

ESCUELA POLITECNICA DEL EJÉRCITO

FACULTAD DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA

**PROYECTO DE GRADO PARA LA OBTENCIÓN DEL
TÍTULO EN INGENIERÍA ELECTRÓNICA**

**“DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE MODULOS DIDÁCTICOS
PARA LA DEMOSTRACIÓN DE EQUIPOS DE CONTROL
INDUSTRIAL Y AUTOMATIZACIÓN PARA LA COMPAÑÍA
SCHNEIDER ELECTRIC ECUADOR S.A.”**

**FABIÁN RAFAEL ERAZO VERA
STEFANY SOLEDAD TAPIA CALDERÓN**

SANGOLQUÍ – ECUADOR

ENERO 2005

CERTIFICACIÓN

Certificamos que el presente proyecto de grado titulado **“Diseño y construcción de módulos didácticos para la demostración de equipos de control industrial y automatización para la Compañía Schneider Electric Ecuador S.A.”** ha sido desarrollado en su totalidad por el Sr. Fabián Rafael Erazo Vera con C.I. 171556611-1 bajo nuestra dirección.

Ing. Fabián Constante
DIRECTOR

Ing. Rodolfo Gordillo
CODIRECTOR

CERTIFICACIÓN

Certificamos que el presente proyecto de grado titulado “**Diseño y construcción de módulos didácticos para la demostración de equipos de control industrial y automatización para la Compañía Schneider Electric Ecuador S.A.**” ha sido desarrollado en su totalidad por la Srta. Stefany Soledad Tapia Calderón con C.I. 171675427-8 bajo nuestra dirección.

Ing. Fabián Constante
DIRECTOR

Ing. Rodolfo Gordillo
CODIRECTOR

AGRADECIMIENTO

A todas las personas que hicieron posible el desarrollo de este proyecto, A todos nuestros maestros en especial, al Ing. Fabián Constante, Ing. Rodolfo Gordillo quienes en calidad Director y Codirector respectivamente, aportaron directamente en el desarrollo de este proyecto de grado, a mi familia por el apoyo incondicional en toda vida estudiantil.

Fabián Erazo

A mi familia por estimularme, alentarme, apoyarme y estar a mi lado siempre

A mis amigos quienes también se han constituido en un apoyo en estos años de universidad.

A mis profesores por los conocimientos que me brindaron durante todo el proceso de preparación universitaria.

Para todos ellos mi más sincera gratitud.

Stefany Tapia

DEDICATORIA

Este trabajo lo dedico a mi madre por su amor y su apoyo incondicional, a mi padre por su comprensión, ejemplo y sacrificio diario por sus hijos, a ellos y solo a ellos les debo todo cuanto soy, y a mis hermanos fuente de alegría en mi vida.

Fabián Erazo

Este trabajo está dedicado a mis padres quienes han sido dos pilares fundamentales; por su apoyo incondicional, su amor, su esfuerzo, su comprensión, durante todos los momentos de mi carrera.
Esto es solamente fruto de todo lo que ellos me han dado.

Stefany Tapia

PROLOGO

El presente presente proyecto titulado **“Diseño y construcción de módulos didácticos para la demostración de equipos de control industrial y automatización para la Compañía Schneider Electric Ecuador S.A.”** tiene como objetivo mostrar el avance tecnológico de los nuevos equipos ,destinados primordialmente para el control y la automatización de múltiples procesos industriales, además de capacitar tanto al personal interno de Schneider Electric S.A. como a sus clientes y posibles clientes sobre el funcionamiento, aplicación y puesta en marcha de estos equipos.

El diseño y construcción de estos módulos basados en aplicaciones reales permite dar una idea clara del funcionamiento del equipo además que el proyecto escrito es un medio de consulta que permitirá un rápido entendimiento sobre variación de velocidad, automatismos, transferencia de tensión e interfaces HMI.

La comunicación por medio de un bus de campo posee un elevado porcentaje de aplicación en la industria ecuatoriana, en consecuencia, este proyecto enfoca una parte del mismo en el funcionamiento en red de los equipos dentro de los módulos didácticos.

INDICE GENERAL

CAPÍTULO I GENERALIDADES

1.1. INTRODUCCION	1
1.2. OBJETIVOS DEL PROYECTO	2
1.2.1. GENERAL	2
1.2.2. ESPECÍFICOS	2
1.3. ENTORNO INDUSTRIAL	3
1.3.1. ANTECEDENTES	3
1.4. EL MOTOR ELECTRICO Y LA VARIACIÓN DE VELOCIDAD	7
1.4.1. MOTOR ELECTRICO	7
1.4.2. PRINCIPIOS DE FUNCIONAMIENTO	7
1.4.3. CLASIFICACIÓN	10
1.4.4. EL MOTOR DE INDUCCIÓN	12
1.5. LA INSTALACIÓN ELÉCTRICA Y LA TRANSFERENCIA DE TENSION	26
1.5.1. PARTES DE UNA INSTALACIÓN ELÉCTRICA	26
1.6. AUTOMATISMOS PROGRAMABLES Y EL PLC	29
1.6.1. INTRODUCCION	29
1.6.2. PLC	30
1.6.3. PROPIEDADES DE UN PLC	31

CAPÍTULO II

VARIACIÓN DE VELOCIDAD

2.1. CONCEPTOS BÁSICOS	33
2.2. TIPOS DE VARIACIÓN DE VELOCIDAD EN MOTORES ASÍNCRONOS	34
2.2.1. VARIACIÓN DE VELOCIDAD POR CAMBIO DEL NÚMERO DE POLOS	35
2.2.1.1. CONMUTACIÓN DE ESTRELLA A DOBLE ESTRELLA	36
2.2.1.2. CONMUTACIÓN DE TRIÁNGULO A DOBLE ESTRELLA	37
2.2.2. VARIACIÓN DE LA VELOCIDAD DE UN MOTOR ASÍNCRONO POR VARIACIÓN DE FRECUENCIA	39
2.2.2.1. MODULACIÓN DE LA FORMA DE ONDA	41
2.2.3. REGULACIÓN DE LA VELOCIDAD DE UN MOTOR ASÍNCRONO CON CONVERTIDOR DE FRECUENCIAS DE TIRISTORES	42
2.3. VARIADOR DE VELOCIDAD ATV 31	48

CAPÍTULO III

DISEÑO DE MÓDULOS SOBRE VARIACIÓN DE VELOCIDAD

3.1. GENERALIDADES	73
3.2. DESCRIPCIÓN DE LOS MÓDULOS	74
3.2.1. COMPONENTES	76
3.2.2. DIMENSIONES	77

3.3. ESQUEMA DE CONEXIÓN	80
3.4. FUNCIONAMIENTO DE LOS MÓDULOS	81
3.4.1. BLOQUE DEL CONTROL	82
3.4.2. BLOQUE DE ENTRADA Y SUPERVISIÓN	83
3.4.3. BLOQUE MOTOR	83
3.5. PRÁCTICAS	84

CAPITULO IV

TRANSFERENCIA DE REDES ELÈCTRICAS

4.1. CONCEPTOS BÁSICOS	107
4.2. TIPOS DE MANDOS EN LAS TRANSFERENCIAS DE TENSIÓN	107
4.3. FORMA DE CONMUTACIÓN ENTRE REDES ELÈCTRICAS	108
4.3.1. CONMUTACIÓN SINCRÓNICA	109
4.3.2. CONMUTACION PSEUDO-SINCRONICA	110
4.4. TRANSFERENCIA DE REDES ELÈCTRICAS MERLIN GERIN	113
4.4.1. INTERRUPTORES AUTMÁTICOS COMPACT MERLIN GERIN	113
4.4.2. TRANSFERENCIAS MANUALES DE REDES ELECTRICAS MERLIN GERIN	121
4.4.3. TRANSFERENCIAS DE TENSIÓN AUTMÁTICAS MERLIN GERIN	123
4.5. APLICACIONES	130
4.5.1. ALIMENTACIÓN	131
4.5.2. EN LA DISTRIBUCIÓN MT	131
4.5.3. VARIOS	131

CAPITULO V
DISEÑO DEL MÓDULO SOBRE TRANSFERENCIAS DE TENSIÓN
AUTOMÁTICA

5.1. GENERALIDADES	132
5.2. DESCRIPCIÓN DE LOS MÓDULOS	133
5.2.1. COMPONENTES	134
5.2.2. DIMENSIONES	136
5.3. ESQUEMA DE CONEXIÓN	137
5.4. FUNCIONAMIENTO DE LOS MÓDULOS	138
5.4.1. BLOQUE DE CONTROL	139
5.4.2. BLOQUE TRANSFERENCIA DE REDES	140
5.5. PRÁCTICAS DESTINADAS AL MÓDULO 4	141

CAPÍTULO VI
AUTOMATISMOS E INTERFACES HMI

6.1. CONCEPTOS BÁSICOS	155
6.2. CONTROLADOR LÓGICO PROGRAMABLE (PLC)	155
6.3. INTERFAZ HOMBRE MAQUINA	157
6.3.1. PANEL DE OPERADOR	157
6.3.2. COMPUTADOR	158
6.4. AUTÓMATA PROGRAMABLE TWIDO	159
6.4.1. CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES	159
6.4.1.1. CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS	160
6.4.1.2. CARACTERÍSTICAS DE AMPLIACIÓN	161
6.4.1.3. COMUNICACIÓN	161

6.5. HMI MAGELIS XBTN400	170
--------------------------	-----

CAPÍTULO VII

DISEÑO DE MÓDULOS SOBRE AUTOMATISMOS E INTERFACES

7.1. GENERALIDADES	176
7.2. DESCRIPCIÓN DEL MÓDULO	177
7.2.1. COMPONENTES	177
7.2.2. DIMENSIONES	177
7.3. ESQUEMA DE CONEXIÓN	178
7.4. FUNCIONES DEL MÓDULO	179
7.5. PRÁCTICAS	181

CAPÍTULO VIII

RED DE COMUNICACIÓN

8.1. INTRODUCCIÓN	214
8.1.1. TIPOS DE REDES DE COMUNICACIÓN	215
8.1.1.2. REDES DE COMUNICACIÓN PARA CONTROL DE PROCESOS INDUSTRIALES	216
8.2. MODBUS	217
8.2.1. CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS	220
8.2.2. PRINCIPIO DE FUNCIONAMIENTO	222

CAPÍTULO IX

INTEGRACIÓN DE MÓDULOS

9.1. GENERALIDADES	234
9.2. PROTOCOLO DE COMUNICACIÓN	234
9.2.1. TRANSMISIÓN DE DATOS RED	235
9.2.2. PALABRAS DE CONTROL DE VARIADOR DE VELOCIDAD ATV31	237
9.2.2.1. VARIABLES DE CONFIGURACIÓN	237
9.2.2.2. VARIABLES DE CONFIGURACIÓN I/O	238
9.2.2.3. VARIABLES DE IDENTIFICACIÓN	239
9.2.2.4. VARIABLES DE CONTROL	240
9.2.2.5. VARIABLES DE MONITOREO	241
9.3. DESCRIPCIÓN FÍSICA DE LA RED	245
9.4. ESQUEMA DE LA CONEXIÓN	248
9.5. FUNCIONAMIENTO DE LA RED	249
9.6. PRÁCTICAS DE INTEGRACIÓN	251

CAPÍTULO X

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	284
--------------------------------	-----

REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA

ANEXOS

ÍNDICE DE TABLAS

GLOSARIO DE TÉRMINOS

CAPITULO I

GENERALIDADES

1.1 INTRODUCCION

La variación de velocidad en motores de inducción trifásico, la transferencia entre líneas de tensión y los automatismos programables, son equipos que poseen una gran acogida en la industria actual, debido a su confiabilidad, seguridad y ahorro tanto en mantenimiento como en recursos.

En la actualidad las grandes empresas están dejando a un lado los controles que utilizan lógica de relés para recurrir a sistemas controladores automatizados, ya que disminuyen el mantenimiento y optimizan los procesos para los cuales fueron diseñados, la capacidad y versatilidad que poseen estos sistemas hace que los gastos disminuyan proporcional y progresivamente además de que el producto se elabore con mayor precisión, por lo tanto, son estos sistemas tan importantes en la industria actual que se requiere personal capacitado para implementarlos de manera que se pueda obtener el mayor provecho.

Dichos equipos se encuentran sometidos a un continuo desarrollo tecnológico, debido a las múltiples exigencias de la industria mundial; razón por la cual la innovación y mejoras en el equipo deben ser mostradas a todos aquellos que se encuentren relacionados con la operación del mismo.

Debido a esto, es conveniente la implementación de módulos en los cuales se muestre a los mencionados equipos; permitiéndonos mostrar su funcionamiento, ventajas, y posibles aplicaciones.

Adicionalmente dichos módulos servirán como instrumentos de formación tanto para el personal, distribuidores, subdistribuidores e integradores de la compañía Schneider Electric S.A. como para clientes, futuros clientes y estudiantes de Ingeniería Eléctrica e Ingeniería Electrónica en el Área de Automatización y control de diversas universidades

1.2. OBJETIVOS DEL PROYECTO

1.2.1 General

Diseñar y construir módulos didácticos sobre equipos de baja, media tensión y automatismos para la empresa Schneider Electric S.A. Mostrando aplicaciones ilustrativas y reales donde los equipos muestren su utilidad y soluciones al control de un determinado proceso.

1.2.2 Especificos

Diseñar y construir tres módulos didácticos relacionados con el control de velocidad a través de un variador de velocidad Atv 31.

Diseñar y construir un módulo didáctico relacionado con el control de transferencia entre líneas de tensión a través de una transferencia de tensión automática Merlin Gerin.

Diseñar y construir un módulo didáctico relacionado con el control de procesos a través del autómatas programable Twido

Integrar los equipos mencionados en una red de comunicación basada en el protocolo modbus la cual va a ser controlada por un interfaz HMI Magelis.

Diseñar un curso taller el cual contenga aplicaciones didácticas y muestre directamente el funcionamiento del equipo en varias campos de acción exponiendo sus ventajas en la industria.

1.3 ENTORNO INDUSTRIAL

1.3.1. Antecedentes

A principios de siglo en el mundo se vivió una autentica Revolución Industrial la se inició debido a la necesidad de mejorar los procesos industriales para volverlos eficientes y seguros; entre los años 1890 y 1914 las teorías de la automatización empezaron a fluir en todos los campos de la industria mundial. Desde entonces, la ciencia de nuestro siglo nos ha ido trayendo nuevas sorpresas producto de grandes descubrimientos. Grandes avances en los campos de la Física, Química, Sociología, Psicología y Tecnología se están realizando diariamente. La ciencia y la tecnología, juegan un papel muy importante en el mundo. La tecnología moderna, en conjunto con las investigaciones científicas han logrado ofrecernos las resoluciones de casi todos los problemas de nuestros días. También le han permitido al hombre obtener el control de todo el proceso que se envuelve dentro de una empresa y asimismo de las máquinas creadas por el hombre para hacer de sus labores más sencillas y más seguras.

Bajo estas circunstancias, la industria se transformó gracias a dos cambios decisivos: la mecanización del trabajo y la aplicación del vapor a las nuevas máquinas.

Los inventos mecánicos surgieron de la experiencia de los artesanos, que aportaron soluciones practicas capaces de aumentar la producción y abaratar los costes de manera increíble permitiendo así un mayor consumo de bienes de una misma calidad que los anteriormente producidos pero a un mucho menor costo.

Otra contribución decisiva en la modernización industrial fue la que Edison realizó en 1881 con la construcción de la estación eléctrica, una planta en la que se generaba electricidad y de allí se distribuía. Esto ocurrió en la ciudad de Nueva York. De su estación, que contenía un generador de corriente continua, salió una red de líneas que distribuyeron la electricidad en muchas partes de la ciudad, tal como en ese entonces ya se hacía con el gas y el agua. Al ofrecer el servicio de la luz eléctrica al público.

Una vez que la electricidad pudo ser generada y distribuida para la iluminación, se aprovechó para ser utilizada como fuerza motriz por medio de motores eléctricos. Se puso así a disposición de la industria y de los transportes un nuevo medio universal y barato de distribución de energía que dio un gran impulso a la utilización de los motores eléctricos. Así se creó la industria eléctrica pesada. Como se puede apreciar la industria eléctrica, en contraste con otras más antiguas, tuvo un carácter científico desde sus inicios.

A pesar de los extraordinarios logros de Edison hubo problemas con la corriente eléctrica que utilizaba, debido a que era corriente directa. Esto ocasionó problemas. En efecto, en primer lugar, la utilización de circuitos en paralelo requirió que los cables fueran muy gruesos, lo cual generaba costos altos. En segundo lugar, y de más importancia, al aumentar la demanda de iluminación se necesitaron cargas cada vez más altas que implicaban corrientes eléctricas enormes. Por lo tanto, se estaba ante la alternativa de enviar corrientes muy altas a través de grandes cables de cobre, lo cual era muy ineficiente, o de construir muchas plantas generadoras de electricidad cercanas a los usuarios, con el respectivo aumento considerable de los costos.

Además, rápidamente quedó en evidencia que el sistema de corriente directa que se ramificaba dos kilómetros fuera de la planta estaba cerca de su límite de crecimiento.

Por otro lado, la transmisión de corriente eléctrica de alto voltaje a largas distancias, por medio de alambres relativamente delgados, podría ser muy

eficiente. La objeción era que un generador de corriente directa produce corriente con un voltaje determinado que no se puede modificar y por tanto, no habría forma de reducir el voltaje al valor que se necesitara, en particular en el uso doméstico. Hemos de mencionar que cuando hablamos de alto voltaje nos referimos a decenas de miles de volts, mientras que los valores para los usuarios son de 125 a 250 volts.

La solución a estos dilemas se encontró en la construcción de generadores de corriente alterna por un lado, y la invención del transformador por el otro. dos dispositivos basan su funcionamiento en la ley de inducción de Faraday.

La inducción electromagnética permitió la construcción de los primeros generadores que producían corriente eléctrica que variaba o alternaba al transcurrir el tiempo; el número de veces que el valor de la corriente cambia en un segundo es la frecuencia de la corriente y se mide en hertz (Hz); así, una corriente de 60 Hz es aquella que varía 60 veces en un segundo. En 1888 Nikola Tesla obtuvo una patente por un generador polifásico alterno que producía gran potencia eléctrica; muy pronto este tipo de máquina fue la más usada. Hoy en día se emplean generadores que son versiones muy mejoradas del generador polifásico de Tesla. Los primeros generadores fueron diseñados para que produjeran corrientes que tenían diferentes valores de sus frecuencias: los de 25, 33.5, 40, 50, 60, 90, 130, 420 Hz fueron los más usados. Con el tiempo se ha convenido en utilizar 60 Hz.

Indiscutiblemente, los motores son las máquinas por excelencia, pues combinan las ventajas del uso de la energía eléctrica (bajo costo, facilidad de transporte, limpieza y simplicidad de la puesta en marcha), con una construcción relativamente simple, y una buena adaptación a los más diversos tipos de carga, por ello que sean tan utilizados en la industria.

Tras sucedido el inicio de esta modernización industrial, esta sigue innovándose debido al continuo avance tecnológico tanto en la electrónica como en la maquinaria y gracias a ello, continúa activa y aun perdura. Como último

desarrollo hasta ahora obtenido y logrado gracias a esta revolución se ha logrado la automatización industrial.

La automatización industrial llegó a reemplazar las operaciones que se desarrollaban tradicionalmente de manera manual, y que fueron sustituidas por grandes máquinas que las realizaban en menor tiempo y con un número menor de errores. Y fue que a principios de este siglo algunas compañías manufactureras como la Ford Motor Co., entre otras, instalaron líneas de producción parcialmente automáticas para la obtención de altos volúmenes de producción de partes eléctricas o mecánicas.

Posteriormente, la automatización se separó en dos ramas, la automatización dura y la automatización flexible. La automatización dura consiste en máquinas especializadas para una tarea en específico, con la ventaja de altos volúmenes de producción, pero con la desventaja de no poder variar el producto. Si se requiriera otro producto, sería necesario rediseñar la máquina.

Por otra parte, la automatización flexible se compone básicamente de máquinas de control numérico (máquinas programables que elaboran piezas) y robots manipuladores reprogramables. Éstos últimos tienen la gran ventaja de poder ser utilizados en una gran variedad de tareas, debido al uso de algunos dispositivos especializados y de la reprogramación, por lo que su uso no se enfoca a producir grandes cantidades del mismo producto.

En Ecuador y gran parte de Sudamérica la automatización dura se encuentra ingresando en la industria local a paso firme, esperando que para el año 2010 la industria se encuentre automatizada en un 80 % dentro del país.

1.4 EL MOTOR ELECTRICO Y LA VARIACION DE VELOCIDAD

1.4.1. Motor Eléctrico

Un motor eléctrico es una maquina capaz de transformar energía eléctrica en energía mecánica, a través de medios electromagnéticos.

Esta máquina eléctrica que presenta muchas ventajas respecto a los motores de combustión:

- Su tamaño y peso es más reducido.
- Se puede construir de todos los tamaños.
- Tiene un par de giro prácticamente constante.
- Aprovecha muy bien la energía que utiliza y se puede convertir en generadores, pudiendo convertir energía mecánica en eléctrica.

No obstante, la electricidad tiene muchos problemas para almacenarse. La energía de una batería de varios kilos equivale a la que contiene 80 gramos de gasolina. Así, en automóviles se están empezando a utilizar en vehículos híbridos para aprovechar las ventajas de ambos.

1.4.2. PRINCIPIOS DE FUNCIONAMIENTO

Todas la máquinas rotatorias (motores y generadores eléctricos) basan su funcionamiento en el campo electromagnético, ya que la conversión de energía electromagnética relaciona las fuerzas eléctricas y magnéticas del átomo con la fuerza mecánica que se aplica a la materia y al movimiento.

En magnetismo se conoce la existencia de dos polos: polo norte (N) y polo sur (S), que son las regiones donde se concentran las líneas de fuerza de un imán. Un motor para funcionar se vale de las fuerzas de atracción y repulsión que existen entre los polos. De acuerdo con esto, todo motor tiene que estar formado con polos alternados entre el estator y el rotor, ya que los polos magnéticos iguales se repelen, y polos magnéticos diferentes se atraen, produciendo así el movimiento de rotación. En la figura 1.1 se muestra como se produce el movimiento de rotación en un motor eléctrico.

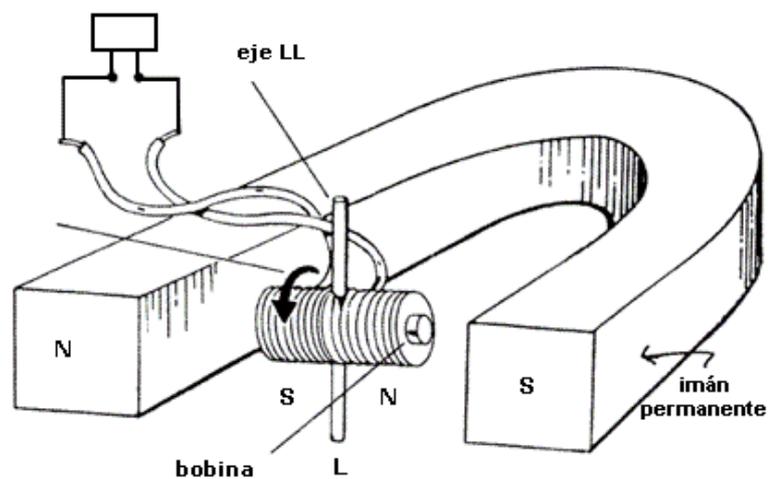


Figura 1.1. motor básico (tomado del libro electromecánica y maquinas eléctricas S.A .NASAR 1997)

Varios efectos electromagnéticos relacionan a la energía mecánica y eléctrica siendo de mayor importancia aquellos los que relacionan la fuerza mecánica que permite el movimiento en presencia del campo magnético y eléctrico siendo los más importantes :

1. la fuerza de atracción que existe entre placas cargadas de un capacitor: siendo esta fuerza de naturaleza mecánica, ya que si se colocará una muestra dieléctrica entre placas, tendría a moverse a la parte del campo eléctrico con mayor densidad

2. la inducción electromagnética: descubierto por Michael Faraday en 1831; que señala, que si un conductor se mueve a través de un campo magnético o está situado en las proximidades de otro conductor por el que circula una corriente de intensidad variable, se induce una corriente eléctrica en el primer conductor.

3. La fuerza electromagnética: André Ampère en 1820, observó: que si una corriente pasa a través de un conductor situado en el interior de un campo magnético, este ejerce una fuerza mecánica o f.e.m. (fuerza electromotriz), sobre el conductor.

A continuación en la Fig 1.2 observamos la f.e.m.

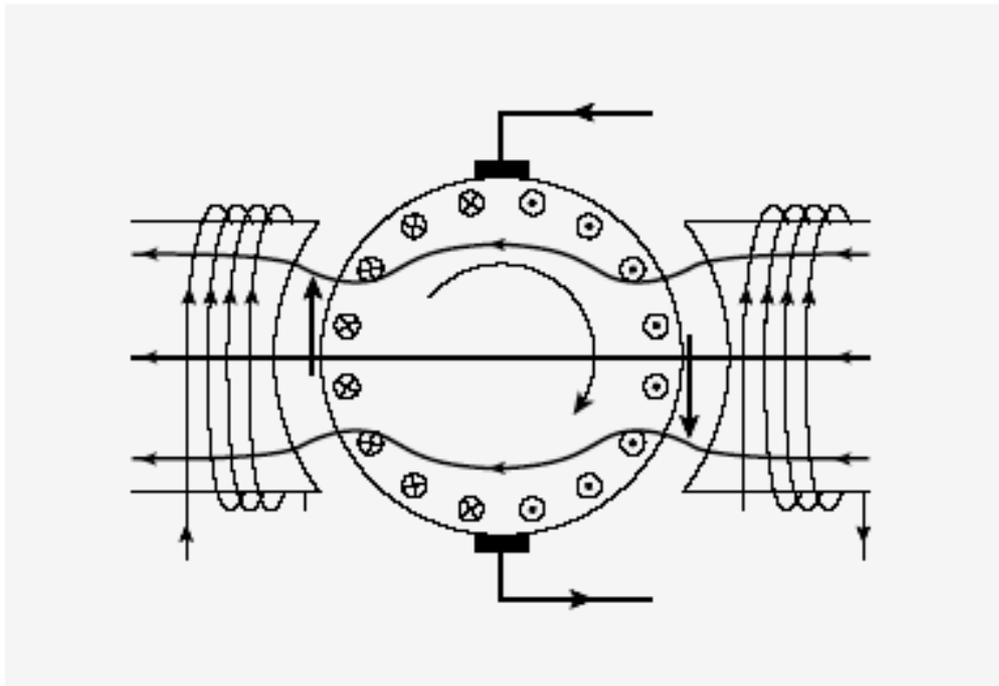


Figura 1.2. F.E.M. (tomado del libro electromecánica y maquinas eléctricas S.A .NASAR 1997)

Neuman a continuación cuantifico estos dos teoremas en una ecuación la cual es la base del funcionamiento de las máquinas eléctricas por inducción.

$$E = IBv\text{sen}(\theta)[v]$$

Ecuación 1.1

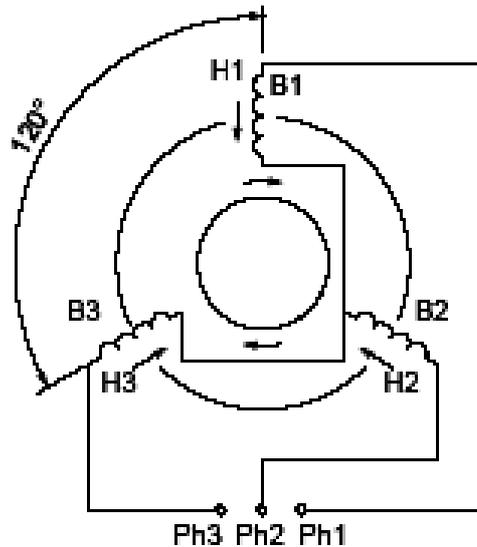


Figura 1.3 Dirección del FEM (tomado del libro electromecánica y maquinas eléctricas S.A .NASAR 1997)

1.4.3 CLASIFICACION

Debido a que son muchos y variados los tipos de motores eléctricos, existen numerosas formas de catalogarlos. siendo la mas común la que hace referencia al tipo de alimentación que recibe el motor:

- Motor de conmutación por corriente continua
- Motor síncrono
- Motor de inducción corriente alterna

1.4.3.1 Los Motores de conmutación Corriente Directa [C.D.] o Corriente Continua [C.C.].

Se utilizan en casos en los que es importante el poder regular continuamente la velocidad del motor, además, se utilizan en aquellos casos en los que es imprescindible utilizar corriente directa, como es el caso de motores accionados por pilas o baterías. Este tipo de motores debe de tener en el rotor y el estator el mismo numero de polos y el mismo numero de carbones. Los motores de corriente directa pueden ser de tres tipos:

- Serie
- Paralelo
- Mixto

1.4.3.2 Los Motores Asíncrónicos de CA

El motor síncronico de CA es un motor de velocidad constante debido a que tanto su frecuencia como el número de polos es constante., nos ayudan a corregir el factor de potencia y son muy útiles en elevadas potencias y tensión constante.

1.4.3.3. Motores de inducción asíncrónicos

Estos motores son los más usados en la industria; tienen un estado similar al del motor síncronico, pero el rotor está construido con barras o bobinas que se conectan en corto circuito. El campo magnético rotatorio del estator inducirá una fuerza electromotriz en los conductores del rotor, como éstos están en corto circuito, por ellos circulará una corriente que producirá el campo magnético necesario en el rotor para hacer que este último gire.

Debido a que este motor es la base de este proyecto detallamos su funcionamiento a continuación:

1.4.4. EL MOTOR DE INDUCCION

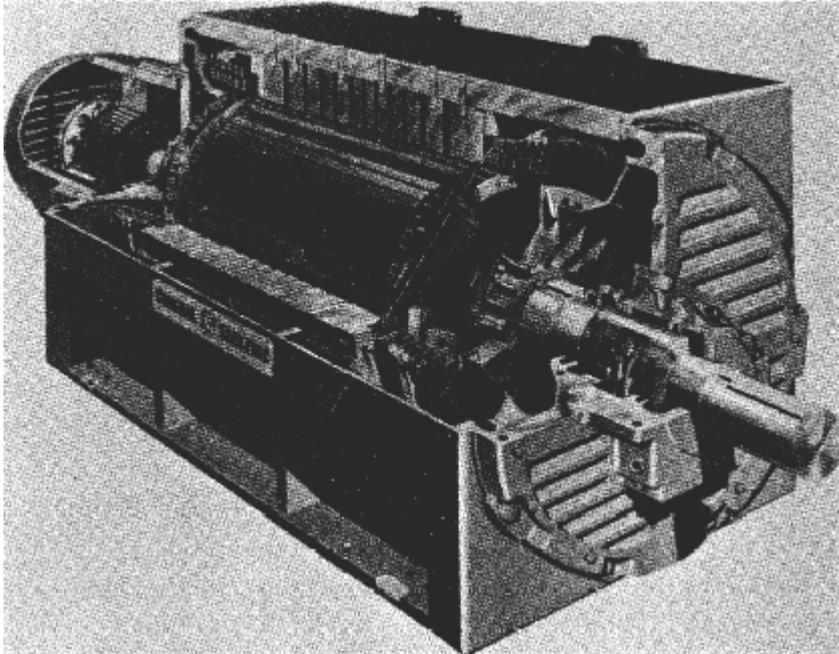


Figura 1.4. motor de inducción (tomado del libro electromecánica y maquinas eléctricas S.A .NASAR 1997)

El motor de inducción asíncrono es el más simple a base y a la vez el más versátil motor de CA. de la industria actual, debido a su fácil construcción a diferencia de otros motores no posee conmutador, anillos rozantes, ni contactos móviles entre el estator y el rotor, esta construcción tiene muchas ventajas incluyendo su desempeño libre de mantenimiento, sus aplicaciones a lugares aislados y su trabajo en ambientes complicados para motores debido a esas propiedades es el motor más utilizado en la industria actual.

Como partes fundamentales de los motores de inducción tenemos el estator y el rotor, ambos con bobinado; a su estator se le aplica una corriente alterna polifásica. Es cual induce un voltaje de frecuencia variable a su rotor, debido a esto, en este motor se produce una doble excitación tanto en el estator,

(excitación de voltaje directa) como en el rotor (excitación de voltaje inducida). Los motores de inducción siempre operarán a una velocidad inferior a la de los motores sincrónicos, o sea, la de sincronismo. Esto se debe a que si el rotor girara a esa velocidad, las líneas de campo magnético rotatorio no cortarían los conductores del rotor, no habiendo por lo tanto inducción en este último.

Debido a esta característica el motor de inducción necesita una diferencia entre la velocidad sincrónica y su velocidad. A esta diferencia se le llama deslizamiento, el cual varía de acuerdo a la carga, al voltaje de la red y al diseño del motor.

1.4.4.1 CLASIFICACION DE MOTORES DE INDUCCION

Los motores asincrónicos de inducción se fabrican de dos tipos: con rotor de jaula de ardilla y con rotor bobinado; a este último se le conoce también como motor de anillos.

1.4.4.2 ROTOR BOBINADO

El rotor bobinado, como su nombre lo indica, lleva unas bobinas que se conectan a unos anillos deslizantes colocados en el eje; por medio de unas escobillas se conecta el rotor a unas resistencias que se pueden variar hasta poner el rotor en corto circuito al igual que el eje de jaula de ardilla.

1.4.4.2 JAULA DE ARDILLA

El rotor de jaula de ardilla tiene unas barras que van conectadas en circuito sin que se requiera ningún tipo de conexión exterior por medio de anillos. Es el más sencillo, económico y el comúnmente usado en las industrias.

Estos motores provienen de los motores polifásicos de inducción. Suponiendo que un motor de inducción comercial de jaula de ardilla se haga arrancar con el

voltaje nominal de las terminales de línea de su estator desarrollará un par de arranque que hará que aumente la velocidad. Al aumentar la velocidad a partir del reposo (100% de deslizamiento) disminuye su deslizamiento y su par disminuye hasta que se desarrolla un par máximo. Esto hace que la velocidad aumente todavía más, reduciéndose en forma simultánea el deslizamiento y el par que desarrolla el motor de inducción.

Los pares desarrollados al arranque y al valor de desplazamiento que produce el par máximo, en ambos exceden el par de la carga, por lo tanto la velocidad del motor aumentará hasta que el valor de desplazamiento sea tan pequeño que el par que se desarrolla se reduzca a un valor igual al aplicado por la carga. El motor continuará trabajando a esa velocidad y el valor de equilibrio del desplazamiento, hasta que aumente o disminuya el par aplicado.

La característica esencial que distingue a una máquina de inducción de los demás motores eléctricos es que las corrientes secundarias son creadas únicamente por inducción.

Cuando se desarrolló por primera vez el rotor de doble jaula de ardilla se creó tal variedad y adaptabilidad en el diseño de rotores para motores de inducción que ha llevado a diversas características de curva deslizamiento - par. Al dar la proporción correcta al devanado de doble jaula de ardilla, los fabricantes han desarrollado numerosas variaciones del diseño del rotor de vaciado o normal único. Estas variaciones tienen por consecuencia pares de arranque mayores o menores que el diseño normal y también menores corrientes de arranque.

1.4.4.3.1 TIPOS DE MOTORES JAULA DE ARDILLA

Para distinguir entre diversos tipos disponibles, la National Electrical Manufacturers Association (NEMA) ha desarrollado un sistema de identificación con letras en la cual cada tipo de motor comercial de inducción de jaula de ardilla se fabrica de acuerdo con determinada norma de diseño y se coloca en determinada clase, identificada con una letra. Las propiedades de la construcción

eléctrica y mecánica el rotor, en las cinco clases NEMA de motores de inducción de jaula de ardilla, se resume en la siguiente tabla:

Clase	Par de arranque	Corriente de	Regulación de	Nombre de clase
NEMA	(# de veces el nominal)	Arranque	Velocidad (%)	Del motor
A	1.5-1.75	5-7	2-4	Normal
B	1.4-1.6	4.5-5	3.5	De propósito general
C	2-2.5	3.5-5	4-5	De doble jaula alto par
D	2.5-3.0	3-8	5-8 , 8-13	De alto par alta resistencia
F	1.25	2-4	mayor de 5	De doble jaula, bajo par y baja corriente de arranque.

Tabla 1.1 características de los motores comerciales de inducción de jaula de ardilla de acuerdo con la clasificación en letras NEMA.

1.4.4.4. Características de los motores de inducción:

Los motores de inducción están provistos de puestas en marcha por rotación que se utilizan en aparatos monofásicos (de una [1] fase) o trifásicos (de [3] fases). En principio el número de fases utilizadas podrá crecer sin limitación, pero no existen ventajas prácticas cuando se excede de tres (3)

Con el fin de hacer lo más eficiente posible el uso del hierro y el cobre en el circuito el embobinado se distribuye en pequeñas hendiduras hechas en el hierro laminado del arranque. El arranque se construye con el empaquetamiento de aros (laminados) digamos que son paquetes de hoja de metal eléctrico. Cada hoja metálica se aísla de la vecina con una fina capa de barniz. Esto hace que el

arranque haga girar al embobinado. Si utilizáramos un arranque formado por un solo bloque metálico se produciría un pequeño giro y las corrientes de remolino producidas serían de gran importancia. El hecho de barnizar las láminas en el arranque rompe el paso de la corriente entre las hojas metálicas y previene estos sucesos.

Sin embargo en lo que concierne al rotor existe un único embobinado, uno por cada fase, cada bobina del arranque genera un campo transversal al rotor.

El rotor tiene la forma de un cilindro metálico con una disposición simétrica del cable conductor enrollado (normalmente se le llama jaula de ardillas por su forma), y el campo magnético generado por el arranque induce corrientes en el embobinado del rotor. La interacción entre el campo magnético generado por estas corrientes y el campo magnético que rota produce un momento en el eje de salida.

1.4.4.5 Características de funcionamiento normal del motor de inducción en marcha (desde vacío hasta plena carga).

El comportamiento del rotor de un motor de inducción de jaula de ardilla a una velocidad sin carga, es ligeramente menor que la velocidad síncrona cuando se aplica una carga que va en aumento.

1.4.4.5.1 Caso sin carga y vacío:

Sin carga, el deslizamiento es muy pequeño y la frecuencia, reactancia del rotor, y la FEM inducida en éste son muy pequeñas. Por lo tanto la corriente en el rotor es muy pequeña y solo la suficiente para producir el par sin carga y por lo tanto la corriente en el estator es la suma fasorial de su corriente de excitación I_e y un componente de carga primario I_o inducido en el rotor por acción del transformador.

1.4.4.5.2. Caso de media carga

Al aplicar la carga mecánica al rotor, la velocidad disminuye un poco. La pequeña disminución de velocidad causa un aumento en el deslizamiento y en la frecuencia y reactancia del rotor, y en la FEM inducida en éste.

El aumento en la corriente inducida (secundaria) en el rotor se refleja con un aumento de corriente primaria en el estator, I_{sr} ,

1.4.4.5.3 Condición de plena carga

El motor de inducción de jaula de ardilla girará un valor de deslizamiento que proporciona un equilibrio entre el par desarrollado y el par aplicado. De tal manera, conforme se aplica más carga, el deslizamiento aumenta porque el par aplicado excede al par desarrollado. Cuando se aplica el valor nominal al eje del motor de inducción, el componente de la corriente del estator primario en fase que toma el motor de inducción es grande en comparación con la corriente sin carga casi de cuadratura, ángulo del factor de potencia es bastante pequeño. El factor de potencia a plena carga varía entre 0.8 en motores pequeños (1 HP) y 0.9 o 0.95, en los grandes motores de inducción (150 HP y superiores).

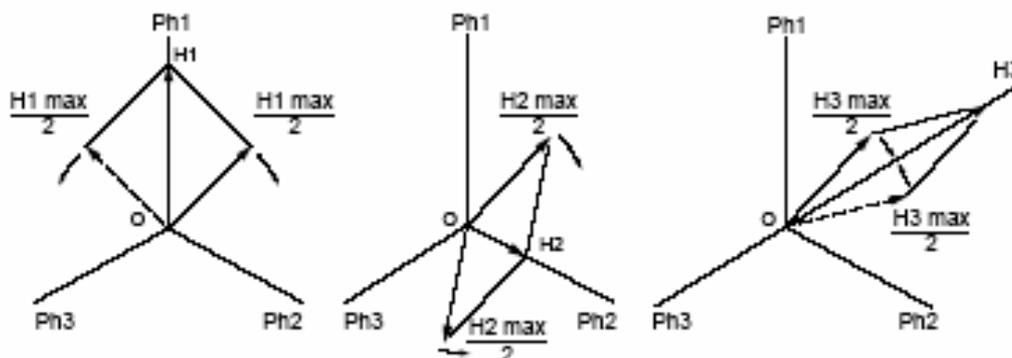


Figura 1.5. Campos generado en las tres fases (tomado del libro máquinas eléctricas y transformadores IRVIN KOSOV 1992)

En la figura podemos observar el comportamiento del motor con o sin carga

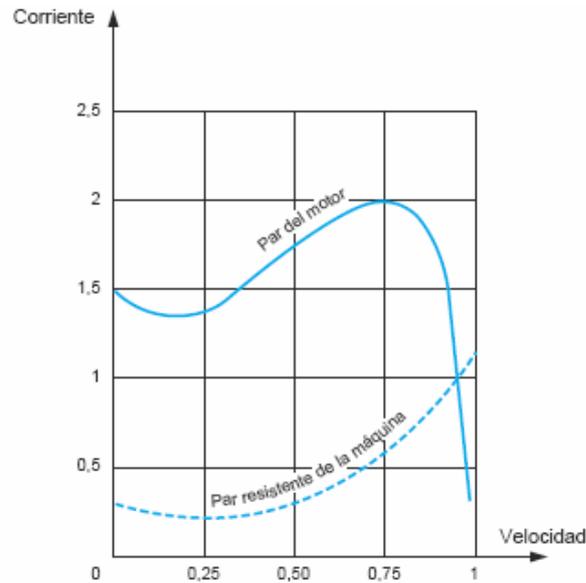


Figura 1.6. Curva característica de un motor de inducción con y sin carga (tomado del libro máquinas eléctricas y transformadores IRVIN KOSOV 1992)

1.4.4.6 Arranque de motores asincrónicos De inducción tipo Jaula de ardilla

Se denomina arranque de un motor al régimen transitorio en el que se eleva la velocidad del mismo desde el estado de motor detenido hasta el de motor girando a la velocidad de régimen permanente.

El conjunto que se pone en marcha es inercial y disipativo, incluyendo en este último concepto a las cargas útiles, pues consumen energía.

El estudio del arranque de los motores tiene una gran importancia práctica, ya que la elección correcta de las características de los motores eléctricos , arrancadores y variadores de velocidad a instalar están basados en el conocimiento de las particularidades de éste régimen transitorio.

Recordemos que el comportamiento dinámico del conjunto motor-maquina accionada está regido por la siguiente ecuación diferencial:

$$T_m - T_r = J \times \frac{dw}{dt}$$

Ecuación 1.2

Donde T_m es el par motor, T_r el par resistente, J es el momento de inercia del conjunto motor-maquina accionada y w es la velocidad angular de dicho conjunto.

Por lo tanto, para que el conjunto comience a girar se necesita que el par motor supere al par resistente, de manera de generar una aceleración angular de arranque. El proceso de arranque finaliza cuando se equilibra el par motor con el par resistente, estabilizándose la velocidad de giro del motor.

Por otro lado, los dispositivos de arranque pueden ser de operación manual o por contactores. Estos últimos permiten efectuar el mando a distancia del motor con cables de secciones pequeñas (sólo se requiere la corriente necesaria para la bobina del contactor), lo que facilita el accionamiento y diseño del dispositivo de control por trabajar con intensidades reducidas.

La máxima caída de tensión en la red no debe superar el 15% durante el arranque.

Los circuitos con motores deben contar con interruptores que corten todas las fases o polos simultáneamente y con protecciones que corten automáticamente cuando la corriente adquiera valores peligrosos.

En los motores trifásicos debe colocarse una protección automática adicional que corte el circuito cuando falte una fase o la tensión baje de un valor determinado.

1.4.4.6.1 - Arranque directo de motores asíncronos con rotor en jaula

Se dice que un motor arranca en forma directa cuando a sus bornes se aplica directamente la tensión nominal a la que debe trabajar.

Si el motor arranca a plena carga, el bobinado tiende a absorber una cantidad de corriente muy superior a la nominal, lo que hace que las líneas de alimentación incrementen considerablemente su carga y como consecuencia directa se produzca una caída de tensión.

La intensidad de corriente durante la fase de arranque puede tomar valores entre 6 a 8 veces mayores que la corriente nominal del motor. Su principal ventaja es el elevado par de arranque: 1,5 veces el nominal. Si se tienen muchos motores de media y gran potencia que paran y arrancan en forma intermitente, se tendrá un gran problema de perturbaciones en la red eléctrica.

1.4.4.6.2- Arranque de motores asincrónicos con rotor en jaula por conmutación estrella-triángulo

El arranque estrella-triángulo es el procedimiento más empleado para el arranque a tensión reducida debido a que su construcción es simple, su precio es reducido y tiene una buena confiabilidad.

El procedimiento para reducir la tensión en el arranque consiste en conmutar las conexiones de los arrollamientos en los motores trifásicos previstos para trabajar conectados en triángulo en la red de 3 x 380 V.

Los bobinados inicialmente se conectan en estrella, o sea que reciben la tensión de fase de 220 V, y luego se conectan en triángulo a la tensión de línea de 380 V; es decir que la tensión durante el arranque se reduce 1,73 veces.

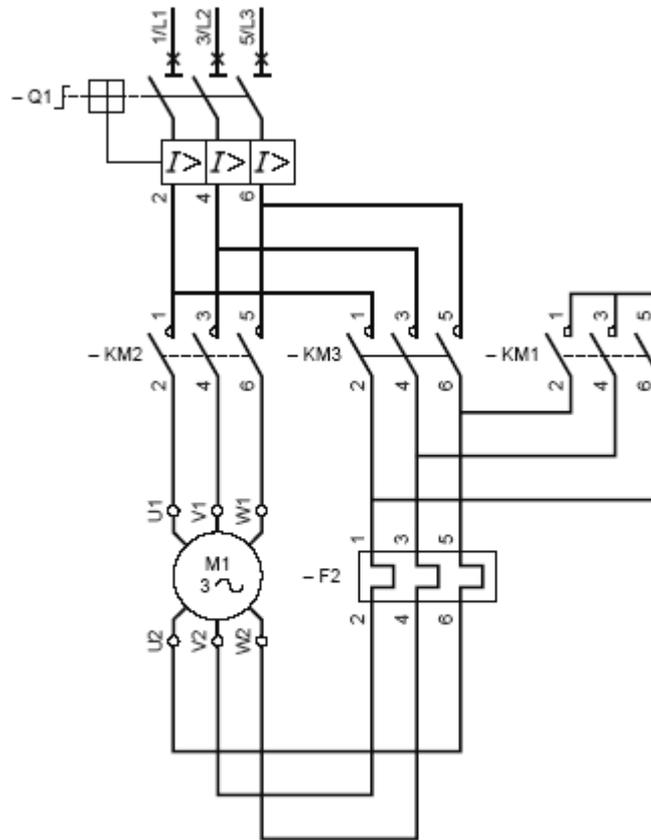


Figura 1.7. Arranque estrella triángulo (tomado del libro máquinas eléctricas y transformadores IRVIN KOSOV 1992)

Por ser ésta una relación fija, y dado que la influencia de la tensión sobre la corriente es cuadrática, tanto la corriente como el par de arranque del motor se reducen en tres veces.

Además el estator debe tener sus seis bornes accesibles (situación que no se da en todos los motores, como por ejemplo en las bombas sumergibles). Para ello se abren los circuitos de las bobinas del estator y se las conecta al conmutador. En este caso al motor ingresan 6 cables, más el de puesta a tierra.

La conmutación de estrella a triángulo generalmente se hace en forma automática luego de transcurrido un lapso (que puede regularse) en el que el motor alcanza determinada velocidad.

En el caso más simple tres contactores realizan la tarea de maniobrar el motor, disponiendo de enclavamientos adecuados. La protección del motor se hace por medio de un relé térmico. El térmico debe estar colocado en las fases del motor. La regulación del mismo debe hacerse a un valor que resulta de multiplicar la corriente de línea por 0,58. La protección del circuito más adecuada también es el fusible.

Algunas indicaciones que se deben tener en cuenta sobre el punto de conmutación son: el pico de corriente que toma el motor al conectar a plena tensión (etapa de triángulo) debe ser el menor posible; por ello, la conmutación debe efectuarse cuando el motor esté cercano a su velocidad nominal (95% de la misma), es decir cuando la corriente de arranque baje prácticamente a su valor normal en la etapa de estrella.

Asimismo, el relé de tiempo debe ajustarse para conmutar en este momento, no antes ni mucho después. Habitualmente, un arranque normal puede durar hasta 10 segundos, Si no se cumple con lo anterior, el pico de corriente que se produce al pasar a la etapa de triángulo es muy alto, perjudicando a los contactores, al motor y a la máquina accionada. El efecto es similar al de un arranque directo.

Finalmente digamos que el dispositivo estrella-triángulo tiene el inconveniente de arrancar maquinas con mucho momento de inercia, en cuyo caso se utilizan los dos métodos que se describen a continuación. Ambos permiten conectar motores trifásicos con motor de jaula, los cuales traccionan, por ejemplo, bombas sumergibles.

1.4.4.6.3 - Arranque de motores asincrónicos con rotor en jaula por autotransformador de arranque

El auto transformador de arranque es un dispositivo similar al estrella-triángulo, salvo por el hecho de que la tensión reducida en el arranque se logra mediante

bobinas auxiliares que permiten aumentar la tensión en forma escalonada, permitiendo un arranque suave.

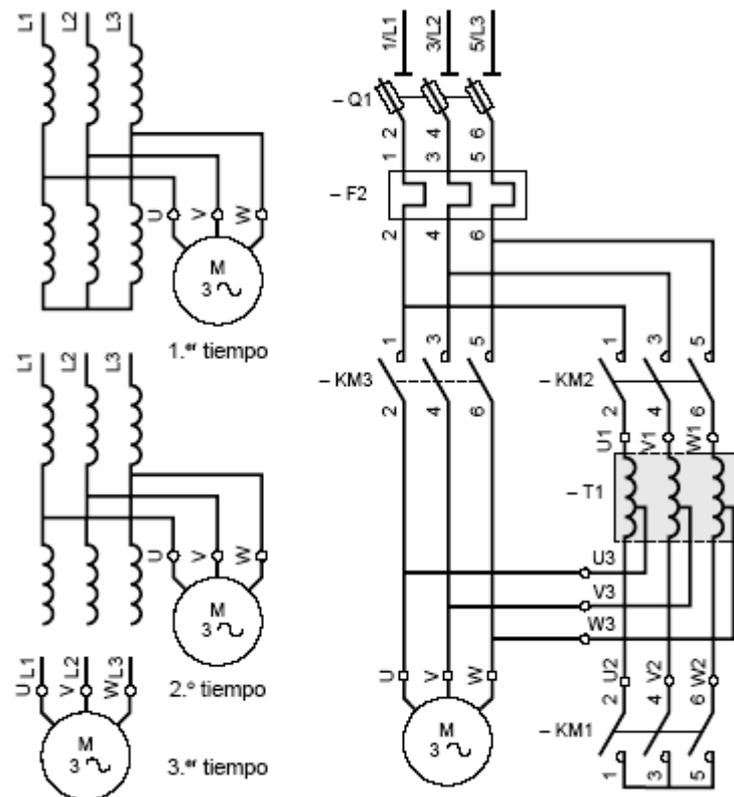


Figura 1.8 .Arranque por auto transformador (tomado del libro máquinas eléctricas y transformadores IRVIN KOSOV 1992)

Su único inconveniente es que las conmutaciones de las etapas se realizan bruscamente, produciendo en algunas ocasiones daños perjudiciales al sistema mecánico o a la máquina accionada. Por ejemplo, desgaste prematuro en los acoplamientos (correas, cadenas, engranajes o embragues de acoplamiento) o en casos extremos roturas por fatiga del eje o rodamientos del motor, producidos por los grandes esfuerzos realizados en el momento del arranque.

1.4.4.6.4 - Arranque de motores asincrónicos con rotor en jaula por dispositivos electrónicos

Los arrancadores electrónicos son una mejor solución que los autotransformadores gracias a la posibilidad de su arranque suave, permitiendo un aumento en la vida útil de todas las partes involucradas.

Los mismos consisten básicamente en un convertidor estático alterna-continua-alterna ó alterna-alterna, generalmente de tiristores, que permiten el arranque de motores de corriente alterna con aplicación progresiva de tensión, con la consiguiente limitación de corriente y par de arranque. En algunos modelos también se varía la frecuencia aplicada.

Al iniciar el arranque, los tiristores dejan pasar la corriente que alimenta el motor según la programación realizada en el circuito de maniobra, que irá aumentando hasta alcanzar los valores nominales de la tensión de servicio.

La posibilidad de arranque progresivo, también se puede utilizar para detener el motor, de manera que vaya reduciendo la tensión hasta el momento de la detención

Estos arrancadores ofrecen selección de parada suave, evitando por ejemplo, los dañinos golpes de ariete en las cañerías durante la parada de las bombas; y detención por inyección de corriente continua para la parada más rápida de las masas en movimiento.

Además poseen protecciones por asimetría, contra sobre temperatura y sobrecarga, contra falla de tiristores, vigilancia del tiempo de arranque con limitación de la corriente, control de servicio con inversión de marcha, optimización del factor de potencia a carga parcial, maximizando el ahorro de energía durante el proceso y permiten un ahorro en el mantenimiento por ausencia de partes en movimiento que sufran desgastes.

Gracias al nacimiento del arrancador suave electrónico surgió el variador de velocidad que se basa en el mismo principio pero además controla la frecuencia de la señal de entrada permitiéndonos alimentar el motor de inducción con variadas frecuencias.

Motores de jaula

	Arranque directo	Arranque part winding	Arranque estrella-triángulo	Arranque estático	Arranque por autotransformador	Arrancador progresivo
Corriente de arranque	100%	50%	33%	70%	40 / 65 / 80%	Regulable de 25
Sobrecarga de la línea	4 a 8 In	2 a 4 In	1,3 a 2,6 In	4,5 In	1,7 a 4 In	
Par en % de Cd	100%	50%	33%	50%	40 / 65 / 80 %	Regulable de 10 a 70%
Par inicial de arranque	0,6 a 1,5 Cn	0,3 a 0,75 Cn	0,2 a 0,5 Cn	0,6 a 0,85 Cn	0,4 a 0,85 Cn	Regulable de 0,1 a 0,7 Cn
Mando	Todo o nada	Todo o nada	Todo o nada	1 posición fija	3 posiciones fijas	Progresivo
Motor de jaula económico y robusto						
Ventajas	-Arrancador simple -Económico - Par de arranque más elevado que importante en estrella- triángulo -Sin corte de alimentación durante el arranque		-Arrancador económico -Buena relación par/corriente	-Posibilidad de ajuste de los valores en el arranque -Sin corte de alimentación durante el arranque - Fuerte reducción de las puntas de corriente transitorias	-Buena relación par/corriente -Posibilidad de ajuste de los valores en el arranque -Sin corte de alimentación durante el arranque	-la puesta en servicio - Dimensiones reducidas - Estático - Adaptable a cualquier ciclo
Inconvenientes	-Pulso de corriente muy importante -Arranque no controlado	- Sin posibilidad de ajuste -Motor especial -Red especial	-Par de arranque débil -Sin posibilidad de ajuste - Corte de alimentación en el cambio de acoplamiento y fenómenos transitorios - Motor de 6 bornas	-Débil reducción de la punta de arranque - Necesidad de resistencias voluminosas	- Necesidad de un autotransformador costoso - Implica riesgos en redes con perturbaciones	- Genera perturbaciones
Tiempos de arranque	2 a 3 segundos	3 a 6 segundos	3 a 7 segundos	7 a 12 segundos	7 a 12 segundos	Regulable de 1 a 60 segundos
Aplicaciones habituales	-Pequeñas máquinas, aunque arranquen a plena carga	-Máquinas que arrancan en vacío o a poca carga (compresores para grupos de climatización)	-Máquinas que arrancan en vacío - Ventiladores y bombas centrífugas de poca potencia	-Máquinas de elevada inercia sin problemas especiales de par ni de corriente en el arranque	-Máquinas de elevada potencia o inercia, en casos en los que la reducción de la punta de corriente sea un criterio importante	I Bombas, ventiladores, compresores, transportadores

Tabla 1.2 Cuadro comparativo en función a la forma de arranque en los motores asincronicos

1.5 LA INSTALACION ELECTRICA Y LA TRANSFERENCIA DE TENSION

1.5.1 PARTES DE UNA INSTALACIÓN ELÉCTRICA:

1.5.1.2 Interruptor de control de potencia (ICP).

Se sitúa junto al cuadro de mando y protección, e inmediatamente antes, se sitúa el Interruptor de Control de Potencia, que es el aparato que controla la potencia simultánea disponible en la vivienda, de acuerdo con el contrato de suministro de energía eléctrica y con el equipo de medida. Este interruptor desconecta (dispara) la instalación, cuando la suma de las potencias demandada de los aparatos conectados a la vez sobrepasa la potencia contratada.

1.5.1.2 Cuadro de mando y protección.

El Cuadro General de Mando y Protección es el elemento al que hay que prestarle la máxima atención porque protege al usuario de cualquier anomalía que se pueda producir en la instalación. Es un conjunto de pequeños mecanismos de funcionamiento, situado en el origen de la instalación interior y que sustituye a los antiguos 'plomos o fusibles' en la función que tenían de proteger la instalación. Estos nuevos dispositivos mejoran la protección anterior y añaden nuevas seguridades a las personas.

El Cuadro General de Mando y Protección está formado por el 'Interruptor General Automático', 'Interruptor Diferencial' y 'Pequeños Interruptores Automáticos (PIAs)'.

1.5.1.3 Interruptor General.

Es un elemento encargado de proteger de sobrecargas o cortocircuitos la instalación completa de la vivienda. Evita que se quemé la derivación individual de la vivienda en caso de tener una sobrecarga o cortocircuito y es el elemento que

se ha de utilizar para desconectar la vivienda en caso de reparaciones, ausencias largas.

Este elemento es de reciente incorporación en el Cuadro General de Mando y Protección, por lo que es habitual que muchos cuadros no lo tengan instalado. En ese caso, la función del Interruptor General Automático lo cumple el Interruptor Diferencial.



Figura 1.9. Interruptor general Merlin Gerin (tomado del catalogo MERLIN GERIN 04 2004)

1.5.1.4 Interruptor diferencial.

Es un elemento destinado a la protección de las personas. Desconecta automáticamente la instalación cuando se produce una derivación en algún aparato electrodoméstico o en algún punto de la instalación. Esta desconexión del interruptor diferencial evita la posibilidad de un accidente eléctrico.



Figura 1.10. Interruptor diferencial Merlin Gerin (tomado del catalogo MERLIN GERIN 04 2004)

Si se desconectara se puede volver a conectar manualmente, pero si volviera a dispararse es porque existe una avería o derivación en la instalación; y en este caso, no debe volver a conectarse hasta haber averiguado la causa y haber separado el receptor que produjo el disparo.

Es de destacar que los interruptores diferenciales de alta sensibilidad aportan además una protección muy eficaz contra incendios al limitar a potencias muy bajas las eventuales fugas de energía eléctrica por defecto de aislamiento. Además, si la instalación carece de Interruptor General Automático, el Interruptor Diferencial se utiliza para desconectar la vivienda.

1.5.1.5 Pequeños Interruptores Automáticos (PIAs).

Son elementos de corte y protección de cada uno de los circuitos interiores. Protegen cada circuito de sobrecargas o cortocircuitos, con arreglo a la capacidad de cada uno. Sirven, por tanto, para evitar que se queme por calentamiento la instalación eléctrica o cualquier aparato y, sobre todo, ofrece una protección muy eficaz contra incendios en el caso de producirse un cortocircuito.



Figura 1.11. Interruptor PIAS Merlín Gerin (tomado del catalogo MERLIN GERIN 04 2004)

El número de esos PIAs será igual al número de circuitos que haya dentro de la vivienda y sirve además como elemento de corte de cada uno de estos circuitos.

1.6. AUTOMATISMOS PROGRAMABLES Y EL PLC

1.6.1 INTRODUCCION

Las empresas de hoy, que piensan en el futuro, se encuentran provistas de modernos dispositivos electrónicos en sus maquinas y procesos de control. Hoy las fabricas automatizadas deben proporcionar en sus sistemas, alta confiabilidad, gran eficiencia y flexibilidad. Una de las bases principales de tales fábricas es un dispositivo electrónico llamado Controlador Lógico Programable.

Este dispositivo fue inicialmente introducido en 1970 y se ha sido refinando con nuevos componentes electrónicos, tales como Micro-procesadores de alta velocidad, agregándole funciones especiales para el control de proceso más complejos.

Hoy los Controladores Programables son diseñados usando lo ultimo en diseño de Micro-procesadores y circuiteria electrónica lo cual proporciona una mayor confiabilidad en su operación en aplicaciones industriales donde existen peligro debido al medio ambiente, alta repetibilidad, altas temperaturas, ruido

ambiente o eléctrico, suministro de potencia eléctrica no confiable, vibraciones mecánicas etc.

1.6.2 PLC

Debido a la gran aceptación que ha tenido el PLC, se ha dado una definición formal por la NEMA (Nacional electrical Manufacturers Association), descrita como sigue:

“EL PLC 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 maquinas o procesos. Una computadora digital que es usada para ejecutar las funciones de un controlador programable, se puede considerar bajo este rubro. Se excluyen los controles secuenciales mecánicos. De una manera general podemos definir al controlador lógico programable a toda maquina electrónica, diseñada para controlar en tiempo real y en medio industrial procesos secuenciales de control. Su programación y manejo puede ser realizado por personal con conocimientos electrónicos sin previos conocimientos sobre informática”.

Este medio ambiente es el que el Control Lógico Programable se encuentra en su elemento, ya que fue diseñado y concebido para su uso en el medio ambiente industrial.

Los Controladores Lógicos Programables, PLC como ellos son comúnmente llamados, ofrecen muchas ventajas sobre otros dispositivos de control tales como relevadores, temporizadores electrónicos, contadores y controles mecánicos como del tipo tambor. El objetivo de este manual es mostrar el funcionamiento interno y de programación de este tipo de controladores, además de mostrar algunas de sus aplicaciones en la industria, también realizar una serie de

prácticas para que el técnico de la industria pueda iniciarse en este apasionante tema de la automatización.

Estas especificaciones interesaron a ciertas compañías tales como GE-Fanuc, Reliance Electric, MODICON, Digital Equipment Co., De tal forma que el resultado de su trabajo se convirtió en lo que hoy se conoce como Controlador Lógico Programable. Los PLCs surgen como equipos electrónicos sustitutos de los sistemas de control basados en relevadores, que se hacían más complejos y esto arrojaba ciertas dificultades en cuanto a la instalación de los mismos, los altos costos de los equipos. Los altos costos de operación y mantenimiento y la poca flexibilidad y confiabilidad de los equipos.

Los primeros PLCs se usaron solamente como reemplazo de relevadores, es decir, su capacidad se reducía exclusivamente al control On -Off (de dos posiciones) en máquinas y procesos industriales. De hecho todavía se siguen usando en muchos casos como tales. La gran diferencia con los controles por relevador fue su facilidad de instalación, ocupan menor espacio, costo reducido, y proporcionan autodiagnósticos sencillos.

En la década de los 70s con el avance de la electrónica, la tecnología de los microprocesadores agregó facilidad e inteligencia adicional a los PLCs generando un gran avance y permitiendo un notorio incremento en la capacidad de interfase con el operador, se fue poco a poco mejorando la idea inicial de los PLCs convirtiéndose en lo que ahora son, Sistemas Electrónicos Versátiles y Flexibles.

1.6.3 PROPIEDADES DE UN PLC

1. El dispositivo de control deberá ser fácil y rápidamente programable por el usuario con un mínimo de interrupción.
2. Todos los componentes del sistema deben ser capaces de operar en plantas industriales sin un especial equipo de soporte, de hardware o de ambiente.

3. El sistema debe ser de fácil mantenimiento y reparación. Deberá diseñarse con indicadores de status y modularidad para facilitar las reparaciones y la búsqueda de errores.

4. El sistema deberá ocupar menor espacio que los sistemas de relevador y deberá consumir menor potencia que los sistemas de control por relevadores.

5. El PLC deberá ser capaz de comunicarse con un sistemas central de datos para propósitos de monitoreo.

6. Deberá ser capaz de trabajar con 120 volts de corriente alterna y con elementos estándar de control, con interruptores de presión interruptores de limite, etc.

7. Las señales de salida deberán ser capaces de manejar arranques de motores y válvulas solenoides que operan a 120 volts de C.A.

8. Deberá ser expandible desde su mínima configuración hasta su máxima, con una mínima de alteración y de tiempo perdido.

9. Deberá ser competitivo en costo de venta e instalación, respecto de los sistemas en base a relevadores.

10. La estructura de memoria empleada deberá ser expandible a un mínimo de 4000 palabras o elementos de memoria. Los PLC actuales no solamente cumplen estos requisitos si no 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.

CAPITULO II

VARIACION DE VELOCIDAD

2.1. CONCEPTOS BASICOS:

Gran parte de los equipos utilizados en los distintos procesos del sector industrial funcionan a velocidades variables, como por ejemplo cintas transportadoras, máquinas dosificadoras, bombas, grúas, compresores, ventiladores, mecanismos de elevación, máquinas textiles, etc. En los mismos se requiere un control preciso de la velocidad para lograr una adecuada productividad, mejorar la calidad del producto final y garantizar la seguridad de personas e instalaciones.

Cada proceso necesita de la selección adecuada de motores y variadores en función de las características del mismo. Así se deben considerar las siguientes características:

- Regulación: límites, progresividad, sentido.
- Arranque y frenado.
- Estabilidad de funcionamiento
- Tipo de carga
- Rentabilidad económica: ahorro en potencia activa, reactiva, mantenimiento

Según SicaNews (2002) la variación de la velocidad en los motores eléctricos es un régimen transitorio en el que se modifica la velocidad angular del conjunto motor-máquina accionada como consecuencia de una acción de mando determinada.

El comportamiento dinámico del conjunto está dado por:

$$T_m - T_r = J \frac{d\omega}{dt} \quad (1)$$

Donde,

T_m : par motor

T_r : par resistente

J : momento de inercia del conjunto

ω : velocidad angular del conjunto

De donde se deduce que para cambiar la velocidad se debe variar el par motor para que sea distinto del par resistente, lo que produce una aceleración angular.

La variación del par motor está relacionado con la variación de la corriente absorbida sin embargo esta se encuentra limitada por el calentamiento de los conductores.

La velocidad de giro del motor se estabiliza cuando existe equilibrio entre el par motor y el par resistente.

2.2. TIPOS DE VARIACIÓN DE VELOCIDAD EN MOTORES ASINCRONOS

La velocidad de un motor asincrónico en RPM está dada por:

$$N = (1 - s) N_s = (1 - s) 60 \frac{f}{p} \quad (2)$$

Donde,

s: resbalamiento

Ns: RPM sincrónicas

f: frecuencia

p: número de pares de polos.

Por lo tanto, para regular la velocidad se puede operar sobre el número de polos, el resbalamiento, la frecuencia.

2.2.1. Variación de velocidad por cambio del número de polos

La regulación de velocidad en un motor asíncrono por cambio del número de polos se realiza por conmutación de los arrollamientos estatóricos de conexión serie a una conexión en paralelo.

Esta conmutación puede ser de triángulo a doble estrella o de estrella a doble estrella; con lo cual se logra disminuir el número de polos a la mitad, y partiendo de la ecuación (2) se puede notar que al hacerlo la velocidad se duplica.

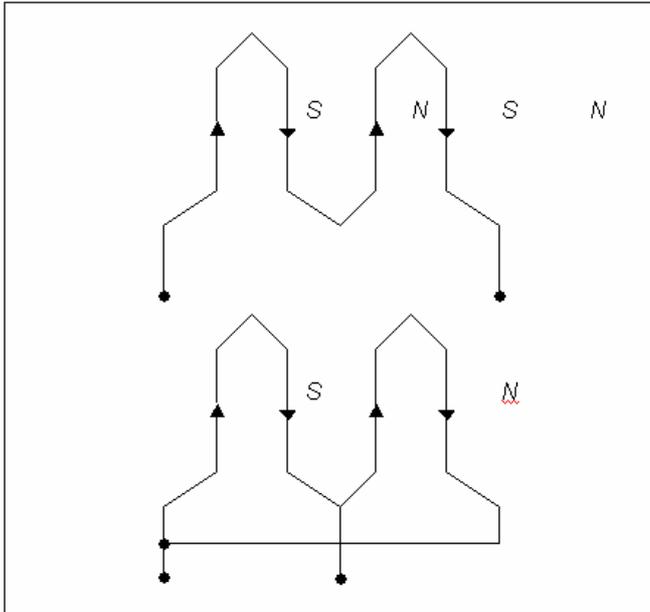


Figura 2.1. Esquema de Conmutación de los Arrollamientos Estatóricos de una Conexión serie, en conexión paralelo. Fuente: Dawes L., Chester (1966). Electricidad Industrial Vol. II Pág. 68

2.2.1.1. Conmutación de estrella a doble estrella

Si la potencia absorbida por el motor en conexión estrella está dada por:

$$P_Y = \sqrt{3} U I_n \cos \phi_Y \quad (3)$$

y la potencia en conexión doble estrella es:

$$P_{YY} = 2\sqrt{3} U I_n \cos \phi_{YY} \quad (4)$$

se puede observar que si

$$\cos \phi_Y \approx \cos \phi_{YY}$$

la potencia a velocidad doble es dos veces mayor que la potencia a velocidad

menor. Es decir la potencia es proporcional a la velocidad del motor lo que permite que el par se mantenga constante.

De lo que se puede notar que este tipo de conmutación genera una regulación de velocidad a par constante.

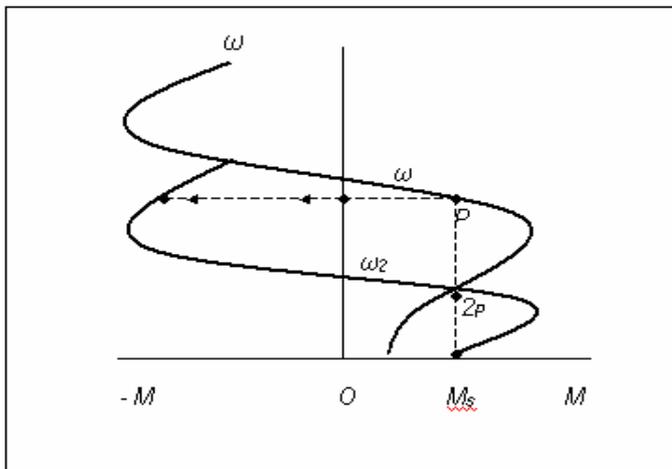


Figura 2.2. Características Mecánicas de un Motor de dos Velocidades, Reguladas a Par Constante Fuente: Universidad Carlos III de Madrid (2002). Regulación de maquinas sincronas.

2.2.1.2. Conmutación de triángulo a doble estrella

Si la potencia absorbida por el motor con arrollamiento en conexión triángulo está dada por:

$$P_{\Delta} = 3 U I_n \cos \varphi_{\Delta} \quad (5)$$

y la potencia en conexión doble estrella es:

$$P_{YY} = 2\sqrt{3} U I_n \cos \varphi_{YY} = 3.46 U I_n \cos \varphi_{YY} \quad (3)$$

Se puede observar que si,

$$\cos \varphi_{\Delta} \approx \cos \varphi_{YY}$$

La potencia a velocidad doble es casi igual a la potencia a velocidad menor.

De lo que se puede notar que este tipo de conmutación genera una regulación de velocidad a potencia constante.

