPI

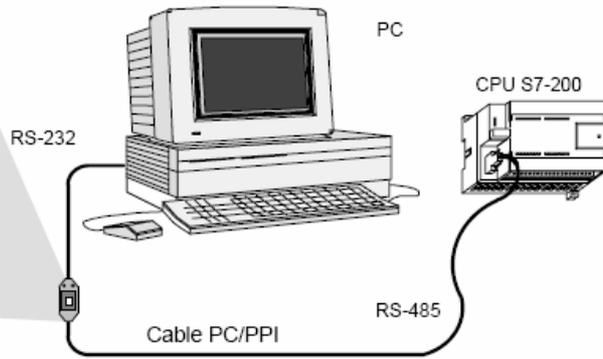
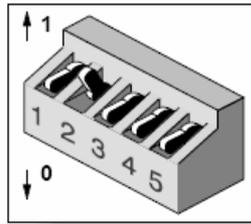
Si se selecciona el protocolo PPI Avanzado es posible establecer un enlace lógico entre los aparatos. En este caso, cada aparato soporta un número de enlaces limitado. Estando en modo RUN, algunas CPUs S7-200 pueden actuar de estaciones maestras en la red si esta habilitado el modo maestro PPI, las operaciones Leer de la red (NETR) y Escribir de la red (NETW) se podrán utilizar para leer de o escribir en otros equipos S7-200. Mientras actúa de maestro PPI, el S7-200 sigue respondiendo en calidad de esclavo a las peticiones de otros maestros. El protocolo PPI se puede utilizar para la comunicación con todas las CPUs S7-200. Para comunicarse con un módulo de ampliación EM 277 es preciso habilitar el modo PPI Avanzado.

### **2.4.3 Conexión del cable PC/PPI.**

El cable PC/PPI que conecta el S7-200 con la unidad de programación. Para conectar el cable PC/PPI se debe seguir los siguientes pasos:

- ✓ Unir el conector RS-232 (identificado con "PC") del cable PC/PPI al puerto de comunicación de la unidad de programación.
- ✓ Unir el conector RS:485 (identificado con "PPI") del cable PC/PPI al puerto 0 ó 1 del S7-200.
- ✓ Vigilar que los interruptores DIP del cable PC/PPI estén configurados como muestra la figura 2.8

Ajustes de los interruptores DIP  
(abajo= 0, arriba = 1):



SIEMENS		Cable PC/PPI aislado		PC
PPI	Vel. de transf.		INTERRUPTOR 4	
1	38,4K	000	1 = 10 BITS	
	19,2K	001	0 = 11 BITS	
0	9,6K	010	INTERRUPTOR 5	1 = DTE
	2,4K	100		0 = DCE
	1,2K	101		

Figura 2.8 Conexión del cable PC/PPI

## **CAPITULO III**

### **MÁQUINAS INDUSTRIALES Y MOTORES.**

Un motor eléctrico es un dispositivo dinamoeléctrico encargado de transformar energía eléctrica en energía mecánica por medio de la interacción de campos magnéticos. Un motor se puede utilizar para convertir Energía mecánica en energía eléctrica dando lugar a un generador de energía eléctrica.

Por estos motivos son ampliamente utilizados en instalaciones industriales y demás aplicaciones que no requieran autonomía respecto de la fuente de energía, dado que la energía eléctrica es difícil de almacenar.

#### **3.1 PRINCIPIOS DE FUNCIONAMIENTO.**

Se han descubierto varios fenómenos electromagnéticos naturales que relacionan la energía eléctrica y la energía mecánica. La relativa facilidad con la que se consigue esta conversión es debido, sin duda, al conocimiento de estas relaciones. Para la mayoría de finalidades prácticas, la conversión de energía eléctrica a mecánica y viceversa puede ser considerada como una reacción reversible. Ello no es cierto por completo ya que en el proceso se originan otras formas de energía que no son deseables (como calor, luz y energía química), las cuales determinan pérdidas de energía en el sistema electromecánico.

Los motores son máquinas destinadas a convertir energía eléctrica en mecánica, al cual se le aplica una diferencia de potencial entre sus bornes, se producirá una rotación de su eje. Cuando a un conductor se le somete a una corriente eléctrica se genera un campo magnético con un sentido que depende del sentido de la corriente. Luego el campo magnético producido en las espiras del conductor arrollado creará un campo magnético, que será del mismo polo que el imán que tiene ejerciendo el otro campo magnético, que a su vez influye sobre el mismo conductor. Como los polos iguales se repelen, y el único movimiento posible para el núcleo es el giro, éste girará buscando el polo contrario. Si tenemos otras espiras sobre las que el campo magnético ejerza el mismo efecto volverá a girar, y así sucesivamente, hasta que la corriente deje de circular por las escobillas.

Dicho de otra manera, tanto los motores de corriente alterna como motores de corriente directa se basan en el mismo principio de funcionamiento, el cuál establece que si un conductor por el cuál circula una corriente eléctrica se encuentra dentro de la acción de un campo magnético, éste tiende a desplazarse perpendicularmente a las líneas de acción del campo magnético. El conductor tiende a funcionar como un electroimán debido a la corriente eléctrica que circula por el mismo adquiriendo de esta manera propiedades magnéticas, que provocan, debido a la interacción con los polos ubicados en el estator, el movimiento circular que se observa en el rotor del motor. Partiendo del hecho que cuando pasa corriente eléctrica por un conductor se produce un campo magnético, además si lo ponemos dentro de la acción de un campo magnético potente, el producto de la interacción de ambos campos magnéticos hace que el conductor tienda a desplazarse produciendo así la energía mecánica. Dicha energía es comunicada al exterior mediante un dispositivo llamado flecha.

Basándose en el principio de la ley básica del magnetismo que dice que polos desiguales se atraen y polos iguales se repelen. El motor es un dispositivo giratorio que aprovecha éste concepto básico.

De lo cual se establece lo siguiente:

- ✓ El par electromagnético desarrollado produce o ayuda a la rotación.
- ✓ La tensión generada en los conductores por los que circula (fuerza contraelectromotriz) se opone a la corriente inducida (ley de Lenz).
- ✓ La fuerza contraelectromotriz puede expresarse mediante la ecuación

$$E_c = V_a - I_a R_a \quad (3.1)$$

Donde:

**$E_c$** : fuerza contraelectromotriz.

**$V_a$** : voltaje aplicado.

**$I_a$** : corriente de armadura.

**$R_a$** : resistencia de armadura.

Y es menor que la tensión aplicada, lo que origina la circulación de una corriente determinada en el inducido, la

$$I_a = (V_a - E_c) / R_a \quad (3.2)$$

### 3.2 EL MOTOR DE CORRIENTE CONTINUA (CC).

Un motor de corriente continua está compuesto de un estator y un rotor. En muchos motores c.c., generalmente los más pequeños, el estator está compuesto de imanes para crear un campo magnético. En motores c.c. más grandes este campo magnético se logra con devanados de excitación de campo.

#### 3.2.1 Clasificación de los motores de CC.

Dentro de los motores de CC, tenemos la siguiente clasificación:

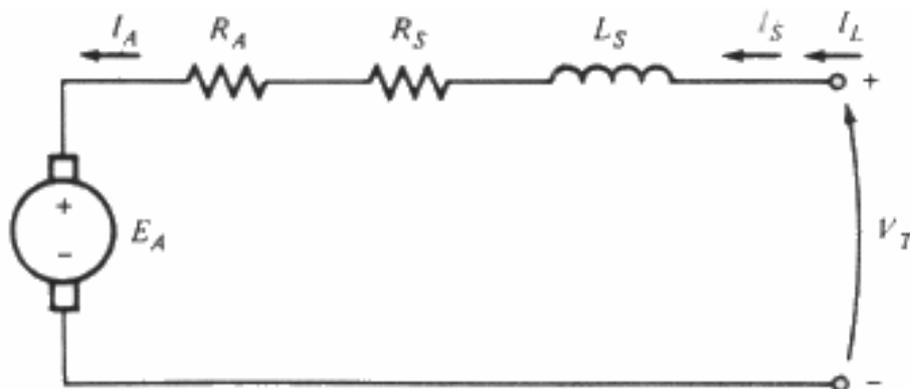
**Magnetos.**-son de imán permanente

**Dinamos.**-tienen electroimán

- ✓ Motor de CC serie.
- ✓ Motor de CC Shunt o derivación.
- ✓ Motor de CC compuesto o compound.

**a) Motor serie.-** Un motor serie es un tipo de motor eléctrico de corriente continua en el cual el devanado de campo (campo magnético principal) se conecta en serie con la armadura. Este devanado está hecho con un alambre grueso porque tendrá que soportar la corriente total de la armadura.

Debido a esto se produce un flujo magnético proporcional a la corriente de armadura (carga del motor). Cuando el motor tiene mucha carga, el campo serie produce un campo magnético mucho mayor, lo cual permite un esfuerzo de torsión mucho mayor. Sin embargo, la velocidad de giro varía dependiendo del tipo de carga que se tenga (sin carga o con carga completa). Estos motores desarrollan un par de arranque muy elevado y pueden acelerar cargas pesadas rápidamente.



**Figura 3.1 Diagrama de un motor serie.**

**b) Motor shunt o derivación.-** El motor shunt o motor de excitación paralelo es un motor de corriente continua cuyo bobinado inductor principal está conectado en derivación con el circuito formado por los bobinados inducido e inductor auxiliar.

Al igual que en las dínamos shunt, las bobinas principales están constituidas por muchas espiras y con hilo de poca sección, por lo que la resistencia del bobinado inductor principal es muy grande.

Es el tipo de motor de corriente continua cuya velocidad no disminuye más que ligeramente cuando el par aumenta. Los motores de corriente continua en derivación son adecuados para aplicaciones en donde se necesita velocidad constante a cualquier ajuste del control o en los casos en que es necesario un rango apreciable de velocidades (por medio del control del campo).

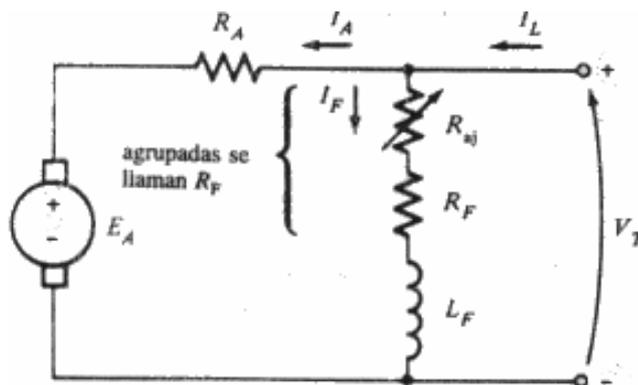


Figura 3.2 Diagrama de un motor shunt.

**c) Motor compound.-** Un motor compound (o motor de excitación compuesta) es un motor de corriente continua cuya excitación es originada por dos bobinados inductores independientes; uno dispuesto en serie con el bobinado inducido y otro

conectado en derivación con el circuito formado por los bobinados inducido, inductor serie e inductor auxiliar.

Los motores compuestos tienen un campo serie sobre el tope del bobinado del campo shunt. Este campo serie, el cual consiste de pocas vueltas de un alambre grueso, es conectado en serie con la armadura y lleva la corriente de armadura.

El flujo del campo serie varía directamente a medida que la corriente de armadura varía, y es directamente proporcional a la carga. El campo serie se conecta de manera tal que su flujo se añade al flujo del campo principal shunt. Los motores compound se conectan normalmente de esta manera y se denominan como compound acumulativo.

Esto provee una característica de velocidad que no es tan dura o plana como la del motor shunt, ni tan suave como la de un motor serie. Un motor compound tiene un limitado rango de debilitamiento de campo; la debilitación del campo puede resultar en exceder la máxima velocidad segura del motor sin carga. Los motores de corriente continua compound son algunas veces utilizados donde se requiera una respuesta estable de par constante para un rango de velocidades amplio.

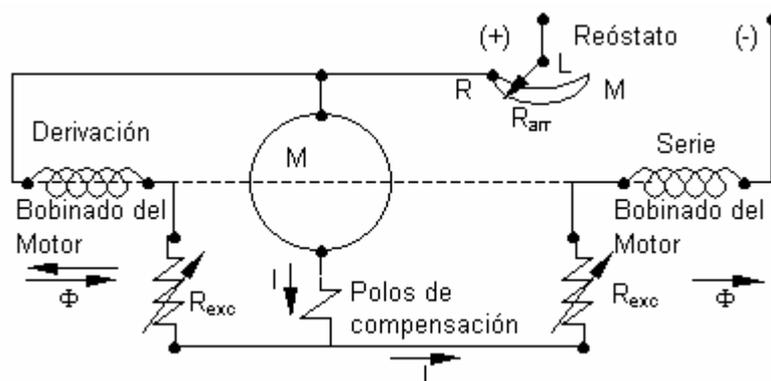


Figura 3.3 Diagrama de un motor compound.

### **3.3. EL MOTOR DE CORRIENTE ALTERNA (CA).**

En algunos casos, tales como barcos, donde la fuente principal de energía es de corriente continua, o donde se desea un gran margen, pueden emplearse motores de CC. Sin embargo, La mayoría de los motores modernos trabajan con fuentes de corriente alterna. Existe una gran variedad de motores de CA, entre ellos tres tipos básicos: el universal, el síncrono y el asíncrono.

#### **3.3.1 Clasificación de los motores de CA.**

Los motores de CA, se clasifican en:

- ✓ Motor de CA asíncronos.
- ✓ Motor de CA sincrónico.
- ✓ Motor Universal.

##### **a) Motores asíncronos.**

Para explicar el funcionamiento de un motor asíncrono trifásico, nos vamos a servir del siguiente ejemplo. Supongamos que tenemos un imán moviéndose a lo largo de una escalerilla conductora tal y como se indica en la figura 3.4. Este imán en su desplazamiento a velocidad provoca una variación de flujo sobre los recintos cerrados que forman los peldaños de la escalera. Esta variación genera una fem, definida por la ley de Faraday, que a su vez hace que por dichos recintos circule una corriente. Esta corriente eléctrica provoca la aparición de una fuerza sobre la escalera definida por  $F=ILB$  que hace que la escalera se desplace en el mismo sentido que lo hace el imán.

En la ecuación: **F=ILB**

(3.3)

Donde:

**F**: fuerza electromagnética.

**I**: corriente aplicada

**L**: longitud del conductor.

**B**: densidad de campo magnético.

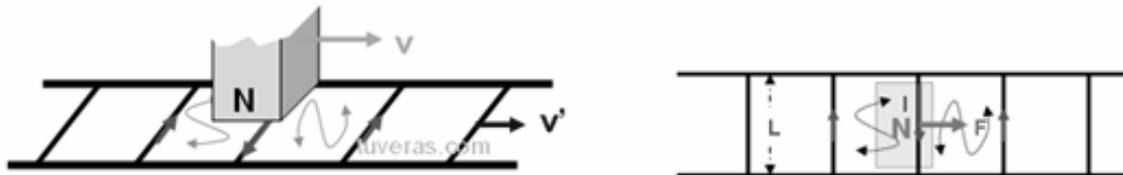


Figura 3.4 Explicación del funcionamiento del motor asíncrono.

La escalera nunca podrá desplazarse a la velocidad del imán, pues en el supuesto caso de que se desplazase a la misma velocidad que el imán, la variación de flujo sobre los recintos cerrados sería nula, y por lo tanto la fem inducida también y por tanto la fuerza resultante también sería nula.

En un motor asíncrono, la escalera es el desarrollo lineal del rotor y el campo magnético que se desplaza es originado por un sistema trifásico de corriente que circulan por el estator (teorema de Ferraris).

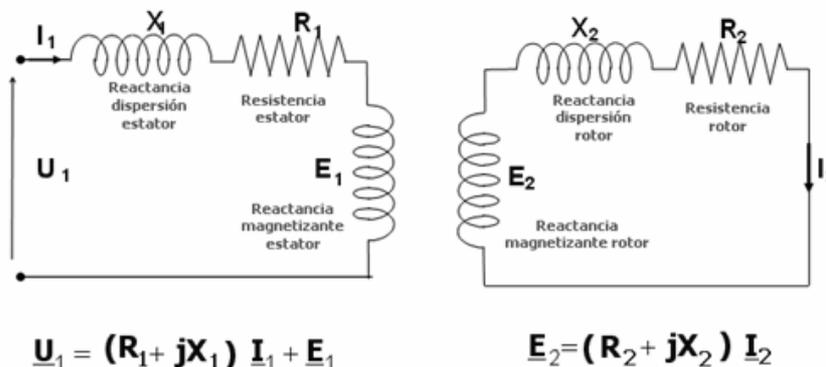


Figura 3.5 Diagrama de un motor asíncrono.

Donde:

**U:** voltaje aplicado.

**E2:** voltaje inducido en el secundario.

**R1:** resistencia del estator.

**R2:** resistencia del rotor.

**X1:** reactancia dispersión estator.

**X2:** reactancia dispersión rotor.

**I1:** corriente nominal en el primario.

**I2:** corriente nominal en el secundario.

**E1:** voltaje inducido en el primario.

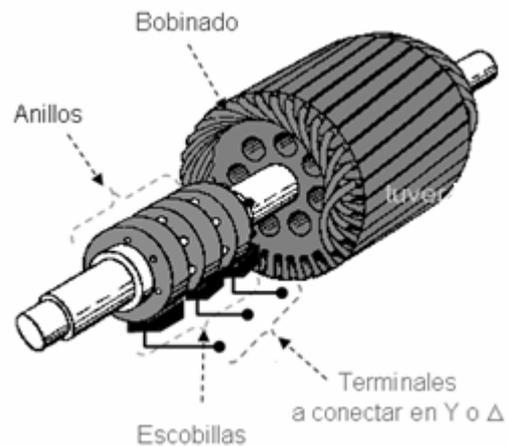
**Estator del motor asíncrono.-** tienen tres devanados en el estator. Estos devanados están desfasados  $2\pi / (3P)$ , siendo P el número de pares de polos de la máquina.



**Figura 3.6 Devanados del estator de un motor asíncrono.**

### **Clasificación de los motores asíncronos por su rotor:**

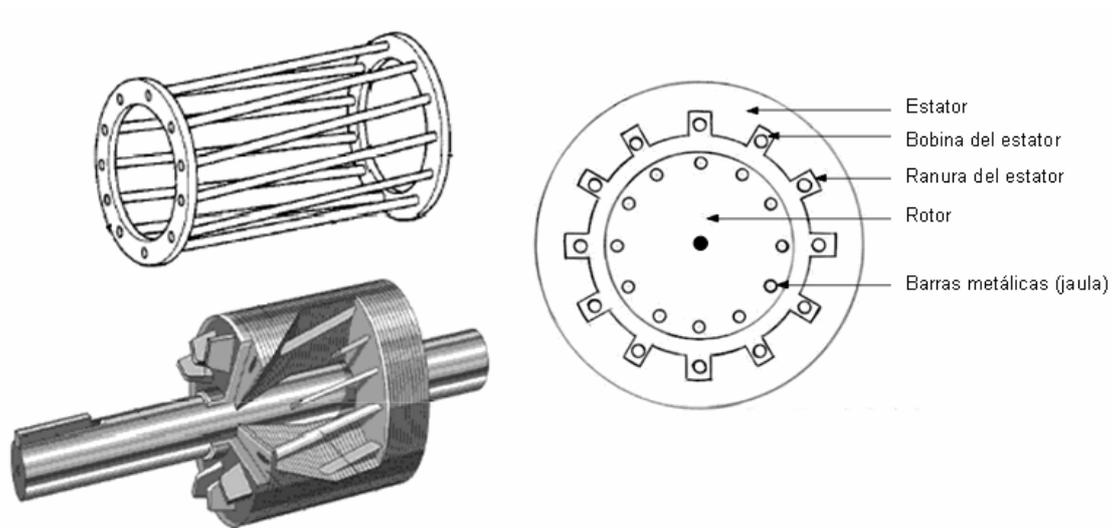
**Motor de rotor bobinado.-** los devanados del rotor son similares a los del estator con el que está asociado. El número de fases del rotor no tiene porqué ser el mismo que el del estator, lo que sí tiene que ser igual es el número de polos. Los devanados del rotor están conectados a anillos colectores montados sobre el mismo eje.



**Figura 3.7 Devanados del rotor de un motor asíncrono.**

**Motor de rotor jaula de ardilla.-** un rotor de jaula de ardilla es la parte que rota usada comúnmente en un motor de inducción de corriente alterna. Un motor eléctrico con un rotor de jaula de ardilla también se llama motor de jaula de ardilla. En su forma instalada, es un cilindro montado en un eje. Internamente contiene barras conductoras longitudinales de aluminio o de cobre con surcos y conectados juntos en ambos extremos poniendo en cortocircuito los anillos que forman la jaula. El nombre se deriva de la semejanza entre esta jaula de anillos y barras y la rueda de un hámster (ruedas probablemente similares existen para las ardillas domésticas).

La base del rotor se construye de un apilado hierro de laminación. La figura 3.8 muestra solamente tres capas de apilado pero se pueden utilizar muchas más.



**Figura 3.8 Rotor de un motor jaula de ardilla.**

Los devanados inductores en el estator de un motor de inducción instan al campo magnético a rotar alrededor del rotor. El movimiento relativo entre este campo y la rotación del rotor induce corriente eléctrica, un flujo en las barras conductoras. Alternadamente estas corrientes que fluyen longitudinalmente en los conductores reaccionan con el campo magnético del motor produciendo una fuerza que actúa tangente al rotor, dando por resultado un esfuerzo de torsión para dar vuelta al eje. En efecto el rotor se lleva alrededor el campo magnético pero en un índice levemente más lento de la rotación. La diferencia en velocidad se llama deslizamiento y aumenta con la carga.

A menudo, los conductores se inclinan levemente a lo largo de la longitud del rotor para reducir ruido y para reducir las fluctuaciones del esfuerzo de torsión que pudieron resultar, a algunas velocidades, y debido a las interacciones con las barras del estator. El número de barras en la jaula de la ardilla se determina según las corrientes inducidas en las bobinas del estator y por lo tanto según la

corriente a través de ellas. Las construcciones que ofrecen menos problemas de regeneración emplean números primos de barras.

El mismo diseño básico se utiliza para los motores monofásicos y trifásicos sobre una amplia gama de tamaños. Los rotores para trifásica tienen variaciones en la profundidad y la forma de barras para satisfacer los requerimientos del diseño.

**b) Motor síncrono.-** para generar el campo magnético del rotor, se suministra una CC al devanado del campo; esto se realiza frecuentemente por medio de una excitatriz, la cual consta de un pequeño generador de CC impulsado por el motor, conectado mecánicamente a él. Para obtener un par constante en un motor eléctrico, es necesario mantener los campos magnéticos del rotor y del estator constantes el uno con relación al otro. Esto significa que el campo que rota electromagnéticamente en el estator y el campo que rota mecánicamente en el rotor se deben alinear todo el tiempo.

La única condición para que esto ocurra consiste en que ambos campos roten a la velocidad sincrónica:

- ✓ Es decir, son motores de velocidad constante.
- ✓ Para una máquina sincrónica de polos no salientes (rotor cilíndrico), el par se puede escribir en términos de la corriente alterna del estator,  $i_s(t)$ , y de la corriente continua del rotor,  $i_f$ .

El rotor de un alternador de dos polos debe hacer una vuelta completa para producir un ciclo de CA. Debe girar 60 veces por segundo (de acuerdo a la frecuencia de 60 Hz), o 3.600 revoluciones por minuto (rpm), para producir una CA de 60 Hz. Si se puede girar a 3.600 rpm tal alternador por medio de algún

aparato mecánico, como por ejemplo, un motor de CC, y luego se excita el inducido con una CA de 60 Hz, continuará girando como un motor síncrono.

Mientras la carga no sea demasiado pesada, un motor síncrono gira a su velocidad de sincronismo y solo a esta velocidad. Si la carga llega a ser demasiado grande, el motor va disminuyendo su velocidad, pierde su sincronismo y se para. Los motores síncronos de este tipo requieren una excitación de CC para el campo (o rotor), así como una excitación de CA para el rotor (o campo).

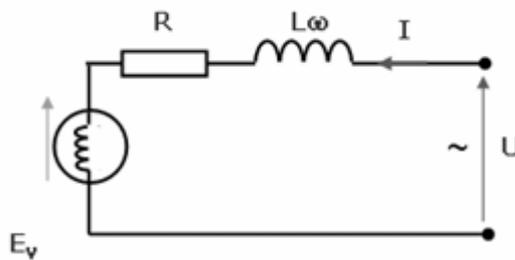


Figura 3.9 Diagrama del estator de un motor síncrono.

**c) Motor Universal.-** los motores universales trabajan con voltajes de corriente continua o corriente alterna. Tal motor, llamado universal, se utiliza en sierra eléctrica, taladro, utensilios de cocina, ventiladores, sopladores, batidoras y otras aplicaciones donde se requiere gran velocidad con cargas débiles o pequeña velocidad. Estos motores para corriente alterna y directa, incluyendo los universales se distinguen por su conmutador devanado y las escobillas. Los componentes de este motor son: Los campos (estator), la masa (rotor), las escobillas (los excitadores) y las tapas (las cubiertas laterales del motor). El circuito eléctrico es muy simple, tiene solamente una vía para el paso de la corriente, porque el circuito está conectado en serie. Su potencial es mayor por tener mayor flexibilidad en vencer la inercia cuando está en reposo, o sea, tiene un torque excelente, pero tiene una dificultad, y es que no está construido para uso continuo o permanente.

Otra dificultad de los motores universales, en lo que a radio se refiere, son las chispas del colector (chisporroteos) y las interferencias de radio que ello lleva consigo o ruido. Esto se puede reducir por medio de los condensadores de paso, de  $0,001 \mu\text{F}$  a  $0,01 \mu\text{F}$ , conectados de las escobillas a la carcasa del motor y conectando ésta a masa. Estos motores tienen la ventaja que alcanzan grandes velocidades pero con poca fuerza.

### **3.4 DISPOSITIVOS INDUSTRIALES.**

Entre algunos de los dispositivos industriales, los más importantes tenemos:

#### **3.4.1 Válvulas de control.**

La función de la válvula es la de variar el caudal del fluido de control que modifica a su vez el valor de la variable medida comportándose como un orificio de área continuamente variable. Dentro del bucle de control tiene tanta importancia como el elemento primario, el transmisor y el controlador. En la figura 3.10 puede verse una válvula de control típica.

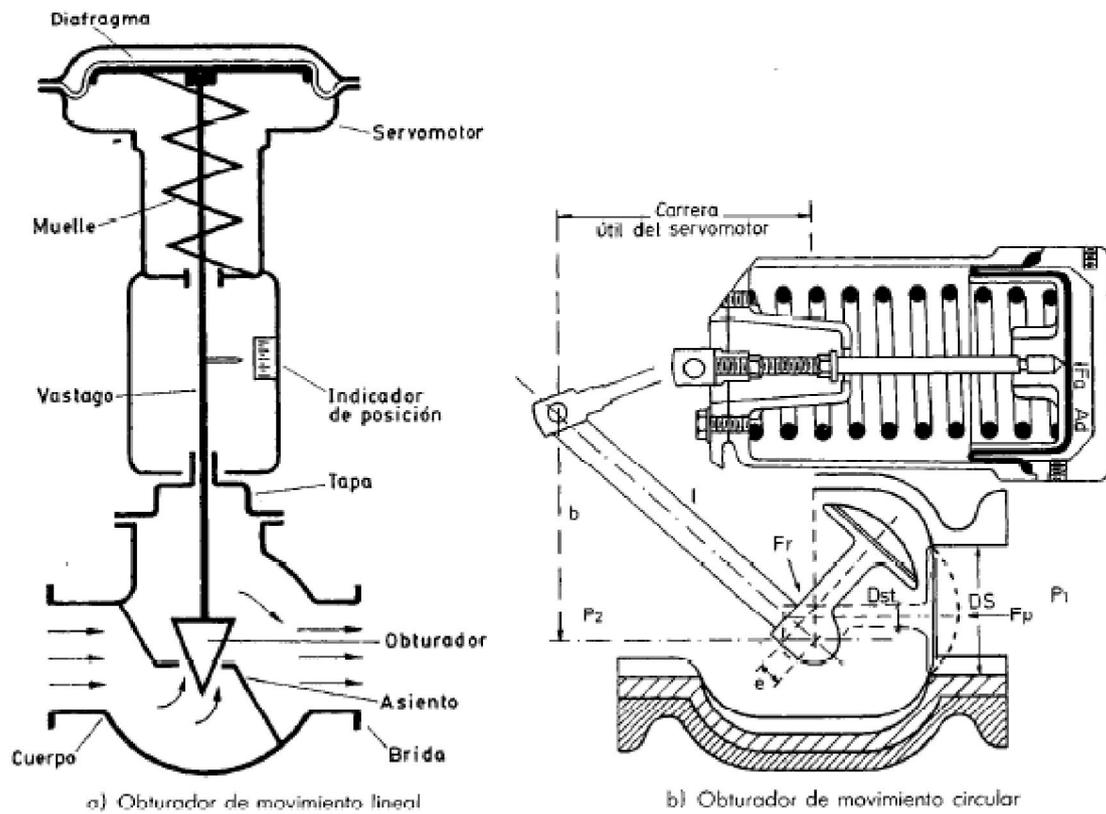


Figura 3.10 válvula típica de control.

### 3.4.2 Servomotores.

Los servomotores pueden ser neumáticos, eléctricos, hidráulicos y digitales, si bien se emplea generalmente los dos primeros por ser más simples, de actuación rápida y tener una gran capacidad de esfuerzo.

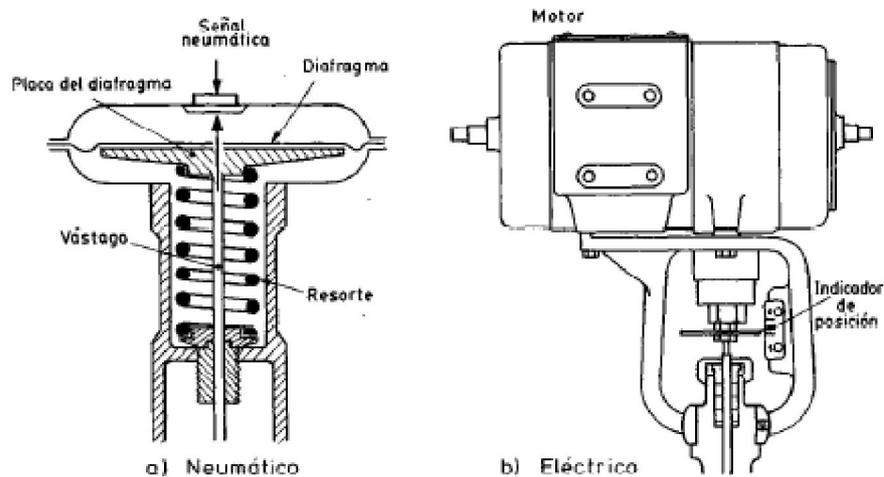


Figura 3.11 tipos de servomotores.

### 3.4.3 Elementos electrónicos.

En los procesos industriales altamente sofisticados, tales como hornos, tratamientos térmicos, máquinas de extrusión, máquinas de hilar fibra sintética, etc., la regulación precisa de la variable controlada (suele ser la temperatura) obliga a controlar la potencia entregada a las resistencias finales de calefacción.

Los primeros elementos que salieron al mercado y permitieron el control continuo de la potencia fueron el tiratrón y el ignitrón que eran respectivamente un tubo de vacío lleno de gas y tubo de mercurio; sus dimensiones eran demasiado grandes y su costo excesivo para las potencias que se necesitan. Apareció después el amplificador magnético o bobina saturable de bajo costo relativo, que ha sido realmente un equipo robusto que ha aportado la primera solución práctica de aplicación industrial. El rectificador controlado de silicio apareció hace pocos años, ha representado una revolución en el control de potencia por sus dimensiones reducidas y por trabajar con una alta densidad de corriente.

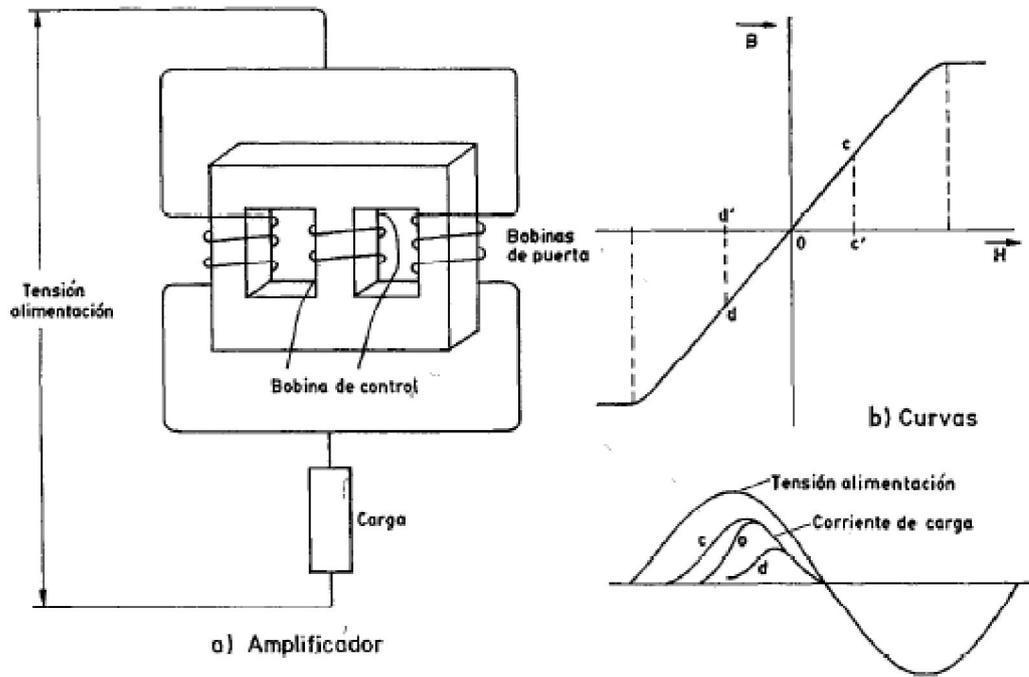


Figura 3.12 amplificador magnético.

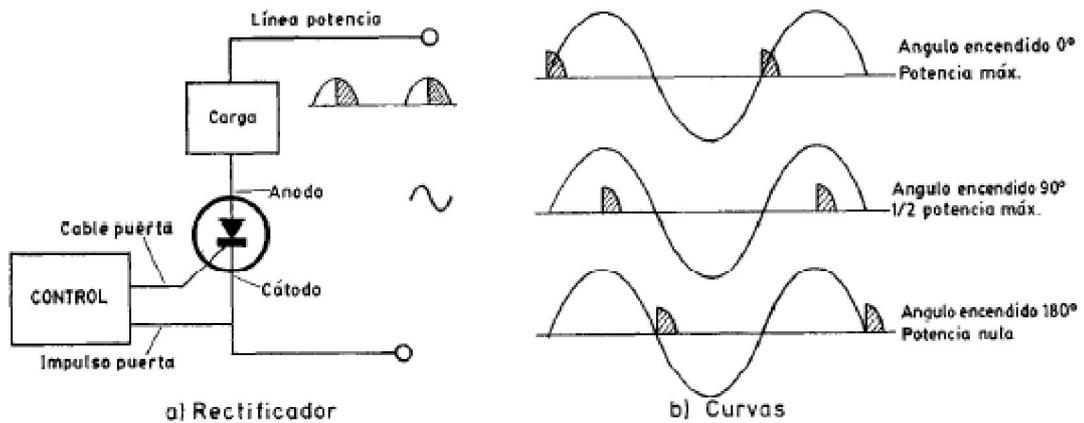


Figura 3.13 rectificador controlado de silicio (SCR).

### 3.4.4 Válvulas inteligentes.

Apareció gracias al desarrollo de los microprocesadores, contiene un controlador digital, y sensores de medición de temperatura, caudal y presión montados en la

propia válvula. El controlador digital controla la presión manométrica antes o después del orificio de la válvula, y la temperatura o el caudal, y envía la señal de salida al módulo posicionador electroneumático acoplado al actuador.

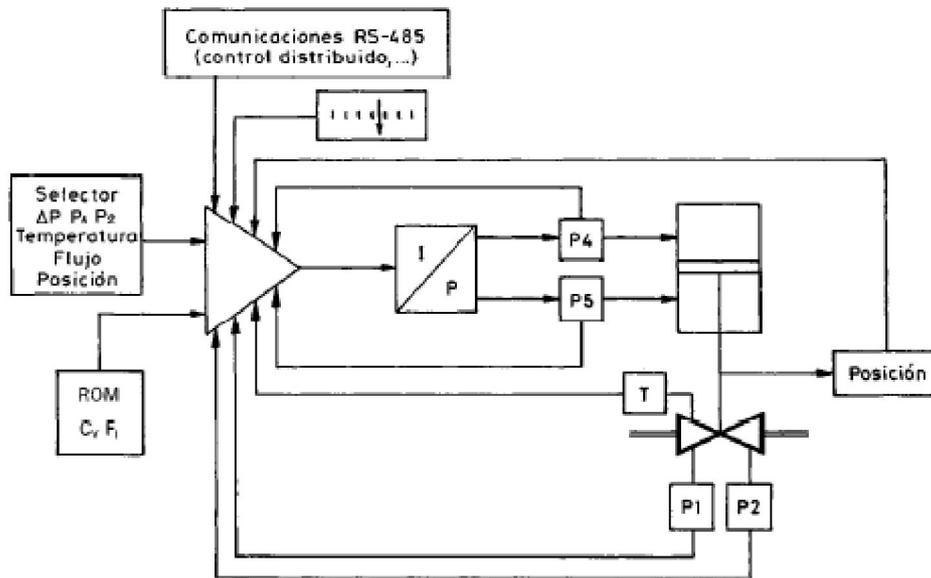


Figura 3.14 Válvula inteligente.

### 3.5 SENSORES FINALES DE CARRERA.

Estos interruptores denominados interruptores de posición, se registra la posición de piezas móviles de máquinas, puertas, objetos diversos, etc., y se la transforma en una señal eléctrica que luego puede procesarse en controles de diversa naturaleza.

Los interruptores fines de carrera se subdividen en las siguientes categorías:

Categoría 1, sin actuador separado.

Categoría 2, con actuador separado.

**CATEGORÍA 1.-** son suministrados en cajas aislantes, se diferencian por sus datos técnicos, sus dimensiones y probabilidad de aplicación, que deben estar de acuerdo a las especificaciones de las normas DIN.

**CATEGORÍA 2.-** se subdividen en las siguientes clases:

Interruptores fines de carrera con actuador separado sin retención.

Interruptores fines de carrera con actuador separado con retención.



**Figura 3.15 Interruptores finales de carrera.**

Los interruptores de fines de carrera se instalan para determinar la posición de partes móviles de máquinas y sistemas, y el punto final de su desplazamiento, los fines de carrera de seguridad se usan para la protección de personas y máquinas en línea de producción y mecanizados o elaboración.