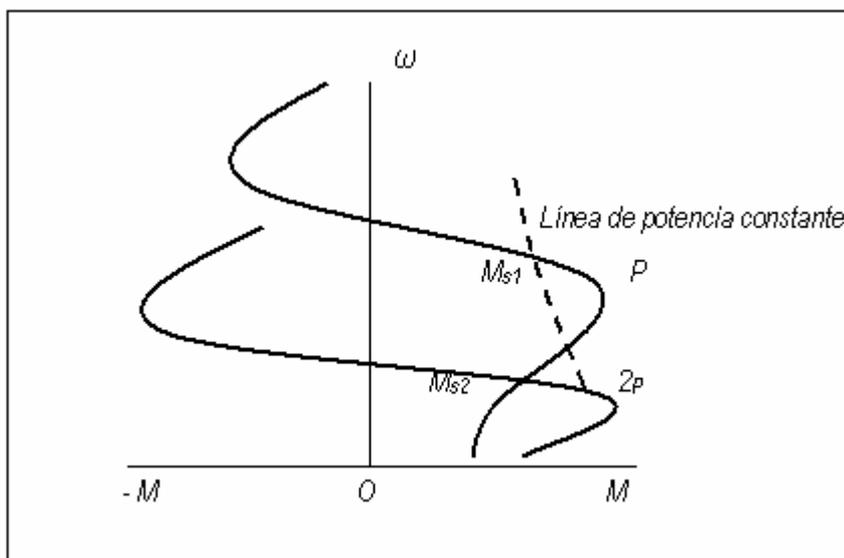


Figura 2.3. Características mecánicas de un motor de dos (2) velocidades reguladas a potencia constante Fuente: Universidad Carlos III de Madrid (2002). Regulación de máquinas sincras.

La variación de velocidad por el cambio de número de polos genera un determinado número de velocidades que dependen del número de polos sin embargo pese a sus características mecánicas de gran rigidez y a las ventajas económicas que ofrece se encuentra limitada a aplicaciones específicas pues la regulación de velocidad que se logra es escalonada y no progresiva.

2.2.2. Variación de la velocidad de un motor asíncrono por variación de frecuencia

Otra forma de variar la velocidad de un motor asíncrono es variando la frecuencia sin embargo se debe tomar en cuenta que esta variable está relacionada con el flujo magnético.

Partiendo de la ecuación

$$U_1 = \Phi. \quad (6)$$

Se puede observar que para mantener el flujo magnético constante la relación entre la tensión y la frecuencia debe ser constante. Esto con el objetivo de lograr rigidez en las características mecánicas del sistema.

Por lo tanto al disminuir la frecuencia se debe disminuir la tensión; pero esta caída de tensión elevada en el estator genera una disminución del par crítico como se observa en la siguiente figura.

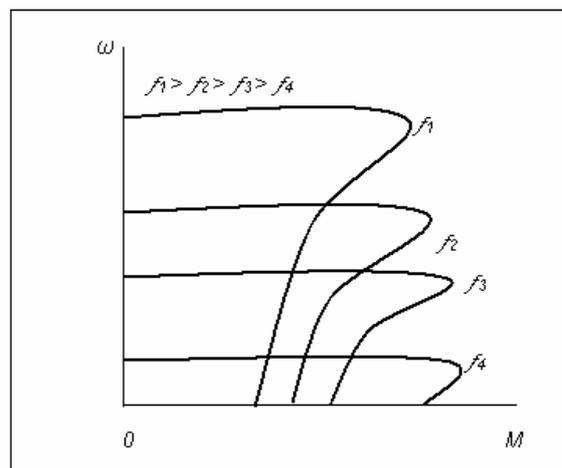


Figura 2.4. Características mecánicas de un Motor Asíncrono con regulación de la Velocidad por Variación de la Frecuencia Fuente: Universidad Carlos III de Madrid (2002). Maniobras Básicas con Variadores de velocidad.

Al analizar la siguiente igualdad se puede observar las características del par crítico en frecuencias altas y bajas.

Si el par crítico es:

$$M_c = \frac{3}{2\omega_0} \frac{U^2 f}{R_1 \pm \sqrt{R_1^2 + X_{cc}^2}} \quad (7)$$

donde,

$$X_{cc} = X_1 + X_2$$

A frecuencias elevadas se cumple que la resistencia del estator es mucho menor que la reactancia de dispersión,

$$R_1 \ll X_{cc} \quad (8)$$

de lo cual,

$$M_c = \frac{3 U^2 f}{2\omega_0 X_{cc}}$$

Si X_{cc} y ω_2 se tiene

$$M_c = \frac{U^2 f}{F_1^2} = \text{constante}$$

A bajas frecuencias la relación (8) no se cumple por lo que la caída de tensión en el estator provoca una disminución del valor del par crítico.

Así para mantener la capacidad de sobrecarga del motor, es deseable que, para frecuencias pequeñas, la tensión disminuya menos que la frecuencia.

2.2.2.1. Modulación de la forma de onda

Una forma de producir la variación de frecuencia y de tensión es mediante una modulación sinusoidal como se muestra en la siguiente figura.

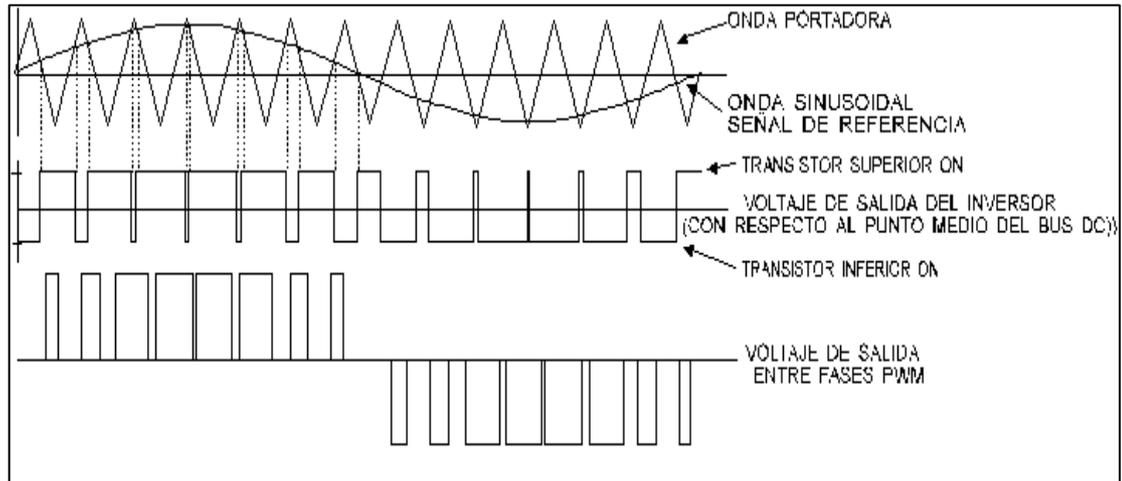


Figura 2.5. Modulación y formas de onda del voltaje de salida Fuente: Instituto Tecnológico Autónomo de México (2002). Modulación por Ancho de pulso.

Esta modulación consiste en comparar una señal senoidal con una señal triangular cuando la señal senoidal es superior a la triangular se produce la conducción de un interruptor superior, en este caso transistor, y cuando la señal senoidal es inferior a la señal triangular otro interruptor entra en conducción.

El ancho y el número de huecos que se producen son generados de manera electrónica para lograr que la nueva señal conserve una forma sinusoidal y ajustar el valor eficaz de la tensión de salida. Como se puede observar en la figura 2.6., a medida que disminuye la frecuencia disminuye la tensión de salida.

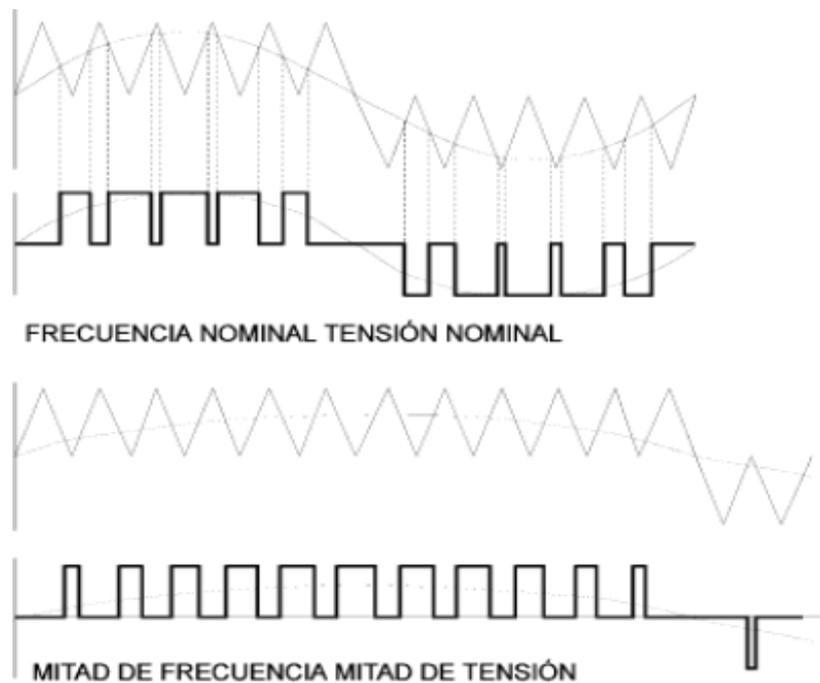


Figura 2.6. Modulación de la tensión de salida Fuente: Instituto Tecnológico Autónomo de México (2002). Modulación por Ancho de pulso.

2.2.3. Regulación de la Velocidad de un motor asíncrono con convertidor de frecuencia de tiristores

Los convertidores de frecuencia pueden ser convertidores de frecuencia de enlace directo o con circuito intermedio de corriente continua.

2.2.3.1. Convertidor de frecuencia de enlace directo

El convertidor de frecuencia de enlace directo transforma una frecuencia elevada en una frecuencia menos elevada; un esquema de conexión para este tipo de convertidor se muestra en la figura 2.7.

Donde se puede observar que existen grupos de tiristores de ánodo común (onduladores) y grupos de tiristores de cátodo común (rectificadores). En el primer semiperiodo la corriente de entrada pasa por los rectificadores para en el

siguiente semiciclo pasar por los onduladores. Siendo así que la frecuencia de la tensión de salida depende del tiempo de los pasos entre los dos grupos mientras que la regulación de la tensión de salida del convertidor se realiza haciendo variar el ángulo de encendido de los tiristores.

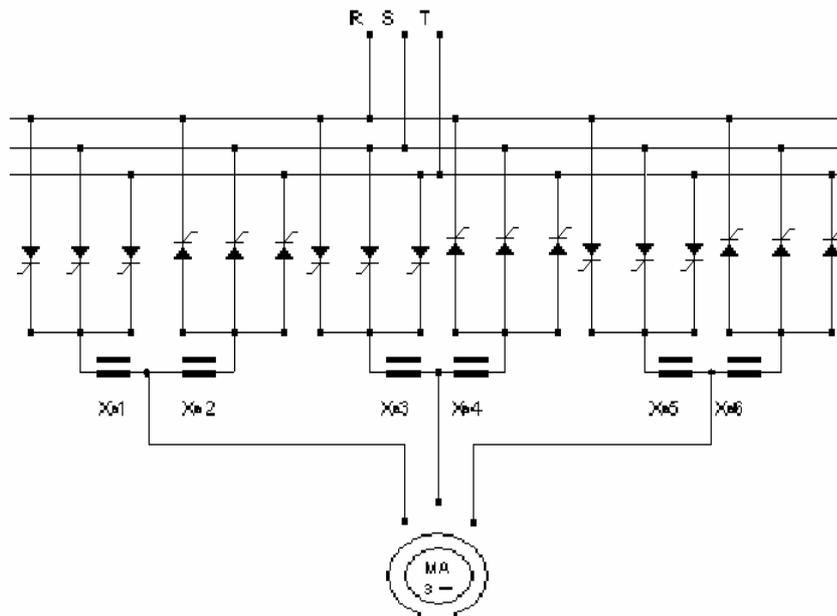


Figura 2.7. Esquema de un Convertidor de Frecuencia de enlace directo Fuente: Universidad Carlos III de Madrid (2002). Regulación de maquinas síncronas

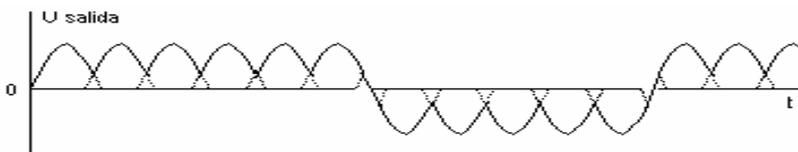


Figura 2.8. Curva de la tensión de salida de un convertidor de frecuencia de tiristores de enlace directo Fuente: Universidad Carlos III de Madrid (2002). Regulación de maquinas síncronas.

2.2.3.2. Convertidor de frecuencia con circuito intermedio de corriente continua.

De todos los tipos de variación de velocidad el convertidor de frecuencia con

circuito intermedio es el más usado en la regulación de velocidad de motores asíncronos.

Este convertidor se encuentra formado de dos partes un rectificador para transformar la señal AC en DC y un inversor para pasar nuevamente de DC a AC.

El funcionamiento de este dispositivo se representa en la siguiente figura:

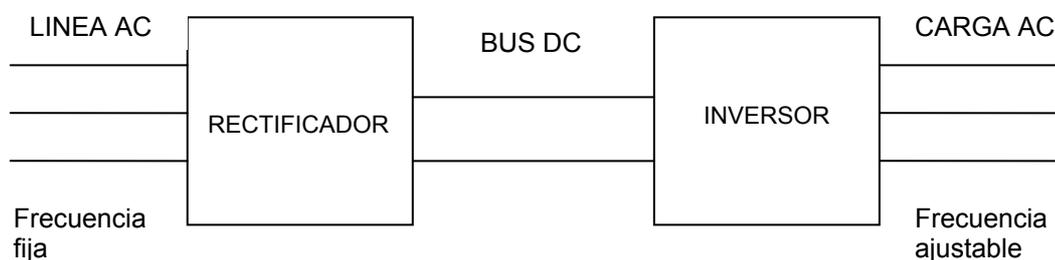


Figura 2.9. Diagrama de bloques de un convertidor de frecuencia

El bloque rectificador se encarga de transformar una la señal fija de voltaje AC en una señal de voltaje DC variable o fija. Este rectificador puede ser de tres tipos: puente de diodos, puente de diodos con dc chopper, o un rectificador de SCrs.

El bloque inversor cambia la señal dc a una señal ac, a la frecuencia y voltaje deseados. El inversor puede ser de doss tipos: inversor de fuente de voltaje variable, inversor de modulación de ancho de pulso.

La selección del rectificador y el inversor se hace para mantener constante la relación voltaje/frecuencia Dependiendo del tipo de rectificador se usará un determinado inversor.

De los tipos de rectificadores el puente de diodos es el rectificador más simple

sin embargo este no permite variar el voltaje rectificado pues no existe ningún control sobre los diodos, esta desventaja lo limita a ser usado con un inversor del tipo PWM.

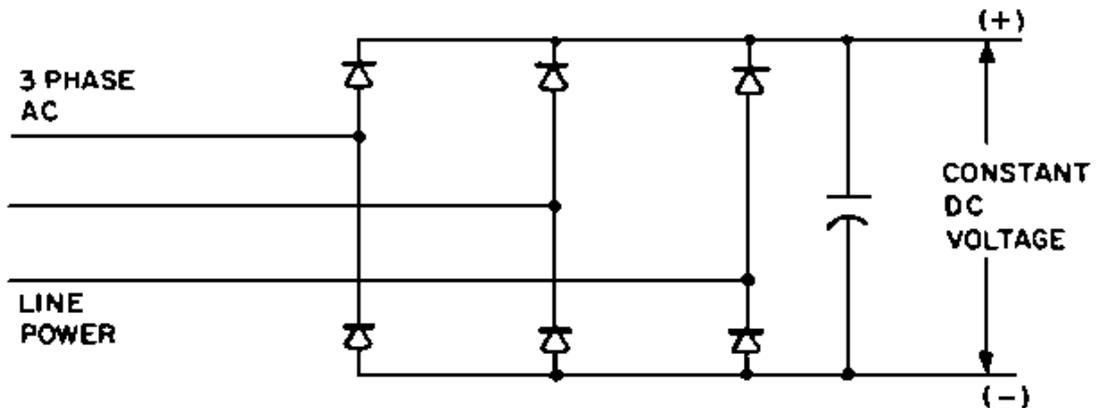


Figura 2.10 Rectificador de puente de diodos Fuente: SQUARE D, Boletín C-877R

Si se añade un interruptor de tipo semiconductor como un transistor o SCR al puente de diodos se logra obtener un rectificador que produce un voltaje variable de DC, formándose así el puente de diodos con dc chopper. Este puede ser conectado a un inversor de fuente de voltaje variable.

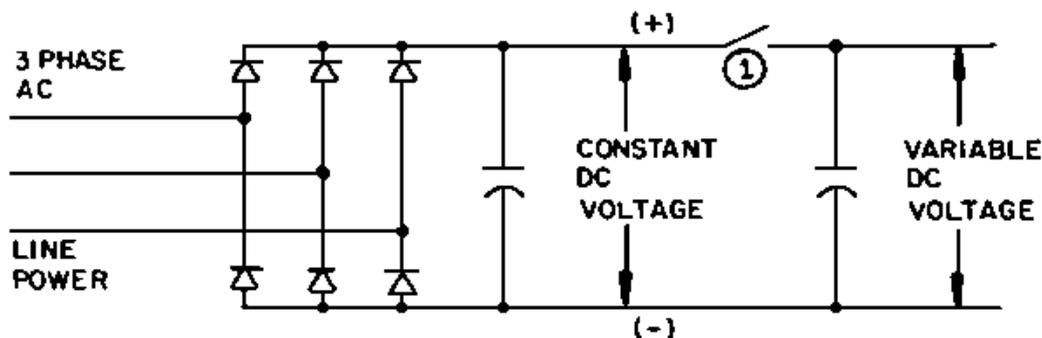


Figura 2.11 Rectificador de puente de diodos con interruptor Fuente: SQUARE D, Boletín C-877R

Otro tipo de rectificador se obtiene al reemplazar los diodos con SCRs con este se logra obtener una señal DC de voltaje variable controlando el ángulo de disparo de los SCRs,

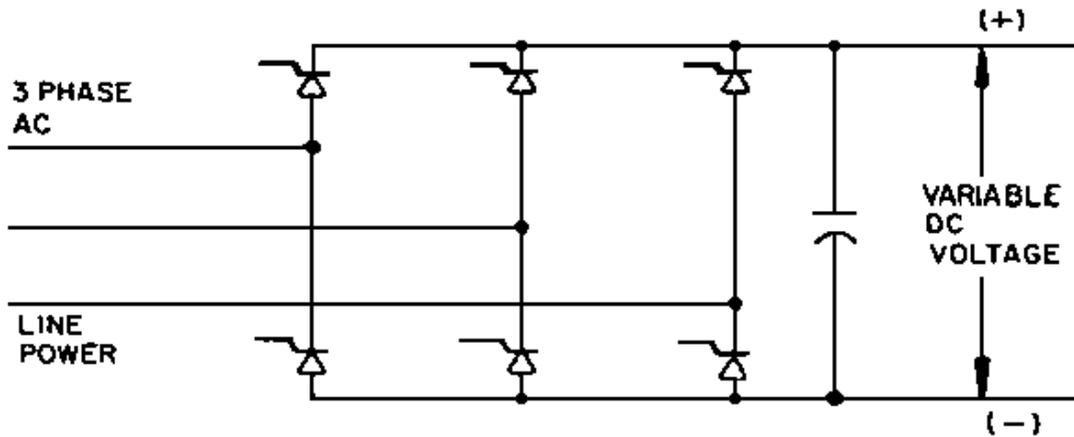


Figura 2.12 Rectificador de SCRs Fuente: SQUARE D, Boletín C-877R

Un esquema de un convertidor de frecuencia con circuito intermedio de corriente continua, frecuentemente usado, se muestra a continuación.

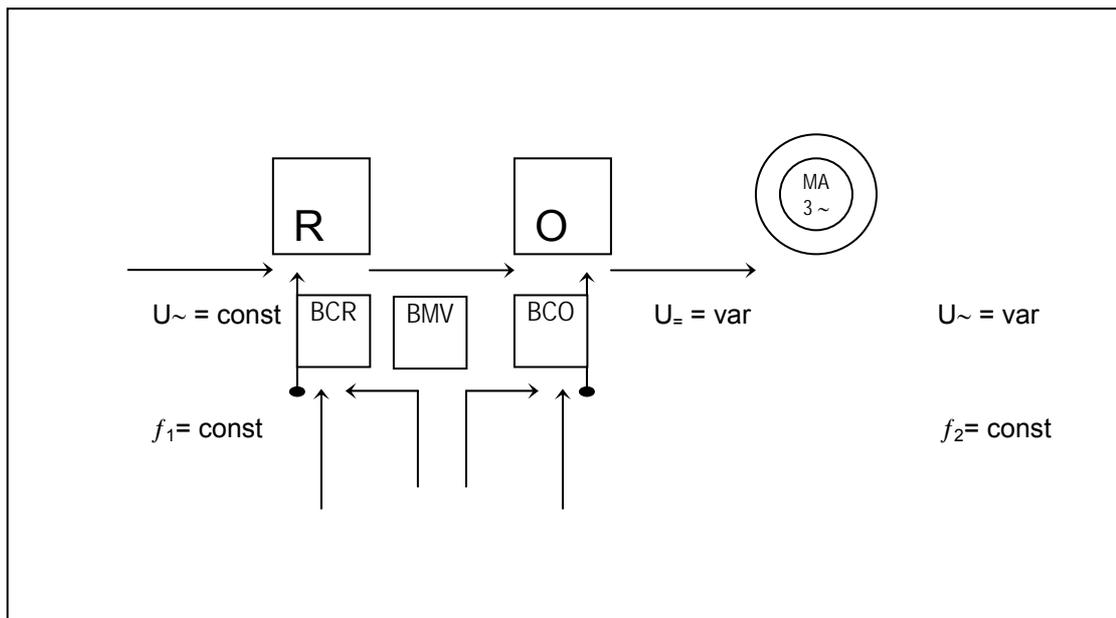


Figura 2.13. Esquema de bloques de un convertidor de frecuencia de tiristores, con circuito intermedio de corriente continua Fuente: Universidad Carlos III de Madrid (2002).

Regulación de maquinas sincronías

En el diagrama se puede observar que el convertidor está formado por un bloque rectificador y un bloque inversor. Cada uno de estos bloques posee un

sistema de mando para controlarlos. Este sistema de control permite regular la frecuencia de salida en muy amplios límites; esta última viene determinada por la frecuencia de conmutación de los tiristores $T1$ a $T6$. El rectificador controlado está constituido por dos tiristores $T7$ y $T8$ y por dos diodos $D7$ y $D8$,

La conversión de la tensión continua en tensión alterna, se obtiene por conmutación de los tiristores $T1$ a $T6$, en el orden fijado. Para cada uno de los seis (6) tiristores, el estado de paso de la corriente, corresponde a ciento veinte (120) grados eléctricos de la frecuencia de salida; la secuencia de encendido de los tiristores, corresponde a sus números sobre el esquema,.

Para el bloqueo del tiristor, hay que reducir la intensidad de corriente que lo atraviesa hasta cero, lo cual se obtiene por medio de los circuitos de conmutación LC.

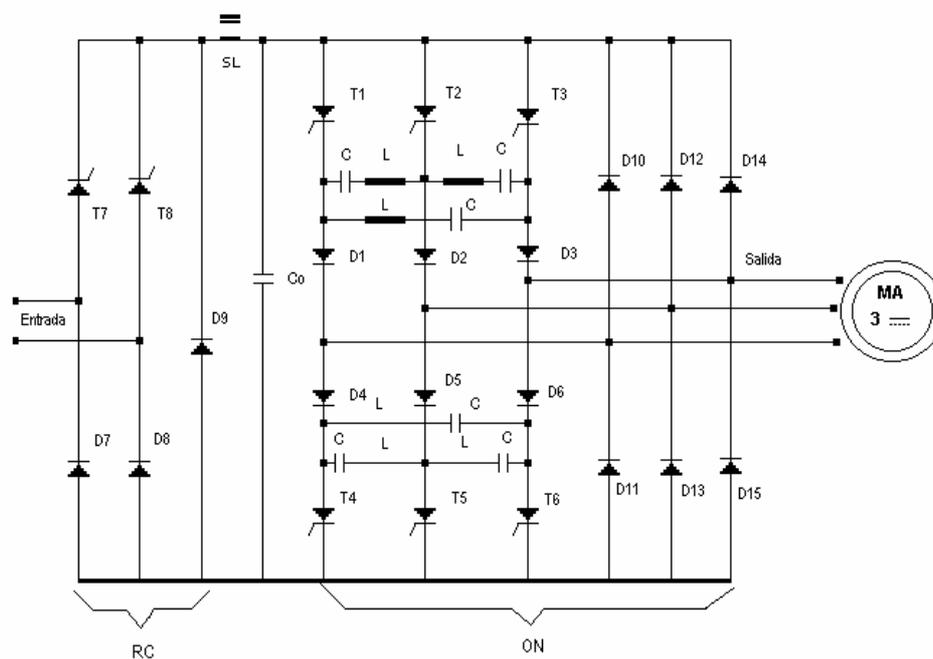


Figura 2.14. Esquema de conexión de un convertidor de frecuencia de tiristores, con circuito intermedio de corriente continua. Fuente: Universidad Carlos III de Madrid (2002).

Regulación de máquinas sincronas.

El convertidor con circuito intermedio de corriente continua, permite una regulación de la frecuencia de salida tanto por encima como por debajo respecto a la frecuencia de la red de alimentación; se caracteriza por su alto rendimiento, gran rapidez de respuesta, pequeño volumen, fiabilidad relativamente elevada y funcionamiento silencioso.

2.3. VARIADOR DE VELOCIDAD ATV 31

El variador de velocidad altivar 31 es un dispositivo diseñado para regular la velocidad de motores asincrónicos de jaula de ardilla con rangos de potencias de 0.18 kw a 15 kw.



Figura 2.15. Variador de velocidad ALTIVAR 31 Fuente: TELEMECANIQUE, Catálogo 2004

Este variador regula la velocidad modificando frecuencia y el voltaje en base de un Convertidor de frecuencia con circuito intermedio de corriente continua como se muestra a continuación.

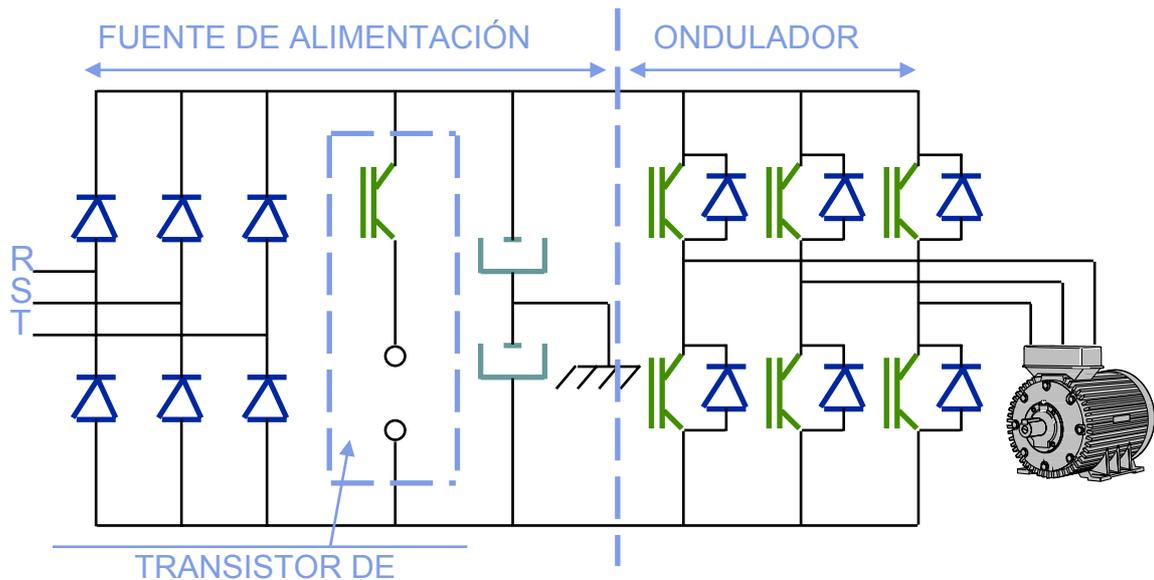


Figura 2.16. Esquema del variador de velocidad Fuente: TELEMECANIQUE, Presentación Variadores de frecuencia

2.3.1. CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES:

2.3.1.1. Entorno

El variador de velocidad se desempeña en un entorno con las siguientes características:

- Conformidad a estándares: baja tensión EN50178, IEC/EN, EMC emisiones radiadas y conducidas : IEC/EN61800-3, entornos 1 & 2, EN55011 - EN55022 clase A y clase B
- Certificaciones: UL, CSA, NOM 117 y C-Tick
- Grado de protección: IP 31, IP 41 en la parte superior, IP 21 en terminales; IP 55 para producto en armario
- Temperatura de almacenamiento: -25°C a +70°C

- Temperatura de operación:

Producto con disipador: -10°C to +50°C sin desclasificación, +60°C con desclasificación

Producto en armario: -10°C to +40°C sin desclasificación

- Humedad relativa: 5...95% sin condensación o goteo, conforme a IEC68-2-3
- Altura máxima de operación : 1000m sin desclasificación
- Posición de operación: Vertical +/-10°

2.3.1.2. Características Eléctricas:

Alimentación: U_{min} -15% y U_{max} +10%

monofásica 200 V a 240 V, desde 0.18 kW a 2.2 kW

trifásica 200 V a 240 V, desde 0.18 kW a 15 kW

trifásica 380 V a 500 V, desde 0.37 kW a 15 kW

trifásica 525 V a 600 V, desde 0.75 kW a 15 kW

2.3.1.3. Entradas / Salidas:

Entradas Lógicas:

El variador posee 6 entradas lógicas programables cuya que se notan por LI1, LI2...LI6.

La alimentación de estas entradas es de 24 v proporcionados por el variador o de 19 v mínimo hasta un máximo de 30 v si proviene de fuente externa.

Las entradas tienen la característica de multiasignación es decir pueden cumplir con dos funciones al mismo tiempo siempre y cuando estas funciones sean compatibles entre sí.

El variador trae incorporado un conmutador de de lógica positiva / lógica negativa / autómata que permite trabajar a las entradas de la siguiente forma:

- Lógica positiva: Estado 0 si $< 5\text{ V}$ o entrada lógica no cableada, estado 1 si $> 11\text{ V}$
- Lógica negativa: Estado 0 si $> 19\text{ V}$ o entrada lógica no cableada, estado 1 si $< 13\text{ V}$
- Posición CLI Conexión con salida de autómatas programable

Entradas analógicas:

El atv 31 tiene 3 entradas analógicas que son configurables.

AI1: entrada en voltaje de $0 - 10\text{V}$

AI2: entrada en tensión bipolar $\pm 10\text{V}$

AI3: entrada en corriente $x - y\text{ mA}$

Salida analógica:

El variador posee una salida analógica que puede ser configurada en tensión o corriente

AOC: salida analógica en corriente 0...20 mA, impedancia de carga máxima 800Ω. Esta salida analógica puede ser configurada como salida lógica de 24 v.

AOV: salida analógica en tensión 0...+10V, impedancia de carga mín. 470Ω

Salidas a relé:

El altivar 31 posee dos tipos de salida configurables a relé, la primera salida es configurable para un determinado valor alcanzado (frecuencia, velocidad...etc). La segunda salida es una salida de fallos la cual conmuta el momento que se haya producido un error el cual igualmente es configurado (falla de fase, sobrecalentamiento... etc)

- R1A, R1B, R1C: salida lógica de relé, un contacto "NC" "NA" y un contacto "NA" con punto común

Poder de conmutación mínimo: 10 mA para 5 VDC

Poder de conmutación máximo: carga resistiva 5 A para 250 VAC o 30 VDC, carga inductiva 2 A para 250 VAC o c 30 VDC

Conmutación: 100.000 maniobras

- R2A, R2B: salida lógica de relé, un contacto "NC" y un contacto "NA", contacto abierto en defecto

Poder de conmutación mínimo: 10 mA para 5 V DC

Poder de conmutación máximo: para carga resistiva 5 A para 250 V AC o 30 VDC para carga inductiva 2 A para 250 VAC o 30 VDC

Conmutación: 100.000 maniobras

2.3.1.4. Características del accionamiento

- Ley tensión/frecuencia: control de flujo vectorial sin captador. Se puede elegir para varias aplicaciones así características específicas para bombas y ventiladores, ahorro de energía o torque constante V/F para motores especiales.

- Rango de velocidad: 1 a 50

- Máxima frecuencia de salida: 500Hz

- Máximo ajuste de corriente transitoria: hasta 150% I_n por 60 segundos

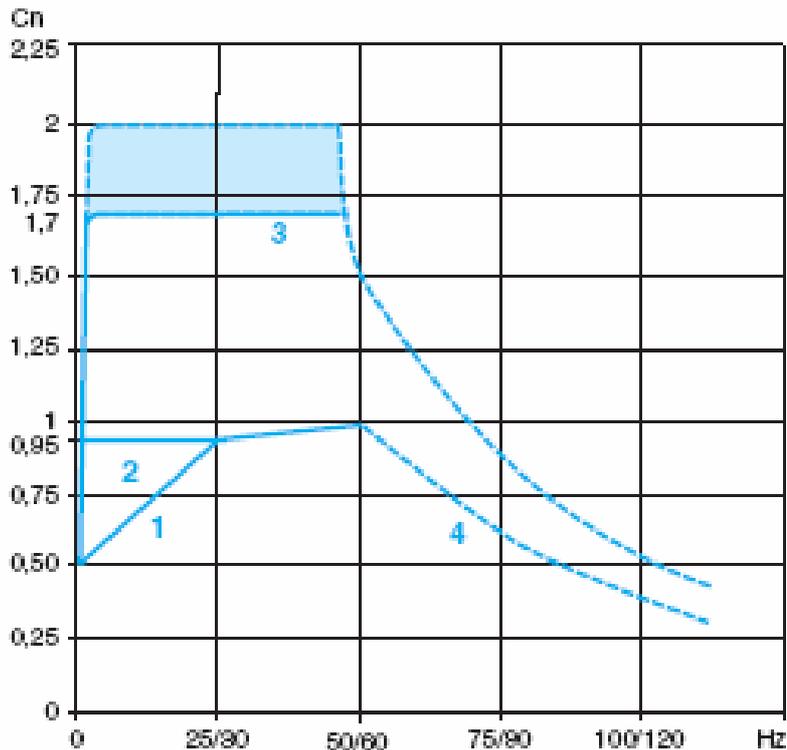
- Frecuencia de conmutación: 2 a 16kHz

- Sobretorque transitorio: 170 a 200% del torque nominal del motor

- Torque de frenado: 100% del torque nominal del motor continuamente y hasta 50% por 60s

2.3.1.5. Características de par

Las curvas que se muestran en la figura definen el par permanente y el sobrepar transitorio disponibles, con un motor autoventilado, o con un motor motoventilado. La diferencia está en la capacidad del motor para suministrar un par permanente importante inferior a la mitad de la velocidad nominal.



- 1 Motor autoventilado: par útil permanente (1).
- 2 Motor motoventilado: par útil permanente.
- 3 Sobrepar transitorio 1,7 a 2 Cn.
- 4 Par en sobrevelocidad con potencia constante (2).

Figura 2.17. Curvas características de par ATV31 Fuente: TELEMECANIQUE, Catálogo 2004

2.3.1.6. Comunicación:

El variador de velocidad trae integrado dos tipos de comunicación Modbus y CanOpen. Mediante la comunicación se puede configurar al variador en todas sus funciones ya sean de control, ajuste, configuración y señalización

El Altivar 31 se conecta directamente al bus Modbus y CANopen mediante un conector de tipo RJ45, que admite los dos protocolos.

Adicionalmente el variador puede ser conectado a otros tipos de protocolos como son Ethernet, Fipio, Profibus DP, DeviceNet mediante un puente o pasarela.

MODBUS:

Enlace serie multipunto RS 485

Modbus en modo RTU

Servicios admitidos: códigos de funciones en decimal 03, 06, 16, 23 y 43

Número de direcciones: la dirección del variador se puede configurar de 1 a 247

Número máximo de Altivar 31 conectados: 31 variadores

Velocidad de transmisión: 4.800, 9.600 o 19.200 bits/s

Puede ser usado para conectar el Terminal remoto, el software de programación PowerSuite, un autómata programable, una tarjeta con microprocesador, un PC.

CANOpen:

Para emplear esta comunicación se requiere adicionar un adaptador al variador VW3 CANTAP2

Servicios admitidos: Intercambio implícito de Process Data Object (PDO), 2 PDO según modo Velocity DSP 402, 2 PDO configurables (datos y tipo de transmisión), los PDO pueden intercambiarse entre esclavos v Intercambio explícito de los Service Data Object (SDO), 1 SDO en recepción y 1 SDO en

emisión, Mensajes Boot-up, mensajes Emergency, Node guarding y Heartbeat productor y consumidor, Sync y NMT

Número de direcciones: la dirección del variador se puede configurar de 1 a 127

Número máximo de Altivar 31 conectados: 127 variadores

Velocidad de transmisión: 10, 20, 50, 125, 250, 500 Kbits/s o 1 Mbit/s

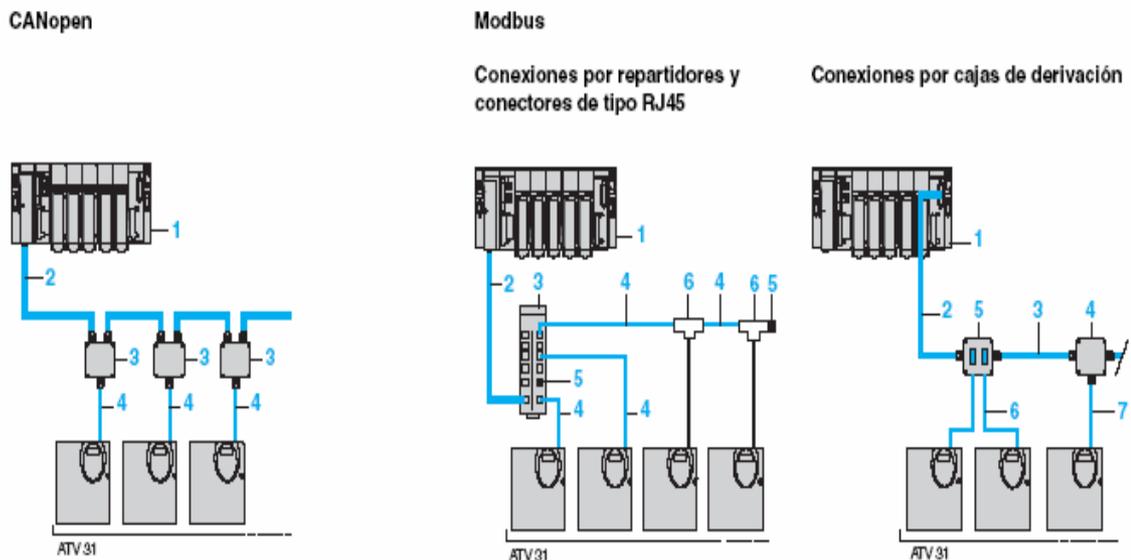


Figura 2.18. Esquemas de conexión Modbus y CanOpen Fuente: TELEMECANIQUE, Catálogo 2004

2.3.2. FUNCIONES

El variador de velocidad altivar 31 posee 50 funciones configuradas en 6 menús de programación, a continuación se muestran las más importantes.

2.3.2.1 Varios tipos de parada:

Parada en rueda libre:

Se detiene el motor por el par resistente si la alimentación del motor se corta.

La parada en rueda libre se puede asignar de dos formas:

- Por una orden de parada normal configurada en parada de rueda libre (cuando desaparece una orden de marcha o aparece una orden de parada).
- Mediante validación de una entrada lógica.

Parada rápida:

El frenado se logra con un tiempo de rampa de deceleración aceptable por el conjunto de variador y motor sin enclavamiento por fallo de frenado excesivo.

Utilización para las cintas transportadoras con frenado eléctrico de parada de emergencia.

La parada rápida se obtiene:

- Mediante parada normal configurada en parada rápida (cuando desaparece una orden de marcha o aparece una orden de parada).
- Mediante validación de una entrada lógica.

Parada por inyección de corriente continua:

Permite frenar a baja velocidad o mantener un par en la parada. Este tipo de parada es muy útil en el caso de ventiladores.

En la parada por inyección de corriente continua se puede configurar tanto el tiempo de frenado como la inyección de corriente continua lo cual permite adaptarse de mejor manera a la carga conectada.

La parada por inyección de corriente continua se puede obtener de dos formas:

- Mediante parada normal configurada en parada por inyección de corriente continua (cuando desaparece una orden de marcha o aparece una orden de parada).
- Mediante validación de una entrada lógica.

2.3.2.2. Gestión de finales de carrera:

Permite gestionar la acción de uno o dos interruptores de final de carrera (1 o 2 sentidos de marcha). Los finales de carrera están asociados a entradas lógicas. El frenado al llegar a cada límite es configurado en cualquiera de los tipos de parada

Después de la parada, sólo se permite el re arranque en el otro sentido.

2.3.2.3. Control de la lógica de freno:

Permite gestionar el control de un freno electromagnético en sincronización con el arranque y la parada del motor

Para tal efecto se puede configurar los siguientes parámetros.

Valores ajustables para la apertura: umbral de corriente y temporización.

Valores ajustables para el cierre: umbral de frecuencia y temporización.

Validación: salida lógica de relé R2 o salida lógica AOC asignadas al control de freno.

Esta función es ideal para aplicaciones de mantenimiento con movimientos equipados con frenos electromagnéticos (elevación) y a las máquinas que necesiten un control de freno de parking (máquinas con desequilibrio mecánico).

2.3.2.4 +Velocidad / -Velocidad:

Permite aumentar o disminuir la velocidad a partir de una o dos entradas lógicas con o sin memorización de la última consigna. Para la asignación de esta función también se puede tomar como entrada las flechas de avance del variador de velocidad.

La entrada asignada al mando “más velocidad” aumenta la velocidad, la entrada

asignada al mando “menos velocidad” disminuye la velocidad.

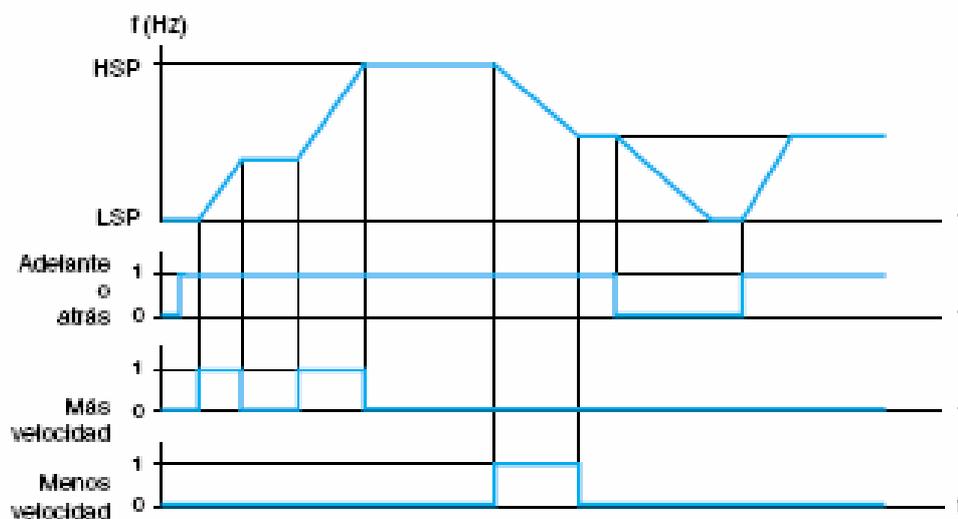


Figura 2.19. Ejemplo de “más/menos velocidad” con 2 entradas lógicas, pulsadores de una sola acción y memorización de consigna Fuente: TELEMECANIQUE, Catálogo 2004

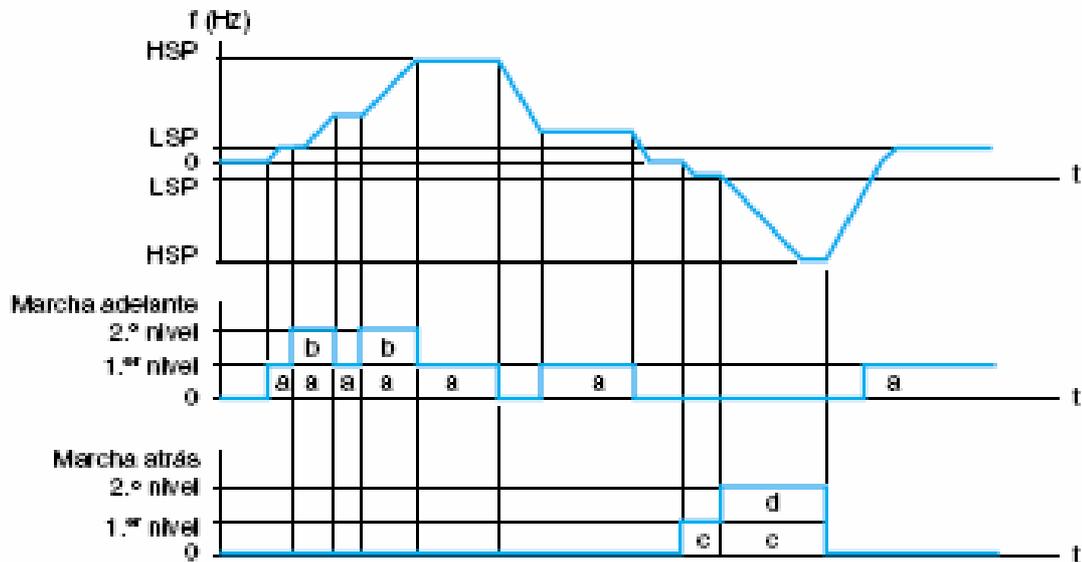


Figura 2.20. Ejemplo con pulsadores de doble acción y una entrada lógica Fuente: TELEMECANIQUE, Catálogo 2004

2.3.2.5 Memorización de consigna:

Permite memorizar la velocidad cuando desaparece la orden de marcha o de red. La memorización se aplica a la orden de marcha siguiente.

Esta función se encuentra relacionada a la función “más/menos velocidad”.

2.3.2.6 Función guiado de hilo

Esta función tiene su aplicación específica para el sector textil.

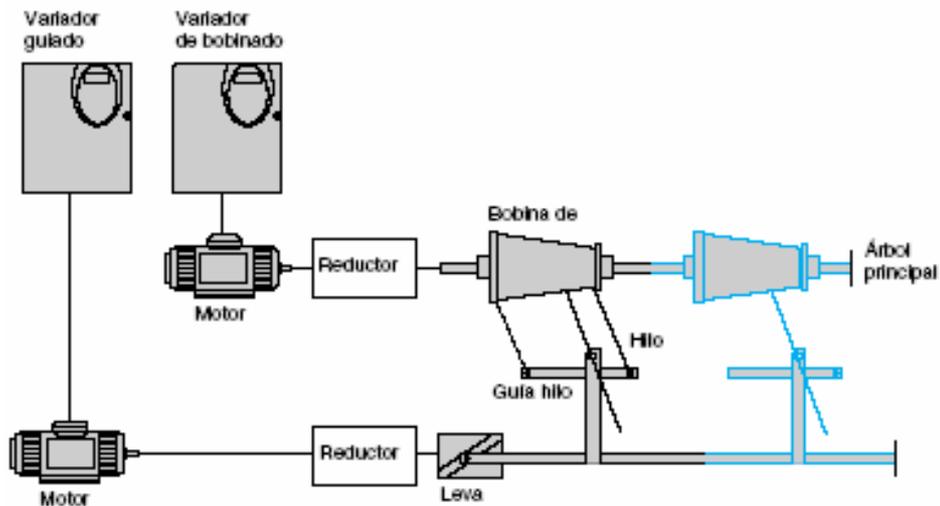


Figura 2.21. Función guiado de hilo Fuente: TELEMECANIQUE, Catálogo 2004

2.3.2.7. Velocidades preseleccionadas:

Mediante combinación de 4 entradas lógicas se pueden tener hasta 16 velocidades preseleccionadas.

Las velocidades se pueden ajustar por paso de 0,1 Hz de 0 Hz a 500 Hz.

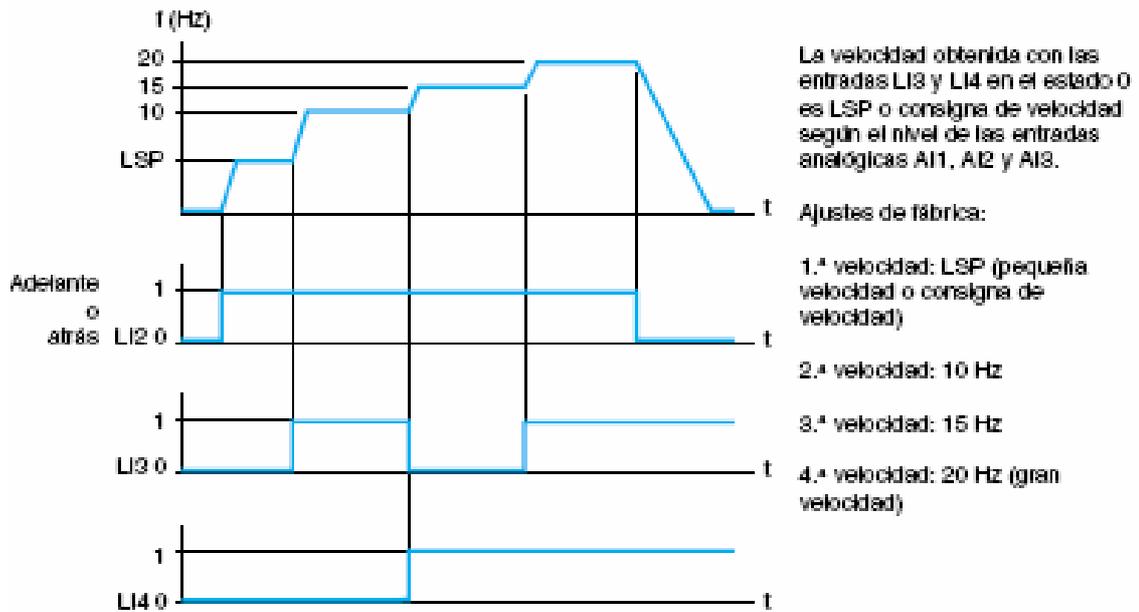


Figura 2.22. Ejemplo de 4 velocidades preseleccionadas Fuente: TELEMECANIQUE, Catálogo 2004

2.3.2.8. Ajuste de rampas de aceleración y desaceleración:

Este ajuste permite la evolución progresiva de la frecuencia de salida a partir de una consigna de velocidad. Las rampas pueden ser de tipo lineal, en S, en U o personalizada. Rampa lineal

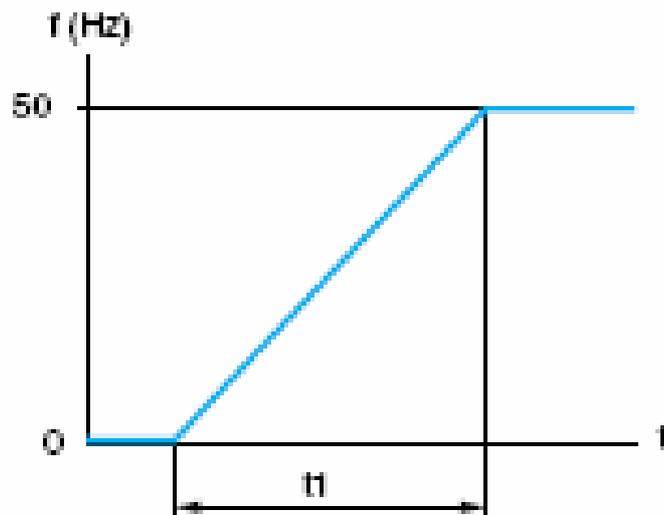
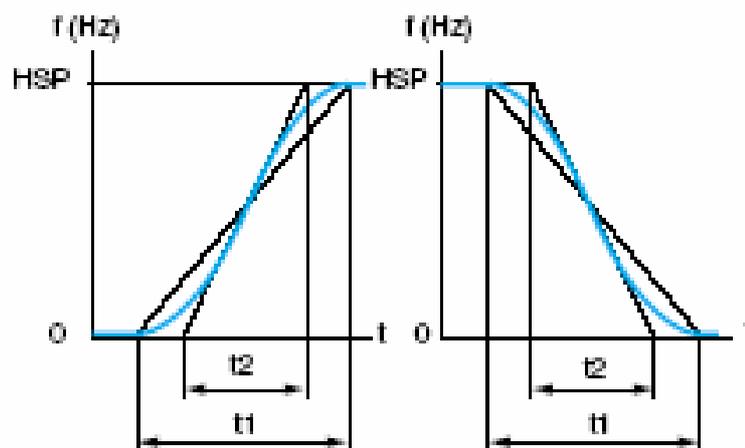


Figura 2.23. Rampa lineal Fuente: TELEMECANIQUE, Catálogo 2004

Rampa en S:

Este tipo de rampa permite compensa el juego mecánico, eliminar las sacudidas y limitar las “inadaptaciones” de velocidad con regímenes transitorios rápidos en caso de inercia elevada. Aplicaciones: manutención, acondicionamiento y transporte de personas.



HSP: gran velocidad
 t_1 : tiempo de rampa ajustado
 $t_2 = 0,6 \times t_1$
 El coeficiente de redondeo es fijo

Figura 2.24. Rampa en S Fuente: TELEMECANIQUE, Catálogo 2004

Rampas en U:

Aplicación: bombeo (instalación con bomba centrífuga y válvula antirretorno): el empleo de rampas en U aumenta el dominio de la caída de la válvula.

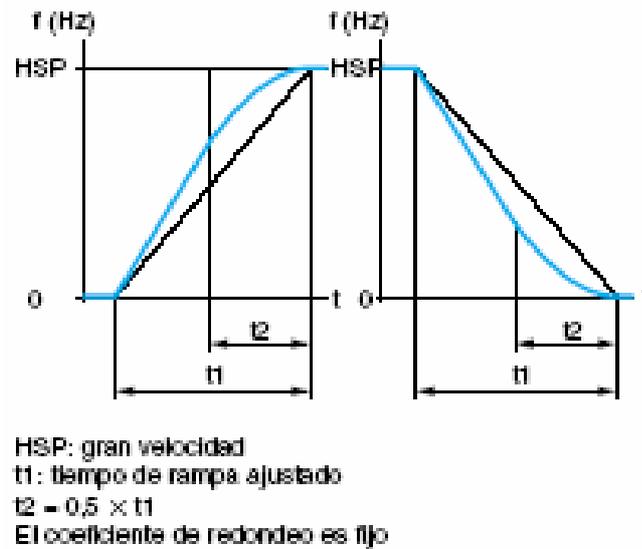


Figura 2.25. rampa en U Fuente: TELEMECANIQUE, Catálogo 2004

Rampa Personalizada:

El tipo de rampa también puede ser personalizado mediante el ajuste de varias características

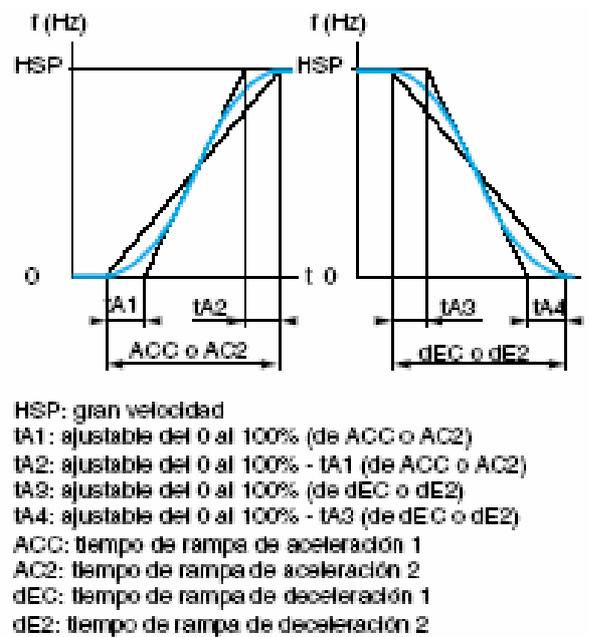


Figura 2.26. Rampa personalizada Fuente: TELEMECANIQUE, Catálogo 2004

2.3.2.9. Operación de jog:

La función marcha paso a paso permite la marcha por impulsos con tiempos de rampa mínimos (0,1 s), consigna de velocidad limitada y tiempo mínimo entre 2 impulsos. Esta función es ideal para aplicaciones de mantenimiento o cintas transportadoras

Puede ser asignada mediante 1 entrada lógica.

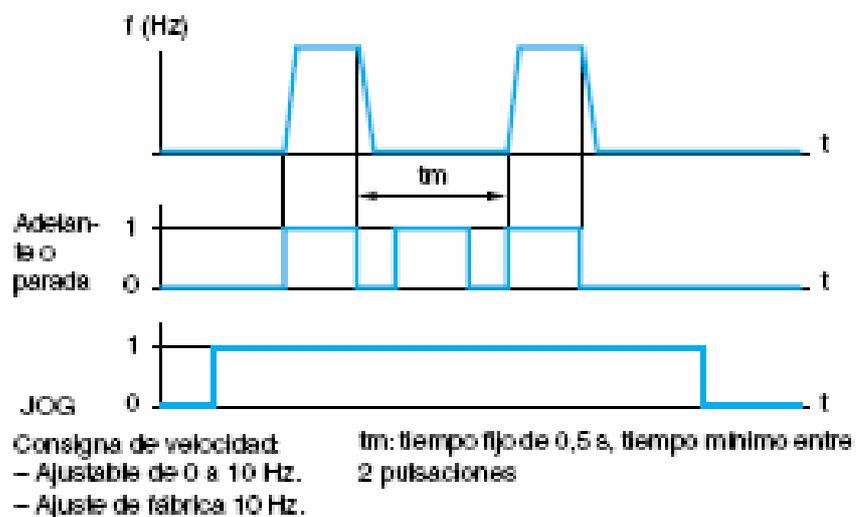


Figura 2.27: Ejemplo de marcha paso a paso Fuente: TELEMECANIQUE, Catálogo 2004

2.3.2.10. Control a 2 hilos y tres hilos:

Mando a 2 hilos:

Permite controlar el sentido de marcha por contacto de posición mantenida. Validación por 1 o 2 entradas lógicas (1 o 2 sentidos de marcha). Función dedicada a todas las aplicaciones de 1 o 2 sentidos de marcha. Son posibles 3 modos de funcionamiento:

Detección del estado de las entradas lógicas.

Detección de un cambio de estado de las entradas lógicas.

Detección del estado de las entradas lógicas con marcha adelante prioritaria sobre la marcha atrás.



Figura 2.28.Mando 2 hilos Fuente: TELEMECANIQUE, Catálogo 2004

2.3.2.11. Mando 3 hilos

Permite controlar el sentido de marcha y de parada por contactos de impulsos. Validación por 2 o 3 entradas lógicas (1 o 2 sentidos de marcha). Función dedicada a todas las aplicaciones de 1 o 2 sentidos de marcha.



Figura 2.29.Mando 3 hilos Fuente: TELEMECANIQUE, Catálogo 2004

2.3.2.12. Preajuste del regulador PI por entrada lógica:

Permite regular de forma sencilla una variable mediante la entrada de una señal proveniente de un sensor. Esta variable puede ser caudal o una presión con sensor que proporcione una señal de retorno adaptada al variador.

Función destinada a las aplicaciones de bombeo y ventilación.

Consigna PI:

Puede ser seleccionada de tres maneras.

- Consigna interna del regulador ajustable de 0 a 100.

- Consigna de regulación elegida entre todos los tipos de consigna de regulación posibles.

- Consignas PI preseleccionadas.

Se pueden elegir 2 o 4 consignas PI preseleccionadas ajustables de 0 a 100 requieren utilizar respectivamente 1 o 2 entradas lógicas.

2.3.2.13. Consigna manual:

- Consigna de velocidad elegida entre todos los tipos de consigna de velocidad posibles.

2.3.2.14. Retorno PI:

- Entrada analógica AI1, AI2 o AI3.

2.3.2.15. Auto/Manu:

– Entrada lógica LI, para conmutación de la marcha en consigna de velocidad (Manu) o regulación PI (Auto).

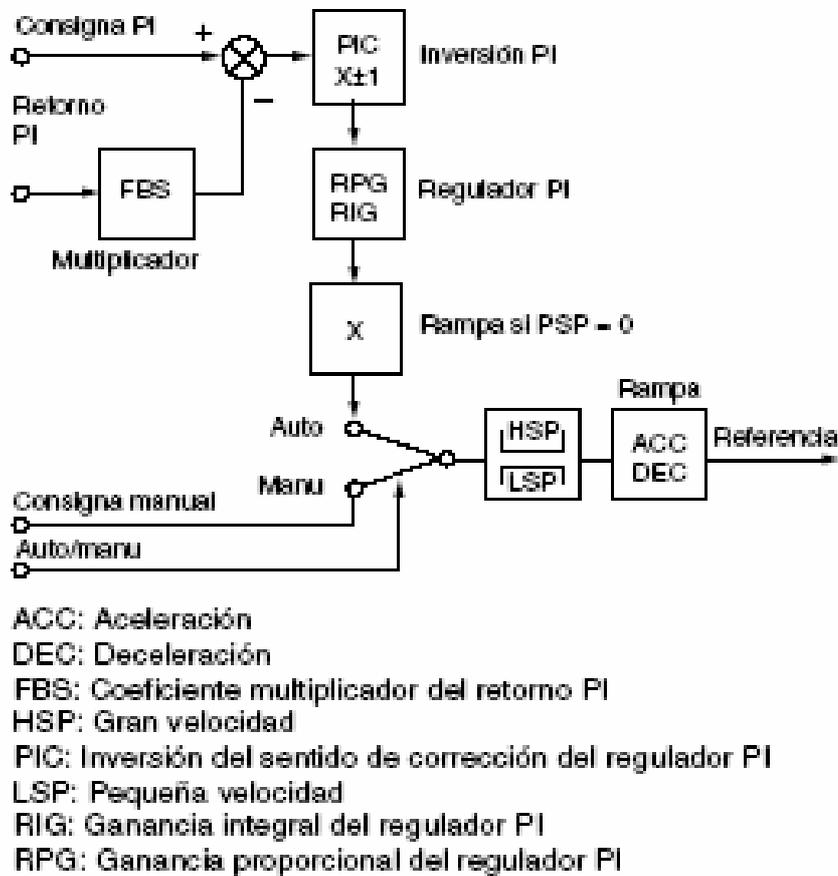


Figura 2.30 Diagrama PID Fuente: TELEMECANIQUE, Catálogo 2004

Otras funciones importantes son:

2 Juegos de parámetros

Fallo externo (accionamiento desactivado) asignado a una entrada lógica para información externa

Reinicio automático

Parada controlada en pérdida de alimentación

Protección térmica del motor.

Reducción de ruido.

Manejo del tipo de parada en caso de falla (parada en rueda libre, parada rápida, parada por inyección de corriente continua)

Referencia de conmutación.

Limitación del tiempo de operación a baja velocidad.

Autotuning (en la primera puesta en marcha, con entrada lógica, en cada comando de inicio)

Configuración de entradas y salidas

Password de protección de los parámetros disponibles para el usuario final

Multiasignación de las entradas lógicas

2.3.2.16. FUNCIONES PARTICULARES:

Utilización con un motor de potencia diferente del calibre del variador

El variador puede alimentar cualquier motor de potencia inferior a aquella para la que ha sido diseñado.

Para las potencias de motores ligeramente superiores al calibre del variador, asegurarse de que la corriente absorbida no supera la corriente de salida permanente del variador

Ensayo en motor de baja potencia o sin motor

En un entorno de test o de mantenimiento, el variador se puede comprobar sin recurrir a un motor equivalente al calibre del variador (en particular para los variadores de gran potencia). Esta utilización requiere desactivar la detección de pérdida de fase del motor.

Asociación de motores en paralelo

El calibre del variador debe ser superior o igual a la suma de las corrientes de los motores que se van a conectar al variador.

En este caso, es necesario prever para cada motor una protección térmica externa por sondas o relés térmicos tipo LR2 relé de elementos bimetálicos dimensionado para $1,2 I_n$ motor.

Si el número de motores en paralelo es superior o igual a 3, se recomienda instalar una inductancia trifásica entre el variador y los motores.

Conmutación del motor en la salida del variador

La conmutación puede realizarse con el variador enclavado o sin enclavar. Si la conmutación se hace al vuelo (variador desenclavado), el motor se acelera hasta la velocidad de consigna sin sacudidas y siguiendo la rampa de aceleración.

Para este uso, es necesario configurar la recuperación automática ("recuperación al vuelo") y activar la función que gestiona la presencia de un contactor aguas abajo.

2.3.3 PROTECCIONES:

1 Protecciones del dispositivo:

Protección térmica contra excesivo sobrecalentamiento

Protección contra cortocircuitos entre las fases del motor

Protección contra sobrecorrientes entre las fases de salida y tierra

Protección contra falla en la alimentación

Seguridad ante sobrevoltaje y bajo voltaje de la alimentación

2 Protección del motor

Protección térmica integrada en el dispositivo, usando un cálculo continuo de I^2t

2.3.4. APLICACIONES:

Las aplicaciones del variador de velocidad son múltiples, pues este equipo hasido diseñado para dar soluciones a los problemas más comunes en la industria y a su vez está dirigido a aplicaciones en particular,

	Manutención	Bombas y Compresores	Ventilación	Embalaje	Máquinas especiales
Agro-alimentario	Polipastos / pórticos Máquinas de almacenaje Carrusel vertical Transportadores Dosificadores Paletizadores	Bombas de dosificación Bombas centrifugas Compresores & bombas sin carga	Ventilador (Secado, túnel, tratamiento de materiales, circulación de aire)	Embalaje Cartonaje Embotellado Encapsulado Etiquetaje Ensacado Envasado con film retráctil Empaquetado	Máquinas especiales : Embotellado Máquinas centrifugas desequilibradas o de alta inercia Mezcladoras Máquinas industriales panadería y pastelería
Edificio/terciario	Grúas Transportadores de cadenas / de banda	Bombas de dosificación Bombas	Ventilador de acondicionamiento, tratamiento de aire		Lavadoras Puertas de parking Máquinas de lavar industriales

	Montacargas Máquinas para escenarios Escaleras mecánicas	centrífugas (bomba de recirculación y de carga)	Extractores		Hornos Trituradores Amasadoras Mezcladoras Planchadoras Máquinas de esculpir Puestos de lavado Equipamiento urbano
--	--	--	-------------	--	---

	Manutención	Máquinas especiales
Papel /Cartón		Máquinas de impresión (offset, tipografía...) Auxiliares de máquinas de papel
Industria para la madera	Transportador transversal Transportador de banda Transportador de rodillos	Máquinas para el tratamiento de la madera Husillos Dispositivos de alimentación
Textil	Transportador sincronizado Transportador transversal Transportador de banda Transportador de cadenas Bobinadoras	Bobinadoras (enrolladoras, guiado de hilo) Máquina de tratamiento de fibras Máquinas de confección Cortadora mecánica Máquina de coser

Tabla 2.1 Aplicaciones industriales del variador de velocidad

CAPITULO III

Diseño de módulos sobre variación de velocidad

3.1 GENERALIDADES

Los módulos de variación de velocidad tienen como elemento constitutivo el variador Altivar 31 el cual fue seleccionado debido a su flexibilidad tanto para aplicaciones menores, como sistemas de gran envergadura en la industria.

El atv 31 permite trabajar en aplicaciones generales como específicas,, posee múltiples rangos de trabajo (de 0.38 a 20 hp.) siendo un instrumento que facilita la relación entre el aprendizaje y el entorno real.

Estos módulos al tener un carácter didáctico deben ser transportados a diferentes lugares; debido a este particular hemos considerado necesario adaptarlos en un medio que sirva tanto para la protección como el transporte del equipo, razón por la cual se han utilizado maletas de fibra como base del módulo.

Cabe resaltar que estos módulos cumplen con los requerimientos pedidos por la Compañía Schneider Electric Ecuador S.A. tanto en cumplimiento de normas y preceptos de seguridad industrial.

3.2. DESCRIPCION DE LOS MODULOS

Debido al auge que poseen los variadores de velocidad en la industria ecuatoriana los requerimientos de talleres de capacitación sobre estos equipos han aumentado notablemente surgiendo la necesidad de realizar múltiples cursos en distintas zonas geográficas del país o efectuar talleres masivos en un solo lugar con un porcentaje elevado de asistentes.

Por ende se ha considerado necesario la creación de tres módulos sobre variación de velocidad los cuales puedan funcionar tanto independientemente como en conjunto.

Los módulos poseen similares características diferenciándose entre ellos por el variador de velocidad y en consecuencia por el motor, sobre el cual se realizara la aplicación.

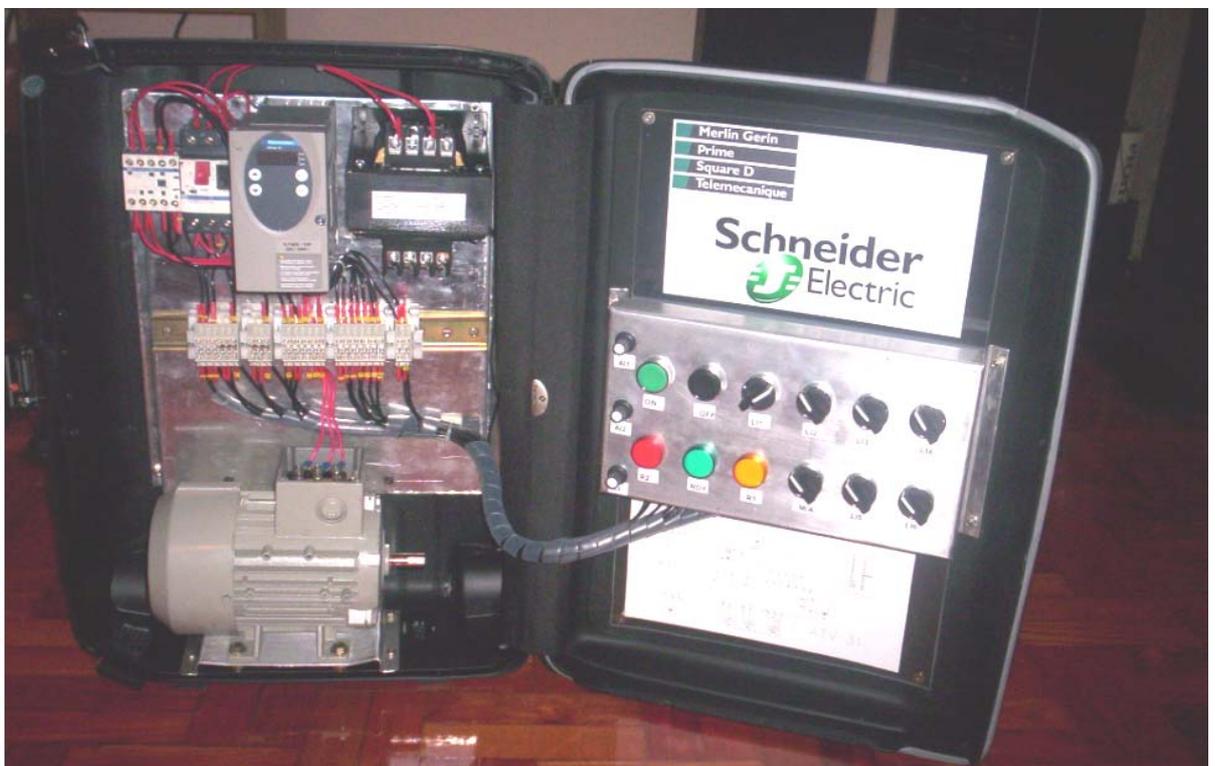


Figura 3.1 módulo 1 variación de velocidad

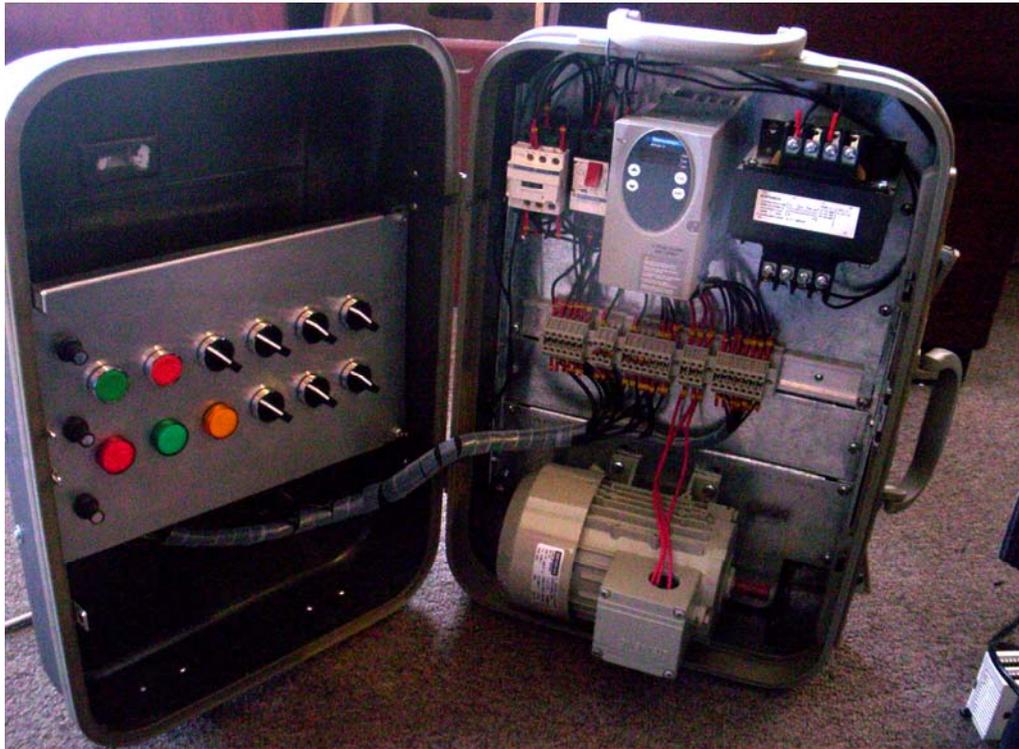


Figura 3.2 módulo 2 variación de velocidad

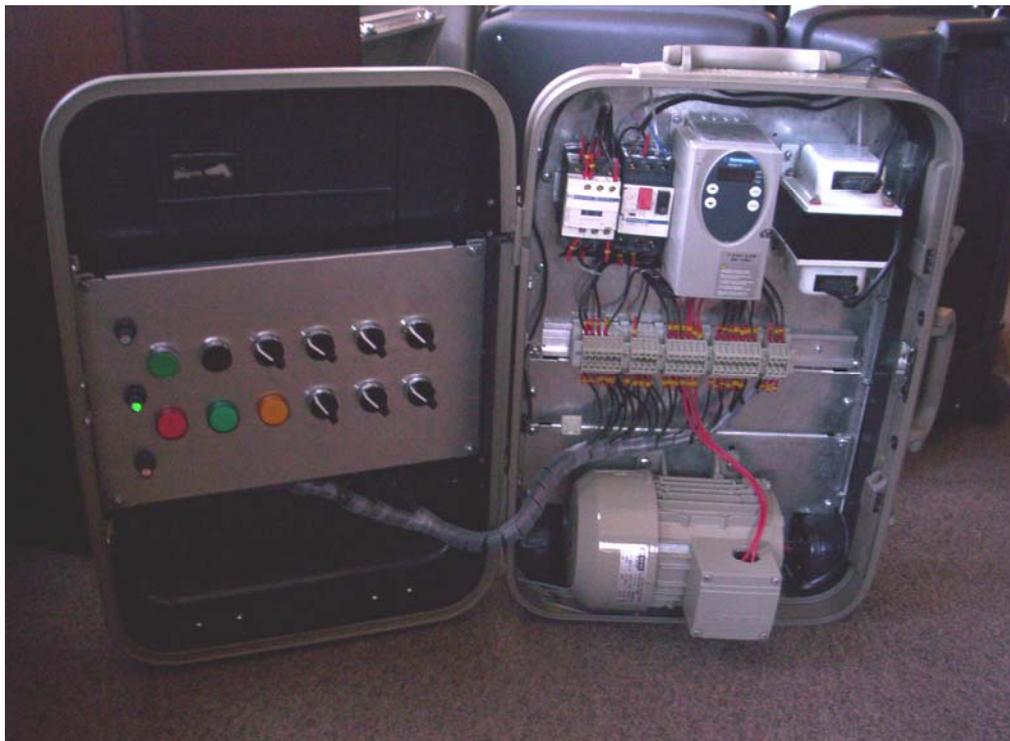


Figura 3.3 módulo 3 variación de velocidad

3.2.1 Componentes

El equipo utilizado se detalla a continuación:

MODULO 1	
1	Variador de 0,75 kW ATV31H075M2 de alimentación de red 220 V. monofásico
1	Motor de 0.75 kw 220/440v
7	Interruptores XB4-BD21
3	Potenciómetros de 10k Ω
1	Luz piloto amarilla XB4-BVM5
1	Luz piloto verde XB4-BVM3
1	Guardamotor GV2ME14 6 -10 A
1	Luz piloto rojo XB4-BVM4
1	Contactores LC1-D0910M7 220 230 V
1	Pulsadores verde XB4-BA31
1	Pulsadores rojo XB4-BA41
1	Transformador SQUARED 9070T300D20
24	Borneras AB1
6	Seguridades para bornera
5	Tapas para bornera
10	metros de cable 18 AWG
MODULO 2	
1	Variador de 0,37 kW ATV31H037M2 de alimentación de red 220 V. monofásico
1	Motor de 0.37 kw 220/440v
7	Interruptores XB4-BD21
3	Potenciómetros de 10k Ω
1	Luz piloto amarilla XB4-BVM5
1	Luz piloto verde XB4-BVM3
1	Guardamotor GV2ME14 6 -10 A
1	Luz piloto rojo XB4-BVM4
1	Contactores LC1-D0910M7 220 230 V
1	Pulsadores verde XB4-BA31
1	Pulsadores rojo XB4-BA41
1	Transformador SQUARED 9070T300D20
24	Borneras AB1
6	Seguridades para bornera
5	Tapas para bornera
10	metros de cable 18 AWG
2	Pulsadores zb6-e1b
MODULO 3	
1	Variador de 0,37 kW ATV31H037M2 de alimentación de red 220 V. monofásico
1	Motor de 0.37 kw 220/440v
7	Interruptores XB4-BD21
3	Potenciómetros de 10k Ω
1	Luz piloto amarilla XB4-BVM5
1	Luz piloto verde XB4-BVM3
1	Guardamotor GV2ME14 6 -10 A

1	Luz piloto rojo XB4-BVM4
1	Contactores LC1-D0910M7 220 230 V
1	Pulsadores verde XB4-BA31
1	Pulsadores rojo XB4-BA41
1	Transformador SQUARED 9070T300D20
24	Borneras AB1
6	Seguridades para bornera
5	Tapas para bornera
10	metros de cable 18 AWG

Tabla 3.1 : Materiales utilizados en cada módulo de variación de velocidad

3.2.2 Dimensiones

Las dimensiones que se muestran a continuación son similares en los tres módulos de variación de velocidad.

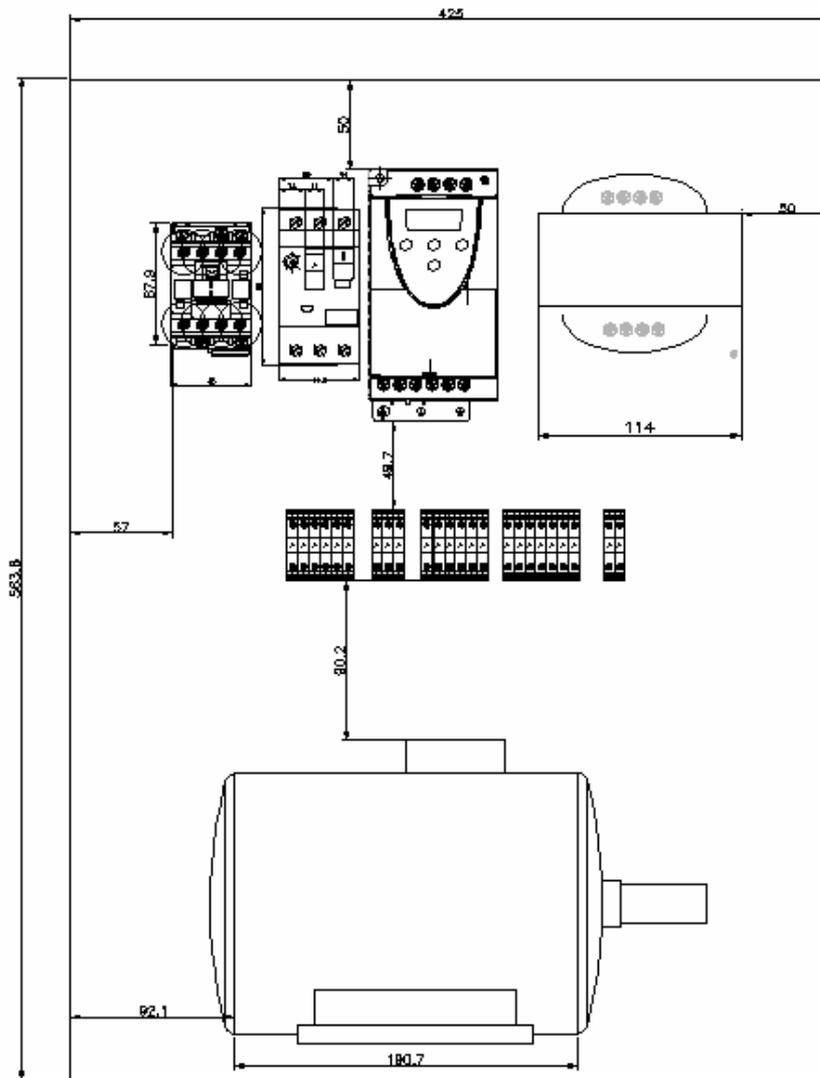


Figura 3.2 vista frontal de la parte principal del modulo #1 de variación de velocidad

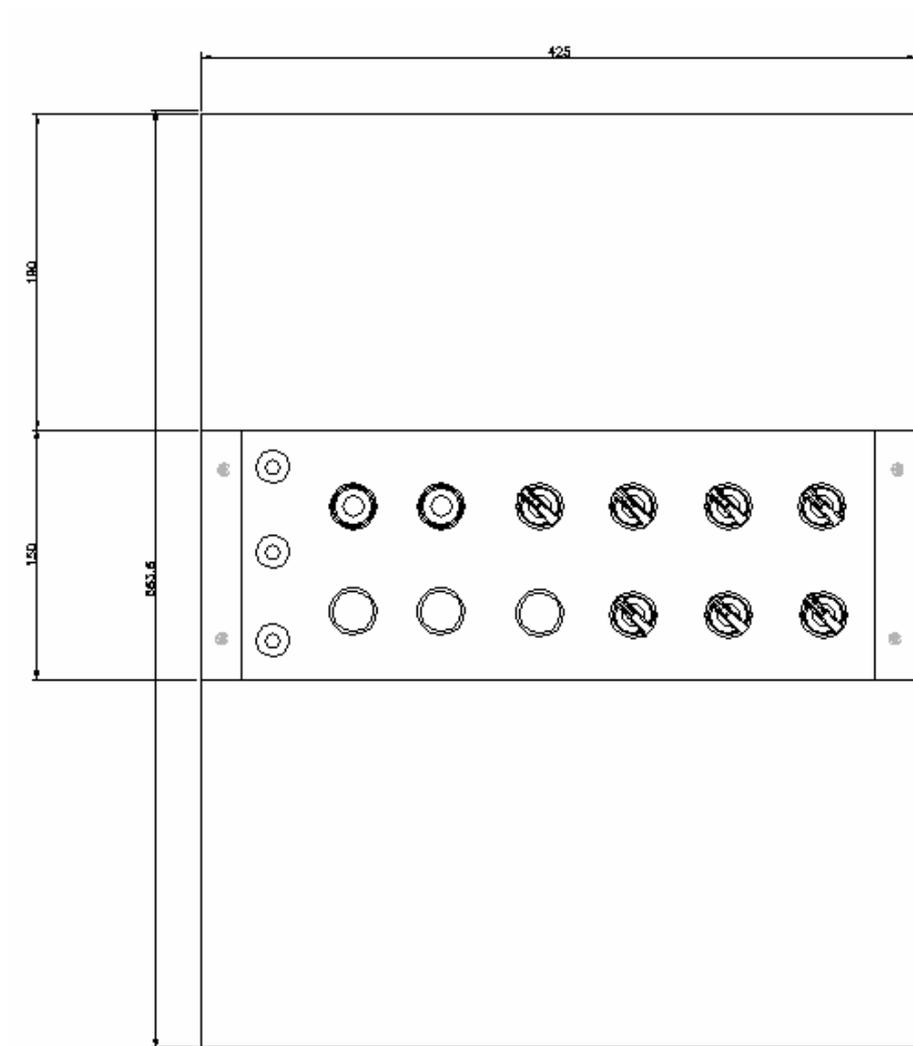
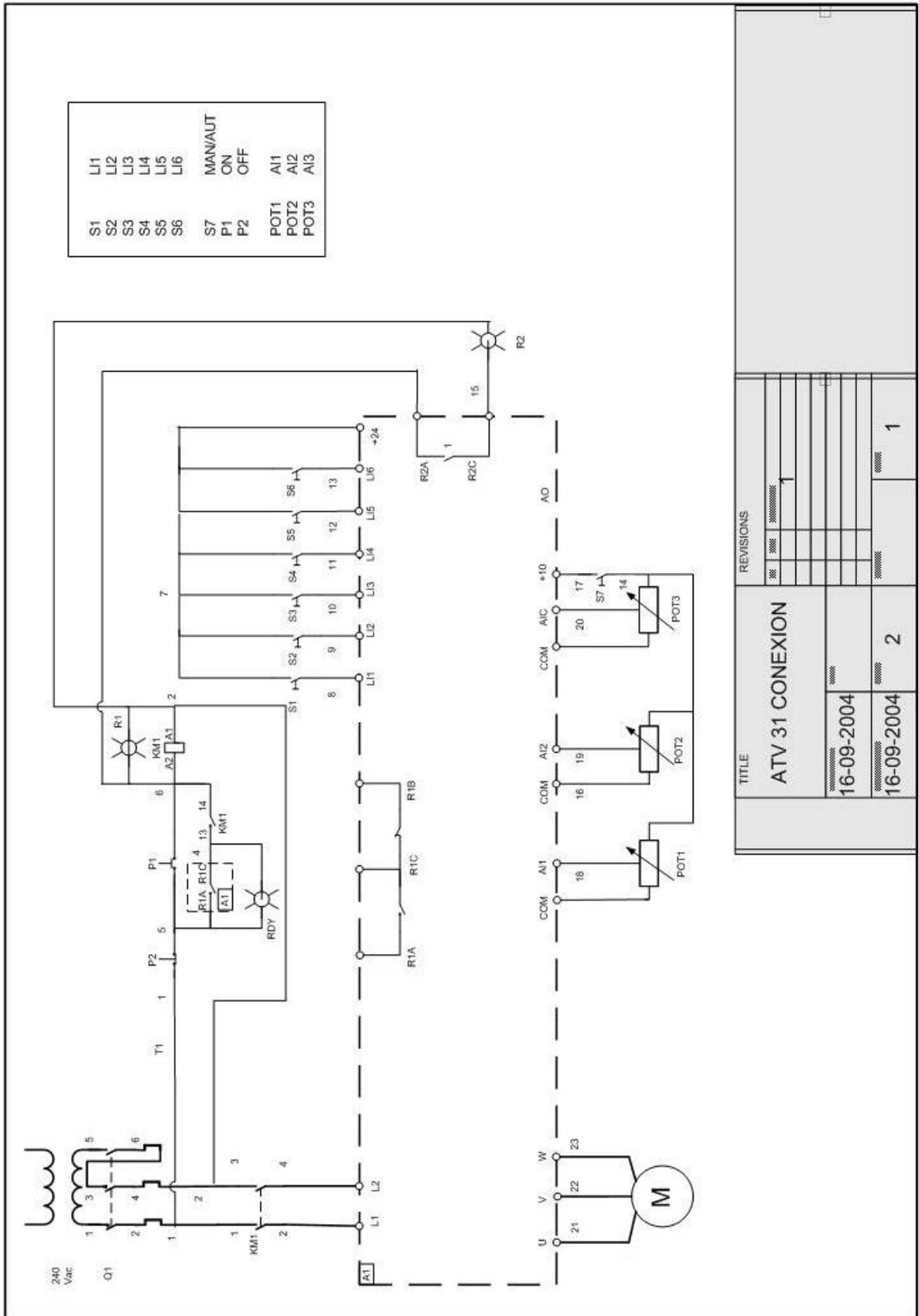


Figura 3.3 vista frontal del panel de control del modulo #1 de variación de velocidad

3.3 ESQUEMA DE CONEXIÓN



REVISIONS	
	1
TITLE	
ATV 31 CONEXION	
16-09-2004	2
16-09-2004	2

3.4. FUNCIONAMIENTO DE LOS MODULOS

Cada módulo de variación de velocidad se encuentra dividido en los siguientes bloques:

1. Bloque de control
2. Bloque de entrada y supervisión
3. Bloque motor

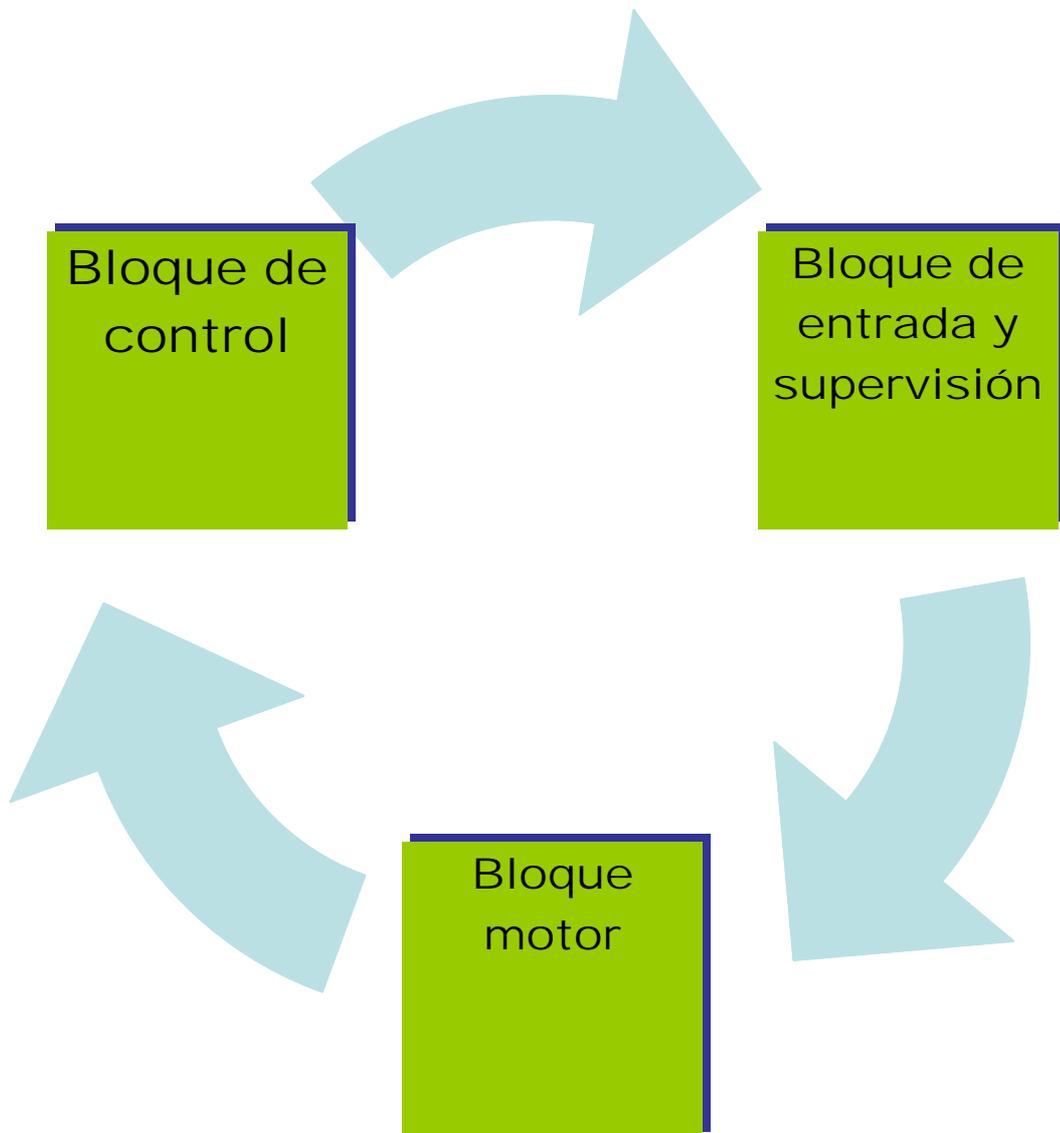


Figura 3.5 : Diagrama de bloques de los módulos de variación de velocidad.

3.4.1 Bloque de control

En este bloque encontramos el variador de velocidad que junto al guardamotor y el contactor son los elementos que nos permiten realizar el control del bloque de motor, además procesa las entradas, envía y recibe señales de supervisión y es el corazón del módulo, su funcionamiento influye directamente en el comportamiento final del motor.



Figura 3.6 : Bloque de control

3.4.2 Bloque de entrada y supervisión

En este bloque encontramos los pulsadores de encendido y apagado, además del manejo de las entradas discretas, mediante selectores, entradas analógicas mediante potenciómetros, incluyendo las señales de supervisión del R1 y R2 como la señal de alimentación del modulo.



Figura 3.7 : Bloque de entrada y supervisión

3.4.2 Bloque motor

En este bloque como su nombre lo indica se encuentra el motor que es el elemento a ser controlado y manipulado ,solo el correcto funcionamiento de este bloque nos permite asegurar el funcionamiento del modulo.

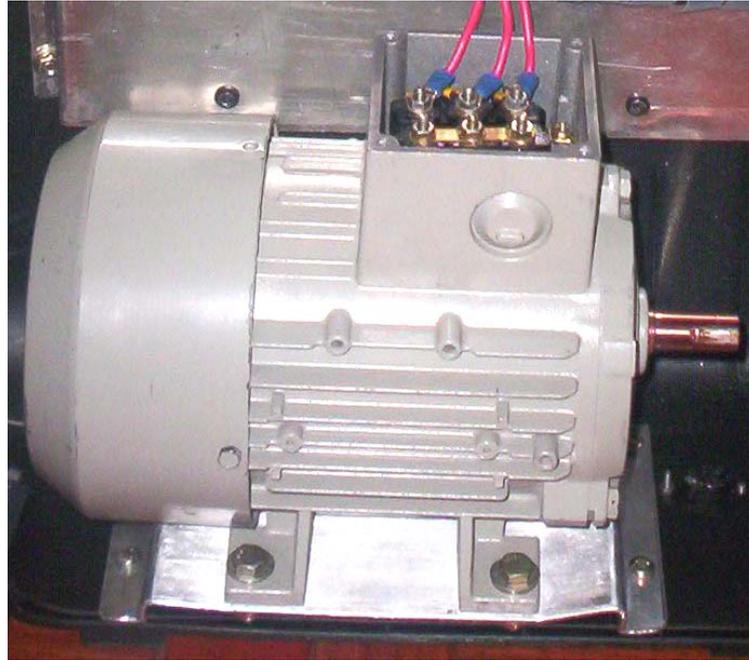


Figura 3.8 : Bloque motor

3.5. PRACTICAS

Las prácticas que se muestran a continuación han sido realizadas en base a diseños para talleres de Schneider Electric SA.

Estas prácticas son las mismas para los tres módulos de variación, y fueron elaboradas para un tiempo aproximado de dos horas y media que corresponde a la duración de un taller de variación de velocidad.

En cada práctica se realiza una descripción de los pasos a seguirse y el desarrollo de ellos se los explica mediante diagramas.

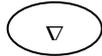
Estos diagramas representan la forma como se accederá a las funciones en el variador y la programación de los distintos parámetros en el mismo.

Las funciones y valores que se visualizan en el display están representados dentro de rectángulos, por ejemplo:

UNS

Tensión nominal.

Los botones del variador que permiten ingresar a las funciones, salir o desplazarse entre ellas se los representa así:



Botones de desplazamiento, permiten moverse a través de los menús, incrementar o decrementar valores que se quieran ingresar.



Botón de acceso, permite acceder a funciones o validar valores.



Botón de salida, permite retornar a la función anterior o salir de un parámetro sin alterar valores.

PRACTICA 1**ACERCAMIENTO AL MODULO****OBJETIVO:**

- Conocer las funciones principales del variador de velocidad
- Poner en marcha el módulo de variación de velocidad.

DESCRIPCION:

En esta primera práctica el estudiante se familiarizará con el módulo de variación de velocidad y conocerá los pasos iniciales para poner en marcha el variador, para ello se realizará el encendido del variador, reconocimiento de los menús del variador y el ingreso de las características del motor

DESARROLLO:

Los pasos a realizar en esta práctica son:

1. Encendido del variador
2. Reconocimiento de los menús del variador
3. Ingreso de características del motor.

1. Encendido del variador:

Para poner en marcha el equipo presione el botón START del guardamotor y a continuación el pulsador ON. Esta acción energizará el variador de velocidad.

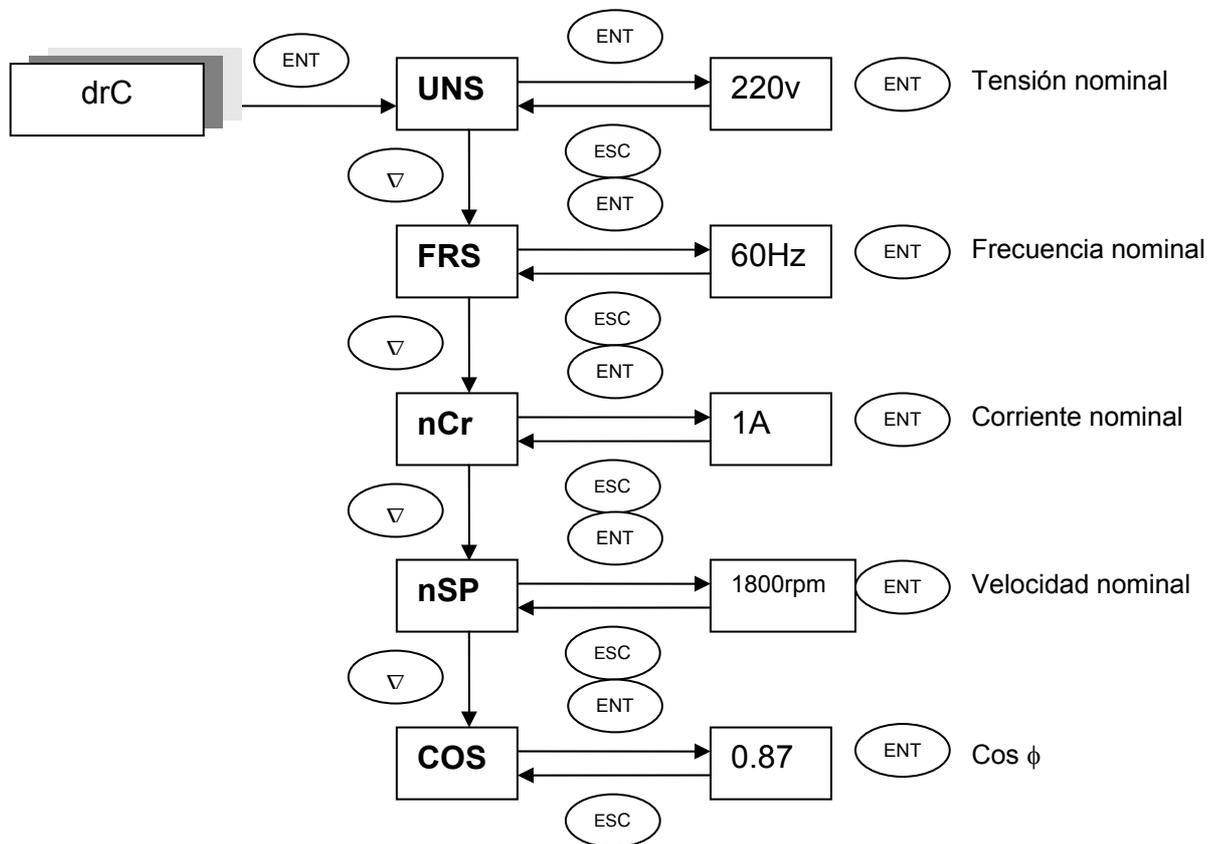
En el display podrá visualizar la palabra rDY.

2. Reconocimiento de los menús del variador:

Para ingresar a los menús presione la tecla ENT, mediante las teclas $\Delta \nabla$ se podrá desplazar a través de ellos.

- **SET** (parámetros de ajustes)
- **DRC** (parámetros de placa motor y función “autoajuste”)
- **I-O** (asignación de E/S)
- **CtL** (parámetros de canales de control)
- **Fun** (configuración de funciones)
- **FLt** (menú de defectos)
- **CON** (parámetros de comunicación)
- **SUP** (parámetros de supervisión).

3. Ingreso de los parámetros del motor



PRACTICA 2**CINTA TRANSPORTADORA****OBJETIVO:**

- Programar configuraciones de fábrica
- Conocer las funciones que manejan las rampas de aceleración y desaceleración.
- Configurar velocidades preseleccionadas y entradas sumatorias.

DESCRIPCIÓN:

En esta práctica se manejará una banda transportadora con una velocidad variable entre 0 y 50 hz, esta velocidad será manipulada por la entrada AI1 y ajustada mediante la entrada AI2. La rampa de aceleración y desaceleración se configuraran en forma de S.

En caso de emergencia en el proceso se podrá dar una señal al variador para ejecutar una parada rápida de la banda o una parada en rueda libre.

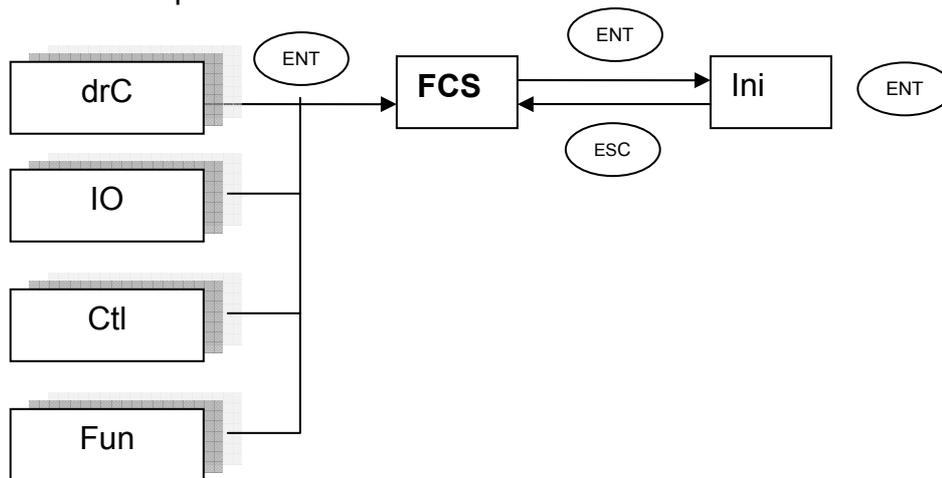
Existirá señalización en caso de falla en el proceso y de velocidad alcanzada

DESARROLLO:

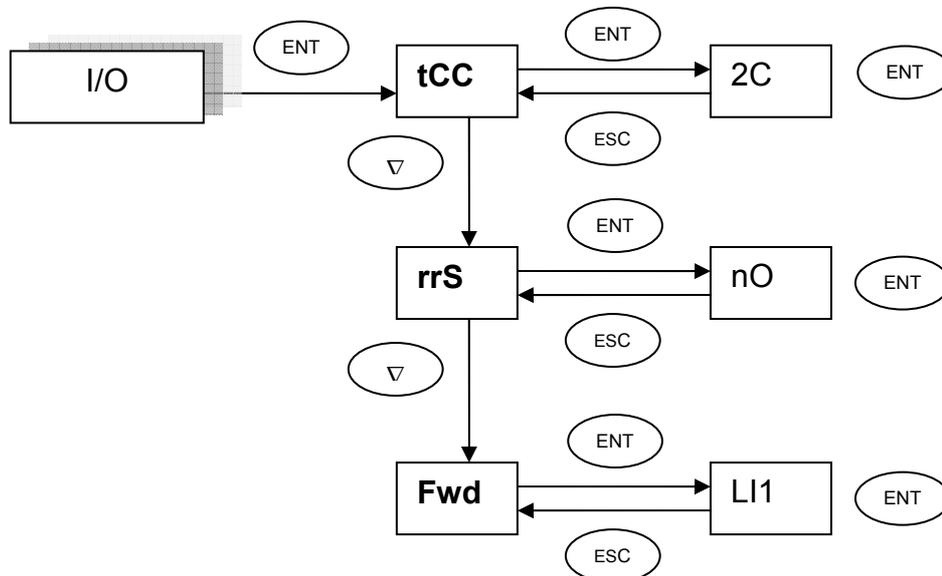
1. Retorno a los parámetros de fábrica
 2. Activación de un sólo sentido de giro por entrada lógica
 3. Manipulación de la velocidad por entrada analógica AI1.
 4. Fijar límites de velocidad: mínima 0Hz y máxima 50 Hz.
 5. Corrección de error de velocidad positivo o negativo mediante entrada AI2 sumatoria de AI1.
 6. Velocidad preseleccionada de 7 Hz por entrada lógica del variador LI2.
 7. Rampa de aceleración y deceleración suavizadas en forma de "S".
-

8. Una aceleración en doble rampa, una rampa suave (10”), que cuando llegue a 10 Hz conmute a una rampa más enérgica (1”).
9. Una parada rápida en caso de emergencia por entrada lógica del variador LI3 y parada en rueda libre por entrada lógica de variador LI4.
10. Señalización de consigna de frecuencia alcanzada mediante relé.
11. Señalización de fallo mediante relé.

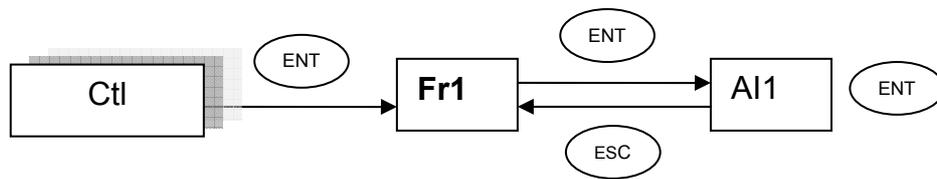
1. Retorno a los parámetros de fábrica



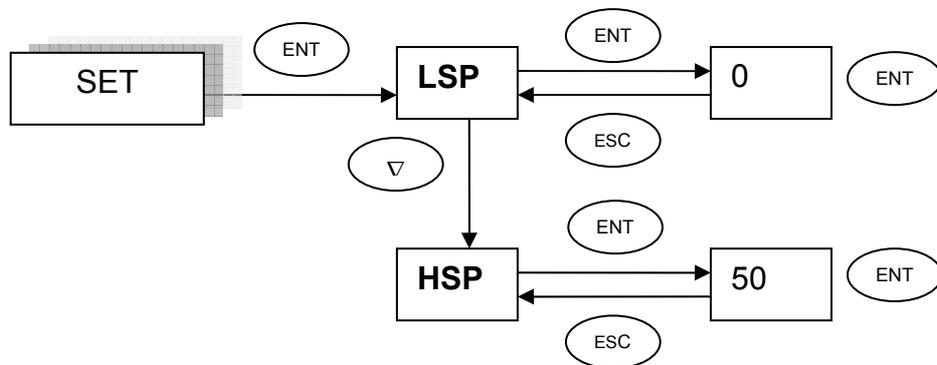
2. Activación de un solo sentido de giro por entrada lógica



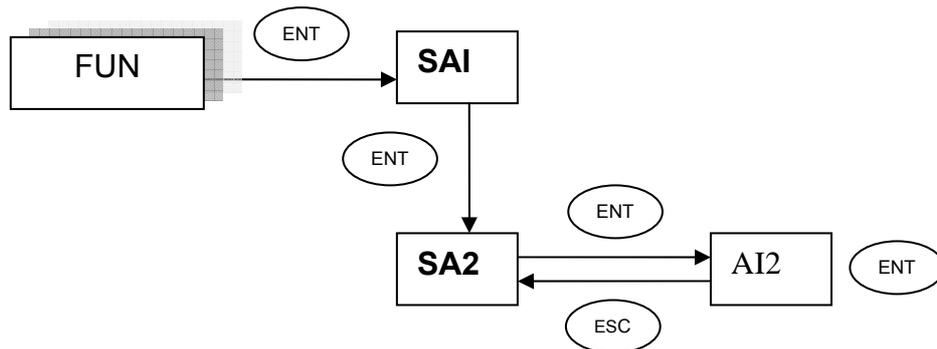
3. Manipulación de la velocidad por entrada analógica AI1



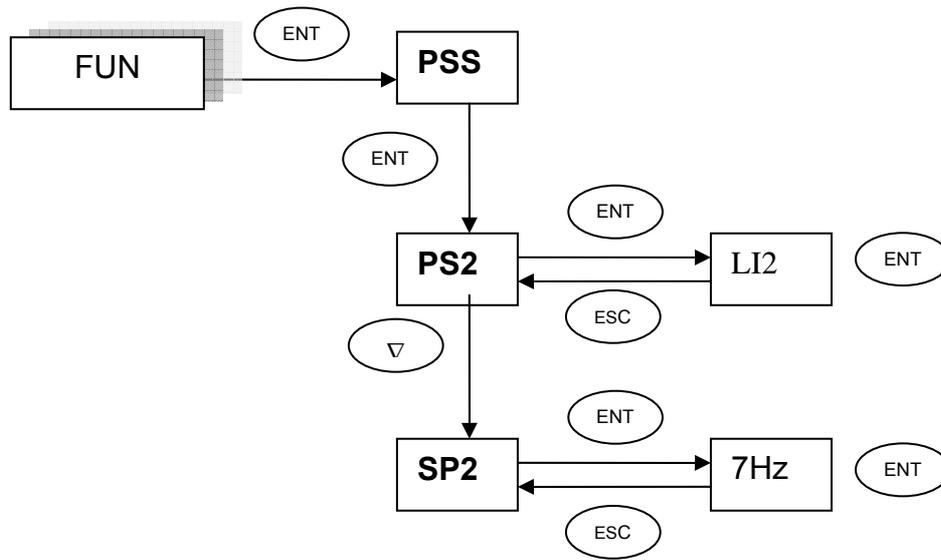
4. Fijar límites de velocidad: mínima 0Hz y máxima 50 Hz.



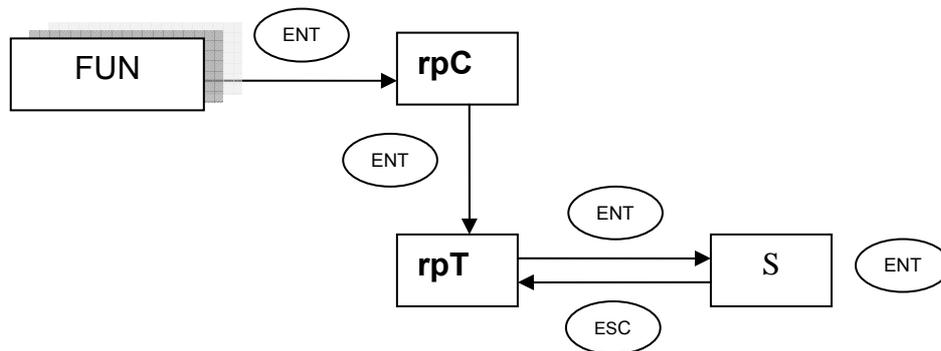
5. Corrección de error de velocidad positivo o negativo mediante entrada AI2 sumatoria de AI1.



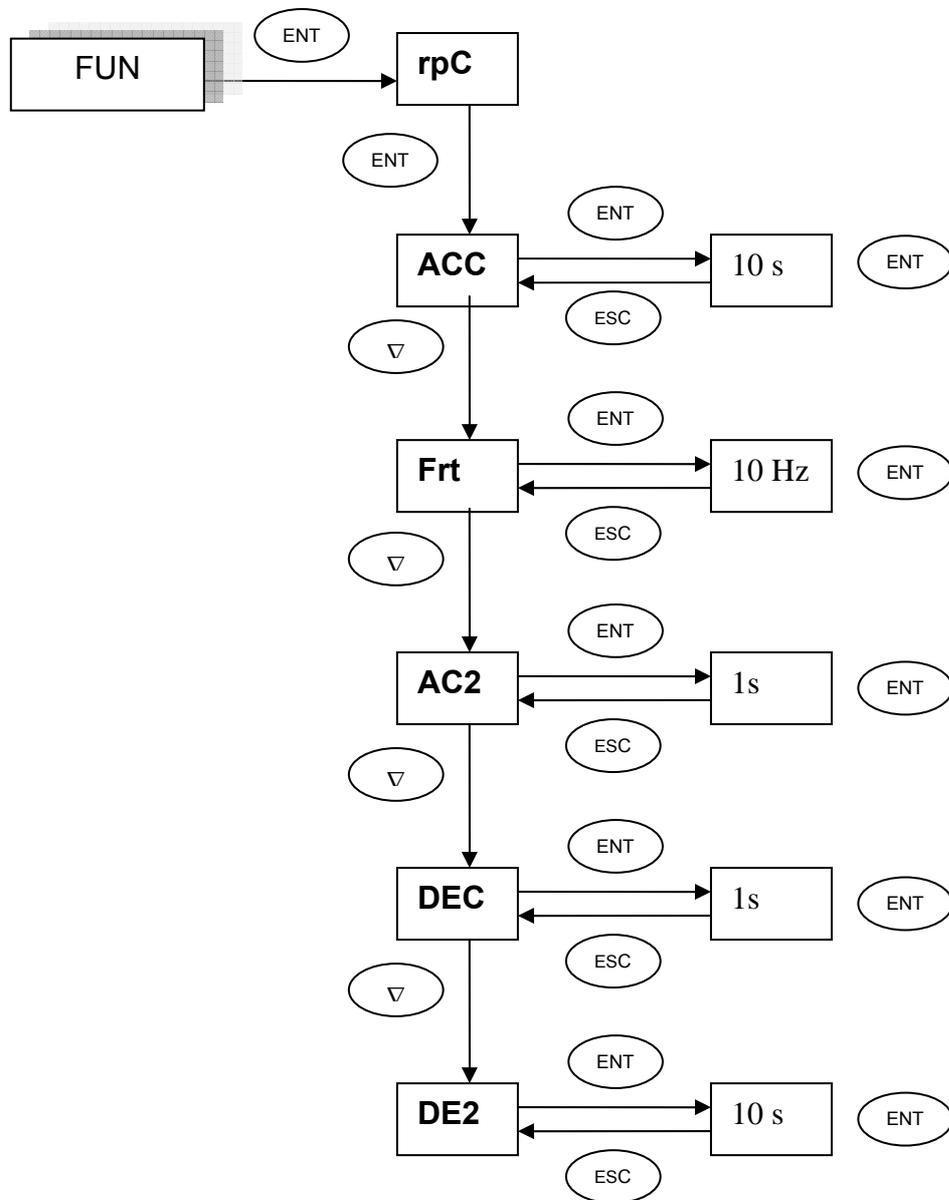
6. Velocidad preseleccionada de 7 Hz por entrada lógica del variador LI2.



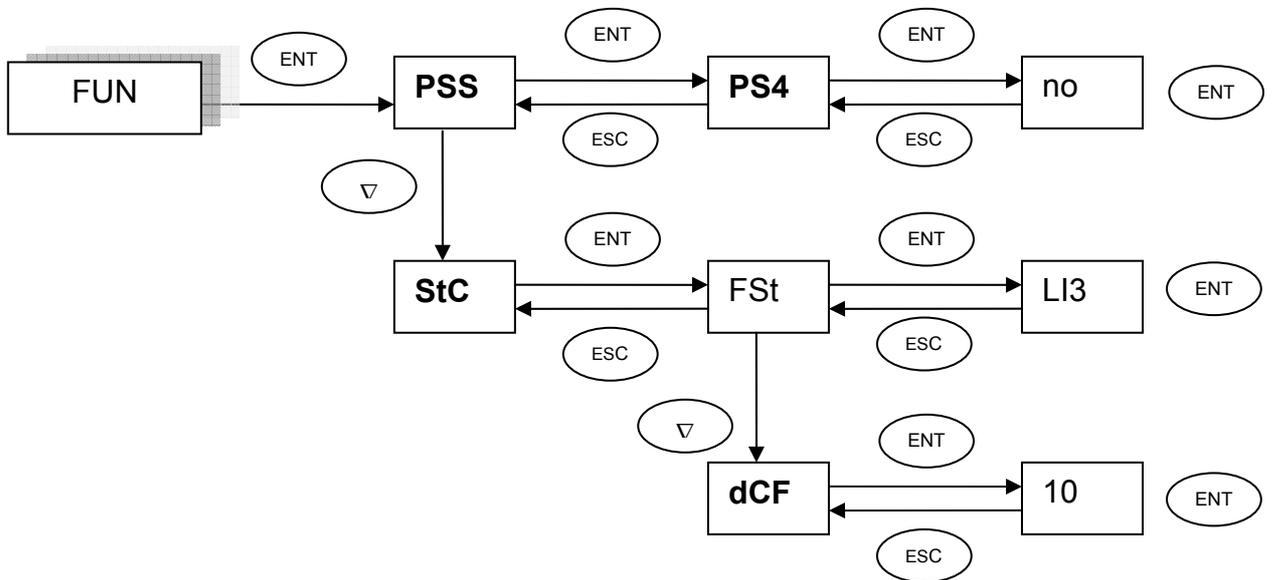
7. Rampa de aceleración y deceleración suavizadas en forma de "S".



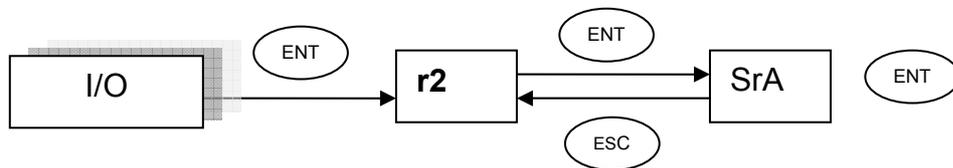
8. Aceleración en doble rampa, una rampa suave (10"), que cuando llegue a 10 Hz conmute a una rampa más energética (1").



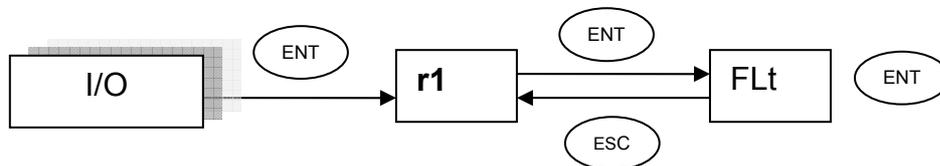
9. Parada rápida en caso de emergencia por entrada lógica del variador LI3 y parada en rueda libre por entrada lógica de variador LI4.



10. Señalización de consigna de frecuencia alcanzada mediante relé.



11. Señalización de fallo mediante relé.



PRACTICA 3**CONFIGURACIONES PERSONALES****OBJETIVO:**

Guardar y recuperar una configuración personalizada de parámetros.

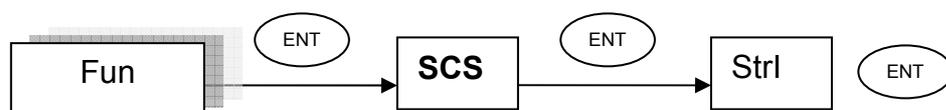
DESCRIPCIÓN:

Así como se pueden recuperar los parámetros configurados de fábrica, el usuario tiene la opción de crear su propia configuración y recuperarla cuando sea necesario. En esta práctica se guardará la configuración creada en la anterior práctica para una cinta transportadora y luego se lo recuperará.

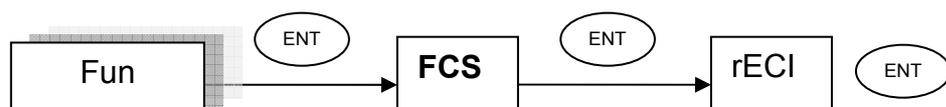
DESARROLLO:

1. Grabación de la configuración en memoria del variador.
2. Recuperación de la configuración en la EEPROM

1. Grabación de la configuración en memoria del variador.



2. Recuperación de la configuración en la EEPROM



PRACTICA 4**APLICACIÓN BOMBA – PRESIÓN CONSTANTE****OBJETIVO:**

- Configura y usar el regulador PI
- Conocer las funciones de recuperación automática, recuperación al vuelo, limitación de tiempo a bajas vueltas y umbral de error de re arranque.

DESCRIPCIÓN:

La práctica consiste en controlar el funcionamiento de una bomba; este podrá ser automático (función PI) o manual (consigna de velocidad de bomba) dependiendo del estado de la entrada lógica LI2.:

LI2=0 Automático.

Consigna de presión por entrada analógica AI1 (0...10 V) y retorno de la información del presostato por la entrada analógica del variador AI3. La consigna de velocidad de la bomba la fijará automáticamente el variador para llegar a la consigna de presión.

LI2=1 Manual.

Consigna de velocidad de la bomba por potenciómetro. La entrada analógica AI2 fijará la velocidad de la bomba en Hz.

La velocidad de trabajo estará entre 25 hz y 50 Hz. El tiempo de funcionamiento de la bomba a velocidad mínima será de 10 s

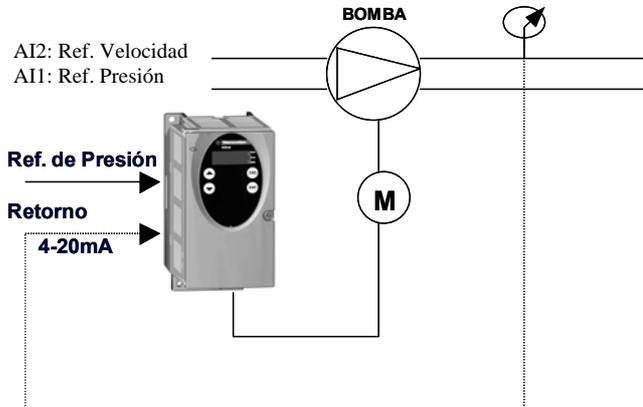
En caso de bajada de tensión debe haber re arranque automático y recuperación al vuelo.

Si existe subtensión en la línea la bomba seguirá trabajando.

Si se corta la señal del presostato la bomba parará en rampa.

Habrà señalización para fallo en el proceso.

A continuación se muestra un diagrama explicando el funcionamiento de esta práctica



DESARROLLO:

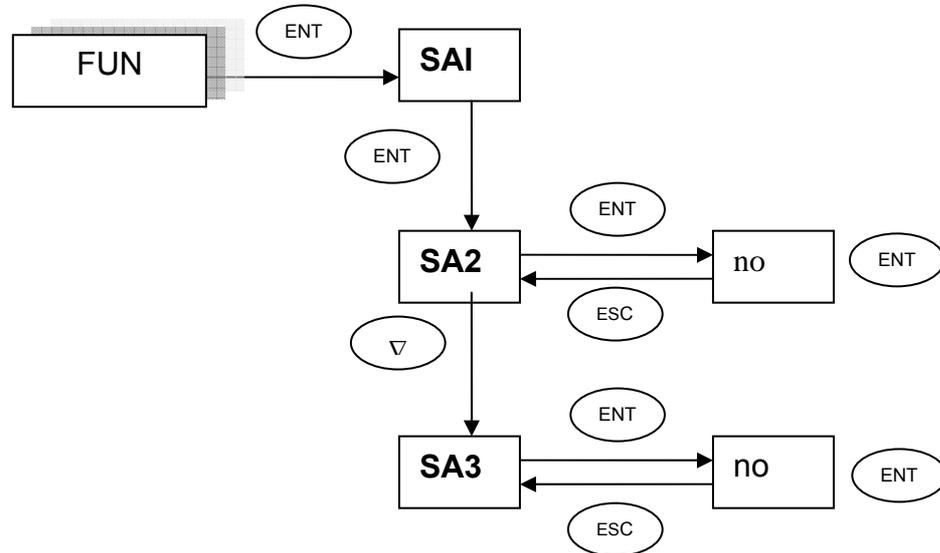
1. Retorno a la configuración de fábrica
2. Un sólo sentido de giro activado por señal sostenida.
3. Velocidad mínima de 25 Hz y velocidad máxima 50 Hz.
4. Configuración del trabajo de la bomba de acuerdo al estado de LI2
5. Tiempo de la bomba marchando a velocidad mínima 10 segundos.
6. Rearranque automático activado y recuperación al vuelo en caso de bajada de tensión.
7. Continuidad del bombeo aunque exista subtensión en la línea de alimentación.
8. Si se corta la señal del presostato la bomba parará en rampa.
9. Señalización de fallo mediante relé.
10. Configuración para evitar rearranques continuos en el PI.

Para la configuración de los ítems 1, 2 y 3 diríjase a la práctica 2.

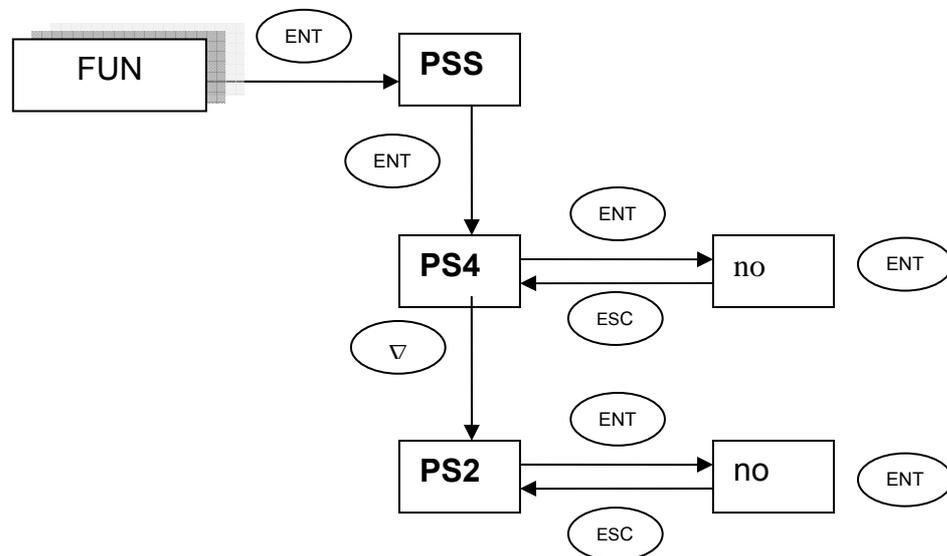
4. Configuración del trabajo de la bomba de acuerdo al estado de LI2
-

Para poder configurar el regulador PI primero se debe desasignar las entradas sumatorias y las velocidades preseleccionadas

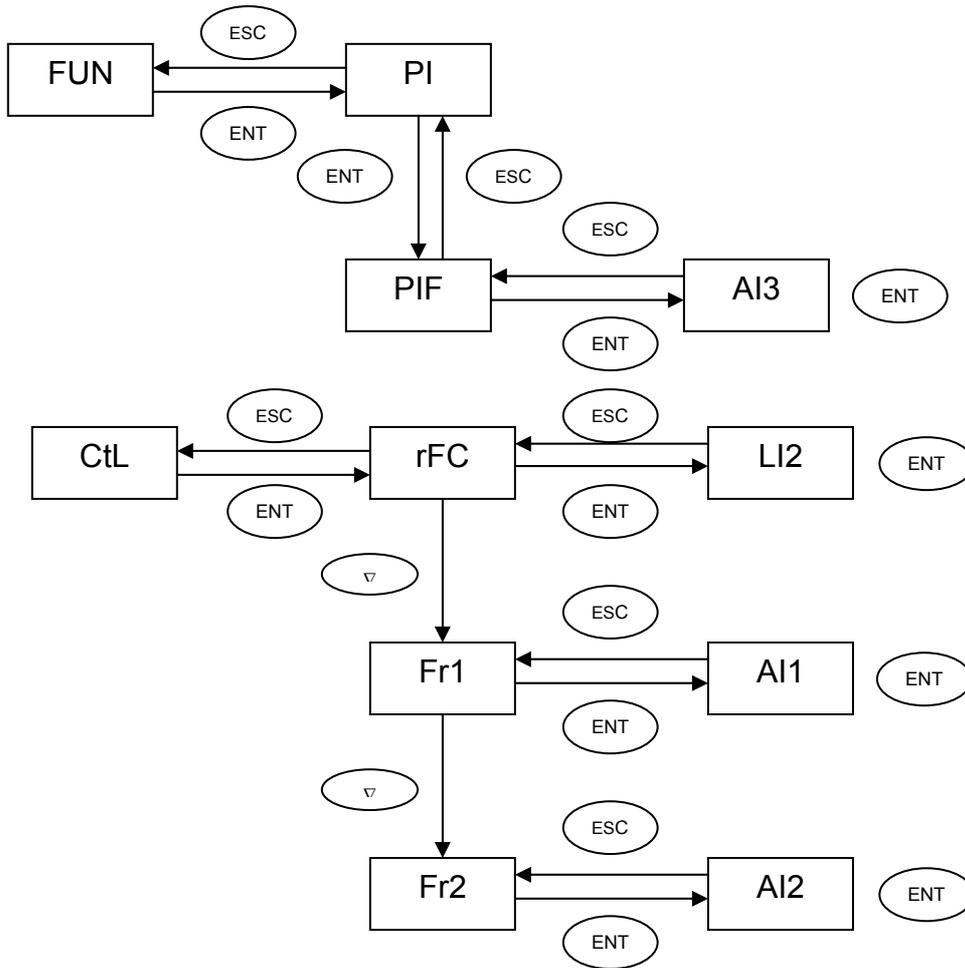
- Desasignación de entradas sumatorias



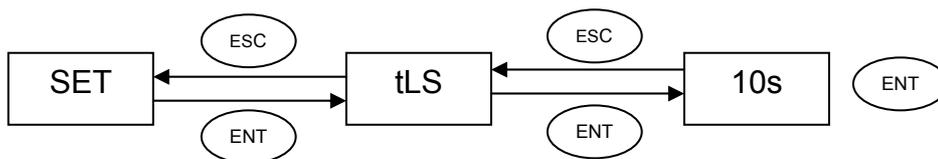
- Desasignación de velocidades preseleccionadas



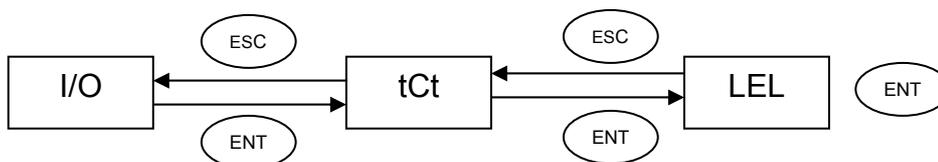
- Configuración del retorno del regulador PI

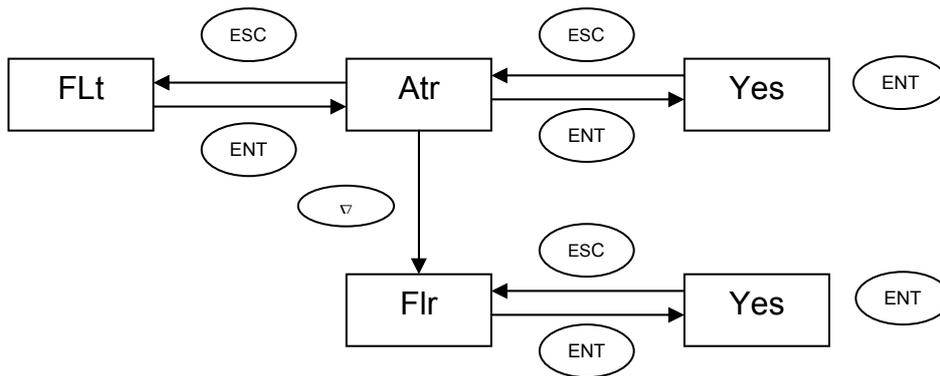


5. Tiempo de la bomba marchando a velocidad mínima 10 segundos.

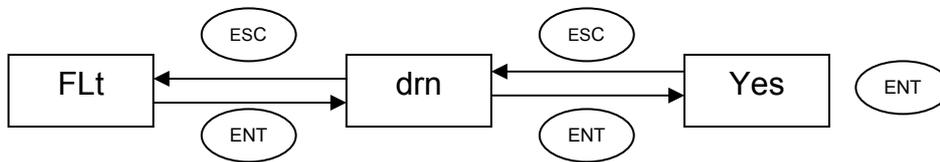


6. Rearranque automático activado y recuperación al vuelo en caso de bajada de tensión.

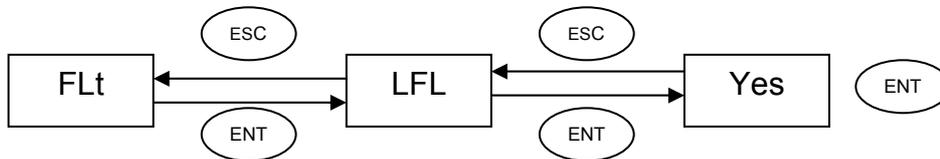




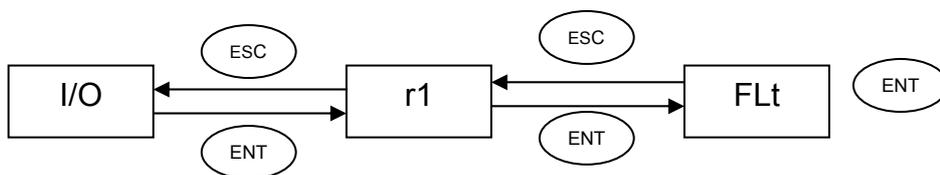
7. Continuidad del bombeo aunque exista subtensión en la línea de alimentación.



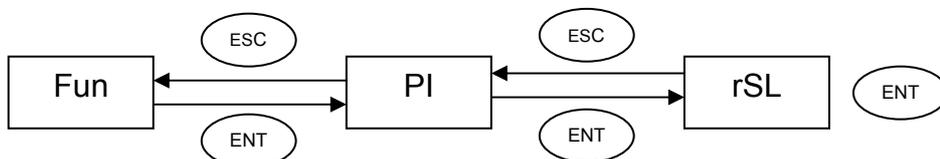
8. Si se corta la señal del presostato la bomba parará en rampa.



9. Señalización de fallo mediante relé.



10. Configuración para evitar rearranques continuos en el PI



Configuración del regulador PI

Para configurar el controlador de acuerdo al sistema de trabajo se utilizan las funciones rPG, ganancia proporcional, y rIG, ganancia integral

PRACTICA 5**FINALES DE CARRERA****OBJETIVO:**

- Aprender el manejo de la función de control de finales de carrera
- Visualizar horas de funcionamiento y velocidad
- Utilizar las funciones de más/menos velocidad y memorización de consigna

DESCRIPCIÓN:

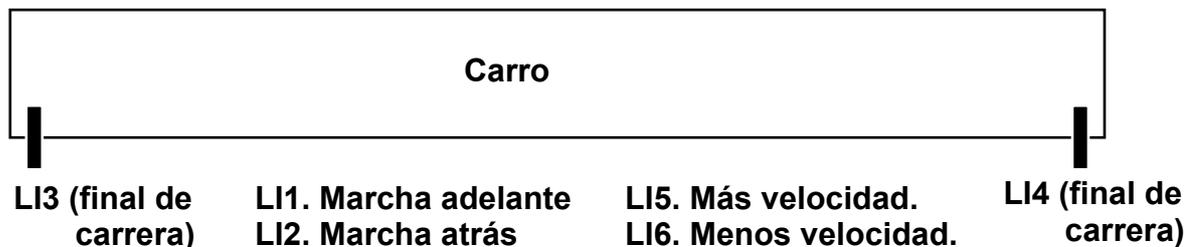
La práctica consiste en gestionar el movimiento de un carro horizontal; el movimiento del carro hacia delante y hacia atrás está limitado por 2 interruptores de fin de carrera LI4 y LI3, respectivamente. Estos interruptores limitaran el movimiento haciendo paradas en rampa

Al tocar LI4 el variador no permitirá que el carro vaya hacia delante, únicamente marcha atrás. Al tocar LI3 el variador no permitirá que el carro vaya hacia atrás, únicamente marcha adelante.

La velocidad del carro podrá ser alterada mediante dos entradas de mas / menos velocidad.

En el display se podrá visualizar la velocidad del carro, las horas de funcionamiento del carro y el estado de los finales de carrera.

En caso de que la velocidad del carro sea mayor a 25 Hz se indicará por medio del relé R2, igualmente en caso de fallo se indicará con el relé R1.

**DESARROLLO:**

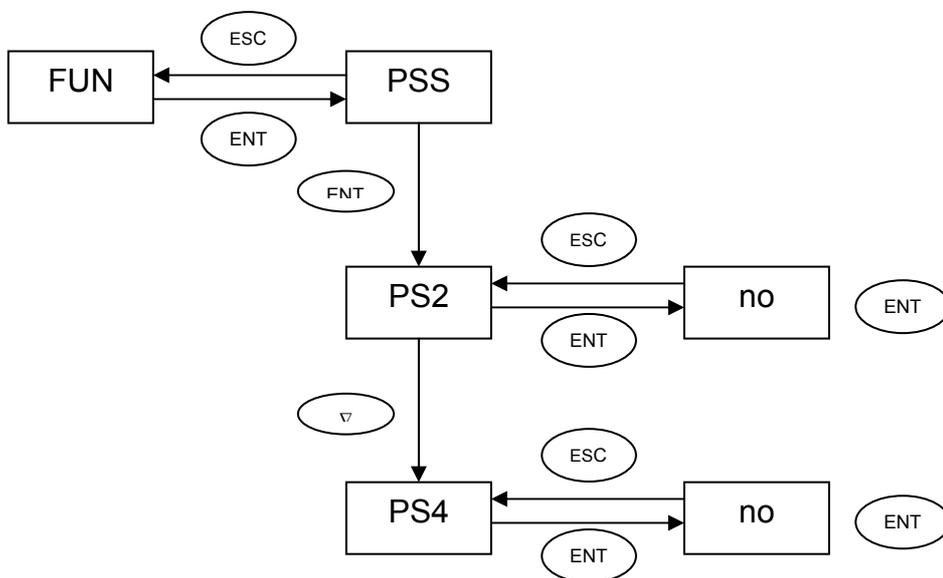
Los pasos a realizarse son los siguientes:

1. Retorno a la configuración de fábrica
2. Gestión del movimiento del carro
3. Configuración más/menos velocidad y memorización de consigna
4. Visualización de la velocidad del carro en metros por minuto
5. Visualización de las horas de funcionamiento del carro y el estado de los finales de carrera.
6. Señalización del carro en velocidad mayor de 25 Hz en el relé R2 del variador.
7. Señalización de fallo mediante el relé R1 del variador

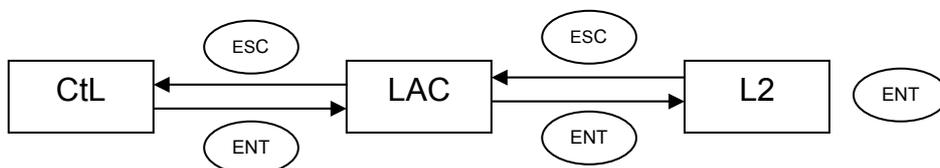
1. Retorno a la configuración de fábrica. Para realizar este ítem diríjase a la práctica 2

2. Gestión del movimiento del carro.

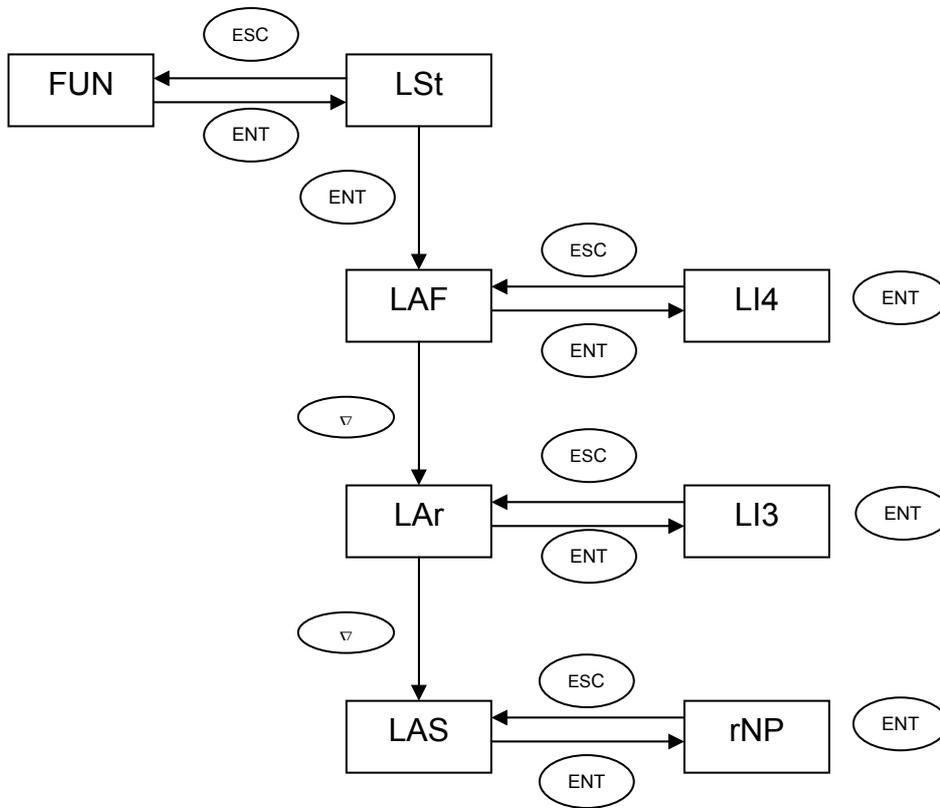
- Desasignación de velocidades preseleccionadas.