Cada vez se los usa en conjunto con los controladores de lógica programada o PLC`s. La separación galvánica de los elementos de conexión permite trabajar con tensiones de diferentes potenciales, normalmente vienen equipados por contactos NA y NC de acción instantánea, contactos de acción normal y contactos de acción normal con cruce.

Un ejemplo de un interruptor de final de carrera.

Tabla 3.1 Ejemplo de especificaciones de un interruptor de fin de carrera.

**Especificaciones**

<b>Calificación de la carcasa</b>	NEMA 1, 4, 6P, 13 y IP67 (IEC 529)
<b>Homologaciones</b>	Listado UL, Certificado CSA y marca CE
<b>Temperatura ambiente</b>	0 °C a +80 °C (+32 °F a +180 °F) temperatura mínima basada en la ausencia de agua o humedad de congelación.

**Capacidades de los contactos de CA<sup>Ⓢ</sup> (máximo por polo, 50 ó 60 Hz, 2 circuitos, la misma polaridad)**

Designación NEMA	Tensión máx.	A		Intensidad térmica	VA	
		Conexión	Ruptura		Conexión	Ruptura
A600	120	60	6.00	10	7200	720
	240	30	3.00	10	7200	720
	480	15	1.50	10	7200	720
	600	12	1.20	10	7200	720

**Capacidades de los contactos de CA<sup>Ⓢ</sup> (máximo por polo, 50 ó 60 Hz, 4 circuitos, la misma polaridad)**

Designación NEMA	Tensión máx.	A		Intensidad térmica	VA	
		Conexión	Ruptura		Conexión	Ruptura
B300	120	30	3.00	5	3600	360
	240	15	1.50	5	3600	360

**Capacidades de los contactos de CC<sup>Ⓢ</sup> (máximo por polo, 50 ó 60 Hz, 2 circuitos, la misma polaridad)**

Designación NEMA	Tensión máx.	A	Intensidad térmica	VA
P150	125	1.1	5	138

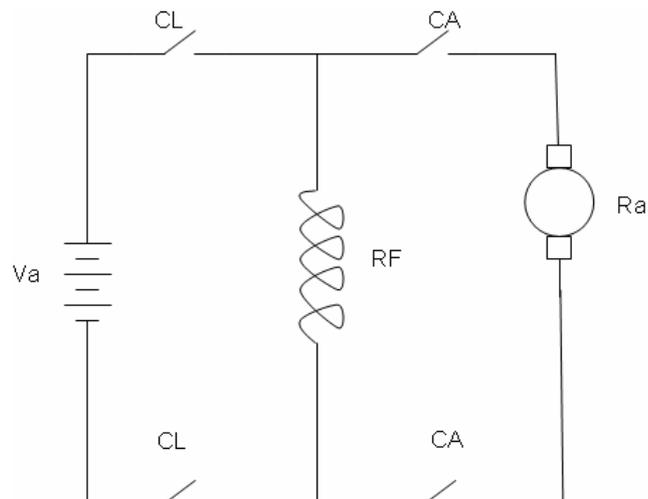
Ⓢ Todas las unidades tienen contactos de plata pura, de doble apertura.

## CAPITULO IV.

### ARRANQUE DE MOTORES ELÉCTRICOS DE CORRIENTE CONTINUA.

#### 4.1 ARRANQUE DIRECTO DE UN MOTOR DERIVACIÓN O SHUNT.

##### a) Circuito de fuerza.



##### b) Asignación de entradas.

P1 → activación del sistema → I0.0

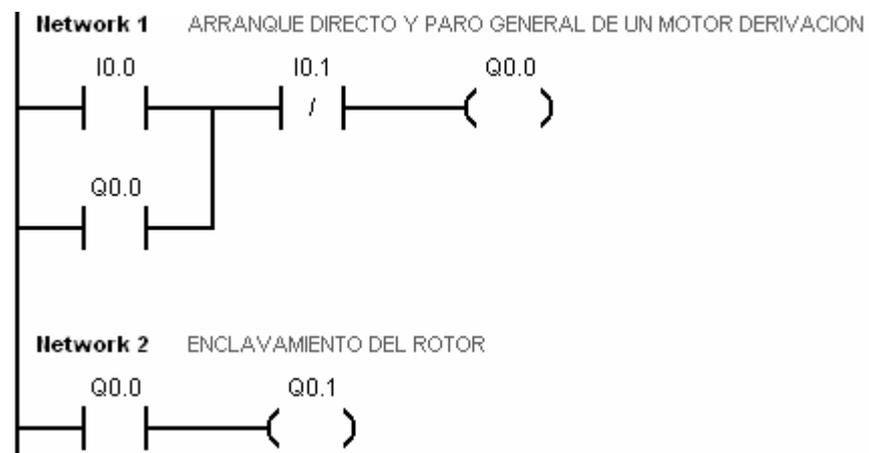
P0 → apagado del sistema → I0.1

### c) Asignación de salidas

CL → Q0.0

CA → Q0.1

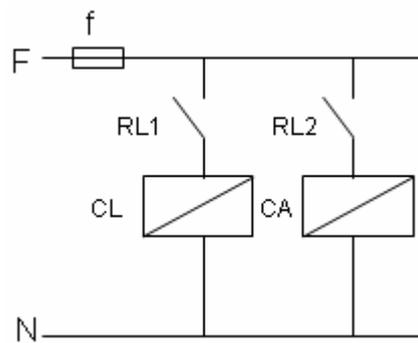
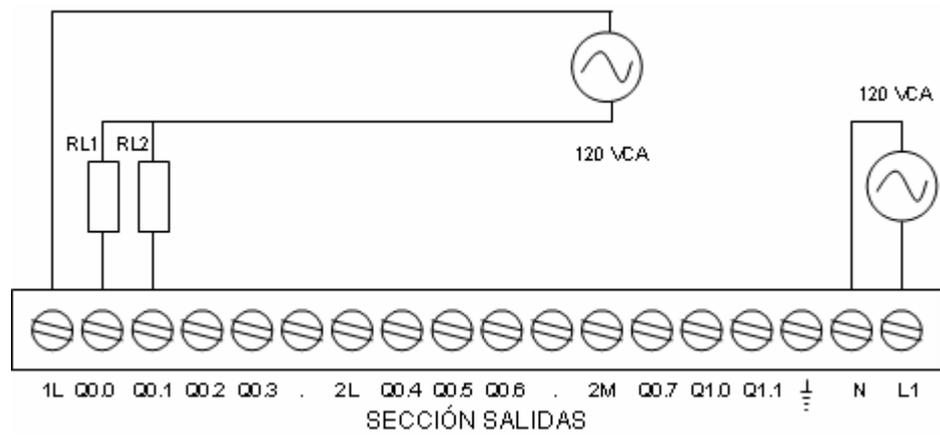
### d) Diagrama Ladder.



### e) Conexión de entradas.

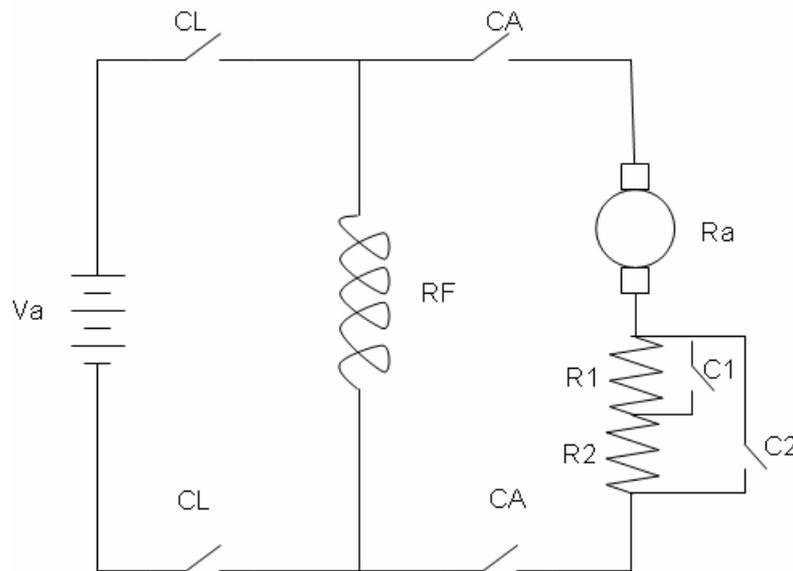


**f) Conexión de salidas.**



## 4.2 ARRANQUE EN DOS PASOS DE RESISTENCIA DE UN MOTOR DERIVACIÓN O SHUNT.

### a) Circuito de fuerza.



### b) Asignación de entradas.

P1 → activación del sistema → I0.0

P0 → apagado del sistema → I0.1

### c) Asignación de salidas

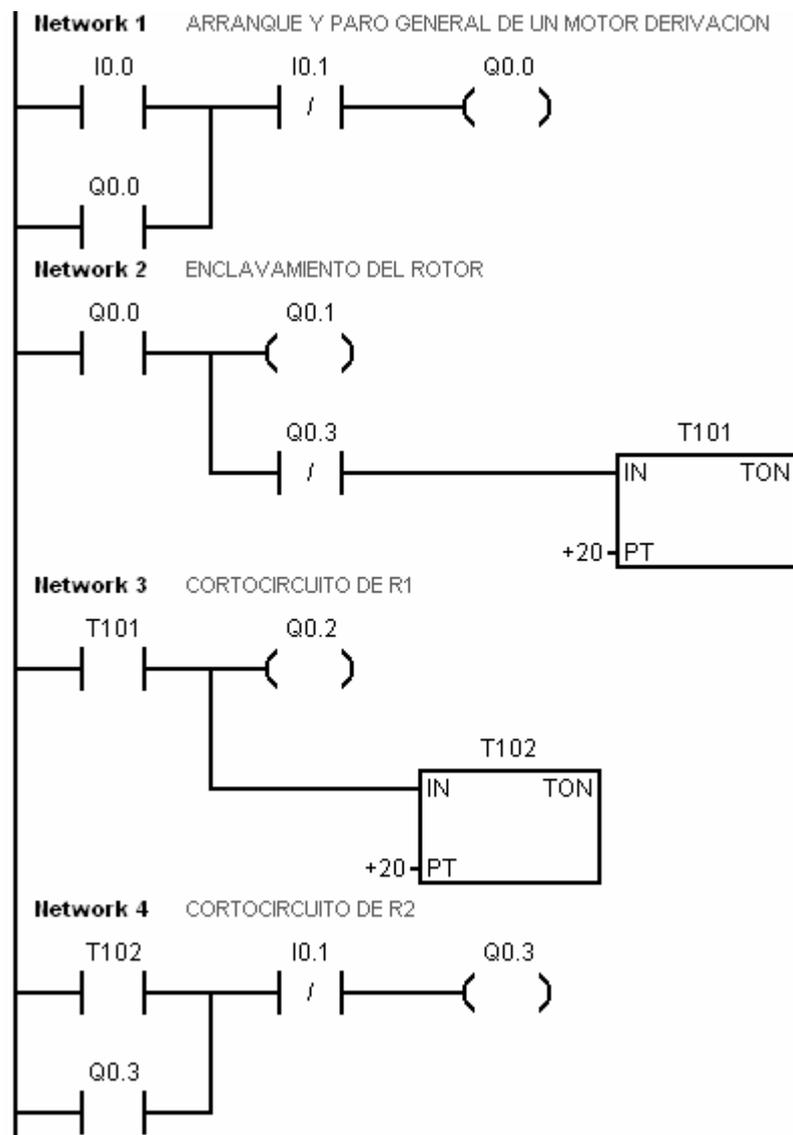
CL → Q0.0

CA → Q0.1

C1 → Q0.2

C2 → Q0.3

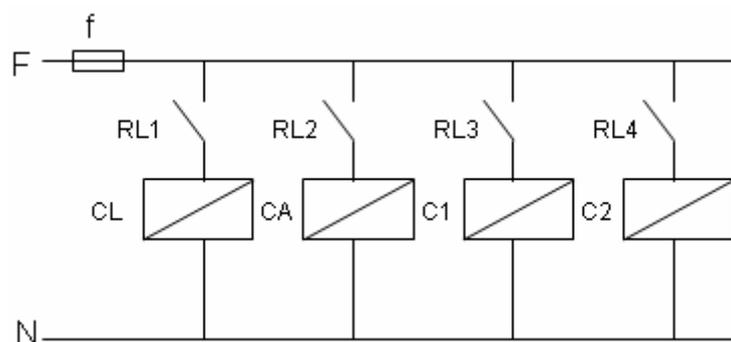
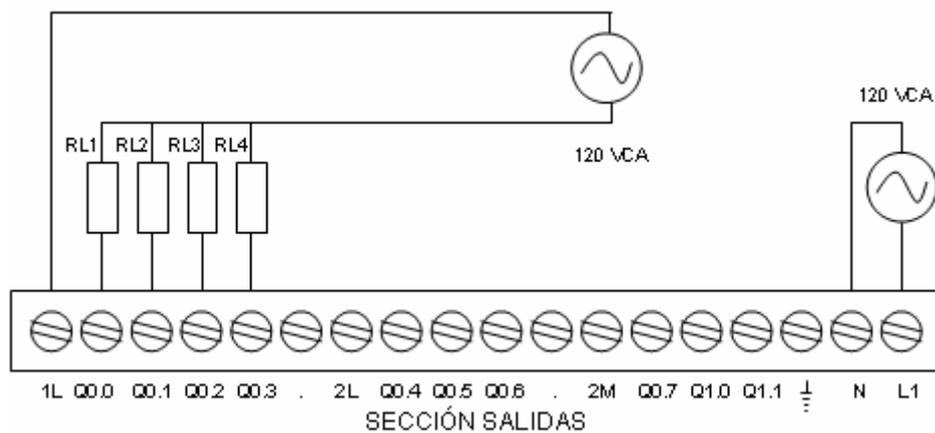
d) Diagrama Ladder.



**e) Conexión de entradas.**

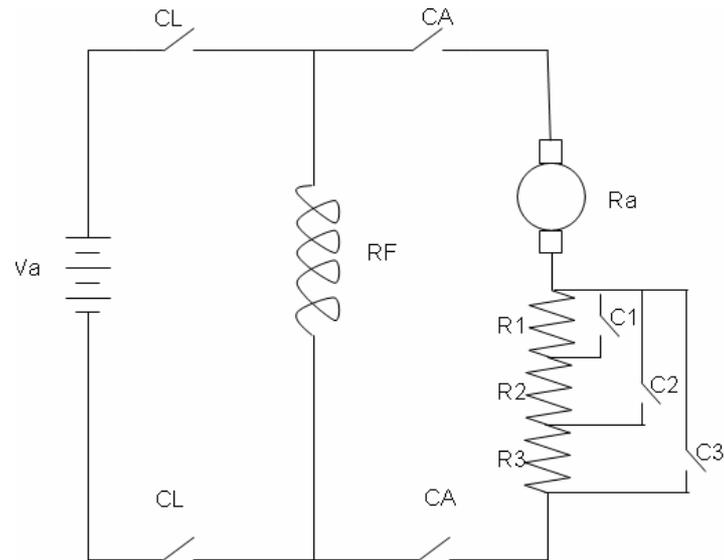


**f) Conexión de salidas.**



### 4.3 ARRANQUE EN TRES PASOS DE RESISTENCIA DE UN MOTOR DERIVACIÓN O SHUNT.

#### a) Circuito de fuerza.



#### b) Asignación de entradas.

P1 → activación del sistema → I0.0

P0 → apagado del sistema → I0.1

#### c) Asignación de salidas

CL → Q0.0

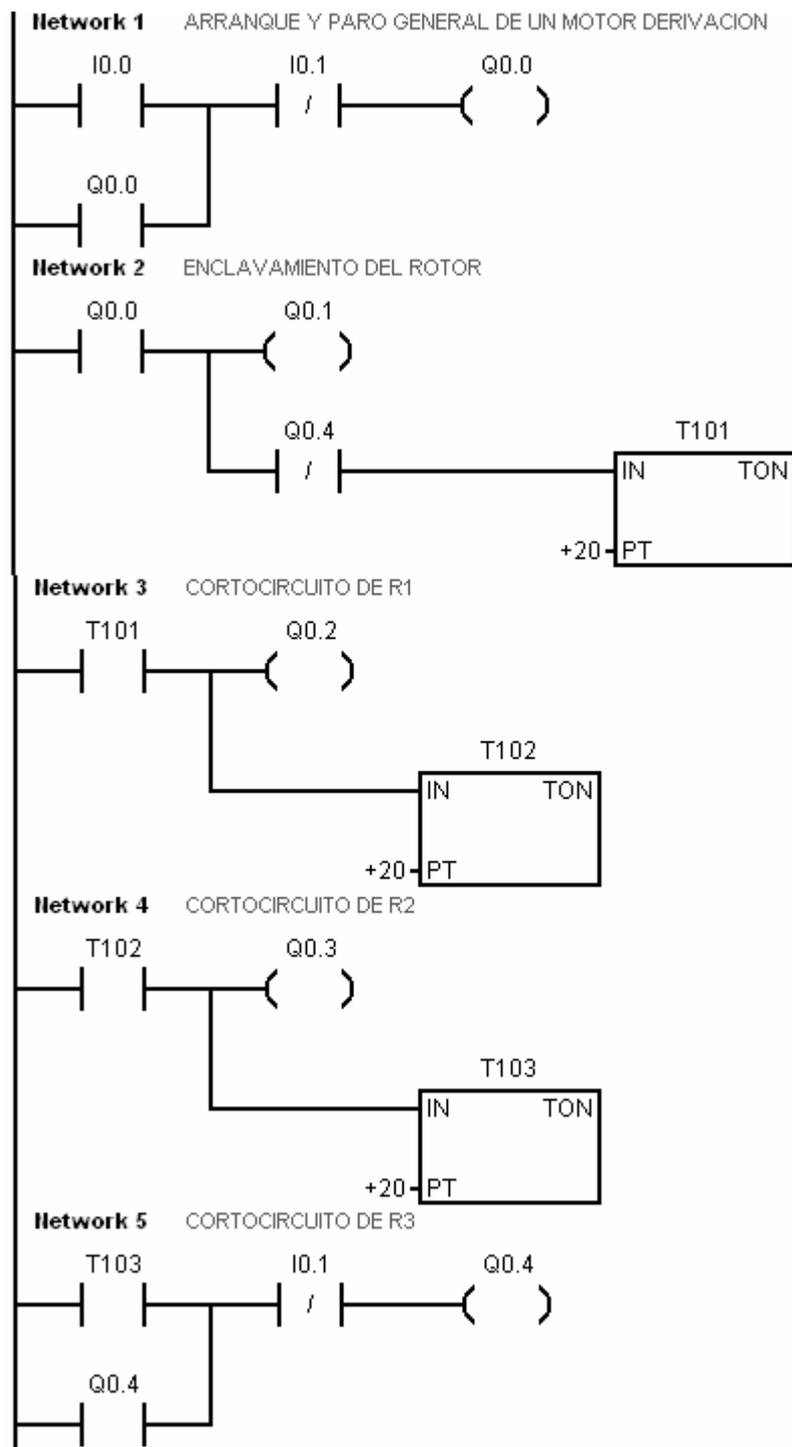
CA → Q0.1

C1 → Q0.2

C2 → Q0.3

C3 → Q0.4

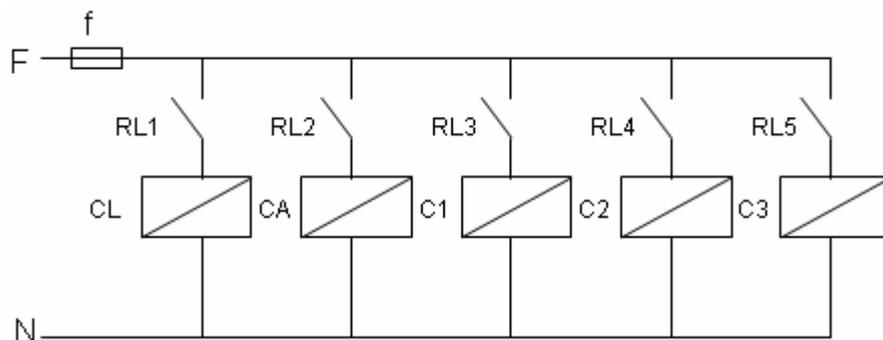
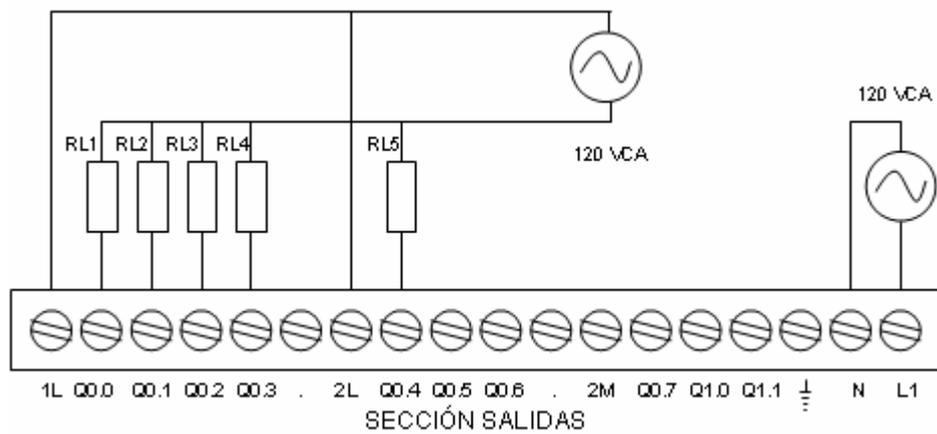
d) Diagrama Ladder.



**e) Conexión de entradas.**

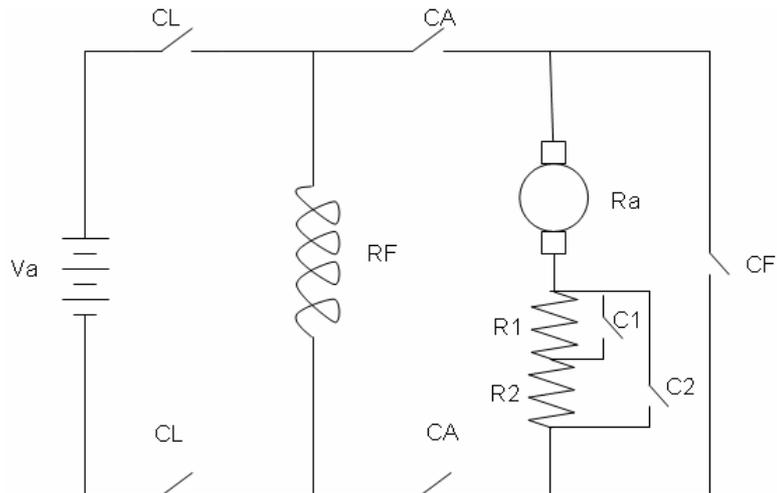


**f) Conexión de salidas.**



#### 4.4 ARRANQUE EN DOS PASOS DE RESISTENCIA Y FRENADO DINÁMICO DE UN MOTOR DERIVACIÓN O SHUNT.

##### a) Circuito de fuerza.



##### b) Asignación de entradas.

P1 → activación del sistema → I0.0

P0 → apagado del sistema → I0.1

Pf → frenado del sistema → I0.2

##### c) Asignación de salidas

CL → Q0.0

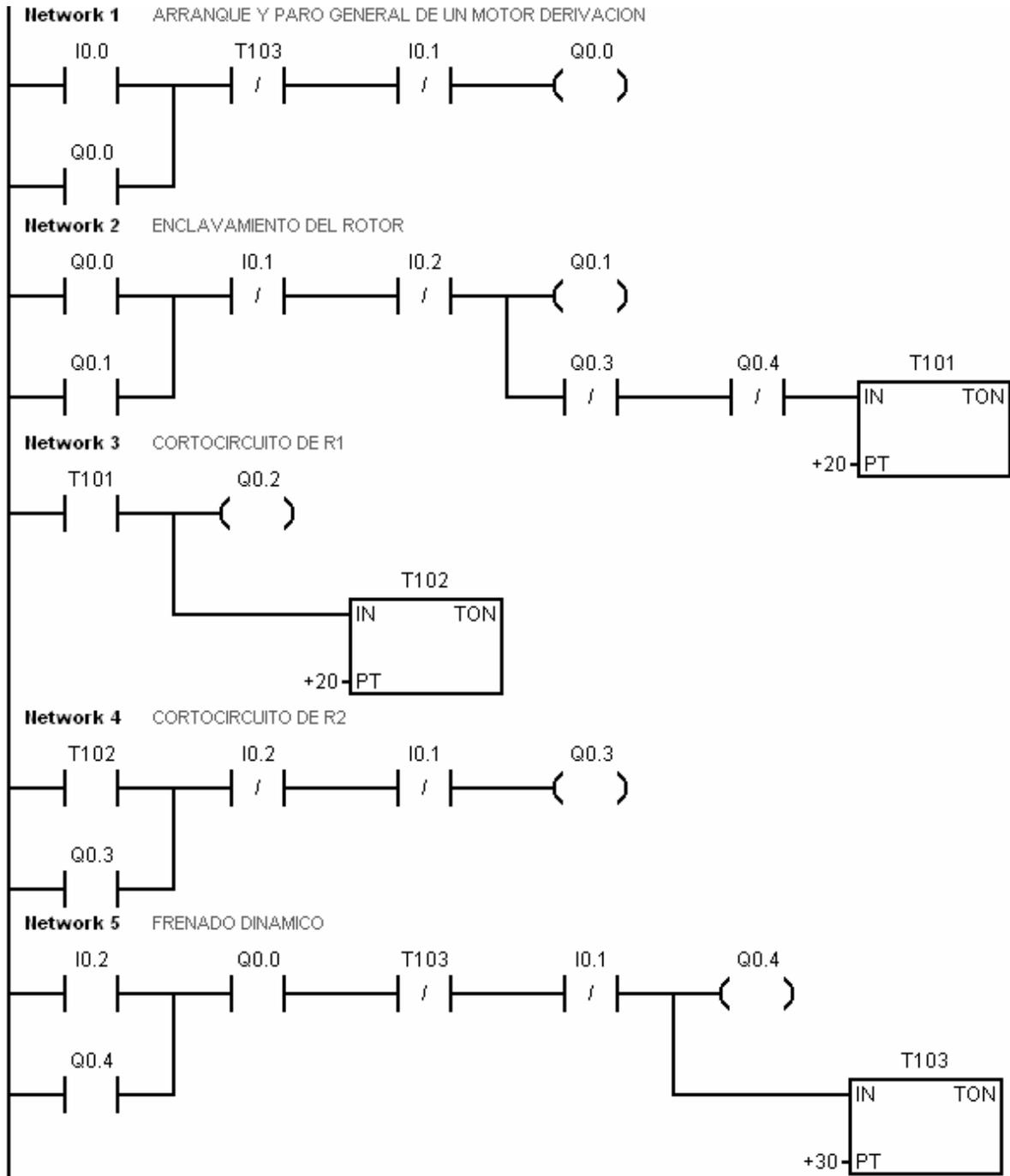
CA → Q0.1

C1 → Q0.2

C2 → Q0.3

CF → Q0.4

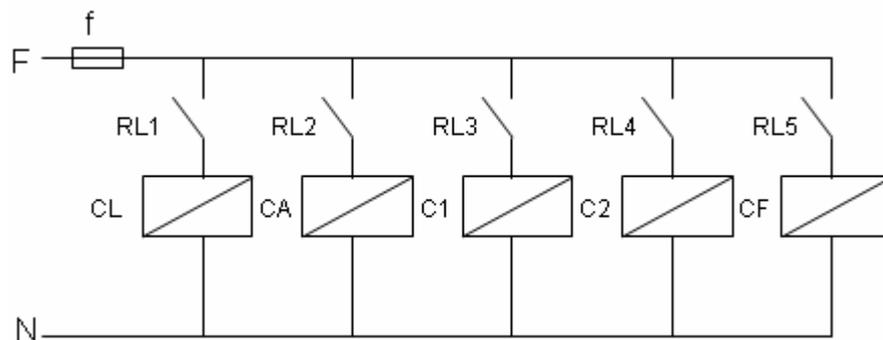
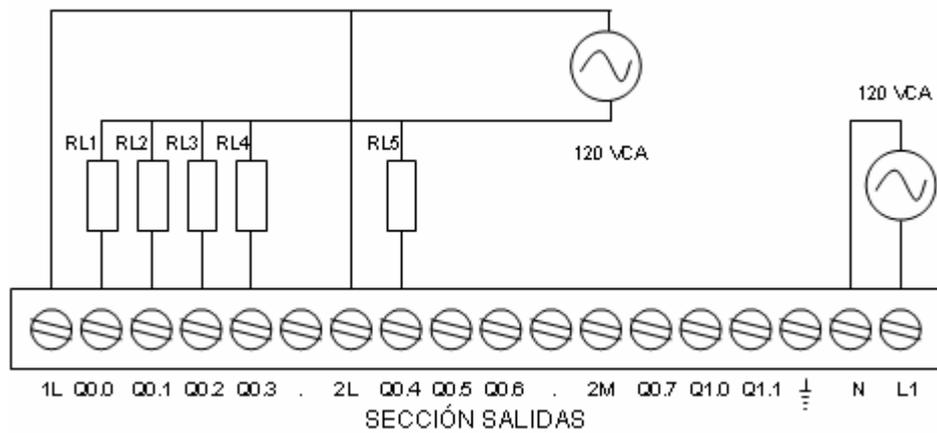
**d) Diagrama Ladder.**