- Acceso a funciones avanzadas

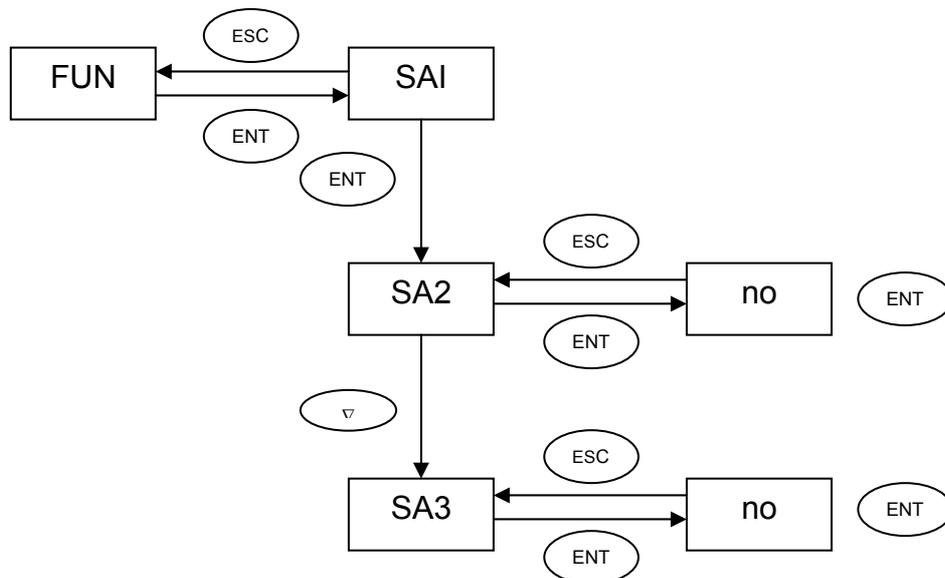


- Gestión de finales de carrera

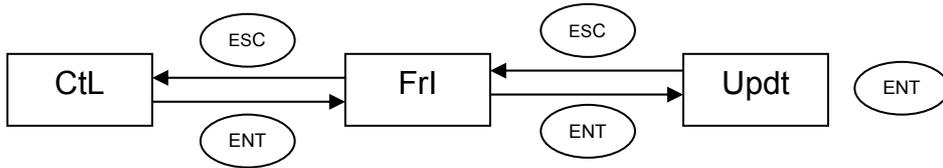


3. Configuración más/menos velocidad y memorización de consigna

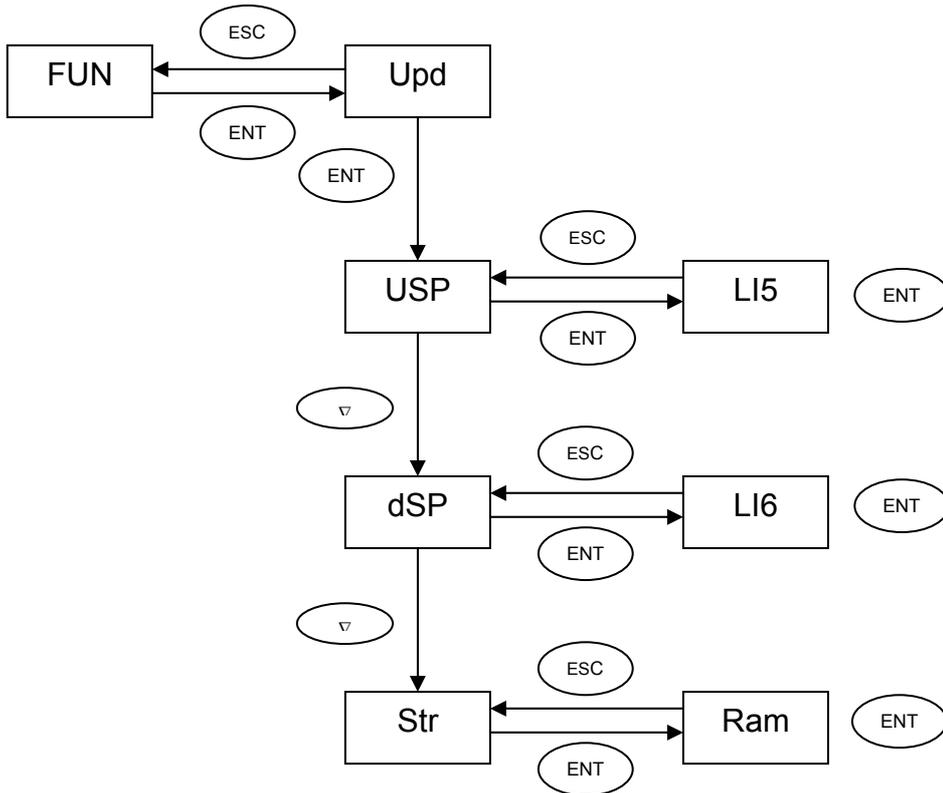
- Deshabilitación de entradas sumatoria



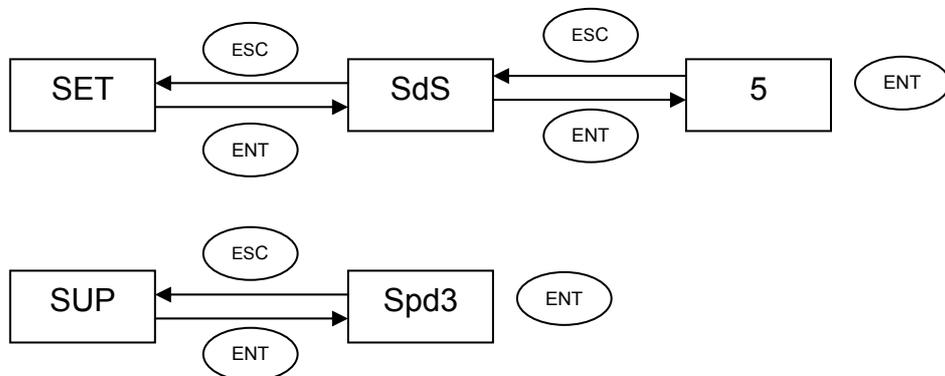
- Configuración de consigna



- Asignación función más/menos velocidad y memorización en ram

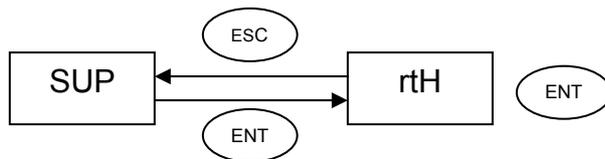


4. Visualización de la velocidad del carro en metros por minuto

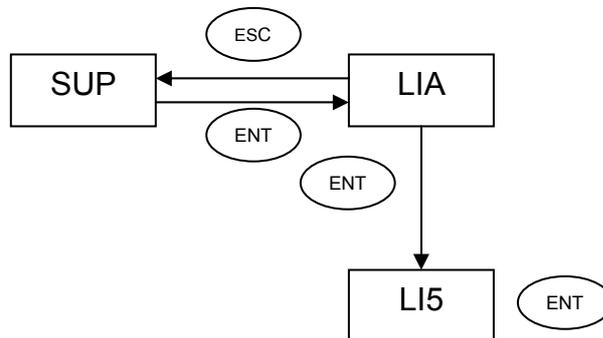


5. Visualización de las horas de funcionamiento del carro y el estado de los finales de carrera.

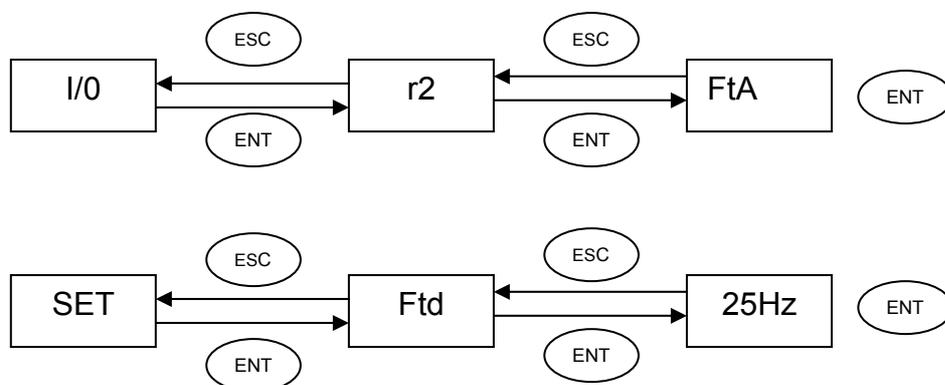
- Visualización del estado de las horas de funcionamiento del carro (tiempo de funcionamiento de puesta en tensión del motor)



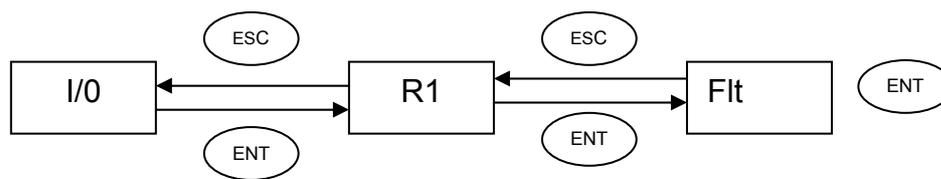
- Visualización del estado de los finales de carrera (visualización del estado de las entradas lógicas)



6. Señalización del carro en velocidad mayor de 25 Hz en el relé R2 del variador.



7. Señalización de fallo mediante el relé R1 del variador



CAPITULO IV

Transferencias de redes eléctricas

4.1 CONCEPTOS BASICOS

El corte de la alimentación eléctrica, aunque sea en un lapso de tiempo mínimo, es hoy en día una pérdida económica importante, tanto para las industrias cuyo proceso de fabricación no soporta paradas, como para los edificios, cuyos circuitos de seguridad deberían estar siempre operativos.

La conmutación de fuentes normales de alimentación sobre fuentes de sustitución o de emergencia, ha pasado a ser una operación cada vez más utilizada en la distribución eléctrica, tanto en la industria pública como en la privada.

Los dispositivos de conmutación de redes eléctricas se utilizan para asegurar la continuidad de la alimentación de ciertos receptores prioritarios, por motivos de seguridad de personas o para mantener un ciclo de producción. El mecanismo de conmutación actúa o por un fallo en la alimentación principal, normalmente en servicio, o por una orden voluntaria.

4.2. TIPOS DE MANDOS EN LAS TRANSFERENCIAS DE TENSION

Los equipos que se instalan para realizar la transferencia de redes eléctricas son muy variados, por ejemplo, en los circuitos de potencia, los aparatos de

maniobra pueden ser contactores electromagnéticos o estáticos, interruptores automáticos o interruptores manuales, y esto tanto en baja como en alta tensión.

El mando de estos aparatos puede ser:

- **manual:** es la disposición más elemental y económica. Requiere la intervención de un operario; la duración de paso de la fuente que falla a la fuente de sustitución o de emergencia puede ser muy larga (el operario tiene que desplazarse),
- **automático:** es el dispositivo más rápido y el más utilizado. Sin embargo, el esquema de principio puede, en la mayor parte de los casos, reducirse a la alimentación normal, una alimentación de sustitución o de seguridad y un juego de barras que es el punto común de las dos alimentaciones a partir del cual se alimentan los receptores.

4.3 FORMA DE CONMUTACIÓN ENTRE REDES ELECTRICAS

Normalmente se utilizan tres sistemas de conmutación de fuentes:

4.3.1 Conmutación Sincrónica

La fuente principal y la fuente de emergencia o sustitución, tienen que tener la posibilidad de sincronizarse, es decir: sus vectores de tensión deben estar en fase y su frecuencia y amplitud deben ser idénticos.

El tiempo de duración de la transferencia por ende es cero (ejemplo: acoplamiento de generadores).

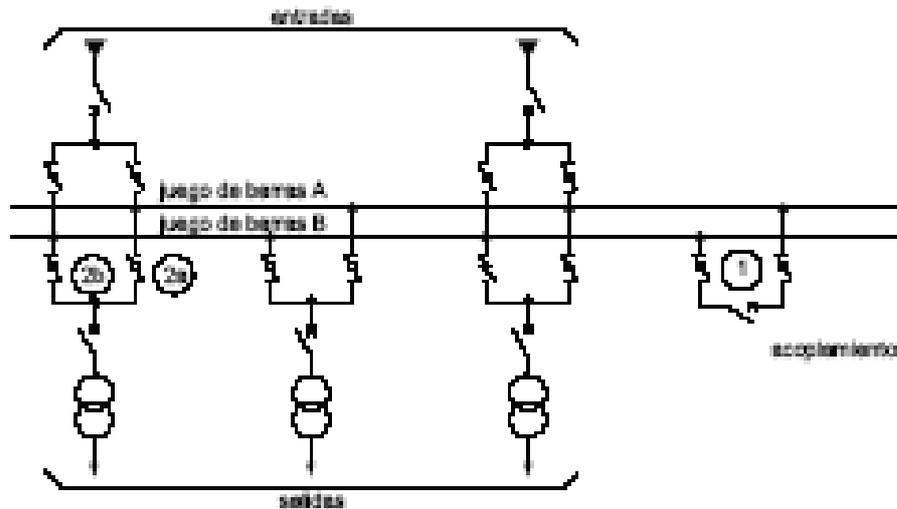


Figura 4.1: Conmutación síncrona (Tomado del Cuaderno técnico de Schneider Electric N161 Conmutación de redes eléctricas)

4.3.2 Conmutación Pseudo-Síncrona

Debido a que en ciertas industrias existen cargas críticas, las cuales no pueden soportar ningún corte, por breve que éste sea, estas se alimentan de forma continua mediante una fuente auxiliar, (banco de baterías por ejemplo).

La fuente auxiliar está equipado con un interruptor estático cuya misión (de by-pass) es la de conectar la carga directamente a la alimentación si aparece cualquier defecto de funcionamiento en el interior de la fuente auxiliar.

La duración de esta transferencia es de 100 a 300 ms. (ejemplo: reaceleración en marcha de motores asíncronos).

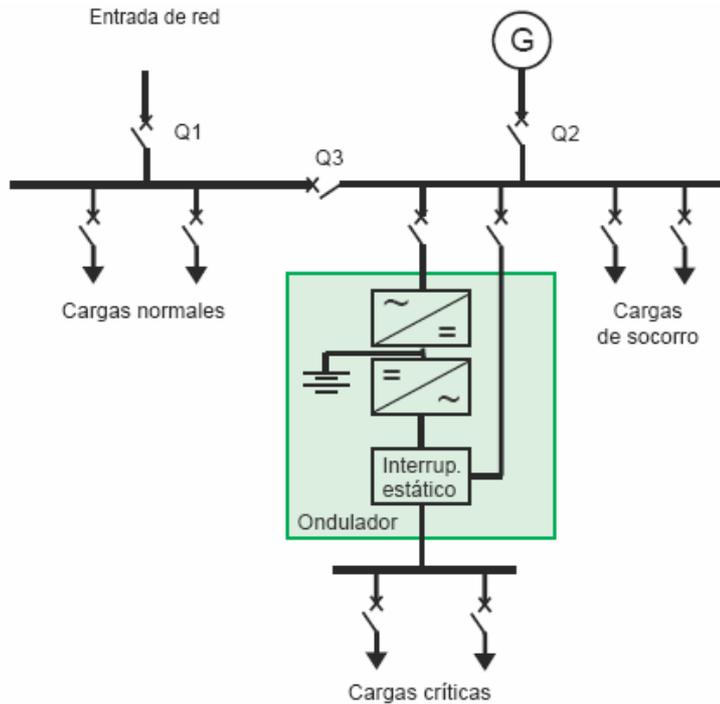


Figura 4.2: Conmutación pseudo-sincrónica (Tomado del Cuaderno técnico de Schneider Electric N161 Conmutación de redes eléctricas)

4.3.3. Conmutación De Corte

Este tipo de conmutación de fuentes es el más utilizado tanto en baja como en alta tensión. Su campo de utilización se extiende tanto a la industria como al sector terciario.

El tiempo de conmutación varía normalmente entre 0,5 y 30 s, lo que no excluye valores inferiores para ciertos casos especiales.

4.3.3.1 Tipo de equipo de maniobra

El tipo de equipo de maniobra a instalar depende de la frecuencia de las conmutaciones:

- para un número importante de conmutaciones es recomendable el uso de un contactor.

- para un número bajo de conmutaciones es recomendable el uso del interruptor automático.

4.3.3.2 Circuito de mando

Los circuitos de mando de los aparatos de maniobra se alimentan o mediante una fuente auxiliar segura (una batería por ejemplo) o directamente del circuito de potencia del aparato a controlar.

4.3.3.3 Alimentación

Generalmente, la fuente principal de alimentación es la red de distribución pública BT o una red BT privada aislada por un transformador AT/BT, alimentado lado AT por la red de distribución pública.

La fuente de sustitución puede ser:

- una segunda red BT independiente de la primera,
- un grupo electrógeno con tiempo cero para tomar rápidamente el servicio.
- un grupo electrógeno con arranque manual o automático cuando hay corte de tensión en la fuente principal.

Estas diferentes fuentes de sustitución, en la mayor parte de los casos de potencia mucho menor que la red principal, tienen una autonomía limitada. Cuando la red segura se alimenta mediante una fuente de sustitución, es normalmente adecuado y hasta obligatorio desconectar una parte de la carga y no reaccelerar más que los motores extraordinariamente prioritarios.

4.3.3.4 Principio de funcionamiento

Puesto que las dos fuentes no pueden ponerse en paralelo, los interruptores automáticos J_n y J_r están enclavados mecánicamente: su mando eléctrico está hecho de tal manera que una orden simultánea a los dos interruptores automáticos provoca solamente el funcionamiento de uno.

Un conmutador de tres posiciones indica el modo de funcionamiento:

posición 1 = parado,

posición 2 = automático,

posición 3 = conexión voluntaria de la fuente de sustitución y desconexión del interruptor de acoplamiento.

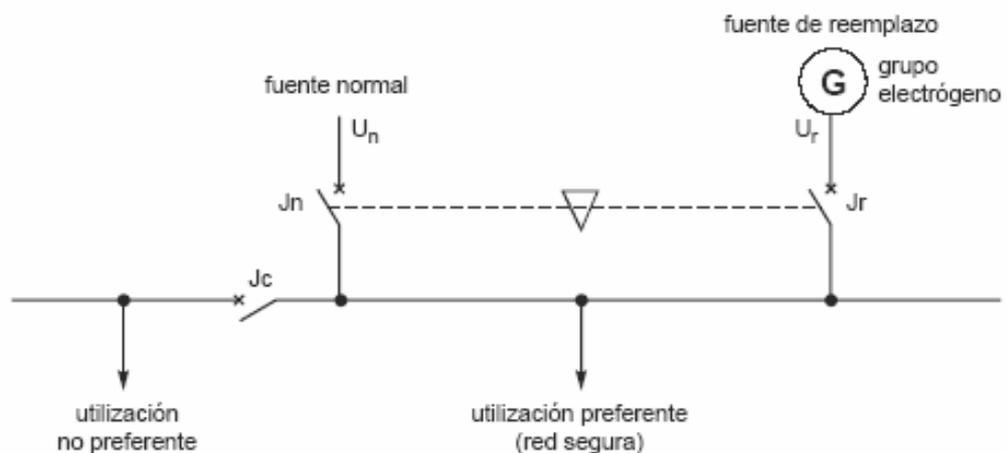


Figura 4.3: Conmutación por corte (Tomado del Cuaderno técnico de Schneider Electric N161 Conmutación de redes eléctricas)

4.4 TRANSFERENCIA DE REDES MERLIN GERIN

La transferencia de redes MERLIN GERIN es un elemento esencial para la continuidad de servicio y la gestión de la energía. Realiza la conmutación por corte entre:

- una red N que alimenta normalmente la instalación;
- y una red R (de emergencia) que puede ser una llegada de red suplementaria o un grupo electrógeno.

La transferencia de redes está basado en dos aparatos (***interruptores automáticos o interruptores en carga***), interenclavados mecánicamente y, para los inversores automáticos, eléctricamente. Los enclavamientos manuales impiden la puesta en paralelo de las dos redes.

Los dos aparatos pueden estar operados manualmente (transferencia manual de redes) o por automatismo (transferencia automática de redes).

4.4.1 Interruptores Automáticos Compact Merlin Gerin

Los interruptores automáticos comúnmente utilizados en las transferencias de tensión son los Interruptores Compact NS y C. La gama Compact cubre todos los calibres desde 16 A hasta 1250 A:

- Compact NS, de 16 a 630 A;
 - Compact C, de 800 a 1250 A.
-

4.4.1.1 Partes Del Interruptor

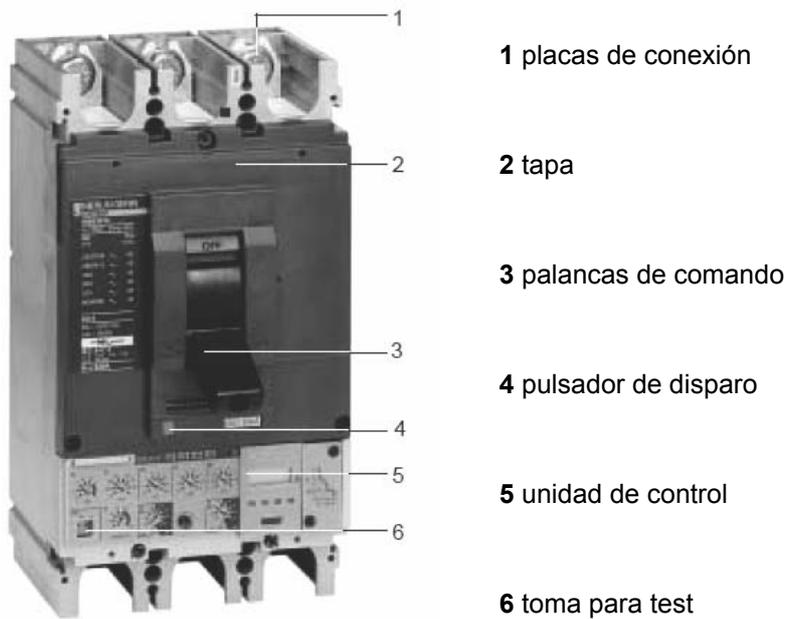


Figura 4.4: Interruptor Compact Partes FUENTE: Catalogo Compact Interpact 2004

4.4.1.2 Características Técnicas Del Interruptor

MERLIN GERIN		
compact		
NS160 H		
Ui 750V. Uimp 8kV.		
Ue		Icu
(V)		(kA)
220/240	~	100
380/415	~	70
440	~	65
500/525	~	50
660/690	~	10
250	=	85
Ics = 100% Icu		
cat A		
IEC 947.2		
UTE VDE BS CEI UNE NEMA		

Figura 4.5: Placa de características técnicas de los Interruptores Compact FUENTE: Catalogo Merlin Gerin 2004

En la placa del Interruptor Automático constan las siguientes características técnicas, nos indican el funcionamiento del mismo y normativas seguidas:

U_i : tensión asignada de aislamiento

U_{imp} : tensión asignada soportada al impulso

I_{cu} : poder de corte último asignado según la tensión de empleo U_e

cat : categoría de empleo

I_{cw} : intensidad de corta duración admisible

I_{cs} : poder de corte de servicio

 : aptitud para el seccionamiento

Los interruptores automáticos Compact y sus auxiliares son conformes con las recomendaciones internacionales IEC y normas Europeas EN:

IEC 947-1 / EN60947.1: reglas generales

IEC 947-2 / EN60947.2: interruptores automáticos

IEC 947-3 : interruptores en carga, seccionadores

IEC 947-4.1 / EN60947.4.1: contactores y arrancadores de motor

IEC 947-5.1 / EN60947.5.1 : aparatos y elementos de conmutación para circuitos de mando ; componentes de automatismos.

La aptitud para el seccionamiento de un interruptor automático se contempla igualmente en la recomendación CEI 947-2 y la norma Europea EN60947.2.

Estas recomendaciones son aplicadas en la mayor parte de los países, los interruptores automáticos Compact y sus auxiliares son conformes con las normas Europeas y nacionales correspondientes:

- española UNE
- francesa NF C
- alemana VDE
- británica BS
- australiana AS
- italiana CEI

4.4.1.3 Protecciones Y Seguridades

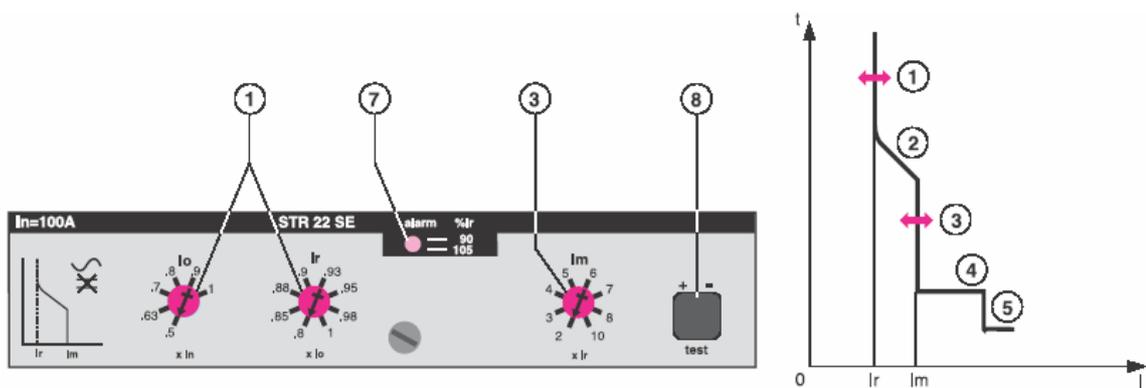


Figura 4.5: Unidad de control de los Interruptores Compact FUENTE: Catalogo Merlin Gerin 2004

Las protecciones tanto en valor eficaz de intensidad como en la protección de cortocircuito es ajustable en cada uno de los interruptores Compact en su unidad de control.

En los dos primeros selectores podemos ajustar la protección largo retardo LR contra las sobrecargas, basada en el valor eficaz verdadero de la intensidad v umbral **(1)** mediante precalibrado I_o en 6 puntos: (0,5 a 1) y ajuste fino I_r en 8 puntos (0,8 a 1), v tiempo de disparo no ajustable **(2)**.

En el siguiente selector calibramos la protección corto retardo CR contra cortocircuitos a umbral I_{sd} ajustable **(3)** a temporización fija **(4)** y protección instantánea I_i contra los cortocircuitos, a umbral fijo **(5)**

Señalización

indicación de carga por diodo LED en la cara frontal **(7)**:

encendida: 90% del umbral de regulación I_r

titilante: > 105% del umbral de regulación I_r

Test

test en la cara frontal **(8)**

4.4.1.4 Accesorios Necesarios Para La Transferencia De Tensión

4.4.1.4.1 Contactos inversores con punto común

Permiten el envío a distancia de los estados de funcionamiento de un interruptor automático. Utilizados para señalización, enclavamientos eléctricos, gestión circuitos prioritarios, etc.



Figura 4.6: Contactos inversor con punto común FUENTE: Catalogo Merlin Gerin 2004

Las Funciones que posee este contactor dentro de una transferencia de red son:

OF (abierto/cerrado) : indica la posición de los polos del interruptor automático;

SD (señal de defecto) : indica que el aparato ha disparado por:

- sobrecarga,
- cortocircuito,
- defecto diferencial,
- accionamiento por bobina de disparo,
- accionamiento del botón «test» ;
- extracción del aparato estando en posición
- cerrado.

4.4.1.4.2 Mandos eléctricos para compact NS



Figura 4.7: Breaker NS con mando eléctrico FUENTE: Catalogo Merlin Gerin 2004

Para realizar una transferencia de tensión automática es indispensable colocar mandos eléctricos, ya que equipados de mando eléctrico, los interruptores automáticos Compact NS se distinguen por una muy alta resistencia mecánica de maniobra, y una manipulación práctica y segura.

Todas las informaciones que figuran en el interruptor automático continúan visibles y accesibles, incluidas las regulaciones y señalizaciones de los unidades de disparo ; se conserva el seccionamiento con corte plenamente aparente con posible enclavamiento por candados doble aislamiento en la cara frontal.

Entre sus aplicaciones destacamos:

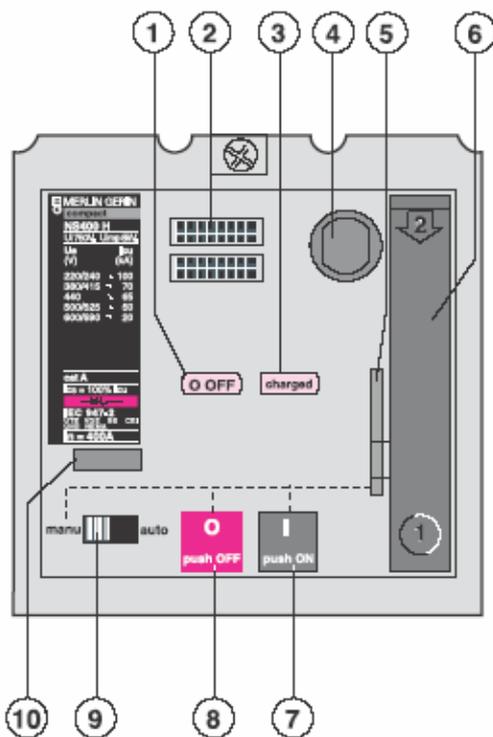
- mando eléctrico local, mando centralizado, automatización de la distribución.
- inversión de redes normal/emergencia.
- basculamiento a una red alternativa para optimizar el costo de energía.
- desconexión/conexión de cargas para optimizar el costo de la energía.

Si su Funcionamiento es automático el interruptor podría realizar las siguientes funciones;

- apertura y cierre mandados por 2 órdenes eléctricas impulsionales o mantenidas
- rearme automático después de un disparo voluntario (por MN o MX) según el cableado estándar;
- rearme manual obligatorio después de un disparo por defecto eléctrico.

En cambio si funcionamiento es manual:

- paso a modo manual con la ayuda del conmutador, cuya posición puede señalarse a distancia
- apertura y cierre mediante dos botones pulsadores.
- rearme por palanca de acumulación de energía (9 maniobras).
- enclavamiento en posición o por candados.



- 1 indicador de posición de los polos
- 2 etiqueta de identificación de las salidas.
- 3 indicador de estado del motor
- 4 enclavamiento por cerradura.
- 5 enclavamiento en posición.
- 6 palanca de rearme manual.
- 7 botón pulsador "I".
- 8 botón pulsador "O".
- 9 conmutador auto/manual ;
- 10 contador de maniobras.

Figura 4.8: Partes del Mando eléctrico FUENTE: Catalogo Merlin Gerin 2004

4.4.2 Transferencia Manuales De Redes Eléctricas Merlin Gerin

La transferencia manual de tensión se basa en el ínter bloqueo o enclavamiento mecánico, este tipo de enclavamiento impide el cierre simultáneo de los interruptores.

Existen varias formas de realizar el bloqueo mecánico mediante los interruptores automáticos COMPACT Merlin Gerin.

En la **transferencia manual por palanca** , los dispositivos mecánicos con doble cerrojo permiten el enclavamiento manual de 3 aparatos instalados uno junto al otro : 1 aparato cerrado y 2 aparatos abiertos.

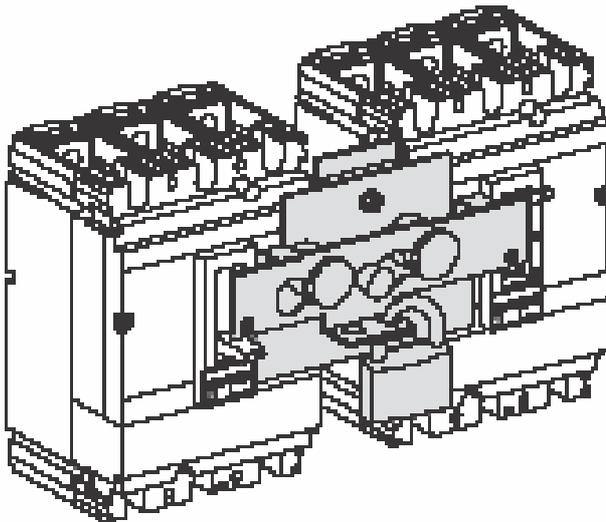


Figura 4.9: Enclavamiento manual por palanca FUENTE: Catalogo Merlin Gerin 2004

En la **transferencia manual por mando rotatorio**, la transferencia se realiza por un accionamiento rotatorio que impide que los dos interruptores se encuentren activados al mismo tiempo

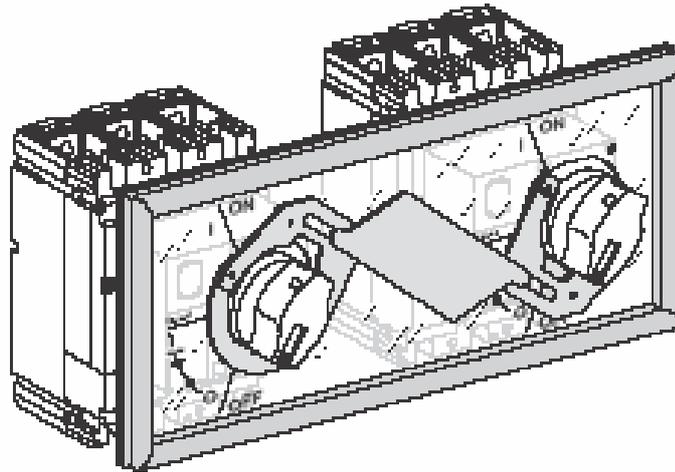


Figura 4.10: Enclavamiento manual por mando rotatorio FUENTE: Catalogo Merlin Gerin 2004

En la **transferencia manual por llave**, el ínter bloqueo se realiza simplemente dotando a cada uno de los 2 Compact, fijos o extraíbles, de un mando rotativo directo y de un enclavamiento estándar por cerraduras (2 cerraduras y una sólo llave). Esta solución permite enclavar 2 aparatos separados.

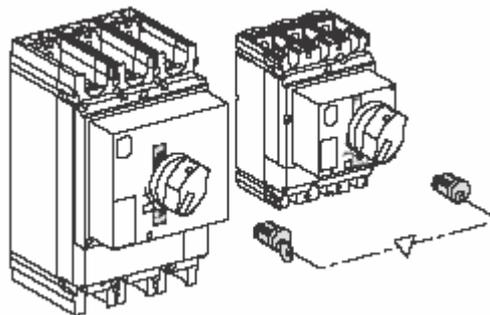


Figura 4.11: Enclavamiento manual por llave FUENTE: Catalogo Merlin Gerin 2004

En el ínter bloqueo mecánico por platina se realiza el enclavamiento mecánico de dos aparatos siendo la platina la que impide la conmutación al mismo tiempo de los interruptores.

Los interruptores automáticos Compact pueden ser fijos o extraíbles sobre zócalos con o sin protección diferencial o bloque de medida. Los aparatos «Normal» y «Emergencia» deben tener el mismo número de polos.

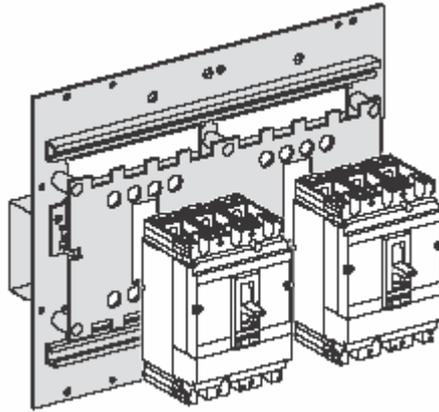


Figura 4.12: Enclavamiento manual por platina FUENTE: Catalogo Merlin Gerin 2004

4.4.3 Transferencias De Tensión Automáticas Merlín Gerin

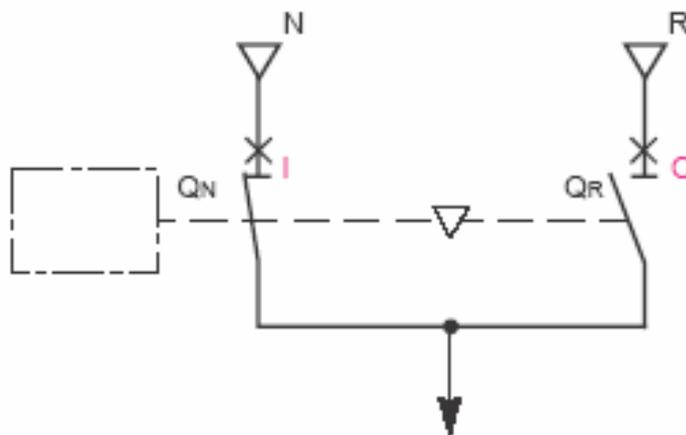


Figura 4.13 Transferencia automática de tensión Merlín Gerin funcionamiento FUENTE: Catalogo Merlin Gerin 2004

A diferencia de la transferencia manual esta transferencia es comandada por un automatismo el cual realizara la conmutación entre fases. Aunque su principio

de funcionamiento es el mismo ya que posee un enclavamiento mecánico, Este se asocia a un enclavamiento eléctrico (IVE) que hace imposible el cierre simultáneo, aún transitorio de dos interruptores automáticos ya que nos permite controlar cada uno de ellos.



Figura 4.14 Transferencia automática de tensión Merlin Gerin en tablero FUENTE: Catalogo Merlin Gerin 2004

4.4.3.1 Enclavamiento Eléctrico (IVE)

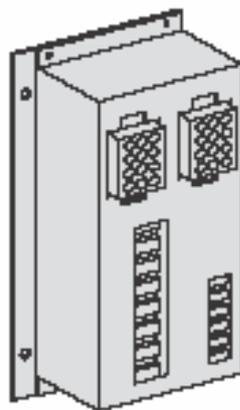


Figura 4.15 Enclavamiento Eléctrico IVE FUENTE: Catalogo Merlin Gerin 2004

La bornera de conexión y de enclavamiento eléctrico IVE permite la conexión del dispositivo de mando. Se encuentra fijo sobre las platinas de montaje de los interruptores automáticos.

- Entradas: orden de apertura, de cierre y de rearme de cada aparato.
- Salidas: estados de los contactos SDE de los interruptores automáticos Normal» y «Emergencia».

Tensiones de mando:

- 24 a 250 V CC (Compact NS);
- 48 a 415 V 50/60 Hz - 440 V 60 Hz (Compact NS y Compact C)

La tensión de mando del IVE debe ser la misma que la de los mandos eléctricos.

4.4.3.2 Automatismo Ua Ba Merlin Gerin



Figura 4.16 Automatismo UA y BA FUENTE: Catalogo Merlin Gerin 2004

El automatismo UA BA permite realizar con los interruptores automáticos Compact NS un inversor de red que integre las funciones automáticas de:

- pasaje de una red a otra en función de la presencia de tensión UN en la red «Normal»
- mando de grupo electrógeno (Solamente en el automatismo UA)
- mando de corte momentáneo y encendido de los circuitos no prioritarios
- permutación de la fuente «Emergencia» si una de las fases de la red «Normal» está ausente (Solamente en el automatismo UA).

Características eléctricas

Alimentación por la platina de mando auxiliar ACP(figura 4.16). La platina de mando auxiliar integra en la misma caja:

- dos interruptores automáticos P25M de alimentación y de protección del automatismo (fuentes «Normal» y «Emergencia»). Estos interruptores automáticos tienen un poder de corte ilimitado.
- Dos contactores de relevamiento del automatismo BA o UA;
- La bornera para conexión al automatismo.

La tensión de alimentación debe ser la misma que para la platina ACP, la IVE y los telemandos. Si esta tensión de alimentación es idéntica a la tensión de la red, la alimentación puede hacerse directamente por las redes principales «Normal» y «Emergencia». Si no, el uso de un transformador de aislamiento es imperativo.



Figura 4.17 Base ACP FUENTE: Catalogo Merlin Gerin 2004

Tensiones de mando

- 220 a 240 V 50/60 Hz

- 380 a 415 V 50/60 Hz - 440 V 60 Hz.

Funcionamiento

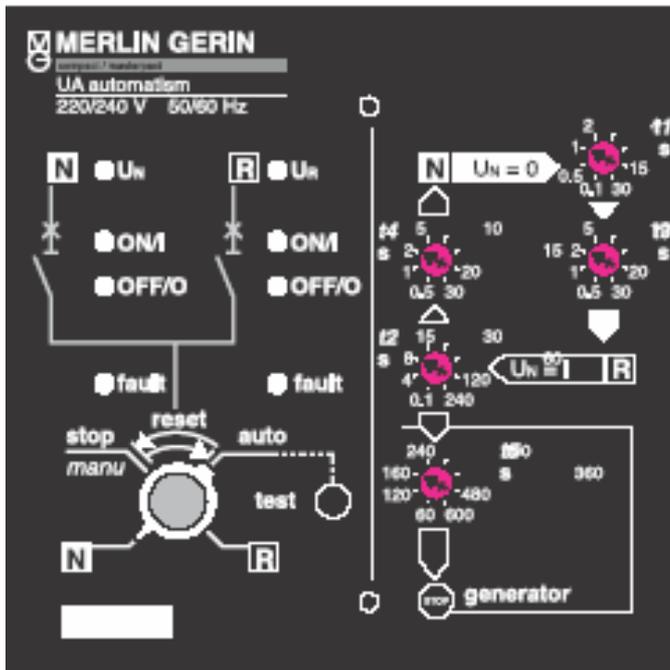


Figura 4.18 Vista Frontal del Automatismo UA FUENTE: Catalogo Merlin Gerin 2004

un conmutador de 4 posiciones permite elegir:

- funcionamiento automático,
- marcha forzada en la red N,
- marcha forzada en la red R,
- parar (apertura de los interruptores automáticos, luego funcionamiento manual)

ajuste de las temporizaciones cara frontal

- t1: 0,1...30s,
- t2: 0,1...240s,
- t3: 0,5...30s,
- t4: 0,5...30s
- t5: 60...600s;

señalización del estado de los interruptores automáticos en cara frontal:

abierto, cerrado, disparado por falla eléctrica;

un botón pulsador test en cara frontal del automatismo:

permite realizar pruebas el paso de la red «Normal» al grupo de reemplazo, luego el regreso a la red «Normal»;

una bornera integrada permite conectar las siguientes señales:

entradas:

- orden de permutación voluntaria hacia la red R (ej.: señal EJP),
- contacto de control suplementario (no efectuado por el automatismo). La transferencia a «Emergencia» se hará sólo si el contacto está cerrado (ej: control de la frecuencia de UR),

salidas:

- mando de grupo electrógeno,
- mando de corte momentáneo y encendido de los circuitos no prioritarios
- señalización del funcionamiento en modo automático;

tres interruptores permiten:

- seleccionar el tipo de red «Normal»: monofásico o trifásico,
-

- en funcionamiento EJP, permanecer o no en la red «Normal» si la red «Emergencia» no está operando.

- Elegir el tiempo de arranque máximo tolerado para el grupo de reemplazo: 120 s ó 180 s.

4.5. APLICACIONES

Las aplicaciones de una Transferencia de Tensión Automática Estos dispositivos se usan especialmente:

4.5.1 Alimentación

- de ordenadores

 - de edificios de gran altura

 - de alumbrado y sistemas de emergencia y seguridad: valizas de aeropuertos, locales de pública concurrencia, etc.

 - sistemas auxiliares esenciales de centrales térmicas

 - cadenas completas de fabricación cuyo proceso no soporta ninguna parada temporal de ningún elemento de la cadena (siderurgia, petroquímica, etc.)

 - circuitos auxiliares de un centro de transformación

 - almacenes de grandes superficies
-

4.5.2 En la distribución pública MT

- Conmutación de líneas y de transformadores AT en centros de transformación,
- Alimentación, en doble derivación, de centros de transformación AT-A (U £ 50 kV) / BT (U £ 1 kV).
- Alimentación con 2 entradas AT conmutables auxiliares
- Alimentación con una fuente normal y una de sustitución superficies

4.5.3 Varios

- Quirófanos
 - Iluminación Publica y Privada
 - Líneas de ensamblado
 - Cuarto de maquinas en barcos
 - Industrias en donde se posea mas de un generador de planta
-

CAPITULO V

Diseño del módulo sobre transferencias de tensión automática

5.1 GENERALIDADES

El modulo de transferencia de tensión automática poseen como elemento constitutivo la transferencia de tensión automática Merlin Gerin la cual fue seleccionada debido a su flexibilidad tanto para realizar transferencias de tensión especificas tal es el caso de un Quirófano, como transferencias de tensión generales siendo el caso las aplicaciones industriales de las cuales depende la alimentación de todo el proceso.

La transferencia de tensión automática posee múltiples rangos de trabajo (de 100A hasta 630A) con los interruptores COMPACT NS lo cual permite cubrir un amplio porcentaje de corriente térmica convencional I_{th} . Además permite colocar dos interruptores de diferente rango de protección según la relación que poseamos entre nuestra fuente normal y nuestra fuente de emergencia.

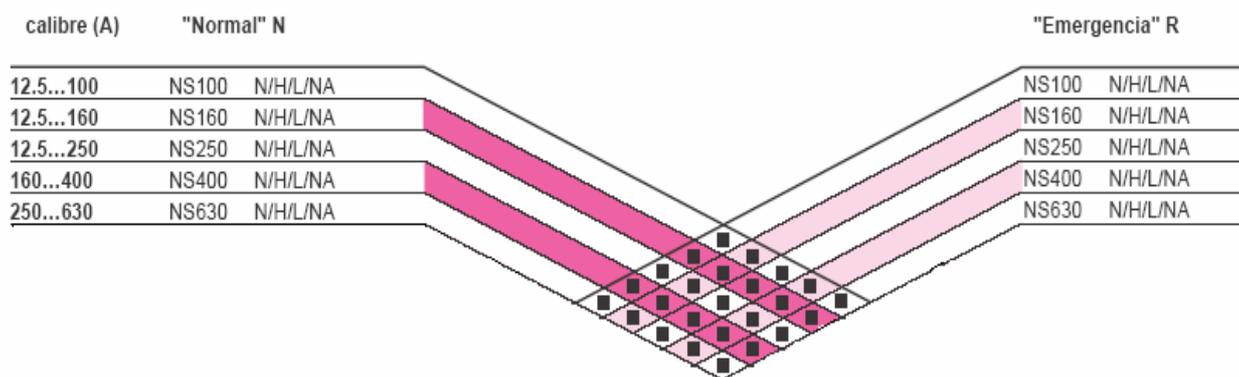


Figura 5.1 : Elección de interruptores automáticos Compact NS FUENTE: Catalogo de transferencias Automáticas de tensión Merlin Gerin 2003

Al igual que los módulos de variación de velocidad, este módulo posee un carácter didáctico y debe ser transportado a diferentes lugares; debido a este particular se ha considerado necesario adaptarlos en un medio que sirva tanto para la protección como el transporte del equipo, razón por la cual se han utilizado maletas de fibra como armario base del módulo.

Debido al peso tanto de la platina de fijación como de los mandos eléctricos fue necesario que esta posea ruedas para facilitar su transporte.

5.2. DESCRIPCION DE LOS MODULOS

Debido a la importancia de la Transferencia de Tensión tanto en los procesos industriales actuales como en la automatización de varios edificios, hospitales y demás entidades, las cuales no pueden soportar un corte de energía eléctrica prolongado, hace que en el país se incremente la utilización de estos equipos, y de acuerdo a las normas de automatización actuales acentúa la necesidad de que este proceso deje de ser manual. Por ende este módulo ha sido diseñado para cumplir con dichos requerimientos.

Debido a este particular se ha considerado necesario la construcción de un módulo sobre transferencias de Tensión Automáticas la cual pueda funcionar independientemente, además de relacionarse con varios equipos a la vez.

5.2.1 Componentes

El equipo utilizado se detalla a continuación:

MODULO 4	
1	interruptor automático QN NS100N en red «Normal» (1)
1	interruptor automático QR NS100N en red «Emergencia» (2)
2	mandos eléctricos para interruptores automáticos NS100 (3)
1	platina de instalación y de enclavamiento mecánica 29349 (4)
1	Enclavamiento eléctrico: IVE 29356 (5)
4	contactos auxiliares (6)
1	Cables entre IVE y los mandos eléctricos (7)
1	Platina de mando auxiliares: ACP 29363 (8)
1	Automatismo UA Merlin Gerin 29378 (9)
1	Cable entre automatismo UA y el ínter bloqueo eléctrico (10)
1	Transformador de tensión
1	Maleta Samsonite de 73 cm. De alto

Tabla 5.1 : Equipos Utilizados en la transferencia de Tensión Automática Merlin Gerin

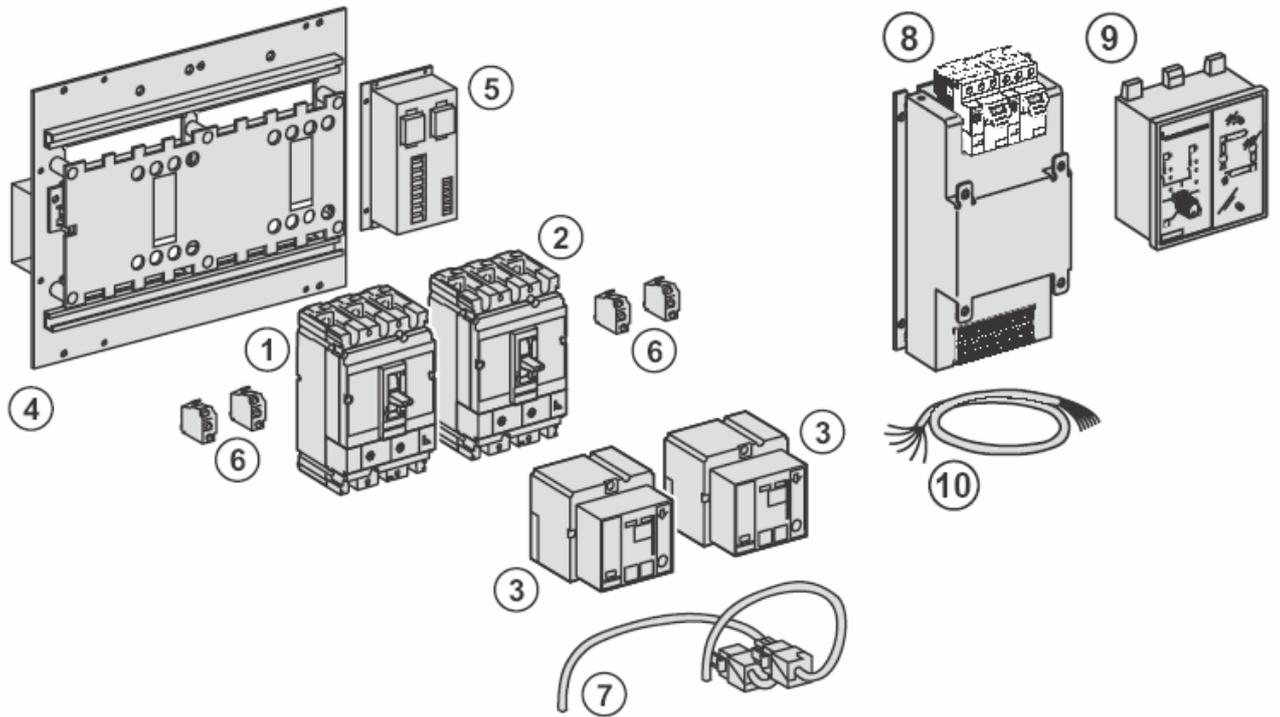
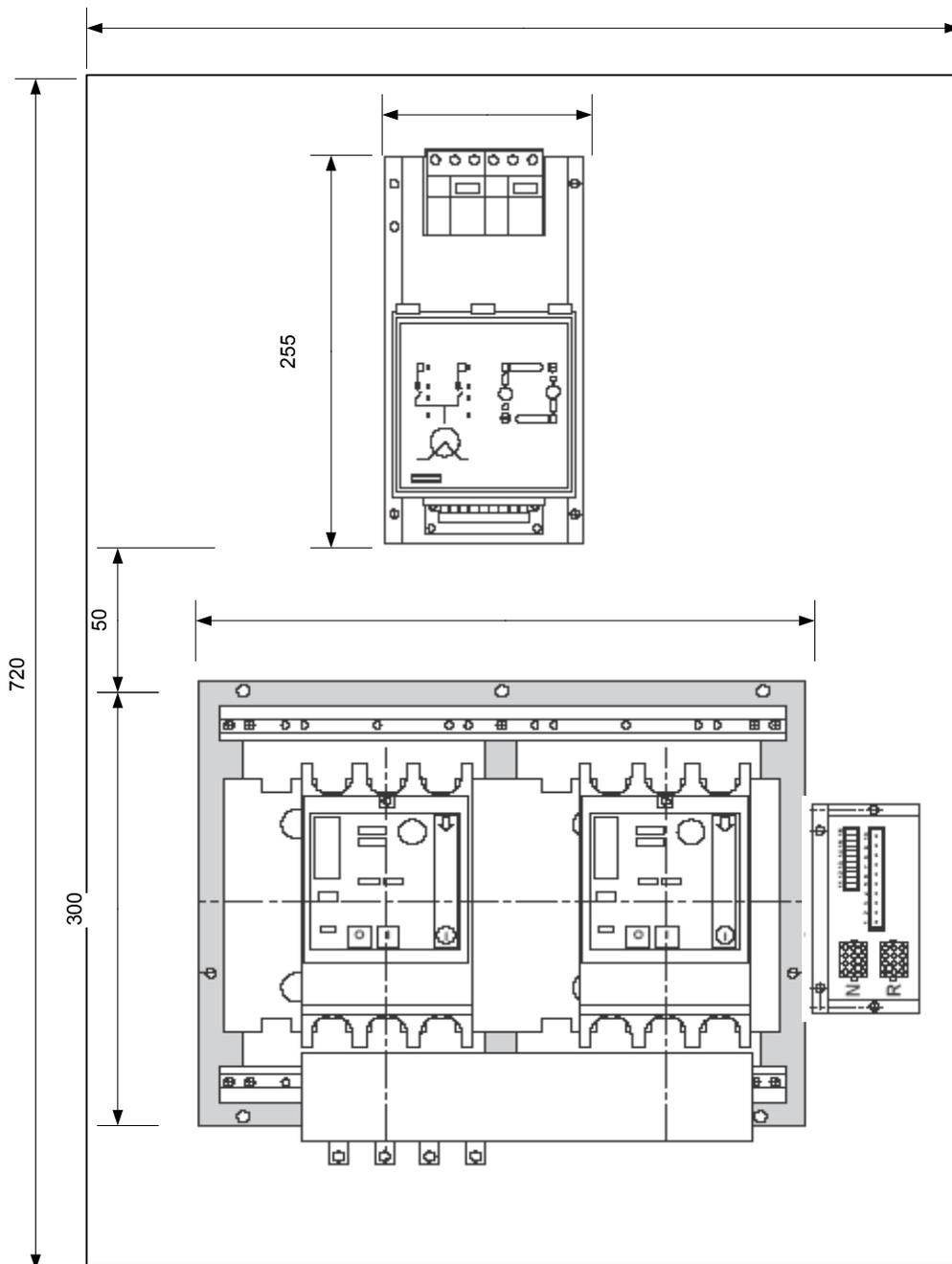


Figura 5.3 : Partes del módulo 4 Transferencia de Tensión Automática Merlín Gerin

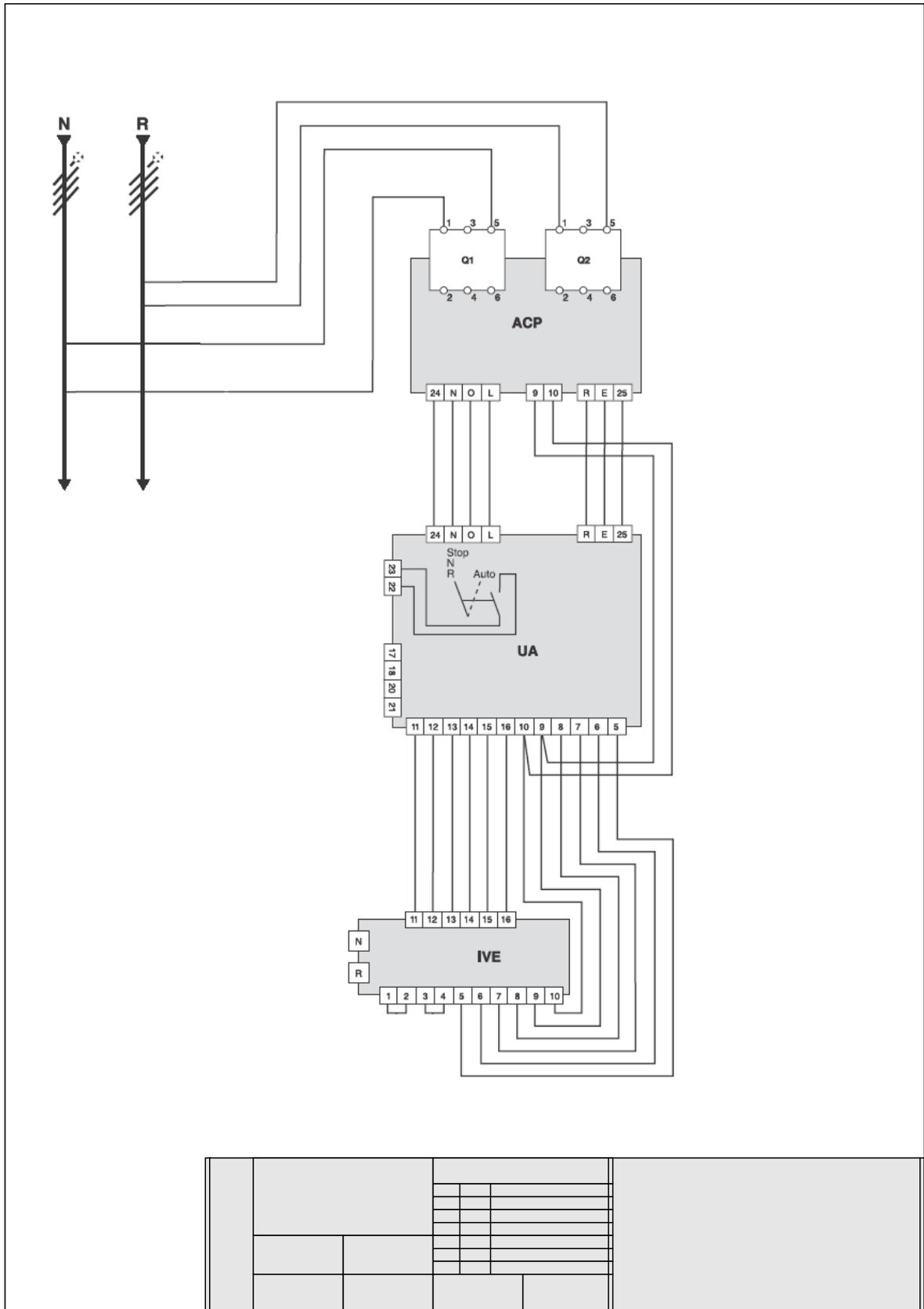
5.2.2 Dimensiones



1
150

35

5.3 ESQUEMA DE CONEXIÓN



5.4 FUNCIONAMIENTO DE LOS MODULOS

El módulo de transferencia de tensión automática se encuentra dividido en los siguientes bloques:

1. Bloque de control
2. Bloque de transferencia de redes

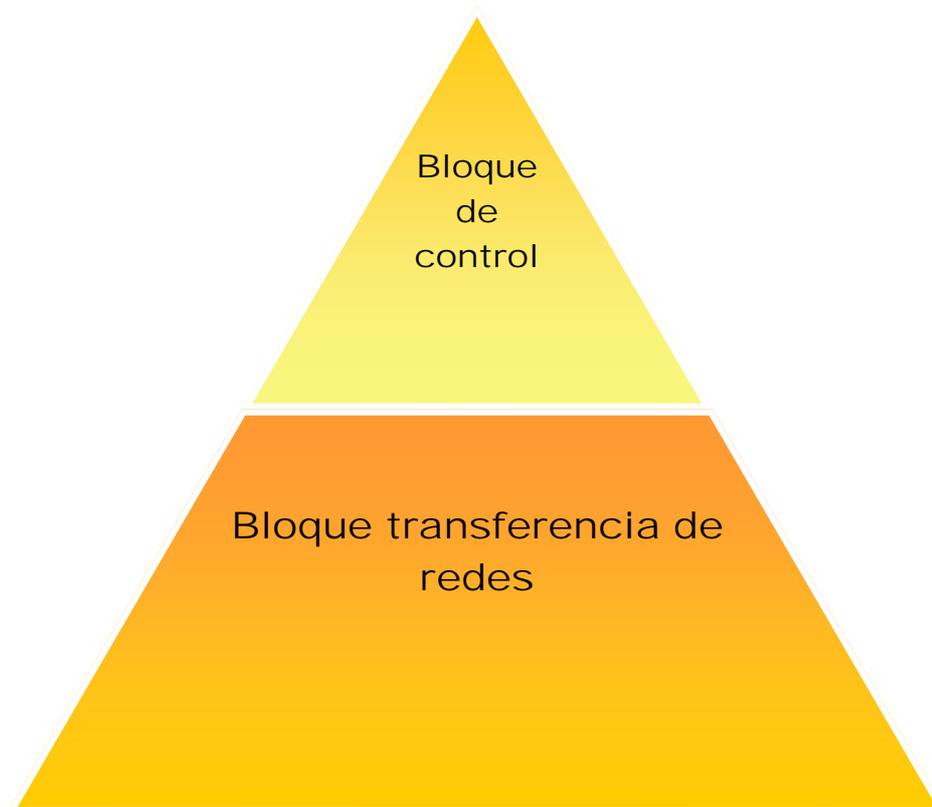


Figura 5.3 : Partes del módulo 4 Transferencia de Tensión Automática Merlín Gerin

5.4.1 Bloque de control

En este bloque encontramos el automatismo UA Merlín Gerin que junto a la platina de mandos auxiliares, nos permiten realizar el control del bloque de trasferencias de redes, además permite la realización de pruebas de calibración sobre el funcionamiento del automatismo. Este bloque admite el funcionamiento del bloque de transferencia de redes sin su control (en forma manual) evitando así problemas por mal funcionamiento del mismo o la maniobra de la transferencia por un operario, en este bloque se ingresara la alimentación de tensión Normal y de Emergencia .



Figura 5.4 : Bloque de Control modulo 4 Transferencia de Tensión Automática Merlín Gerin

5.4.2 Bloque transferencias de redes

En este bloque como su nombre lo indica se realiza propiamente la transferencia de redes en este bloque se encuentra el corazón de la transferencia de tensión ya que en este se encuentran los interruptores automáticos montados en la platina de ínter bloqueo además del ínter bloqueo eléctrico IVE. Es este bloque puede ser manejado por el bloque de control o manualmente.



Figura 5.5 : Bloque Transferencia de redes modulo 4 Transferencia de Tensión Automática Merlín Gerin

5.5 PRACTICAS DESTINADAS AL MODULO 4

Las practicas que se muestran a continuación has sido realizadas basadas en diseños para talleres de Schneider Electric S.A.

Estas practicas has sido elaboradas para un tiempo aproximado de dos horas que corresponde a la duración de un taller sobre Transferencias de Tensión Automáticas.

PRACTICA 1

ACERCAMIENTO AL MODULO DE TRANSFERENCIAS DE TENSION

OBJETIVO:

- Comprender el concepto de una Transferencia de Tensión Automática
- Poner en marcha la transferencia de Tensión Automática Merlin Gerin

DESCRIPCION

En esta primera práctica el asistente al taller se familiarizará con el módulo de transferencias de tensión Automática y conocerá los pasos necesarios para poner en funcionamiento en forma manual la transferencia de tensión.

DESARROLLO

Los pasos a realizarse en este taller son:

1. Reconocimiento de las Partes del Modulo.
2. Encendido del Módulo de Transferencias de Tensión.
3. Funcionamiento modo manual de la transferencia de Tensión.

1. RECONOCIMIENTO DE LAS PARTES DEL MODULO

Antes de energizar el módulo es necesario reconocer todas las partes del modulo, el bloque de control se encuentra en la parte superior del mismo, en el se puede visualizar el Automatismo montado en la Placa ACP.

En la parte superior del ACP observamos dos interruptores:



Figura 5.6 : Interruptores ACP del modulo 4 Transferencia de Tensión Automática Merlín Gerin

En estos interruptores ingresamos la alimentación Normal **N** y la alimentación de Emergencia **R**, se puede observar en el caso de este modulo la alimentación para los dos interruptores en la misma; debido a la imposibilidad de obtener otra fuente de alimentación se utiliza la misma fuente de energía para los dos , para simular la ausencia de una de las dos redes simplemente se desconecta uno de los interruptores.

Mediante la conexión y desconexión de estos interruptores informamos al Automatismo el estado de cada una de las redes de alimentación.

En la parte superior del automatismo, se encuentran selectores que nos permiten:

Realizar el control de una fase y el neutro o realizar el control de tres fases (switch A).

Activar o desactivar la orden de permutación voluntaria hacia la fuente R (switch B).

Seleccionar un tiempo de espera máximo para el arranque del generador de la fuente de emergencia 120 o 160 s (switch C).

El bloque transferencia de tensión se encuentra en la parte inferior del módulo en este bloque notamos claramente la platina de sujeción y de enclavamiento en donde se encuentran montados los Interruptores Automáticos.

En el lado izquierdo se encuentra el Enclavamiento Eléctrico IVE el cual se encuentra sujeto a la platina eléctrica.

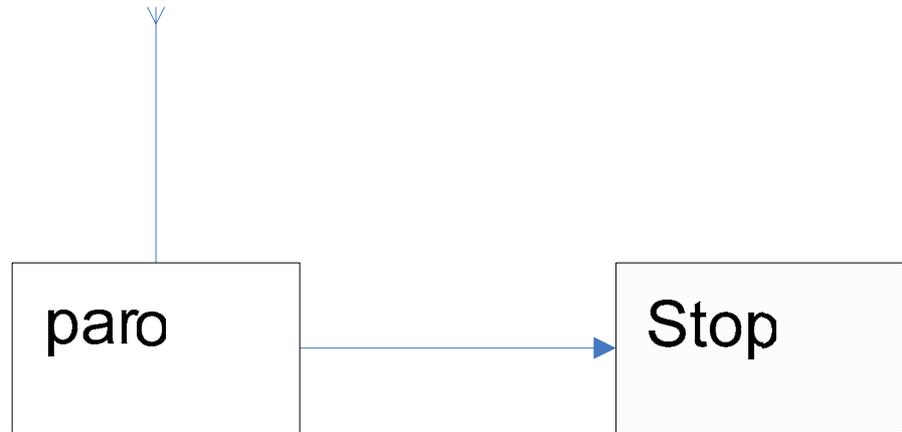
2. ENCENDIDO DEL MODULO DE TRASNFERENCIA DE TENSION.

- Como primer paso desconectar los interruptores de alimentación al ACP, esta acción impedirá que el automatismo realice alguna conmutación de algún interruptor por detectar presencia de alguna red.
- colocar el selector de cuatro posiciones del automatismo en la opción stop.

3. FUNCIONAMIENTO MODO MANUAL DEL MODULO DE TRASNFERENCIA DE TENSION.

Este es el funcionamiento básico de una transferencia de tensión, en esta maniobra es necesario un operario que realice la transferencia de tensión.

- colocar el selector de cuatro posiciones del automatismo en la opción stop, el automatismo procesa esta orden de la siguiente manera.
-



Como podemos observar al momento de activar la opción Stop en el automatismo, los dos interruptores QN y QR se abren permitiendo el funcionamiento manual del mismo

- Colocar los interruptores automáticos en modo manual

Luego de realizar estos procedimientos podemos operar nuestra transferencia en modo manual.

La operación en modo manual permite activar los interruptores automáticos, uno a la vez impidiendo una conexión en paralelo de las dos fuentes de tensión y desactivarlos a uno o a los dos interruptores según sea el requerimiento del operario.

PRACTICA 2**MODO AUTOMATICO EN TRANSFERENCIA DE TENSION
MERLIN GERIN****OBJETIVO:**

- Mostrar el funcionamiento automático de la transferencia automática de tensión Automática Merlin Gerin
- Utilizar el test o prueba de la transferencia automática de tensión

DESCRIPCION

En esta práctica el asistente al taller programará el modo automático de funcionamiento de la transferencia automática de tensión, además del test o prueba del Automatismo.

DESARROLLO

Los pasos a realizarse en este taller son:

1. Funcionamiento del test del Automatismo.
2. Programación del automatismo para funcionamiento automático del Modulo.
3. Funcionamiento del modo automático del módulo.

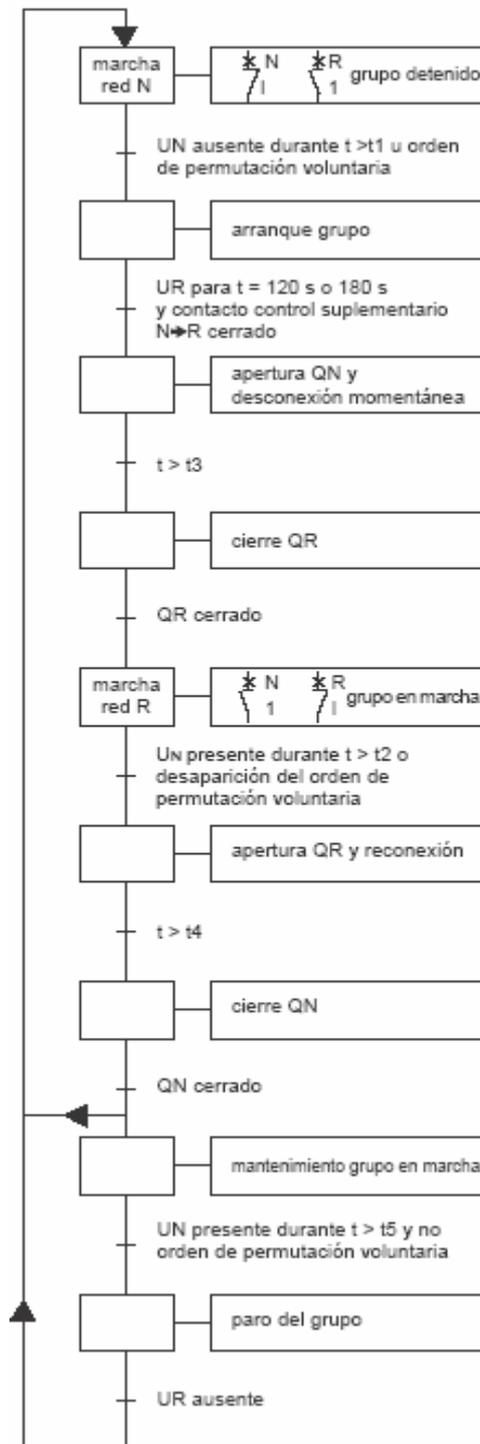
1. FUNCIONAMIENTO DEL TEST DEL AUTOMATISMO

El test o prueba del automatismo nos permite verificar un correcto funcionamiento del mismo, es recomendable realizarlo una vez al mes en caso de

que la transferencia de redes se realice en lapsos prolongados de tiempo. O cada 15 días en caso de realizar trasferencias de tensión continuamente.

- Como primer paso se accionará los interruptores de alimentación al ACP.
- Colocar el selector de cuatro posiciones en modo Automático.
- Oprimir el botón de Test.

El automatismo realizará el Test del funcionamiento del equipo, realizara el siguiente procedimiento:



Como se puede observar el automatismo realiza una transferencia de tensión entre La fuente normal y la fuente de emergencia y viceversa dado por un tiempo asignado en los 5 temporizadores del automatismo.

2. PROGRAMACION DEL AUTOMATISMO PARA EL FUNCIONAMIENTO AUTOMATICO DEL MODULO

Para programar el automatismo es imprescindible saber las características de nuestra fuente de emergencia permitiéndonos así realizar una transferencia de tensión segura y acorde con las necesidades del proceso a ser controlado.

En esta práctica se colocaran valores estándar los cuales pueden ajustarse a una aplicación específica:

- Como primer paso nos aseguramos que nuestro automatismo se encuentre en stop, aunque el automatismo puede ser reprogramado en modo automático es recomendable como norma de seguridad realizarlo en el modo antes mencionado.
 - En el temporizador t1 se coloca un valor de 1(s) en sentido anti horario como se observa en la figura 5.7
 - En el temporizador t3 se coloca un valor de 2(s) en sentido anti horario como se observa en la figura 5.7
 - En el temporizador t2 se coloca un valor de 8(s) en sentido anti horario como se observa en la figura 5.7
 - En el temporizador t4 se coloca un valor de 2(s) en sentido anti horario como se observa en la figura 5.7
 - En el temporizador t5 se coloca un valor de 160(s) en sentido anti horario como se observa en la figura 5.7
-

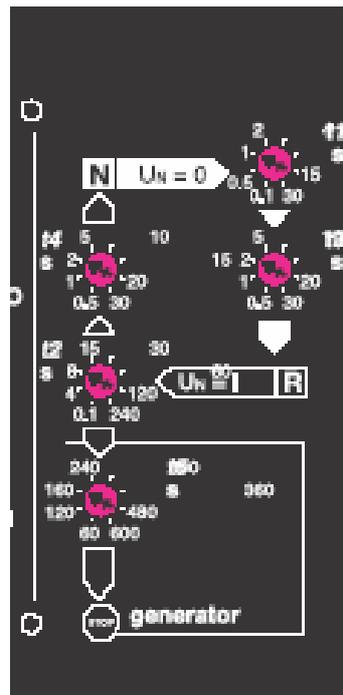
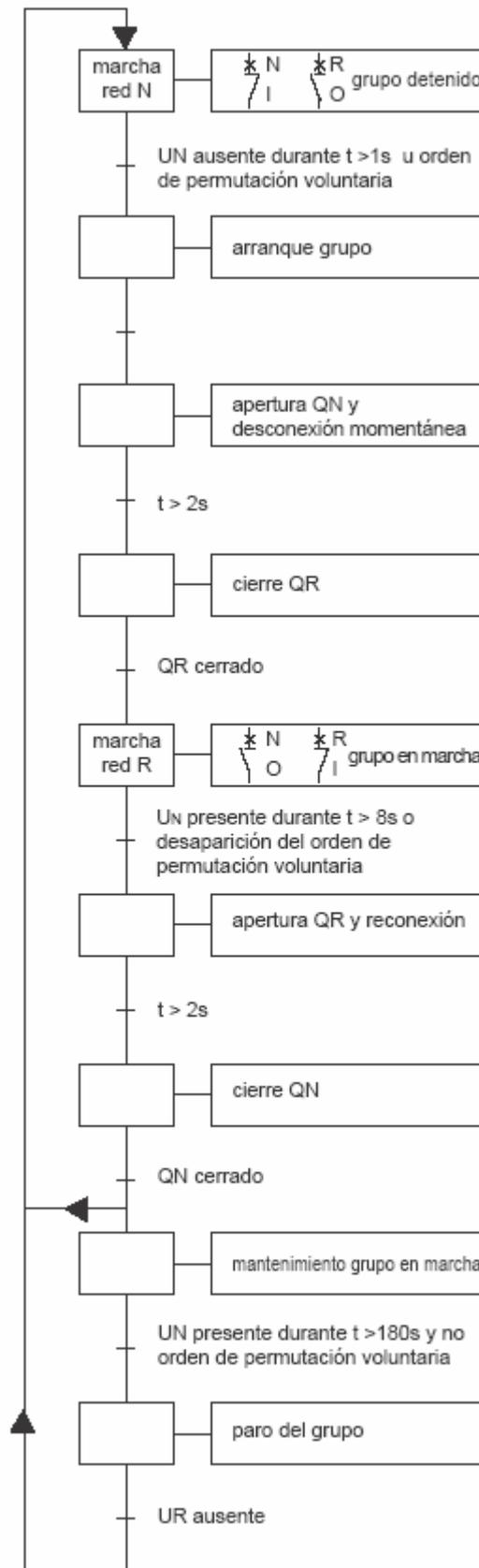


Figura 5.6 : Interruptores ACP del modulo 4 Transferencia de Tensión Automática Merlín Gerin

4. FUNCIONAMIENTO AUTOMATICO DEL MODULO

Luego de haber programado el Automatismo se observara, su funcionamiento, observaremos el comportamiento del mismo en función de la presencia o no de tensión en una de las redes



PRACTICA 3**MODO FORZADO NORMAL Y MODO FORZADO EMERGENCIA****OBJETIVO:**

- Mostrar el funcionamiento del modo forzado normal de la transferencia automática de tensión Automática Merlin Gerin
- Mostrar el funcionamiento del modo forzado emergencia de la transferencia automática de tensión Automática Merlin Gerin

DESCRIPCION

En esta práctica el asistente al taller utilizará el modo forzado de las redes normal y emergencia, permitiéndonos, realizar una conmutación rápida en casos especiales en los cuales la transferencia de tensión no funcione como fue programada para su modo automático.

DESARROLLO

Los pasos a realizarse en este taller son:

1. Funcionamiento del modo forzado normal del módulo.
2. Funcionamiento del modo forzado emergencia del módulo.

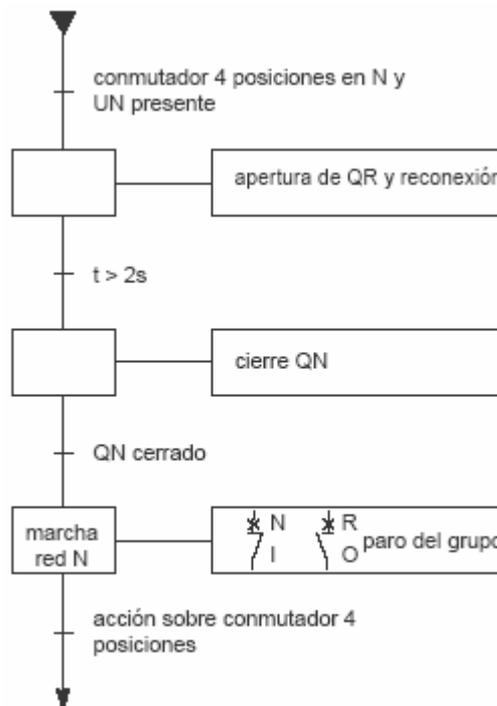
1. funcionamiento del modo forzado normal del modulo

Una transferencia de tensión no debe realizar la conmutación de las redes normal a emergencia en circunstancias especiales en las que cabe resaltar:

- Mantenimiento del generador
- Funcionamiento inestable del generador
- Generador sin combustible

En estos casos o situaciones de emergencia es necesario forzar el funcionamiento de la transferencia de tensión en modo normal impidiendo realizar la transferencia o realizar una transferencia forzada de la red de emergencia a la red normal.

El funcionamiento del automatismo se basada en la programación de la práctica 2 describe a continuación:



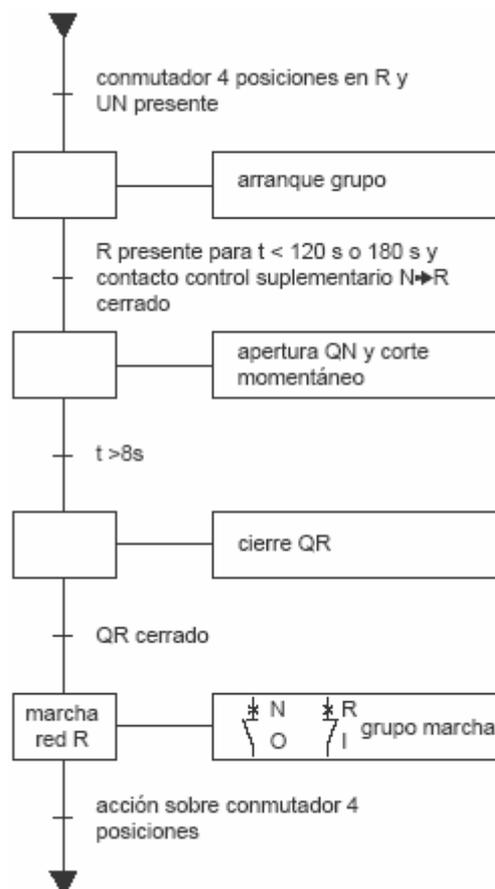
2. funcionamiento del modo forzado emergencia del módulo

Una transferencia de tensión no debe realizar la conmutación de las redes emergencia a normal en circunstancias especiales en las que cabe resaltar:

- Mantenimiento de la línea de tensión principal
- Mala calidad de la energía entregada por la línea de tensión principal.
- Cortes programados de la línea de tensión principal

En estos casos o situaciones de emergencia en la línea principal de alimentación es necesario forzar el funcionamiento de la transferencia de tensión en modo de emergencia impidiendo realizar la transferencia o realizar una transferencia forzada de la red normal a la red de emergencia.

El funcionamiento del automatismo en función forzada de emergencia basada en la programación de la práctica 2 describe a continuación:



CAPITULO VI

AUTOMATISMOS E INTERFACES HMI

6.1. CONCEPTOS BASICOS

En la actualidad las industrias han automatizado sus procesos con el objetivo de lograr confiabilidad, eficiencia y flexibilidad; para ello han implementado en sus sistemas, dispositivos electrónicos que optimicen el control y faciliten la interacción entre el operador y el proceso, siendo algunos de los dispositivos más utilizados el controlador lógico programable y la interfaz hombre máquina, motivo de este capítulo.

6.2. CONTROLADOR LOGICO PROGRAMABLE (PLC)

Los PLCs fueron introducidos en los años 70 como equipos electrónicos sustitutos de los sistemas de control basados en relés, inicialmente su capacidad se reducía exclusivamente al control On -Off en máquinas y procesos industriales sin embargo con el avance de la electrónica, han llegado a ser sistemas flexibles y versátiles capaces de controlar procesos complejos.

Según NEMA un PLC se define como:

EL PLC 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 bajo este rubro. Se excluyen los controles secuenciales mecánicos. De una manera general podemos definir al controlador

lógico programable a toda maquina electrónica, diseñada para controlar en tiempo real y en medio industrial procesos secuenciales de control. Su programación y manejo puede ser realizado por personal con conocimientos electrónicos sin previos conocimientos sobre informática. Los elementos principales de un plc son:

Fuente de alimentación

La fuente de alimentación se encarga de proveer la tensión y corriente a la CPU, módulos y tarjetas.

CPU

La CPU es el cerebro del PLC, se encuentra formado de uno o más microprocesadores, que operan con lógica de 0 y 1, normalmente trabajan con bases de 16 bits o 32 bits. Consta de uno o varios microprocesadores (según fabricante) que se programan mediante un software propio.

Actualmente su capacidad de procesar y operar datos es muy elevada pueden trabajar con números reales, flotantes, dobles. Adicionalmente las velocidades de procesamiento han mejorado sustancialmente.

El programa almacenado en la CPU va escrito en un lenguaje propio de la misma, se ejecuta en una secuencia programable; la ejecución correcta del programa desde el inicio hasta el fin es vigilada por un temporizador interno ("perro guardián" o "watchdog"). Si el watchdog finaliza y el programa no ha ejecutado la instrucción END , el PLC pasará a estado de STOP.

La forma de programación varía según el fabricante, así se tiene (lenguaje de contactos, lenguaje nemónico o instrucciones, lenguaje de funciones, grafcet, etc).

Entradas/salidas

Estas pueden ser digitales o analógicas. A través de las entradas y salidas digitales se transmiten los estados de 0 y 1 del proceso (presostatos, finales carrera, detectores, conmutadores, etc) a la CPU y del CPU al proceso

Por medio de las entradas y salidas analógicas se lee valores analógicos que internamente son convertidos en valores digitales para su procesamiento en la CPU. Esta conversión es realizada por convertidores analógico-digitales internos estos pueden ser uno para cada canal de entrada o salida; o una para todos los canales.

6.3. INTERFAZ HOMBRE – MAQUINA (HMI)

Una interfaz HMI es un vínculo de unión entre el operador y la máquina. Este vínculo puede ser un panel de operador o una computadora (PC), cuya función es comunicar y transmitir datos hacia y desde un dispositivo de control.

6.3.1. Panel de Operador

Este HMI se compone de una pantalla, la cual puede ser monocromática, a color, tener resolución de gráficos o ser una pantalla táctil, además se encuentra formada por teclas numéricas y de función. Esta pantalla indica el estado de los diferentes valores del proceso, con gráficos complejos, figuras sencillas, valores, letras, etc; a la vez permite introducir valores para ajustar los parámetros de regulación del proceso o consignas del mismo.

El panel de operador se programa con un software propio, la comunicación con el PLC se realiza a través de un puerto de comunicación, el más común es el RS232.

Normalmente tienen un grado de protección elevado en la parte frontal, IP55, IP65 ya que va a estar expuesto a ambientes hostiles en el entorno industrial.

Algunas de las funciones que realizan los paneles de operador son:

- Visualización de datos del proceso
- Lectura y escritura de variables.
- Gestión de alarmas.
- Histórico de datos

6.3.2. Computador

Esta interfaz tiene iguales funciones que un panel de operador y además puede trabajar como sistema SCADA, en cuyo caso se requieren los siguientes elementos.

Software SCADA: Es el programa de software que se instala en el PC para operar el sistema, este programa crea una base de datos con los parámetros del proceso.

Tarjeta de comunicación PC-PLC: Se coloca en un bus libre del PC y se configura con un software propio.

Driver de comunicación: Es el "traductor" entre el sistema SCADA-MMI y el PLC: se encarga de leer y escribir datos en el PLC.

6.4. AUTÓMATA PROGRAMABLE TWIDO



Figura 6.1. TWIDO y accesorios. Fuente: TELEMECANIQUE, Twido Promocional

El autómata programable TWIDO es un plc pequeño caracterizado por su sencillez, su carácter modular y su flexibilidad, este plc ofrece bases de autómatas compactas y modulares, y gran variedad de módulos de ampliación para ser usados en aplicaciones pequeñas y medianas. Básicamente este plc ha sido destinado a automatización de edificios y de procesos simples.

La ventaja que ofrece este dispositivo son sus dimensiones reducidas, lo que le permite integrarse fácilmente en cualquier instalación.

Las bases Twido y módulos que se ofrecen son:

- Bases compactas de 10, 16 o 24 entradas/salidas.
- Bases modulares de 20 o 40 entradas/salidas.
- Módulos de ampliación de entradas/salidas (digitales de 8, 16 o 32 vías y analógicos de 1, 2 o 3 vías).
- Módulos opcionales para aumentar las capacidades de tratamiento (memoria, reloj, calendario) y de comunicación (enlace serie).



Figura 6.2. Base compacta y base modular Fuente: TELEMECANIQUE, Twido Promocional

6.4.1. CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES:

6.4.1.1. Características técnicas

- Tiempo de ejecución: 0,14 μ s a 0,9 μ s para una instrucción de lista.
- Capacidad de memoria:
Datos:
3.000 palabras de memoria para todos los controladores, 128 bits de memoria para los controladores compactos de 10 y 16 E/S; y 256 bits de memoria para el resto de los controladores.
Programa:
Controlador compacto de 10 E/S: 700 instrucciones de lista
Controlador compacto de 16 E/S: 2.000 instrucciones de lista
Controladores compactos de 24 E/S y modulares de 20 E/S: 3.000 instrucciones de lista.
Controladores modulares de 20 E/S y 40 E/S, y controladores compactos de 40 E/S: 6.000 instrucciones de lista (con un cartucho de 64 KB; en cualquier otro caso, 3.000 instrucciones de lista)
- Copia de seguridad de RAM:
Esta copia se almacena en una batería de litio interna, no reemplazable. Su duración es aproximadamente 30 días (normalmente) a 25 °C, después de haber cargado la batería por completo. La autonomía de la batería es de 10 años cuando se carga durante 9 horas y se descarga durante 15 horas.

Para los controladores compactos 40DRF: La copia se almacena por medio de una batería de litio interna reemplazable por el usuario (además de la batería interna integrada). La duración del soporte es de tres años aproximadamente a 25 °C en funcionamiento normal.

- Puerto de programación

Todos los controladores: EIA RS-485

Controladores compactos 40DRF: Puerto de comunicación RJ45 Ethernet integrado.

6.4.1.2. Características de ampliación

- Módulos de E/S de ampliación

Controladores compactos de 10 y 16 E/S: no disponen de módulos de ampliación

Controladores compactos de 24 E/S y modulares de 20 E/S: hasta cuatro módulos de E/S de ampliación

Controladores modulares de 20 E/S y de relé de 40 E/S: hasta siete módulos de E/S de ampliación

- Módulos de interfase de bus ASInterface V2

Controladores compactos de 10 y 16 E/S: no disponen de módulos de interfase de bus AS-Interface

Controladores compactos de 24 y 40 E/S, y modulares de 20 E/S y de 40 E/S: hasta dos módulos de interfase de bus AS-Interface

6.4.1.3. Comunicación

Los autómatas Twido disponen de un puerto serie, mediante el cual se puede realizar la programación del plc o la comunicación con otros dispositivos. Adicionalmente se puede colocar un segundo puerto, pero a través de este no se puede realizar la programación.

Estos puertos se utilizan para servicios en tiempo real o de administración de sistemas. Los servicios en tiempo real proporcionan funciones de distribución de

datos para intercambiar datos con dispositivos de E/S, así como funciones de administración para comunicarse con dispositivos externos. Los servicios de administración de sistemas controlan y configuran el controlador por medio del software de programación TwidoSoft.

Para poder utilizar estos servicios, se dispone de 3 protocolos:

Conexión remota

La conexión remota consiste en un bus maestro/esclavo de alta velocidad que permite transferir una pequeña cantidad de datos entre el controlador maestro y un máximo de siete controladores esclavos remotos.

Se transfieren datos de E/S o de aplicación dependiendo de la configuración del controlador remoto. Es posible realizar una combinación de tipos de controladores remotos, con varios controladores de E/S remotas y otros controladores de ampliación. La longitud máxima de toda la red es 200 m

Modbus

El protocolo Modbus es un protocolo maestro/esclavo que permite a un único maestro solicitar respuestas de los esclavos o realizar acciones dependiendo de las peticiones.

El maestro puede dirigirse a los esclavos de forma particular o iniciar una difusión de mensajes para todos los esclavos. Los esclavos responden a las solicitudes que se les envían particularmente. No se devuelven respuestas a las solicitudes de difusión desde el maestro

Modo maestro de Modbus: en este modo que el controlador puede realizar solicitudes esperando una respuesta desde un esclavo

Modo esclavo de Modbus: en este modo el controlador puede responder a las solicitudes realizadas por un maestro. Este es el modo de comunicación predeterminado.

ASCII

Este es un protocolo Half duplex que permite establecer comunicaciones entre el controlador y un dispositivo simple como, por ejemplo, una impresora.

Adicionalmente, el controlador TWDLCAE40DRF implementa comunicaciones cliente/servidor TCP/IP Modbus a través de la red Ethernet.

Protocolo TCP/IP Modbus

El protocolo de aplicación Modbus (MBAP) es un protocolo de la capa 7 que proporciona comunicación peer-to-peer entre PLCs y otros nodos de una LAN. Las transacciones del protocolo Modbus son los pares de mensajes solicitud-respuesta habituales.

Un PLC puede ser tanto el cliente como el servidor, dependiendo de si envía mensajes de solicitud o de respuesta. Un cliente TCP/IP Modbus es equivalente a un controlador maestro y un servidor TCP/IP Modbus corresponde a un controlador esclavo

- Salida del generador de pulsos (PLS)

Entrada Ejecutar/Detener

Esta función permite asignar a una entrada del controlador base para que inicie o detenga un programa.

Si la entrada Ejecutar/Detener se encuentra en estado 0, el controlador estará en modo STOP, e ignorará cualquier orden de RUN proveniente de un PC, si la entrada se encuentra en estado 1, el controlador estará en modo RUN

Salida de estado del controlador

Esta función se puede asignar a una de tres salidas (%Q0.0.1 y %Q0.0.3) en un controlador base o remoto.

En el arranque, si no hay error del controlador, esta salida cambia a 1, siendo útil para circuitos de seguridad externos al controlador; por ejemplo, para controlar: La fuente de alimentación para los dispositivos de salida o la fuente de alimentación del controlador.

Entrada con retención

Puede ser asignada a cualquiera de las entradas de %I0.0.2 a %I0.0.5 de un autómatas base o remoto.

Permite memorizar cualquier pulso con una duración inferior al tiempo de ciclo del autómatas y de valor igual o mayor que 1 ms. El plc retiene el pulso, que se actualiza en el siguiente ciclo.

Conteo rápido

Existen dos tipos de contadores rápidos:

Un contador progresivo con una frecuencia máxima de 5 kHz.

Un contador regresivo con una frecuencia máxima de 5 kHz.

Esta función habilita el conteo progresivo o regresivo de pulsos (flancos ascendentes) en una E/S digital. Se puede contar 0 a 65.535 en modo de palabra simple y de 0 a 4.294.967.296 en modo de palabra doble.

Contadores muy rápidos

Mediante esta función se puede realizar conteo de pulsos con una frecuencia máxima de 20 khz.

Los controladores base disponen de cinco tipos de contadores muy rápidos

Salida de generador de pulsos PLS

Esta función puede asignarse a la salida %Q0.0.0 o %Q0.0.1 en un controlador base o Peer. Un bloque de función definido por el usuario genera una señal de periodo variable pero de ciclo de servicio constante equivalente al 50% del periodo.

Salida de modulación de ancho de pulso PWM

El generador PWM puede asignarse a las salidas %Q0.0.0 o %Q0.0.1 en un controlador base o Peer. Un bloque de función definido por el usuario genera una señal de período constante pero de ciclo de servicio variable.

6.4.3 DESCRIPCION

6.4.3.1. Controlador compacto

Parte frontal

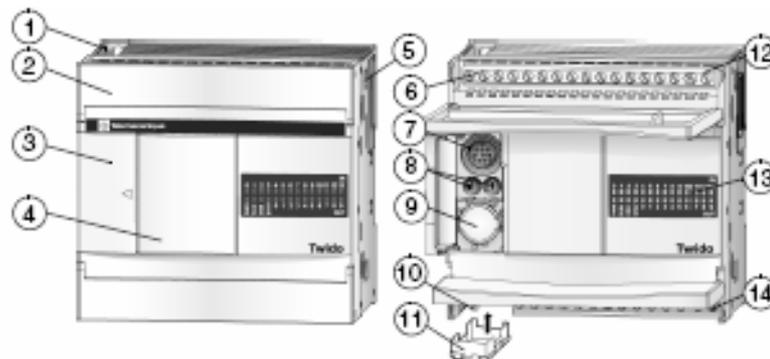


Figura 6.4. Partes del controlador compacto – panel frontal. Fuente: TELEMECANIQUE, Twido Promocional

- 1) Orificio de montaje
- 2) Cubierta de Terminal
- 3) Puerta de acceso
- 4) Cubierta extraíble del conector de monitor de operación
- 5) Conector de ampliación (en controladores 24DRF y 40DRF)
- 6) Terminales de potencia del sensor
- 7) Puerto serie 1
- 8) Potenciómetros analógicos
- 9) Conector de puerto serie 2 (TWDLCAA10DRF no dispone de ninguno)
- 10) Terminales de fuente de alimentación
- 11) Conector de cartuchos (ubicado en la parte inferior del controlador)
- 12) Terminales de entradas
- 13) Indicadores LED
- 14) Terminales de salida

Parte posterior

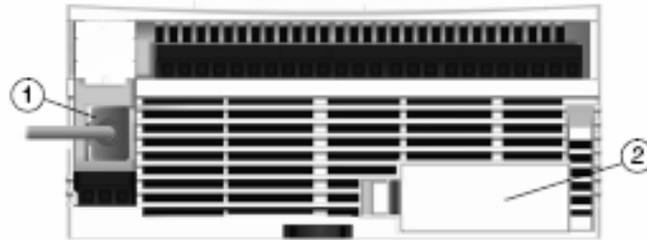


Figura 6.5. Partes del controlador compacto – panel posterior. Fuente: TELEMECANIQUE, Twido Promocional

- 1) Puerto Ethernet RJ-45 100Base-TX (sólo TWDLCAE40DRF cuenta con uno)
- 2) Compartimiento de batería externa (serie 40DRF)

6.4.3.2. Controlador modular

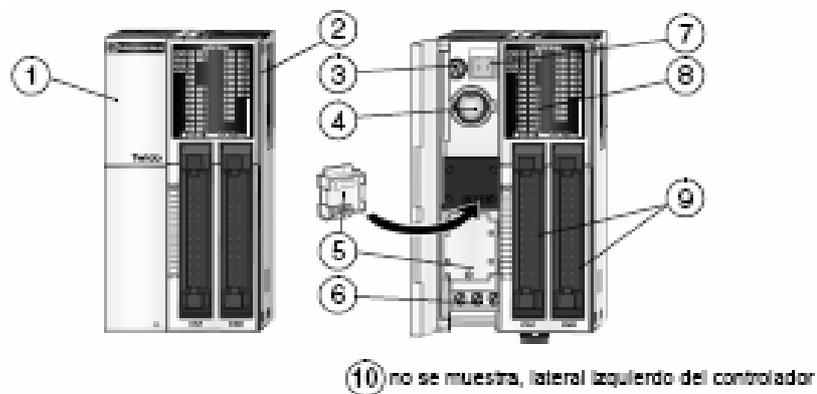


Figura 6.6. Partes del controlador modular. Fuente: TELEMECANIQUE, Twido Promocional

- 1) Tapa con bisagra
- 2) Conector de ampliación
- 3) Potenciómetro analógico
- 4) Puerto serie 1
- 5) Cubiertas de los cartuchos

- 6) Terminales de fuente de alimentación de 24 V CC
- 7) Conector de entrada de tensión analógica
- 8) LED
- 9) Terminales de E/S
- 10) Conector de comunicaciones

6.4.3.3. Módulo de E/S digitales

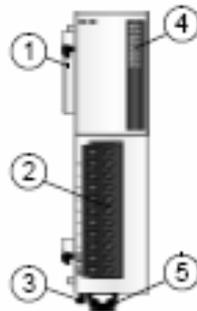


Figura 6.7. Partes del módulo digital. Fuente: TELEMECANIQUE, Twido Promocional

- 1) Conector de ampliación: uno a cada lado, el del lado derecho no se muestra
- 2) Bloque de terminales
- 3) Botón de retención
- 4) LED
- 5) Abrazadera

6.4.3.4. Módulo de E/S analógicas

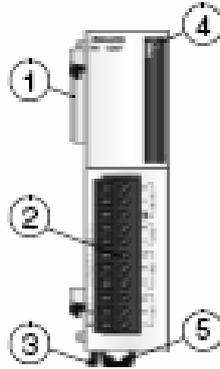


Figura 6.7. Partes del módulo analógico. Fuente: TELEMECANIQUE, Twido Promocional

- 1) Conector de ampliación; uno a cada lado, el del lado derecho no se muestra.
- 2) Bloque de terminales extraíble
- 3) Botón de retención
- 4) LED
- 5) Abrazadera

6.4.4. APLICACIONES

Existe gran variedad de aplicaciones para el plc twido, sin embargo, estas están orientadas a procesos simples.

6.5. HMI MAGELIS XBTN400

El dispositivo MAGELIS XBTN400 es una interfaz hombre máquina del tipo panel de operador, este HMI tiene una pantalla de 4 líneas y 20 caracteres que facilita la interacción del operador con el proceso.



Figura 6.4. Magelis XBTN400. Fuente: TELEMECANIQUE, Twido Promocional

6.5.1 CARACTERISTICAS PRINCIPALES

6.5.1. 1. Entorno

- Conformidad: IEC 61131-2, IEC 60068-2-6, IEC 60068-2-27, UL 508.
- Certificaciones de producto: UL, CSA, class 1 Div 2 (UL and CSA)
- Temperatura: Operación: 0...+ 55°C. Almacenamiento: - 20...+ 60°C
- Humedad máxima relativa: % 0...85 (sin condensación)
- Grado de protección: Panel frontal IP 65, panel posterior IP 20
- Resistencia a shock: Conforme a IEC 60068-2-27;
- Resistencia a vibración: Conforme to IEC 60068-2-6
- Electromagnetic interference: Conforme a IEC 61000-4-3, 10 V/m
- Interferencia eléctrica: Conforme a IEC 61000-4-4, nivel 3

6.5.1.2. Características eléctricas

- Alimentación: 5 VDC provistos por el PLC

6.5.1.3. Características de operación

- Display: Tipo: lcd luminoso verde Capacidad: 4 líneas de 20 caracteres.
- Ingreso de datos: Vía teclado con 8 teclas

- Capacidad de memoria: 512 Kb
- Funciones:
 - Máximo número de páginas: 128/200 páginas de aplicación, 256 páginas de alarmas
 - Variables por página: 40 a 50
 - Representación de variables: alfanumérica
 - Reloj de tiempo real: acceso al reloj del plc
- Comunicaciones:
 - Enlace serial asincrónico: RS232/ RS485
 - Protocolos: Unitelway y Modbus

6.5.2. FUNCIONES

Los terminales XBT N tienen en el panel frontal teclas de función y teclas de servicio

Teclas de función (F1, F2, F3, F4)

Las teclas de función son definidas por la aplicación. Pueden ser usadas para: Acceder a una página, activar o desactivar bits, modificar palabras de memoria.

Teclas de servicio

Corresponden a las teclas: **ESC**, **DEL**, **MOD**, **ENTER**, son usadas para modificar los parámetros del sistema automatizado

Ejecutan la siguientes acciones:

ESC Cancela un parámetro, suspende o detiene una acción, regrese a un nivel anterior en el menú

DEL Borra el caracter seleccionado en el modo de ingreso

MOD Selecciona el campo de la variable a ingresar. Autoriza el ingreso del siguiente campo, en cada presión, de izquierda a derecha, de arriba a abajo

ENTER Confirma una selección o entrada, reconoce una alarma.

Las teclas de flechas son usadas para:



- Cambiar de página dentro de un menú
- Desplegar las alarmas actuales
- Cambiar un dígito en una variable que esta siendo ingresada.
- Activar la función asociada con un vínculo funcional



- Desplazar arriba o abajo dentro de una página
- Seleccionar el valor de un dígito
- Seleccionar un valor de una lista de opciones
- Incrementar o decrementar el valor de una variable de campo.

6.5.3. DESCRIPCION

Parte Frontal

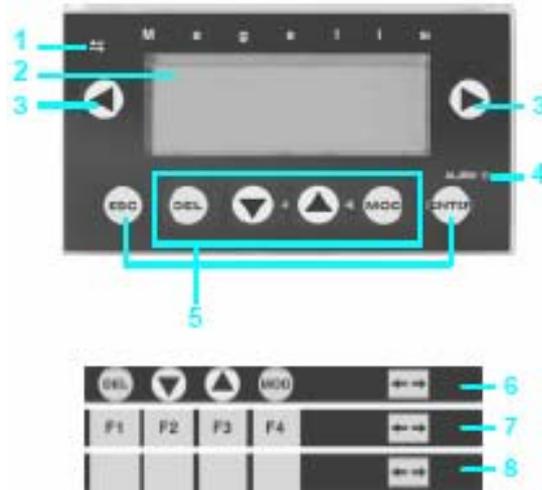


Figura 6.5. Partes de la Magelis XBTN400. Fuente: TELEMECANIQUE, Twido Promocional

1. Luz de monitoreo de comunicación (XBT N401).
2. Display LCD
3. Dos controles o teclas de enlace contextual no configurables.
4. Un indicador de alarma (XBT N401).
5. Seis teclas de servicio, 4 pueden ser configuradas como teclas de función
6. Leyenda de entrada configurable
7. Leyenda de control configurable F1, F2, F3, F4.
8. Leyenda en blanco configurable

Parte posterior

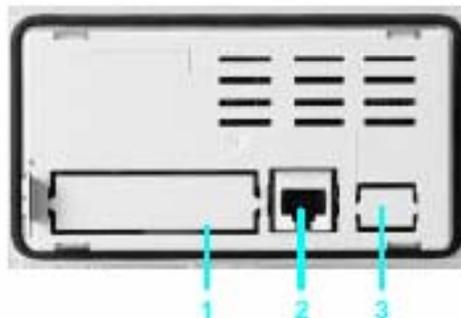


Figura 6.6. Partes de la Magelis XBTN400. Fuente: TELEMECANIQUE, Twido Promocional

1. Enlace serial de 25 vías (XBT N401).
2. Enlace serial RJ 45 (XBT N200 y XBT N400).
3. Conector para la alimentación de 24 V (XBT N401).

6.5.4. APLICACIONES

Los terminales de operador Magelis XBT N son usados para representar mensajes y variables. Pueden ser utilizados en cualquier aplicación sencilla donde no se requiera visualización mediante gráficos del proceso.

Las teclas del Terminal pueden ser usadas para modificar variables, controlar el dispositivo u observar la aplicación

CAPITULO VII

DISEÑO DEL MÓDULO SOBRE AUTOMATISMOS E INTERFACES

7.1. GENERALIDADES

El módulo sobre automatismos e interfaces tiene 2 elementos principales, el plc TWIDO en la forma compacta y modular; con módulos de ampliación y la interfaz hombre - máquina MAGELIS XBTN400

Estos elementos han sido seleccionados debido al carácter didáctico que ofrecen; pues son elementos pequeños pero de aplicación industrial, lo que facilita que el aprendizaje en el módulo pueda ser generalizado a cualquier aplicación real.

Al igual que los módulos de variación de velocidad y el de transferencias automáticas, este módulo fue adaptado en una maleta que permita su transporte a diferentes lugares, usándose así una maleta para tal efecto.



Figura 7.1. módulo 5 Automatismo y HMI

7.2. DESCRIPCION DEL MODULO

7.2.1. Componentes

Los elementos utilizados en este módulo se listan a continuación:

MODULO DE AUTOMATISMOS E INTERFACES	
2	Pulsadores zb6-e1b
2	Interruptores zb6-e1b
2	Luces piloto verde zb6-eb3b
2	Luces piloto rojas zb6-eb4b
2	Luces pilot amarillas zb6-eb5b
1	Magelis XBTN400
1	PLC Modular TWIDO TWDLMDA20DTK
1	Fuente de 24 VDC ABL7RM2401
1	PLC Compacto TWIDO TWDLCAA24DRF alimentación 110v
1	Módulo de expansión de entradas analógicas TWDALM3LT
1	Reloj TWDXCPRC
1	Puerto de comunicación TWDNAC485T
1	Módulo de expansión de comunicación TWDXCPODM
1m	cable numero 12
1	Cable tsnwm410

Tabla 7.1. Tabla de elementos del módulo de automatismos e interfaces

7.2.2. Dimensiones

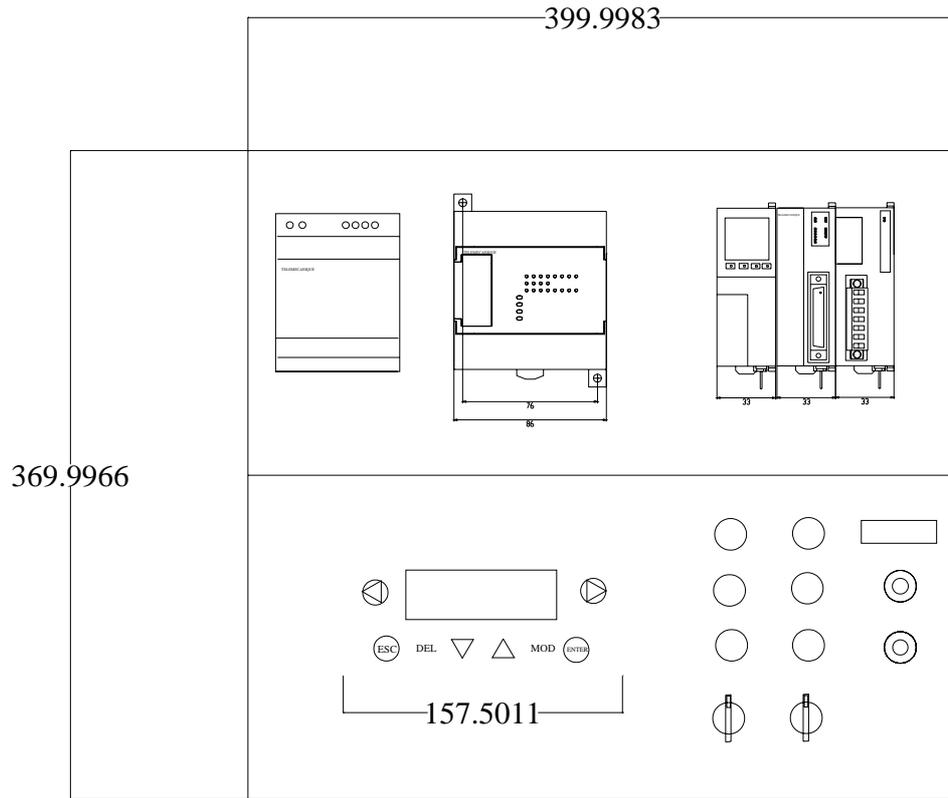


Figura 7.2. Dimensiones del módulo

7.3. ESQUEMA DE CONEXIÓN

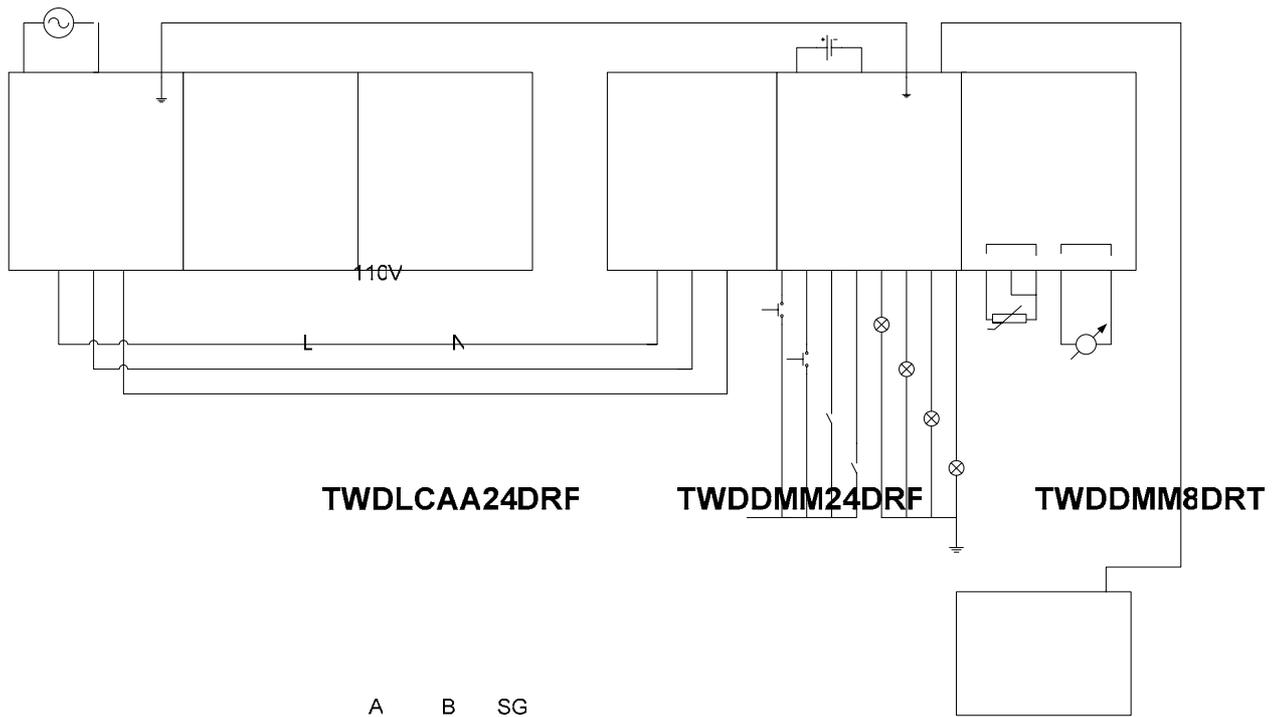


Figura 7.3. Esquema de conexión

7.4. FUNCIONAMIENTO DEL MÓDULO

El módulo de automatismos e interfaces se encuentra formado por los siguientes bloques:

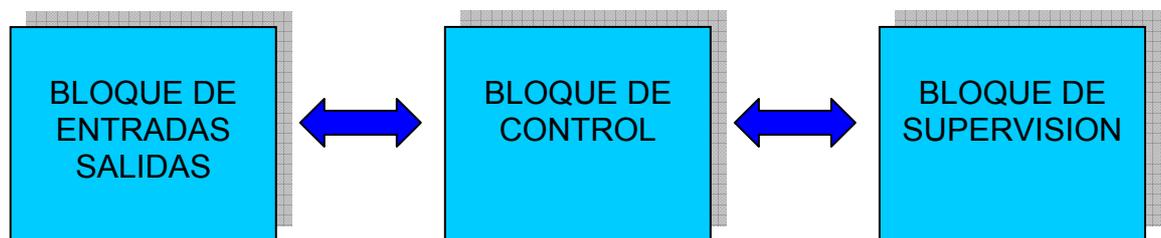


Figura 7.4. Diagrama de bloques del módulo de automatismos e interfaces

7.4.1. Bloque de Entradas – Salidas

Este bloque se encuentra formado por los pulsadores, selectores y el sensor de temperatura RTD que corresponderán a las variables de entrada digitales y analógicas del sistema.

Igualmente está formado por luces piloto y un voltímetro que son las salidas digitales y analógicas del módulo.

Estas entradas y salidas se encuentran conectadas al plc modular twido, y al módulo analógico.



Figura 7.5. Bloque entradas salidas

7.4.2 Bloque de Control

El bloque de control está formado por el plc compacto con sus módulos de entradas-salidas digitales y el plc modular con su módulo digital y analógico

En este bloque se almacena el programa que controla el sistema, a la vez que se procesan las señales provenientes del bloque de entradas-salidas y del bloque de supervisión.



Figura 7.6. bloque de control

7.4.3 Bloque de supervisión

Este bloque está compuesto por la interfaz HMI Magelis que permite ejecutar ciertas funciones, visualizar variables, alterar valores, mostrar alarmas lo cual facilita la interacción del usuario con el sistema.



Figura 7.7. Bloque de supervisión

7.5 PRACTICAS

PRACTICA 1

CREACIÓN DE UNA APLICACIÓN CON TWIDO SOFT

OBJETIVO:

- Conocer las características principales del software de programación TwidoSoft
- Crear una aplicación y simularla.

DESCRIPCIÓN:

En esta práctica el estudiante se familiarizará con el entorno de programación y conocerá los elementos necesarios para realizar una aplicación.

DESARROLLO:

1. Reconocimiento de la ventana de programación
2. Creación de una aplicación

1. Reconocimiento de la ventana de programación

Al ejecutar el programa TwidoSoft la ventana que se abre tiene 3 elementos principales:

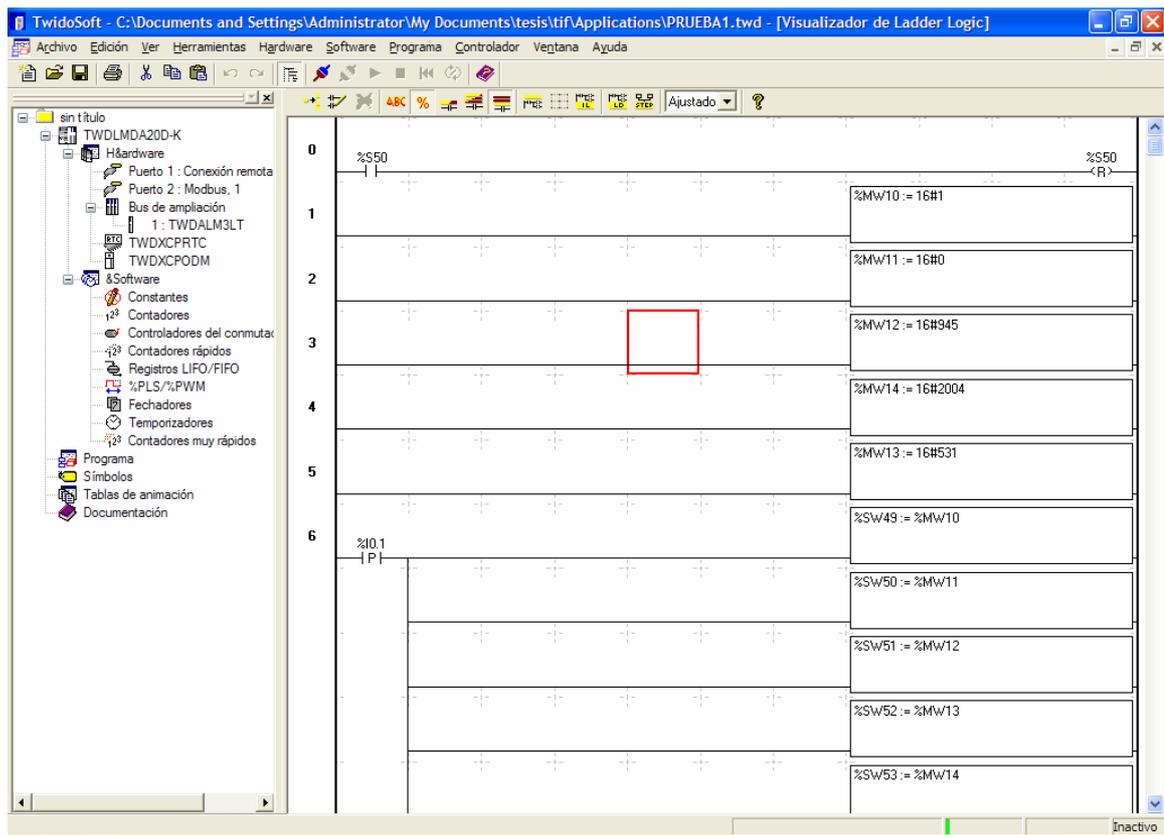


Figura 7.2. Ventana de programación de TwidoSoft

Barra de menús:

- Archivo: Las principales funciones de este menú son: crear un nuevo programa, abrir un programa existente, guardar un archivo
- Edición: Este menú permite copiar, pegar, cortar.
- Ver: Despliega la barra de herramientas, la barra de estado y el navegador de la aplicación.
- Herramientas: Este menú permite actualizar el firmware, insertar escalones, insertar listas, alternar el lenguaje ladder con lista de instrucciones entre sus principales funciones.

- **Hardware:** Permite configurar el controlador base, los módulos, entradas y salidas.

- **Software:** Permite manipular los elementos de programación tales como contadores, temporizadores, fechadores, etc.

- **Programa:** Selecciona el tipo de editor de programa a usarse para realizar la aplicación (ladder, lista), además despliega el editor de tablas de animación y el editor de símbolos.

- **Controlador:** Desde este menú se maneja la conexión del computador con el autómeta, la transferencia de datos desde el computador al plc y viceversa, se pone en marcha la aplicación, se detiene la aplicación.

- **Ventana:** Maneja los elementos que se visualizan en la ventana de trabajo.

Navegador de la aplicación:

Desde el navegador de la aplicación se puede configurar el hardware, manejar los elementos de programación, desplegar el programa, tablas de animación, simbolos y configurar la página.

Editor del programa

Permite insertar y modificar los elementos necesarios para crear el programa. Este editor puede ser de tipo ladder, o lista de instrucciones.

2. Creación de una aplicación

Para crear un nuevo programa seleccione archivo, nuevo; e inmediatamente configure el controlador base y los módulos desde el navegador de la aplicación.

Para Cambiar el controlador base de un clic derecho sobre el Plc que aparece como elemento inicial del navegador y seleccione cambiar controlador base. De la tabla que se muestra seleccione el plc requerido.

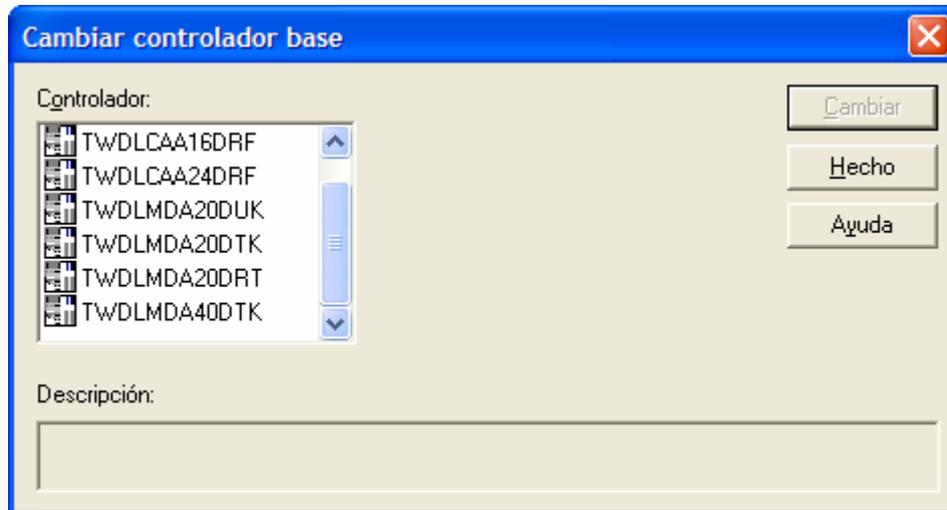


Figura 7.3 Diálogo cambiar controlador base

Para agregar puertos de comunicación, opción de reloj de un clic derecho sobre hardware y escoja agregar opción.

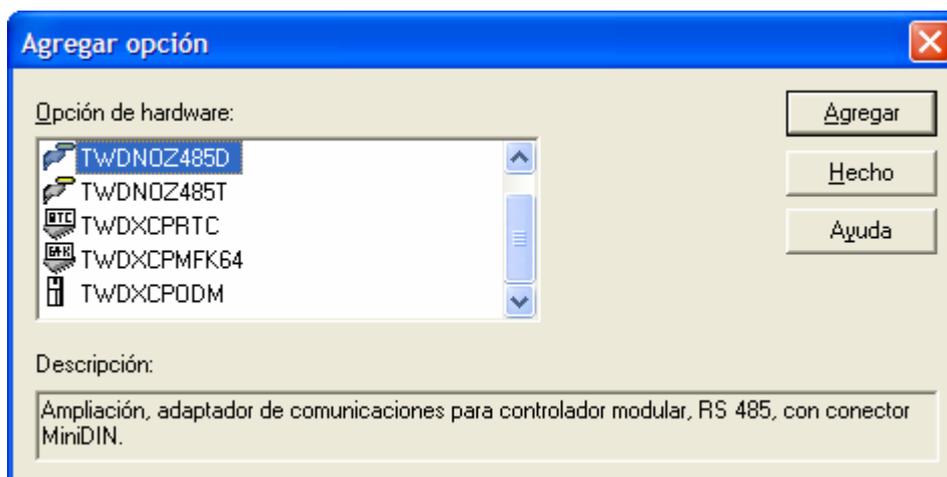


Figura 7.3 Diálogo agregar opción

Para agregar módulos de expansión, de entradas o salidas presione el botón derecho del Mouse sobre bus de ampliación y escoja agregar módulo.

A medida que se seleccionen los módulos se irá asignando una dirección de ampliación.

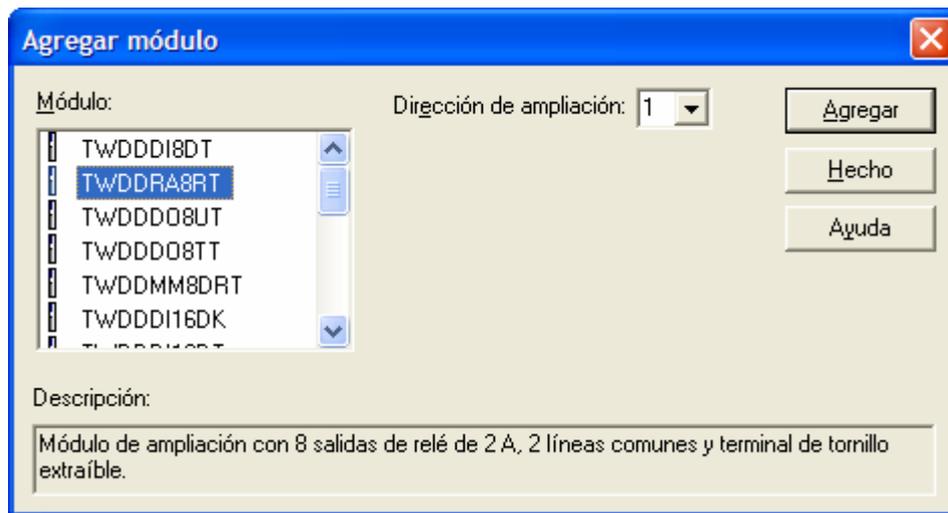


Figura 7.4. Diálogo agregar módulo

Una vez configurados los elementos del hardware proceda a programar en el editor de programa, el cual puede ser ladder o lista de instrucciones. Los elementos para realizar la programación se encuentran en la barra superior del editor.

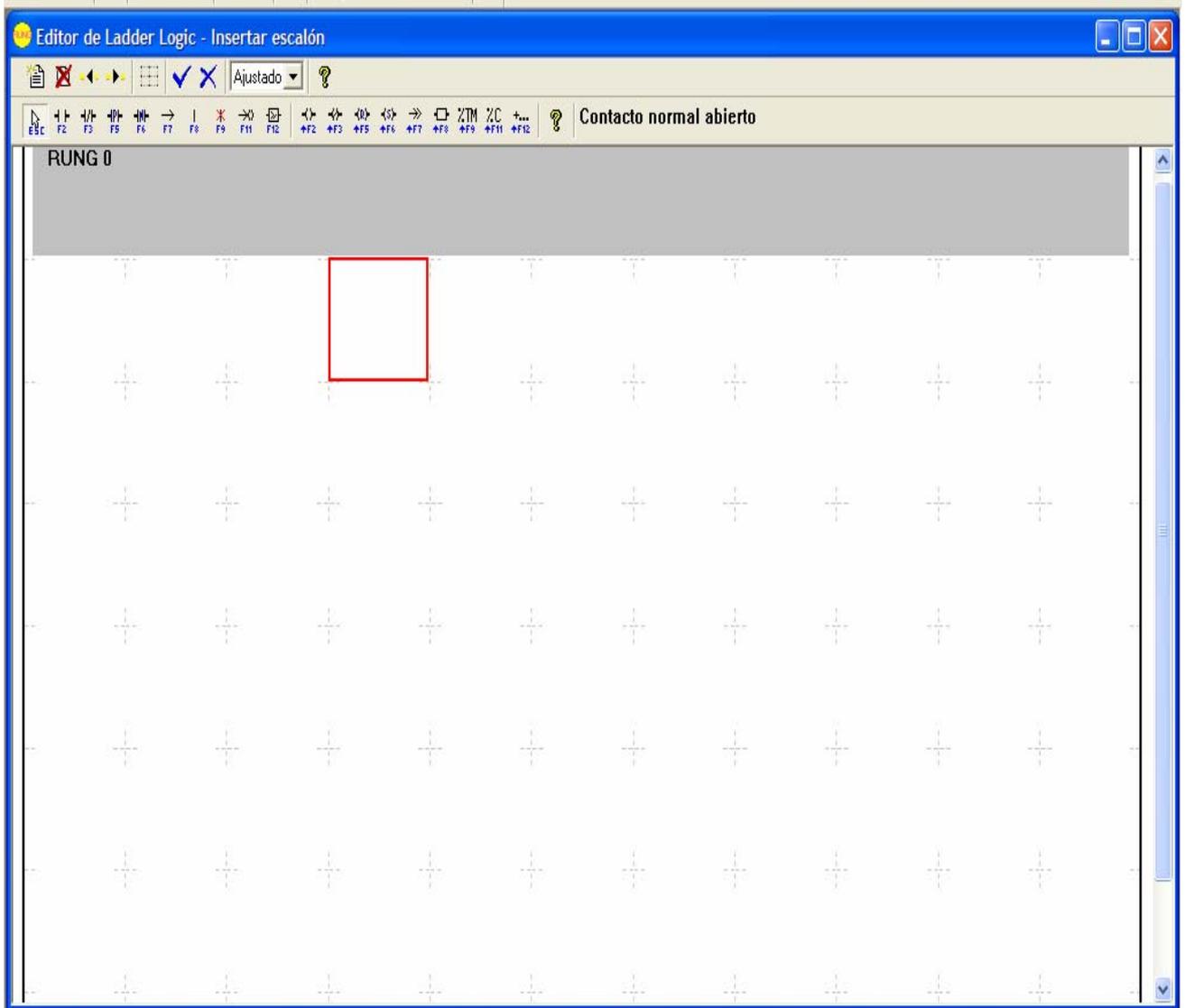


Figura 7.5. Editor de ladder logic

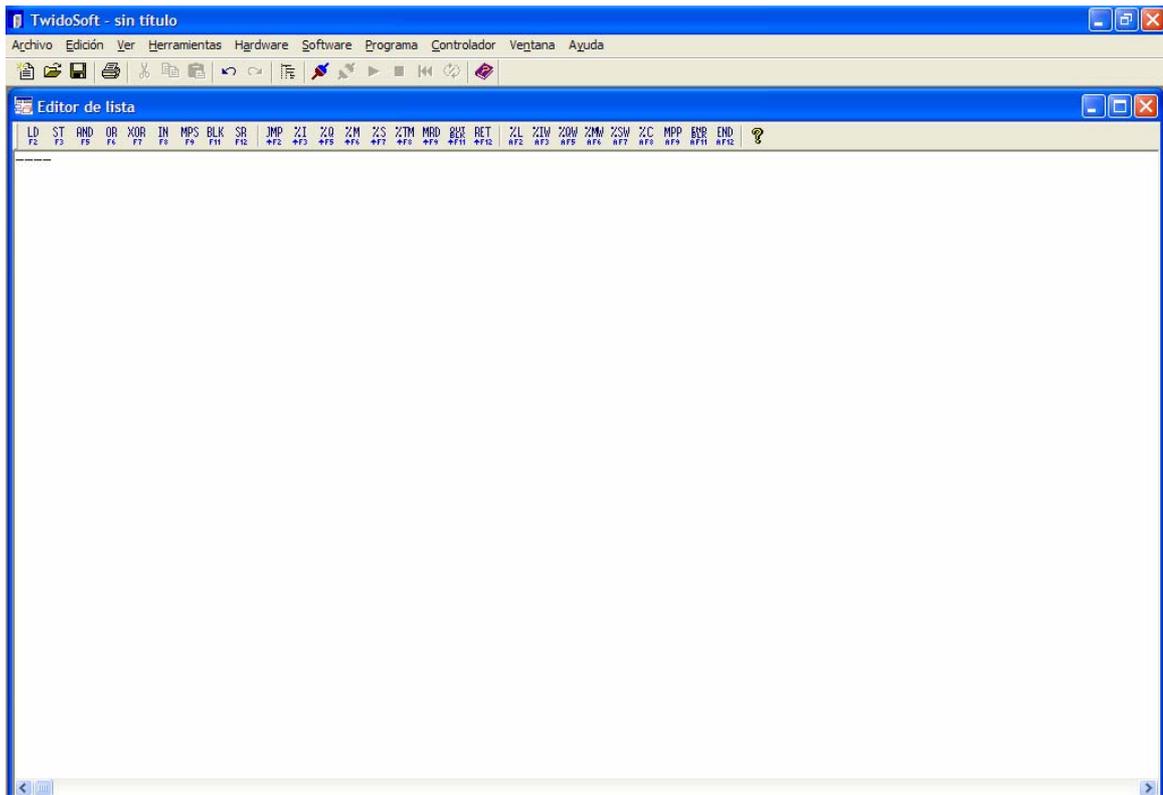


Figura 7.6. Editor de lista

Una vez terminado el programa transfiera al plc. Seleccione del menú controlador, conectar y transferir pc→autómata.

PRACTICA 2**CONTROL DEL NÚMERO DE PIEZAS****OBJETIVO:**

Utilizar elementos básicos como contactos y temporizadores para programar una aplicación

DESCRIPCION:

La práctica que se muestra a continuación fue tomada de InfoPLC.org, consiste en controlar el número de piezas fabricadas, las características del proceso son las siguientes:

Al pulsar Marcha se pone en funcionamiento una cinta transportadora de piezas.

- Con un detector se controla el número de piezas que pasan.
 - Desde una pantalla se puede introducir el número de piezas que queremos que pasen.
 - Cuando el numero de Piezas que han pasado coincide con el que hemos programado, la cinta para y una Luz Roja parpadea indicando que se han pasado las piezas programadas.
 - Para volver a poner en Marcha la Cinta y seguir contando piezas hay que poner a RESET el sistema, Esto se realiza pulsando durante 2 segundos el Pulsador de Paro con la cinta Parada. Entonces la Luz Roja Intermitente se apagará.
 - Al Pulsar Marcha se volverá a iniciar una nueva cuenta.
 - Si se ha iniciado la Marcha y pulsamos Paro, el valor del contador se mantiene.
-

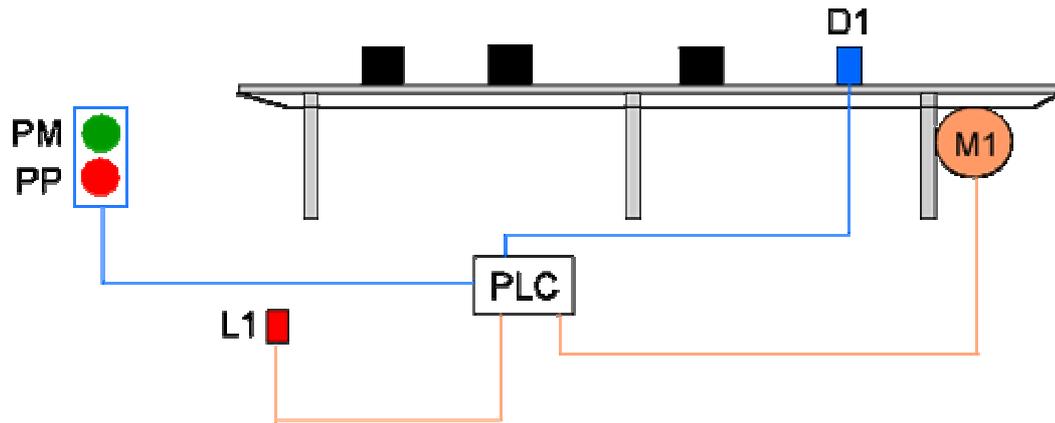
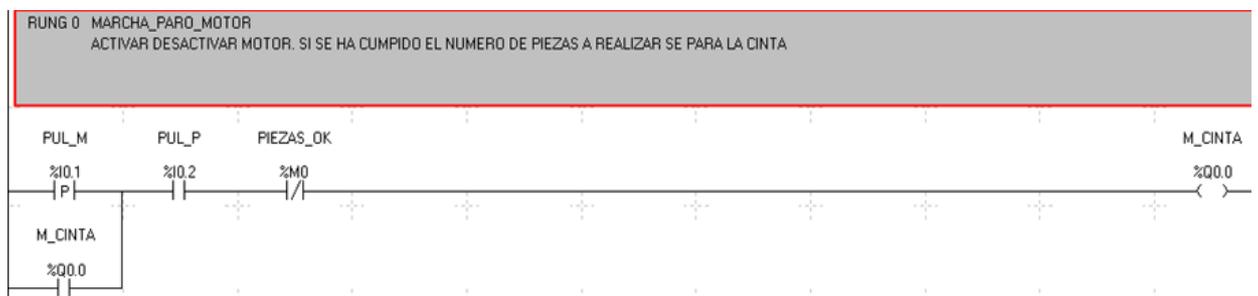


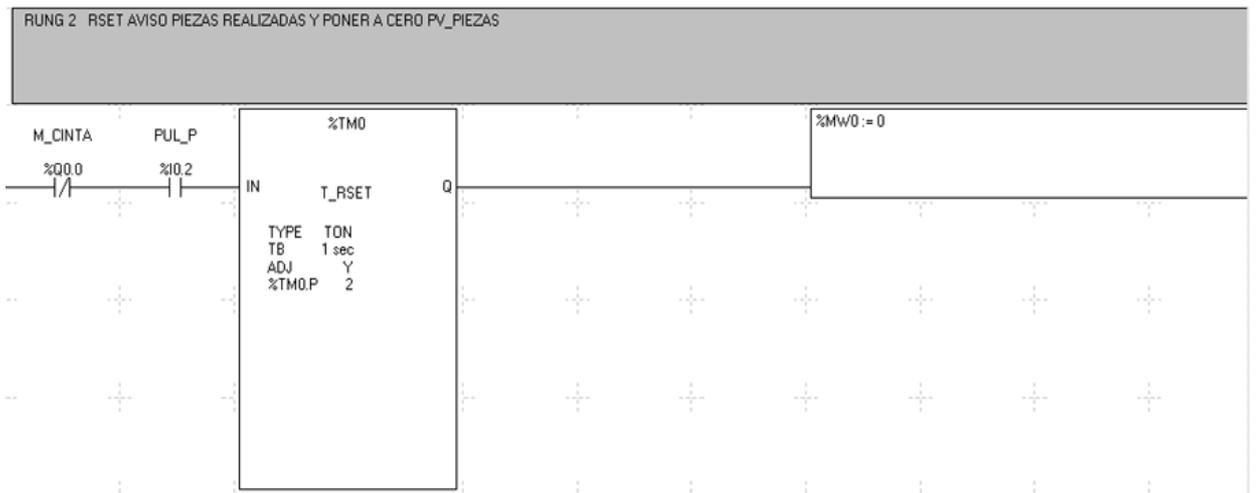
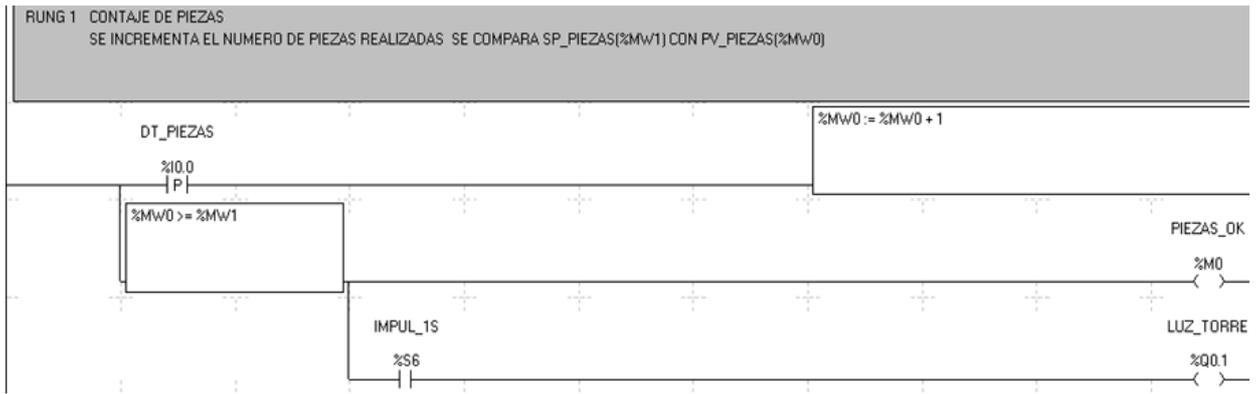
Figura 7.7. Esquema de un control de piezas

DESARROLLO:

Para la realización del programa se utilizará el editor de ladder y se trabajará como se muestra a continuación:

DT_PIEZAS	%I0.0	DETECTOR PIEZAS_INCREMENTA NUMERO PIEZAS REALIZADAS
IMPUL_1S	%S6	BIT_SISTEMA_IMPULSOS 1 SEGUNDOS
LUZ_TORRE	%Q0.1	LUZ ROJA TORRE
M_CINTA	%Q0.0	MOTOR CINTA TRANSPORTADORA
PIEZAS_OK	%M0	CONTAJE DE PIEZAS REALIZADO
PUL_M	%I0.1	PULSADOR MARCHA CINTA
PUL_P	%I0.2	PULSADOR PARO CINTA (NC)
PV_PIEZAS	%MWD	PV NUMERO PIEZAS REALIZADAS
SP_PIEZAS	%MW1	SP NUMERO PIEZAS A REALIZAR (CONSIGNAS)
T_RSET	%TMD	TIEMPO RESET NUMERO PIEZAS REALIZADAS





PRACTICA 3

GRAF CET

OBJETIVO:

Usar la herramienta de grafcet que incluye Twido Soft

DESCRIPCIÓN:

En esta práctica se realizará un proceso para taladrar una pieza. El proceso se inicia cuando el operador pulsa un botón, luego la pieza es ajustada hasta que se encuentre fija con suficiente presión. Inmediatamente la broca gira y se aproxima a la pieza, luego de perforarla retorna y así se libera la pieza.

El esquema mostrado describe con mayor claridad el proceso.

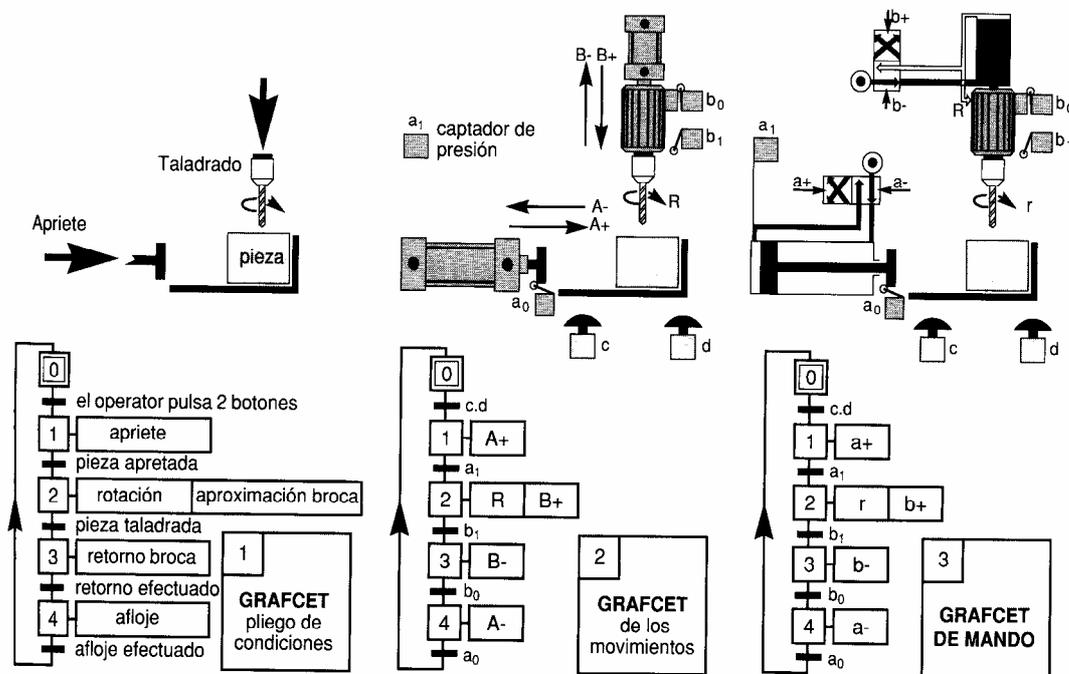


Figura 7.8. Esquema de un proceso de taladrar una pieza

DESARROLLO:

Un diagrama secuencial en el software de programación es representado de la siguiente manera

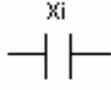
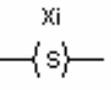
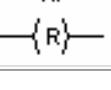
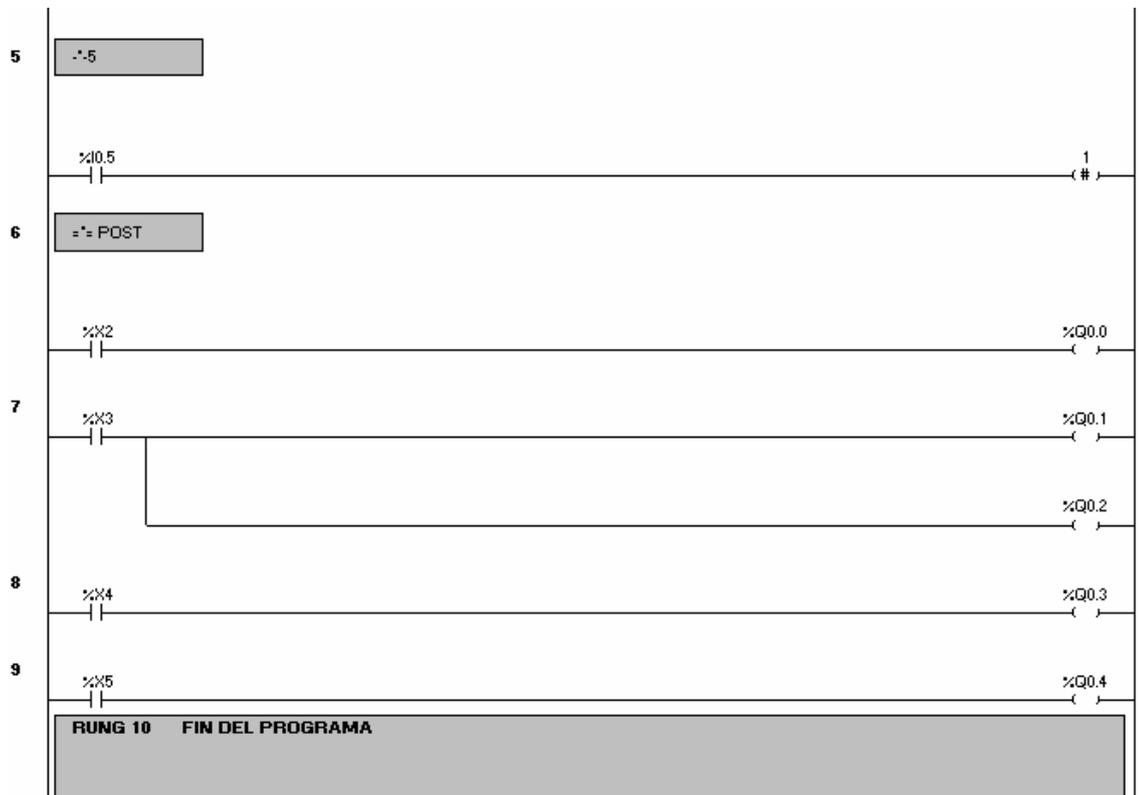
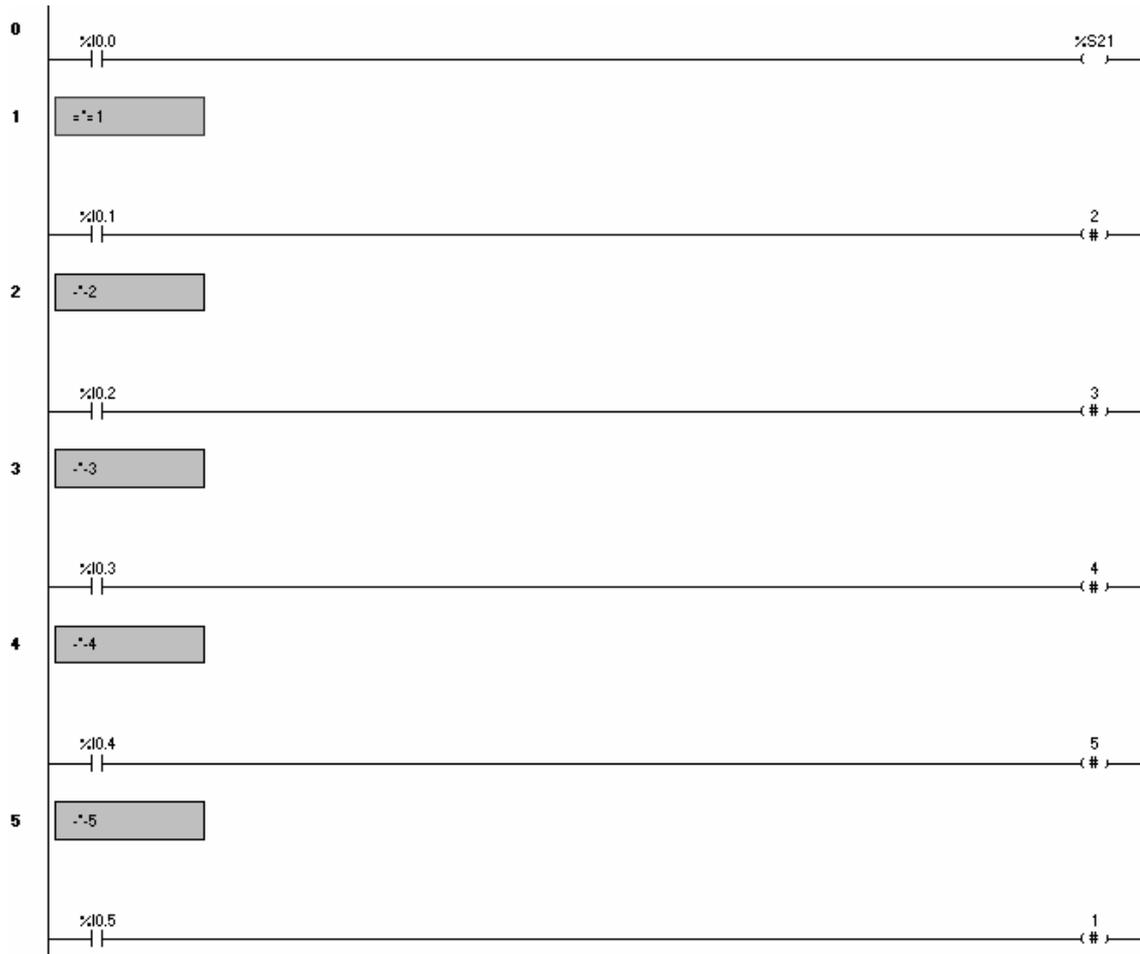
Representación gráfica (1)	Transcripción en lenguaje TwidoSoft	Función	
 Paso inicial  Transición  Paso	<code>==* = i</code>	Comenzar paso inicial (2).	
	<code># i</code>	Activar paso i tras desactivar el paso actual.	
	<code>_* - i</code>	Comenzar el paso i y validar la transición asociada (2).	
	<code>#</code>	Desactivar el paso actual sin activar ningún otro paso.	
	<code>#Di</code>	Desactivar el paso i y el paso actual.	
	<code>==* = POST</code>	Iniciar procesamiento posterior y finalizar procesamiento secuencial.	
	<code>%Xi</code>	Se puede comprobar y escribir el bit asociado con el paso i (el número máximo de pasos depende del controlador).	
		<code>LD %Xi, LDN %Xi</code> <code>AND %Xi, ANDN %Xi,</code> <code>OR %Xi, ORN %Xi</code> <code>XOR %Xi, XORN %Xi</code>	Comprobar actividad del paso i.
		<code>S %Xi</code>	Activar paso i.
		<code>R %Xi</code>	Desactivar paso i.