**e) Conexión de entradas.**

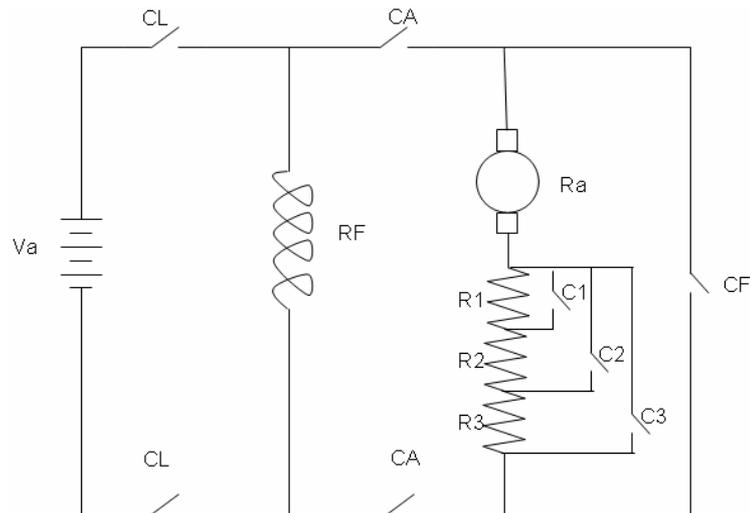


**f) Conexión de salidas.**



## 4.5 ARRANQUE EN TRES PASOS DE RESISTENCIA Y FRENADO DINÁMICO DE UN MOTOR DERIVACIÓN O SHUNT.

### a) Circuito de fuerza.



### b) Asignación de entradas.

P1 → activación del sistema → I0.0

P0 → apagado del sistema → I0.1

Pf → frenado del sistema → I0.2

### c) Asignación de salidas

CL → Q0.0

CA → Q0.1

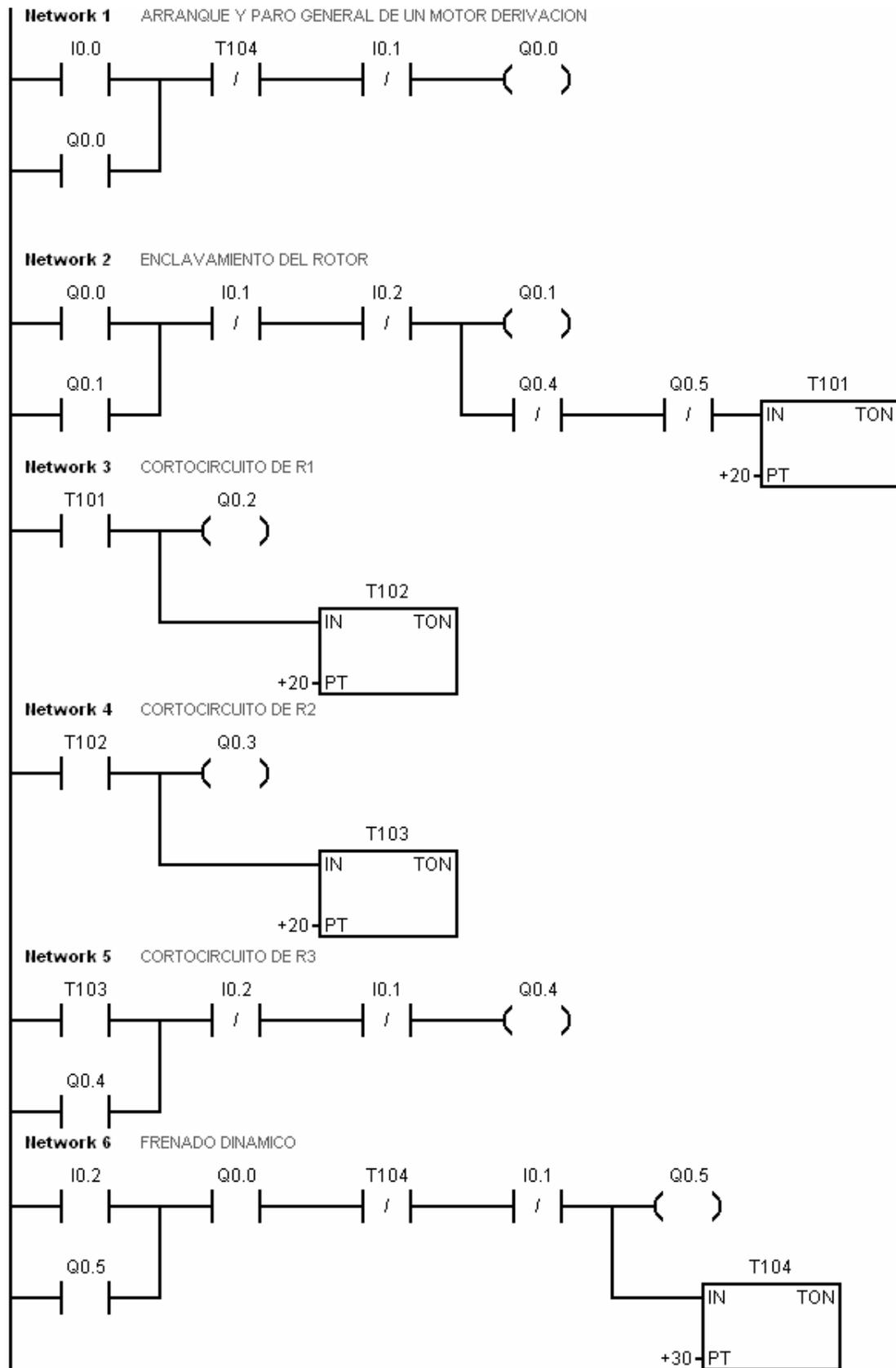
C1 → Q0.2

C2 → Q0.3

C3 → Q0.4

CF → Q0.5

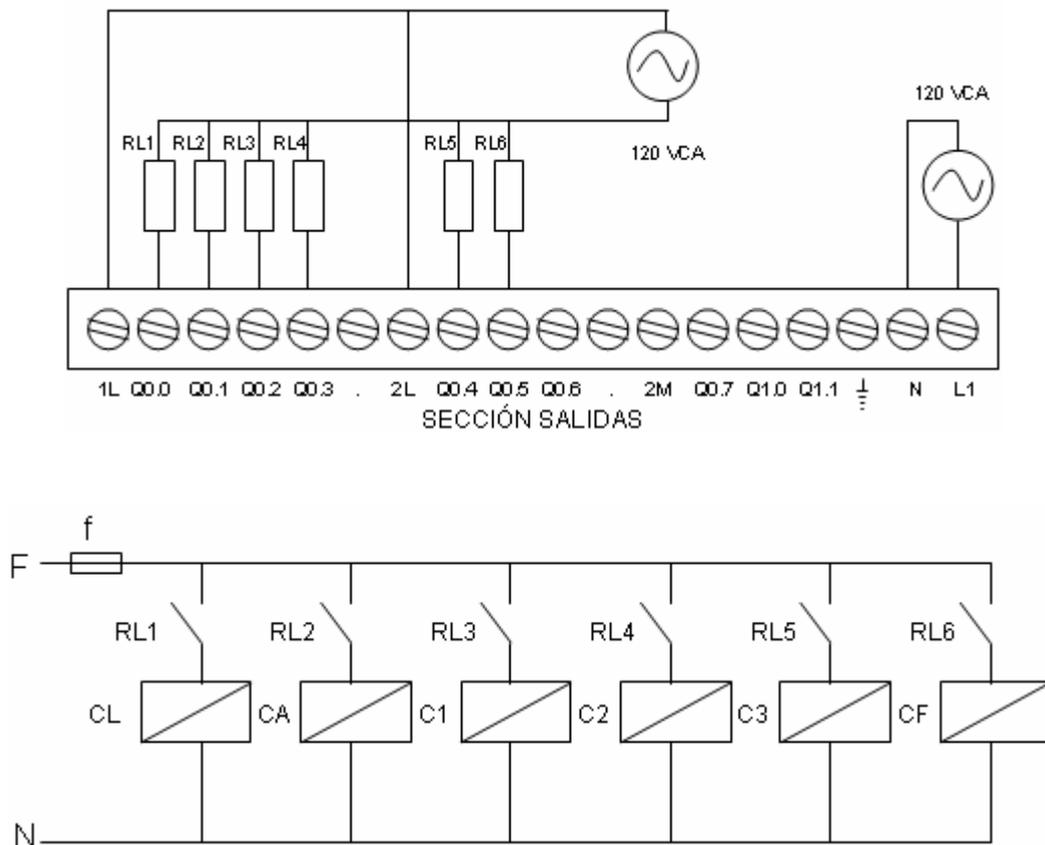
**d) Diagrama Ladder.**



**e) Conexión de entradas.**

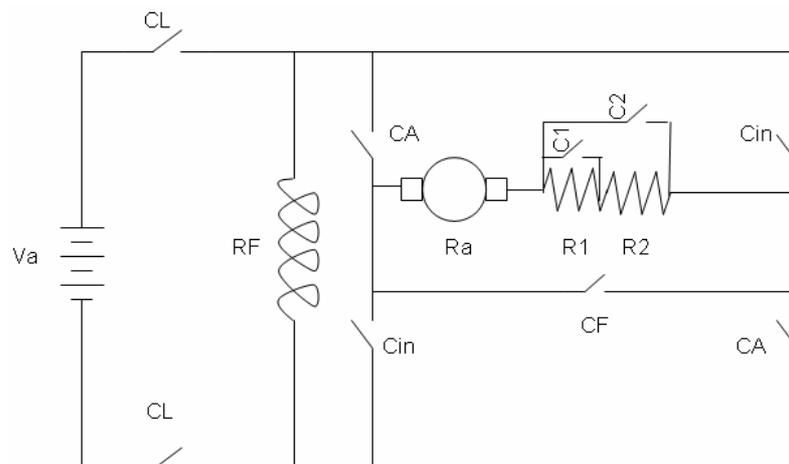


**f) Conexión de salidas.**



#### 4.6 ARRANQUE EN DOS PASOS DE RESISTENCIA, FRENADO DINÁMICO E INVERSIÓN DE GIRO DE UN MOTOR DERIVACIÓN O SHUNT.

##### a) Circuito de fuerza.



##### b) Asignación de entradas.

P1 → activación del sistema → I0.0

P0 → apagado del sistema → I0.1

Pf → frenado del sistema → I0.2

Pin → inversión de giro del sistema → I0.3

##### c) Asignación de salidas

CL → Q0.0

CA → Q0.1

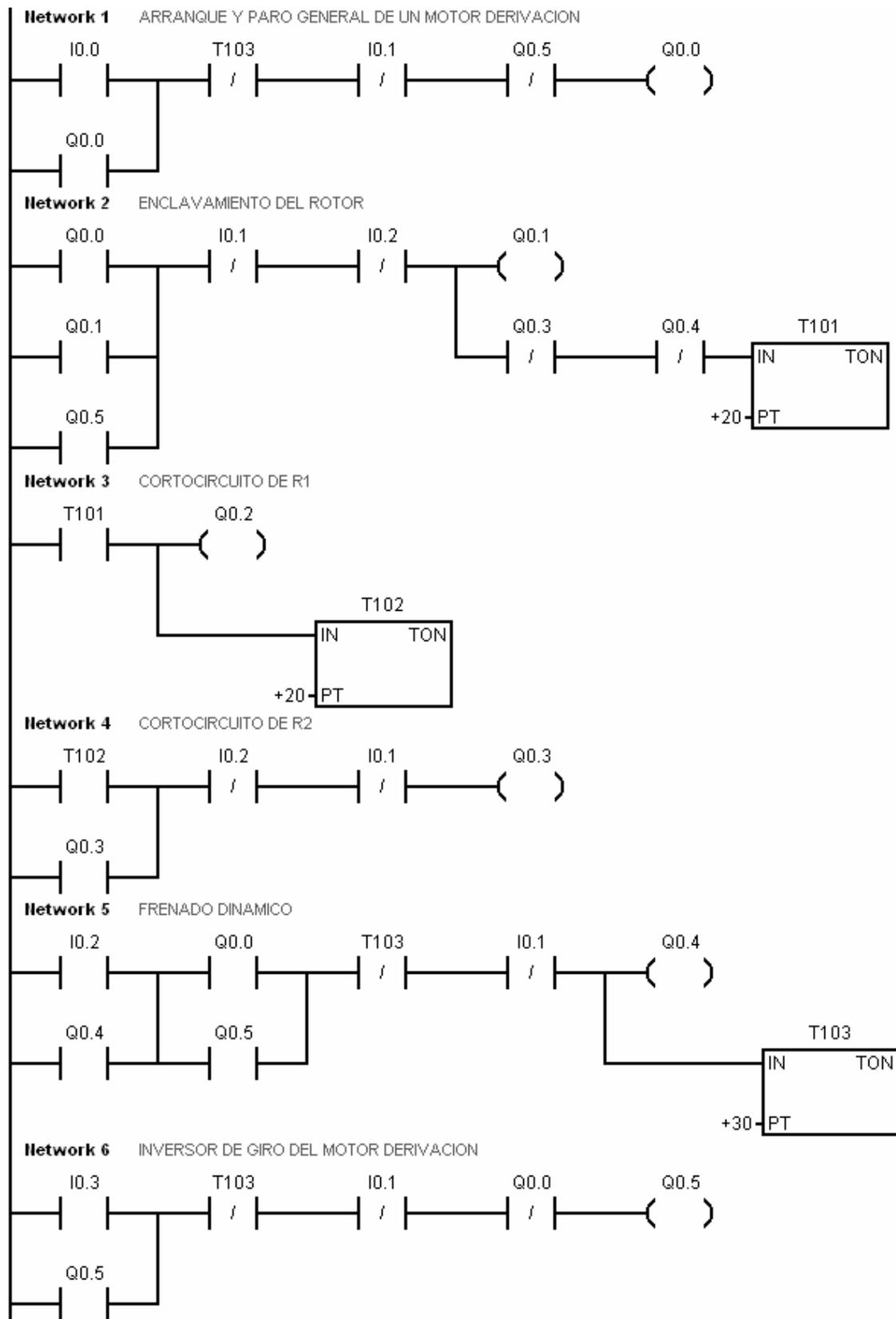
C1 → Q0.2

C2 → Q0.3

CF → Q0.4

Cin → Q0.5

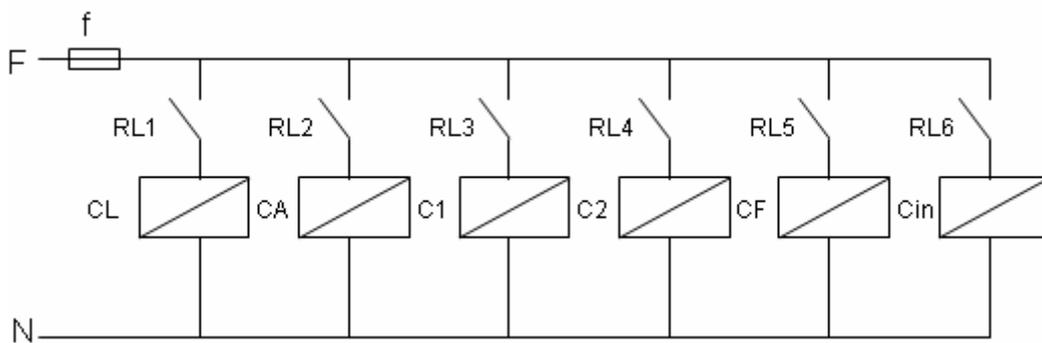
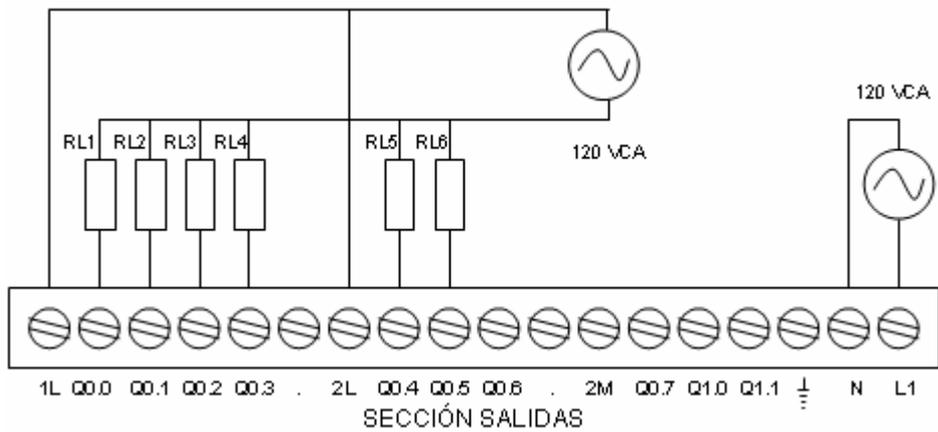
### d) Diagrama Ladder.



**e) Conexión de entradas.**

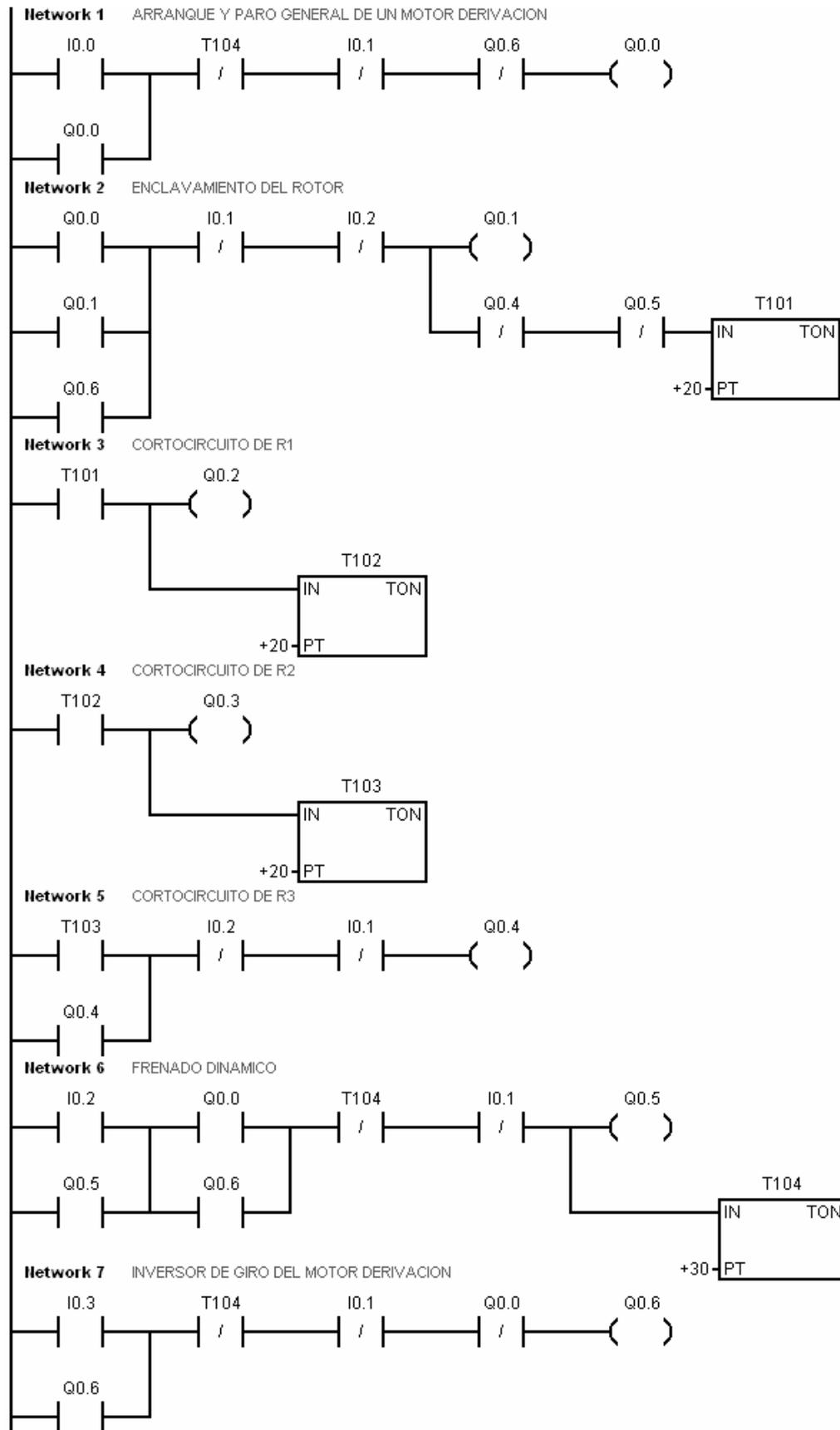


**f) Conexión de salidas.**





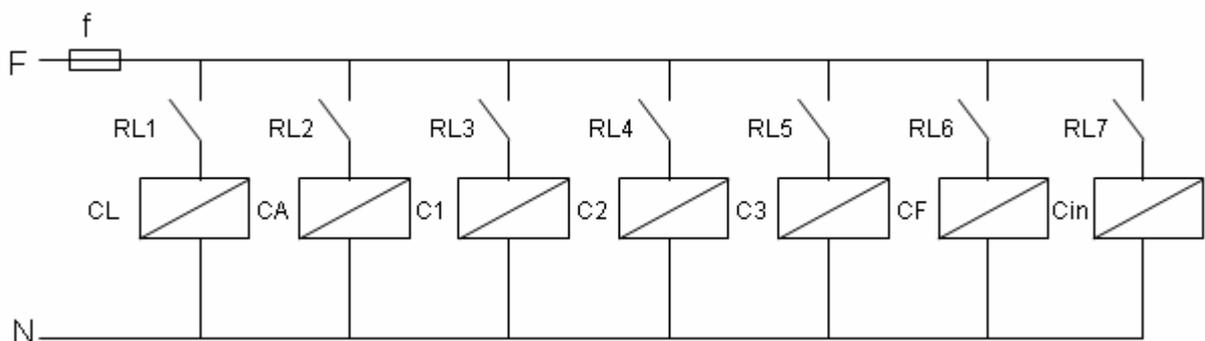
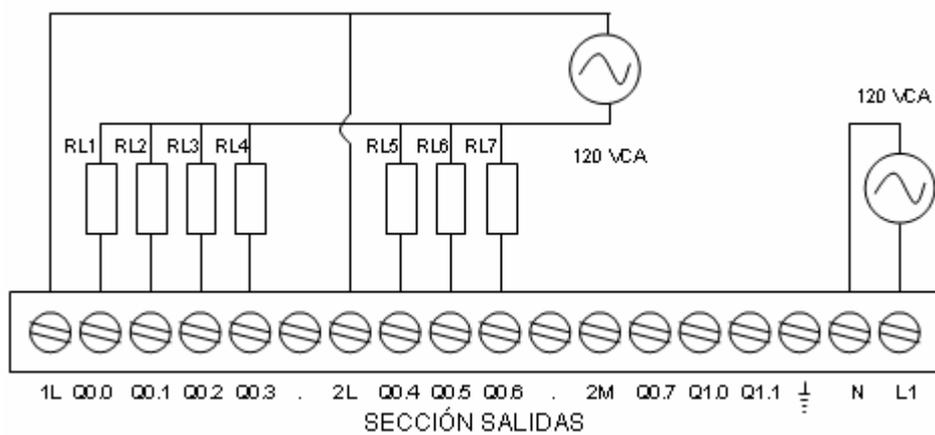
### d) Diagrama Ladder.



**e) Conexión de entradas.**



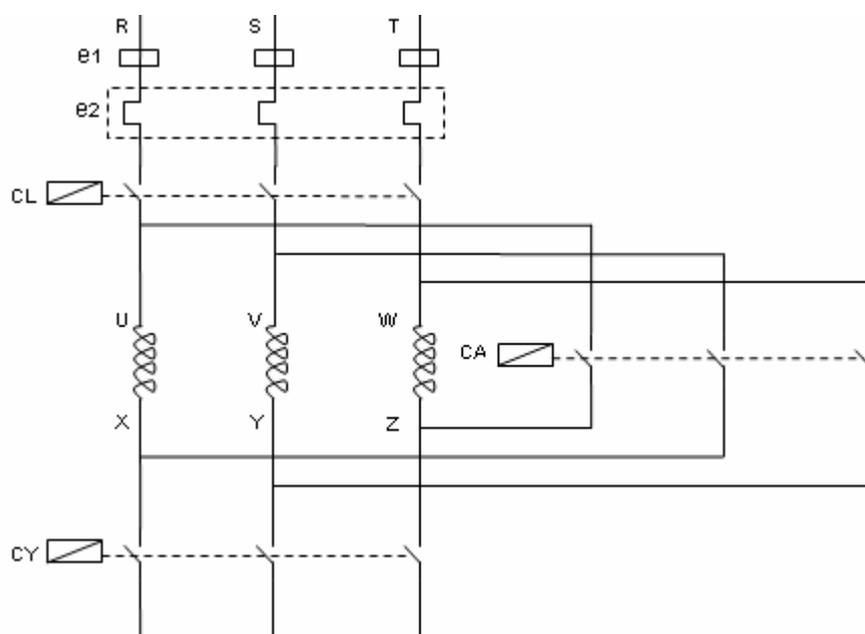
**f) Conexión de salidas.**



# ARRANQUE DE MOTORES ELÉCTRICOS DE CORRIENTE ALTERNA.

## 4.8 ARRANQUE ESTRELLA - TRIÁNGULO DE UN MOTOR JAULA DE ARDILLA.

### a) Circuito de fuerza.



### b) Asignación de entradas.

P1 → activación del sistema → I0.0

P0 → apagado del sistema → I0.1

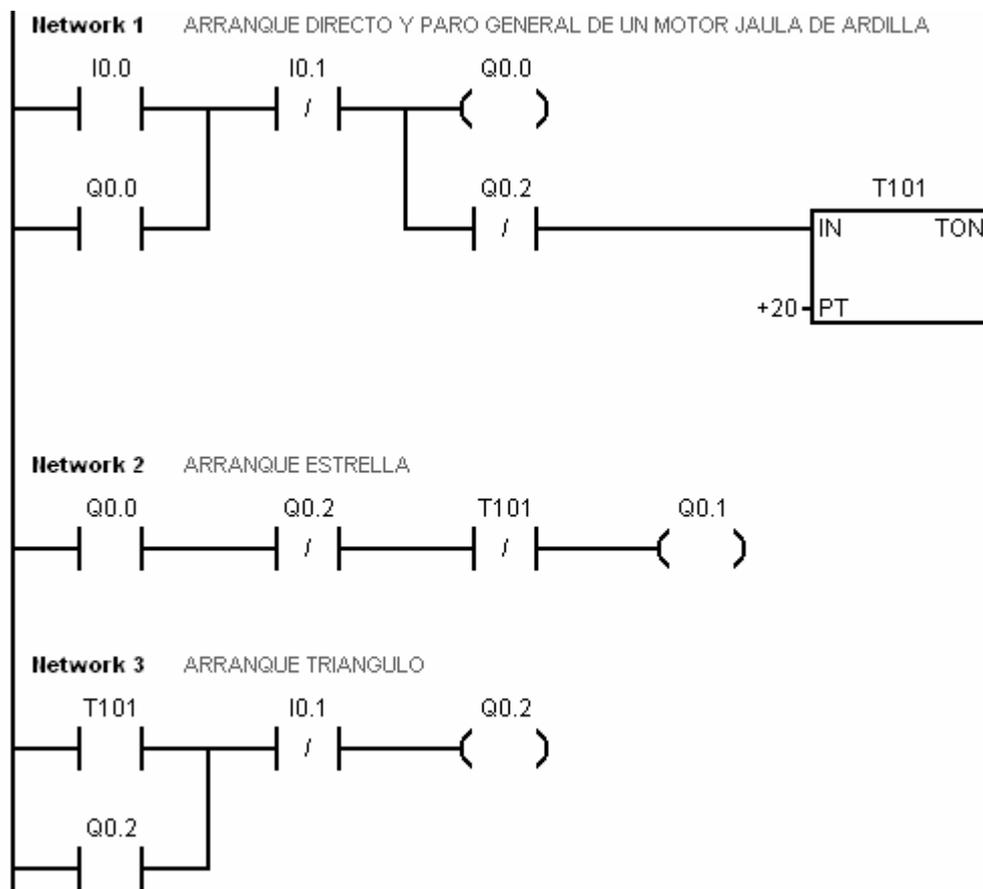
### c) Asignación de salidas

CL → Q0.0

CY → Q0.1

CA → Q0.2

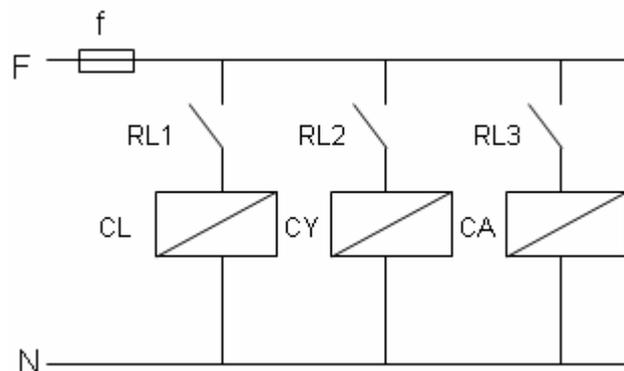
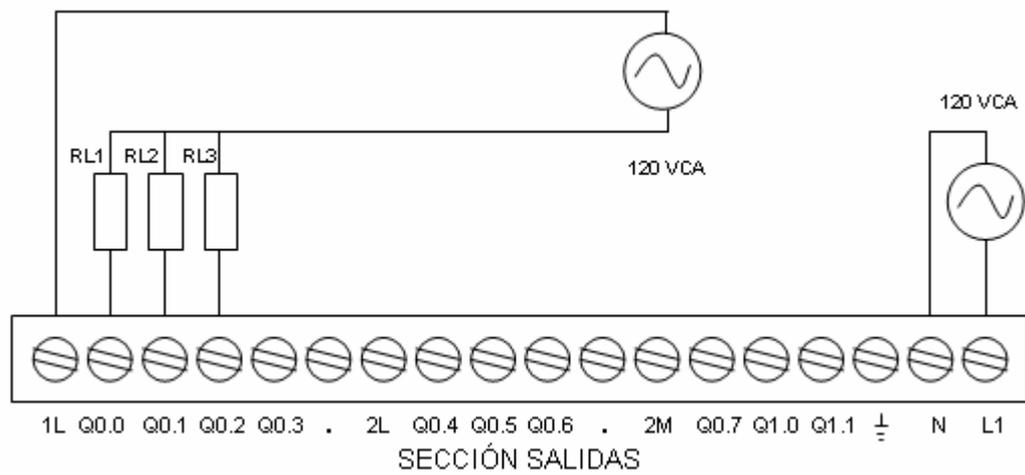
### d) Diagrama Ladder.



**e) Conexión de entradas.**

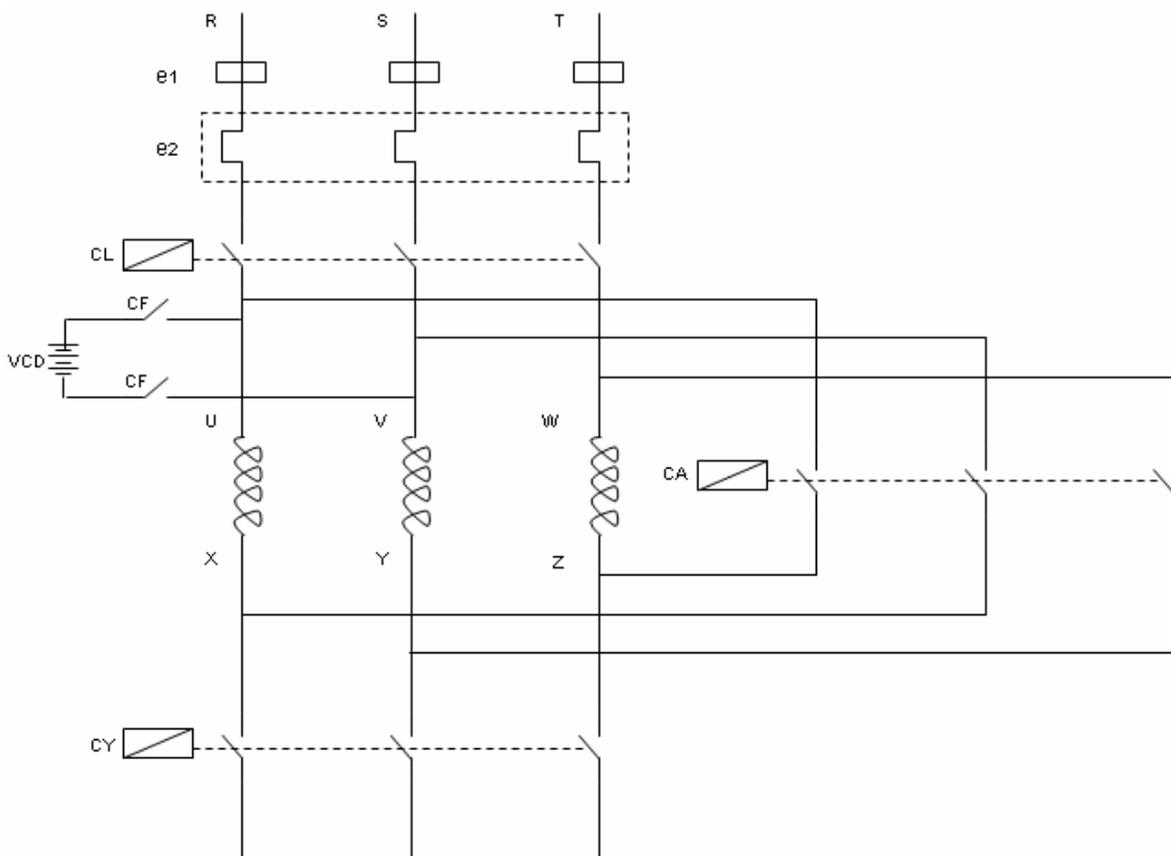


**f) Conexión de salidas.**



## 4.9 ARRANQUE ESTRELLA - TRIÁNGULO Y FRENADO POR INYECCIÓN DE CORRIENTE CONTINUA DE UN MOTOR JAULA DE ARDILLA

### a) Circuito de fuerza.



### b) Asignación de entradas.

P1 → activación del sistema → I0.0

P0 → apagado del sistema → I0.1

PF → frenado del sistema → I0.2

### c) Asignación de salidas

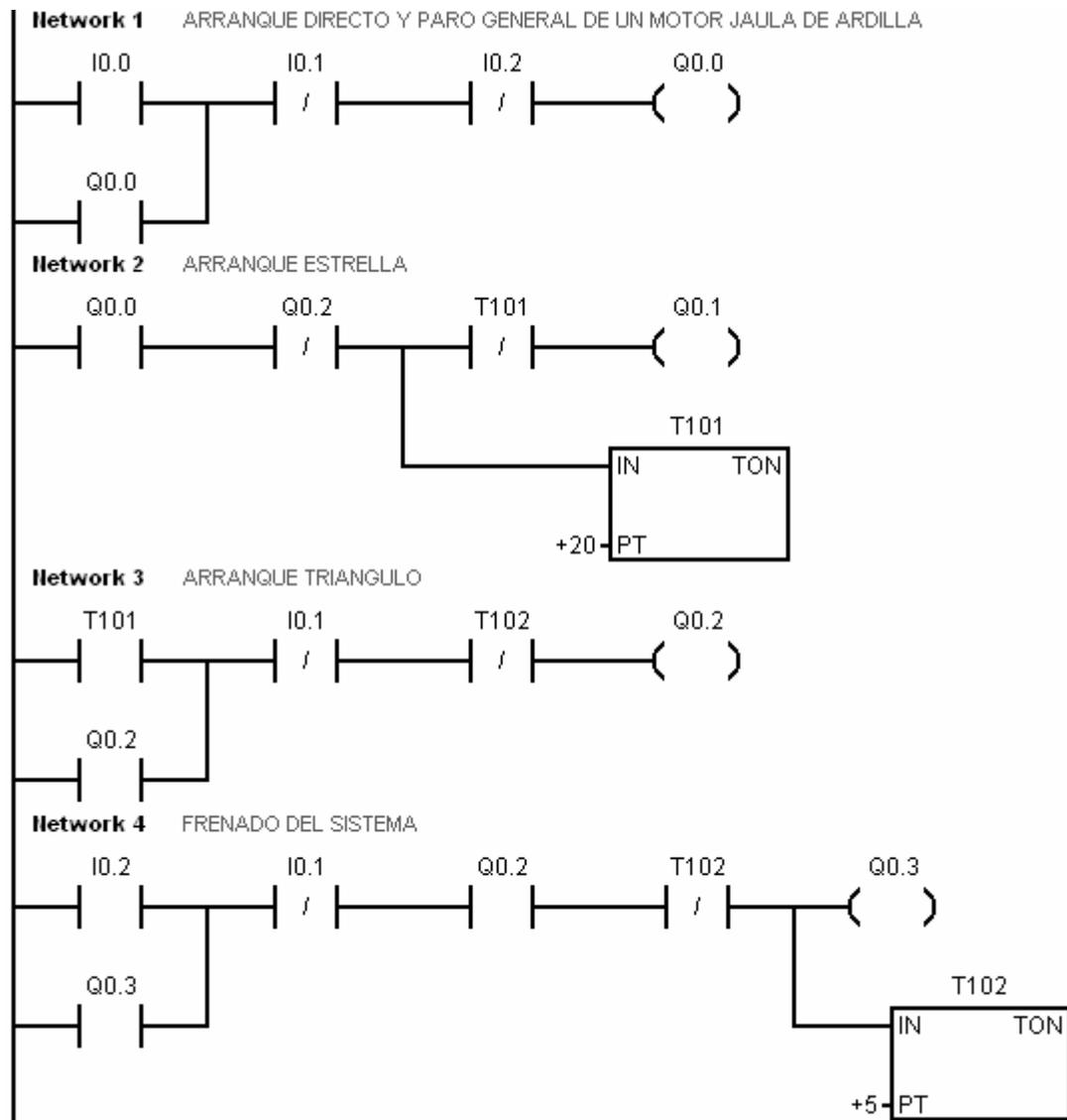
CL → Q0.0

CY → Q0.1

CA → Q0.2

CF → Q0.3

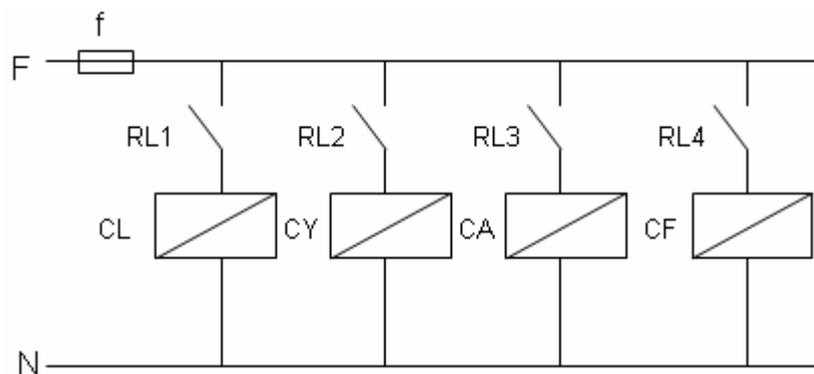
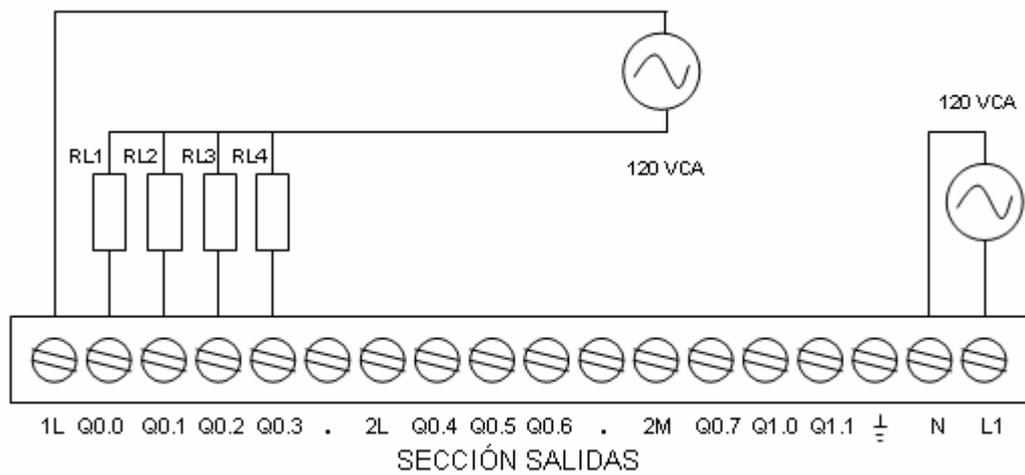
### d) Diagrama Ladder.



**e) Conexión de entradas.**

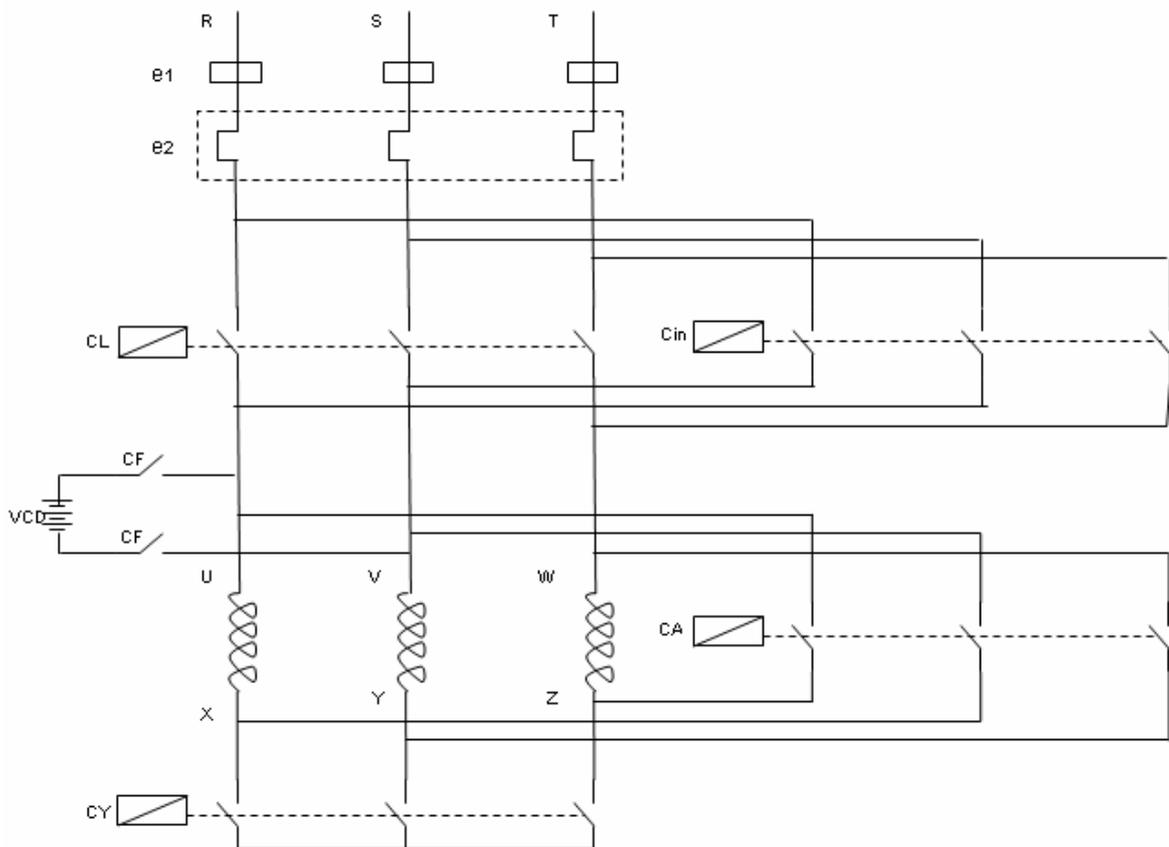


**f) Conexión de salidas.**



## 4.10 ARRANQUE ESTRELLA – TRIÁNGULO, FRENADO POR INYECCIÓN DE CORRIENTE CONTINUA E INVERSOR DE GIRO DE UN MOTOR JAULA DE ARDILLA

### a) Circuito de fuerza.



### b) Asignación de entradas.

P1 → activación del sistema → I0.0

P0 → apagado del sistema → I0.1

PF → frenado del sistema → I0.2

Pin → inversor de giro del sistema → I0.3

### c) Asignación de salidas

CL → Q0.0

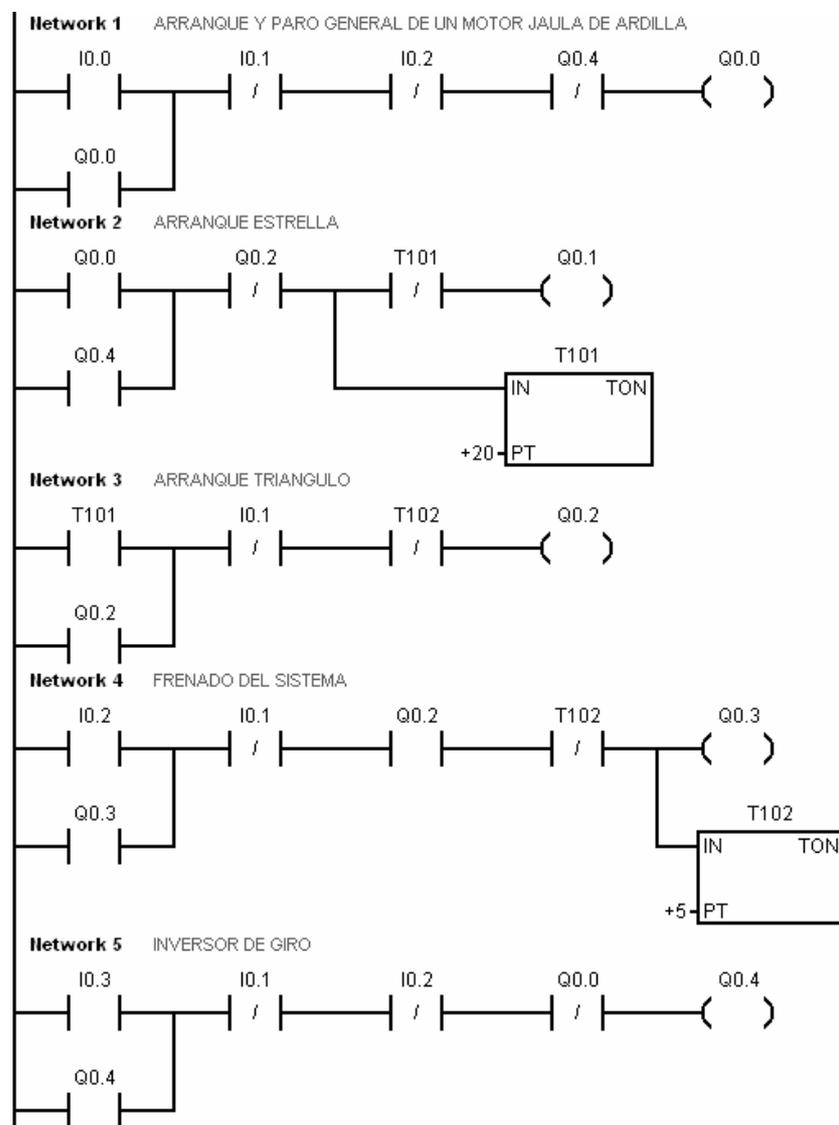
CY → Q0.1

CA → Q0.2

CF → Q0.3

Cin → Q0.4

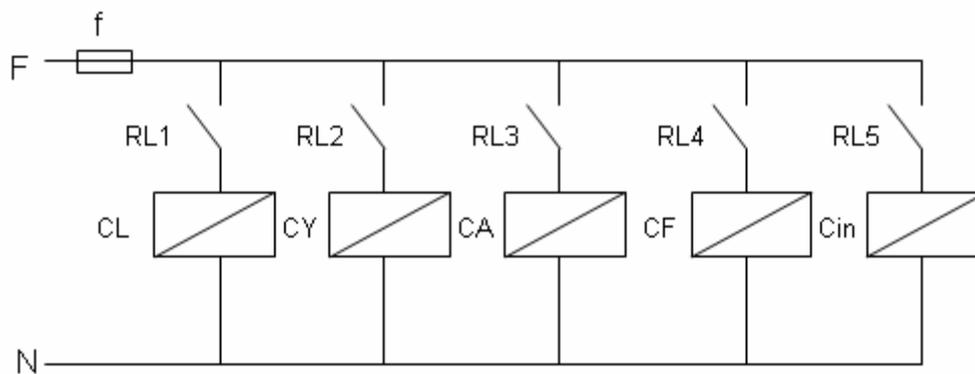
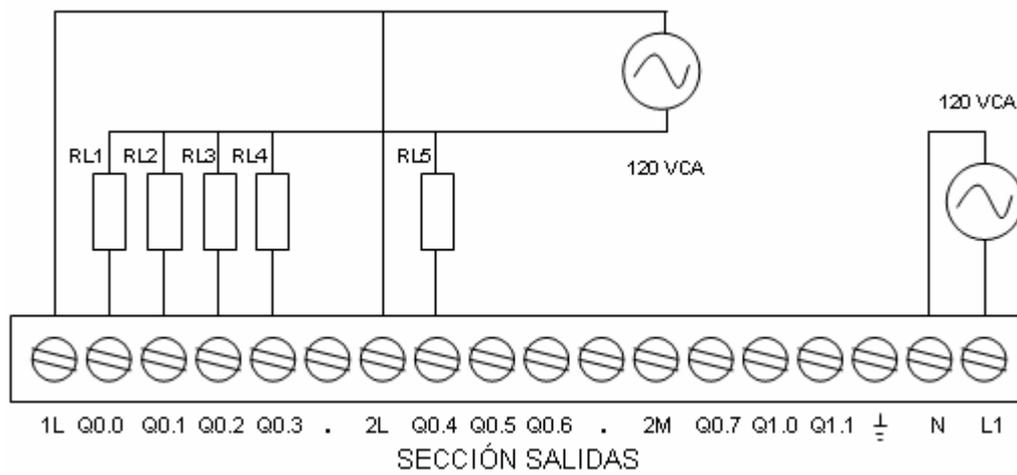
### d) Diagrama Ladder.



**e) Conexión de entradas.**

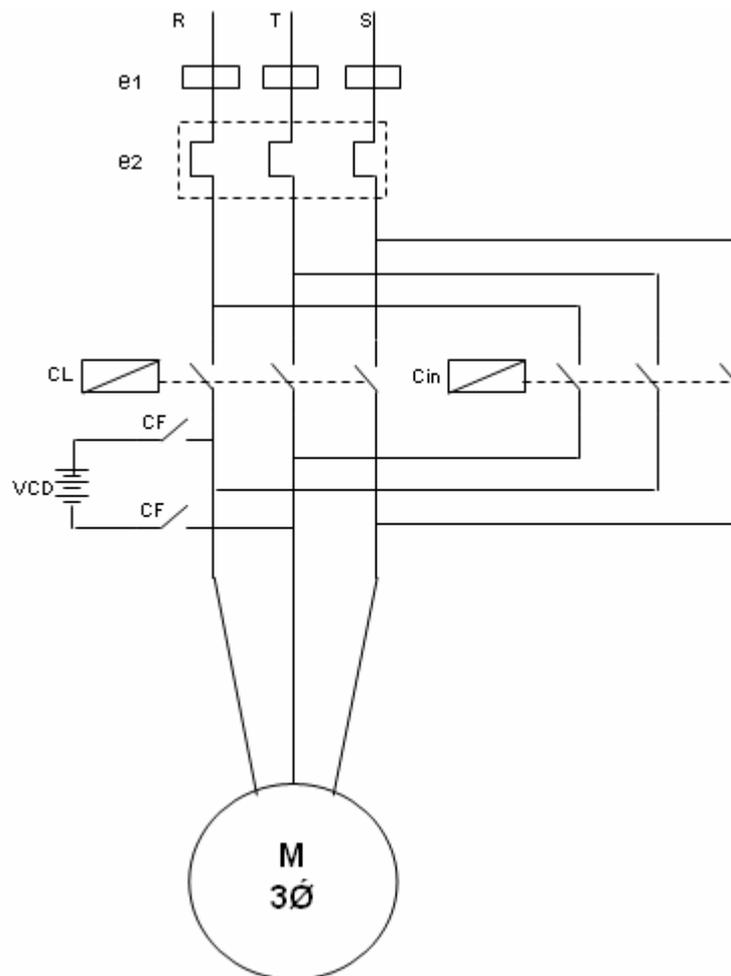


**f) Conexión de salidas.**



#### 4.11 ARRANQUE DIRECTO, FRENADO POR INYECCIÓN DE CORRIENTE CONTINUA E INVERSIÓN DE GIRO DE UN MOTOR TRIFÁSICO DE INDUCCIÓN.

##### a) Circuito de fuerza.



##### b) Asignación de entradas.

P1 → activación del sistema → I0.0

P0 → apagado del sistema → I0.1

PF → frenado del sistema → I0.2

Pin → inversión de giro del sistema → I0.3

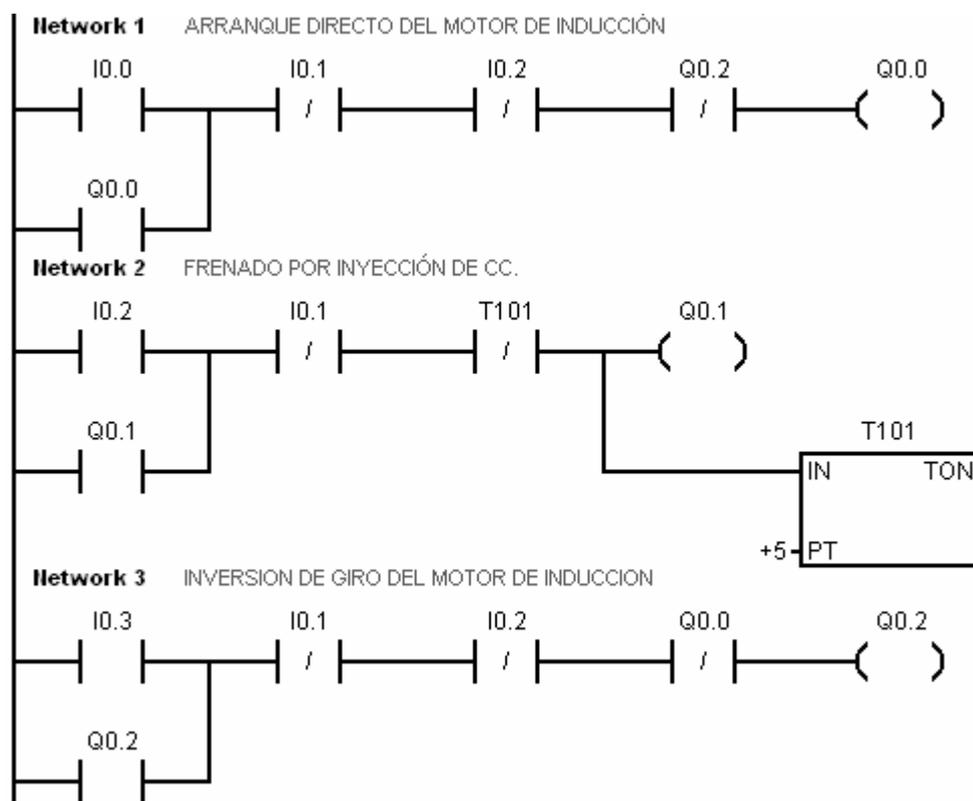
### c) Asignación de salidas

CL → Q0.0

CF → Q0.1

Cin → Q0.2

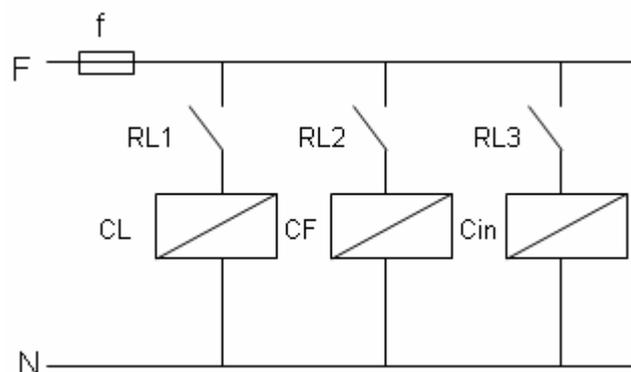
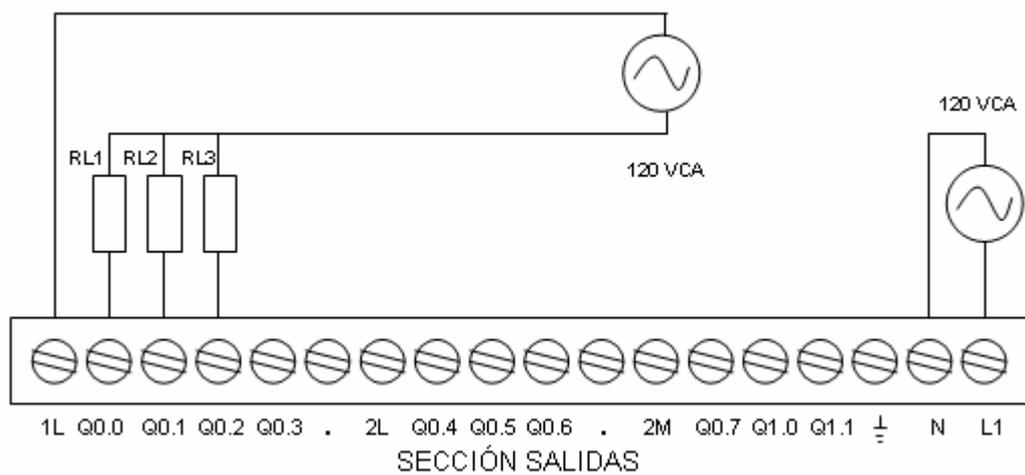
### d) Diagrama Ladder.



**e) Conexión de entradas.**

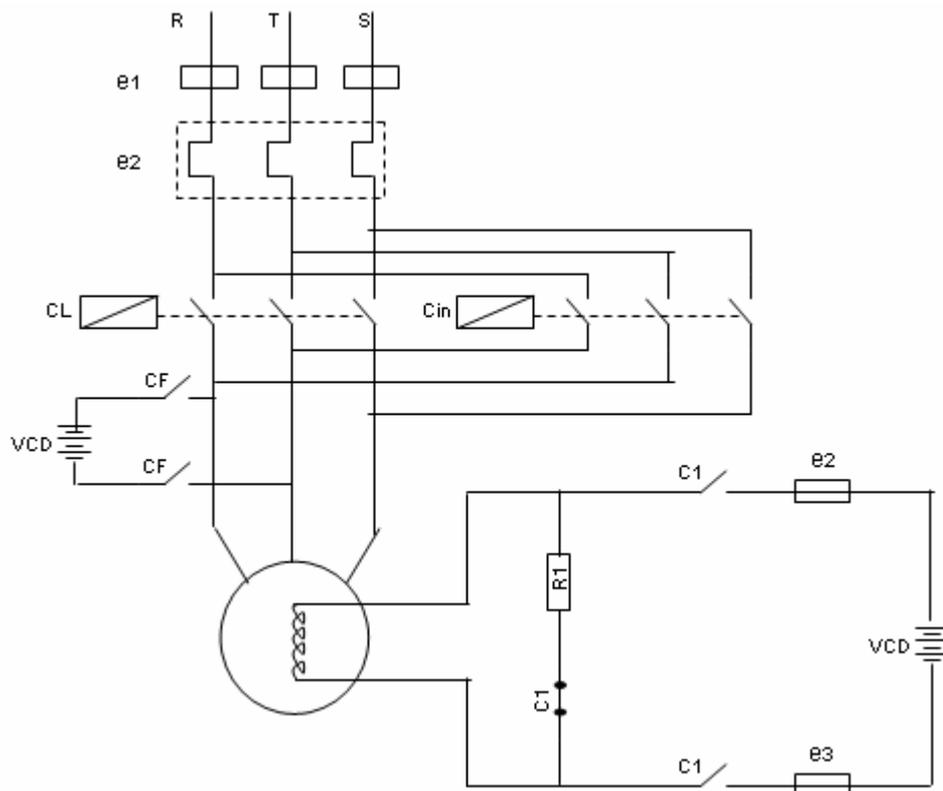


**f) Conexión de salidas.**



#### 4.12 ARRANQUE DIRECTO, FRENADO POR INYECCIÓN DE CORRIENTE CONTINUA E INVERSIÓN DE GIRO DE UN MOTOR SINCRÓNICO.

##### a) Circuito de fuerza.



##### b) Asignación de entradas.

P1 → activación del sistema → I0.0

P0 → apagado del sistema → I0.1

PF → frenado del sistema → I0.2

Pin → inversión de giro del sistema → I0.3

### c) Asignación de salidas

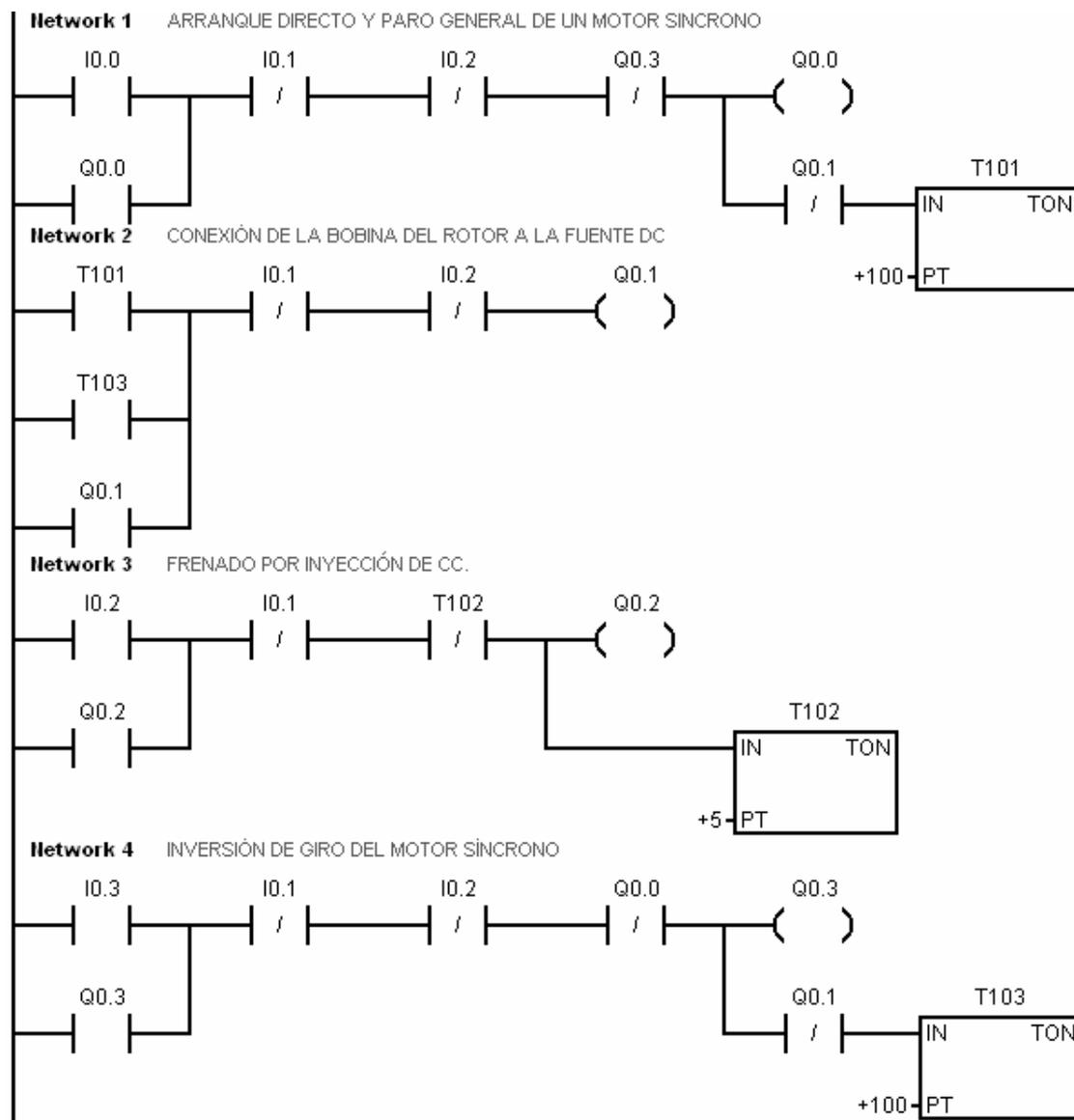
CL → Q0.0

C1 → Q0.1

CF → Q0.2

Cin → Q0.3

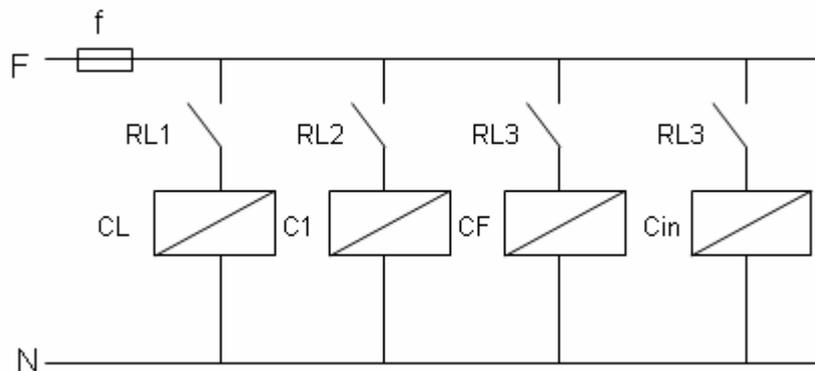
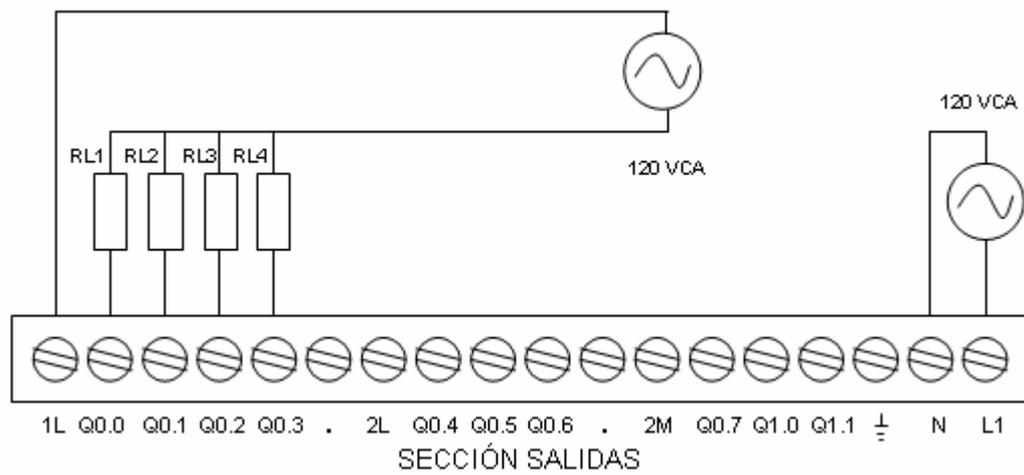
### d) Diagrama Ladder.



**e) Conexión de entradas.**

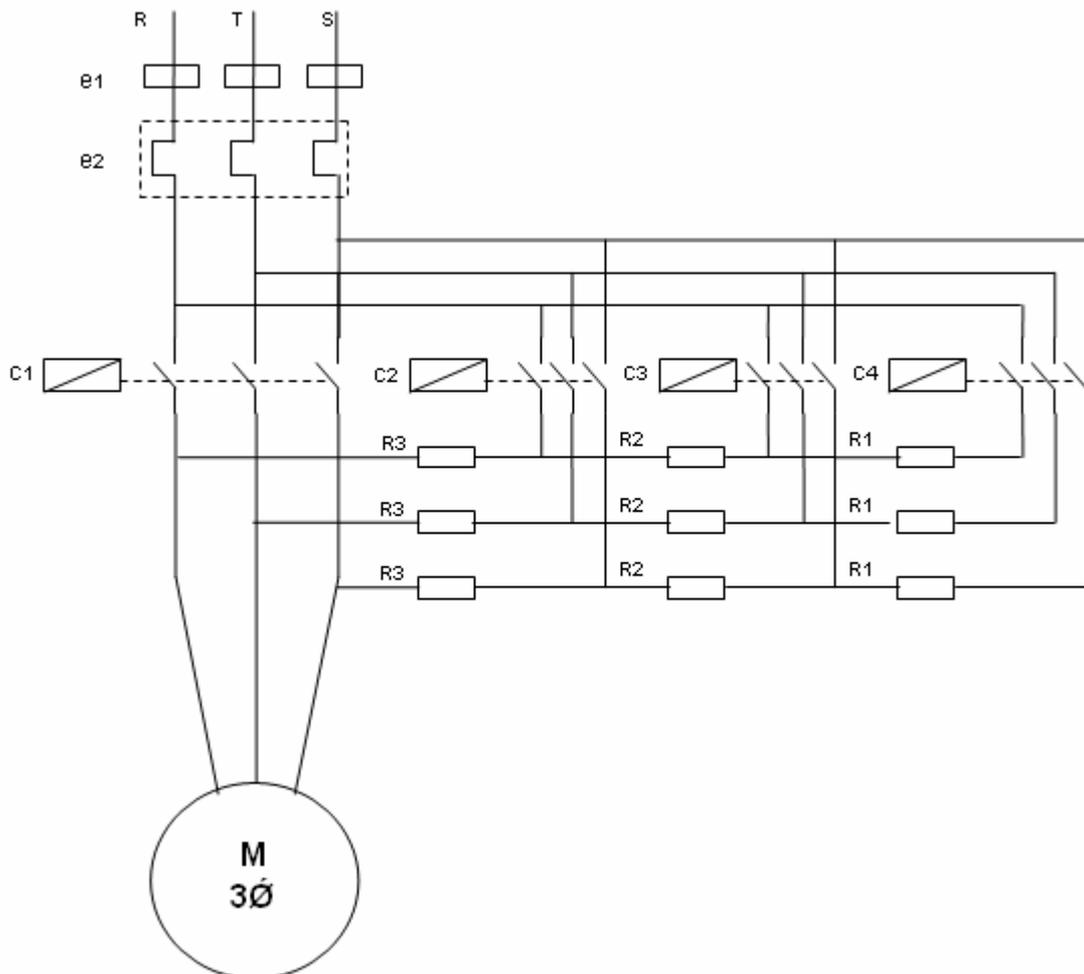


**f) Conexión de salidas.**



#### 4.13 ARRANQUE POR RESISTENCIAS ESTATÓRICAS EN TRES PASOS DE UN MOTOR DE INDUCCIÓN.

##### a) Circuito de fuerza.



##### b) Asignación de entradas.

P1 → activación del sistema → I0.0

P0 → apagado del sistema → I0.1

### c) Asignación de salidas

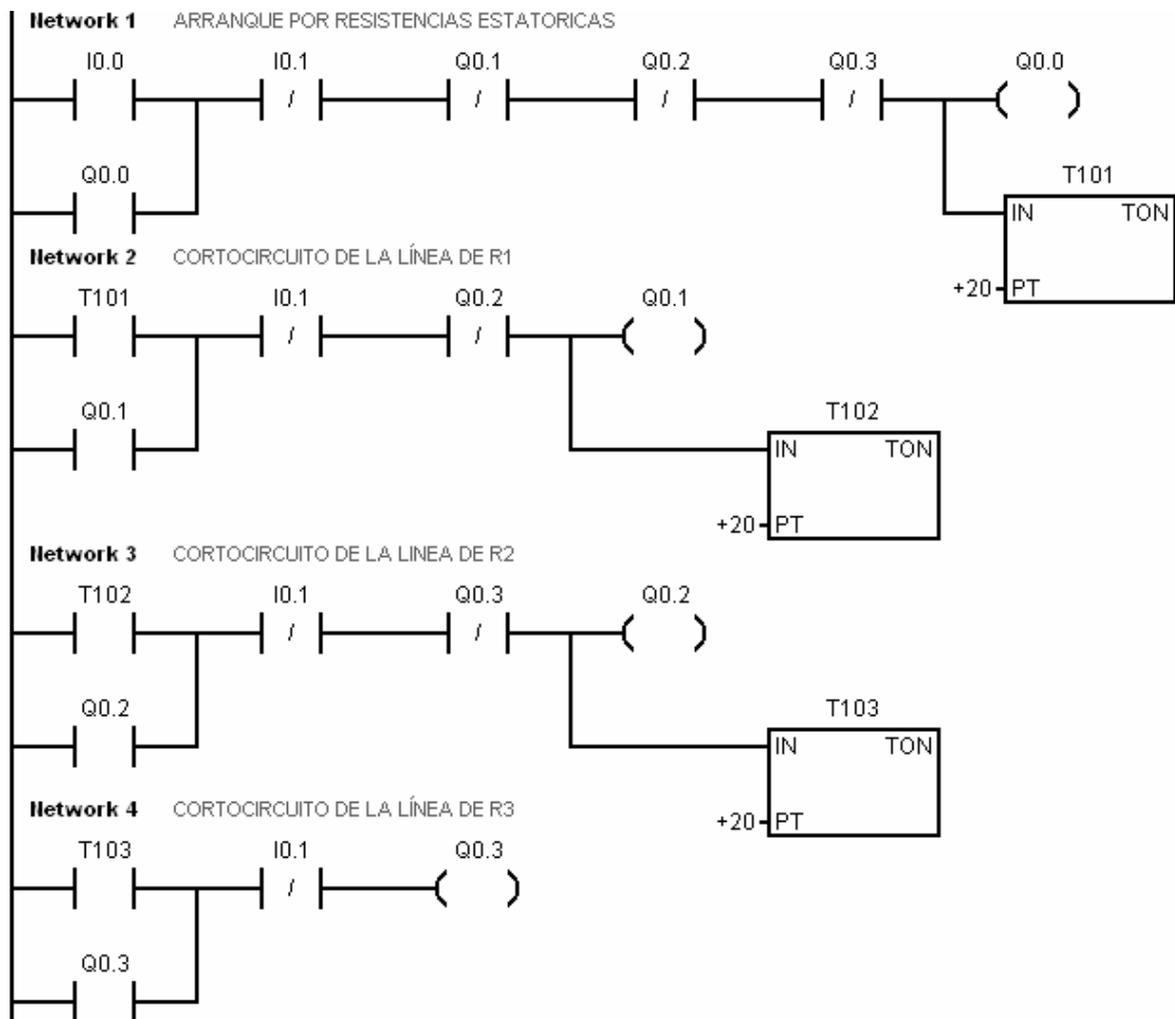
C4 → Q0.0

C3 → Q0.1

C2 → Q0.2

C1 → Q0.3

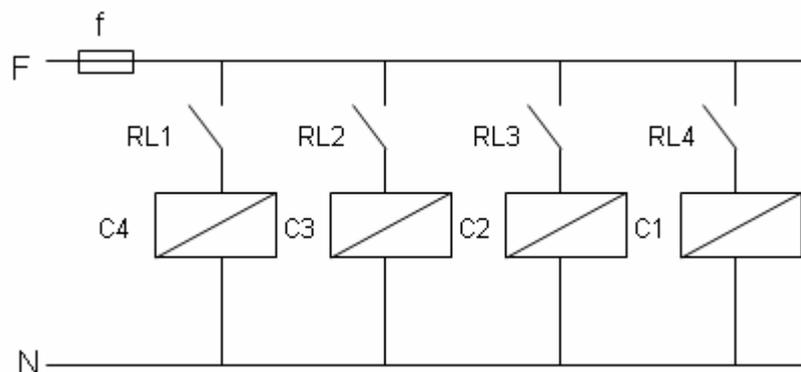
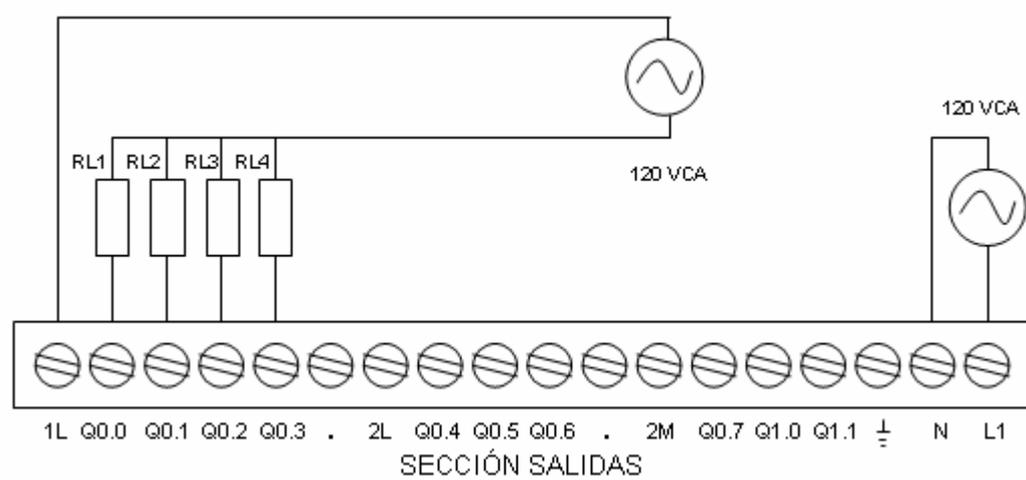
### d) Diagrama Ladder.



**e) Conexión de entradas.**

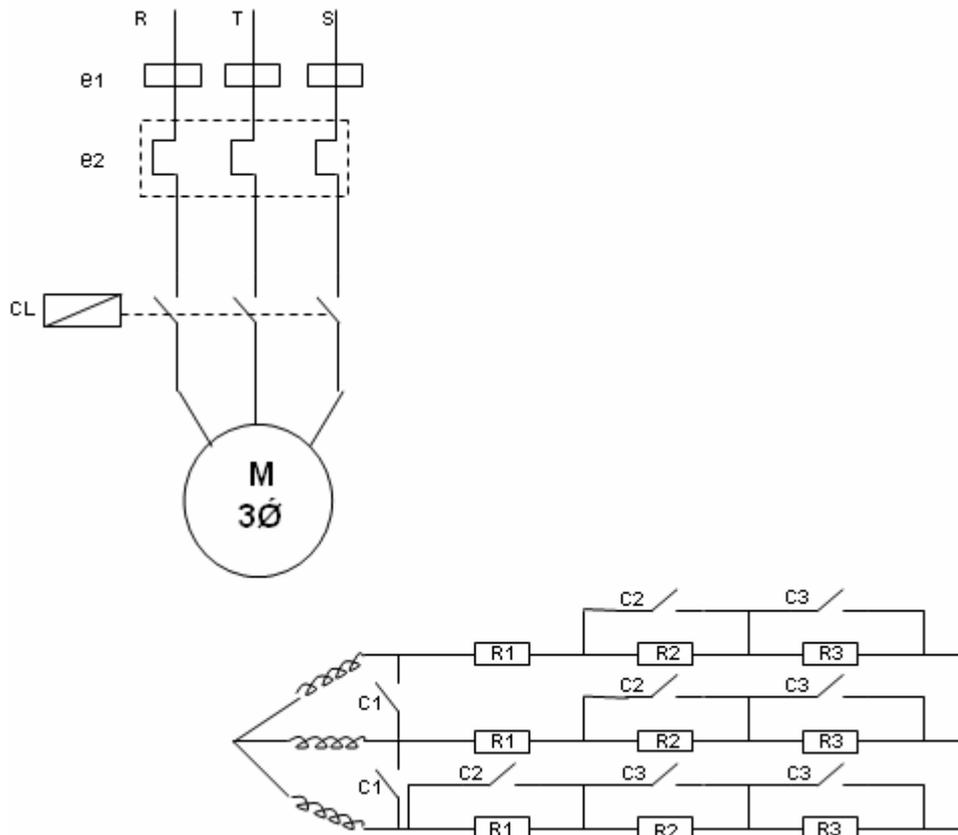


**f) Conexión de salidas.**



#### 4.14 ARRANQUE POR RESISTENCIAS ROTÓRICAS EN TRES PASOS DE UN MOTOR DE INDUCCIÓN DE ROTOR BOBINADO.

##### a) Circuito de fuerza.



##### b) Asignación de entradas.

P1 → activación del sistema → I0.0

P0 → apagado del sistema → I0.1

### c) Asignación de salidas

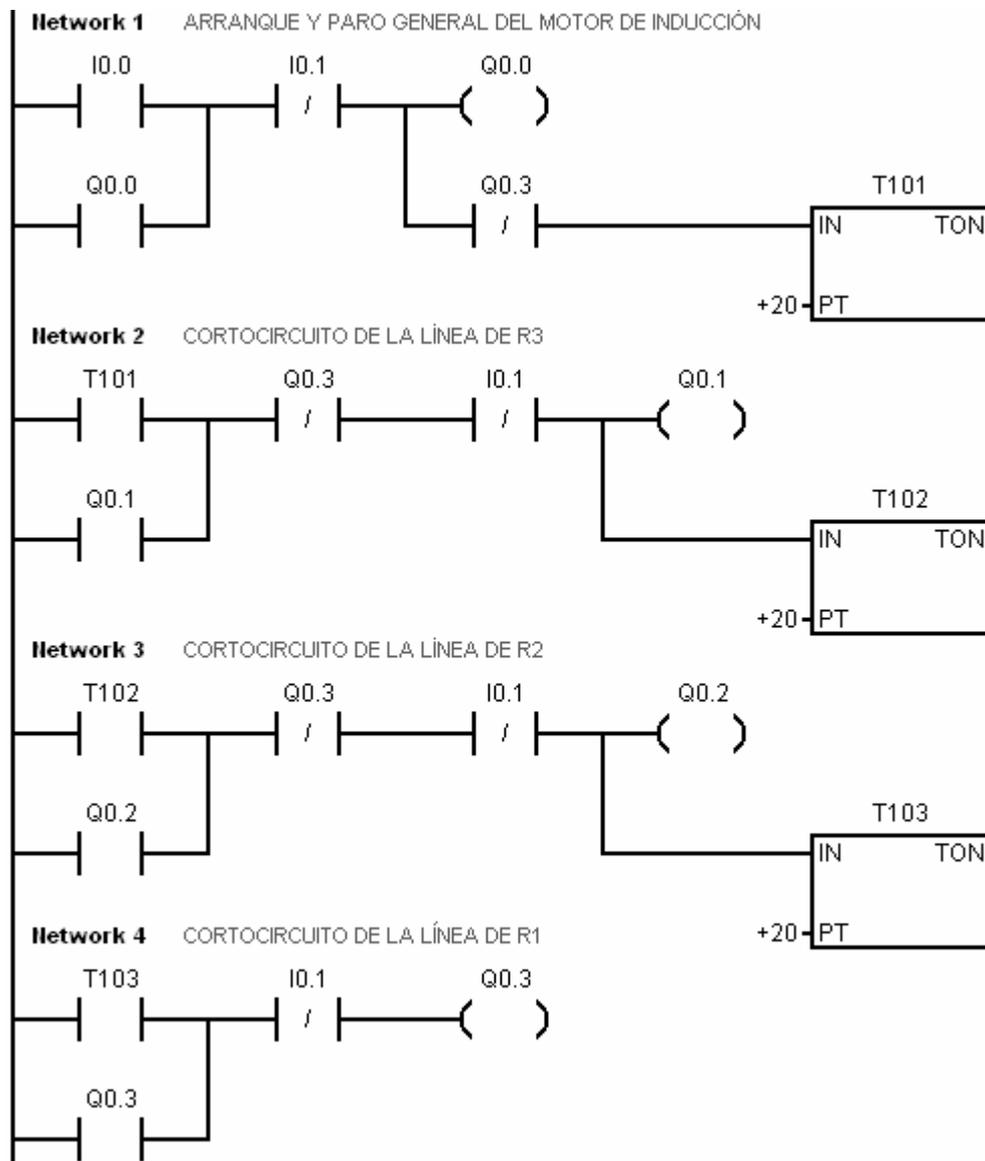
CL → Q0.0

C3 → Q0.1

C2 → Q0.2

C1 → Q0.3

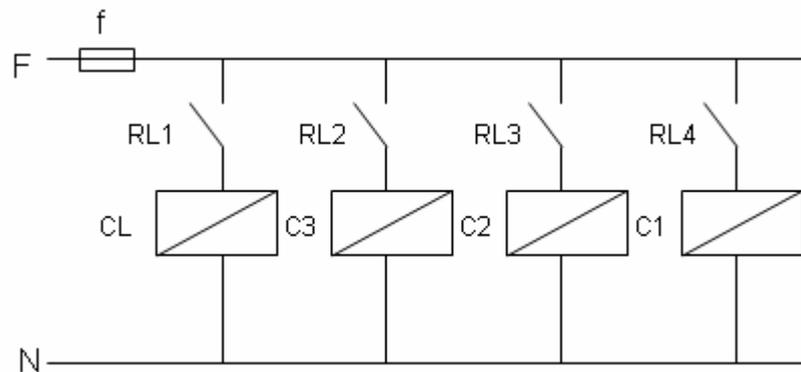
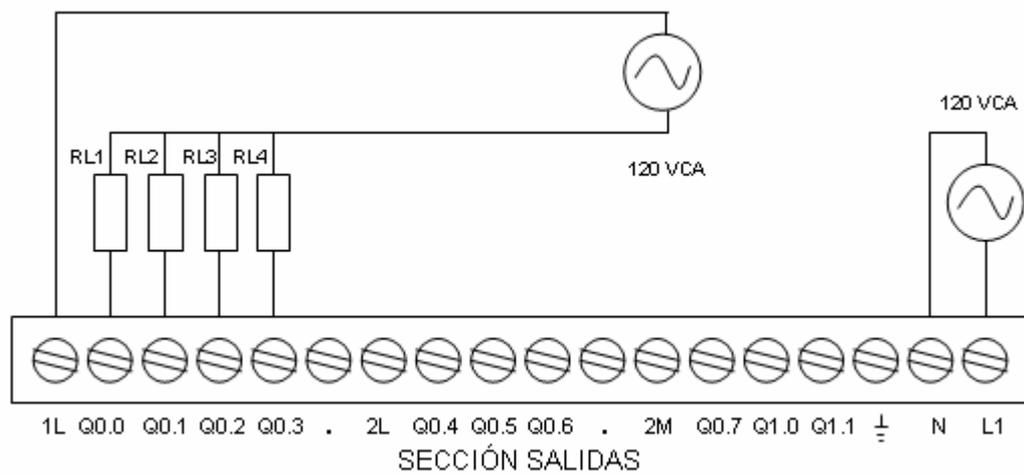
### d) Diagrama Ladder.