Tabla 7.1. Instrucciones grafcet

Mediante la herramienta grafcet del TwidoSoft cree el diagrama secuencial del proceso como se muestra a continuación.



PRACTICA 4**COMUNICACIÓN ENTRE DOS TWIDOS****OBJETIVO:**

Establecer una comunicación de tipo maestro-esclavo entre el plc compacto y el plc modular .

DESCRIPCIÓN:

La siguiente aplicación consiste en configurar al plc modular como maestro y al plc compacto como esclavo y leer 4 direcciones del esclavo empezando por la palabra MW0.

DESARROLLO:

1. Conexión de los plcs
2. Configuración del maestro.
3. Configuración del esclavo

1. Conexión de los plcs

Para conectar el maestro y el esclavo, no se utilizará los puertos que vienen de fábrica en los plcs sino se utilizará los puertos anexados. Esta conexión se realiza mediante tres cables en el segundo puerto tanto del plc compacto como del plc modular.

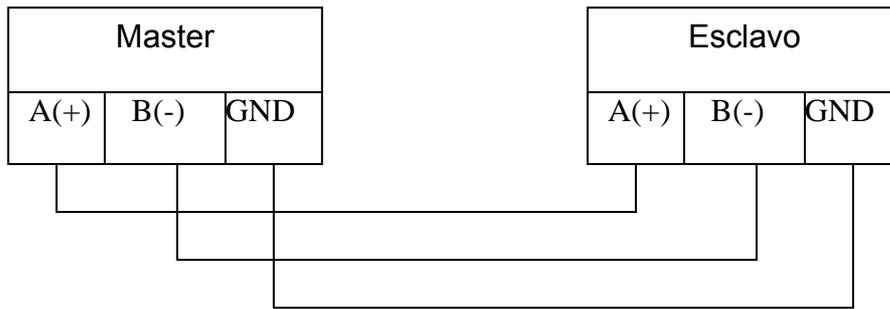


Figura 7.8 . Esquema de conexión master-esclavo modbus

2. Configuración del maestro.

Para configurar al controlador como maestro diríjase al menú hardware, editar configuración del com del controlador. Y asigne la dirección 1.

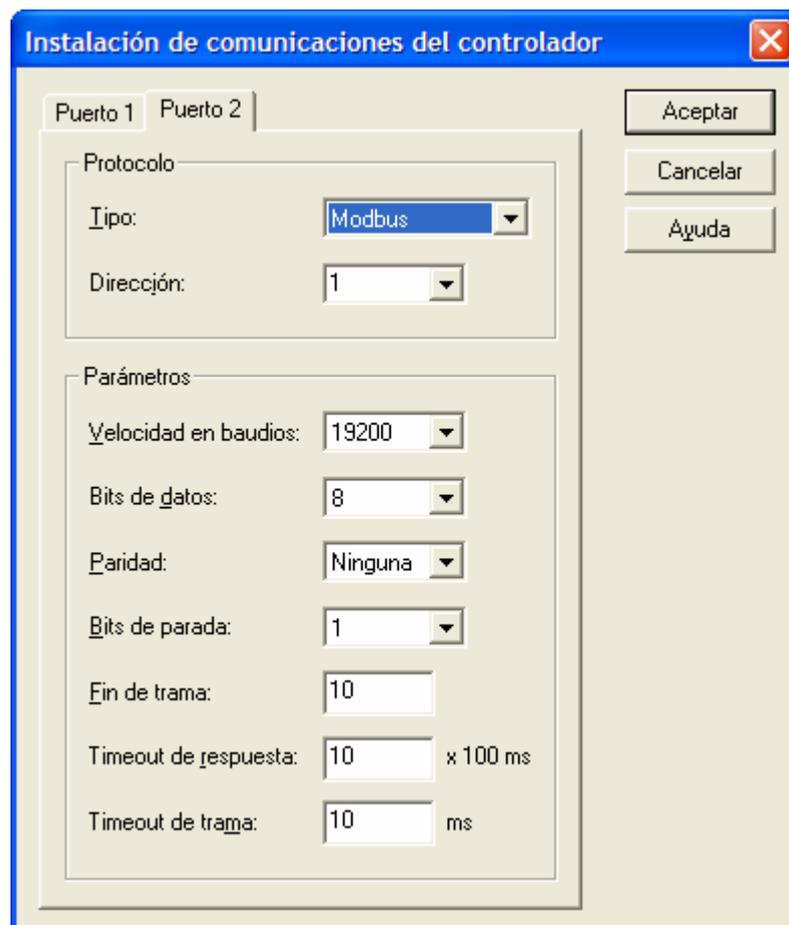


Figura 7.9. Configuración del puerto maestro

Los códigos requeridos para leer un grupo de palabras se muestra en la siguiente tabla:

	Índice de tabla	Byte de mayor valor	Byte de menor valor
Palabras de control	0	01 (Tx/Rx)	06 (longitud Tx)
	1	03 (offset Rx)	00 (offset Tx)
Tabla de transmisión	2	Esclavo (1 a 247)	03 ó 04 (código de solicitud)
	3	Número de la primera palabra que se va a leer	
	4	N = Número de palabras que se van a leer	
Tabla de recepción (después de la respuesta)	5	Esclavo (1 a 247)	03 (código de respuesta)
	6	00 (byte añadido por la acción offset Rx)	2*N (número de bytes leídos)
	7	Primera palabra leída	
	8	Segunda palabra leída (si N>1)	
	...		
	N+6	Palabra N leída (si N>2)	

Tabla 7.2. Tabla de control para comunicación

En base a la tabla anterior se enviarán las siguientes palabras:

0106 Código requerido para la lectura de varias palabras

0300 Valor de offset

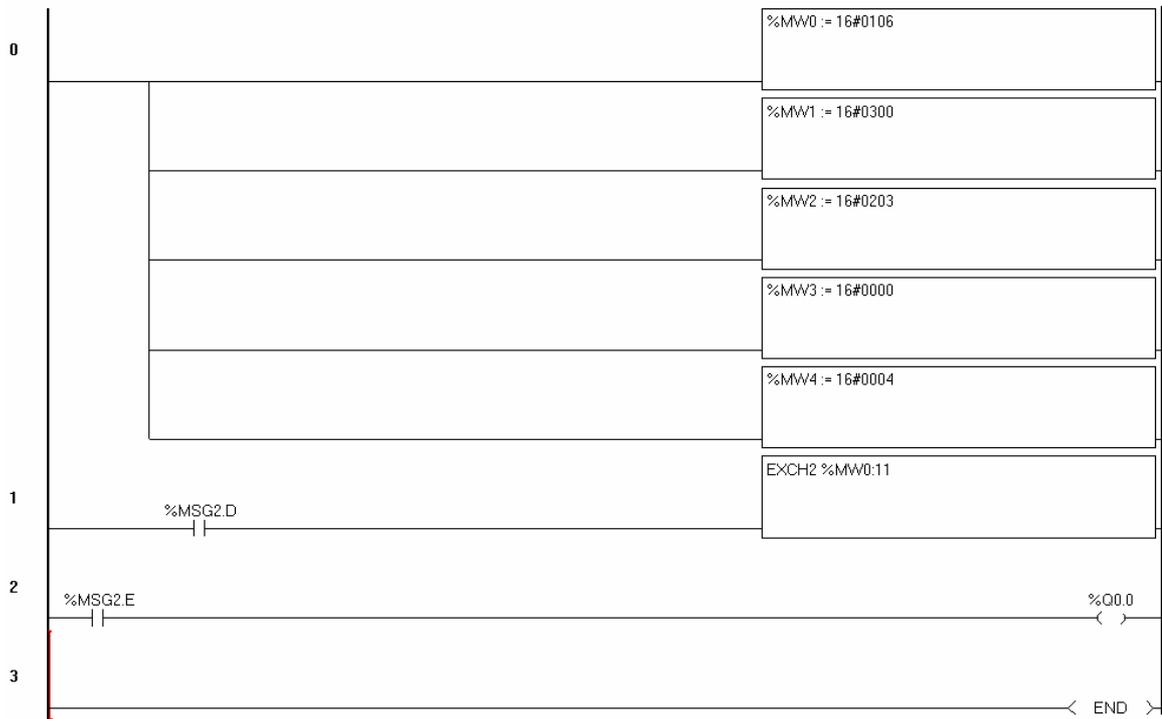
0203 Dirección del esclavo y código de solicitud

0000 Número de la primera palabra que se va a leer MWO

0004 Lectura de 4 palabras.

La transmisión de estas palabras se realiza mediante el bloque de función EXCH en el cual se debe indicar el número del puerto que se está usando y la cantidad de palabras que se quiere enviar.

El bit %MSG2.D indica que se ha realizado bien la transferencia. Si existe un error en la comunicación la salida 0 del controlador se activará



3. Configuración del esclavo

Para configurar al controlador como esclavo diríjase al menú hardware, editar configuración del com del controlador. Y asigne la dirección 2

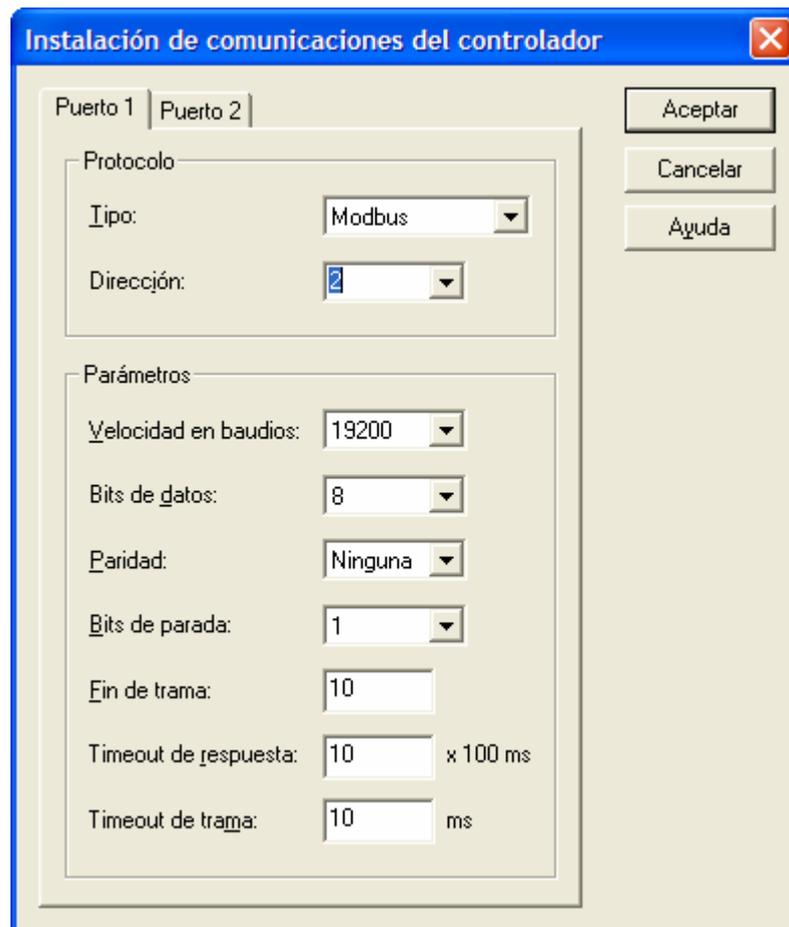
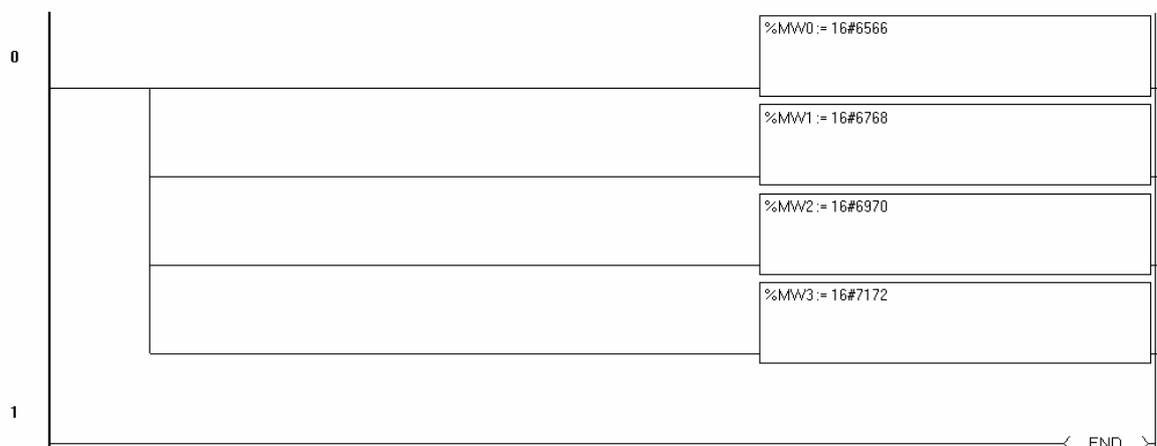


Figura 7.10. Configuración del puerto del controlador esclavo

Posteriormente asigne valores a los registros que van a ser leídos como se indica a continuación.



PRACTICA 5**CREACIÓN DE UNA APLICACIÓN HMI****OBJETIVO:**

- Conocer las características principales del programa XBLT1000
- Crear una aplicación y simularla.

DESCRIPCIÓN:

En esta práctica el estudiante se familiarizará con el entorno de programación de la interfaz Magelis del módulo y dará los pasos iniciales para crear una aplicación. La forma de trabajo de este tipo de aplicación es muy sencilla; se programan páginas que corresponderán a las pantallas que se visualizarán en la interfaz, la lectura y escritura de variables en el plc se maneja a través de campos.

DESARROLLO:

1. Reconocimiento de la ventana de programación
2. Creación de una aplicación
3. Simulación.

1. Reconocimiento de la ventana de programación

Al abrir el programa XBTL 1000 la primera pantalla que se despliega contiene las mismas características que cualquier programa de Windows.

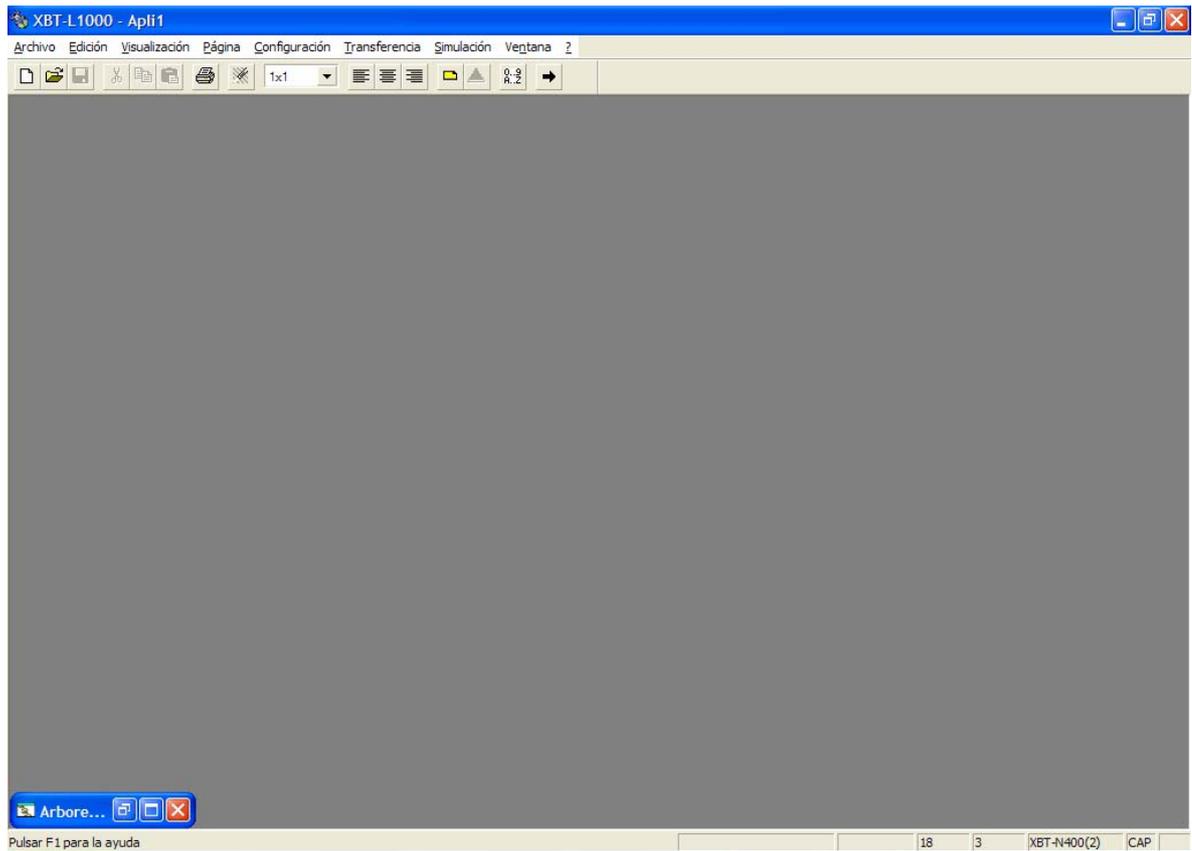


Figura 7.11. Ventana de programación XBTL1000

Los menús principales que se encuentran en la ventana son:

- Archivo: Desde este menú se puede crear una aplicación, abrir una existente, almacenar la aplicación e imprimir.
- Edición: Contiene las funciones básicas de copiar, cortar, pegar y adicionalmente permite insertar campos, vínculos caracteres.
- Visualización: Este menú maneja las barras de herramientas en la pantalla
- Página: Como su nombre lo indica maneja la creación de páginas y propiedades de las mismas.

- Configuración: Permite configurar el Terminal, seleccionar el protocolo e idioma de la aplicación
- Transferencia: Envía el programa del pc a la magelis y viceversa
- Simulación: Permite realizar pruebas de la aplicación creada.
- Ventana: Maneja los elementos que se visualizan en la ventana de trabajo.

2. Creación de una aplicación

Para crear una nueva aplicación seleccione el menú archivo, nuevo e inmediatamente se desplegará una ventana donde se escogerá el tipo de interfaz, en este caso XBT-N400.



Figura 7.12. Diálogo configuración tipo terminal

Elija donde almacenar la nueva aplicación, por defecto se almacenará en la carpeta XBTL1000 para cambiar de ubicación seleccione explorar.

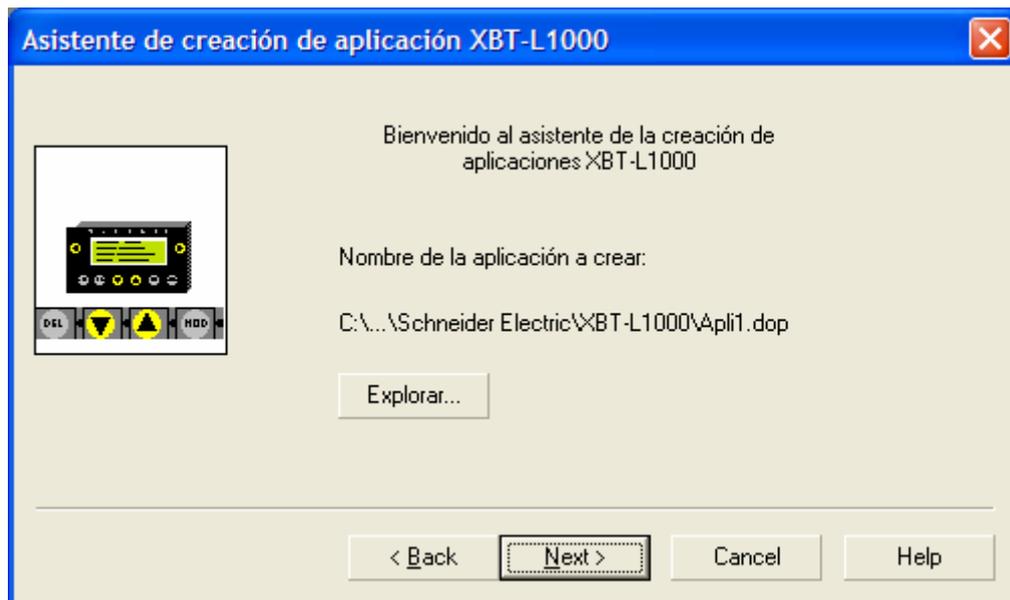


Figura 7.12. Diálogo asistente de creación de aplicación

Configure el equipo donde se creará la aplicación.

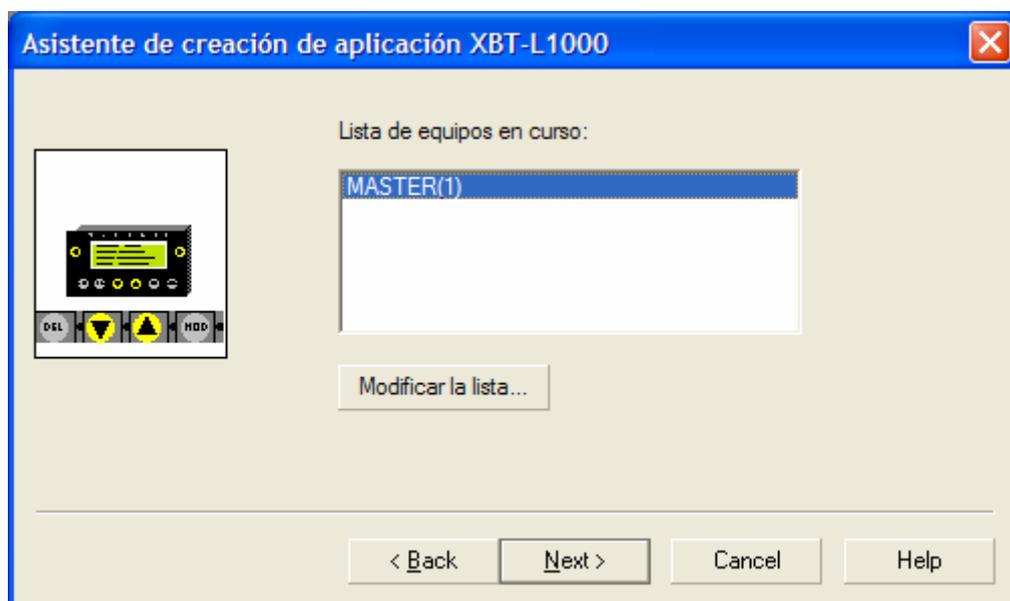


Figura 7.13. Diálogo asistente de creación de aplicación

Seleccione el idioma de trabajo

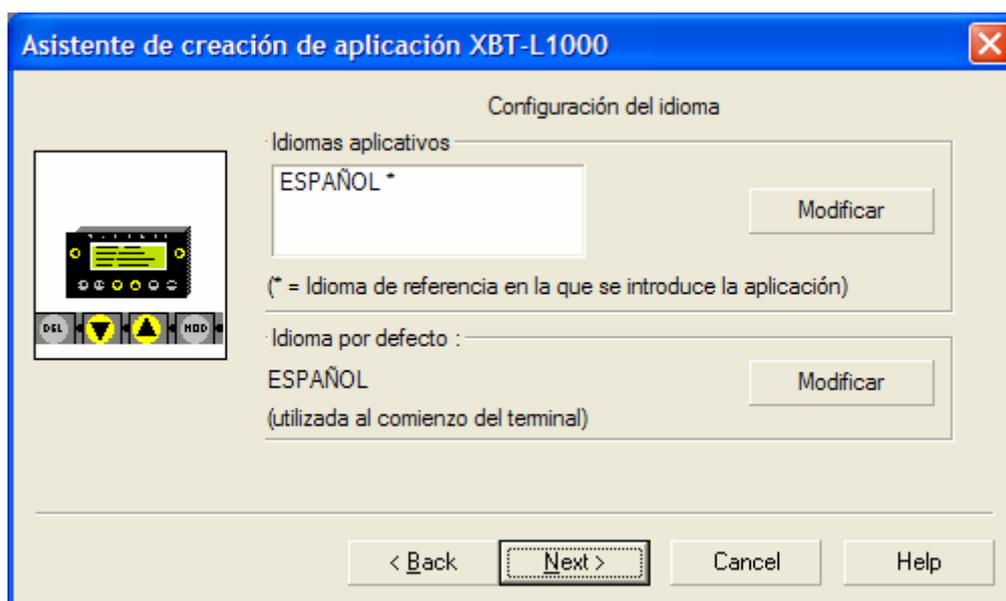


Figura 7.14. Diálogo asistente de creación de aplicación

Finalice el asistente de creación de aplicación.

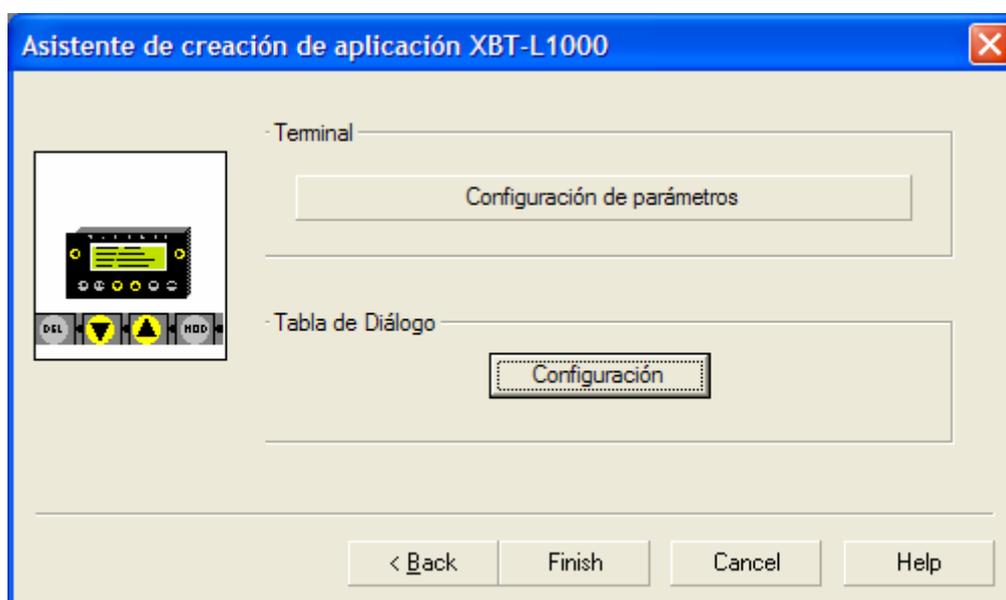


Figura 7.15. Diálogo asistente de creación de aplicación

Al finalizar el asistente se desplegará la pantalla de trabajo. El recuadro verde corresponde a la pantalla de la Magelis, todo lo que se digite en ella aparecerá en la interfaz.

Para crear diferentes pantallas diríjase al menú Página, Nueva Página, aplicación.

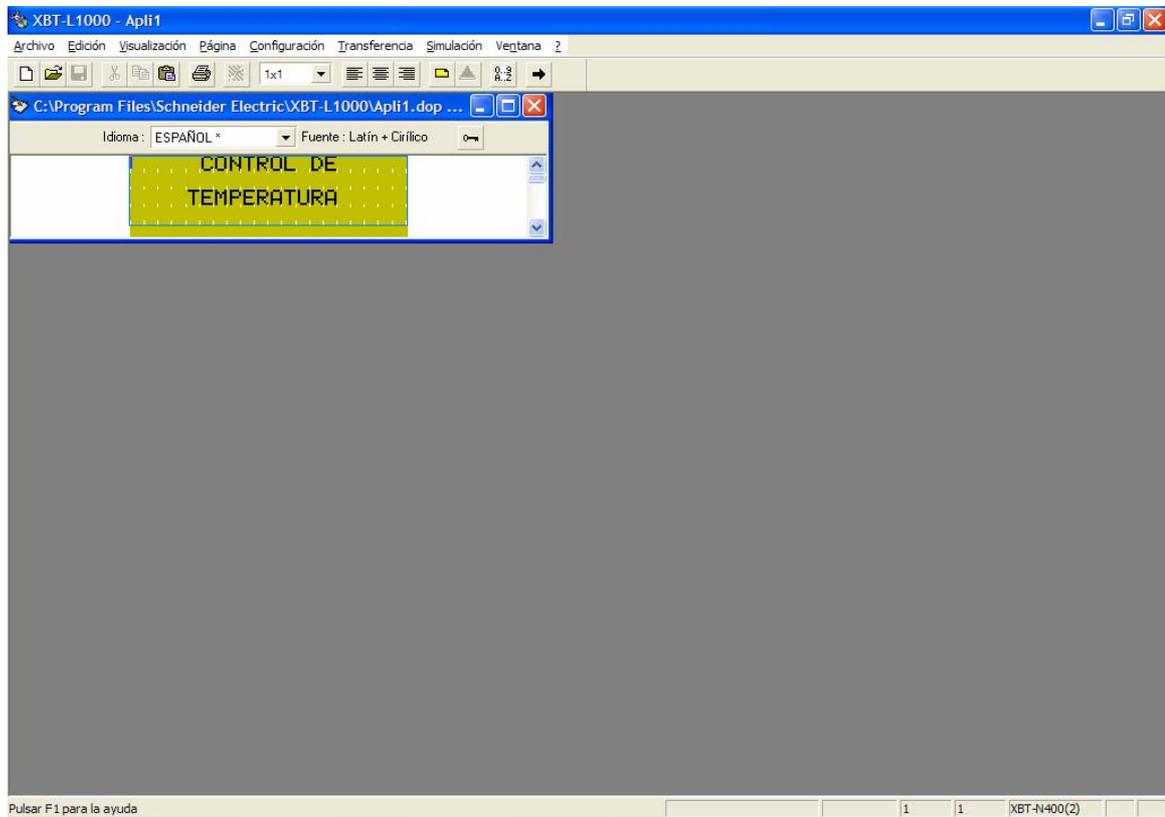


Figura 7.16. Pantalla de trabajo de XBTL1000

1. Simulación

Para simular la aplicación diríjase al menú Simulación. La pantalla que se muestra tiene las mismas funciones y características que la interfaz real.



Figura 7.17. Simulación

PRACTICA 6**CAMPOS Y VINCULOS****OBJETIVO:**

- Generar varias pantallas y vincularlas entre sí.
- Crear campos de lectura y escritura que permitan interactuar con las variables del proceso.

DESCRIPCIÓN:

En esta práctica el usuario realizará la supervisión del nivel de un tanque de agua, el cual posee un sensor de nivel que envía las señales al plc.

La activación o desactivación de las bombas de entrada y salida del agua al tanque podrá ser controlada desde la interfaz HMI

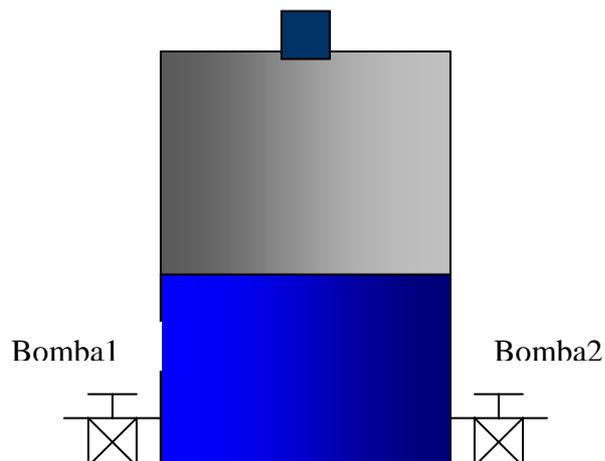


Figura 7.16. Esquema control de bombeo de un tanque

DESARROLLO:

1. Creación de la pantalla inicial y pantallas secundarias que contengan el estado de las bombas y lectura del sensor de nivel.
2. Vincular las pantallas mediante las flechas izquierda y derecha de la magelis.
3. Encender o apagar la bomba de entrada y de salida del tanque.

1. Creación de la pantalla inicial y pantallas secundarias que contengan el estado de las bombas y lectura del sensor de nivel.

Basándose en la práctica 1 crear cuatro pantallas que indiquen lo siguiente:

Pantalla 1:

CONTROL DE NIVEL

Pantalla 2:

BOMBA 1:

BOMBA 2:

Pantalla 3:

NIVEL:

Pantalla 4:

CONTROL DE BOMBAS

Bomba 1:

Bomba 2:

Para poder visualizar todas las páginas creadas escoja el menú Ventana, Arborescencia páginas.

En la pantalla 2 se podrá observar el estado de las bombas por lo tanto se leerá un registro del plc y en base a esto se indicará en pantalla si está encendida (ON) o si esta apagada (OFF); es así que cada bomba tendrá un vínculo hacia un registro del plc.

Para insertar vínculos dirjase al menú edición, inserta campo y se observará la siguiente ventana:

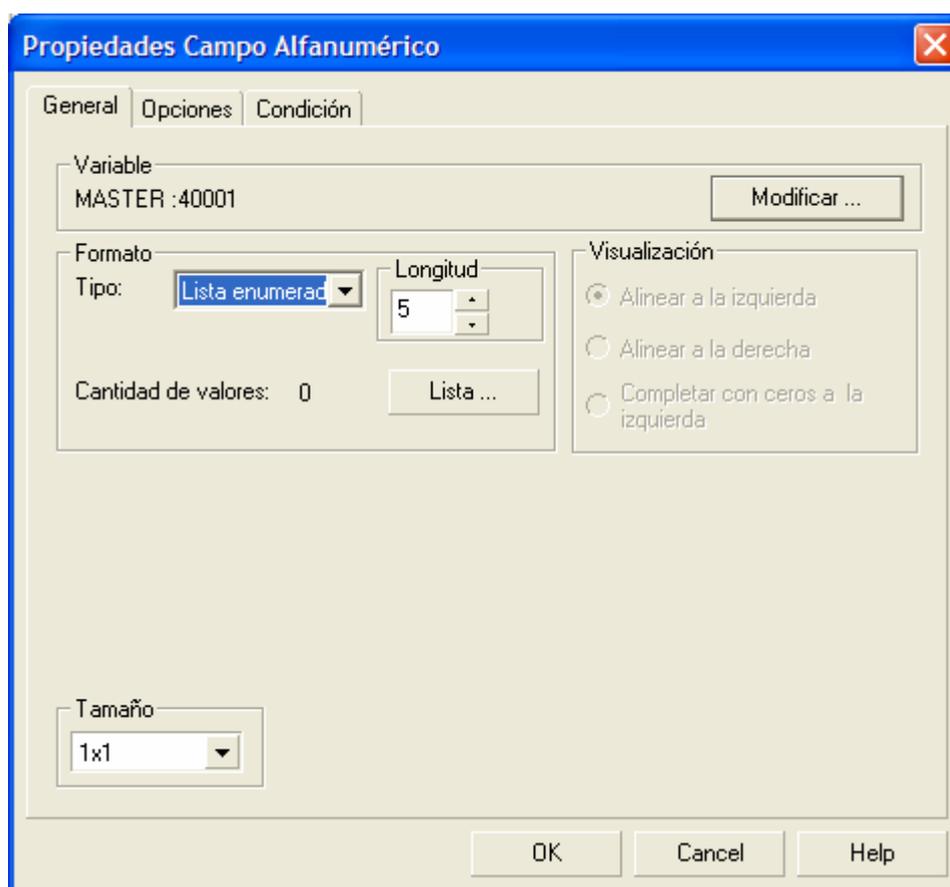


Figura 7.17. Diálogo insertar campo

La variable que se muestra es la que corresponderá al registro del plc que contenga el estado de la bomba 1, para seleccionar el registro presione el botón modificar.

Como se requiere que si el estado del registro es 1 indique en la pantalla ON y si el estado es 0 indique OFF, seleccione opciones y en acceso lectura, luego retorne a general y seleccione en formato lista enumerada y presione el botón lista.

The image shows a software dialog box titled "Lista enumerada". It features a "Valor" input field containing "0" and a "Texto (longitud 5 máx.)" input field containing "OFF". Below these fields is a list box with one entry: "0" followed by "OFF". To the right of the list box are several buttons: "Aceptar", "Cancelar", "Ayuda", "Caracteres ...", "Pegar", "Agregar ...", and "Suprimir". At the bottom of the dialog, there is a "Cantidad de valores:" field set to "1", and three checkboxes with corresponding text input fields: "Texto por defecto", "Texto si valor < min", and "Texto si valor > máx."

Figura 7.18. Creación lista enumerada

En la ventana que aparece escriba en valor 0 y en texto OFF, luego presione agregar y escriba en valor 1 y en texto ON.

Finalmente presione aceptar, esto permitirá conocer el estado de la bomba 1; para conocer el estado de la bomba 2 realice el mismo proceso.

Para leer el nivel del líquido en la pantalla 3, ubíquese en la misma, inserte un campo y luego de seleccionar el registro, en formato escoja decimal.

2. Vincular las pantallas mediante las flechas izquierda y derecha de la magelis.

Para vincular la pantalla 1 con la pantalla 2 mediante la flecha izquierda, ubíquese en la pantalla 1 y seleccione en el menú Edición, Inserta Vínculo.

Y en la ventana de diálogo que se muestra seleccione la flecha izquierda, acceso a página de aplicación y página 2; tal como se muestra a continuación:

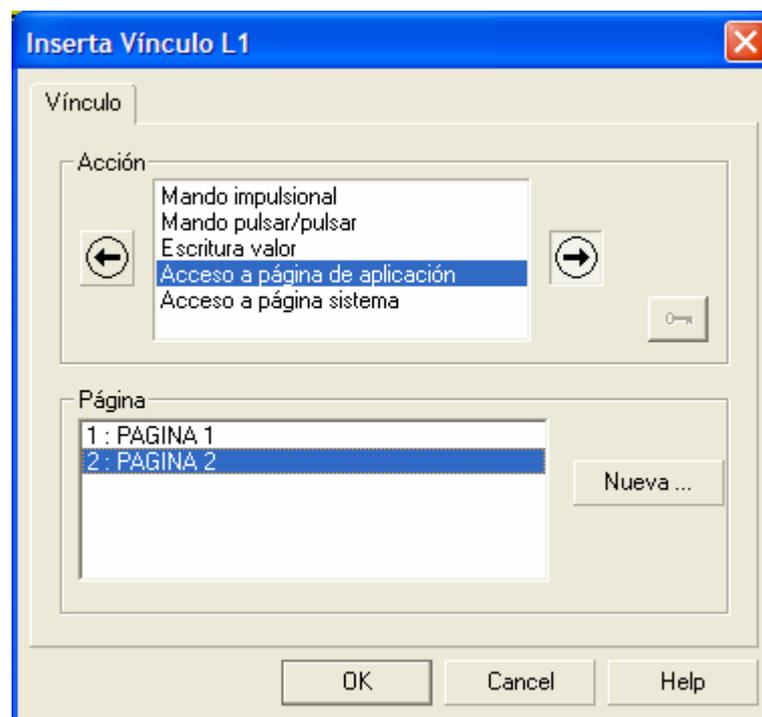


Figura 7.19. Configuración de acceso a página

Para vincular la página 2 con la página 1 mediante la flecha derecha ubíquese en la página 2, inserte un vínculo y en el cuadro de diálogo seleccione el botón de flecha derecha, acceso a página de aplicación, página 1.

Repita el mismo proceso para vincular el resto de páginas entre sí.

3. Encender o apagar la bomba de entrada y de salida del tanque.

El encendido o apagado de la bomba de entrada y de salida se realizará desde la pantalla 4, para encender la bomba 1 se introducirá el valor de 1 y para apagarla se ingresará el valor de 0. El ingreso de estos valores en la magelis se hará mediante la tecla mod, que permite indicar que se va a ingresar un valor, y mediante la flecha ascendente o descendente se puede modificar el valor que se va a ingresar. La programación para lograr esta acción se indica a continuación:

Para activar o desactivar las bombas desde la interfaz HMI ubíquese en la pantalla 4 e inserte un campo que vincule con el registro de la bomba 1, el acceso a este campo deberá ser de lectura/escritura.

Luego inserte un vínculo en la misma pantalla y en el cuadro de dialogo para insertar vínculo seleccione en Acción: escritura valor, en Variable: 40001 y en valor: variable.

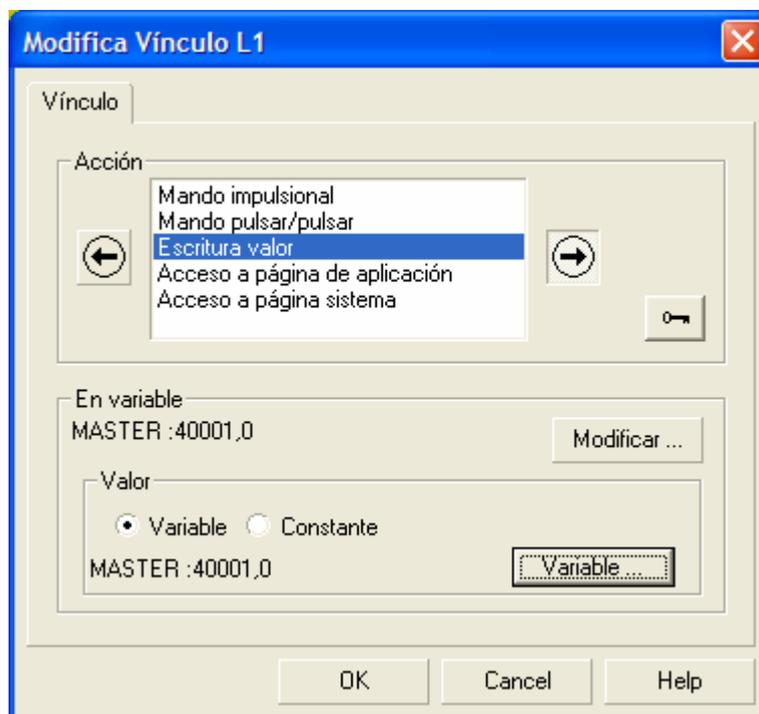


Figura 7.20. Creación lista enumerada

Para el caso de la bomba 2 repita el mismo procedimiento pero modifique el registro de trabajo que corresponde a esta variable en este caso el registro de trabajo es el 40002; para ello presione el botón modificar y configure el cuadro de diálogo como se muestra:

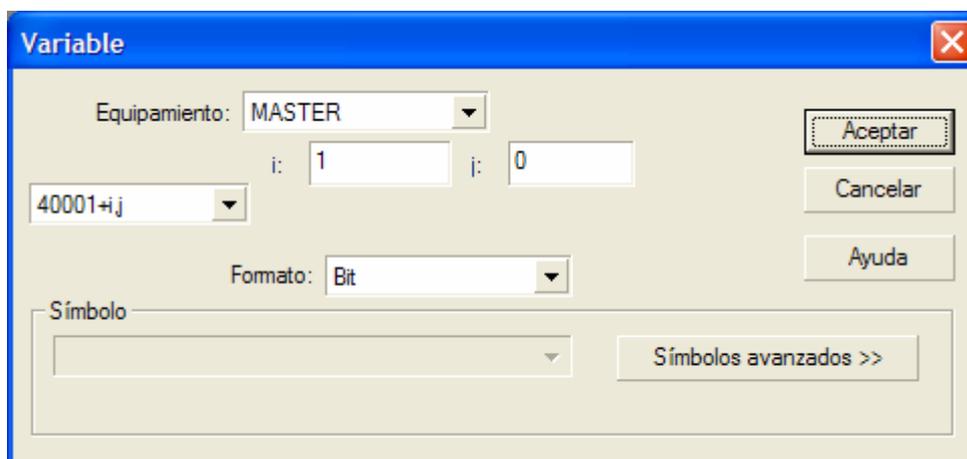


Figura 7.21. Configuración acceso variable del plc bomba 1

Igualmente presione el botón variable y configúrelo como se indica a continuación:

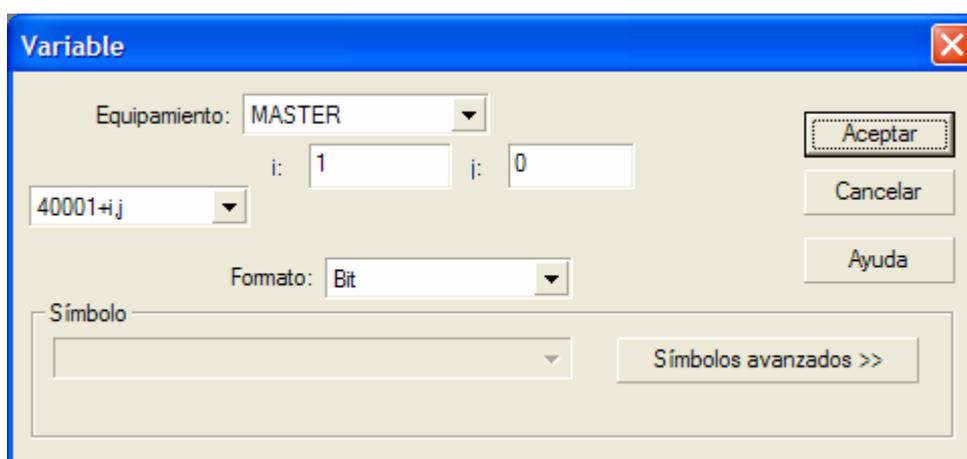


Figura 7.22. Configuración acceso variable del plc bomba 2

CAPITULO VIII

RED DE COMUNICACIÓN

8.1 INTRODUCCION

Una red, forma parte de nuestra vida cotidiana; algunas realizan el transporte de la energía: redes eléctricas; otras son, las redes de distribución de agua o del gas natural. Las redes de gas o de agua están formadas por tuberías o canales de diversas secciones.

Aunque la red eléctrica no se transporta por tuberías estas están llenas de electrones, invisibles a simple vista y que se desplazan por su interior. Actualmente, una gran parte del intercambio de informaciones se hace por medio de redes eléctricas.

La red eléctrica y electrónica más sencilla une un punto con otro: es el enlace punto a punto. Cuando se necesita unir varios puntos se debe realizar una red más compleja. En particular, una parte de la red puede ser común a varios puntos. La red de transporte de Muy Alta Tensión es un ejemplo de una red compleja.

La transmisión de información por canales eléctricos se utiliza cada vez más, hay otras redes que también realizan el transporte de información. Sus canales adoptan formas físicas muy variadas.

La información se transporta de dos formas:

- **en forma analógica:** emplea la tensión o la corriente en una gama continua de valores: ondas radio, de teléfono (a nivel de terminales); por ejemplo, el uso de 0 a 10 V o de 4 a 20 mA es frecuente en la industria, en mediciones y

regulación. La forma analógica de transmisión tiene un gran inconveniente: es sensible al ruido y a los parásitos. Un chisporroteo en una transmisión telefónica no es muy molesto, pero las «máquinas» no tienen la misma capacidad de «filtrado». y puede dar lugar a falsa información.

- **forma numérica (digital):** en todo momento se transmite una de las dos informaciones «on» u «off» (o mejor, «1» ó «0»). Esta información, la más simple que transmite, se llama «bit». Un conjunto de bits representa una información más rica.

8.1.1 Tipos de redes de comunicación

Las redes de comunicación fueron elaboradas según las necesidades las cuales pueden ser muy diferentes. De la misma manera que los cables eléctricos están adaptados al valor de tensión y de corriente que han de transportar, existe una gran variedad de redes en función de cada una de las necesidades.

Sus necesidades pueden definirse por su extensión geográfica:

- WAN («Wide Area Network» o red a gran distancia): cubre necesidades internacionales (servicios de reserva aérea) o nacionales (servicios de la Seguridad Social).
- LAN («Local Area Network» o red local): cubre necesidades limitadas a uno o varios edificios próximos entre sí, que pueden ser de uso industrial, terciario o doméstico).

Estas necesidades son satisfechas por redes que permiten intercambios a distancias que pueden ser importantes; utilizan la conexión serie y se llaman de enlace simpl También existen sistemas con enlaces complejo, para los que las distancias a cubrir son muy pequeñas: algunos centímetros. Es el caso de diferentes elementos que trabajan en muy estrecha colaboración por medio de un sistema de BUS llamado conexión paralelo,

El BUS paralelo se emplean en autómatas programables y ordenadores, asegurando las uniones entre los diversos equipos .

Los diferentes campos de aplicación son:

- telecomunicaciones,
- informática,
- control de procesos industriales,
- control de las utilidades para edificios,
- control de la distribución eléctrica.

Para cada uno de estos campos existe una oferta más o menos completa. Normalmente las necesidades están jerarquizadas (en pirámide) según varios niveles; cada una de estas redes tiene características y prestaciones adaptadas.

8.1.1.2 Redes de comunicación para control de procesos industriales

En el campo del control de procesos industriales (GTP o Gestión Técnica de Procesos), la oferta es también muy rica y jerarquizada. Cuando los captadores y actuadores «todo o nada» pasan a ser inteligentes, las uniones punto a punto se reemplazan por BUS de terreno.

Estos captadores y actuadores dialogan entre ellos y con los autómatas, robots, etc. utilizando redes de automatismos, como por ejemplo, JBUS o FIP.

	Ethernet	Profibus	FIP	JBUS/MODBUS	BatiBUS
destino	red informática	red control de proceso	BUS de terreno control proceso	red control de proceso	BUS de terreno control de edificios
tipo de equipo conectado	mini y micro ordenadores	captadores, actuadores de control de procesos autómatas	captadores, actuadores de control de procesos autómatas	equipos de automatismo	captadores, actuadores de control de edificios
medio	coaxial 50 Ω par trenzado	par trenzado blindado	par trenzado blindado	par trenzado	par trenzado
velocidad de	10 Mbit/s	9,6 kbit/s o 500kbit/s	31,25 Kbit/s 1 Mbit/s ó 2,5 Mbits/s	19,2 Kbit/s máx	4,8 Kbit/s
acceso al prioridades medio	CSMA-CD802,3	BUS de testigo	árbitro de BUS transferencia periódica de datos difusión de datos	Maestro/esclavo	CSMA con
topología	BUS	BUS	BUS	estrella o BUS	cualquiera
niveles implantados	del 1 al 7	1, 2 y 7	1, 2 y 7	1, 2 y 7	1, 2 y 7
notas	otros protocolos (OSI, TCP/IP, Decnet...) se implantan sobre niveles superiores	mensajeríaFMS (Fieldbus Message Specification) derivada de MMS y adaptada a Profibus	mensajería sub-MMS		

Tabla 8.1: Ejemplos de redes de comunicación para procesos industriales (Modicon modbus guía de referencia PI-MBUS-300)

8.2 MODBUS

Luego en que 1968, Modicon inventó el concepto de autómatas programables: “un único equipo responde a una gama muy amplia de necesidades y además simplifica toda la cadena del automatismo”. Se observó la necesidad de vincular los procesos industriales, permitiéndose obtener información además de supervisión de todo el funcionamiento de varios autómatas tanto en el campo como en la industria en sí.

Las técnicas de redes pasaron a ser ventajosas respecto a las conexiones de hilo a hilo para conectar las entradas y salidas de un autómatas. Estos son precisamente los buses de campo.

La industria actual, muchas aplicaciones han adoptado el bus de campo. Esta es la columna vertebral de la arquitectura del automatismo y pasa a ser un medio

extraordinariamente potente de intercambio, de visualización y de flexibilidad para los equipos conectados a él.

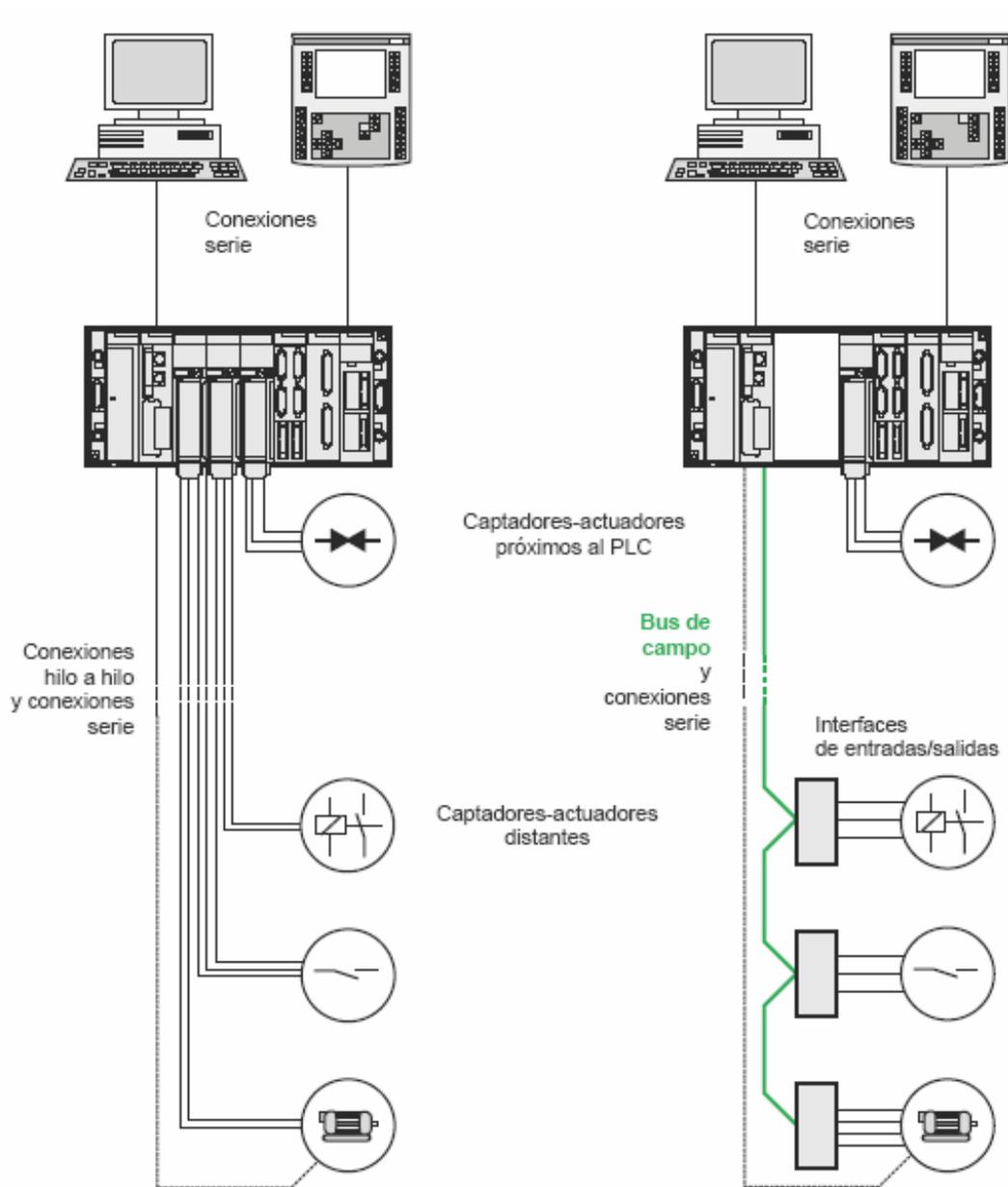


Figura 8.1: Formas de comunicación en hilo y bus de campo (CUADERNO DE TECNICO 171 Schneider Electric España S.A.)

El lenguaje utilizado por los PLC y automatismos de la línea Modicon y Telemecanique es el Protocolo Modbus (1979), contracción de Modicon BUS, paso a convertirse de hecho en un estándar.

En las primeras versiones de este protocolo su principio de funcionamiento fue el siguiente:

- conexiones entre autómatas,
- conexiones entre ordenadores,
- supervisión,
- conexión de consolas de programación.

Este protocolo posee una estructura de mensaje que los controladores e interfaces hombre máquina reconocerán y utilizarán, independientemente del tipo de red sobre la que se encuentren comunicados. Permite la descripción del proceso que usan los controladores para solicitar acceso a otros equipos como los variadores de velocidad o arrancadores suaves, como responden a solicitudes de otros dispositivos y como se detectan e informan los errores. Establece un formato común para la disposición y contenido de los campos de mensaje.

Modbus provee el estándar interno que usan los controladores de Modicon para enviar y recibir información. Durante las comunicaciones en una red Modbus, el protocolo determina como cada controlador sabrá su dirección, reconocerá un mensaje dirigido a él, determina la clase de acción a tomar, y extrae los datos u otra información contenida en el mensaje. Si se requiere una respuesta, el controlador construirá el mensaje de respuesta y lo enviará utilizando el Protocolo Modbus.

8.2.1 Características técnicas

Al ser Modbus un protocolo basado en la comunicación en serie se establecen comunicaciones en redes estándar Modbus utilizando dos modos de transmisión: ASCII o RTU. Los usuarios seleccionan el modo deseado, junto con los parámetros de comunicación del puerto serie (velocidad de transmisión en baudios, modo de paridad, etc.), durante la configuración de cada controlador. El modo y los parámetros del puerto serie ***tienen que ser los mismos para todos dispositivos en una red Modbus.***

La selección de modo ASCII o RTU determina como estará empaquetada la información en los campos de código y mensaje.

8.2.1.1 Modo ASCII

Una red Modbus cuando utiliza modo ASCII (Código Estándar Americano para Intercambio de Información), cada byte, de 8 bits, 1 de un mensaje se envía como dos caracteres ASCII. La principal ventaja del modo ASCII es que permite intervalos de tiempo de hasta un segundo entre caracteres sin producir error.

Sistema de Codificación:	Hexadecimal, caracteres ASCII 0-9, A-F Un carácter hexadecimal en cada carácter ASCII del mensaje
Bits por Byte	1 bit de comienzo 7 bits de datos, el bit menos significativo se envía primero 1 bit de paridad par/impar; o ninguno si no hay paridad 1 bit de fin si se usa control de paridad; ó 2 bits de fin si no se usa control de paridad
Campo de Control de Error	Control de Redundancia Longitudinal(LRC)

Tabla 8.2: Formato de cada byte en modo ASCII (Modicon modbus guía de referencia PI-MBUS-300)

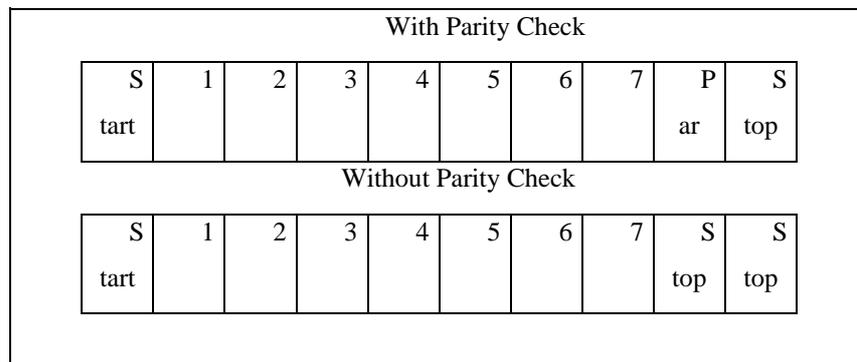


Figura 8.2: Secuencia de bits en modo ASCII (Modicon modbus guía de referencia PI-MBUS-300)

8.2.1.2 Modo RTU

Una red Modbus cuando utiliza modo RTU (Unidad de terminar Remota), cada byte, de 8 bits, 1 de un mensaje se envía como dos caracteres hexadecimales de 4 bits. La principal ventaja del modo RTU es que su mayor densidad de caracteres permite una mejor productividad de información que el modo anterior para una velocidad similar. Cada mensaje se transmite conjuntamente sin interrupción alguna.

Sistema de Codificación:	8 bits binarios hexadecimal , caracteres ASCII 0-9, A-F dos caracteres hexadecimales en cada campo de 8 bits
Bits por Byte	1 bit de comienzo 8 bits de datos, el bit menos significativo se envía primero 1 bit de paridad par/impar; o ninguno si no hay paridad 1 bit de fin si se usa control de paridad; ó 2 bits de fin si no se usa control de paridad
Campo de Control de Error	Control de Redundancia Cíclica (CRC)

Tabla 8.3: Formato de cada byte en modo RTU (Modicon modbus guía de referencia PI-MBUS-300)

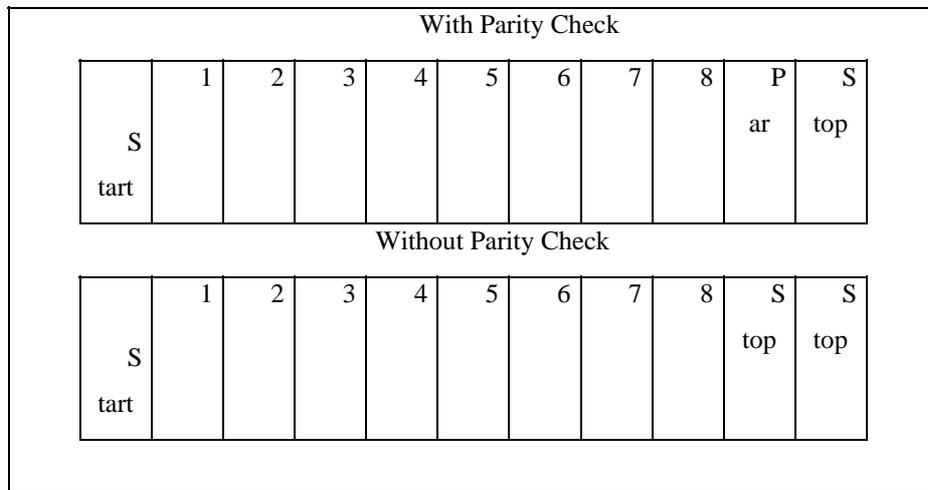


Figura 8.3: Secuencia de bits en modo RTU (Modicon modbus guía de referencia PI-MBUS-300)

8.2.2 Principio de funcionamiento

Los puertos estándar Modbus en los autómatas de Schneider Electric S.A. utilizan un puerto serial compatible con la interfase RS-232C que define conectores, cableado, niveles de señal, velocidad de transmisión en baudios y control de paridad. Los controladores pueden estar conectados directamente o a través de módem.

Los sistemas se comunican utilizando técnicas maestro - esclavo, en las que solamente un dispositivo (el maestro) puede iniciar las transacciones (llamadas "consultas"). Los otros dispositivos (esclavos) responden suministrando la información solicitada por el maestro, o tomando la acción solicitada en la consulta. Los dispositivos maestros típicos incluyen procesadores tipo "host" y paneles de programación. Los esclavos típicos son los controladores programables.

El maestro puede dirigirse a esclavos individualmente, o pueden lanzar un mensaje general para todos los esclavos. Los esclavos devuelven un mensaje (llamado “respuesta”) a las consultas que le son dirigidas individualmente. No se devuelven respuestas a los mensajes de consulta general lanzados por el maestro.

El protocolo de Modbus establece el formato para la consulta del maestro mandando hacia el dispositivo (o emitiendo) la Dirección, un Código de Operación que define la acción solicitada, alguna Información Adicional, y un campo de comprobación de error. El mensaje respuesta del esclavo también se construye utilizando formato de protocolo Modbus. Contiene campos que Confirman la Acción tomada, y o la Información Pedida, y el campo de Comprobación de error. Si ocurre un error en la recepción del mensaje, o si el esclavo es incapaz de realizar la acción solicitada, el esclavo devuelve un mensaje de error como respuesta.

8.2.2.1 Bytes de Eventos de Comunicación

El byte de evento devuelto por la función de Consulta del Diario de Eventos de Comunicación puede ser de cuatro tipos. El tipo está definido por el bit 7 (el bit de mayor orden) de cada byte. Podrá estar definido por el bit 6 en un futuro..

8.2.2.1.1 Evento Recepción de un Esclavo Modbus

Este tipo de byte de evento es almacenado por el esclavo cuando recibe un mensaje de consulta. Lo almacena después de procesar el mensaje. Este evento se define poniendo a “1” el bit 7. Los otros bits podrán estar a “1” si la condición correspondiente es verdadera.

Bit	Contenido
0	No usado
1	Error de Comunicaciones
2	No usado
3	No usado

4	Sobre-escritura de carácter
5	Normalmente solo en modo escucha
6	Recibida emisión general
7	1

Tabla 8.4: Configuración recepción de un esclavo (Modicon, guía de referencia) 225

8.2.2.1.2 Evento Envío de un Esclavo Modbus

Este tipo de byte de evento es almacenado por el esclavo cuando finaliza el proceso de un mensaje de consulta. Se almacena si el esclavo a devuelto una respuesta normal o una de excepción, o no ha respondido. Este evento se define poniendo a "0" el bit 7, dejando el bit 6 a "1". Los otros bits podrán estar a "1" si la condición correspondiente es verdadera.

Bit	Contenido
0	Enviada excepción de lectura (Códigos de excepción 1-3)
1	Enviada excepción aborto del esclavo (Código de excepción 4)
2	Enviada excepción esclavo ocupado (Código de excepción 5-6)
3	Enviada excepción Slave-Program-NAK (Código de excepción 7)
4	Ha ocurrido un time out en escritura
5	Normalmente solo en modo escucha
6	1
7	0

Tabla 8.5: Configuración envío de un esclavo (Modicon modbus guía de referencia PI-MBUS-300)

8.2.2.1.3. El Esclavo Entra en Modo de Solo Lectura

Este tipo de byte de evento lo almacena el esclavo cuando entra en Modo de Solo Lectura. El evento se define por el contenido 04 hex.

Bit	Contenido
0	0
1	0
2	1
3	0
4	0
5	0
6	0
7	0

Tabla 8.6: Configuración solo lectura por parte del esclavo (Modicon modbus guía de referencia PI-MBUS-300)

8.2.2.1.4. El Esclavo Inicia un Restablecimiento de Comunicaciones

Este tipo de byte de evento lo almacena el esclavo cuando se restablece su puerto de comunicaciones. El esclavo puede restablecerse por la función de Diagnostico (código 08), mediante la subfunción Opción Restablecer Comunicaciones (código 00 01).

Esta función deja también al esclavo en el modo “Continua ante un Error” o “Para ante un Error”. Si el esclavo queda en modo “Continua ante un error”, el byte de evento se añade al diario de eventos. Si el esclavo queda en modo “Para ante un Error”, el byte de evento se añade al diario de eventos y el resto del diario es puesto a cero.

Bit	Contenido
0	0
1	0
2	0
3	0
4	0
5	0
6	0
7	0

Tabla 8.7: Configuración reinicio de comunicación con un esclavo (Modicon modbus guía de referencia PI-MBUS-300)

2.2.2 Lecturas de registros de entrada

Lee los contenidos binarios de los registros de entrada (referencias 3X) en un esclavo. La Consulta General no está permitida.

El mensaje de consulta especifica el registro inicial y cantidad de registros a leer. Los registros se direccionan comenzando en cero: Los registros 1-16 se direccionan como 0-15.

QUERY	Example (Hex)
Field Name	
Slave Address	11
Function	04
Starting Address Hi	00
Starting Address Lo	08

No. of Points Hi	00
No. of Points Lo	01
Error Check (LRC or CRC)	-

Tabla 8.8: Lectura de Registros de Entrada – Consulta (Modicon modbus guía de referencia PI-MBUS-300)

La información de los registros se empaqueta en el mensaje de en dos bytes por registro con los contenidos binarios justificados por la derecha dentro de cada byte. Por cada registro, el primer byte contiene los bits de mayor orden y el segundo contienen los bits de menor orden.

La información se actualiza en el esclavo en el rango de 125 registros por scan en los controladores 984-X8X (984-685, etc.), y en el rango de 32 registros por scan para todos los demás controladores. La respuesta se devuelve cuando la información está ensamblada completamente.

RESPONSE	
Field Name	Example (Hex)
Slave Address	11
Function	04
Byte Count	02
Data Hi (Register 30009)	00
Data Lo (Register 30009)	0A
Error Check (LRC or CRC)	-

Tabla 8.10: Lectura de Registros de Entrada – Respuesta (Modicon modbus guía de referencia PI-MBUS-300)

El contenido del registro 30009 se representa como dos byte de valores 00 0A hex, o 10 decimal.

8.2.2.3 Escritura de registros de salida

Prefija un valor en un único registro interno (referencia 4X). En Consulta General, la función prefija la misma referencia de registro en todos los esclavos conectados.

La función escribira dentro della memoria protegida del controlador. El valor preestablecido permanecerá válido en el registro hasta que la lógica del controlador resuelva los contenidos de registro. El valor de registro permanecerá si no esta programado en la lógica de controlador.

El mensaje de consulta especifica la referencia del registro a modificar. Los registros se direccionan empezando en cero: El registro 1 se directora como 0.

El valor que se desea prefijar se especifica en el campo de información de consulta.

QUERRA	
Field Name	Example (Hex)
Slave Address	11
Function	06
Register Address Hi	00
Register Address Lo	01
Preset Data Hi	00
Preset Data Lo	03
Error Check (LRC or CRC)	-

Tabla 8.11 Valor en un Registro Individualmente – Consulta (Modicon modbus guía de referencia PI-MBUS-300)

La respuesta normal es un eco de la consulta, se devuelve después que el registro ha sido modificado.

RESPONSE	
Field Name	Example (Hex)
Slave Address	11
Function	06
Register Address Hi	00
Register Address Lo	01
Preset Data Hi	00
Preset Data Lo	03
Error Check (LRC or CRC)	-

Tabla 8.12: Valor en un registro Individualmente – Respuesta (Modicon modbus guía de referencia PI-MBUS-300)

8.2.2.3 Supervisión del esclavo

Devuelve la descripción del tipo de controlador presente en la Dirección esclava, el estado actual del indicador de Marcha del esclavo, y cierta información específica del dispositivo esclavo. La Consulta General no está permitida.

un ejemplo de una solicitud de Informe de ID y estado del dispositivo esclavo 17:

QUERY	
Field Name	Example (Hex)
Slave Address	11
Function	11
Error Check (LRC or CRC)	-

Tabla 8.13. Informe de ID Esclavo – Consulta (Modicon modbus guía de referencia PI-MBUS-300)

Se muestra a continuación el formato de una respuesta normal. Los contenidos de información son específicos para cada tipo de controlador Estos se listan en las páginas siguientes.

RESPONSE	
Field Name	Contents
Slave Address	Echo of Slave Address
Function	11
Byte Count	Device Specific
Slave ID	Device Specific
Run Indicator Status	00 = OFF, FF = ON
Additional Data	Device Specific
.....	
Error Check (LRC or CRC)	-

Tabla 8.14: Informe de ID del Esclavo – Respuesta (Modicon modbus guía de referencia PI-MBUS-300)

8.1.2. Diagnóstico de sistema

La función Modbus 08 permite una serie de pruebas para comprobar el sistema de comunicación entre maestro y esclavo, o para comprobar diversas condiciones internas de error dentro del esclavo. La Consulta General no está permitida.