**e) Conexión de entradas.**

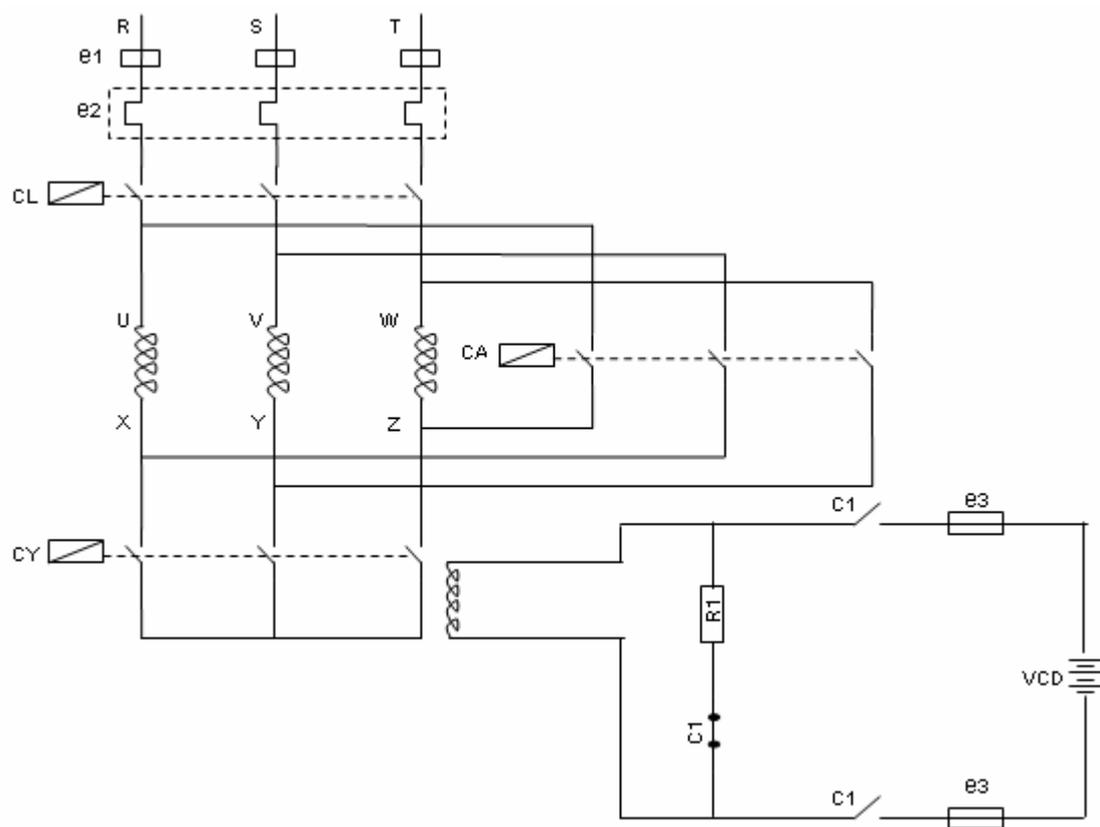


**f) Conexión de salidas.**



#### 4.15 ARRANQUE ESTRELLA – TRIÁNGULO DE UN MOTOR SINCRÓNICO.

##### a) Circuito de fuerza.



##### b) Asignación de entradas.

P1 → activación del sistema → I0.0

P0 → apagado del sistema → I0.1

### c) Asignación de salidas

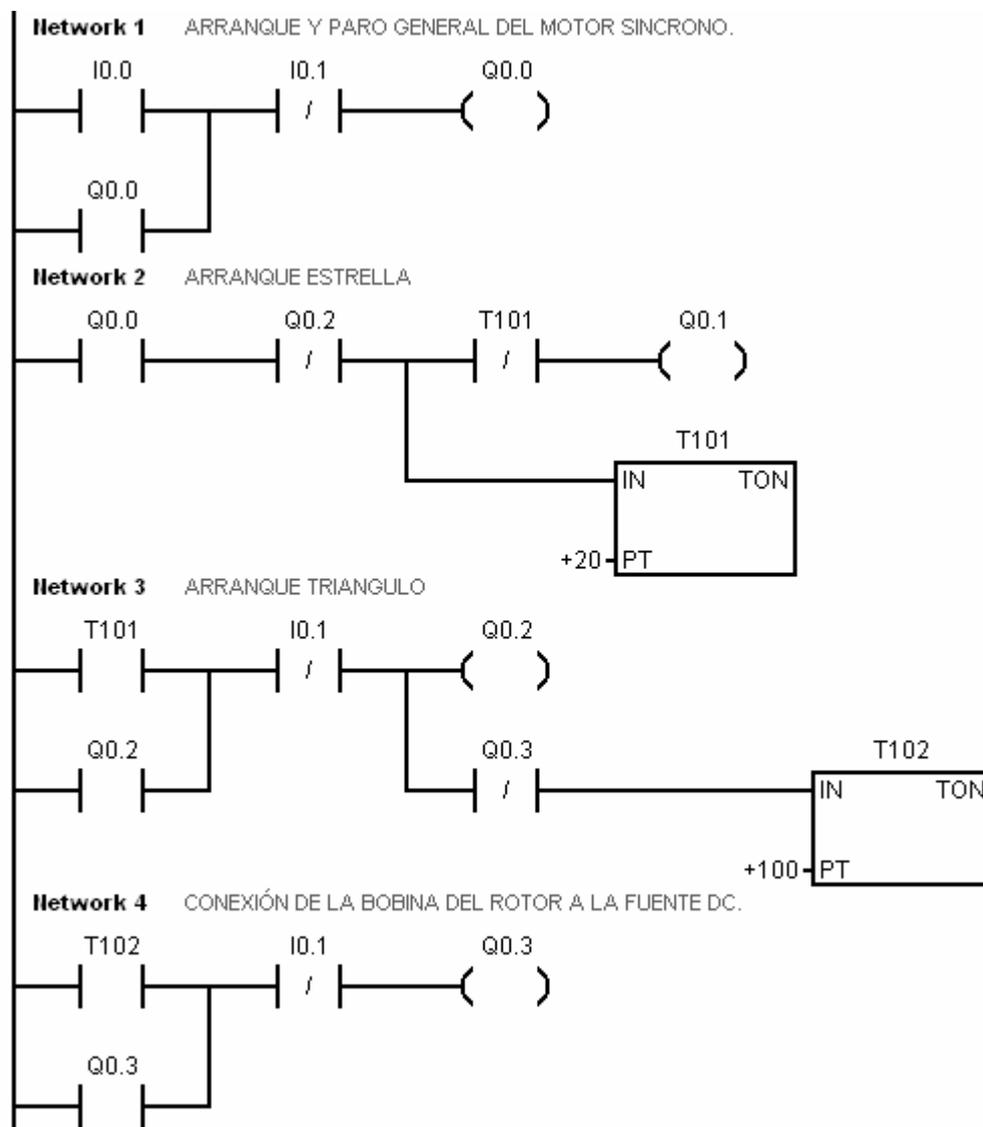
CL → Q0.0

CY → Q0.1

CA → Q0.2

C1 → Q0.3

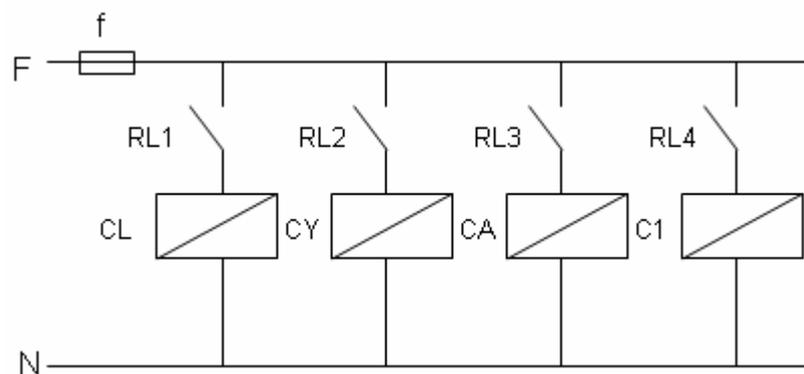
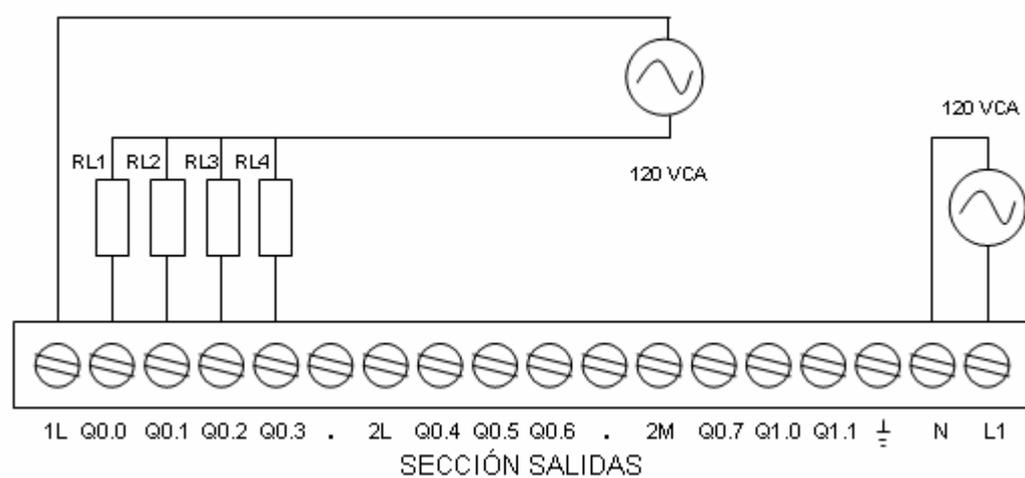
### d) Diagrama Ladder.



**e) Conexión de entradas.**



**f) Conexión de salidas.**



## **CAPITULO V.**

### **GUÍAS DE LABORATORIO.**

#### **ARRANQUE DE MOTORES ELÉCTRICOS DE CORRIENTE CONTINUA Y CORRIENTE ALTERNA.**

##### **PRÁCTICA No. 1**

**TEMA: ARRANQUE DIRECTO DE UN MOTOR DERIVACIÓN DE CORRIENTE  
CONTINUA.**

##### **1.- OBJETIVO:**

- ✓ Implementar los circuitos de Control y fuerza para el arranque directo de un motor Derivación de C.C. utilizando el PLC S7-200 CPU 224

##### **2.- MATERIALES:**

- ✓ PLC S7-200 CPU 224
- ✓ Máquina de C.C.

- ✓ Pulsadores
- ✓ Contactores
- ✓ Relés
- ✓ Fuentes de alimentación

### 3.- PROCEDIMIENTO.

#### 3.1.- IMPLEMENTAR EL DIAGRAMA LADDER DE LA FIGURA 5.1 EN EL PLC S7-200 CPU 224

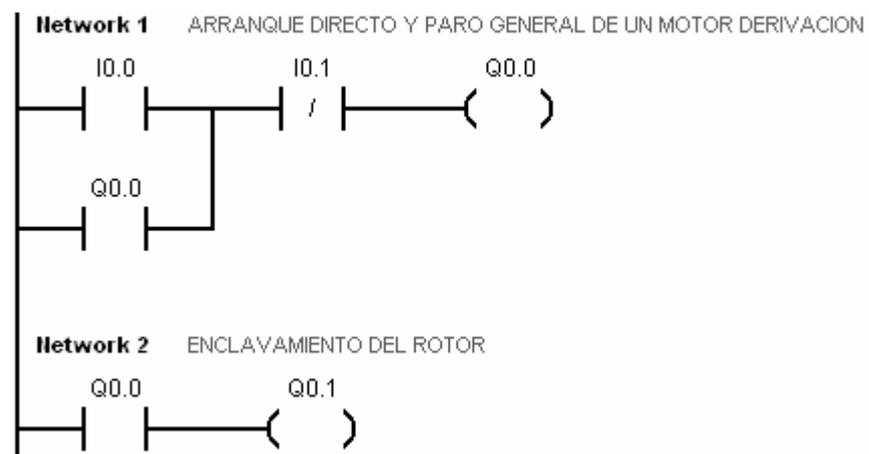


Figura 5.1 Diagrama Ladder para el arranque directo de un motor derivación de cc.

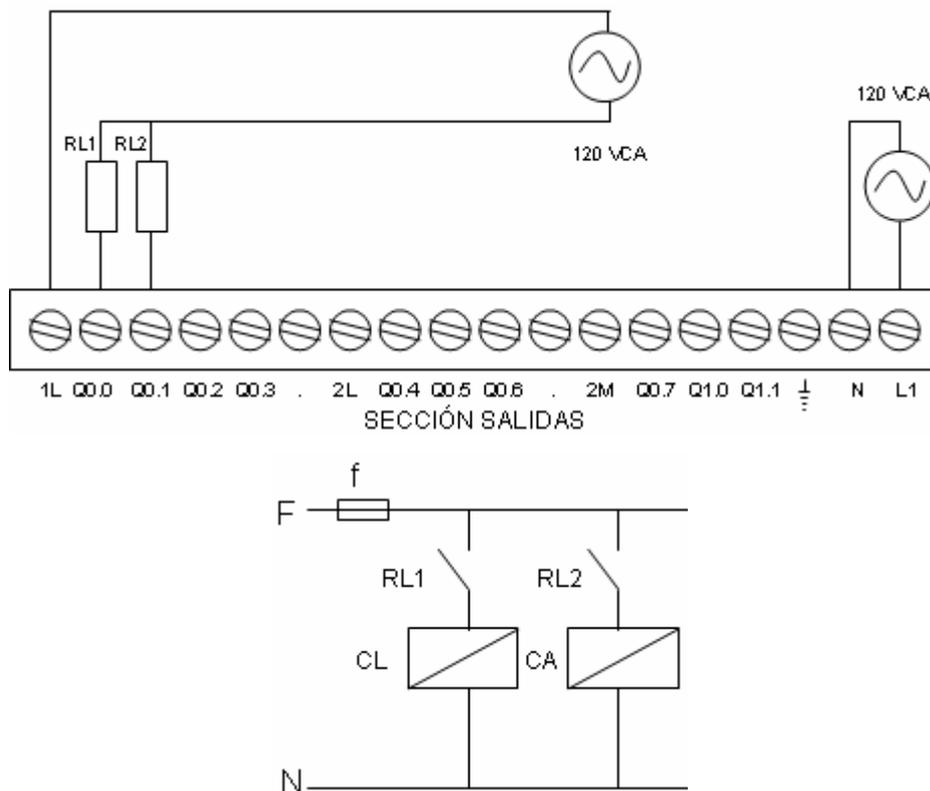
**3.2.- COMPROBAR EL FUNCIONAMIENTO MEDIANTE LA OBSERVACIÓN DE LOS LEDS INDICADORES DE ENTRADAS Y SALIDAS.**

**3.3.- IMPLEMENTAR EL CIRCUITO DE CONEXIÓN DE LAS ENTRADAS QUE SE INDICA EN LA FIGURA 5.2**



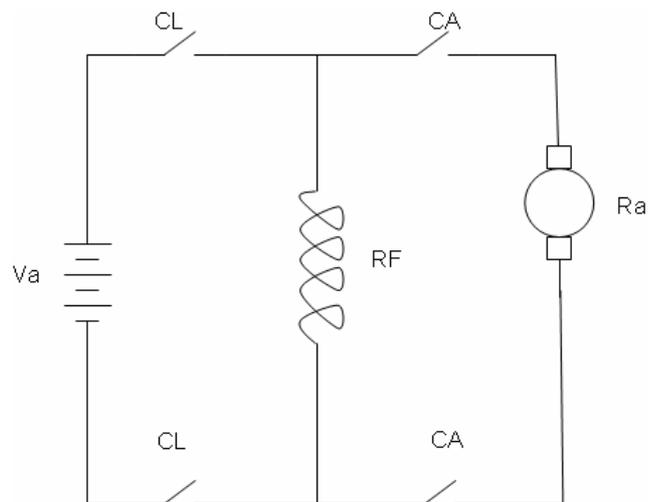
**Figura 5.2 Circuito de conexión de las entradas.**

**3.4.- IMPLEMENTAR EL CIRCUITO DE CONEXIÓN DE SALIDAS QUE SE INDICA EN LA FIGURA 5.3**



**Figura 5.3 Circuito de conexión de las salidas.**

**3.5 IMPLEMENTAR EL CIRCUITO DE POTENCIA QUE SE INDICA EN LA FIGURA 5.4.**



**Figura 5.4 Circuito de potencia para el arranque directo de un motor derivación de C.C.**

**3.6 ACTIVAR LAS FUENTES DE ALIMENTACIÓN Y COMPROBAR EL FUNCIONAMIENTO.**

**4.- ANÁLISIS DE RESULTADOS.**

**5.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.**

**6.- BIBLIOGRAFÍA.**

## **PRÁCTICA No. 2**

**TEMA: ARRANQUE EN DOS PASOS DE RESISTENCIA DE UN MOTOR DERIVACIÓN DE CORRIENTE CONTINUA.**

### **1.- OBJETIVO:**

- ✓ Implementar los circuitos de Control y fuerza para el arranque en dos pasos de resistencia de un motor derivación de C.C. utilizando el PLC S7-200 CPU 224.

### **2.- MATERIALES:**

- ✓ PLC S7-200 CPU 224
- ✓ Máquina de C.C.
- ✓ Pulsadores
- ✓ Contactores
- ✓ Relés
- ✓ Fuentes de alimentación

### 3.- PROCEDIMIENTO.

#### 3.1.- IMPLEMENTAR EL DIAGRAMA LADDER DE LA FIGURA 5.5 EN EL PLC S7-200 CPU 224

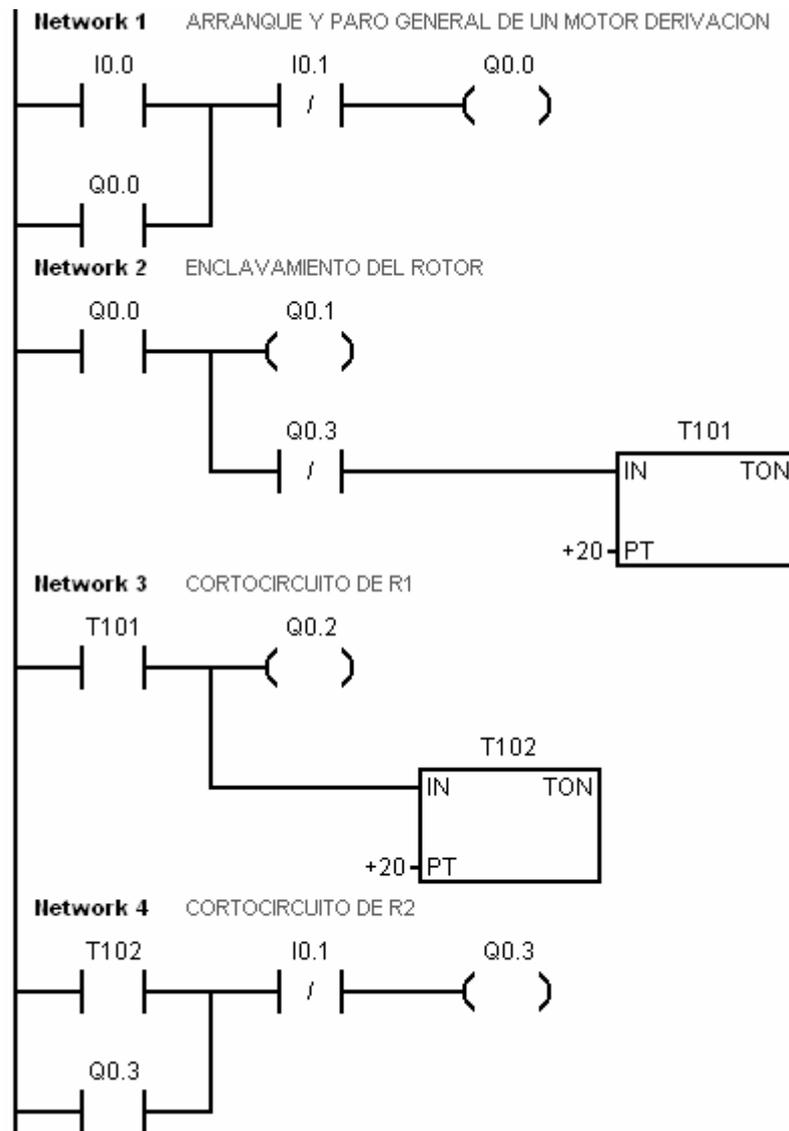


Figura 5.5 Diagrama Ladder para el arranque en dos pasos de resistencia de un motor derivación de cc.

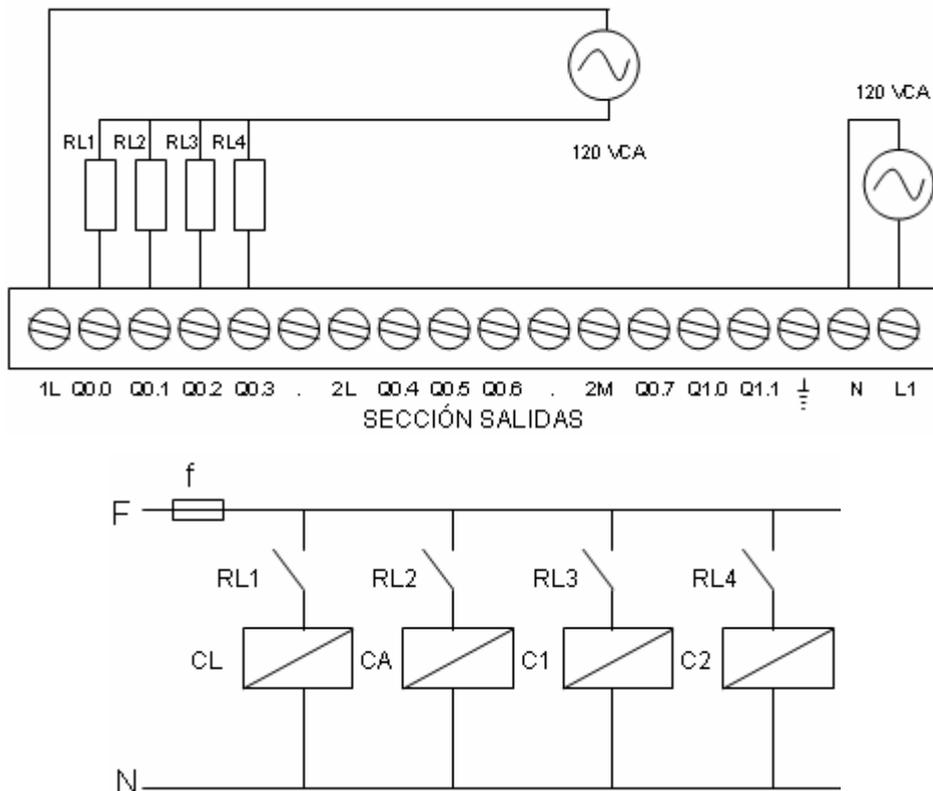
**3.2.- COMPROBAR EL FUNCIONAMIENTO MEDIANTE LA OBSERVACIÓN DE LOS LEDS INDICADORES DE ENTRADAS Y SALIDAS.**

**3.3.- IMPLEMENTAR EL CIRCUITO DE CONEXIÓN DE LAS ENTRADAS QUE SE INDICA EN LA FIGURA 5.6.**



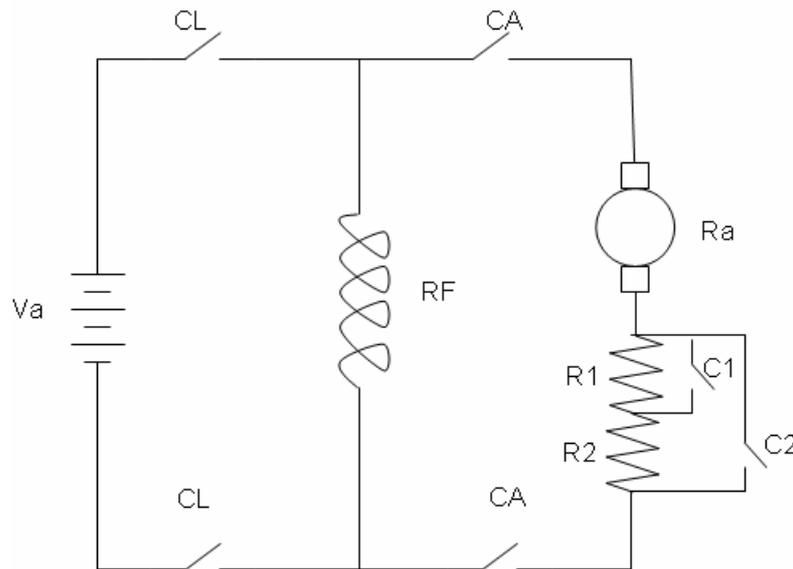
**Figura 5.6 Circuito de conexión de las entradas.**

**3.4.- IMPLEMENTAR EL CIRCUITO DE CONEXIÓN DE SALIDAS QUE SE INDICA EN LA FIGURA 5.7.**



**Figura 5.7 Circuito de conexión de las salidas.**

**3.5.- IMPLEMENTAR EL CIRCUITO DE POTENCIA QUE SE INDICA EN LA FIGURA 5.8.**



**Figura 5.8 Circuito de potencia para el arranque en dos pasos de resistencia de un motor derivación de C.C.**

**3.6.- ACTIVAR LAS FUENTES DE ALIMENTACIÓN Y COMPROBAR EL FUNCIONAMIENTO.**

**4.- ANÁLISIS DE RESULTADOS.**

**5.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.**

**6.- BIBLIOGRAFÍA.**

## **PRÁCTICA No. 3**

**TEMA: ARRANQUE EN TRES PASOS DE RESISTENCIA DE UN MOTOR DERIVACIÓN DE CORRIENTE CONTINUA.**

### **1.- OBJETIVO:**

- ✓ Implementar los circuitos de Control y fuerza para el arranque en tres pasos de resistencia de un motor derivación de C.C.

### **2.- MATERIALES:**

- ✓ PLC S7-200 CPU 224
- ✓ Máquina de C.C.
- ✓ Pulsadores
- ✓ Contactores
- ✓ Relés
- ✓ Fuentes de alimentación

### 3.- PROCEDIMIENTO.

#### 3.1.- IMPLEMENTAR EL DIAGRAMA LADDER DE LA FIGURA 5.9 EN EL PLC S7-200 CPU 224

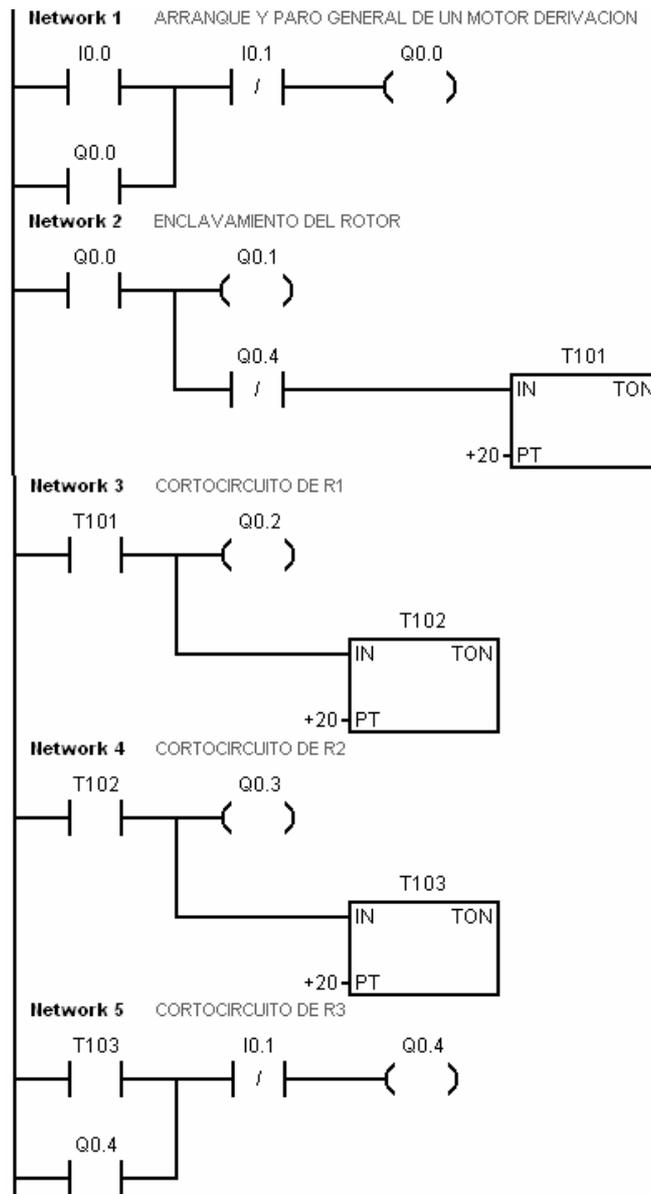


Figura 5.9 Diagrama Ladder para el arranque en tres pasos de resistencia de un motor derivación de cc.

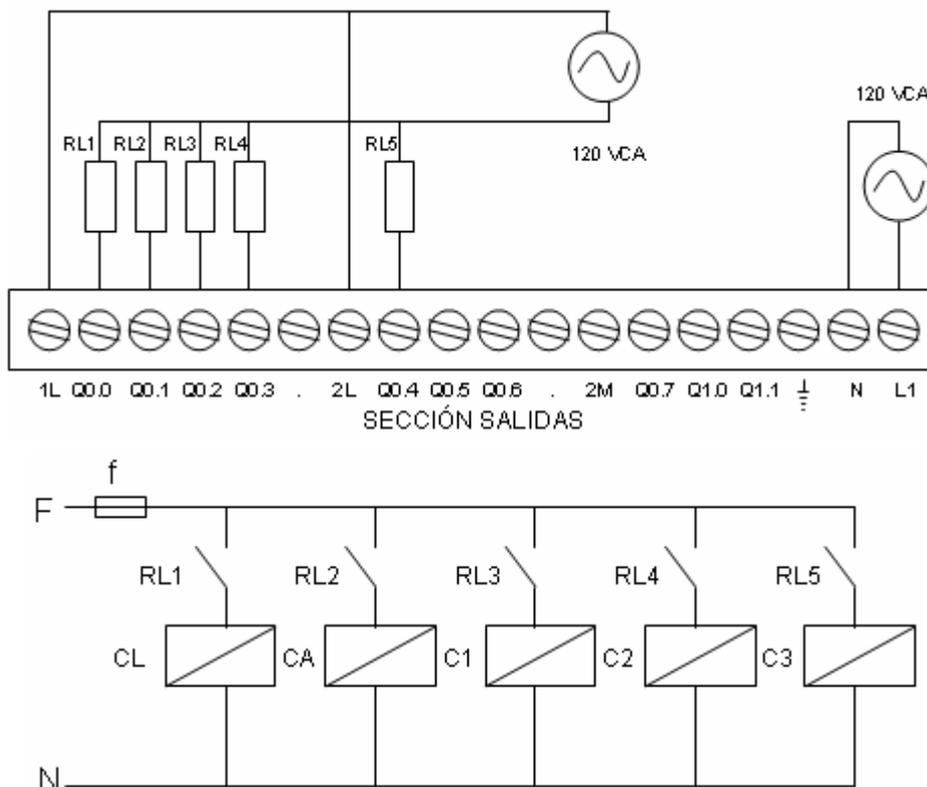
**3.2.- COMPROBAR EL FUNCIONAMIENTO MEDIANTE LA OBSERVACIÓN DE LOS LEDS INDICADORES DE ENTRADAS Y SALIDAS.**

**3.3.- IMPLEMENTAR EL CIRCUITO DE CONEXIÓN DE LAS ENTRADAS QUE SE INDICA EN LA FIGURA 5.10.**



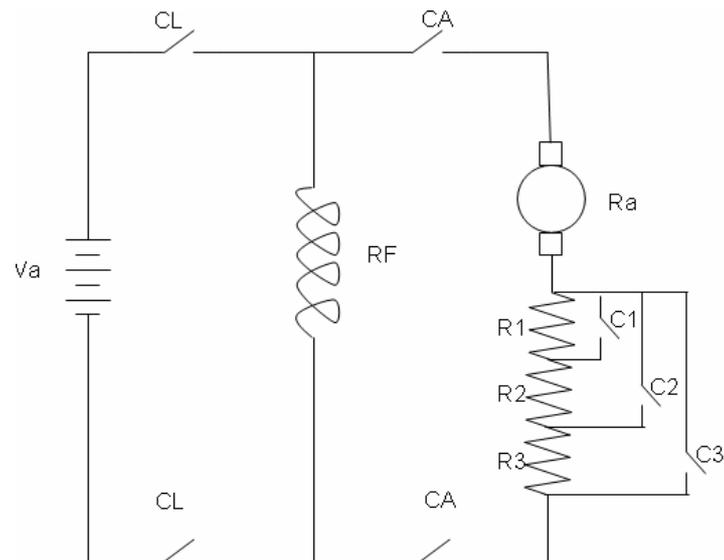
**Figura 5.10 Circuito de conexión de las entradas.**

**3.4.- IMPLEMENTAR EL CIRCUITO DE CONEXIÓN DE SALIDAS QUE SE INDICA EN LA FIGURA 5.11**



**Figura 5.11 Circuito de conexión de las salidas.**

**3.5.- IMPLEMENTAR EL CIRCUITO DE POTENCIA QUE SE INDICA EN LA FIGURA 5.12.**



**Figura 5.12 Circuito de potencia para el arranque en tres pasos de resistencia de un motor derivación de C.C.**

**3.6.- ACTIVAR LAS FUENTES DE ALIMENTACIÓN Y COMPROBAR EL FUNCIONAMIENTO.**

**4.- ANÁLISIS DE RESULTADOS.**

**5.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.**

**6.- BIBLIOGRAFÍA.**

## **PRÁCTICA No. 4**

**TEMA: ARRANQUE EN DOS PASOS DE RESISTENCIA Y FRENADO DINÁMICO DE UN MOTOR DERIVACIÓN DE CORRIENTE CONTINUA.**

### **1.- OBJETIVO:**

- ✓ Implementar los circuitos de Control y fuerza para el arranque en dos pasos de resistencia y frenado dinámico de un motor derivación de C.C.

### **2.- MATERIALES:**

- ✓ PLC S7-200 CPU 224
- ✓ Máquina de C.C.
- ✓ Pulsadores
- ✓ Contactores
- ✓ Relés
- ✓ Fuentes de alimentación

### 3.- PROCEDIMIENTO.

#### 3.1.- IMPLEMENTAR EL DIAGRAMA LADDER DE LA FIGURA 5.13 EN EL PLC S7-200 CPU 224

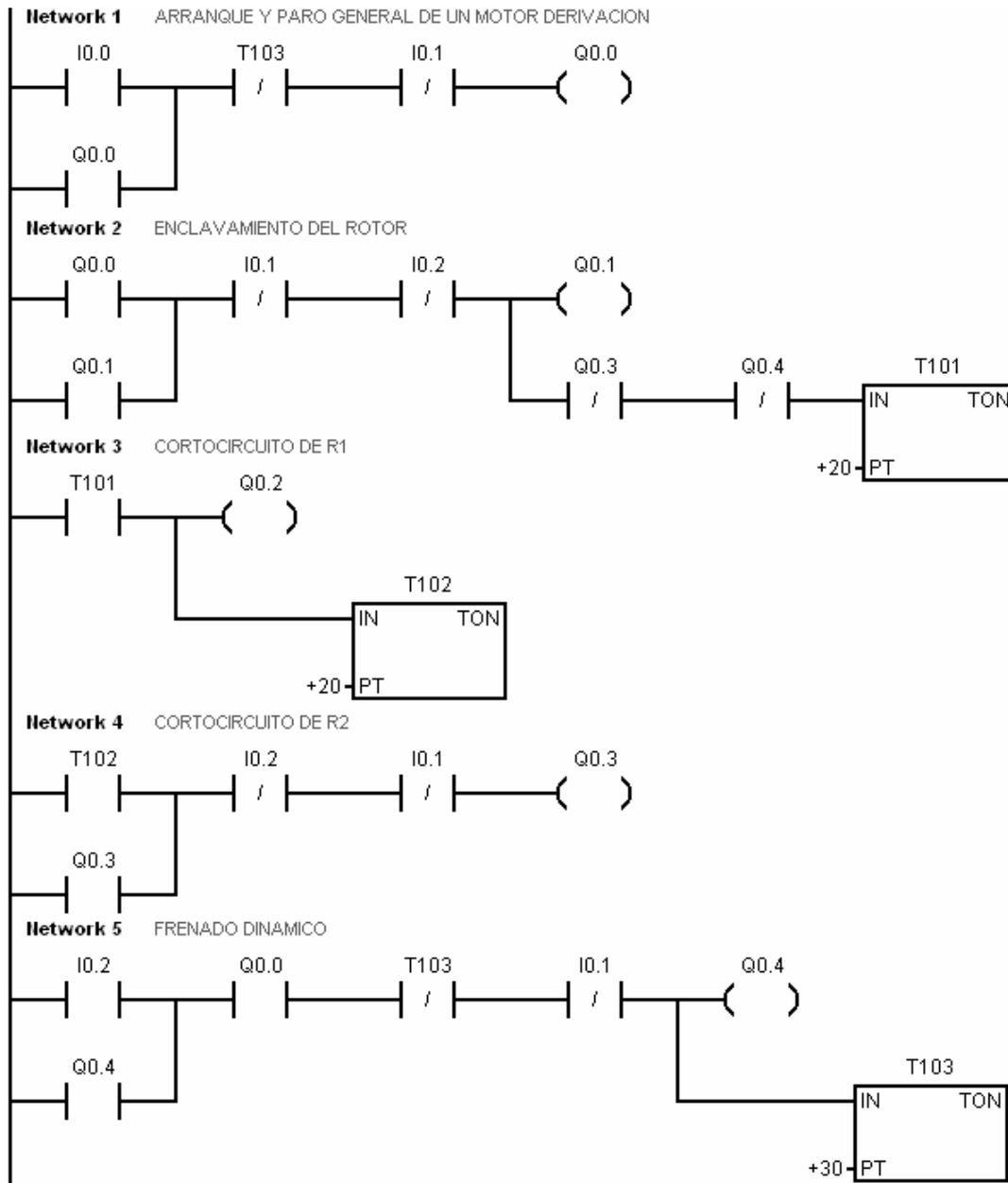


Figura 5.13 Diagrama Ladder para el arranque en dos pasos de resistencia y frenado dinámico de un motor derivación de cc.

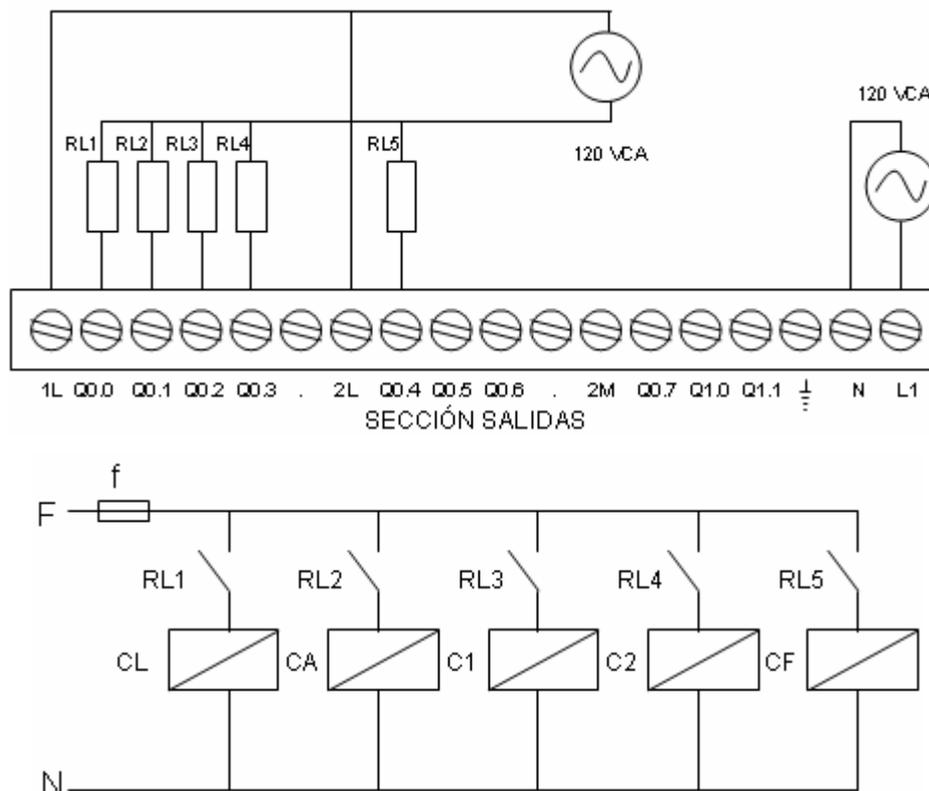
**3.2.- COMPROBAR EL FUNCIONAMIENTO MEDIANTE LA OBSERVACIÓN DE LOS LEDS INDICADORES DE ENTRADAS Y SALIDAS.**

**3.3.- IMPLEMENTAR EL CIRCUITO DE CONEXIÓN DE LAS ENTRADAS QUE SE INDICA EN LA FIGURA 5.14.**



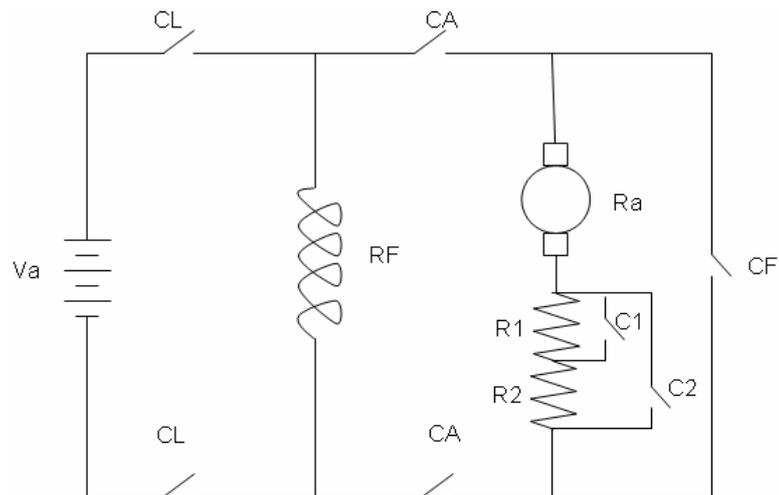
**Figura 5.14 Circuito de conexión de las entradas.**

**3.4.- IMPLEMENTAR EL CIRCUITO DE CONEXIÓN DE SALIDAS QUE SE INDICA EN LA FIGURA 5.15**



**Figura 5.15 Circuito de conexión de las salidas.**

**3.5.- IMPLEMENTAR EL CIRCUITO DE POTENCIA QUE SE INDICA EN LA FIGURA 5.16.**



**Figura 5.16 Circuito de potencia para el arranque en dos pasos de resistencia y frenado dinámico de un motor derivación de C.C.**

**3.6.- ACTIVAR LAS FUENTES DE ALIMENTACIÓN Y COMPROBAR EL FUNCIONAMIENTO.**

**4.- ANÁLISIS DE RESULTADOS.**

**5.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.**

**6.- BIBLIOGRAFÍA.**

## **PRÁCTICA No. 5**

**TEMA: ARRANQUE EN TRES PASOS DE RESISTENCIA Y FRENADO DINÁMICO DE UN MOTOR DERIVACIÓN DE CORRIENTE CONTINUA.**

### **1.- OBJETIVO:**

- ✓ Implementar los circuitos de Control y fuerza para el arranque en tres pasos de resistencia y frenado dinámico de un motor derivación de C.C.

### **2.- MATERIALES:**

- ✓ PLC S7-200 CPU 224
- ✓ Máquina de C.C.
- ✓ Pulsadores
- ✓ Contactores
- ✓ Relés
- ✓ Fuentes de alimentación

### 3.- PROCEDIMIENTO.

#### 3.1.- IMPLEMENTAR EL DIAGRAMA LADDER DE LA FIGURA 5.17 EN EL PLC S7-200 CPU 224

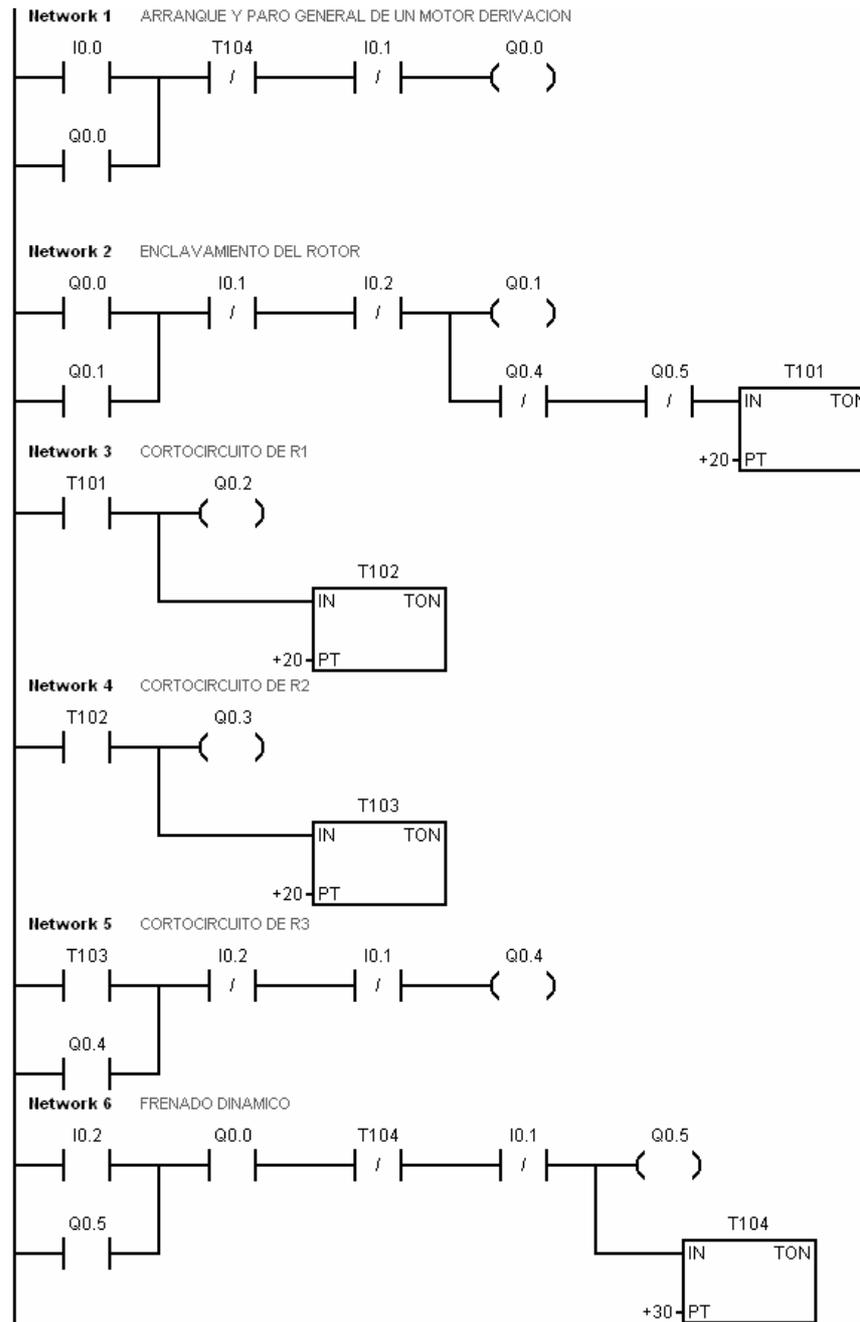


Figura 5.17 Diagrama Ladder para el arranque en tres pasos de resistencia y frenado dinámico de un motor derivación de cc.

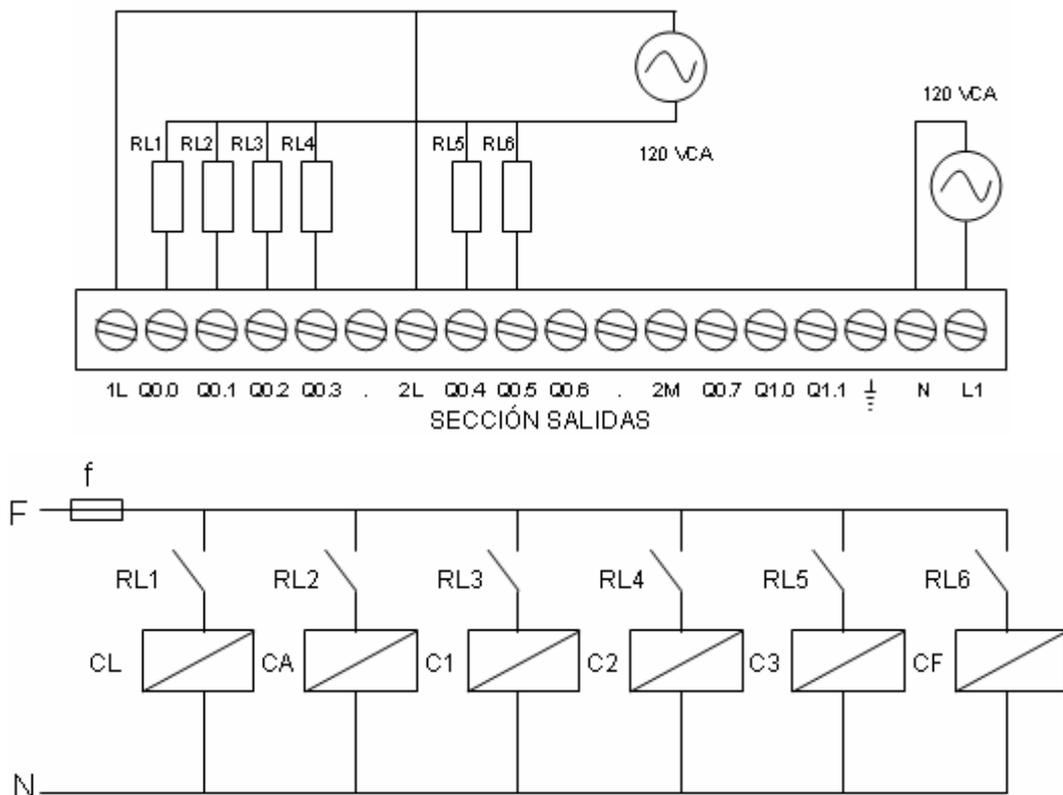
**3.2.- COMPROBAR EL FUNCIONAMIENTO MEDIANTE LA OBSERVACIÓN DE LOS LEDS INDICADORES DE ENTRADAS Y SALIDAS.**

**3.3.- IMPLEMENTAR EL CIRCUITO DE CONEXIÓN DE LAS ENTRADAS QUE SE INDICA EN LA FIGURA 5.18.**



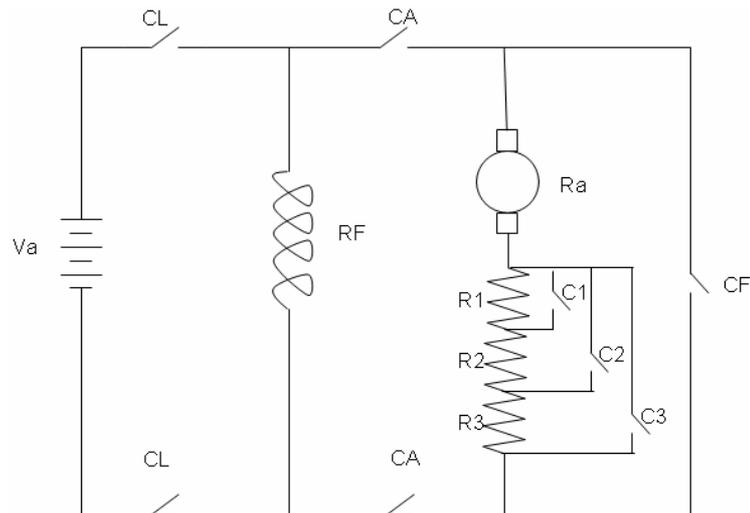
**Figura 5.18 Circuito de conexión de las entradas.**

**3.4.- IMPLEMENTAR EL CIRCUITO DE CONEXIÓN DE SALIDAS QUE SE INDICA EN LA FIGURA 5.19.**



**Figura 5.19 Circuito de conexión de las salidas.**

**3.5.- IMPLEMENTAR EL CIRCUITO DE POTENCIA QUE SE INDICA EN LA FIGURA 5.20.**



**Figura 5.20 Circuito de potencia para el arranque en tres pasos de resistencia y frenado dinámico de un motor derivación de C.C.**

**3.6.- ACTIVAR LAS FUENTES DE ALIMENTACIÓN Y COMPROBAR EL FUNCIONAMIENTO.**

**4.- ANÁLISIS DE RESULTADOS.**

**5.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.**

**6.- BIBLIOGRAFÍA.**

## **PRÁCTICA No. 6**

**TEMA: ARRANQUE EN DOS PASOS DE RESISTENCIA, FRENADO DINÁMICO E INVERSIÓN DE GIRO DE UN MOTOR DERIVACIÓN DE C.C.**

### **1.- OBJETIVO:**

- ✓ Implementar los circuitos de Control y fuerza para el arranque en dos pasos de resistencia, frenado dinámico e inversión de giro de un motor derivación de C.C.

### **2.- MATERIALES:**

- ✓ PLC S7-200 CPU 224
- ✓ Máquina de C.C.
- ✓ Pulsadores
- ✓ Contactores
- ✓ Relés
- ✓ Fuentes de alimentación

### 3.- PROCEDIMIENTO.

#### 3.1.- IMPLEMENTAR EL DIAGRAMA LADDER DE LA FIGURA 5.21 EN EL PLC S7-200 CPU 224.

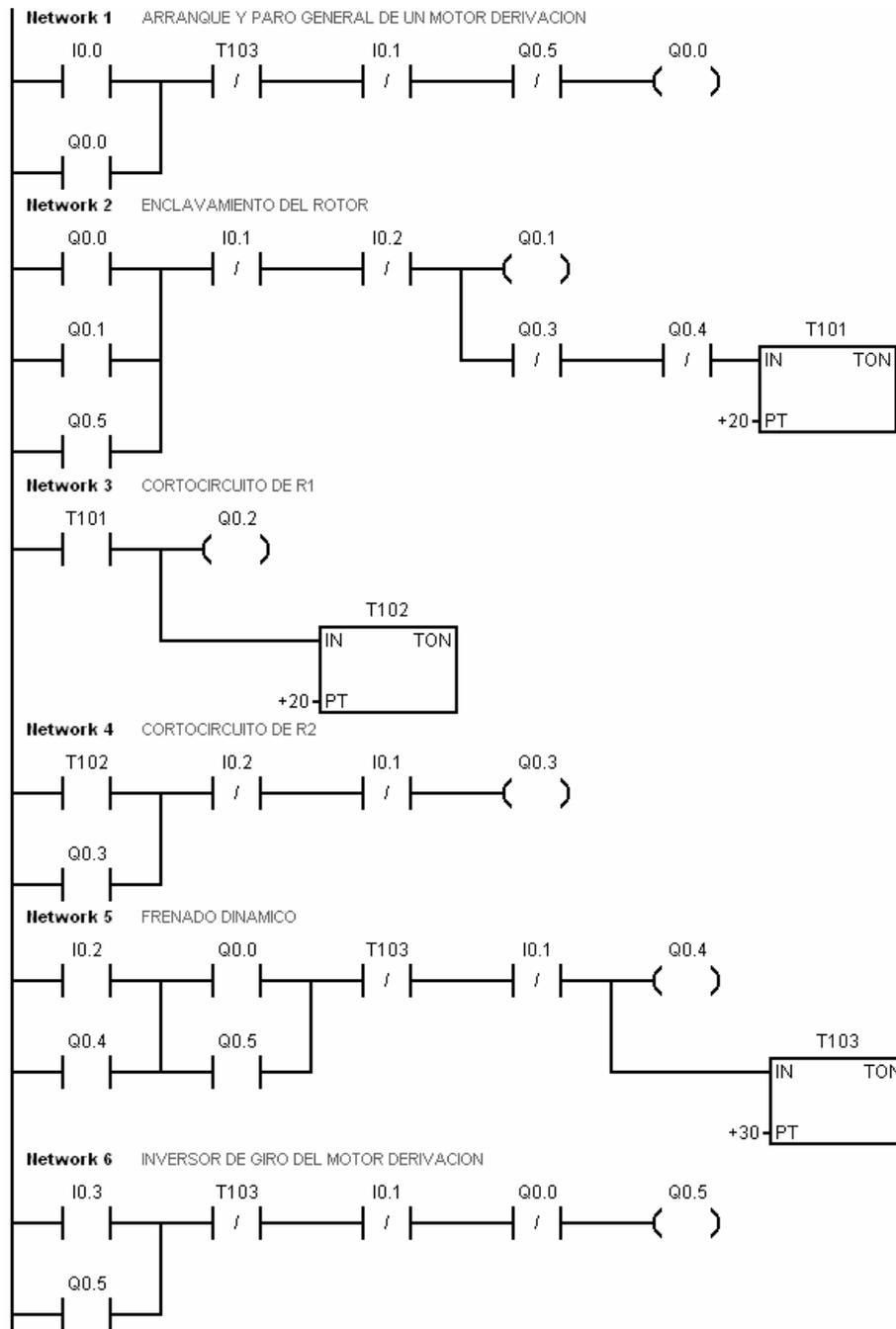


Figura 5.21 Diagrama Ladder para el arranque en dos pasos de resistencia, frenado dinámico e inversión de giro de un motor derivación de cc.

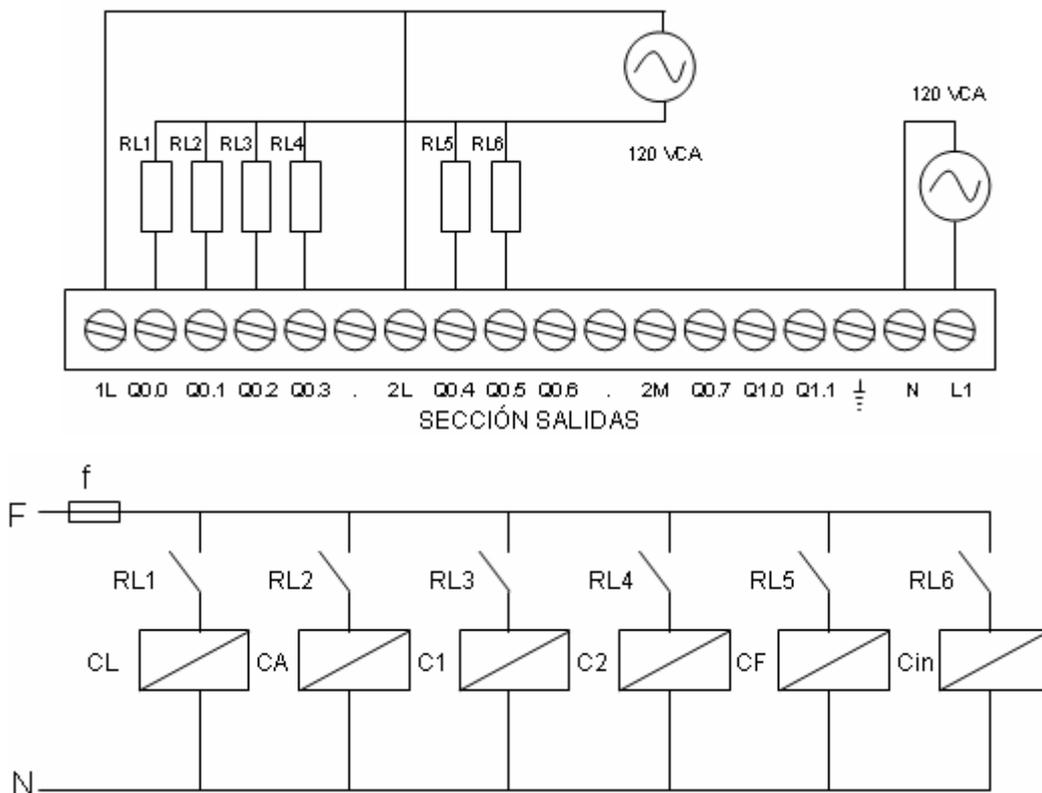
**3.2.- COMPROBAR EL FUNCIONAMIENTO MEDIANTE LA OBSERVACIÓN DE LOS LEDS INDICADORES DE ENTRADAS Y SALIDAS.**

**3.3.- IMPLEMENTAR EL CIRCUITO DE CONEXIÓN DE LAS ENTRADAS QUE SE INDICA EN LA FIGURA 5.22.**



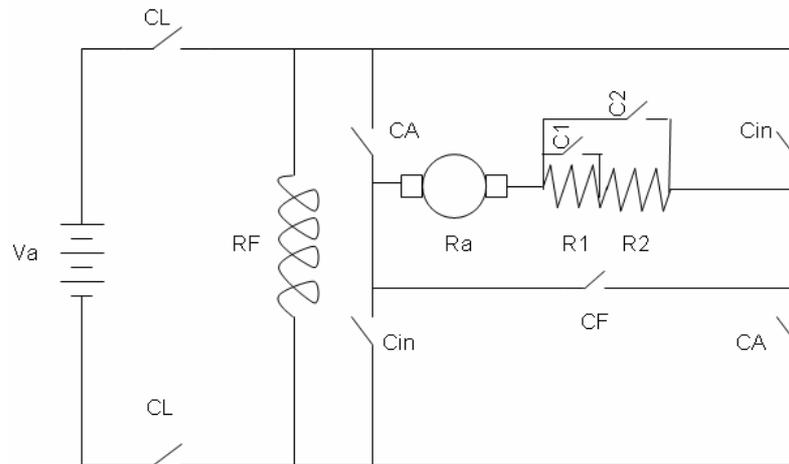
**Figura 5.22 Circuito de conexión de las entradas.**

**3.4.- IMPLEMENTAR EL CIRCUITO DE CONEXIÓN DE SALIDAS QUE SE INDICA EN LA FIGURA 5.23.**



**Figura 5.23 Circuito de conexión de las salidas.**

**3.5.- IMPLEMENTAR EL CIRCUITO DE POTENCIA QUE SE INDICA EN LA FIGURA 5.24.**



**Figura 5.24 Circuito de potencia para el arranque en dos pasos de resistencia, frenado dinámico e inversión de giro de un motor derivación de C.C.**

**3.6.- ACTIVAR LAS FUENTES DE ALIMENTACIÓN Y COMPROBAR EL FUNCIONAMIENTO.**

**4.- ANÁLISIS DE RESULTADOS.**

**5.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.**

**6.- BIBLIOGRAFÍA.**

## **PRÁCTICA No. 7**

**TEMA: ARRANQUE EN TRES PASOS DE RESISTENCIA, FRENADO DINÁMICO E INVERSIÓN DE GIRO DE UN MOTOR DERIVACIÓN DE C.C.**

### **1.- OBJETIVO:**

- ✓ Implementar los circuitos de Control y fuerza para el arranque en tres pasos de resistencia, frenado dinámico e inversión de giro de un motor derivación de C.C.

### **2.- MATERIALES:**

- ✓ PLC S7-200 CPU 224
- ✓ Máquina de C.C.
- ✓ Pulsadores
- ✓ Contactores
- ✓ Relés
- ✓ Fuentes de alimentación

### 3.- PROCEDIMIENTO.

#### 3.1.- IMPLEMENTAR EL DIAGRAMA LADDER DE LA FIGURA 5.25 EN EL PLC S7-200 CPU 224

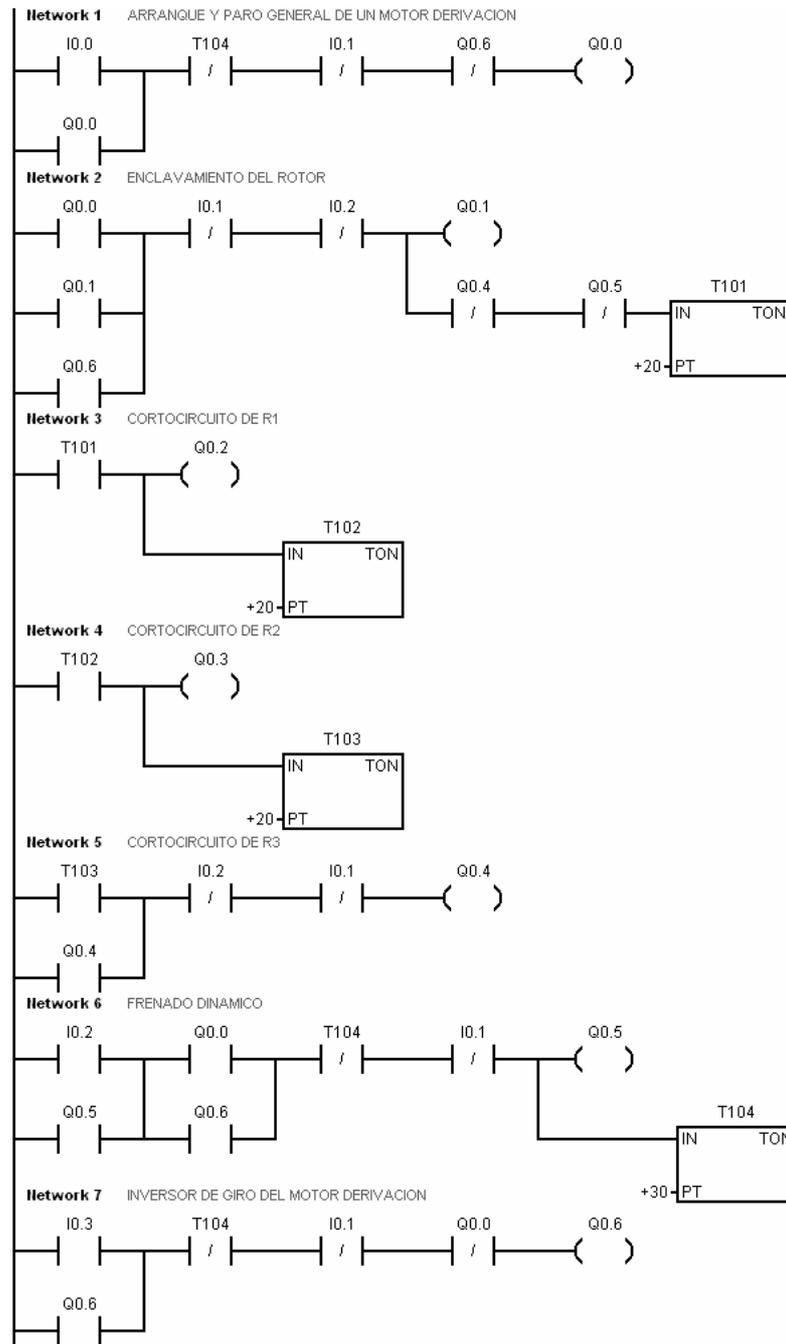


Figura 5.25 Diagrama Ladder para el arranque en tres pasos de resistencia, frenado dinámico e inversión de giro de un motor derivación de cc.

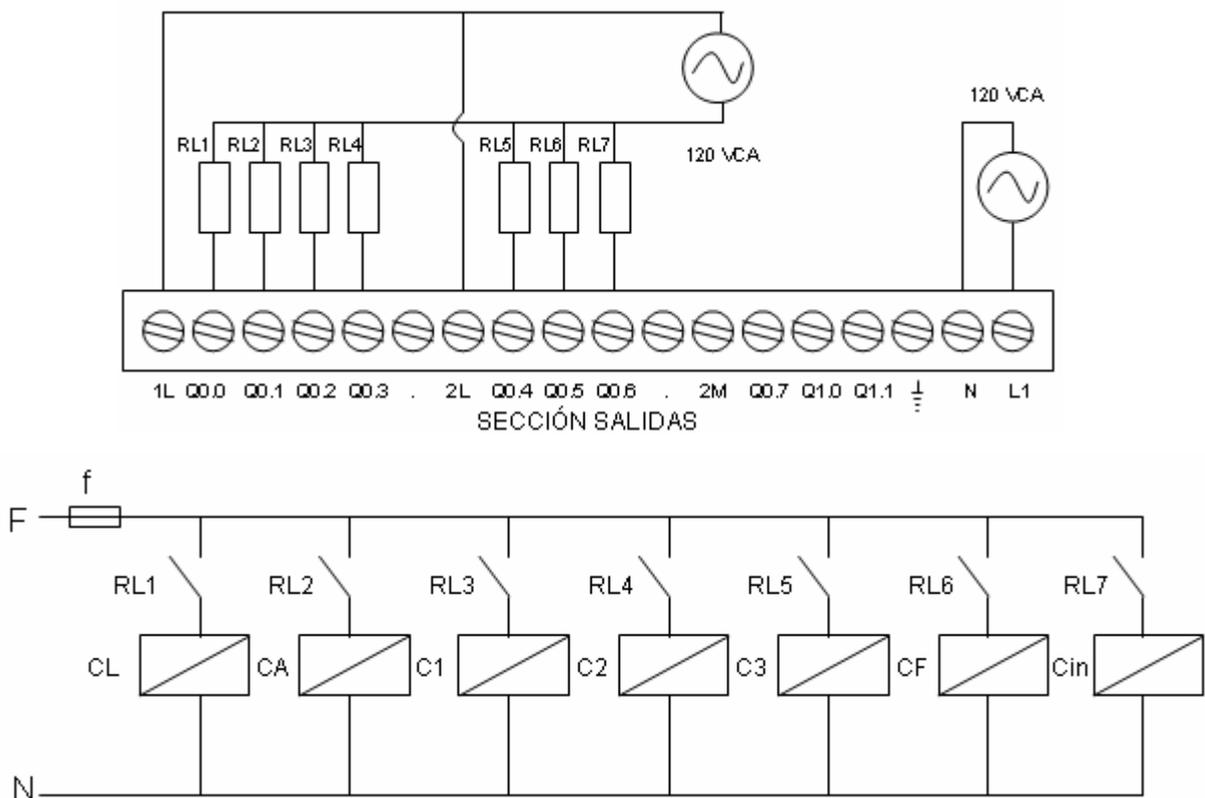
**3.2.- COMPROBAR EL FUNCIONAMIENTO MEDIANTE LA OBSERVACIÓN DE LOS LEDS INDICADORES DE ENTRADAS Y SALIDAS.**

**3.3.- IMPLEMENTAR EL CIRCUITO DE CONEXIÓN DE LAS ENTRADAS QUE SE INDICA EN LA FIGURA 5.26.**



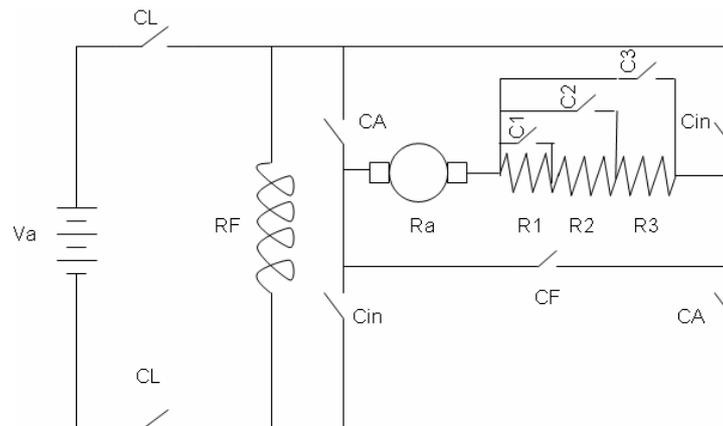
**Figura 5.26 Circuito de conexión de las entradas.**

**3.4.- IMPLEMENTAR EL CIRCUITO DE CONEXIÓN DE SALIDAS QUE SE INDICA EN LA FIGURA 5.27**



**Figura 5.27 Circuito de conexión de las salidas.**

**3.5.- IMPLEMENTAR EL CIRCUITO DE POTENCIA QUE SE INDICA EN LA FIGURA 5.28.**



**Figura 5.28 Circuito de potencia para el arranque en tres pasos de resistencia, frenado dinámico e inversión de giro de un motor derivación de C.C.**

**3.6.- ACTIVAR LAS FUENTES DE ALIMENTACIÓN Y COMPROBAR EL FUNCIONAMIENTO.**

**4.- ANÁLISIS DE RESULTADOS.**

**5.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.**

**6.- BIBLIOGRAFÍA.**

## **PRACTICA No. 8**

**TEMA: ARRANQUE ESTRELLA - TRIÁNGULO DE UN MOTOR JAULA DE ARDILLA.**

### **1.- OBJETIVO:**

- ✓ Implementar los circuitos de Control y fuerza para el arranque estrella - triángulo de un motor jaula de ardilla.

### **2.- MATERIALES:**

- ✓ PLC S7-200 CPU 224
- ✓ Motor trifásico jaula de ardilla.
- ✓ Pulsadores
- ✓ Contactores
- ✓ Relés
- ✓ Relé térmico
- ✓ Fuentes de alimentación

### 3.- PROCEDIMIENTO.

#### 3.1.- IMPLEMENTAR EL DIAGRAMA LADDER DE LA FIGURA 5.29 EN EL PLC S7-200 CPU 224

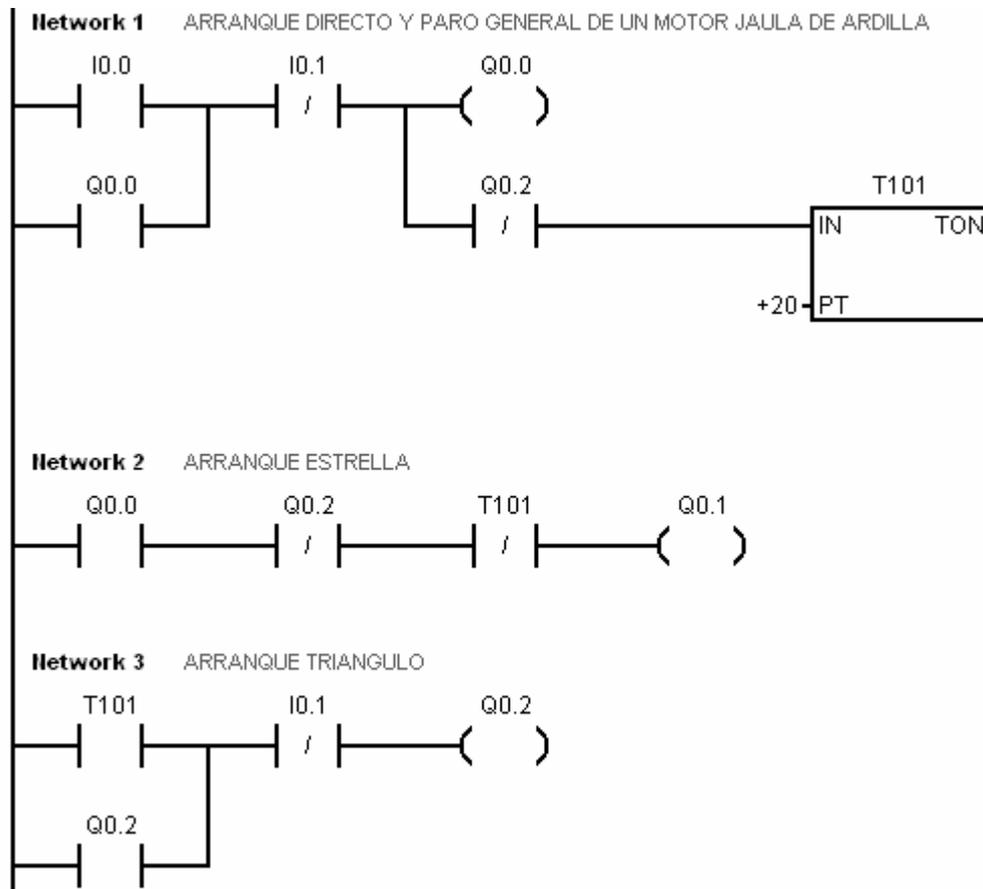


Figura 5.29 Diagrama Ladder para el arranque estrella - triángulo de un motor jaula de ardilla.