La función usa en la consulta un código de subfunción de dos byte para definir el tipo de prueba se va a realizar. El esclavo devuelve, en una respuesta normal, tanto el código de operación como el de subfunción.

La mayoría de las consultas de diagnóstico utilizan un campo de información de dos byte para enviar información o control de diagnóstico al esclavo. Parte de los diagnósticos motivan que el esclavo devuelva información en el campo de información de una respuesta normal.

El efecto del Diagnóstico en el Esclavo no afecta al programa de usuario que está trabajando en el esclavo. La lógica de usuario, las entradas discretas y los registros, no se pueden acceder desde los diagnósticos. Ciertas funciones pueden restablecer opcionalmente contadores de error en el esclavo.

Un dispositivo esclavo puede, sin embargo, ser forzado a modo Solo Escucha Solamente en el cual puede recibir mensajes por el sistema de comunicaciones pero no los responden. Esto puede afectar al resultado de su programa de aplicación si este depende de intercambios de información con algún dispositivo esclavo. Generalmente, el modo se fuerza para retirar un dispositivo esclavo que funciona mal en el sistema de comunicaciones.

La consulta de diagnósticos y su respuesta muestra la ubicación del código de operación, el código de subfunción, y el campo de información dentro de los mensajes.

Los códigos de subfunción se lista con un ejemplo de los contenidos de campo de información que se aplicaría en ese diagnóstico.

Un ejemplo de solicitud para el dispositivo esclavo 17 para Devolver Información de Consulta. Esta consulta usa el código de subfunción cero (00 00 hex en campo de dos byte). La información devuelta se envía en campo de información de dos byte (A5 37 hex).

QUERY	
Field Name	Example (Hex)
Slave Address	11
Function	08
Subfunction Hi	00
Subfunction Lo	00
Data Hi	A5
Data Lo	37
Error Check (LRC or CRC)	-

Tabla 8.15 Diagnóstico- Consulta (Modicon modbus guía de referencia PI-MBUS-300)

La respuesta normal a la consulta de Devolver Información es devolver la misma información. Los códigos de función y subfunción también se devuelven.

RESPONSE	
Field Name	Example (Hex)
Slave Address	11
Function	08
Subfunction Hi	00
Subfunction Lo	00
Data Hi	A5
Data Lo	37
Error Check (LRC or CRC)	-

Tabla 8.16. Diagnósticos – Respuesta (Modicon modbus guía de referencia PI-MBUS-300)

Los campos de información en las respuestas a otras clases de consulta pueden contener contadores de error u otra información solicitada por el código de subfunción.

8.2.2.4.1 (OB Hex) Devuelve Contador de Mensaje de Bus

El campo de información de la respuesta devuelve la cantidad de mensajes que el esclavo ha detectado en el sistema de comunicaciones desde su ultimo reinicio, ultima operación de limpieza de contadores, o ultimo arranque.

Subfunction	Data Field (Query)	Data Field (Response)
00 OB	00 00	Total Message Count

Tabla 8.17. OB Hex (Modicon modbus guía de referencia PI-MBUS-300)

8.2.2.4.2 (OC Hex) Devuelve Cont. Error Bus de Comunicaciones

El campo de información de la respuesta devuelve la cantidad de errores de CRC detectados por el esclavo desde su ultimo reinicio, ultima operación de limpieza de contadores, o ultimo arranque.

Subfunction	Data Field (Query)	Data Field (Response)
00 OC	00 00	CRC Error Count

Tabla 8.18. OC Hex (Modicon modbus guía de referencia PI-MBUS-300)

8.2.2.4.3 (OD Hex) Devuelve Cont. Error de Excepción en el Bus

El campo de información de la respuesta devuelve la cantidad de respuestas de excepción Modbus devueltas por el esclavo desde su ultimo reinicio, ultima operación de limpieza de contadores, o ultimo arranque.

Subfunction	Data Field (Query)	Data Field (Response)
00 OD	00 00	Exception Error Count

Tabla 8.18. OC Hex (Modicon modbus guía de referencia PI-MBUS-300)

8.2.2.4.4 (OE Hex) Devuelve Contador de Mensajes del Esclavo

El campo de información de la respuesta devuelve la cantidad de mensajes dirigidos al esclavo o de consulta general, que el esclavo ha procesado desde su ultimo reinicio, ultima operación de limpieza de contadores, o ultimo arranque.

Subfunction	Data Field (Query)	Data Field (Response)
00 OE	00 00	Slave Message Count

Tabla 8.19. OE Hex (Modicon modbus guía de referencia PI-MBUS-300)

8.1.2.4.5 (OF Hex) Devuelve Contador No Respuesta del Esclavo

El campo de información de la respuesta devuelve la cantidad de mensajes dirigidos al esclavo y no contesto (ni en respuesta normal, ni en respuesta de excepción), desde su ultimo reinicio, ultima operación de limpieza de contadores, o ultimo arranque.

Subfunction	Data Field (Query)	Data Field (Response)
00 0F	00 00	Slave No Response Count

Tabla 8.20. 0F Hex (Modicon modbus guía de referencia PI-MBUS-300)

8.2.2.4.6. (10 Hex) Devuelve Contador NAK del Esclavo

El campo de información de la respuesta devuelve la cantidad de mensajes dirigidos al esclavo a los que devolvió una, respuesta de excepción, Negativa de Reconocimiento (NAK) desde su ultimo reinicio, ultima operación de limpieza de contadores, o ultimo arranque. Las respuestas de excepción se describen y están listadas en el Apéndice A.

Subfunction	Data Field (Query)	Data Field (Response)
00 10	00 00	Slave NAK Count

Tabla 8.21. 10 Hex (Modicon modbus guía de referencia PI-MBUS-300)

CAPITULO IX

INTEGRACIÓN DE MÓDULOS

9.1 GENERALIDADES

En la industria actual la comunicación de varios equipos nos permite tener el control absoluto de uno o varios procesos llegando a un nivel de automatización elevado. Tanto los autómatas como otros equipos dedicados al control colocados en red permiten optimizar el funcionamiento de una o varias plantas, debido a esto el mostrar el funcionamiento de una red con los módulos elaborados dará una mayor comprensión de la utilidad de un bus de campo como de una red industrial.

La integración de módulos consiste en controlar, comunicar y supervisar los módulos bajo un protocolo de comunicación, la compatibilidad de protocolos existentes entre los módulos de variación de velocidad y el modulo de automatismo e interfaz hombre máquina permiten dicha combinación.

El utilizar un medio de comunicación permite simplificar el cableado dentro del módulo, por ende en una aplicación general, el elaborar los cables de comunicación entre los equipos muestra una relación simple entre los puertos de conexión.

9.2 PROTOCOLO DE COMUNICACIÓN

El protocolo de comunicación a ser empleado es modbus ya que tanto los módulos sobre variación de velocidad como el módulo de automatismos e interfaz hombre máquina poseen este protocolo como base de su red de comunicación.

Entre las características básicas tenemos que mencionar la tasa de transmisión de 19200 baudios, no poseemos bit de paridad, sin signo y poseemos un time scan de 10 ms.

9.2.1. Transmisión de datos red

El modo de transmisión usado es modo de RTU. La máscara no contiene ningún bit de inicio, ni un bit de final de mensaje. Se define como sigue:



Figura 9.1. Transmisión de datos red

En modo RTU, empiezan los mensajes con un intervalo de silencio de al menos 3,5 veces un carácter. Esto se realiza esperando un tiempo múltiplo de la velocidad en baudios que se está utilizando en la red. Luego se transmite el primer campo, Dirección del dispositivo.

Los caracteres permitidos para todos los campos son 0-9, A-F hexadecimal. Los dispositivos conectados vigilan el bus de red continuamente, incluso en los intervalos de silencio. Cuando se recibe el primer campo (el Campo de Dirección), cada unidad lo decodifica para averiguar si es el dispositivo direccionado.

Después del último carácter transmitido se intercala un intervalo de tiempo equivalente, al menos, a 3.5 veces el tiempo de un carácter para marcar el fin del mensaje. Después de este intervalo puede comenzar un nuevo mensaje.

El formato de mensaje completo tiene que transmitirse conjuntamente. Si se produce un intervalo de más de 1.5 veces un carácter antes de la terminación del formato el dispositivo receptor asume el mensaje como

incompleto y supone que el byte n, siguiente, será el Campo Dirección de un nuevo mensaje.

Igualmente, si un mensaje nuevo comienza antes de 3.5 veces el tiempo de un carácter el segundo mensaje se considerará como continuación del anterior. Esto provocará un error, ya que el valor del campo CRC final no será válido por los dos mensajes combinados.

La tabla siguiente indica qué funciones de Modbus son manejadas por el Altivar 31, y especifica sus límites. Las funciones de lectura y escritura se definen desde el punto de vista del maestro.

Codigo (decimal)	Funcion	Difusión	Max. Valor de N	Nombre estándar en Modbus
3	Lectura de N output words	NO	29 palabras max.	registros de paridad
6	escritura de un output word	SI	–	Registro preseleccionado
16	escritura de N output words	SI	27 palabras max.	Múltiples registros preseleccionados
43	Identificación	NO	–	Lectura de la identificación del equipo

Tabla 9.1. Funciones Modbus manejadas por el ATV31

El protocolo Modbus RTU se comunica con el variador de velocidad mediante palabras de control en las cuales el maestro puede leer o escribir:

- Variables de control
- Variables de monitoreo
- Variables de configuración

- Variables de identificación

El variador de velocidad ATV31 posee registros internos en los cuales las palabras de control serán de lectura, escritura o lectura/escritura, dependiendo de la variable a ser manipulada.

9.2.2 Palabras de control de variador de velocidad atv31

9.2.2.1 Variables de configuración

Word	Cod	Units	Descripción	Posible Valores o rangos
W2	COd	–	Código Acceso.	0 to 9999
W4	CrL	0.1 mA	Referencia minima de la entrada AI2.	0 to 200
W5	CrH	0.1 mA	Referencia maxima de la entrada AI2.	40 to 200
W6	tCC	–	Control de 2 o 3 hilos via terminal este parámetro reasigna las I/O.	0 = 2C 1 = 3C 2 = no asignada
W10	Add	–	Dirección del dispositivo	1 to 31
W16	bdr	–	velocidad de transmisión este parámetro no se actualize mientras el variador no sea apagado o no se reinicie	7 = 9600 bps 8 = 19200 bps
W40	bFr	–	Configuración del motor.	0 = 50 Hz 1 = 60 Hz
W41	SdS	–	Factor de velocidad Spd puede ser ajustado mientras se encuentre enciando el variador.	1 to 200
W42	AOt	–	configuración de la salida analogica.	0 = 0 to 20 mA 1 = 4 to 20 mA
W51	SFr	0.1 kHz	selección de frecuencia (puede ser ajustada mientras se encuentra en operación).	20 to 150 (2 to 15 kHz)
W52	tFr	0.1 Hz	Frecuencia maxima.	400 to 4000
W53	FrS	0.1 Hz	frecuencia nominal del motor .	400 to 4000
W55	UnS	1 V	voltaje nominal del motor .	ATV28***M2: 200 to 240 ATV28***N4: 380 to 500
W59	tUn	–	Autotune.	0 = nO 1 = done 2 = YES
W60	nrd	–	reduccion de ruido del motor	0 = nO 1 = YES

W61	UFt		radio de frecuencia sobre voltaje (V/Hz ratio)	0 = L (torque contante) 1 = P (torque Variable) 2 = n (control vectorial de flujo por sensor) 3 = nLd (aplicaciones basadas en el ahorro de energía)
W64	brA	-	adaptación de una rampa de desaceleración.	0= nO 1 = YES
W65	Frt	0.1 Hz	selección de las rampas de aceleración y desaceleración Ac2 y Dec2	0 to HSP

Tabla 9.2. Palabras del control (Telemecanique, Catálogo del ATV31)239

9.2.2.2 Variables de configuración de I/O

Word	Cod	Units	Descripción	Posible Valores o rangos
W100	LI1		Asignación de la entrada lógica LI1 (solamente de lectura).	0 = No asignado (opción de control presente) tCC = OPT) 1 = Stop (if tCC = 3C) 2 = Forward operation (if tCC = 2C)
W101	LI2		Asignación de la entrada lógica LI2 (solamente de lectura).	0 = nO (No asignado) 2 = For (funcionamiento delante si tCC = 3C) 3 = rrS (funcionamiento en reversa) 4 = rP2 (selección de rampa) 5 = JOG (operación deJOG) 8 = PS2 (2 velocidades preseleccionadas) 9 = PS4 (4 velocidades preseleccionadas) 10 = PS8 (8 velocidades preseleccionadas) 11 = rFC (selección de referencia) 12 = nSt (parada el rueda libre) 13 = dCl (Parada por Inyección de CC) 14 = FSt (Parada rápida) 17 = FLO (Forzado local) 18 = rSt (Borrar fallos)
W102	LI3		Asignación de la entrada lógica LI3	0 = nO (No asignado) 3 = rrS (funcionamiento en reversa) 4 = rP2 (selección de rampa) 5 = JOG (operación deJOG) 8 = PS2 (2 velocidades preseleccionadas) 9 = PS4 (4 velocidades preseleccionadas) 10 = PS8 (8 velocidades preseleccionadas) 11 = rFC (selección de referencia) 12 = nSt (parada el rueda libre) 13 = dCl (Parada por Inyección de CC) 14 = FSt (Parada rápida)

				17 = FLO (Forzado local)
				18 = rSt (Borrar fallos)
W103	LI4		Asignación de la entrada lógica LI4	0 = nO (No asignado) 3 = rrS (funcionamiento en reversa) 4 = rP2 (selección de rampa) 5 = JOG (operación deJOG) 8 = PS2 (2 velocidades preseleccionadas) 9 = PS4 (4 velocidades preseleccionadas) 10 = PS8 (8 velocidades preseleccionadas) 11 = rFC (selección de referencia) 12 = nSt (parada el rueda libre) 13 = dCl (Parada por Inyección de CC) 14 = FSt (Parada rápida) 17 = FLO (Forzado local) 18 = rSt (Borrar fallos)
W107	AI2		Asignación de la entrada analógica AIC/AI2.	0 = nO (No asignado) 3 = SAI (referencia sumada) 4 = PIA (PI lazo cerrado— regulador PI en referencia AI1) 8 = PII (PI lazo cerrado — PI referencia interna)
W110	r2		Asignación del relé R2 .	0 = nO (No asignado) 4 = FtA (umbral de frecuencia alcanzado [Ftd]) 6 = CtA (umbral de corriente alcanzado [Ctd]) 7 = SrA (referencia de frecuencia alcanzado) 8 = tSA (umbral de térmico alcanzado [ttd])
W112	AO		Asignación de la salida analogica AO.	0 = nO (No asignado) 1 = OCr (corriente de motor) 2 = rFr (frecuencia del motor) 4 = OLO (torque del motor) 5 = OPr (taza del Motor)

Tabla 9.3. Variables de configuración de I/O (Telemecanique, Catálogo del ATV31)

9.2.2.3 Variables de identificación

Word	Code	Units	Description	Possible Values or Range
W250	HSP	0.1 Hz	Velocidad máxima	LSP to tFr
W251	LSP	0.1 Hz	Velocidad mínima	0 to HSP
W252	ACC	0.1 s	Aceleración (el tiempo entre 0 y 50/60 Hz).	0 = Rampa 0.05 s (caso especial) 1 a 36000 = Rampa 0.1 a 3600 s
W253	dEC	0.1 s	Desaceleración (el tiempo entre 50/60 y 0 Hz).	0 = Rampa 0.05 s (caso especial) 1 a 36000 = Rampa 0.1 a 3600 s
W254	UFR	1%	compensación IR	0 a 100
W255	FLG	1%	ganacia del lazo de frecuencia.	0 a 100
W258	ItH	0.1 A	corriente termica de proteccion.	0.5 x INV a 1.15 x INV, donde INV es la corriente nominal del variador
W259	SLP	0.1 Hz	Compensación de deslizamiento.	0 a 50

W260	AC2	0.1 s	Rampa de aceleración 2.	0 = Rampa 0.05 s (caso especial) 1 a 36000 = Rampa 0.1 a 3600 s
W261	dE2	0.1 s	Rampa de desaceleración 2.	0 = Rampa 0.05 s (caso especial) 1 a 36000 = Rampa 0.1 a 3600 s
W262	JOG	0.1 Hz	Operación JOG.	0 a 100
W264	SP2	0.1 Hz	Velocidad preseleccionada 2.	LSP a HSP
W265	SP3	0.1 Hz	Velocidad preseleccionada 3.	LSP a HSP
W266	SP4	0.1 Hz	Velocidad preseleccionada 4.	LSP a HSP
W267	SP5	0.1 Hz	Velocidad preseleccionada 5.	LSP a HSP
W268	SP6	0.1 Hz	Velocidad preseleccionada 6.	LSP a HSP
W269	SP7	0.1 Hz	Velocidad preseleccionada 7.	LSP a HSP
W270	IdC	0.1A	Inyección de corriente.	0.1 ItH a INV, donde INV es la corriente nominal del variador
W271	tdC	0.1 s	Tiempo de inyección de corriente.	0 a 254 = tiempo (0.0 s a 25.4 s) 255 = CONT (injeccion continua)
W272	tLS	0.1 s	Maximo tiempo a minima velocidad (LSP).	0 = NO (sin limite) 1 to 255 =tiempo (0.1 s a 25.5 s)
W279	rPG	0.01	Ganancia PI proporcional.	1 a 10000 (ganancia desde 0.01 a 100.00)
W280	rIG	0.01/s	Ganancia PI integral.	1 a 10000 (ganancia desde 0.01/s to 100.00/s)
W281	FbS	0.1	factor de escala PI feedback.	1 a 1000 (factor 0.1 a 100.0)
W282	Ctd	0.1 A	consigna de corriente alcanzada	0.5 x INV a 1.15 x INV, donde INV es la corriente nominal del variador
W283	ttd	1%	consigna térmica alcanzada.	1 a 118
W284	Ftd	0.1 Hz	consigna de frecuencia alcanzada.	0 a HSP
W286	JPF	0.1 Hz	frecuencia de corte en el rango de ± 1 Hz alrededor del valor definido.	0 a HSP
W287	PIC	-	cambio de sentido de giro con corrección PI del regulador.	0= nO 1 = YES
W340	rOt	-	control de la dirección de operación mediante control local.	0 = FOr (Forward) rRS (Reverse) 1 =

Tabla 9.4. Variables de identificación (Telemecanique, Catálogo del ATV31)

9.2.2.4 Variables de control

Word	Code	Units	Description	Possible Values or Range
W400	CMD	-	Palabra de control. La palabra es reinicada cuando el tiempo de espera CMI (W402) es igual a 1.	Bit 0 = 0 y Bit 15 = 0: No listo Bit 1 = 1 y Bit 15 = 0: Listo Bit 1 = 0: retorno del switch On al parámetro deseado Bit 1 = 1: Ninguna Bit 2 = 0 y Bit 15 = 0: parada rápida Bit 2 = 1: ninguna Bit 3 = 0 y Bit 15 = 0: DRIVECOM detener Bit 3 = 1 y Bit 15 = 0: DRIVECOM correr Bits 4 al 6: Reservado Bit 7 = 0: Ninguno Bit 7 = 1: regreso de valores

				<p>Bit 8 = 0 y Bit 15 = 1: control activado vía comunicación serial Bit 8 = 1 y Bit 15 = 1: control desactivado vía comunicación serial</p> <p>Bits 9 and 10: resevada</p> <p>Bit 11 = 0: comando de dirección normal Bit 11 = 1: comando de dirección reversa</p> <p>Bit 12 = 0: comando de motor en marcha (RUN) Bit 12 = 1: comando de motor parado</p> <p>Bit 13 = 0: No acción Bit 13 = 1: comando de frenado por inyección de corriente continua</p> <p>Bit 14 = 0: No acción Bit 14 = 1: parada rápida</p> <p>Bit 15 = 0: control estándar DRIVECOM Bit 15 = 1: ATV31 drive control</p>
W401	LFR	0.1 Hz	referencia de frecuencia en línea . parametro reiniciado cuando el tiempo de espera CMI (W402) is set to 1.	LSP al HSP
W402	CMI	–	registro de control interno	<p>Bit 0 = 0: ninguna Bit 0 = 1: Retorno a los ajustes de fábrica um</p> <p>Bit 1 = 0: No acción Bit 1 = 1: Guardar configuración y ajusten en ma memoria</p> <p>Bit 2 = 0: No acción</p> <p>Bit 2 = 1: retorno a los valores guardados en la EEPROM Bit 3 = reservado Bit 4 = 0: No acción</p> <p>Bit 4 = 1: selección de rampa</p> <p>Bits 5 al 12: Reservado</p> <p>Bit 13 = 0: variador con llave al parar Bit 13 = 1: variador sin llave al parar</p> <p>Bit 14 (NTO) = 0: detección de comunicación Bit 14 (NTO) = 1: comunicación no detectada o comunicación perdida</p> <p>Bit 15 = Reservado</p>
W440	rPI	0.1%	setpotint de controlador PI (si AIC/AI2 [W107] = PII)	0 al 1,000

Tabla 9.5. Variables de control (Telemecanique, Catálogo del ATV31)

9.2.2.4 Variables de monitoreo

Word	Code	Units	Description	Possible Values or Range
W450	FrH	0.1 Hz	referencia de frecuencia	Valor leído
W451	rFr	0.1 Hz	frecuencia aplicada al motor (valor absoluto).	Valor leído
W452	SPd	RPM	velocidad del motor estimada por el variador	Valor leído

			(valor absoluto).	
W453	LCr	0.1 A	corriente en el motor.	Valor leído
W454	ULn	0.1 V	voltaje de línea (desde bus).	Valor leído
W455	tHr	1%	estado térmico del motor (100% = estado térmico nominal, 118% = OLF limite).	Valor leído
W456	tHd	1%	estado térmico del variador (100% = estado térmico nominal, 118% = OLF limite).	Valor leído
W457	LFt		Ultimo fallo	0 = nOF (no registrado) 1 = InF (fallo interno) 2 = EEF (fallo en memoria EEPROM) 5 = SLF (fallo en la comunicación serial) 9 = OCF (fallo por sobrecorriente) 16 = OHF (falla por calentamiento del variador) 17 = OLF (falla sobrecarga del motor) 18 = ObF (falla por sobrevoltaje en DC) 19 = OSF (falla por sobrevoltaje en línea de alimentación) 20 = OPF (falla por pérdida de fase del motor) 21 = PHF (falla por pérdida de fase de alimentación) 23 = SCF (falla por cortocircuito en el Motor) 25 = tnF (falla en el Autotuning)
W458	ETA	–	DRIVECOM registro de estado del variador	Bit 0= 0: AC alimentación presente. variador no listo Bit 0= 1: AC alimentación presente. Variador listo Bit 1 = 0: variador no listo Bit 1 = 1: variador listo (rdY) Bit 2 = 0: DRIVECOM parado Bit 2 = 1: DRIVECOM en marcha Bit 3 = 0: fallo ausente Bit 3 = 1: fallo presente (FAI) Bit 4 = 0: AC alimentación presente Bit 4 = 1: AC sin alimentación Bit 5 = 0: parada rapida en progreso Bit 5 = 1: parada rapida ausente Bit 6 = 0: parade controlada Bit 6 = 1: parade en rueda libre Bit 7 = 0: alarma termica ausente Bit 7 = 1: alarma termica presente Bit 8: Reservado Bit 9 = 0: forzado local (FLO) Bit 9 = 1: sin forzado local Bit 10 = 0: referencia no encontrada Bit 10 = 1: referencia encontrada Bit 11 = 0 referencia de velocidad normal Bit 11 = 1: referencia de velocidad mayor a HSP o menor al LSP

				<p>Bits 12 and 13: Reservado</p> <p>Bit 14 = 0: No detenido por selector de parada Bit 14 = 1: No detenido por selector de parade</p> <p>Bit 15 = 0: rotacion horaria (output frequency) Bit 15 = 1: rotación en reversa sentido antihorario</p>
W459	ETI	–	control interno del variador registro número 1	<p>Bits 0 to 3: Reservado</p> <p>Bit 4 = 0: Motor detenido Bit 4 = 1: Motor en marcha</p> <p>Bit 5 = 0: No DC inyección Bit 5 = 1: DC inyección</p> <p>Bit 6 = 0: variador en estado continuo Bit 6 = 1: variador en estado transitorio</p> <p>Bit 7 = 0: No alarma térmica por sobrecarga Bit 7 = 1: alarma térmica por sobrecarga</p> <p>Bit 8 = 0: No alarma por frenado excesivo Bit 8 = 1: alarma por frenado excesivo</p> <p>Bits 9 and 10: Reservado</p> <p>Bit 11 = 0: No alarma por limite de corriente Bit 11 = 1: alarma por limite de corriente</p> <p>Bit 12: Reservado</p> <p>Bit 13=0 and Bit 14=0: variador controlado via Terminal Bit 13=0 and Bit 14=1: variador controlado via comunicación serial Bit 13=1 and Bit 14= 0: variador controlado via terminal remoto</p> <p>Bit 15 = 0: petición de rotación en sentido horario Bit 15 = 1: petición de rotación en sentido antihorario</p>
W460	ETI2	–	control interno del variador registro número 2	<p>Bits 0 to 3: Reservado</p> <p>Bit 4 = 0: referencia de velocidad encontrada Bit 4 = 1: referencia de velocidad no encontrada</p> <p>Bit 5 = 0: umbral de frecuencia no alcanzado (Ftd) Bit 5 = 1: umbral de frecuencia alcanzado (Ftd)</p> <p>Bit 6 = 0: umbral de corriente no alcanzado (Ctd) Bit 6 = 1: umbral de corriente alcanzado (Ctd)</p> <p>Bits 7 to 15: Reservado</p>
W461	ETI3	–	control interno del variador registro número 3	Reservado
W462	DP1	–	Ultimo fallo numero 1	<p>0 1 2 5 = = = nOF (No memorizado)</p> <p>9 16 = = = InF (fallo interno)</p> <p>17 18 = = = EEF (fallo en la memoria EEPROM)</p> <p>19 20 = = = SLF (fallo en la comunicación serial)</p> <p>21 23 = OCF (fallo por sobrecorriente)</p> <p>25 OHF (calentamiento del variador)</p> <p>OLF (calentamiento del motor)</p> <p>ObF (sobrevoltaje en DC)</p> <p>OSF (sobrevoltaje en alimentación) OPF (perdida de fase del motor)</p> <p>PHF (perdida de fase de alimentación) SCF (corto circuito del motor)</p> <p>tnF (falla en el Autotuning)</p>

W464	DP2	–	Ultimo fallo numero 2	similar al DP1 (W462)
W466	DP3	–	Ultimo fallo numero 3	similar al DP1 (W462)
W468	DP4	–	Ultimo fallo numero 4	similar al DP1 (W462)
W478	IOLR	–	imagen de las I/O.	Bit 0 = LI1 Bit 1 = LI2 Bit 2 = LI3 Bit 3 = LI4 Bit 4 = LI5 Bit 5 = LI6 Bits 6 al 7: Reservado Bit 8 = R1 Bit 9 = R2 Bits 10 to 15: Reservado
W479	AI1R	0.001 V	Imagen de la entrada analógica AI1 AI3.	Valor leído
W480	AI2R	0.001 mA	Imagen de la entrada analógica AI2	Valor leído
W482	AOR	0.001 mA	Imagen de la salida analógica AI0	Escritura (autorizada si AO = nO): 0 to 20000 Lectura (solamente si AO es asignada): valor leído
W483	DF1	–	registro de fallos 1 (sin fallos si los bits = 0).	Bit 0 = 1: asignación incorrecta de constantes (InF) Bit 1 = 1: tasa de trasferencia desconocida (InF) Bit 2 = 1: incompatible hardware (InF) Bit 3 = 1: falla de la memoria EEPROM (EEF) Bits 4 to 7: Reservado Bit 8 = 1: Fallo de comunicacion serial(SLF) Bits 9 to 12: Reservado Bit 13 = 1: corto circuito del motor(SCF) Bits 14 and 15: Reservado
W484	DF2	–	registro de fallos 1 (sin fallos si los bits = 0).	Bits 0 to 2: Reservado Bit 3 = 1: fallo por sobrecorriente (OCF) Bits 4 to 6: Reservado Bit 7 = 1: fallo por calentamiento del variador (OHF) Bit 8 = 1: falla por sobrecarga del motor(OLF) Bit 9: Reservado Bit 10 = 1: fallo por sobrecorriente DC (ObF) Bit 11 = 1: fallo por sobrevoltaje de línea (OSF) Bit 12 = 1: falla de fase del motor (OPF) Bit 13 = 1: falla de alimentación (PHF) Bit 14 = 1: fallo por bajo voltaje en línea (USF) Bit 15 = 1: fallo (InF)
W487	OLO	1%	toque del Motor	Valor leído
W491	OPr	1%	potencia del motor	Valor leído
W530	TIM	1 H	Tiempo acumulado de operación en horas	Valor leído
W551	CPU	–	versión del Firmware del dispositivo	Bits 0 to 7: índice hexadecimal Bits 8 to 15: versión firmware en formato hexadecimal

Tabla 9.6. Variables de monitoreo (Telemecanique, Catálogo del ATV31)

9.3 DESCRIPCIÓN FÍSICA DE LA RED

Al utilizar modbus en los módulos donde el variador de velocidad ATV31 es el elemento constitutivo, se debe conocer la parte física de la red que involucra al variador el cual es el puerto de comunicación; este es un puerto RS485 con Terminal RJ45 el cual permite la conexión tanto en protocolo Modbus como en CanOpen.

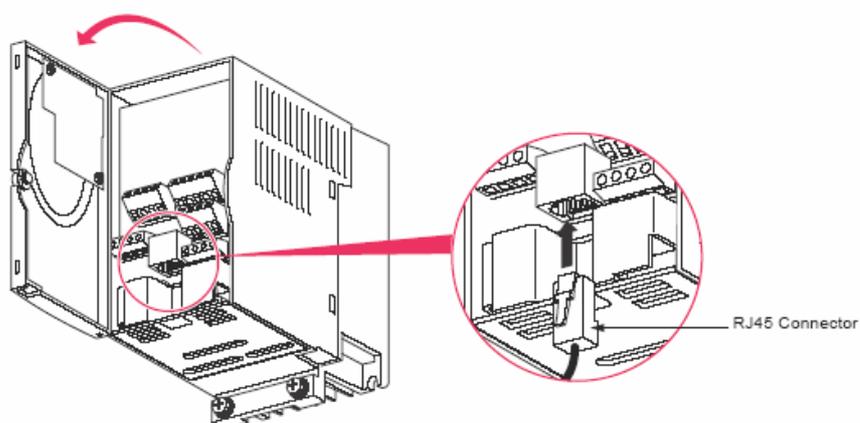


Figura 9.2. Conector RJ45 del Variador ATV 31 (Telemecanique, Catálogo ATV31)

Siendo los pines de conexión de comunicación del Variador de Velocidad ATV31 los siguientes:

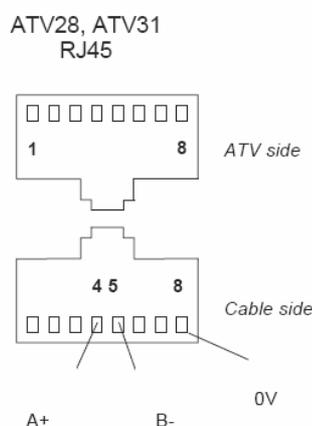


Figura 9.3. Señales del conector RJ45 (Telemecanique, Twido S1005 Versión A)

Referente al autómatas Twido posee dos puertos de comunicación, el primero es un puerto RS 485 con terminal mini din y nos permite la comunicación con el hmi , el segundo es un puerto RS 485 con terminal lineal y permite la comunicación con los variadores de velocidad.

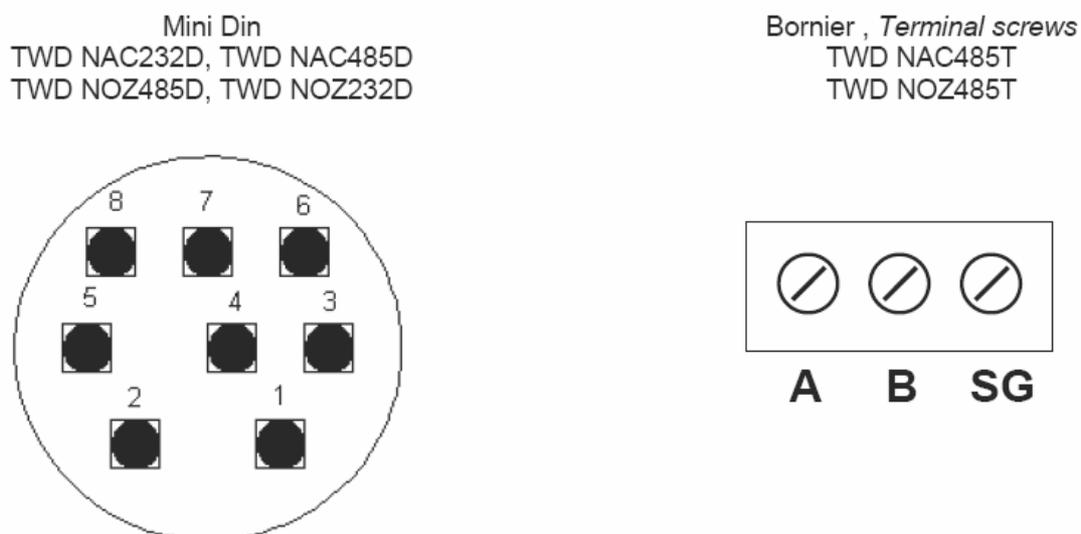


Figura 9.4. Puertos de conexión del TWIDO (Telemecanique, Twido S1005 Versión A)

Siendo los pines de conexión de comunicación de los puertos de comunicación del Autómatas Twido los siguientes:

Pin	Option RS232-C	Option RS485	Base RS485
1	RTS	A +	A +
2	DTR	B -	B -
3	TXD	NC	DU
4	RXD	NC	/DE
5	DSR	NC	/DPT
6	0 V	NC	DU
7	0 V	0 V	0 V
8	5 V (180mA*)	5 V (180mA*)	5 V (180mA*)

Pin	Option RS485
A	A(+)
B	B(-)
SG	0 V

Tabla 9.7. Pines de los puertos de conexión del TWIDO (Telemecanique, Twido S1005 Versión A)

Referente al HMI Magelis, posee un puerto de comunicación, el cual es RS 485 con terminal RJ45 como se observa en la gráfica.

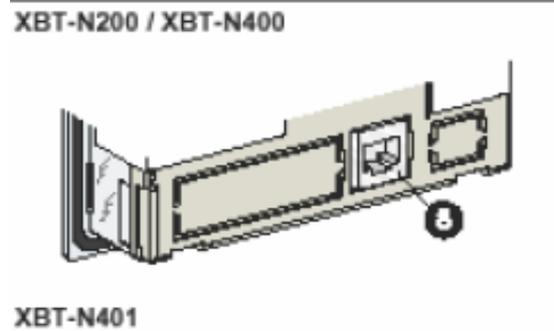


Figura 9.5. Puertos de conexión de la Magelis (Telemecanique, Twido S1005 Versión A)

Siendo los pines de conexión de comunicación del puerto de comunicación del HMI Magelis:

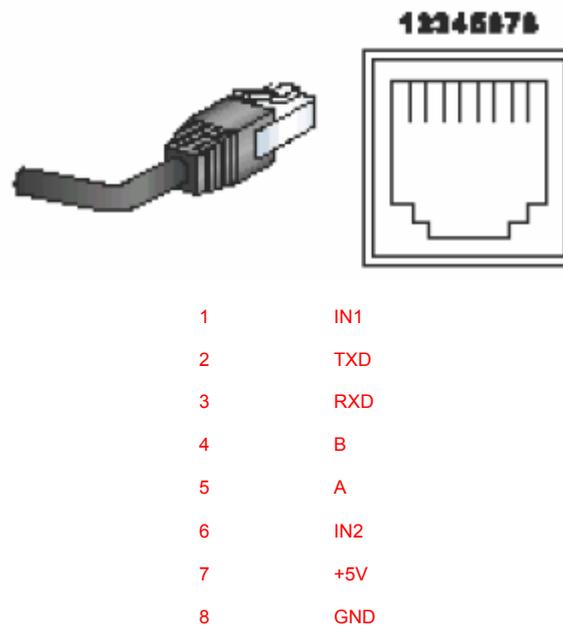


Figura 9.6. Pines de conexión del puerto de la Magelis (Telemecanique, Twido S1005 Versión A)

9.4 Esquema de conexión

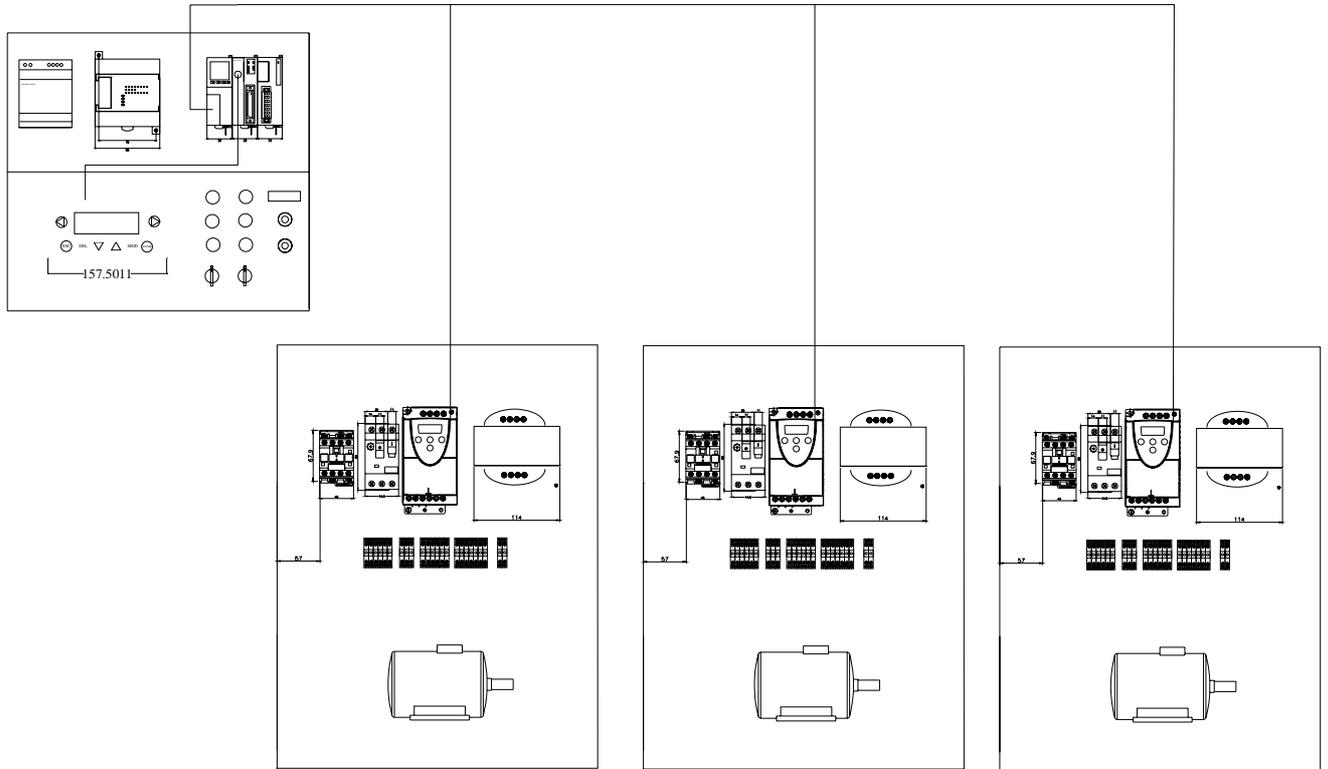


Figura 9.7. Esquema de Conexión Magelis-Twido-Variadores

9.5 Funcionamiento de la red

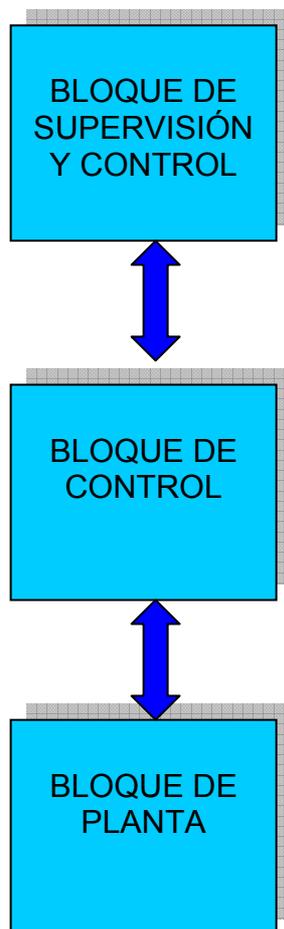


Figura 9.8. Diagrama de bloques de la red

9.5.1. Bloque de supervisión y control:

Este bloque lo constituye la interfaz hombre-máquina Magelis XBTN400, la cual permite la visualización de los parámetros de funcionamiento de los esclavos en este caso los variadores; adicionalmente, da las órdenes de arrancarlos, o pararlos así como también permite alterar la velocidad de trabajo de los mismos.

Dentro de la red se constituye como el maestro de la misma. Pues al ser conectado al plc, la interfaz toma el control del mismo.

Desde este bloque se envían instrucciones de arrancar y parar los motores mediante mandos impulsionales configurados en las teclas de flecha de la magelis, estos mandos impulsionales actuarán sobre bits de la memoria (%Mi) del twido.

Adicionalmente se alterará la velocidad de trabajo de los motores, para este efecto se ingresarán valores desde la magelis en palabras de memoria del plc (%MWi).

Los valores que son mostrados al usuario igualmente han sido leídos de registros del plc.

9.5.2. Bloque de control

Este bloque está formado por el plc modular, el cual está encargado de procesar las instrucciones provenientes de la magelis y transmitir los códigos necesarios que permiten actuar sobre los variadores en la forma requerida.

Mediante el intercambio de instrucciones Exch el plc controla el bloque de planta, enviando instrucciones a los variadores tanto para el arranque como para el frenado.

Este bloque es un esclavo de la interfaz hmi pero a la vez es maestro de los variadores.

9.5.3. Bloque de planta

El bloque de planta lo constituyen los variadores de velocidad, estos recibirán instrucciones del plc, mediante una conexión modbus.

Estas instrucciones fueron descritas en variables de monitoreo.

PRACTICA 1**CONFIGURACIÓN DE UN SOLO MOTOR****OBJETIVO:**

Modificar las características de un solo motor, tales como velocidad de trabajo, tiempo de aceleración, tiempo de desaceleración, y tipo de frenado

Dar la orden de arranque y de parada desde la interfaz.

DESCRIPCIÓN:

En esta práctica se ingresará por medio de la magelis la velocidad, tiempo de aceleración y tiempo de desaceleración para un motor.

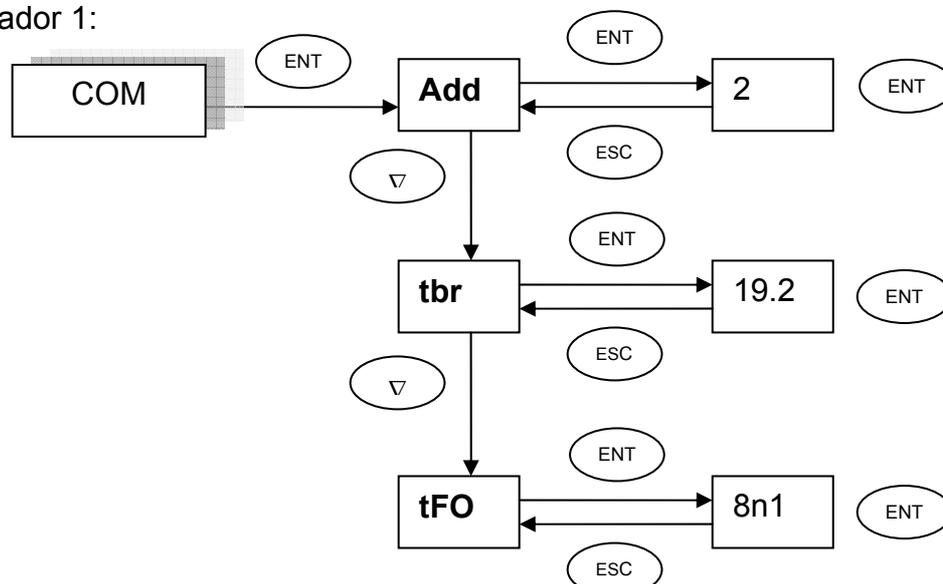
Igualmente se dará las órdenes de arranque y parada del motor.

DESARROLLO:

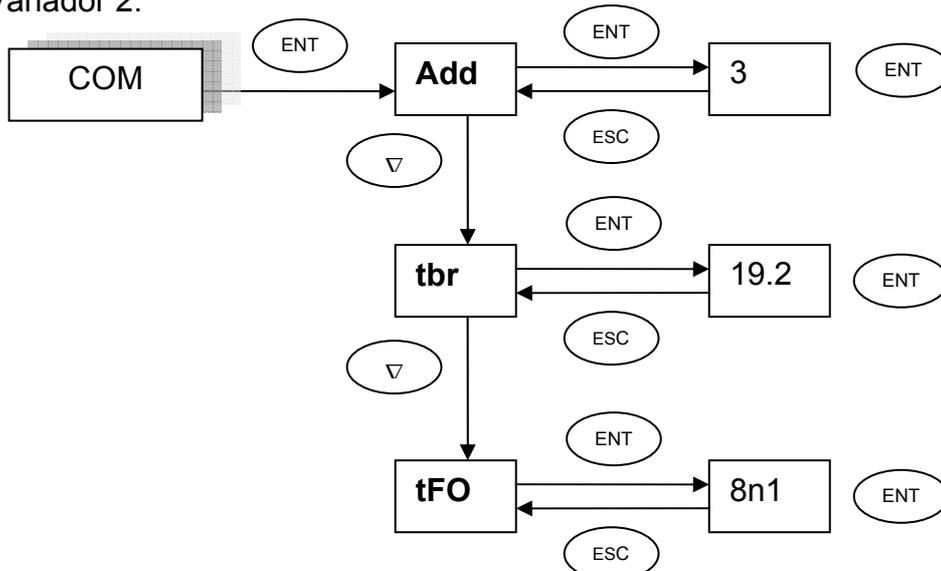
1. Configuración de los variadores
2. Configuración del puerto del plc
3. Programación del plc.
4. Programación de la interfaz HMI

1. Configuración de los variadores

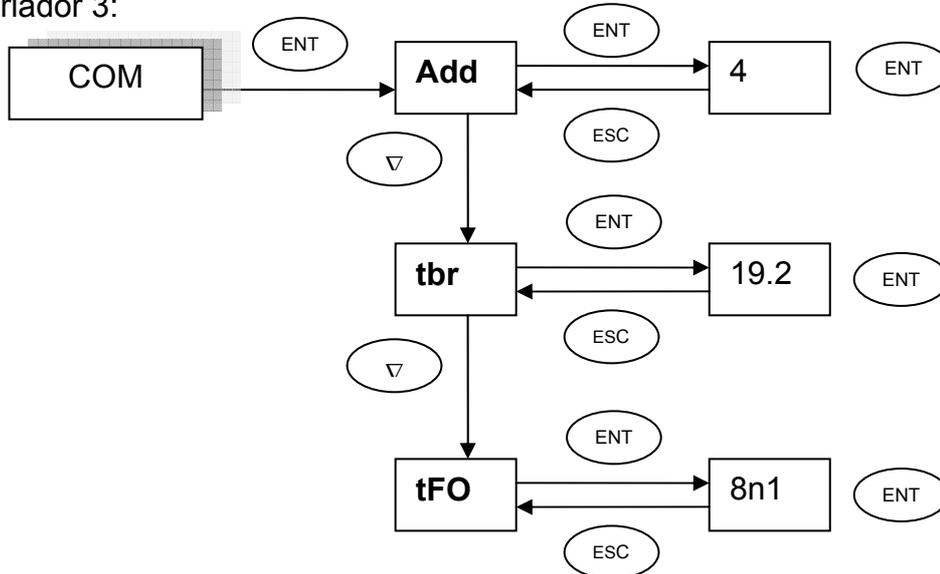
Variador 1:



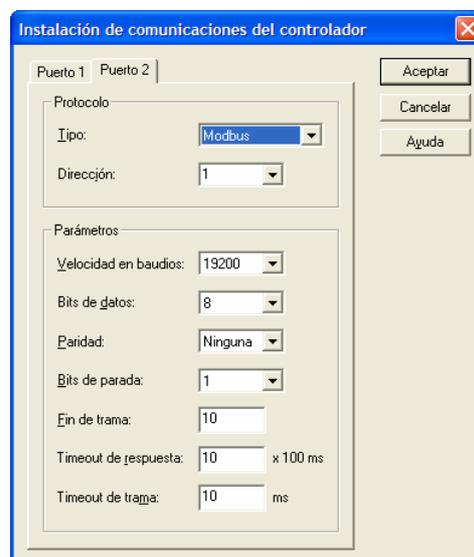
Variador 2:



Variador 3:



2. Configuración del puerto del PLC



3. Programación del PLC

La escritura de n palabras en un esclavo modbus está basada en la siguiente tabla:

	Índice de tabla	Byte más significativo	Byte menos significativo
Tabla de control	0	01 (emisión/recepción)	8 + (2*N) (Longitud de emisión)
	1	00 (Desplazamiento de recepción)	07 (Desplazamiento de emisión)
Tabla de emisión	2	Slave a (1 a 247)	16 (Código de petición)
	3	Número de la primera palabra que se va a escribir	
	4	N = Número de palabras que se van a escribir	
	5	00 (byte no enviado, efecto de offset)	2*N = N.º de bytes que se van a escribir
	6	Primer valor de la palabra que se va a escribir	
	7	Segundo valor que se va a escribir	
	...		
	N+5	Valores N que se van a escribir	
Tabla de recepción (después de la respuesta)	N+6	Slave a (1 a 247)	16 (Código de respuesta)
	N+7	Número de la primera palabra escrita	
	N+8	Número de palabras escritas (= N)	

Para dar la orden de puesta en marcha o paro del motor se envía los siguientes códigos:

Variable	Valor	Significado	
		Byte más significativo	Byte menos significativo
MW0	010C	Emisión/recepción	Envío de 2 bytes
MW1	0007	Desplazamiento de recepción	Desplazamiento de emisión
MW2	0210	Esclavo 2	Código de petición
MW3	0190	Dirección de la 1º palabra: 400	

MW4	0002	Escritura de 2 palabras
MW5	0004	Escritura de 2 bytes

Para poner en marcha al motor a una velocidad determinada:

MW6	8002	Poner en marcha el motor
MW7	MW31*10	Fijar la velocidad de acuerdo al registro MW31 recibido de la Magelis

El envío de estas palabras se hará por activación del bit %M15 proveniente de la Magelis

Para parar el variador con inyección de corriente :

MW6	B002	Parar el variador
MW7	0000	Poner a cero la velocidad

Esta orden se activará por medio del bit %M18 proveniente de la Magelis

Para parar el variador con parada rápida

MW6	9002	Parar el variador
MW7	0000	Poner a cero la velocidad

Esta orden se activará por medio del bit %M19 proveniente de la Magelis

Para configurar el tiempo de aceleración y desaceleración se envía la siguiente tabla:

Variable	Valor	Significado	
		Byte más significativo	Byte menos significativo
MW40	010C	Emisión/	Envío de 2 bytes

		recepción	
MW41	0007	Desplazamiento de recepción	Desplazamiento de emisión
MW42	0210	Esclavo 2	Código de petición
MW43	00FC	Dirección de la 1º palabra: 252	
MW44	0002	Escritura de 2 palabras	
MW45	0004	Escritura de 2 bytes	
MW46	MW32*10	Valor de tiempo de aceleración proveniente de la Magelis	
MW47	MW33*10	Valor de tiempo de desaceleración proveniente de la Magelis	

Las palabras de control de la 20 a la 29 han sido usadas para lectura de 2 palabras. Con el objetivo de mostrar la lectura de registros de un variador se explicará estos códigos sin embargo no tienen ningún efecto en esta práctica pudiendo ser omitidas del programa.

La tabla de lectura de varias palabras se muestra a continuación

	Índice de tabla	Byte más significativo	Byte menos significativo
Tabla de control	0	01 (emisión/recepción)	06 (Longitud de emisión) (*)
	1	03 (Desplazamiento de recepción)	00 (Desplazamiento de emisión)
Tabla de emisión	2	Slave a (1 a 247)	03 ó 04 (Código de petición)
	3	Número de la primera palabra que se va a leer	
	4	N = Número de palabras de lectura (1)	
Tabla de recepción (después de la respuesta)	5	Slave a (1 a 247)	03 (Código de respuesta)
	6	00 (byte añadido por la acción offset Rx)	2*N (número de bytes leídos)
	7	Primera palabra leída	
	8	Segunda palabra leída (si N>1)	
	...		
	N+6	Palabra N leída (si N>2)	

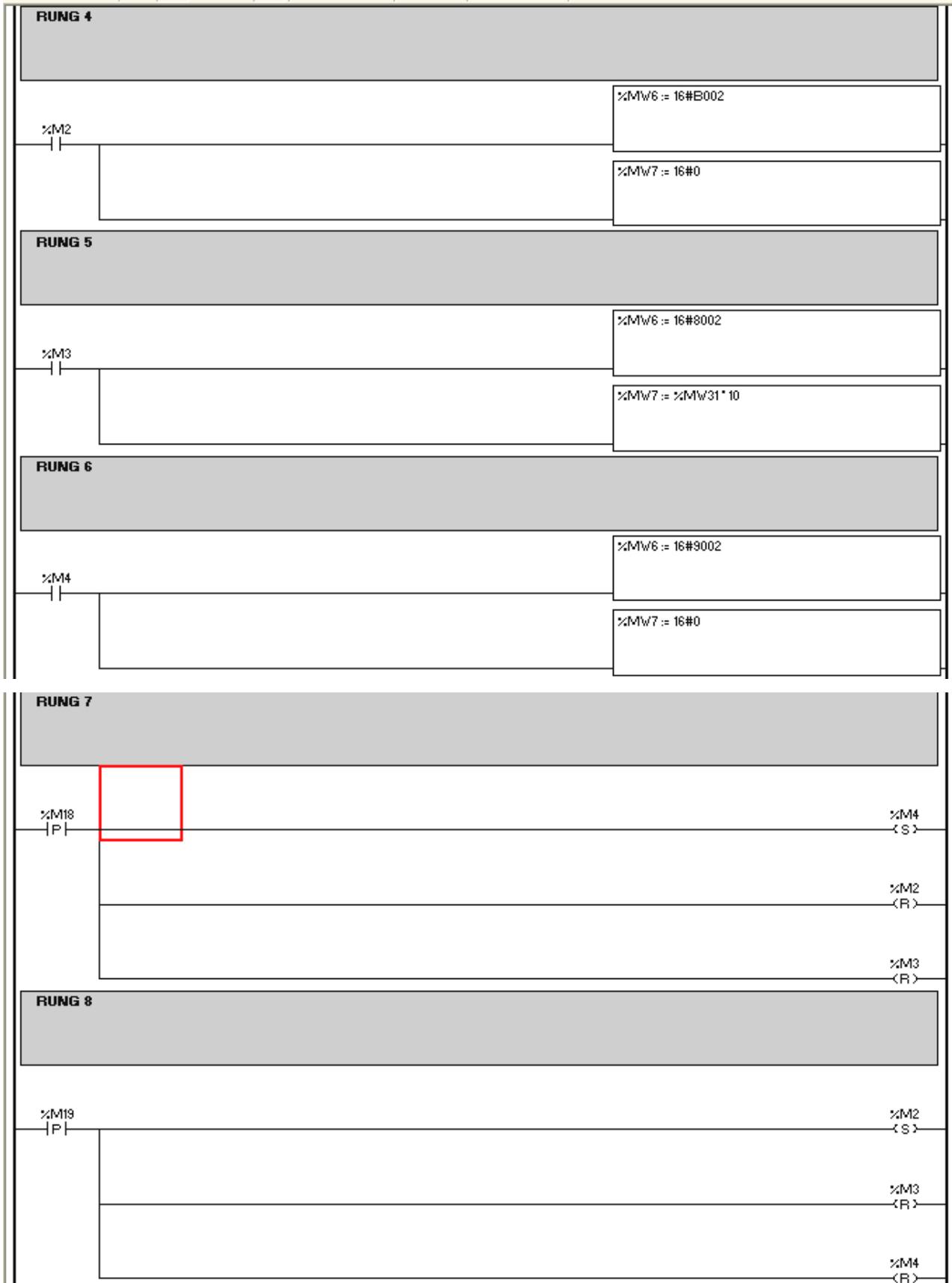
En este caso se leerán dos registros del variador por lo tanto la tabla será:

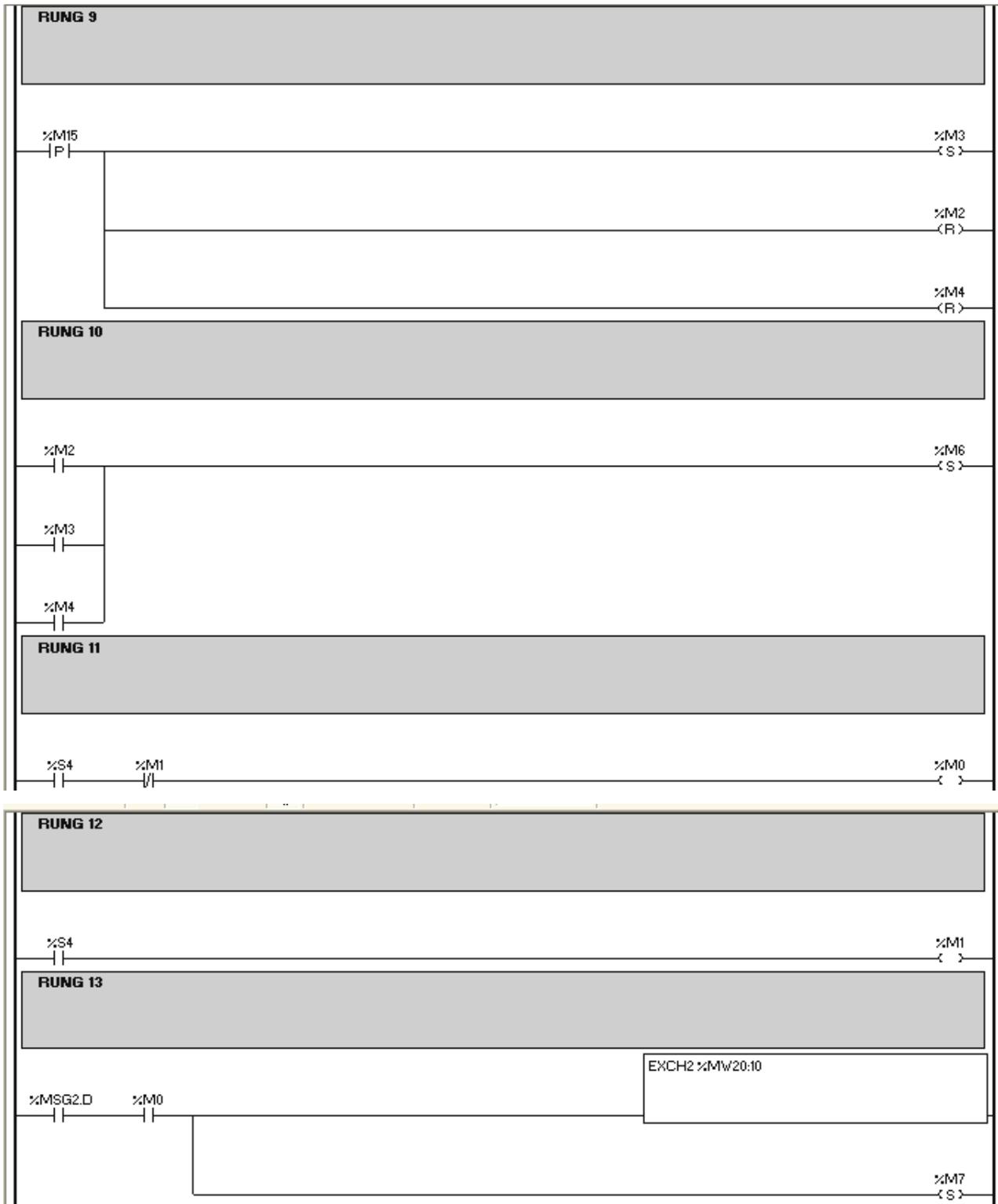
Variable	Valor	Significado	
		Byte más significativo	Byte menos significativo
MW10	0106	Emisión/ recepción	Longitud de emisión
MW11	0300	Desplazamiento de recepción	Desplazamiento de emisión
MW12	0203	Esclavo 2	Código de respuesta
MW13	01CA	Dirección de la 1º palabra: 458. Registro de estado del variador	
MW14	0002	Lectura de 2 palabras	

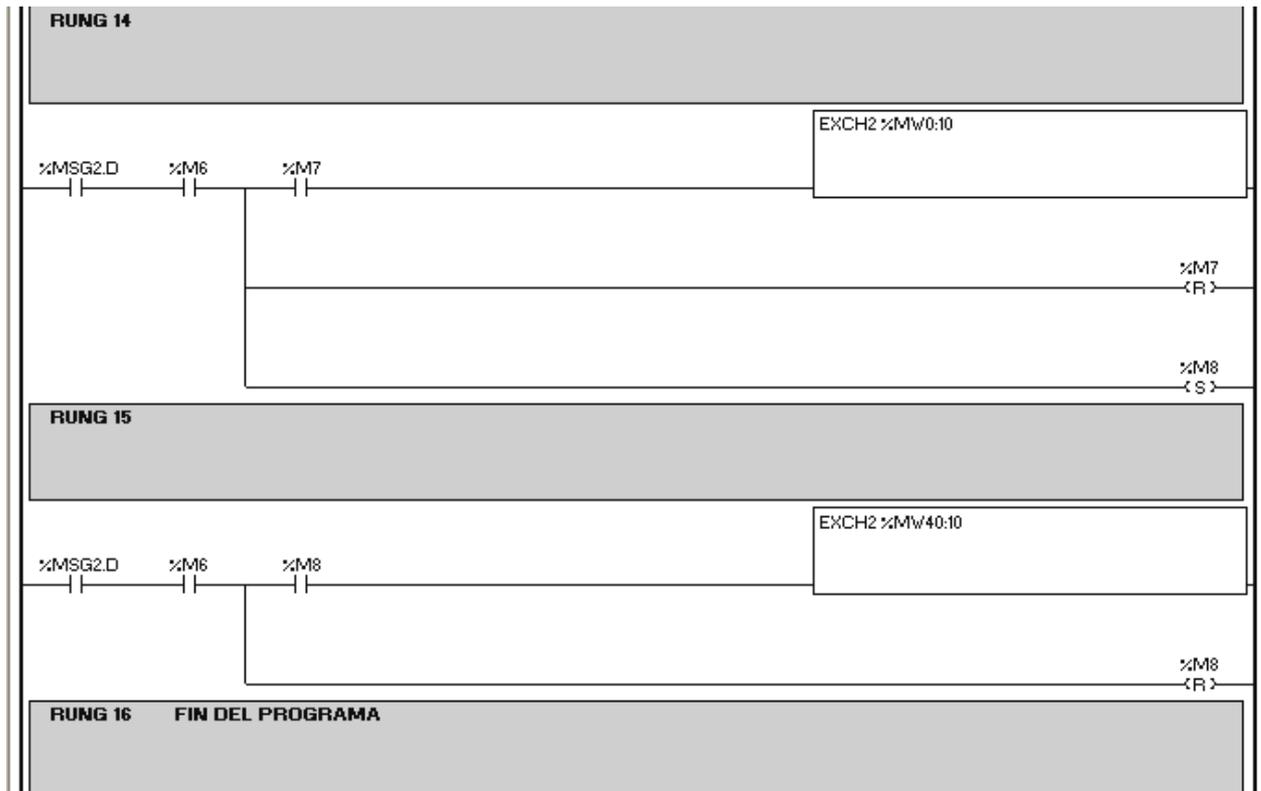
Para enviar todos estos códigos se realizará el siguiente programa:

RUNG 0	
	%MW0 := 16#10C
	%MW1 := 16#7
	%MW2 := 16#210
	%MW3 := 16#190
	%MW4 := 16#2
	%MW5 := 16#4

RUNG 1	
	%Mw40 := 16#10C
	%Mw41 := 16#7
	%Mw42 := 16#210
	%Mw43 := 16#FC
	%Mw44 := 16#2
	%Mw45 := 16#4
RUNG 2	
	%Mw46 := %Mw32 * 10
	%Mw47 := %Mw33 * 10
RUNG 3	
	%Mw20 := 16#106
	%Mw21 := 16#300
	%Mw22 := 16#203
	%Mw23 := 16#1CA
	%Mw24 := 16#2







4. Programación de la interfaz HMI

De acuerdo a lo visto en el capítulo 7, programe las siguientes páginas en la interfaz HMI.

Página 1:



Vínculo a la página 2

Página 2:



Vínculo a página 1

Arrancar: Vínculo de tipo mando impulsional conectado a %M15; este bit manejará la señal de arranque del motor

Parar: Vínculo a página 4

Configurar: Vínculo a página 3

Página 3:



Velocidad: Campo de lectura/escritura conectado a % MW31; registro donde se almacenará la velocidad de trabajo.

tacc: Campo de lectura/escritura conectado a % MW32; registro donde se almacenará el tiempo de aceleración.

tdes: Campo de lectura/escritura conectado a % MW33; registro donde se almacenará el tiempo de desaceleración.

Página 4:



Vínculo a página 2

Por inyección: Vínculo de tipo mando impulsional conectado al bit %M18, que da la orden de frenar el motores por inyección

Parada rápida: Vínculo de tipo mando impulsional conectado al bit %M19, que da la orden de frenar el por parada rápida

PRACTICA 2**ARRANQUE INDIVIDUAL DE MOTORES****OBJETIVO:**

Arrancar los motores de forma individual y pararlos de forma conjunta.

DESCRIPCIÓN:

En esta práctica se configurará la velocidad de los motores de forma individual, igualmente el arranque se hará por separado.

El frenado será conjunto para los tres motores y podrá ser por inyección de corriente continua o por parada rápida

DESARROLLO:

1. Configuración del puerto del variador y del plc
2. Programación del plc
3. Programación de la Magelis

1. Configuración del puerto del variador y del plc

La configuración del puerto del variador y del plc se mantendrá igual a la realizada en la práctica 1 de este capítulo

2. Programación del plc

Al igual que en la primera práctica se enviarán palabras de escritura al variador.

Primer motor:

Variable	Valor	Significado	
		Byte más significativo	Byte menos significativo
MW0	010C	Emisión/ recepción	Envió de 2 bytes
MW1	0007	Desplazamiento de recepción	Desplazamiento de emisión
MW2	0210	Esclavo 2	Código de petición
MW3	0190	Dirección de la 1º palabra: 400	
MW4	0002	Escritura de 2 palabras	
MW5	0004	Escritura de 2 bytes	

Para poner en marcha al motor 1 a una velocidad determinada:

MW6	8002	Poner en marcha el motor
MW7	MW31*10	Fijar la velocidad de acuerdo al registro MW31 recibido de la Magelis

Esta orden será dada por el bit M15 proveniente de la interfaz HMI

Segundo motor:

Variable	Valor	Significado	
		Byte más significativo	Byte menos significativo
MW60	010C	Emisión/ recepción	Envió de 2 bytes
MW61	0007	Desplazamiento de recepción	Desplazamiento de emisión
MW62	0310	Esclavo 3	Código de petición
MW63	0190	Dirección de la 1º palabra: 400	
MW64	0002	Escritura de 2 palabras	
MW65	0004	Escritura de 2 bytes	

Para poner en marcha al motor 2 a una velocidad determinada:

MW66	8002	Poner en marcha el motor
MW67	MW32*10	Fijar la velocidad de acuerdo al registro MW32 recibido de la Magelis

Esta orden será dada por el bit M16 proveniente de la interfaz HMI

Tercer motor:

Variable	Valor	Significado	
		Byte más significativo	Byte menos significativo
MW80	010C	Emisión/ recepción	Envió de 2 bytes
MW81	0007	Desplazamiento de recepción	Desplazamiento de emisión
MW82	0410	Esclavo 4	Código de petición
MW83	0190	Dirección de la 1º palabra: 400	
MW84	0002	Escritura de 2 palabras	
MW85	0004	Escritura de 2 bytes	

Para poner en marcha al motor 3 a una velocidad determinada:

MW86	8002	Poner en marcha el motor
MW87	MW33*10	Fijar la velocidad de acuerdo al registro MW33 recibido de la Magelis

Esta orden será dada por el bit M17 proveniente de la interfaz HMI

Para parar los tres motores:

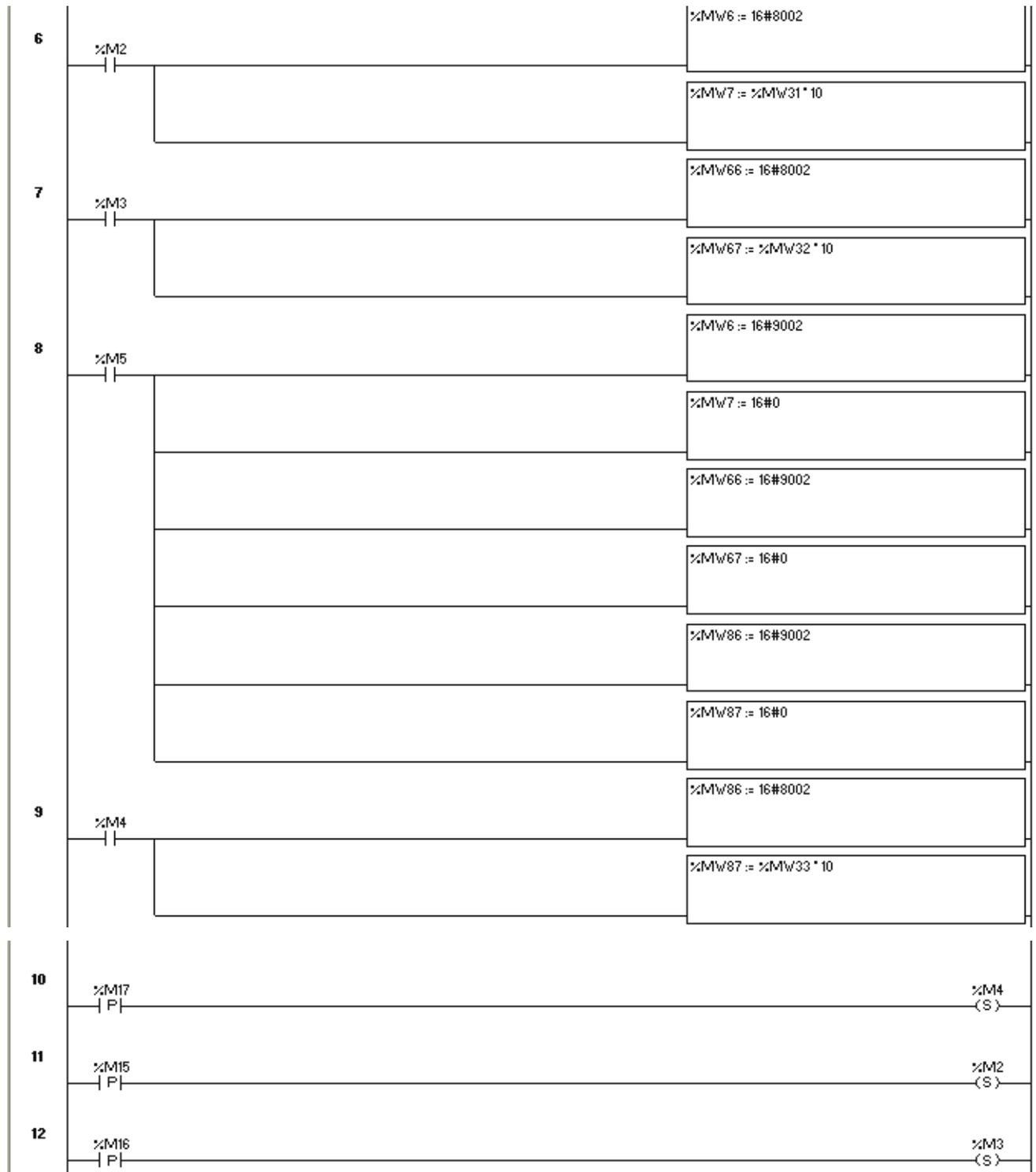
MW6	9002	Parar el motor 1
MW7	0000	Poner a cero la velocidad
MW66	9002	Parar el motor 2
MW67	0000	Poner a cero la velocidad
MW86	9002	Parar el motor 3
MW87	0000	Poner a cero la velocidad

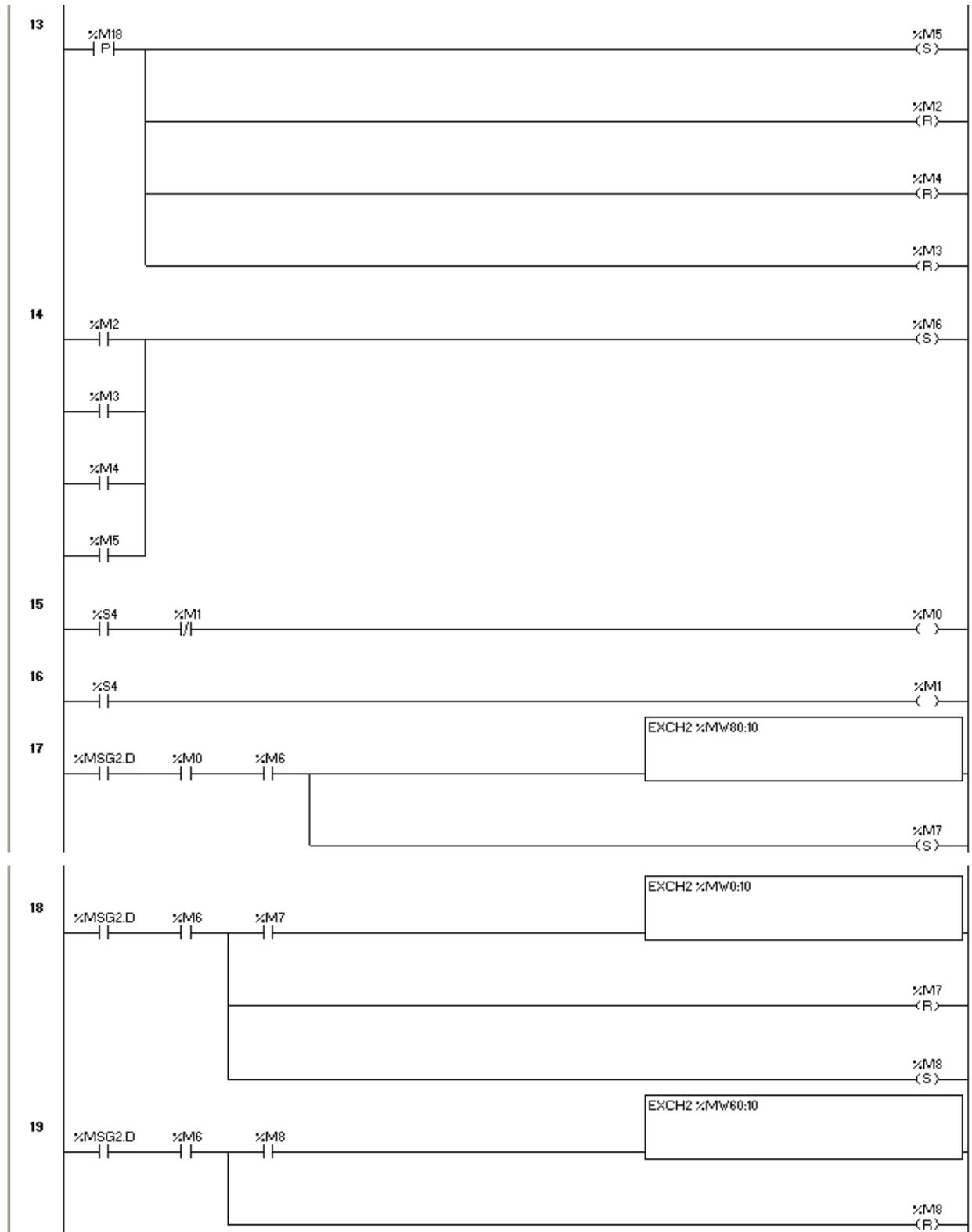
Esta orden será dada por el bit M18 que es enviado por la Magelis.