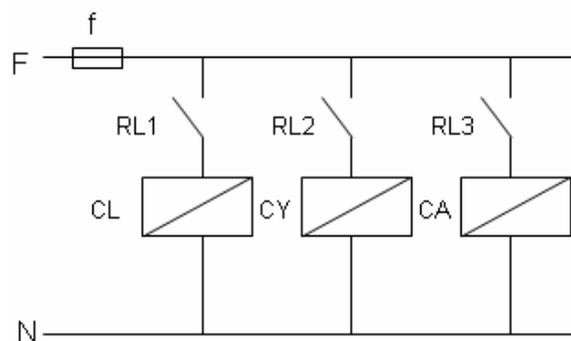
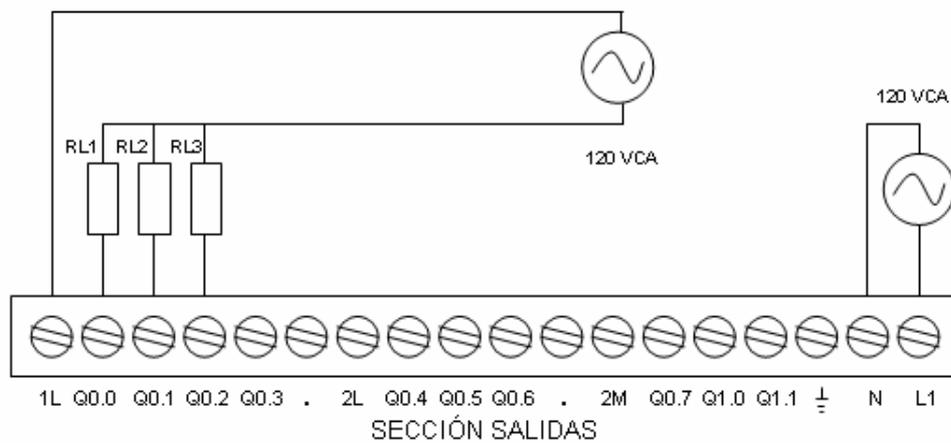
**3.2.- COMPROBAR EL FUNCIONAMIENTO MEDIANTE LA OBSERVACIÓN DE LOS LEDS INDICADORES DE ENTRADAS Y SALIDAS.**

**3.3.- IMPLEMENTAR EL CIRCUITO DE CONEXIÓN DE LAS ENTRADAS QUE SE INDICA EN LA FIGURA 5.30.**



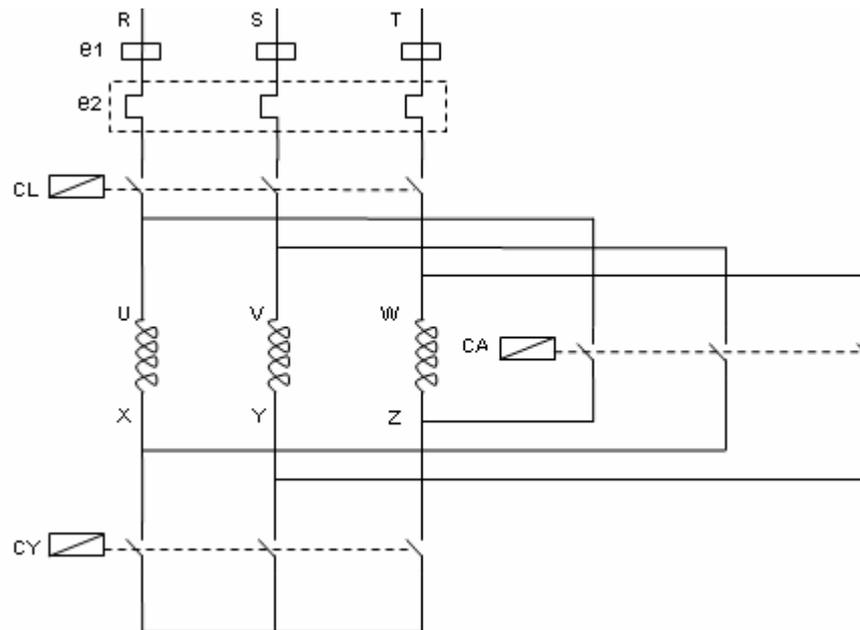
**Figura 5.30** Circuito de conexión de las entradas.

**3.4.- IMPLEMENTAR EL CIRCUITO DE CONEXIÓN DE SALIDAS QUE SE INDICA EN LA FIGURA 5.31.**



**Figura 5.31.** Circuito de conexión de las salidas.

**3.5.- IMPLEMENTAR EL CIRCUITO DE POTENCIA QUE SE INDICA EN LA FIGURA 5.32.**



**Figura 5.32 Circuito de potencia para el arranque estrella – triángulo de un motor jaula de ardilla.**

**3.6.- ACTIVAR LAS FUENTES DE ALIMENTACIÓN Y COMPROBAR EL FUNCIONAMIENTO.**

**4.- ANÁLISIS DE RESULTADOS.**

**5.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.**

**6.- BIBLIOGRAFÍA.**

## **PRACTICA No. 9.**

### **TEMA: ARRANQUE ESTRELLA - TRIÁNGULO Y FRENADO POR INYECCIÓN DE CORRIENTE CONTINUA DE UN MOTOR JAULA DE ARDILLA**

#### **1.- OBJETIVO:**

- ✓ Implementar los circuitos de Control y fuerza para el arranque estrella - triángulo y frenado por inyección de corriente continua de un motor jaula de ardilla.

#### **2.- MATERIALES:**

- ✓ PLC S7-200 CPU 224
- ✓ Motor trifásico jaula de ardilla.
- ✓ Pulsadores
- ✓ Contactores
- ✓ Relés
- ✓ Relé térmico
- ✓ Fuentes de alimentación

### 3.- PROCEDIMIENTO.

#### 3.1.- IMPLEMENTAR EL DIAGRAMA LADDER DE LA FIGURA 5.33 EN EL PLC S7-200 CPU 224

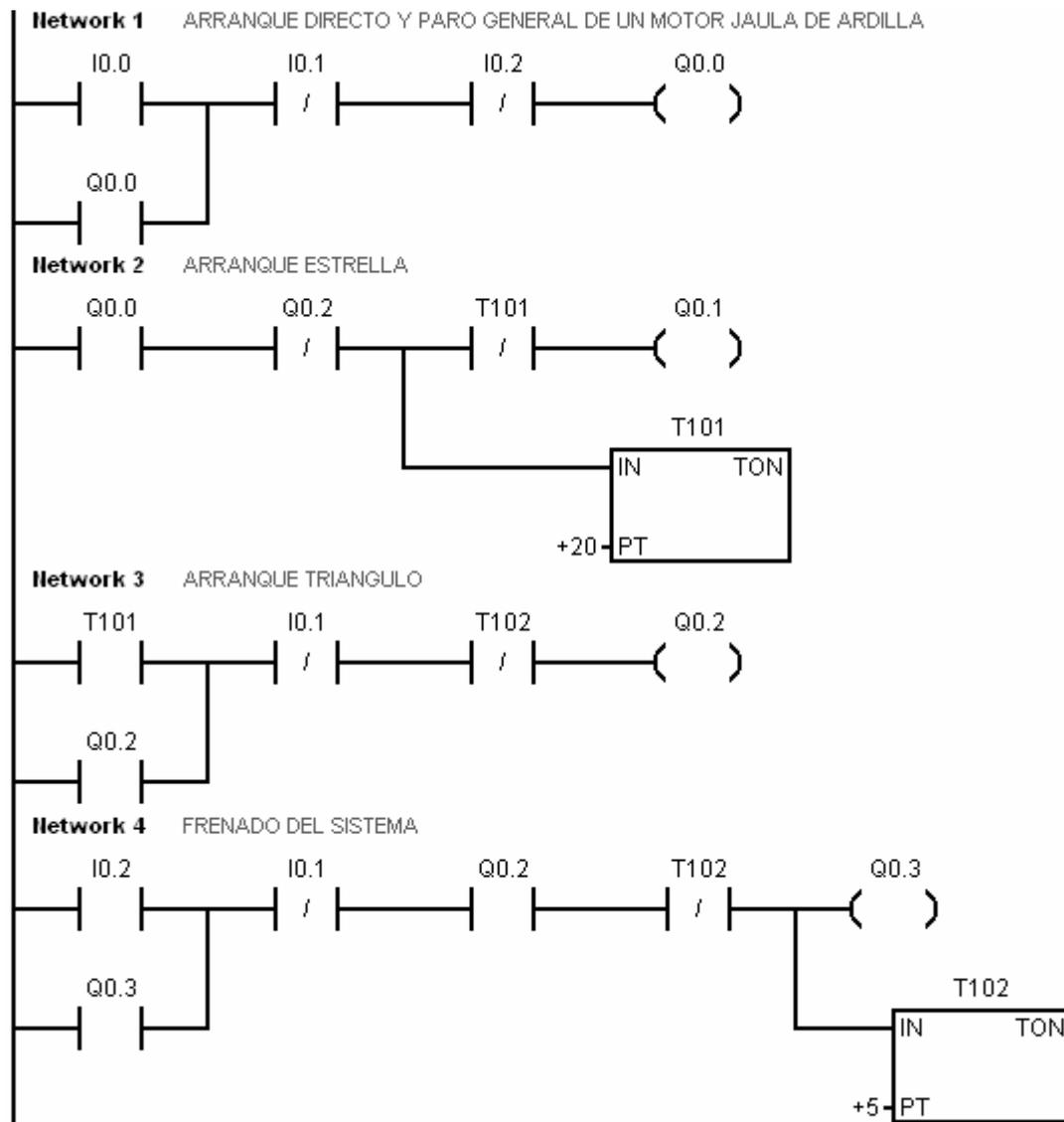


Figura 5.33 Diagrama Ladder para el arranque estrella - triángulo y frenado por inyección de corriente continua de un motor jaula de ardilla.

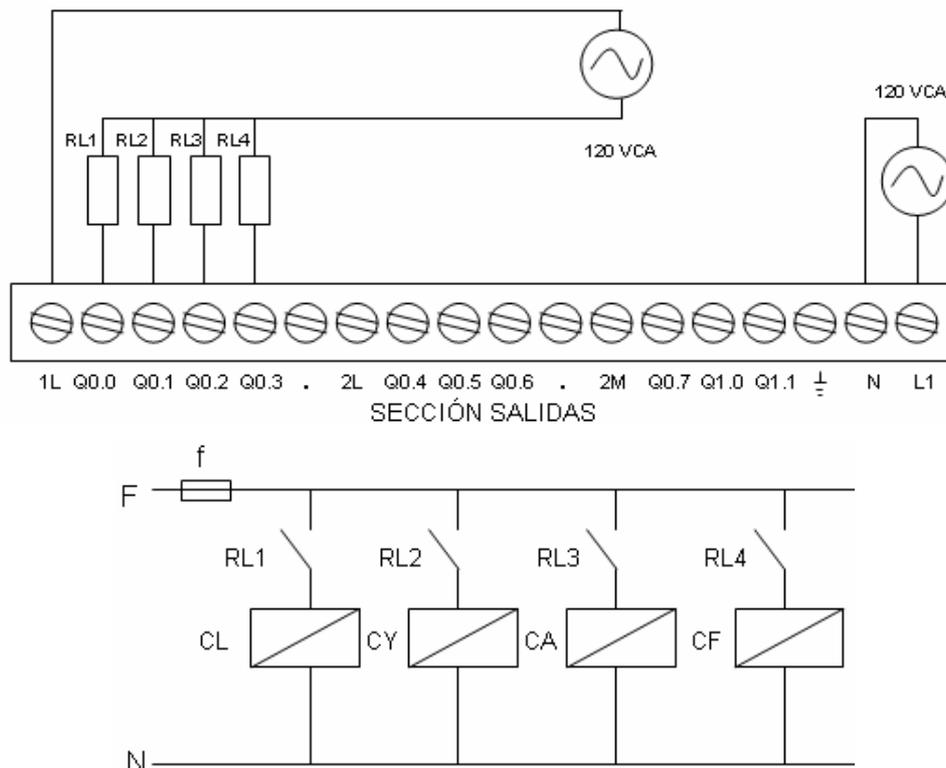
**3.2.- COMPROBAR EL FUNCIONAMIENTO MEDIANTE LA OBSERVACIÓN DE LOS LEDS INDICADORES DE ENTRADAS Y SALIDAS.**

**3.3.- IMPLEMENTAR EL CIRCUITO DE CONEXIÓN DE LAS ENTRADAS QUE SE INDICA EN LA FIGURA 5.34.**



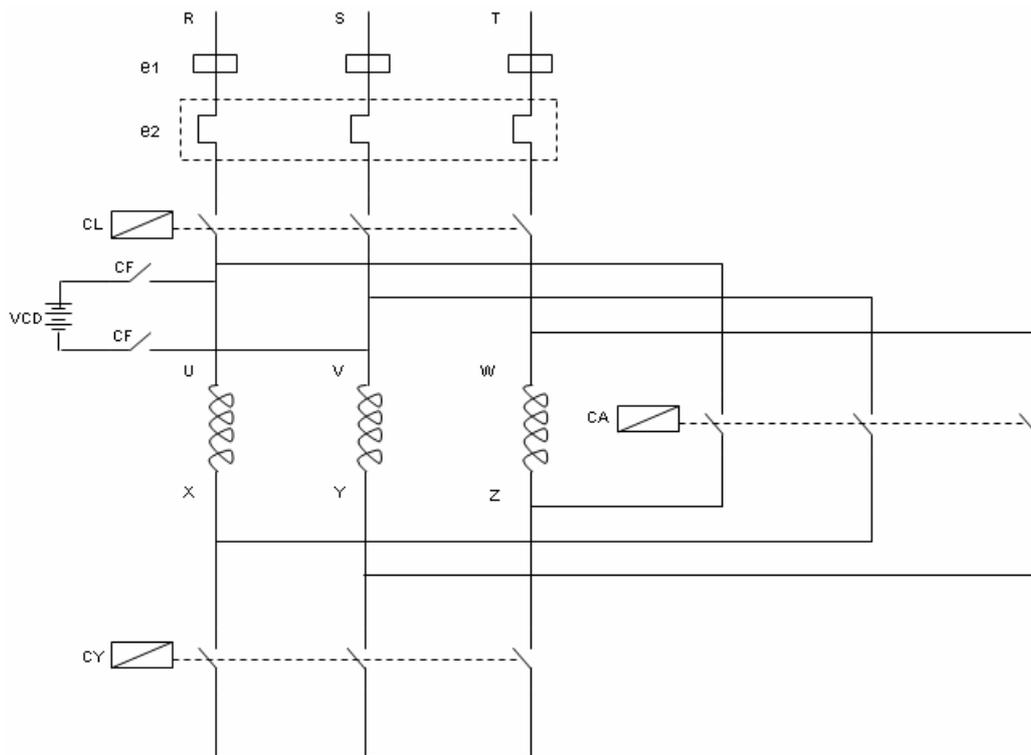
**Figura 5.34. Circuito de conexión de las salidas.**

**3.4.- IMPLEMENTAR EL CIRCUITO DE CONEXIÓN DE SALIDAS QUE SE INDICA EN LA FIGURA 5.35**



**Figura 5.35. Circuito de conexión de las salidas.**

**3.5.- IMPLEMENTAR EL CIRCUITO DE POTENCIA QUE SE INDICA EN LA FIGURA 5.36.**



**Figura 5.36 Circuito de potencia para el arranque estrella – triángulo y frenado por inyección de C.C. de un motor jaula de ardilla.**

**3.6.- ACTIVAR LAS FUENTES DE ALIMENTACIÓN Y COMPROBAR EL FUNCIONAMIENTO.**

**4.- ANÁLISIS DE RESULTADOS.**

**5.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.**

**6.- BIBLIOGRAFÍA.**

## **PRACTICA No. 10.**

**TEMA: ARRANQUE ESTRELLA – TRIÁNGULO, FRENADO POR INYECCIÓN DE CORRIENTE CONTINUA E INVERSIÓN DE GIRO DE UN MOTOR JAULA DE ARDILLA**

### **1.- OBJETIVO:**

- ✓ Implementar los circuitos de Control y fuerza para el arranque estrella – triángulo, frenado por inyección de corriente continua e inversor de giro de un motor jaula de ardilla.

### **2.- MATERIALES:**

- ✓ PLC S7-200 CPU 224
- ✓ Motor trifásico jaula de ardilla.
- ✓ Pulsadores
- ✓ Contactores
- ✓ Relés
- ✓ Relé térmico
- ✓ Fuentes de alimentación

### 3.- PROCEDIMIENTO.

#### 3.1.- IMPLEMENTAR EL DIAGRAMA LADDER DE LA FIGURA 5.37 EN EL PLC S7-200 CPU 224

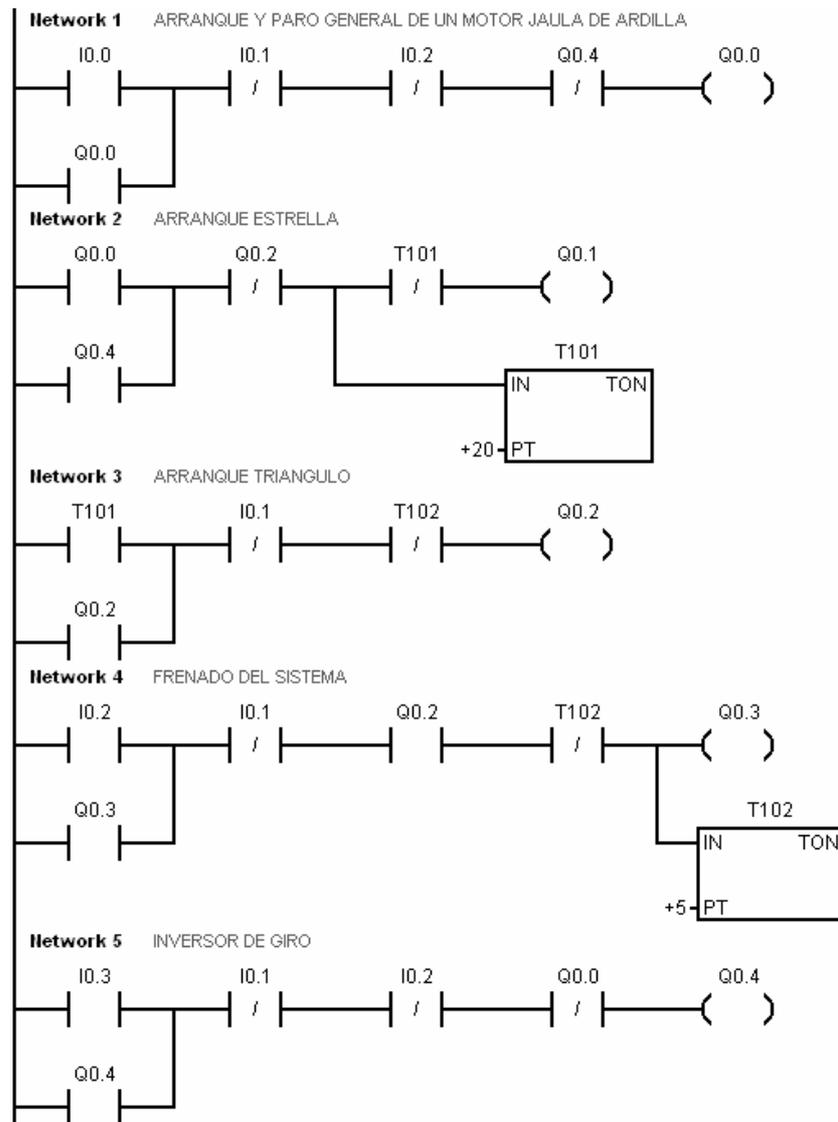


Figura 5.37 Diagrama Ladder para el arranque estrella – triángulo, frenado por inyección de corriente continua e inversor de giro de un motor jaula de ardilla.

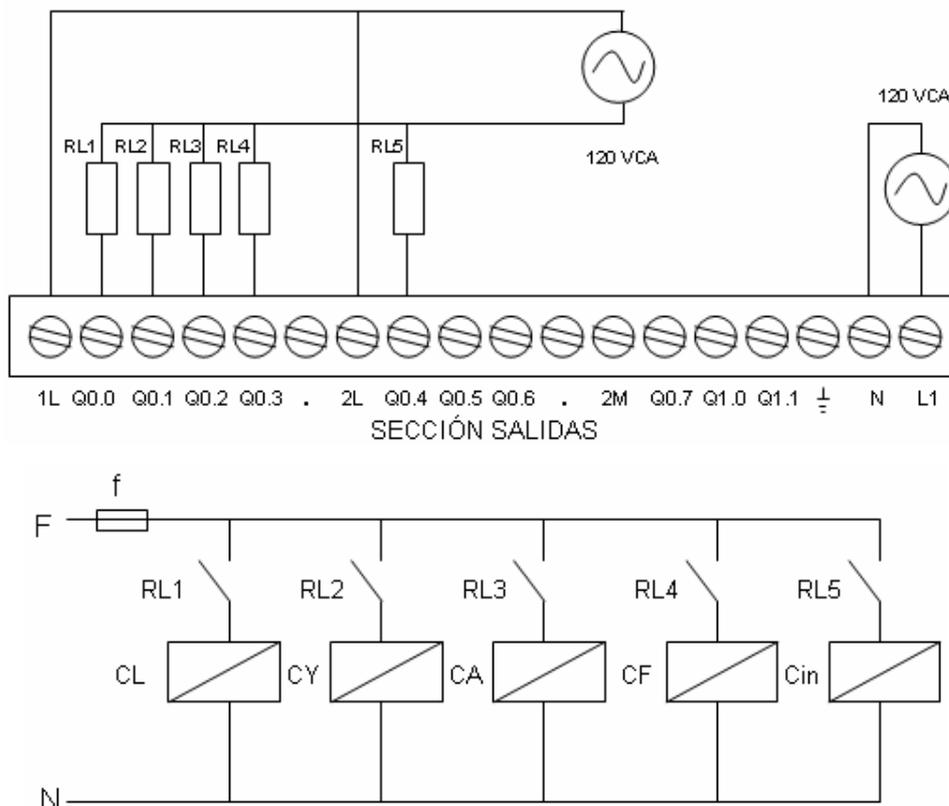
**3.2.- COMPROBAR EL FUNCIONAMIENTO MEDIANTE LA OBSERVACIÓN DE LOS LEDS INDICADORES DE ENTRADAS Y SALIDAS.**

**3.3.- IMPLEMENTAR EL CIRCUITO DE CONEXIÓN DE LAS ENTRADAS QUE SE INDICA EN LA FIGURA 5.38.**



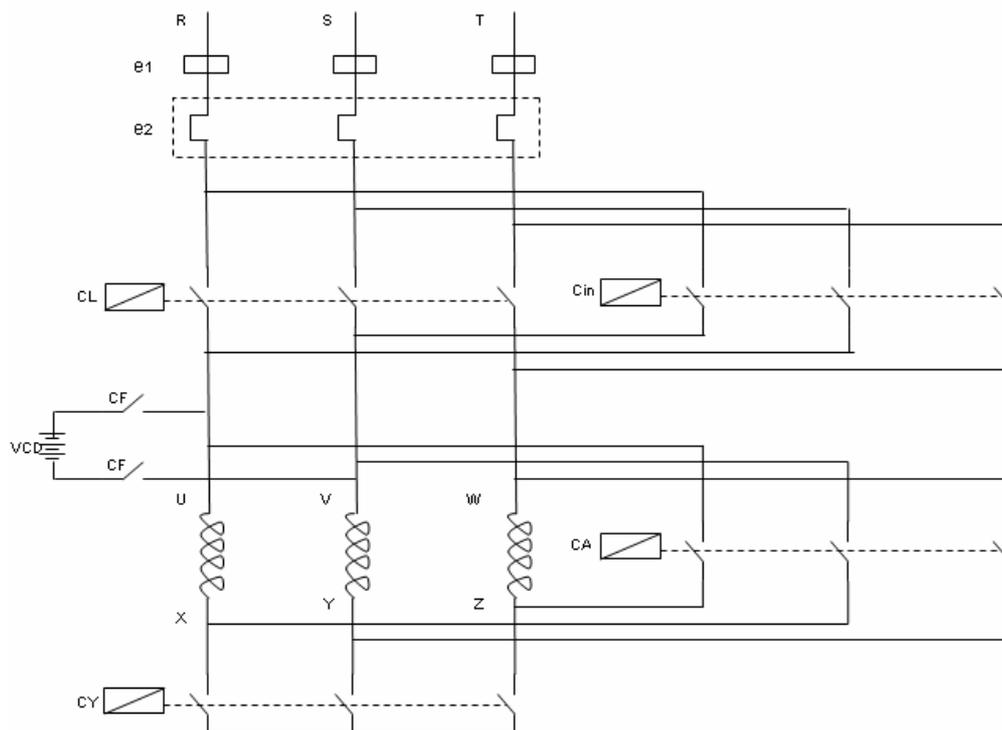
**Figura 5.38. Circuito de conexión de las salidas.**

**3.4.- IMPLEMENTAR EL CIRCUITO DE CONEXIÓN DE SALIDAS QUE SE INDICA EN LA FIGURA 5.39**



**Figura 5.39. Circuito de conexión de las salidas.**

**3.5.- IMPLEMENTAR EL CIRCUITO DE POTENCIA QUE SE INDICA EN LA FIGURA 5.40.**



**Figura 5.40 Circuito de potencia para el arranque estrella – triángulo, frenado por inyección de C.C. e inversión de giro de un motor jaula de ardilla.**

**3.6.- ACTIVAR LAS FUENTES DE ALIMENTACIÓN Y COMPROBAR EL FUNCIONAMIENTO.**

**4.- ANÁLISIS DE RESULTADOS.**

**5.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.**

**6.- BIBLIOGRAFÍA.**

## **PRÁCTICA No. 11**

**TEMA: ARRANQUE DIRECTO, FRENADO POR INYECCIÓN DE CORRIENTE CONTINUA E INVERSIÓN DE GIRO DE UN MOTOR TRIFÁSICO DE INDUCCIÓN.**

### **1.- OBJETIVO:**

- ✓ Implementar los circuitos de Control y fuerza para el arranque directo, frenado por inyección de corriente continua e inversión de giro de un motor trifásico de inducción.

### **2.- MATERIALES:**

- ✓ PLC S7-200 CPU 224
- ✓ Motor trifásico de inducción.
- ✓ Pulsadores
- ✓ Contactores
- ✓ Relés
- ✓ Relé térmico
- ✓ Fuentes de alimentación

### 3.- PROCEDIMIENTO.

#### 3.1.- IMPLEMENTAR EL DIAGRAMA LADDER DE LA FIGURA 5.41 EN EL PLC S7-200 CPU 224

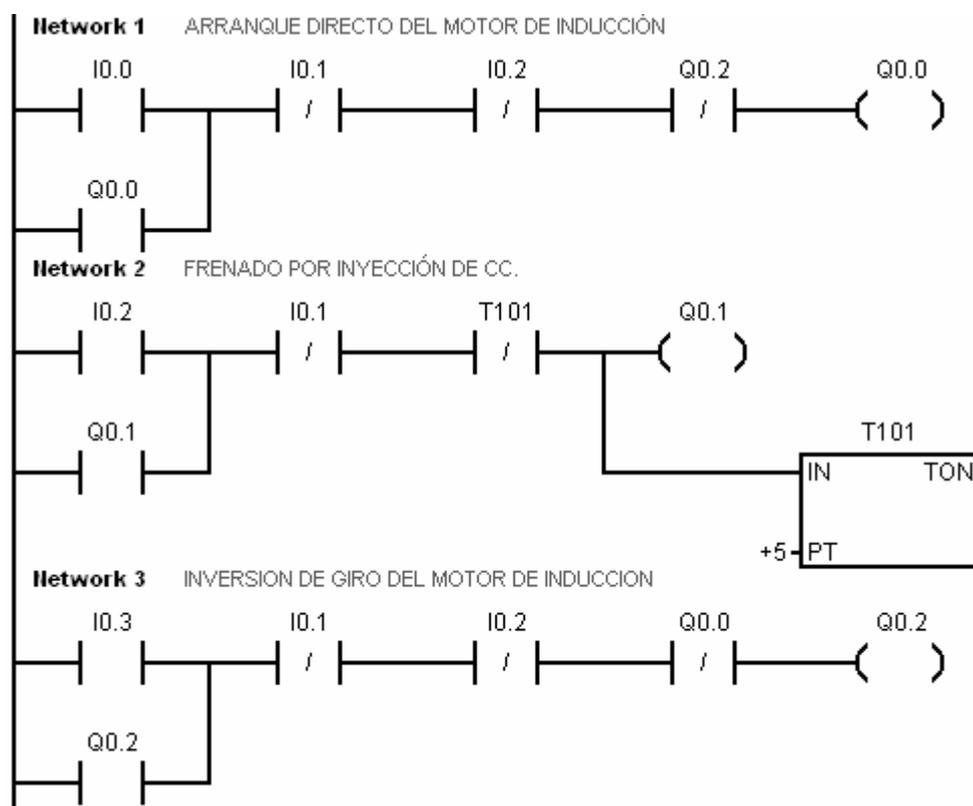


Figura 5.41 Diagrama Ladder para el arranque directo, frenado por inyección de corriente continua e inversión de giro de un motor trifásico de inducción.

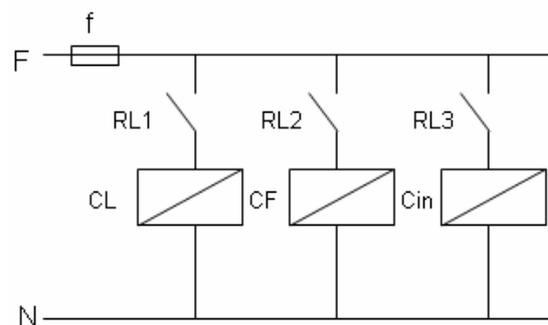
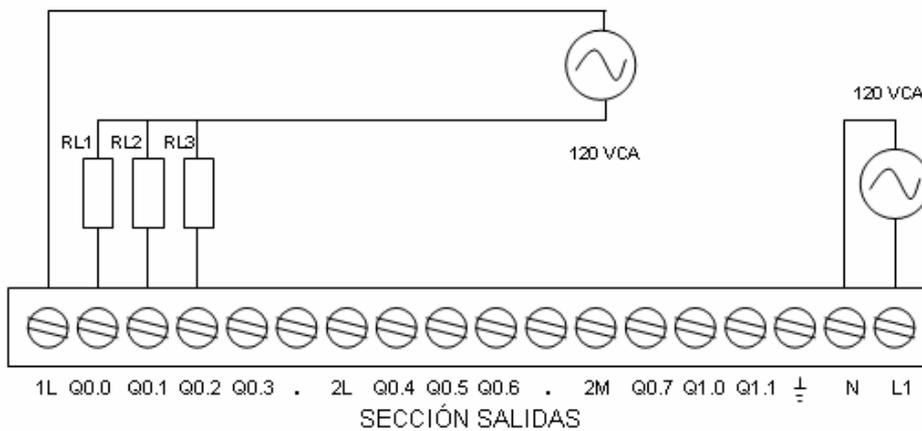
**3.2.- COMPROBAR EL FUNCIONAMIENTO MEDIANTE LA OBSERVACIÓN DE LOS LEDS INDICADORES DE ENTRADAS Y SALIDAS.**

**3.3.- IMPLEMENTAR EL CIRCUITO DE CONEXIÓN DE LAS ENTRADAS QUE SE INDICA EN LA FIGURA 5.42.**



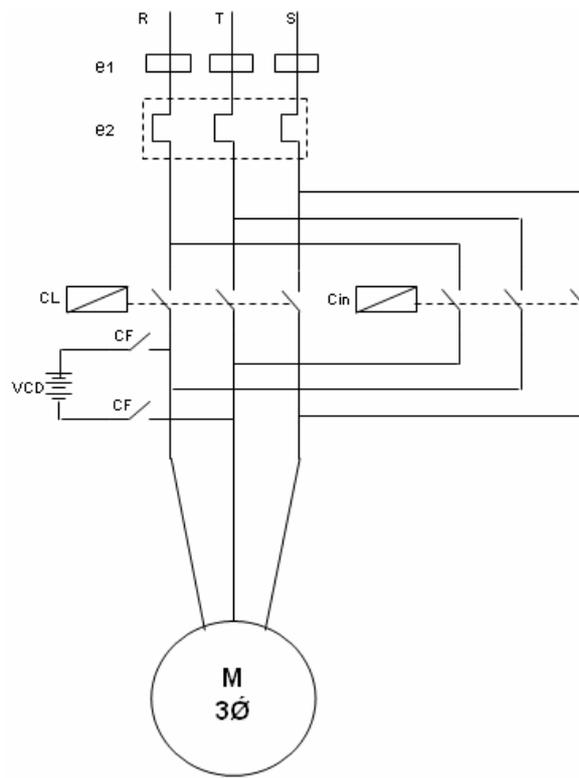
**Figura 5.42 Circuito de conexión de las entradas.**

**3.4.- IMPLEMENTAR EL CIRCUITO DE CONEXIÓN DE SALIDAS QUE SE INDICA EN LA FIGURA 5.43**



**Figura 5.43 Circuito de conexión de las salidas.**

**3.5.- IMPLEMENTAR EL CIRCUITO DE POTENCIA QUE SE INDICA EN LA FIGURA 5.44.**



**Figura 5.44 Circuito de potencia para el arranque directo, frenado por inyección de C.C. e inversión de giro de un motor trifásico de inducción.**

**3.6.- ACTIVAR LAS FUENTES DE ALIMENTACIÓN Y COMPROBAR EL FUNCIONAMIENTO.**

**4.- ANÁLISIS DE RESULTADOS.**

**5.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.**

**6.- BIBLIOGRAFÍA.**

## **PRÁCTICA No. 12**

**TEMA: ARRANQUE DIRECTO, FRENADO POR INYECCIÓN DE CORRIENTE CONTINUA E INVERSIÓN DE GIRO DE UN MOTOR SINCRÓNICO.**

### **1.- OBJETIVO:**

- ✓ Implementar los circuitos de Control y fuerza para el arranque directo, frenado por inyección de corriente continua e inversión de giro de un motor sincrónico.

### **2.- MATERIALES:**

- ✓ PLC S7-200 CPU 224
- ✓ Motor sincrónico.
- ✓ Pulsadores
- ✓ Contactores
- ✓ Relés
- ✓ Relé térmico
- ✓ Fuentes de alimentación

### 3.- PROCEDIMIENTO.

#### 3.1.- IMPLEMENTAR EL DIAGRAMA LADDER DE LA FIGURA 5.45 EN EL PLC S7-200 CPU 224

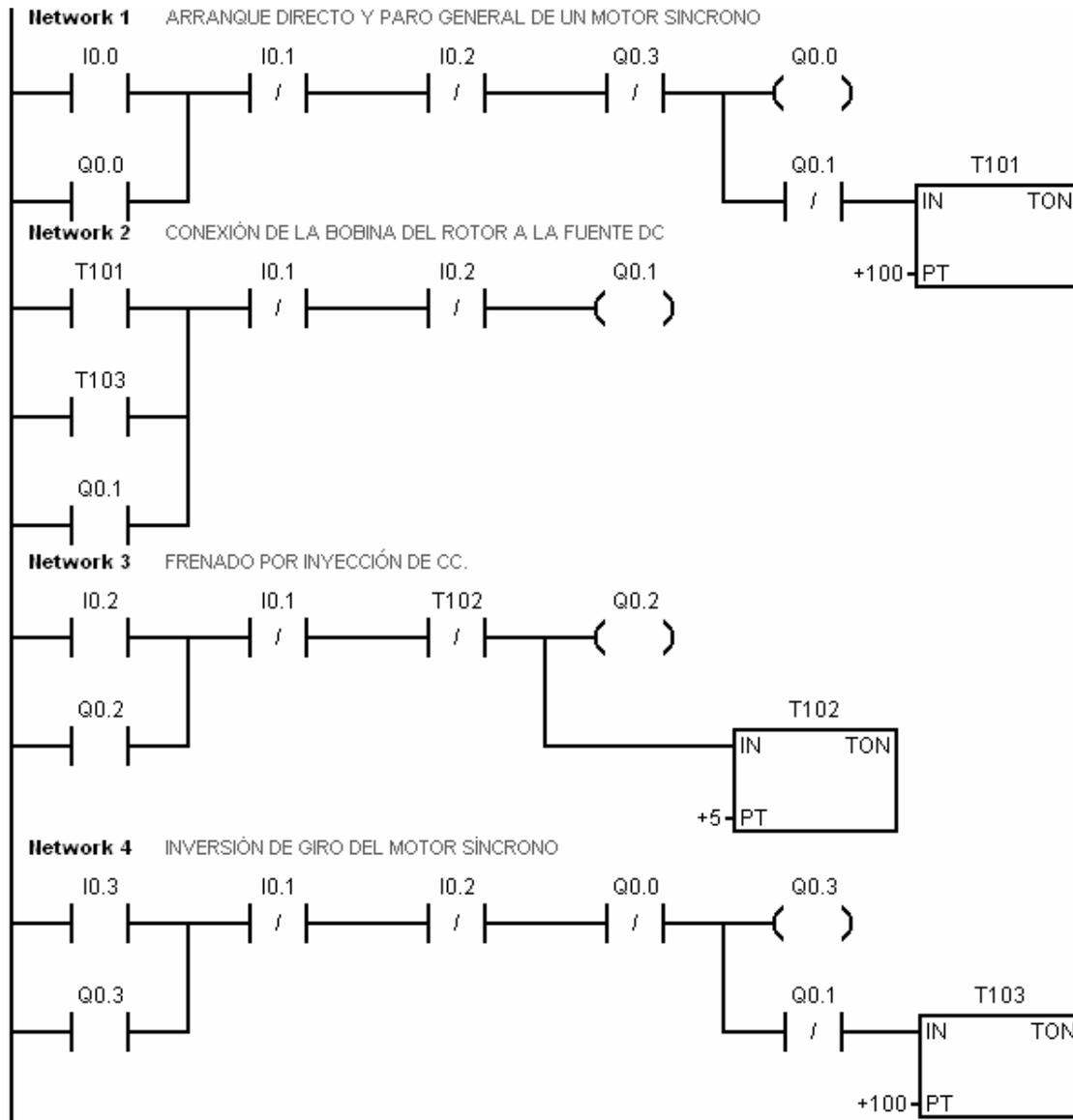


Figura 5.45 Diagrama Ladder para el arranque directo, frenado por inyección de corriente continua e inversión de giro de un motor sincrónico.

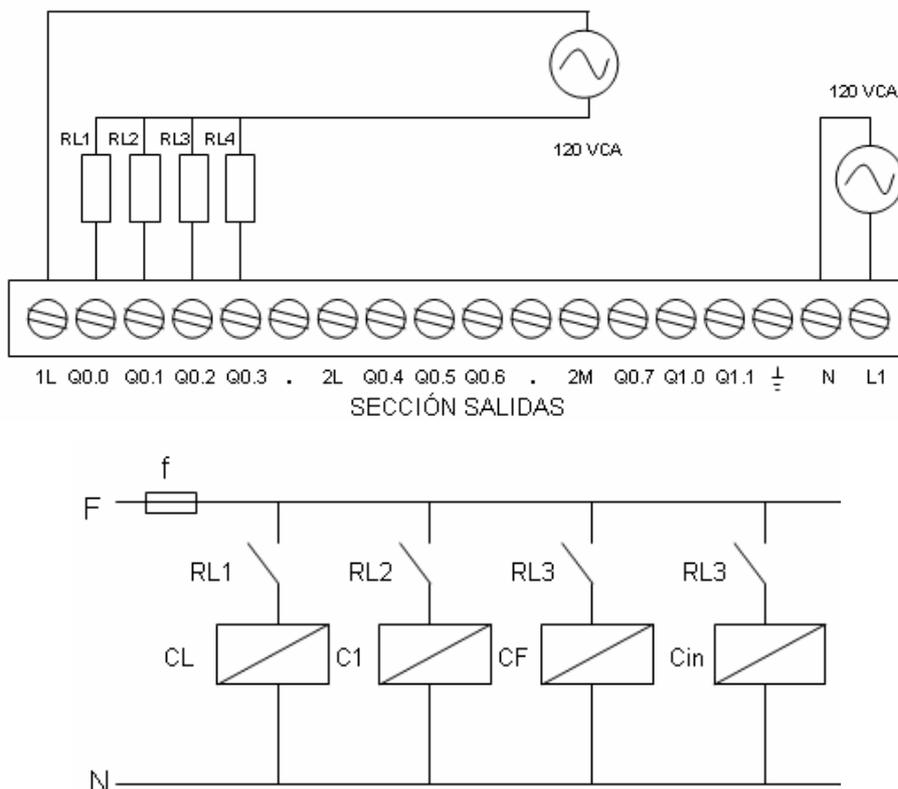
**3.2.- COMPROBAR EL FUNCIONAMIENTO MEDIANTE LA OBSERVACIÓN DE LOS LEDS INDICADORES DE ENTRADAS Y SALIDAS.**

**3.3.- IMPLEMENTAR EL CIRCUITO DE CONEXIÓN DE LAS ENTRADAS QUE SE INDICA EN LA FIGURA 5.46.**



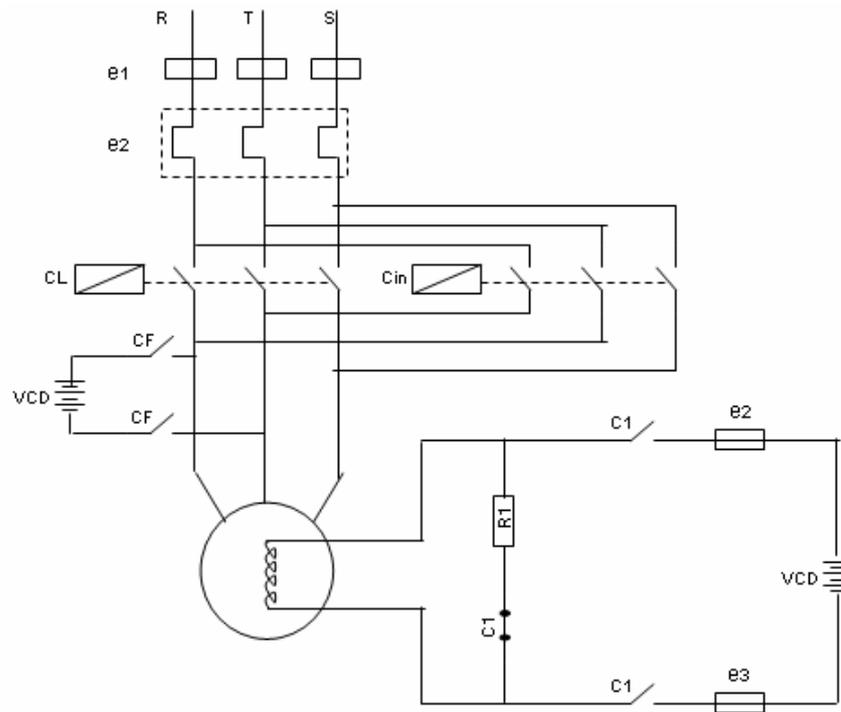
**Figura 5.46 Circuito de conexión de las entradas.**

**3.4.- IMPLEMENTAR EL CIRCUITO DE CONEXIÓN DE SALIDAS QUE SE INDICA EN LA FIGURA 5.47.**



**Figura 5.47 Circuito de conexión de las salidas.**

**3.5.- IMPLEMENTAR EL CIRCUITO DE POTENCIA QUE SE INDICA EN LA FIGURA 5.48.**



**Figura 5.48 Circuito de potencia para el arranque directo, frenado por inyección de C.C. e inversión de giro de un motor sincrónico.**

**3.6.- ACTIVAR LAS FUENTES DE ALIMENTACIÓN Y COMPROBAR EL FUNCIONAMIENTO.**

**4.- ANÁLISIS DE RESULTADOS.**

**5.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.**

**6.- BIBLIOGRAFÍA.**

## **PRACTICA No. 13.**

**TEMA: ARRANQUE POR RESISTENCIAS ESTATÓRICAS EN TRES PASOS DE UN MOTOR DE INDUCCIÓN.**

### **1.- OBJETIVO:**

- ✓ Implementar los circuitos de Control y fuerza para el arranque por resistencias estáticas en tres pasos de un motor de inducción.

### **2.- MATERIALES:**

- ✓ PLC S7-200 CPU 224
- ✓ Máquina de C.A.
- ✓ Pulsadores
- ✓ Contactores
- ✓ Relés
- ✓ Relé térmico
- ✓ Fuentes de alimentación

### 3.- PROCEDIMIENTO.

#### 3.1.- IMPLEMENTAR EL DIAGRAMA LADDER DE LA FIGURA 5.49 EN EL PLC S7-200 CPU 224.

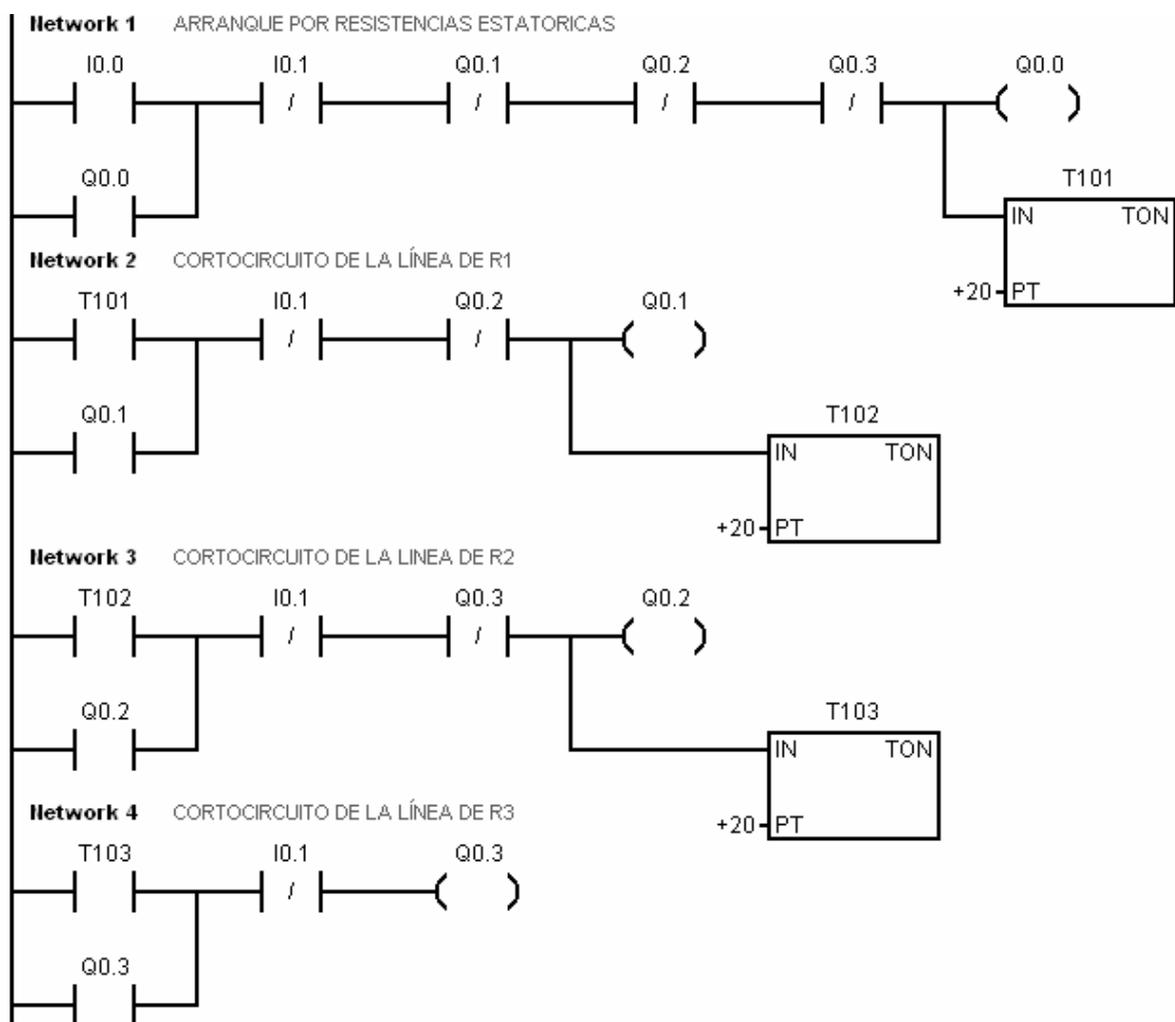


Figura 5.49 diagrama Ladder para el arranque por resistencias estáticas en tres pasos de un motor de inducción.

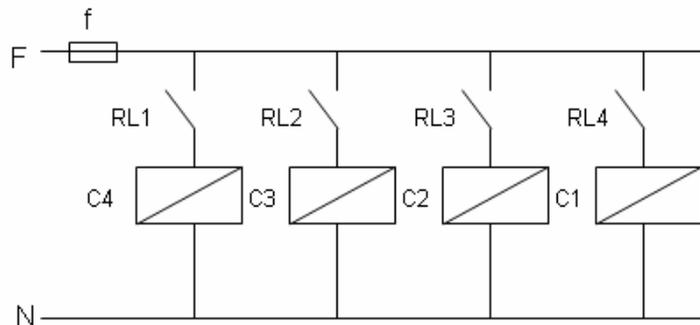
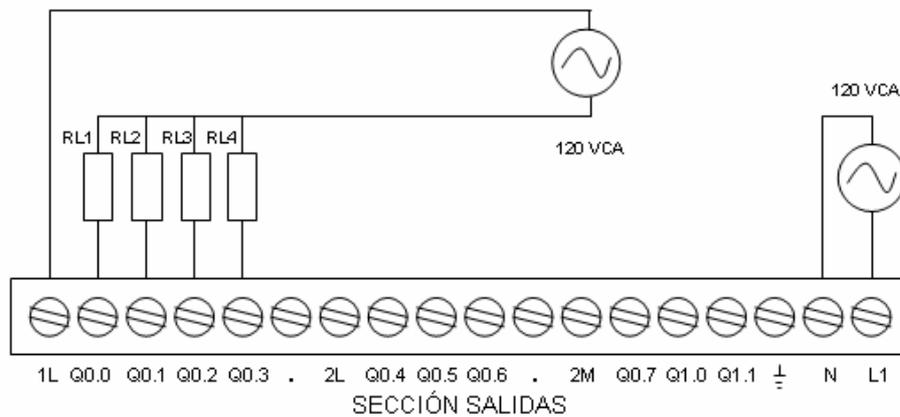
**3.2.- COMPROBAR EL FUNCIONAMIENTO MEDIANTE LA OBSERVACIÓN DE LOS LEDS INDICADORES DE ENTRADAS Y SALIDAS.**

**3.3 IMPLEMENTAR EL CIRCUITO DE CONEXIÓN DE LAS ENTRADAS QUE SE INDICA EN LA FIGURA 5.50.**



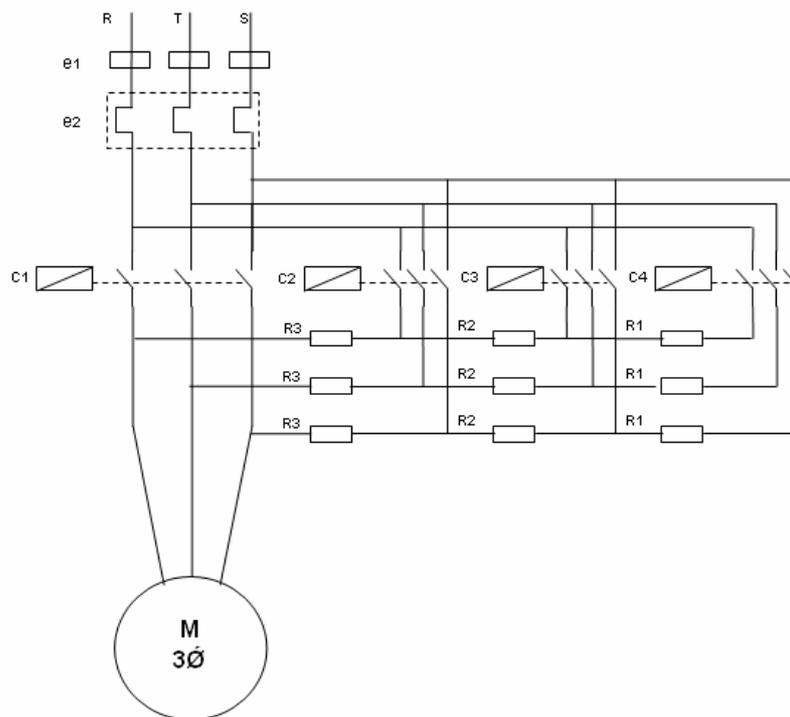
**Figura 5.50. Circuito de conexión de las entradas.**

**3.4.- IMPLEMENTAR EL CIRCUITO DE CONEXIÓN DE SALIDAS QUE SE INDICA EN LA FIGURA 5.51.**



**Figura 5.51. Circuito de conexión de las salidas.**

**3.5.- IMPLEMENTAR EL CIRCUITO DE POTENCIA QUE SE INDICA EN LA FIGURA 5.52.**



**Figura 5.52 Circuito de potencia para el arranque por resistencias estáticas en tres pasos de un motor de inducción.**

**3.6.- ACTIVAR LAS FUENTES DE ALIMENTACIÓN Y COMPROBAR EL FUNCIONAMIENTO.**

**4.- ANÁLISIS DE RESULTADOS.**

**5.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.**

**6.- BIBLIOGRAFÍA.**

## **PRACTICA No. 14.**

**TEMA: ARRANQUE POR RESISTENCIAS ROTÓRICAS EN TRES PASOS DE UN MOTOR DE INDUCCIÓN DE ROTOR BOBINADO.**

### **1.- OBJETIVO:**

- ✓ Implementar los circuitos de Control y fuerza para el arranque por resistencias rotóricas en tres pasos de un motor de inducción de rotor bobinado.

### **2.- MATERIALES:**

- ✓ PLC S7-200 CPU 224
- ✓ Máquina de rotor bobinado.
- ✓ Pulsadores
- ✓ Contactores
- ✓ Relés
- ✓ Relé térmico
- ✓ Fuentes de alimentación

### 3.- PROCEDIMIENTO.

#### 3.1.- IMPLEMENTAR EL DIAGRAMA LADDER DE LA FIGURA 5.53 EN EL PLC S7-200 CPU 224

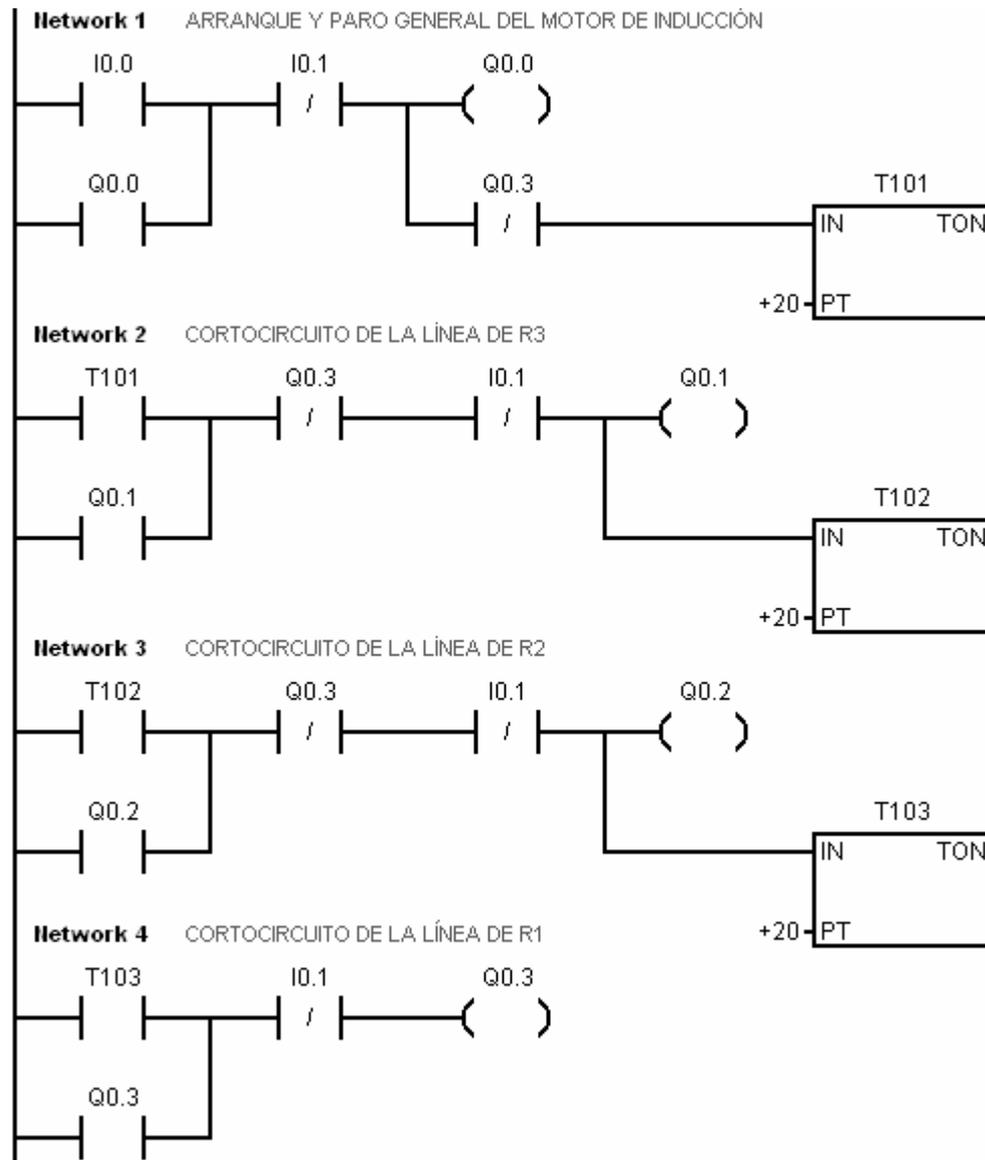
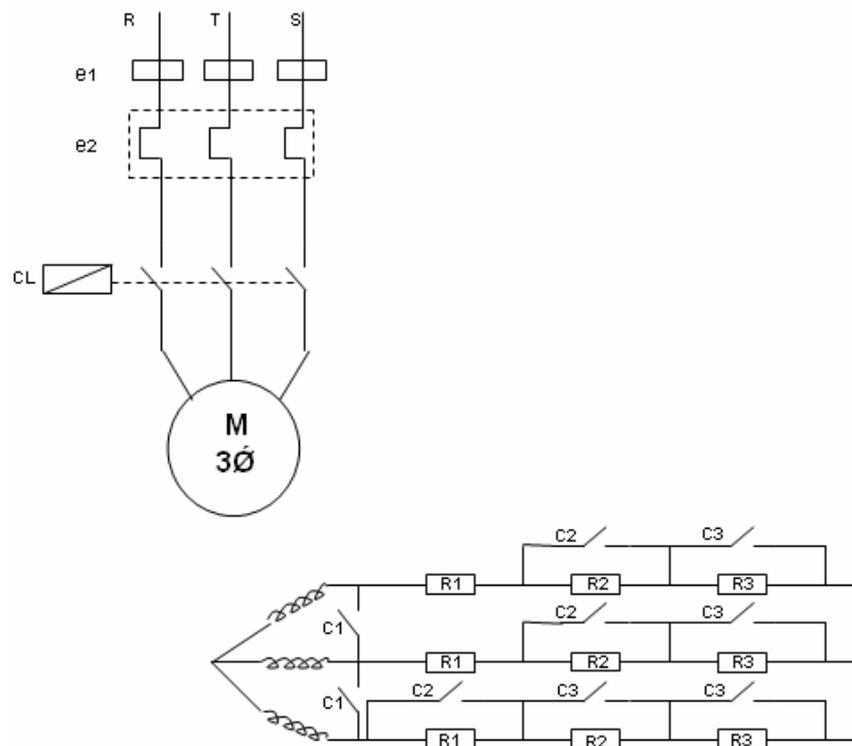


Figura 5.53 diagrama Ladder para el arranque por resistencias rotóricas en tres pasos de un motor de inducción de rotor bobinado.



**3.5.- IMPLEMENTAR EL CIRCUITO DE POTENCIA QUE SE INDICA EN LA FIGURA 5.56.**



**Figura 5.56 Circuito de potencia para el arranque por resistencias retóricas en tres pasos de un motor de inducción de rotor bobinado.**

**3.6.- ACTIVAR LAS FUENTES DE ALIMENTACIÓN Y COMPROBAR EL FUNCIONAMIENTO.**

**4.- ANÁLISIS DE RESULTADOS.**

**5.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.**

**6.- BIBLIOGRAFÍA.**

## **PRACTICA No. 15.**

### **TEMA: ARRANQUE ESTRELLA – TRIÁNGULO DE UN MOTOR SINCRÓNICO.**

#### **1.- OBJETIVO:**

- ✓ Implementar los circuitos de Control y fuerza para el arranque estrella – triángulo de un motor sincrónico.

#### **2.- MATERIALES:**

- ✓ PLC S7-200 CPU 224
- ✓ Motor sincrónico.
- ✓ Pulsadores
- ✓ Contactores
- ✓ Relés
- ✓ Relé térmico
- ✓ Fuentes de alimentación

### 3.- PROCEDIMIENTO.

#### 3.1.- IMPLEMENTAR EL DIAGRAMA LADDER DE LA FIGURA 5.57 EN EL PLC S7-200 CPU 224

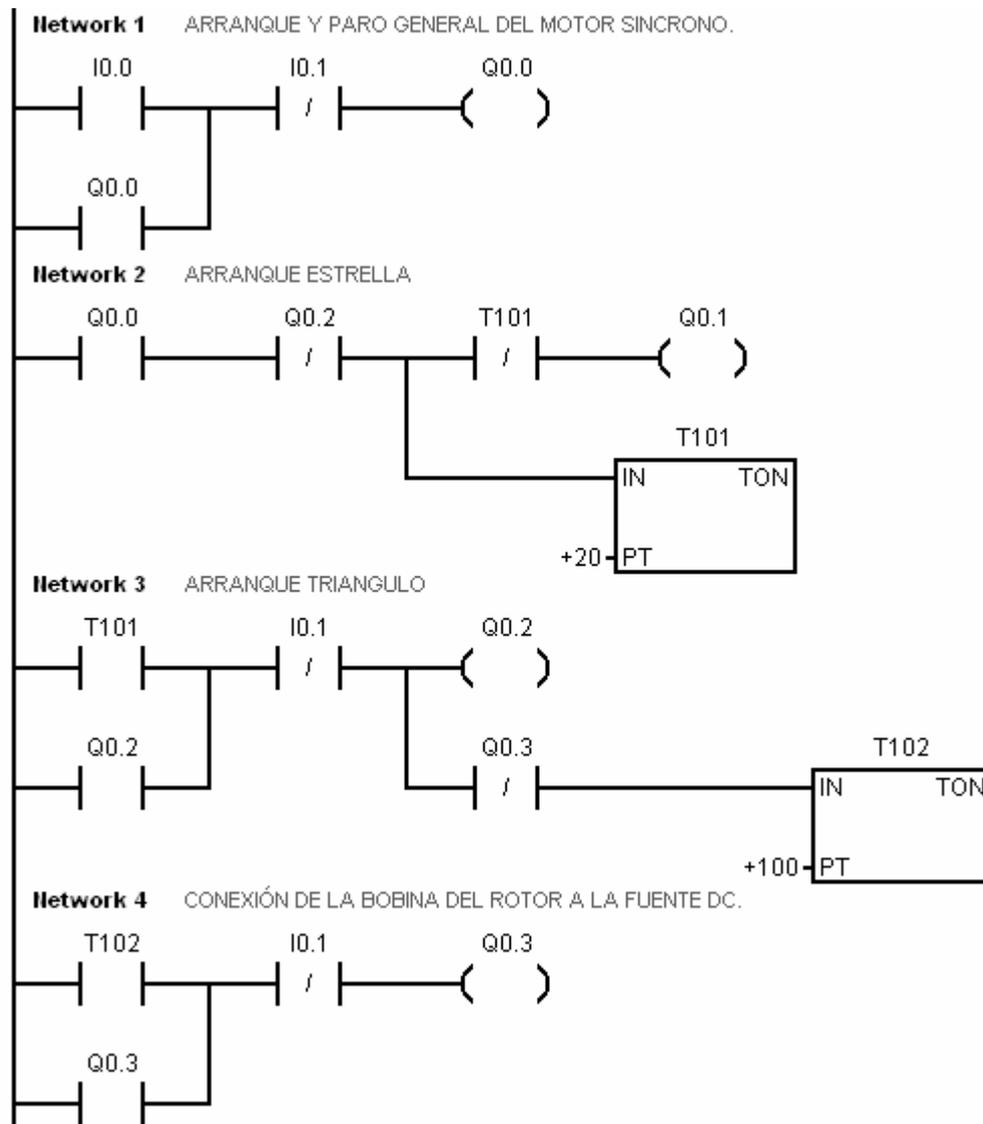


Figura 5.57 diagrama Ladder para el arranque estrella – triángulo de un motor sincrónico.

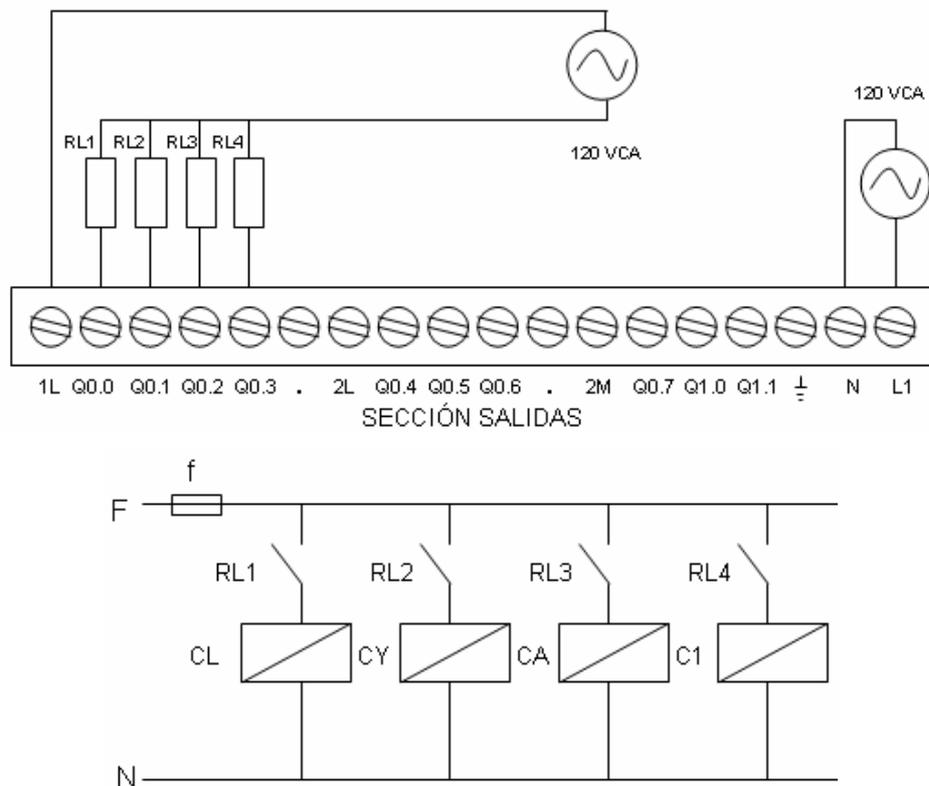
**3.2.- COMPROBAR EL FUNCIONAMIENTO MEDIANTE LA OBSERVACIÓN DE LOS LEDS INDICADORES DE ENTRADAS Y SALIDAS.**

**3.3.- IMPLEMENTAR EL CIRCUITO DE CONEXIÓN DE LAS ENTRADAS QUE SE INDICA EN LA FIGURA 5.58.**



**Figura 5.58. Circuito de conexión de las entradas.**

**3.4.- IMPLEMENTAR EL CIRCUITO DE CONEXIÓN DE SALIDAS QUE SE INDICA EN LA FIGURA 5.59.**



**Figura 5.59. Circuito de conexión de las salidas.**

**3.5.- IMPLEMENTAR EL CIRCUITO DE POTENCIA QUE SE INDICA EN LA FIGURA 5.60.**

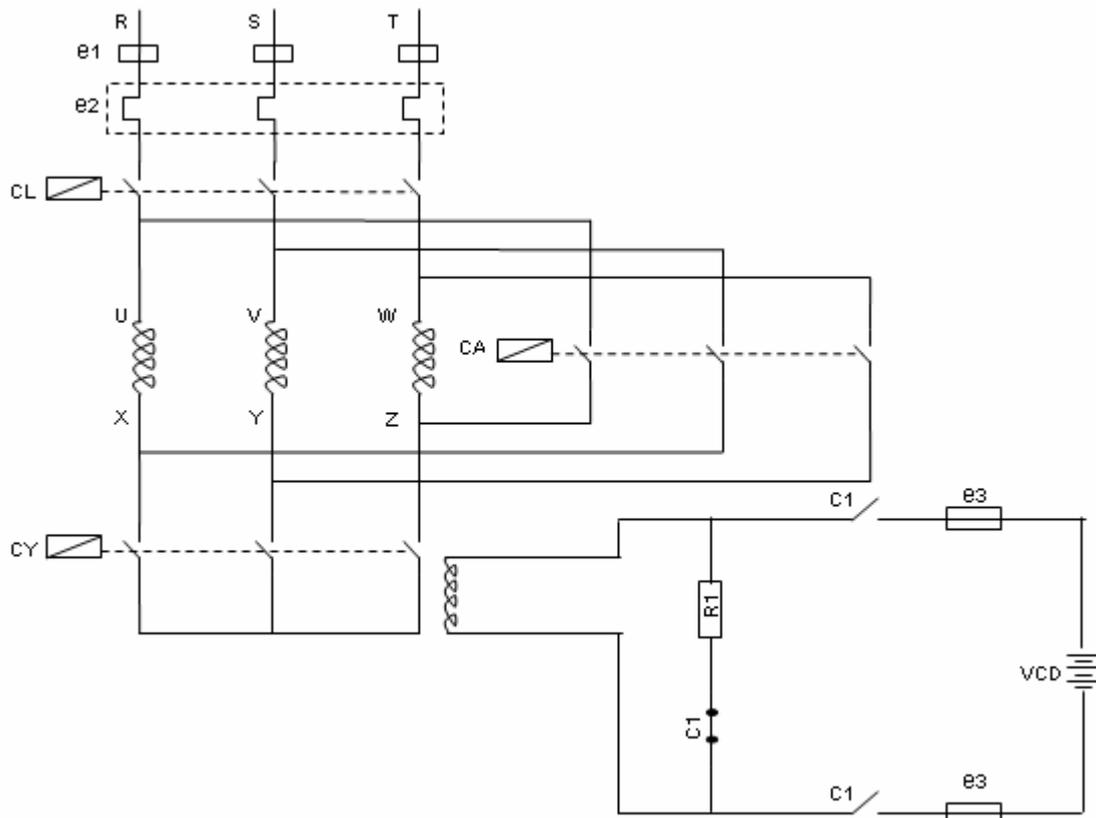


Figura 5.60 Circuito de potencia para el arranque estrella triángulo de un motor sincrónico.

**3.6.- ACTIVAR LAS FUENTES DE ALIMENTACIÓN Y COMPROBAR EL FUNCIONAMIENTO.**

**4.- ANÁLISIS DE RESULTADOS.**

**5.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.**

**6.- BIBLIOGRAFÍA.**

## **CAPÍTULO VI**

### **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

Una vez realizado el trabajo de grado previo a la obtención del título de Tecnólogo en Electrónica, con el tema titulado “APLICACIÓN DEL PLC S7-200 CPU 224 EN LA AUTOMATIZACIÓN DE MÁQUINAS INDUSTRIALES”, se puede obtener las siguientes conclusiones y recomendaciones.

#### **6.1 CONCLUSIONES**

- ✓ Conforme a la complejidad de los procesos industriales que se fueron desarrollando, se creó la necesidad de modernizar las técnicas de control de los procesos, lo que llevó al nacimiento del PLC.
- ✓ Los PLCs son dispositivos que ofrecen gran versatilidad en el control de las diferentes etapas dentro de los procesos industriales. Tienen la ventaja que todos estos procesos, incluyendo módulos remotos adicionales, pueden ser controlados con un dispositivo central que ocupa un espacio reducido.
- ✓ Las aplicaciones de los PLC son muy variadas por las características con que son diseñados, ya que pueden ir desde el control del timbre de una escuela, motores eléctricos, hasta el control de un sistema de generación y distribución de energía eléctrica.

- ✓ Reducen el tiempo de programación o reprogramación del sistema de control, eliminando los procesos exhaustivos de alambrado que se debían de realizar antes del nacimiento del PLC.
- ✓ Los PLCs ofrecen seguridad tanto al usuario como al proceso al cual es aplicado, ya que cuentan con dispositivos mecánicos y de programación con los que restringe el acceso a realizar cambios en el programa de control.
- ✓ Para mayor facilidad de programación del PLC S7-200 CPU 224, se utilizó el programa STEP-7 MICRO/WIN, el cual nos permite programar en lenguajes más entendibles y fáciles para el programador, como los lenguajes de contactos KOP, por funciones FUP, o instrucciones nemotécnicas AWL.
- ✓ La programación para el presente trabajo de grado, se lo realizó en el lenguaje de contactos KOP o diagramas LADDER, ya que este programa está diseñado para quienes tienen un conocimiento básico acerca de la programación del PLC.
- ✓ En el programa STEP-7 MICRO/WIN, utilizando el lenguaje de diagramas LADDER, permite visualizar en la pantalla de la computadora el funcionamiento del programa que se encuentra cargado en el PLC, cuando este se encuentra en modo RUN.
- ✓ Al controlar motores eléctricos, se generan grandes corrientes que sobrepasan la capacidad de los contactos de las salidas del PLC (0.8 A máximo), por lo que es necesario protegerlos mediante el uso de relés electromecánicos, los cuales actúan como elementos intermedios de conexión entre el PLC y los contactores.
- ✓ Para el presente trabajo, no fue necesario el uso de módulos expansión, solamente se utilizó las entradas y salidas que posee el PLC.

- ✓ Para la comunicación y programación del PLC y la PC, se utilizó el cable PC/PPI, porque el PLC tiene un puerto de comunicación RS-485 y la computadora un puerto serie RS-232.
  
- ✓ Los Controladores Lógico Programables han llegado a ser una solución rápida, práctica, de costo eficiente y versátil para las necesidades de la industria moderna.

## **6.2 RECOMENDACIONES.**

- ✓ Verificar siempre la comunicación de la PC y el PLC, antes de programarlo.
  
- ✓ Para programar el PLC, debe encontrarse en modo STOP.
  
- ✓ Para poner al PLC, en modo RUN o STOP desde la PC, es necesario verificar que el selector de modo se encuentre en la posición TERM.
  
- ✓ Antes de cargar el programa al PLC, es necesario verificar el programa en un simulador, para evitar el mal funcionamiento y deterioro de las máquinas que se va a controlar.
  
- ✓ Las prácticas propuestas en el presente trabajo, utilizan altas tensiones, por lo que es necesario tener extremo cuidado con el manejo y conexión de los equipos para evitar lesiones personales y pérdidas materiales.
  
- ✓ Verificar los voltajes o corrientes máximos que pueden soportar los bornes de entradas o salidas del PLC.
  
- ✓ Al realizar el montaje, desmontaje o cableado de los equipos, estos deben estar sin alimentación, ya que de lo contrario se puede producir un choque

eléctrico o fallo en los equipos, causando heridas graves al personal que se encuentra realizando este trabajo.

- ✓ Si se precisa una fuente de alimentación externa de 24 V DC, se debe vigilar que esta no se conecte en paralelo con la alimentación de los sensores.

## BIBLIOGRAFÍA

- ✓ H. WAYNE, Beaty y KIRTLEY, James L. Jr. "Manual del Motor Eléctrico". México, D.F. McGraw – Hill, 2000
  
- ✓ KOSOW, Irving. "Máquinas Eléctricas y Transformadores". 2ª. ed. México, D.F. Prentice – Hall Hispanoamérica, 1993.
  
- ✓ FITZGERALD, A.E., KINGSLEY, Charles y STEPHEN, D. Umans. "Máquinas Eléctricas". 5a. ed. México, D.F. MacGraw – Hill, 1992.
  
- ✓ PORRAS CRIADO, Alejandro. "Autómatas Programables". Madrid. MacGraw – Hill, 1990.
  
- ✓ CANGAS DE LA CRUZ, Iván Fernando. "Estudio de las comunicaciones de un Controlador Lógico Programable (PLC) a través de una Interface Serial", Monografía, ESPE Latacunga, 2003.
  
- ✓ CAÑA QUEVEDO, Marco Fabián. "Automatización de los Circuitos de Control de Mando de los Motores de Corriente Alterna con el PLC Micro-One", Monografía de grado, ESPE Latacunga, 2002.

- ✓ MONTALVO, Pablo. "Guía de Aplicación de PLCs", Tesis de grado, ESPE Latacunga, 1999.
  
- ✓ ÁVILA ROSERO, Galo, Tnte. Tec. Avc. OROZCO ALARCÓN, Christian. "Diseño e implementación de un sistema HMI/SCADA para el simulador de controles de vuelo del avión KFIR-CE ubicado en el bloque 42 del Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico de la Fuerza Aérea Ecuatoriana". Tesis de grado, ESPE Latacunga, 2005.

## **ANEXOS.**

### **GLOSARIO DE TÉRMINOS.**

**PLC.-** Controlador Lógico Programable.

**LADDER.-** lenguaje de programación que permite representar gráficamente la programación de un proceso.

**INPUT.-** Entrada normalmente abierta.

**NC-INPUT.-** Entrada normalmente cerrada.

**OUTPUT.-** Dispositivo genérico de salida asociado a una salida física del PLC o una salida lógica del diagrama escalera este puede ser una bobina de un relé interno del PLC.

**TOF.-** Es un temporizador con retardo a la desconexión.

**TON.-** Temporizador con retardo a la desconexión.

**TP.-** Temporizador de simple-tiro o monoestable.

**CTD.-** Contador descendente.

**CTU.-** Contador ascendente.

**CTUD.-** Contador programable ascendente/descendente.

**FUP.-** Programador mediante funciones lógicas.

**AWL.-** Programador de control introduciendo la nemotécnica de las operaciones, su programación es similar a la programación en lenguaje ensamblador.

**DSPs.-** Procesador de señales digitales.

**PPI.-** Interfase punto a punto.

**MPI.-** Interfase multipunto.

**HMI.-** Interfase hombre – máquina.

**Latacunga, Julio del 2008.**

**Elaborado por:**

---

**Kléver J. Quinaluisa S.**

---

**Luis F. Remache C.**

**EL DIRECTOR DE LA CARRERA DE TECNOLOGÍA EN  
ELECTRÓNICA.**

---

**Ing. Armando Álvarez S.**

**EL SECRETARIO ACADÉMICO DE LA ESPE SEDE LATACUNGA.**

---

**Dr. Eduardo Vásquez Alcázar**