Para enviar todas estas palabras programe el siguiente código en Twido Soft

0		%Mw0 := 16#10C
		%Mw1 := 16#7
		%Mw2 := 16#210
		%Mw3 := 16#190
		%Mw4 := 16#2
		%Mw5 := 16#4
1		%Mw40 := 16#10C
		%Mw41 := 16#7
		%Mw42 := 16#210
		%Mw43 := 16#FC
		%Mw44 := 16#2
		%Mw45 := 16#4

2		%Mw46 := 16#1E
		%Mw47 := 16#3E8
3		%Mw20 := 16#106
		%Mw21 := 16#300
		%Mw22 := 16#203
		%Mw23 := 16#1CA
		%Mw24 := 16#2
4		%Mw60 := 16#10C
		%Mw61 := 16#7
		%Mw62 := 16#310
		%Mw63 := 16#190
		%Mw64 := 16#2
		%Mw65 := 16#4
5		%Mw80 := 16#10C
		%Mw81 := 16#7
		%Mw82 := 16#410
		%Mw83 := 16#190
		%Mw84 := 16#2
		%Mw85 := 16#4





3. Programación de la Magelis

Página 1:



Vínculo a la página 2

Página 2:



Motor1: Campo de lectura de tipo lista enumerada conectado a %MW6; este registro corresponde a la señal de activación o paro del motor 1.

Lista:

32770 ON

36866 OFF

45058 OFF

Vínculo a página 3

Motor2: Campo de lectura de tipo lista enumerada conectado a %MW66; este registro corresponde a la señal de activación o paro del motor 2.

Lista:

32770 ON

36866 OFF

45058 OFF

Vínculo a página 4

Motor3: Campo de lectura de tipo lista enumerada conectado a %MW86; este registro corresponde a la señal de activación o paro del motor 3.

Lista:

32770 ON

36866 OFF

45058 OFF

Vínculo a página 5

Vínculo a página 1

Página 3:



Velocidad: Campo de lectura/escritura conectado a % MW31; registro donde se almacenará la velocidad de trabajo.

Arrancar: Vínculo de tipo mando impulsional conectado a %M15; este bit manejará la señal de arranque del motor1.

Parar: Vínculo a página 6

Vínculo a página 2

Página 4



Velocidad: Campo de lectura/escritura conectado a % MW32; registro donde se almacenará la velocidad de trabajo.

Arrancar: Vínculo de tipo mando impulsional conectado a %M16; este bit manejará la señal de arranque del motor 2.

Parar: Vínculo a página 6

Vínculo a página 2

Página 5



Velocidad: Campo de lectura/escritura conectado a % MW33; registro donde se almacenará la velocidad de trabajo.

Arrancar: Vínculo de tipo mando impulsional conectado a %M17; este bit manejará la señal de arranque del motor 3.

Parar: Vínculo a página 12

Vínculo a página 2

Página 6:



Por inyección: Vínculo de tipo mando impulsional conectado al bit %M18, que da la orden de frenar los motores por inyección

Vínculo a página 2

PRACTICA 3**ARRANQUE ESCALONADO DE MOTORES****OBJETIVO:**

Arrancar los motores de forma escalonada con un intervalo de 4s entre si.

DESCRIPCIÓN:

En esta práctica se programará al plc para arrancar los motores uno a uno con intervalos de 4s, así como también se configurará la parada de los tres motores por inyección de corriente continua y por parada en rueda libre.

Desde la interfaz HMI se podrá dar la orden de arranque, la orden de parada, así como también la velocidad de funcionamiento de los motores.

DESARROLLO:

1. Configuración del puerto del variador y del plc
2. Programación del plc
3. Programación de la Magelis

1. Configuración del puerto del variador y del plc

La configuración del puerto del variador y del plc se mantendrá igual a la realizada en la práctica 1 de este capítulo

2. Programación del plc

Los códigos que se enviarán son los siguientes

Primer motor:

Variable	Valor	Significado	
		Byte más significativo	Byte menos significativo
MW0	010C	Emisión/ recepción	Envió de 2 bytes
MW1	0007	Desplazamiento de recepción	Desplazamiento de emisión
MW2	0210	Esclavo 2	Código de petición
MW3	0190	Dirección de la 1º palabra: 400	
MW4	0002	Escritura de 2 palabras	
MW5	0004	Escritura de 2 bytes	

Segundo motor:

Variable	Valor	Significado	
		Byte más significativo	Byte menos significativo
MW60	010C	Emisión/ recepción	Envió de 2 bytes
MW61	0007	Desplazamiento de recepción	Desplazamiento de emisión
MW62	0310	Esclavo 3	Código de petición
MW63	0190	Dirección de la 1º palabra: 400	
MW64	0002	Escritura de 2 palabras	
MW65	0004	Escritura de 2 bytes	

Tercer motor:

Variable	Valor	Significado	
		Byte más significativo	Byte menos significativo
MW80	010C	Emisión/ recepción	Envió de 2 bytes
MW81	0007	Desplazamiento de recepción	Desplazamiento de emisión
MW82	0410	Esclavo 4	Código de petición
MW83	0190	Dirección de la 1º palabra: 400	
MW84	0002	Escritura de 2 palabras	
MW85	0004	Escritura de 2 bytes	

Para poner en marcha los tres motores

MW6	8002	Poner en marcha el motor 1
MW7	MW31*10	Fijar la velocidad de acuerdo al registro MW31 recibido de la Magelis
MW66	8002	Poner en marcha el motor 2
MW67	MW32*10	Fijar la velocidad de acuerdo al registro MW31 recibido de la Magelis
MW86	8002	Poner en marcha el motor 3
MW87	MW33*10	Fijar la velocidad de acuerdo al registro MW31 recibido de la Magelis

Esta orden será dada por el bit M15 proveniente de la interfaz HMI

Para parar los tres motores por parada rápida:

MW6	9002	Parar el motor 1
MW7	0000	Poner a cero la velocidad
MW66	9002	Parar el motor 2
MW67	0000	Poner a cero la velocidad
MW86	9002	Parar el motor 3
MW87	0000	Poner a cero la velocidad

Esta orden será dada por el bit M19 que es enviado por la Magelis.

Para parar los tres motores por inyección de corriente:

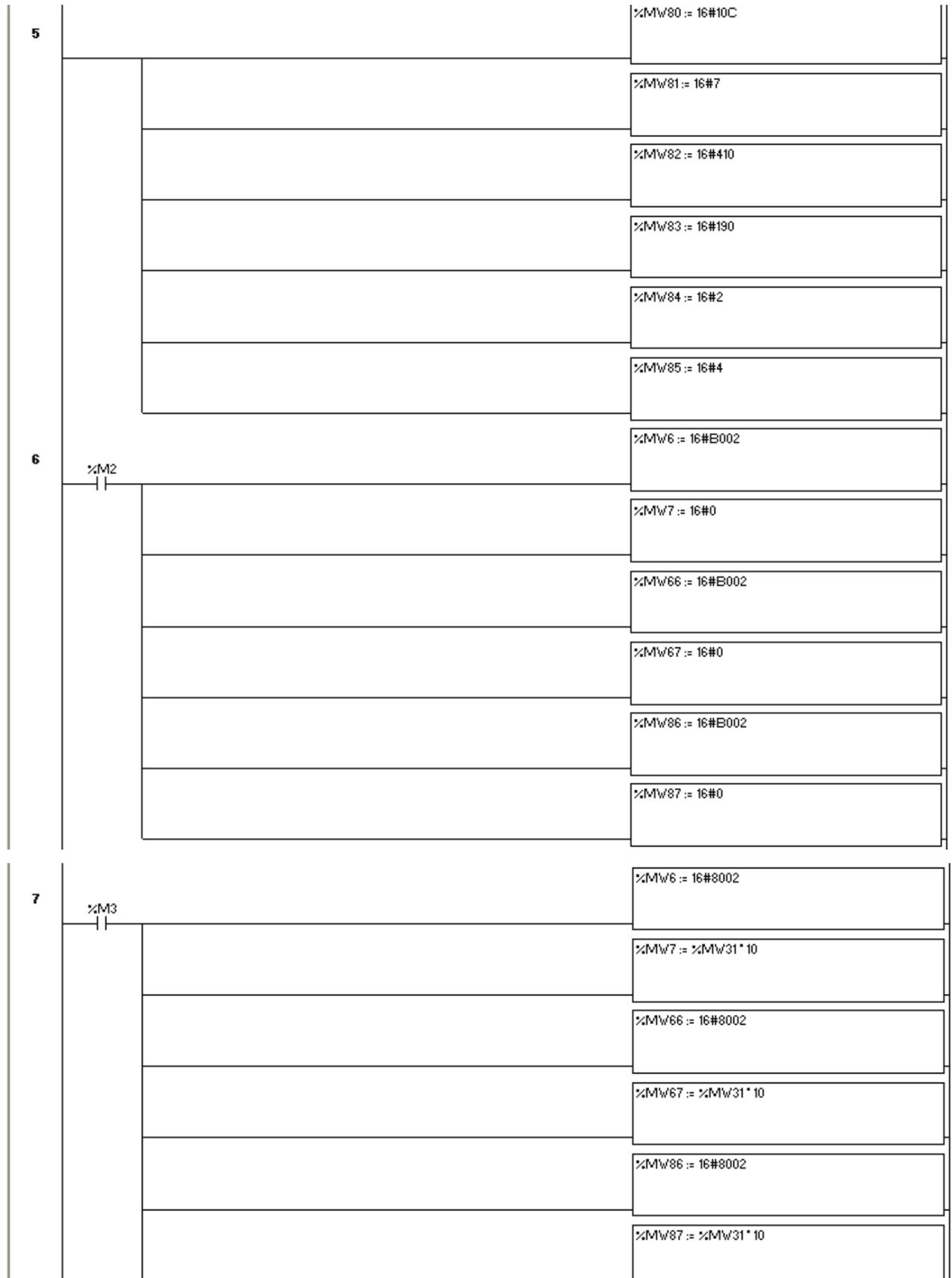
MW6	B002	Parar el motor 1
MW7	0000	Poner a cero la velocidad
MW66	B002	Parar el motor 2
MW67	0000	Poner a cero la velocidad
MW86	B002	Parar el motor 3
MW87	0000	Poner a cero la velocidad

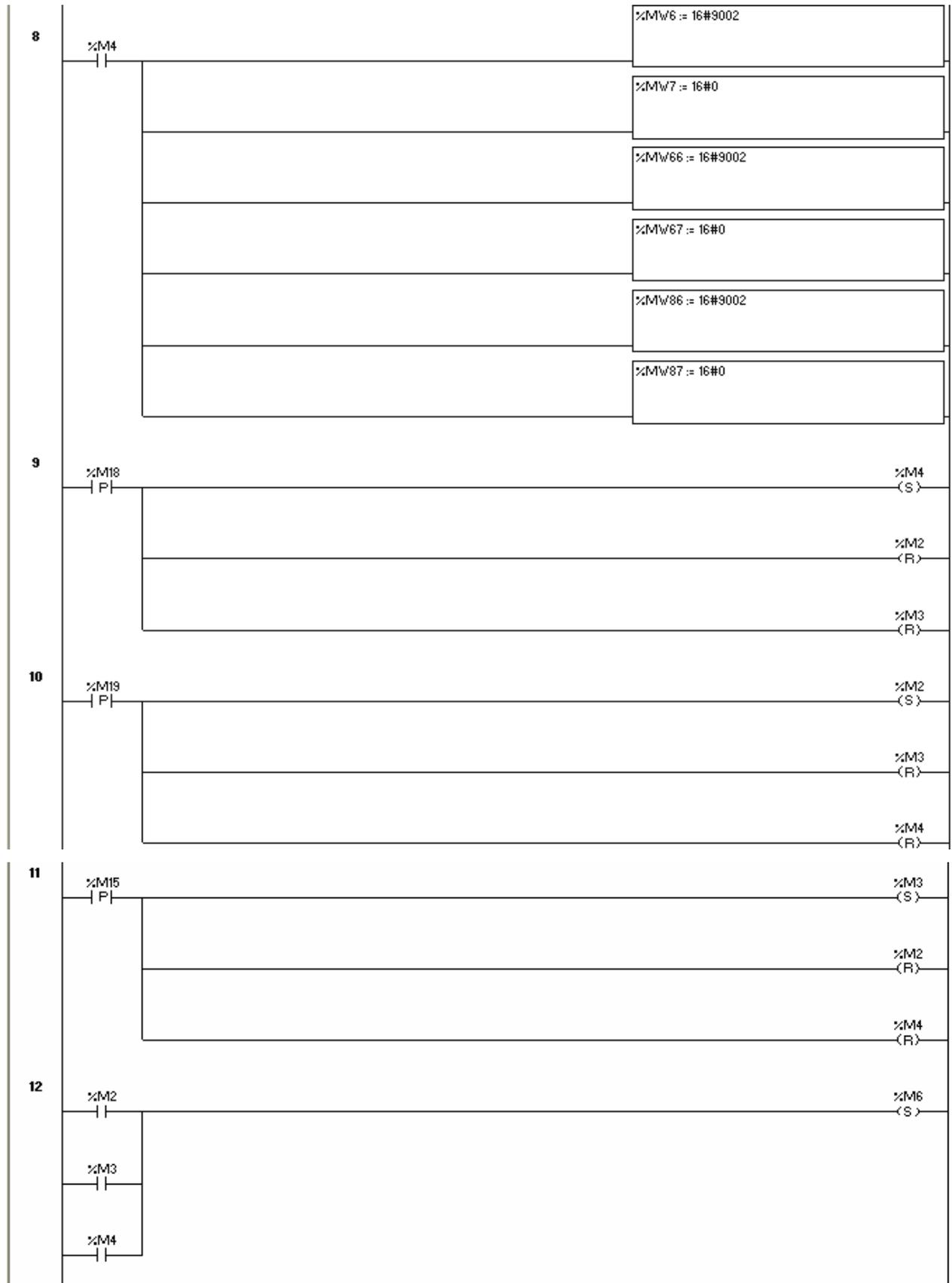
Esta orden será dada por el bit M18 que es enviado por la Magelis.

A continuación se muestra el programa almacenado en el controlador.

0		%Mw0 := 16#10C
		%Mw1 := 16#7
		%Mw2 := 16#210
		%Mw3 := 16#190
		%Mw4 := 16#2
		%Mw5 := 16#4

1		%MW40 := 16#10C
		%MW41 := 16#7
		%MW42 := 16#210
		%MW43 := 16#FC
		%MW44 := 16#2
		%MW45 := 16#4
2		%MW46 := 16#1E
		%MW47 := 16#3E8
3		%MW20 := 16#106
		%MW21 := 16#300
		%MW22 := 16#203
		%MW23 := 16#1CA
		%MW24 := 16#2
4		%MW60 := 16#10C
		%MW61 := 16#7
		%MW62 := 16#310
		%MW63 := 16#190
		%MW64 := 16#2
		%MW65 := 16#4





3. Programación de la interfaz HMI

De acuerdo a lo mostrado en el capítulo 7 programe la Magelis para que cumpla con los requerimientos mostrados a continuación.

Página 1:



Vínculo a la página 2

Página 2:



Supervisión: Vínculo a página 3

Configuración: Vínculo a página 4

Vínculo a página 1

Página 3:



Motor1: Campo de lectura de tipo lista enumerada conectado a %MW6; este registro corresponde a la señal de activación o paro del motor 1.

Lista:

32770 ON

36866 OFF

45058 OFF

Motor2: Campo de lectura de tipo lista enumerada conectado a %MW66; este registro corresponde a la señal de activación o paro del motor 2.

Lista:

32770 ON

36866 OFF

45058 OFF

Motor3: Campo de lectura de tipo lista enumerada conectado a %MW86; este registro corresponde a la señal de activación o paro del motor 3.

Lista:

32770 ON

36866 OFF

45058 OFF

Vínculo a página 2

Página 4:



Velocidad: Campo de lectura/escritura conectado a % MW31; registro donde se almacenará la velocidad de trabajo.

Arrancar: Vínculo de tipo mando impulsional conectado a %M15; este bit manejará la señal de arranque de los tres motores

Parar: Vínculo a página 5

Vínculo a página 2

Página 5:



Por inyección: Vínculo de tipo mando impulsional conectado al bit %M18, que da la orden de frenar los motores por inyección

Parada rápida: Vínculo de tipo mando impulsional conectado al bit %M19, que da la orden de frenar los motores por parada rápida

Vínculo a página 4

CAPITULO X

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

10.1. CONCLUSIONES

- Se diseñó y construyó módulos didácticos en relación a equipos de baja, media tensión y automatismos para la compañía Schneider Electric.
- La introducción del variador de velocidad en la industria ecuatoriana ha aumentado notoriamente debido a que sus características permiten mejorar tanto procesos de fabricación como el control de los mismos.
- La importancia del uso del variador de velocidad radica en la reducción del consumo de energía, tiempos de arranque, frenado y mejoras en el torque nominal. Así como características de comunicación que lo hacen más versátil y facilitan su integración en red.
- La capacitación, información y el uso correcto del variador de velocidad debe ser considerada como prioridad en una industria cuyos procesos sean automáticos o se encuentre en vías de automatización, ya que actualmente existe poco personal calificado en el manejo de este equipo.
- Los procesos industriales tienden a automatizarse debido a las características de la maquinaria actual como de los tiempos de producción, por esta razón es necesario conocer tanto los elementos que constituyen el proceso de automatización como la planta en sí.
- Un proceso que posea una eficiente transferencia de tensión será eficaz además de seguro

-
- El variador de velocidad debido a su constitución permite trabajar tanto en red monofásica como red trifásica.
 - El variador de velocidad es un controlador lógico programable dedicado a un motor, ya que posee la misma arquitectura de un plc.
 - El controlador lógico programable es un elemento que además de permitir el control de una planta y su funcionamiento en red, permite el control de todo un proceso general.
 - El plc twido posee una gran capacidad de procesamiento de instrucciones con la ventaja adicional de ser un equipo extremadamente compacto
 - El autómatas twido permite programar procesos secuenciales, mediante la herramienta Grafcet, facilitando el control tanto neumático como hidráulico.
 - La interfaz HMI permite comunicarse con los autómatas de una forma fácil rápida y con cableado mínimo, además ofrece la ventaja de que el operador puede controlar el proceso sin tener que interactuar directamente sobre el mismo.
 - El HMI Magelis fue diseñada en un entorno amigable y su forma de operación es intuitiva y representa todo el proceso para el operador.
 - Al conectar la interfaz hmi Magelis con el autómatas programable, está toma el control del proceso pues se convierte en el maestro de la red.
 - En una red pequeña el protocolo modbus se convierte en una solución óptima, pues es una herramienta de fácil manejo, sumamente económica, de protocolo libre y extremadamente confiable.
 - Los módulos están construidos tomando en consideración aspectos tales como: dimensiones, peso, transportación y facilidades de aprendizaje.
-

- Los talleres sobre estos módulos tienen como finalidad informar y orientar al participante sobre el funcionamiento del equipo, en un lapso corto de tiempo, es así que las prácticas fueron diseñadas con esa finalidad.

10.2. RECOMENDACIONES

- Es necesario recordar que la selección de un variador de velocidad no solo está condicionada por las características del motor, sino del proceso en sí.
 - El variador de velocidad ATV31 es utilizado para motores asíncronos trifásicos de 0.5 hasta 20 hp, y se debe recordar la desclasificación por altura de los equipos electrónicos.
 - Si en una práctica se revisa las conexiones del equipo se debe esperar 15 segundos luego de la desconexión del mismo para evitar daños al usuario y al equipo en sí.
 - Para una comunicación óptima se recomienda que los equipos posean filtro radio interferencia y de compatibilidad electromagnética debido al ruido blanco que produce un variador de velocidad.
 - La transportación de los equipos se debe realizar con cuidado, pues pese a que los módulos fueron diseñados para ser transportados a diversos lugares no se debe olvidar que los elementos constitutivos fueron construidos para ser colocados en un lugar fijo.
 - Al momento de integrar tanto variadores de velocidad, automatismos o interfaces HMI; se debe realizar las pruebas necesarias hasta comprobar un correcto funcionamiento del proceso.
-

-
- Al ser estos módulos diseñados para aplicaciones reales se debe tener las mismas normas de seguridad que para procesos industriales además de las normas de mantenimiento preventivo y correctivo.
 - Se recomienda a la Compañía Schneider Electric dar un mayor énfasis en el proceso de comunicación de equipos ya que son importantes dentro de cualquier proceso de automatización.
 - Se recomienda a la Escuela Politécnica del Ejército realizar las gestiones necesarias para la implementación de cursos de capacitación sobre variación de velocidad, a los alumnos de la Facultad de Ingeniería Electrónica especialidad Automatización y Control.
 - Finalmente cabe mencionar que la decisión de implementación de cualquier sistema u equipo de automatización debe ser tomada realizando un previo análisis del proceso y en la relación costo – beneficio.
-

REFERENCIA BIBLIOGRAFICA

NASAR UNNEWEHR, **electromecánica y máquinas eléctricas**, tomo 1,4 edición, editorial limusa, México 29 de enero de 1997,494p

KOSOW, Irving, **máquinas eléctricas y transformadores**, tomo1, 2 edición editorial prentice hall hispanoamérica, México 1993, 725p.

THOMASSET, george, **cuaderno técnico 161 conmutación automática de fuentes en las redes**,

SCHONEX, jaques, **cuaderno técnico 204 protecciones BT y variación velocidad**, tomo1, edición única, centro de capacitación Schneider Electric, Barcelona 2002, 33p.

CLENET, daniel, **cuaderno técnico 208 arrancadores y variadores de velocidad electrónicos**, tomo1, edición única, centro de capacitación Schneider Electric , Barcelona 2003, 28p.

MERLIN GERIN, **catálogo chile 2004/05**, tomo 1, edición única, editorial Álvarez y Deluca, Chile 2004, 276p

TELEMECANIQUE, **catálogo chile 2004/05**, tomo 1, edición única, editorial Álvarez y Deluca, Chile 2004,373p

ALTIVAR 31, **guía de instalación**, tomo 1, edición única, editorial Telemecanique, France 2003 ,71p.

ALTIVAR 31, **guía de programación**, tomo1, edición única, editorial Telemecanique, France 2003, 77p.

ALTIVAR 31, **variables de comunicación**, tomo1, edición única, editorial Telemecanique, France 2003, 57p.

REFERENCIA BIBLIOGRAFICA PAGINAS WEB

http://www.uc3m.es/uc3m/dpto/In/dpin02/AC_ELEC_4 , Universidad Carlos III de Madrid (2002). Regulación de maquinas sincronías.

http://www.uc3m.es/uc3m/dpto/In/dpin02/AC_ELEC_1 , Universidad Carlos III de Madrid (2002). Maniobras Básicas con Variadores de velocidad.

http://www.uc3m.es/uc3m/dpto/In/dpin02/M2_Arranque.pdf, Universidad Carlos III de Madrid (2002). Arranque de máquinas asíncronas.

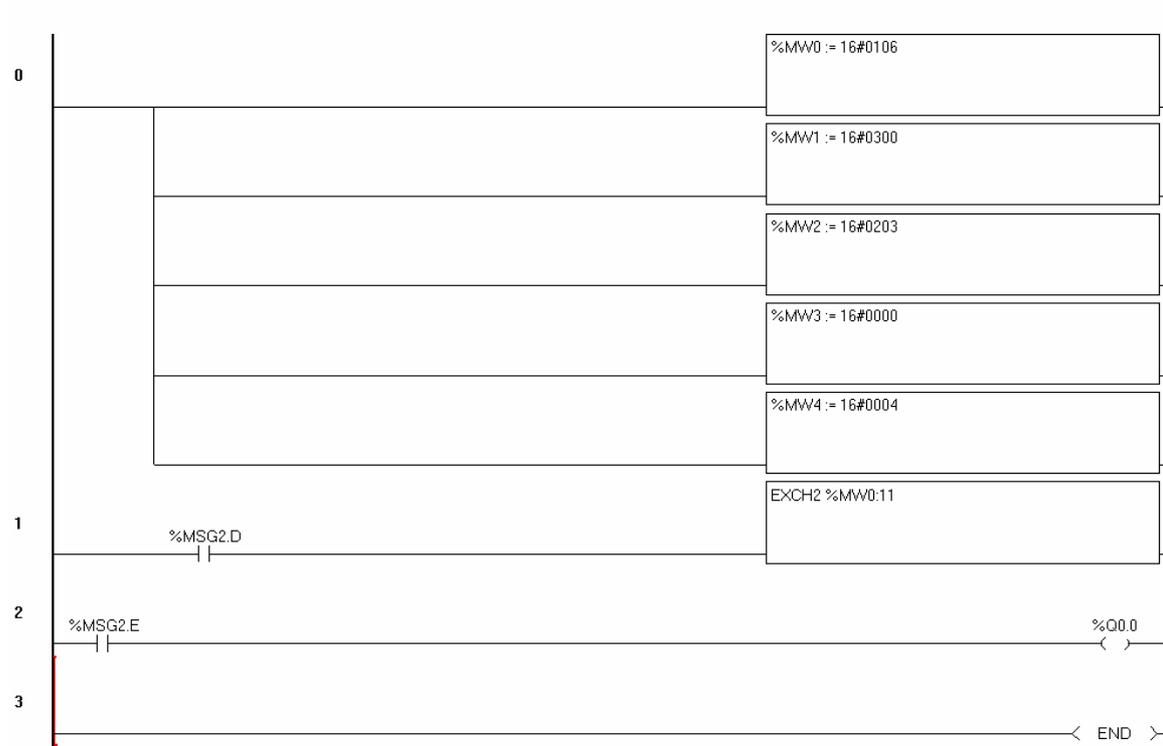
http://www.uc3m.es/uc3m/dpto/In/dpin02/II_Ensayo_asin.pdf, Universidad Carlos III de Madrid (2002). Ensayos en maquinas asíncrona.

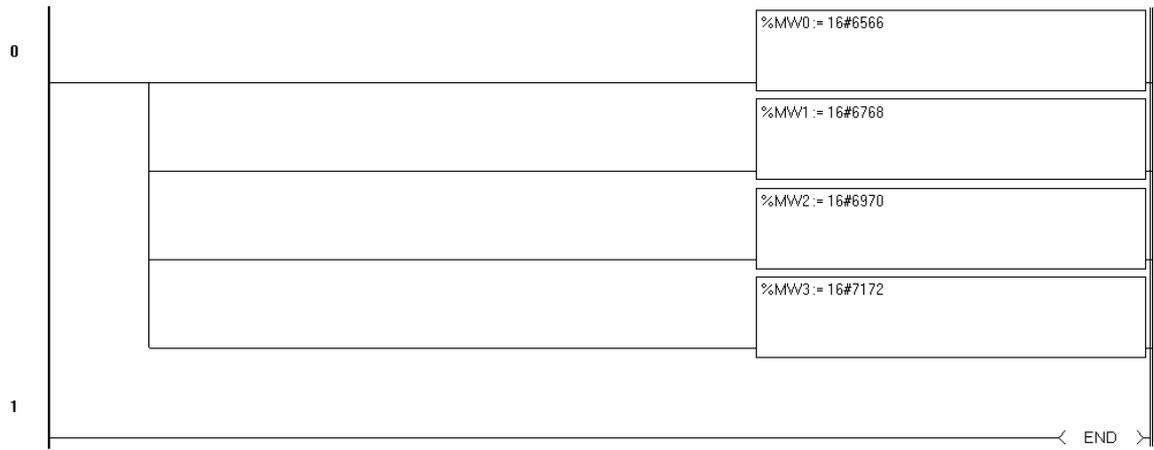
ANEXOS

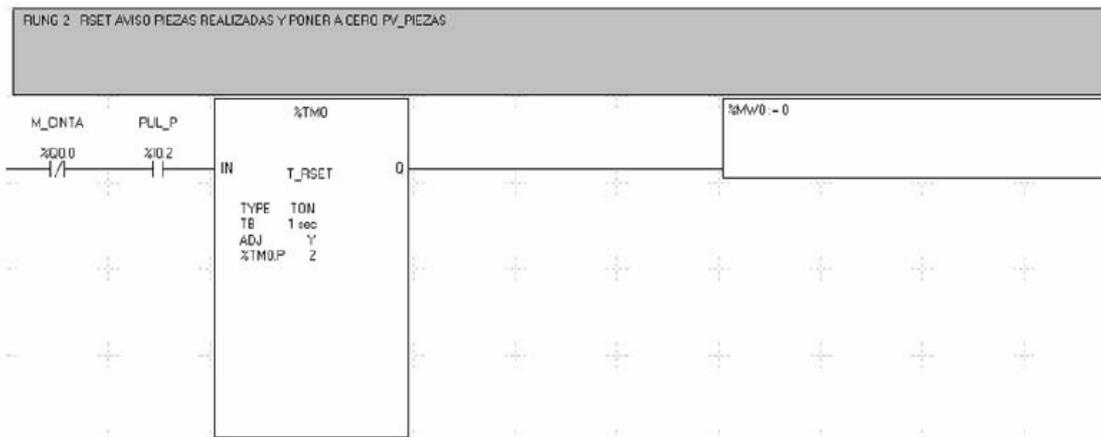
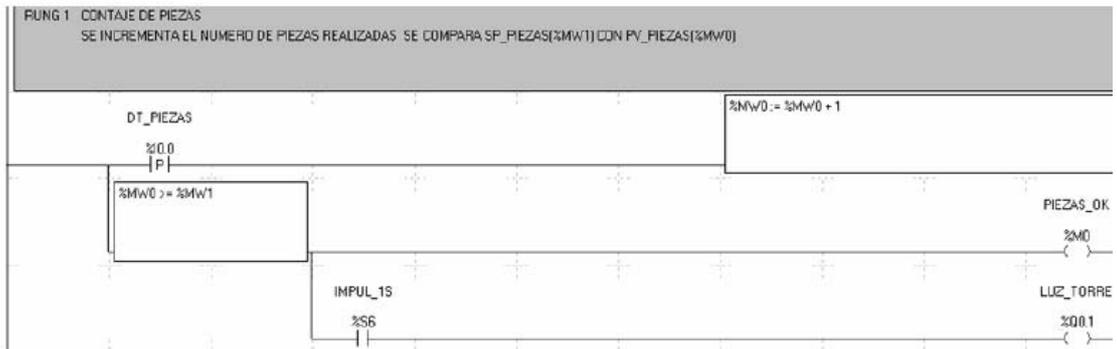
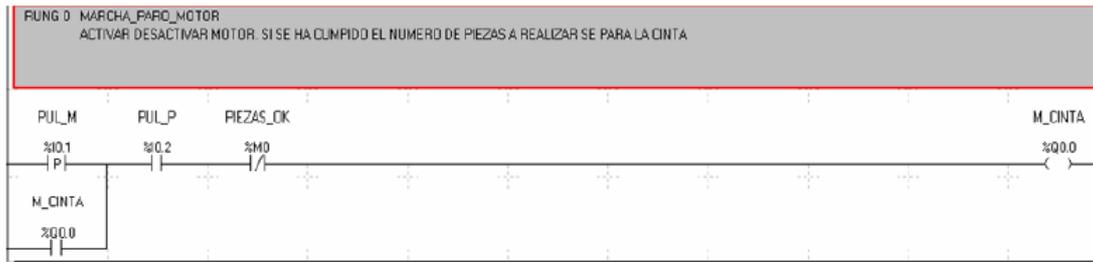
Anexo 1

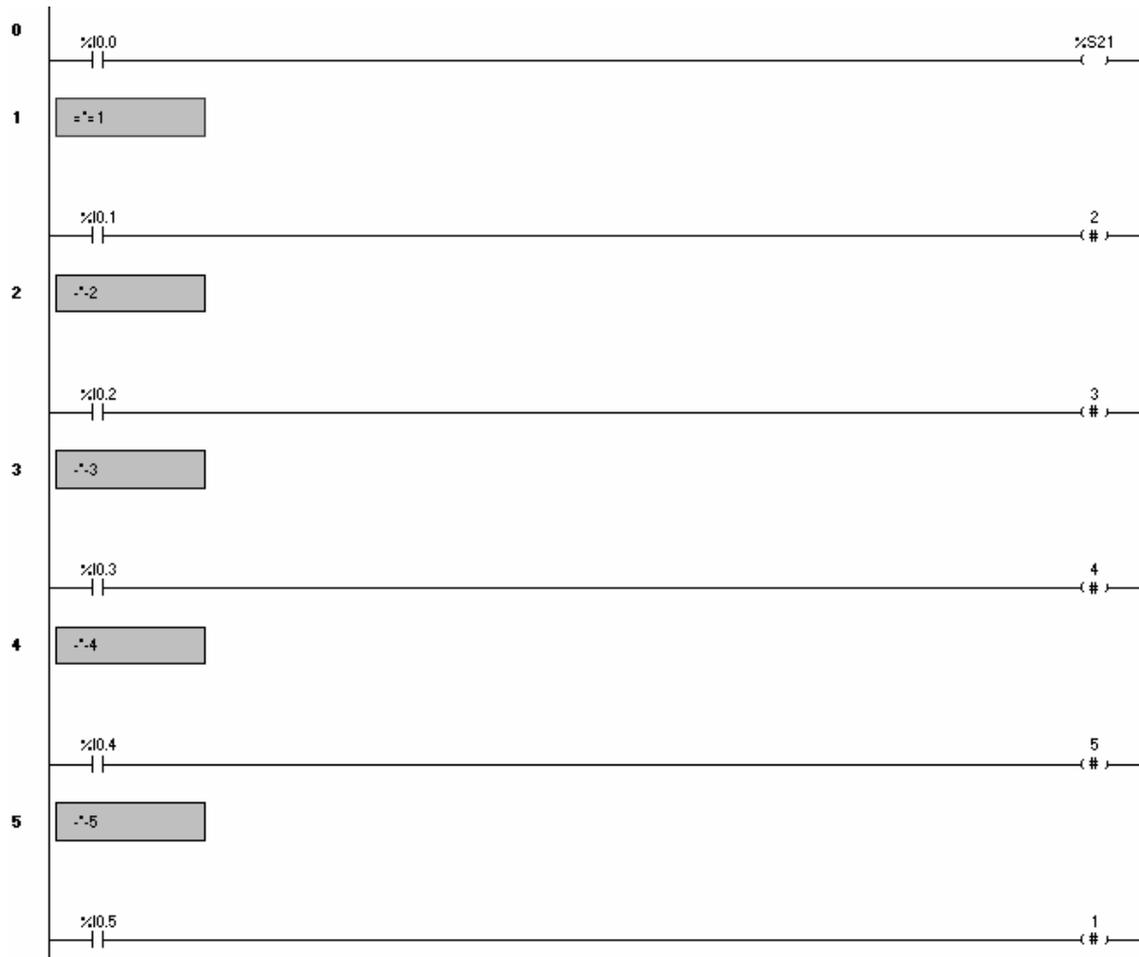
PROGRAMAS REALIZADOS EN TWIDOSOFT

LADDER



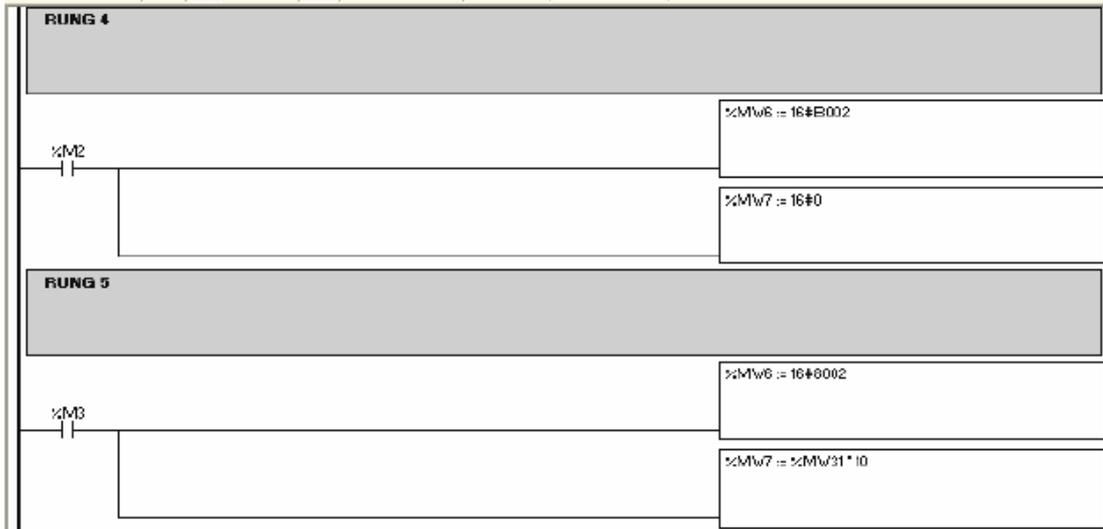
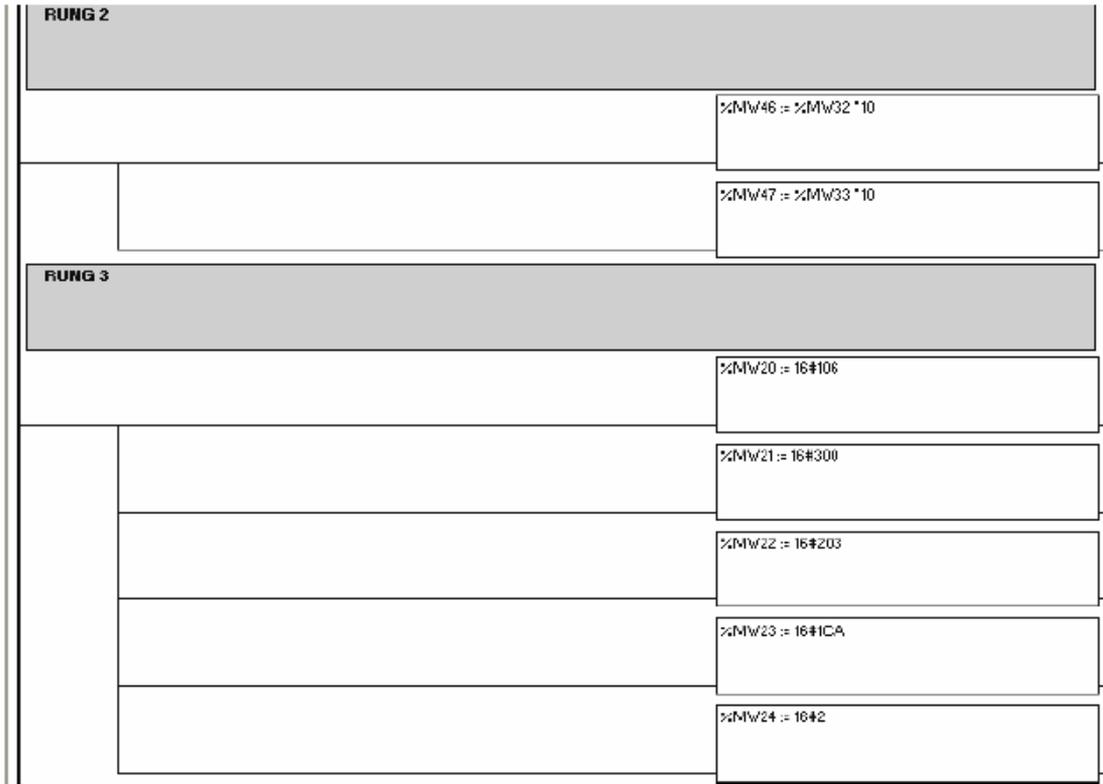


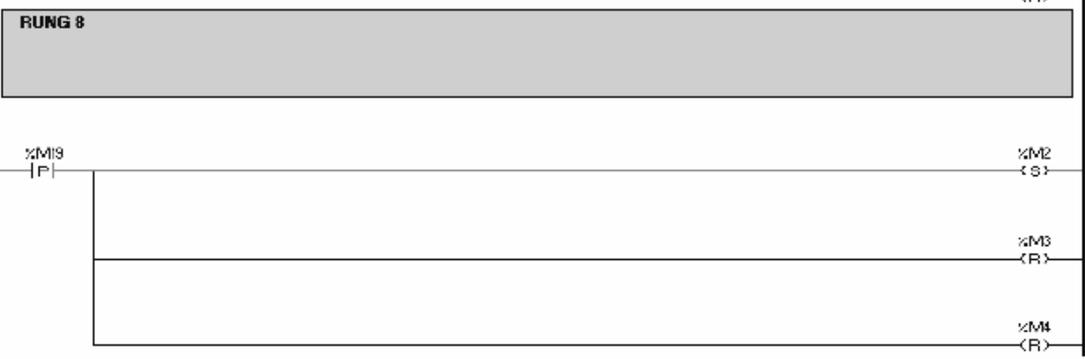
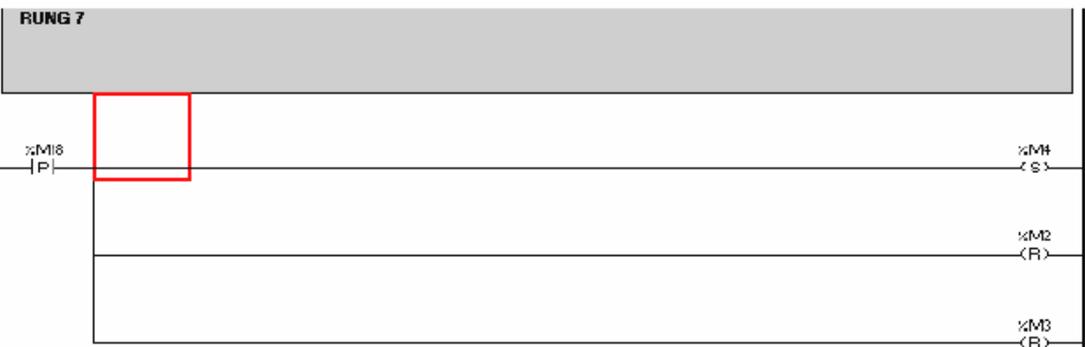
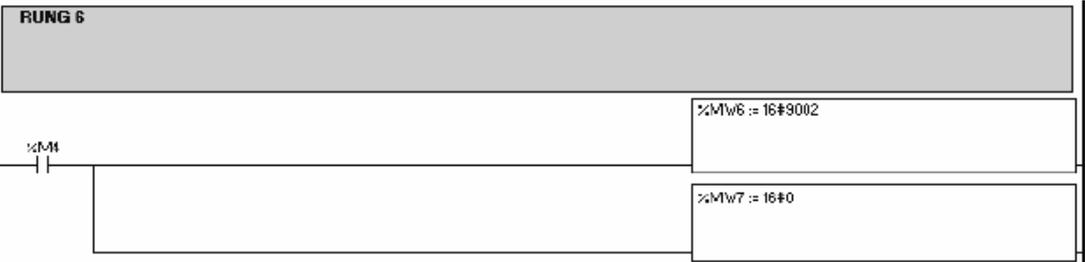


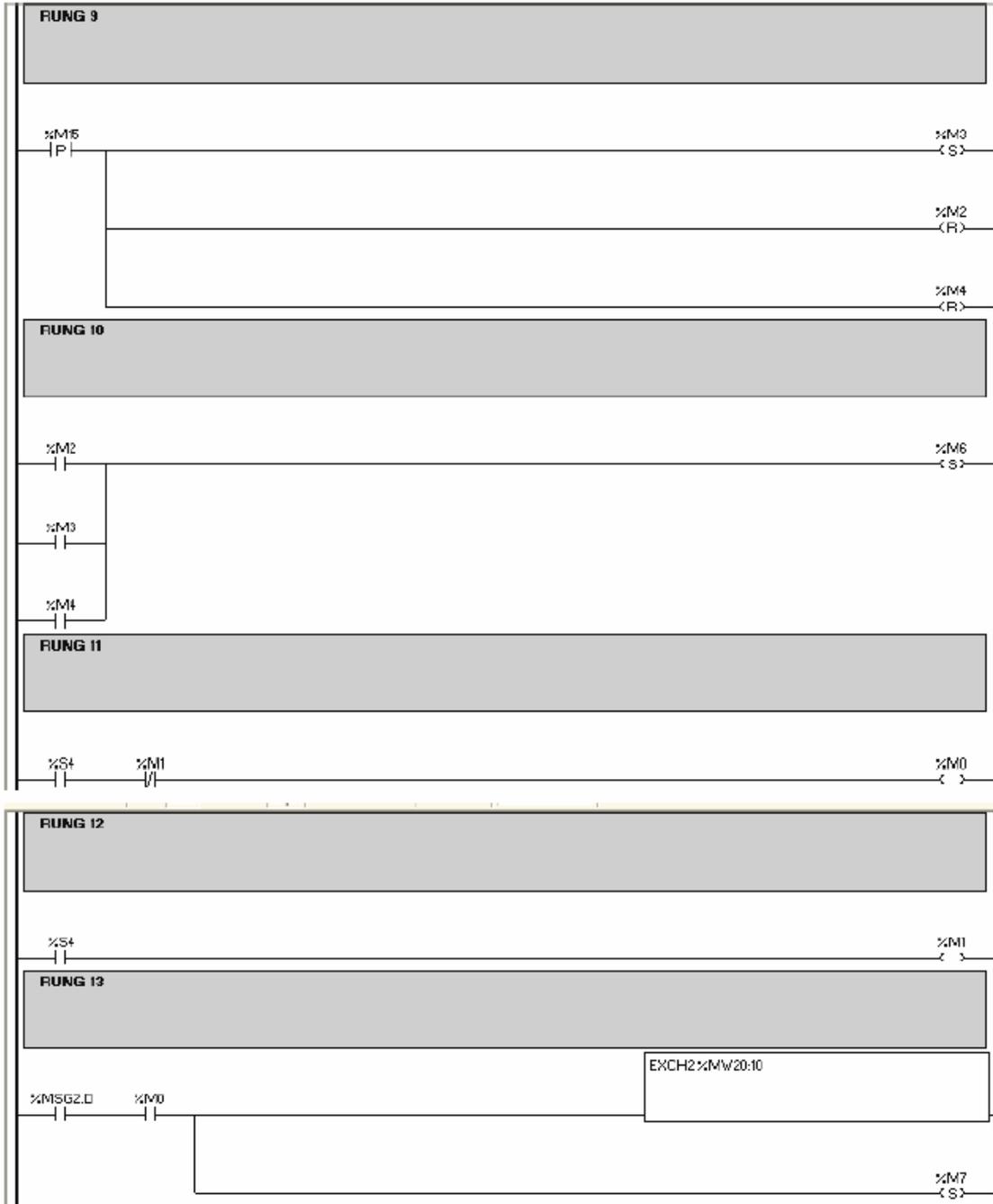


LADDER

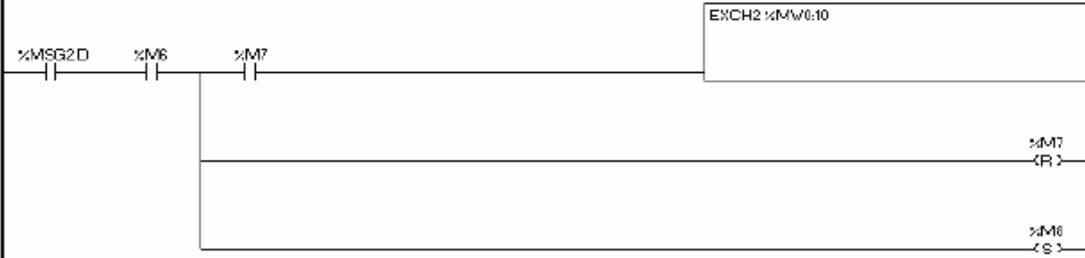
RUNG 0	
	%Mw0 := 16#10C
	%Mw1 := 16#7
	%Mw2 := 16#210
	%Mw3 := 16#190
	%Mw4 := 16#2
	%Mw5 := 16#4
RUNG 1	
	%Mw40 := 16#10C
	%Mw41 := 16#7
	%Mw42 := 16#210
	%Mw43 := 16#FC
	%Mw44 := 16#2
	%Mw45 := 16#4



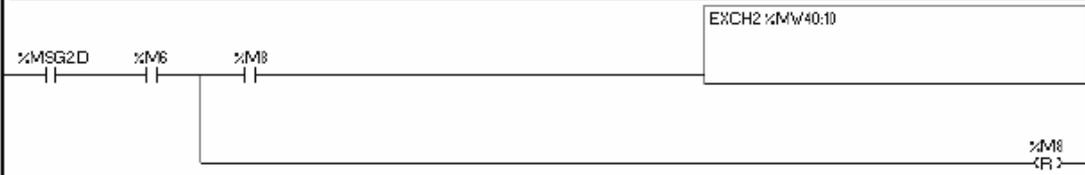




RUNG 14

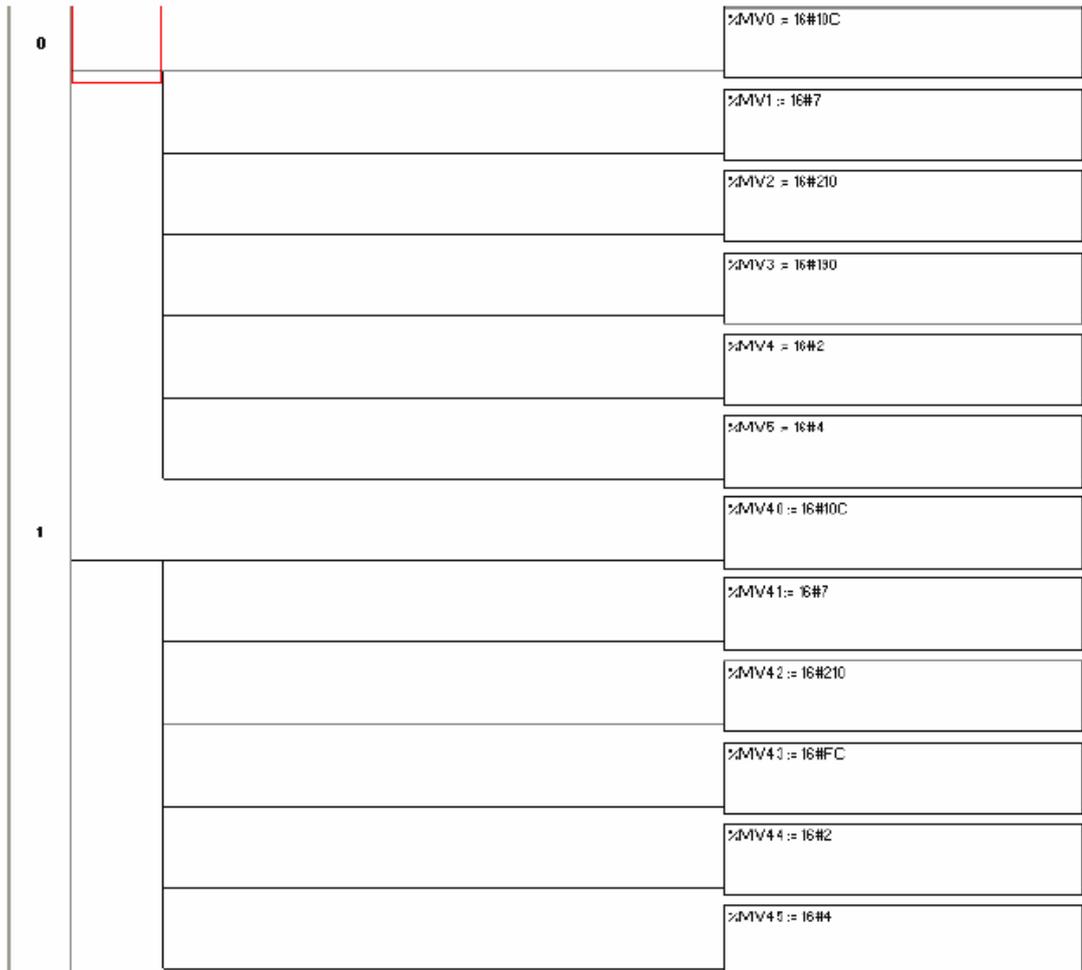


RUNG 15

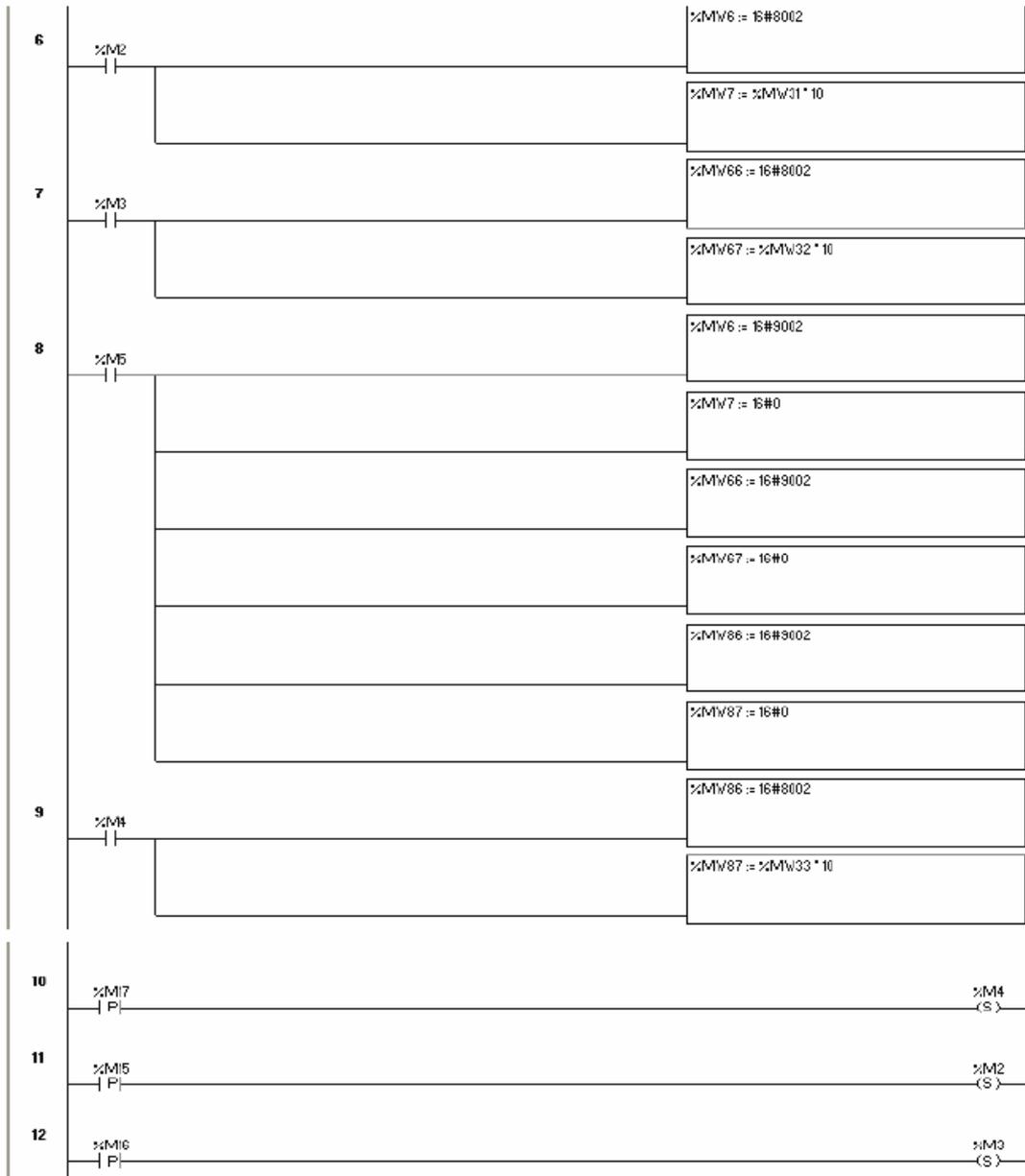


RUNG 16 FIN DEL PROGRAMA

LADDER



2		%Mw/46 := 16#1E
		%Mw/47 := 16#3E8
3		%Mw/20 := 16#108
		%Mw/21 := 16#300
		%Mw/22 := 16#203
		%Mw/23 := 16#1CA
		%Mw/24 := 16#2
4		%Mw/60 := 16#10C
		%Mw/61 := 16#7
		%Mw/62 := 16#31D
		%Mw/63 := 16#190
		%Mw/64 := 16#2
		%Mw/65 := 16#4
5		%Mw/60 := 16#10C
		%Mw/81 := 16#7
		%Mw/82 := 16#41D
		%Mw/83 := 16#190
		%Mw/84 := 16#2
		%Mw/85 := 16#4

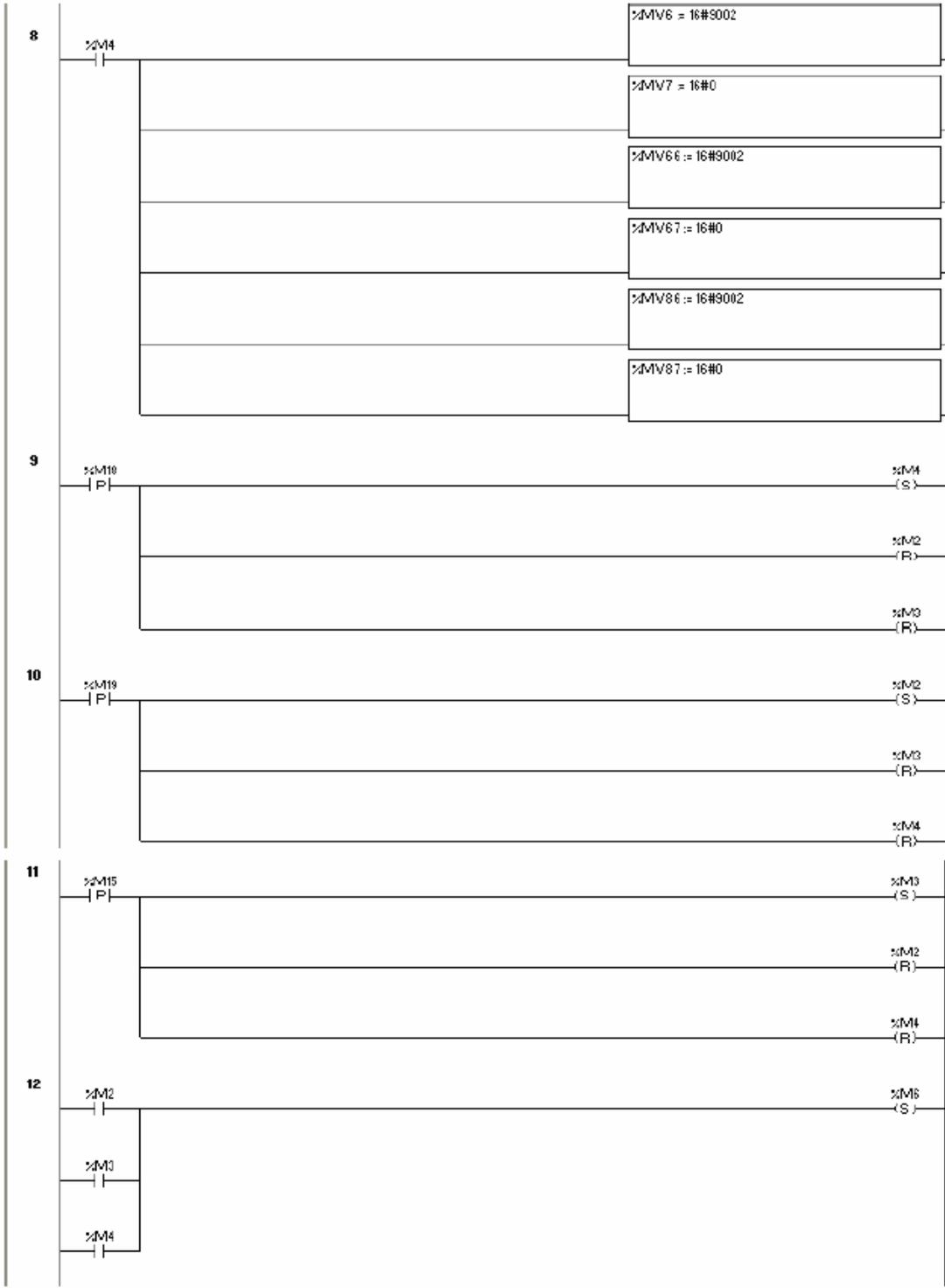


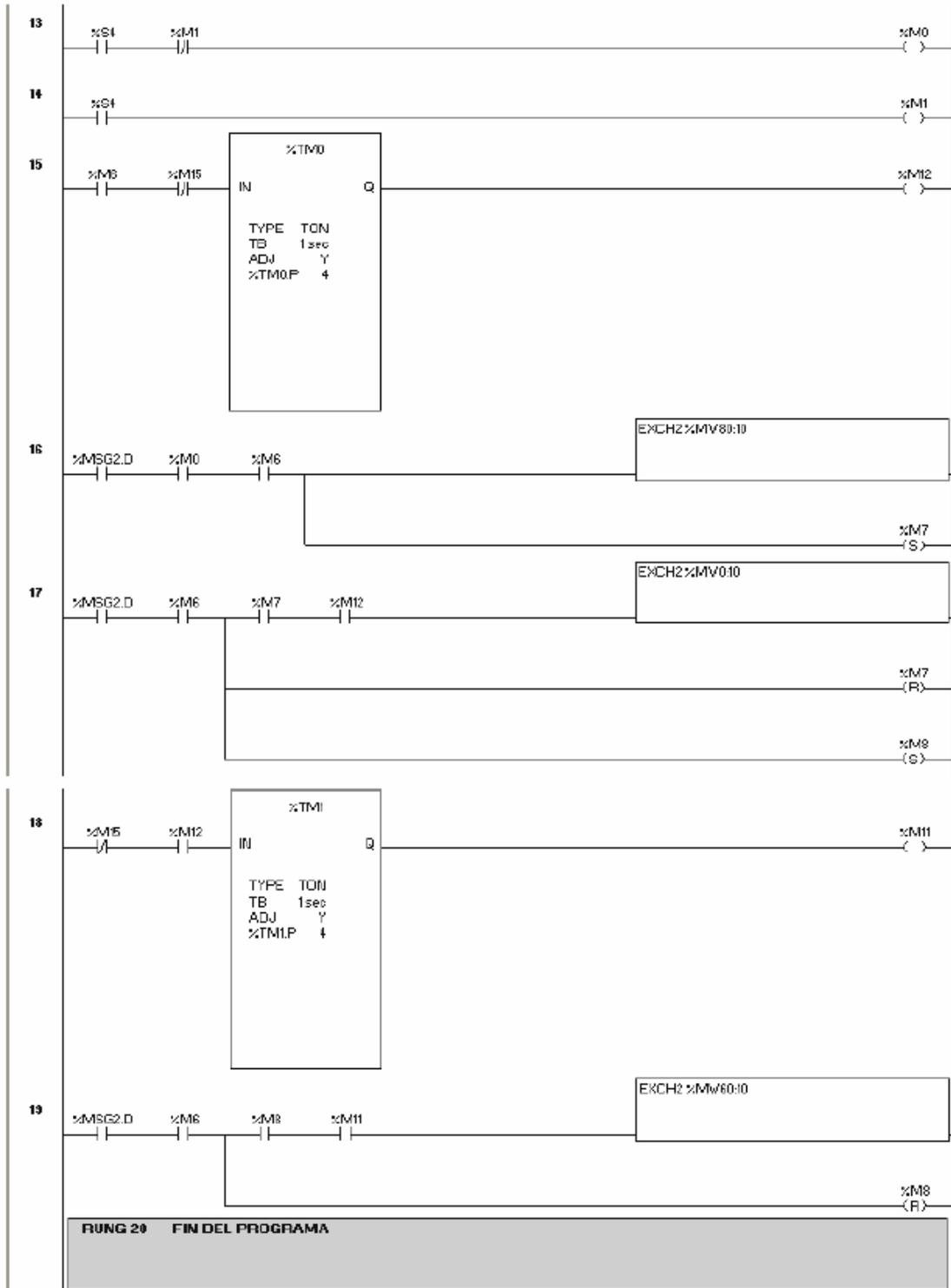
LADDER

0		%MV0 := 16#10C
		%MV1 := 16#7
		%MV2 := 16#210
		%MV3 := 16#190
		%MV4 := 16#2
		%MV5 := 16#4

1		%MV40 := 16#10C
		%MV41 := 16#7
		%MV42 := 16#210
		%MV43 := 16#FC
		%MV44 := 16#2
		%MV45 := 16#4
2		%MV46 := 16#1E
		%MV47 := 16#3E8
3		%MV20 := 16#106
		%MV21 := 16#300
		%MV22 := 16#203
		%MV23 := 16#10A
		%MV24 := 16#2
4		%MV60 := 16#10C
		%MV61 := 16#7
		%MV62 := 16#310
		%MV63 := 16#190
		%MV64 := 16#2
		%MV65 := 16#4

5		%MV80 := 16#10C
		%MV81 := 16#7
		%MV82 := 16#410
		%MV83 := 16#190
		%MV84 := 16#2
		%MV85 := 16#4
6	%M2	%MV6 := 16#E002
		%MV7 := 16#0
		%MV66 := 16#E002
		%MV67 := 16#0
		%MV68 := 16#E002
		%MV67 := 16#0
7	%M3	%MV6 := 16#8002
		%MV7 := %MV31 * 10
		%MV66 := 16#8002
		%MV67 := %MV31 * 10
		%MV68 := 16#8002
		%MV67 := %MV31 * 10





Anexo 2

DESGLOSE ECONÓMICO

COSTO DE MATERIALES DE MÓDULOS IMPLEMENTADOS

ITEM	CANTIDAD	DESCRIPCION	UNITARIO	COSTO TOTAL
1	1	Variador de 0,75 kW ATV31H075M2 de alimentación de red 220 V. monofásico	338.93	338.93
1	1	Motor de 0.75 kw 220/440v	200	200
1	7	Interruptores XB4-BD21	10.16	71.12
1	3	Potenciómetros de 10kΩ	0.5	1.5
1	1	Luz piloto amarilla XB4-BVM5	15.25	15.25
1	1	Luz piloto verde XB4-BVM3	15.25	15.25
1	1	Guardamotor GV2ME14 6 -10 A	48.63	48.63
1	1	Luz piloto rojo XB4-BVM4	15.25	15.25
1	1	Contactores LC1-D0910M7 220 230 V	23.48	23.48
1	1	Pulsadores verde XB4-BA31	7.31	7.31
1	1	Pulsadores rojo XB4-BA41	7.31	7.31
1	1	Transformador SQUARED 9070T300D20	15	15
1	24	Borneras AB1	0.9	21.6
1	6	Seguridades para bornera	0.47	2.82
1	5	Tapas para bornera	0.36	1.8
1	10	metros de cable 18 AWG	0.9	9
1	1	Maleta Samsonite Yawanda 57 cm de alto	65	65
1	1			
2	1	Variador de 0,37 kW ATV31H037M2 de alimentación de red 220 V. monofásico	301.1	301.1
2	1	Motor de 0.75 kw 220/440v	150	150
2	7	Interruptores XB4-BD21	10.16	71.12
2	3	Potenciómetros de 10kΩ	0.5	1.5
2	1	Luz piloto amarilla XB4-BVM5	15.25	15.25
2	1	Luz piloto verde XB4-BVM3	15.25	15.25
2	1	Guardamotor GV2ME14 6 -10 A	48.63	48.63
2	1	Luz piloto rojo XB4-BVM4	15.25	15.25
2	1	Contactores LC1-D0910M7 220 230 V	23.48	23.48
2	1	Pulsadores verde XB4-BA31	7.31	7.31
2	1	Pulsadores rojo XB4-BA41	7.31	7.31
2	1	Transformador SQUARED 9070T300D20	15	15
2	24	Borneras AB1	0.9	21.6
2	6	Seguridades para bornera	0.47	2.82
2	5	Tapas para bornera	0.36	1.8
2	10	metros de cable 18 AWG	0.9	9
2	1	Maleta Yawanda 57 cm de alto	65	65
3	1	Variador de 0,37 kW ATV31H037M2 de alimentación de red 220 V. monofásico	301.1	301.1
3	1	Motor de 0.75 kw 220/440v	150	150
3	7	Interruptores XB4-BD21	10.16	71.12
3	3	Potenciómetros de 10kΩ	0.5	1.5
3	1	Luz piloto amarilla XB4-BVM5	15.25	15.25
3	1	Luz piloto verde XB4-BVM3	15.25	15.25
3	1	Guardamotor GV2ME14 6 -10 A	48.63	48.63
3	1	Luz piloto rojo XB4-BVM4	15.25	15.25

1	1	Contactores LC1-D0910M7 220 230 V	23.48	23.48
1	1	Pulsadores verde XB4-BA31	7.31	7.31
1	1	Pulsadores rojo XB4-BA41	7.31	7.31
1	1	Transformador SQUARED 9070T300D20	15	15
24	1	Borneras AB1	0.9	21.6
6	1	Seguridades para bornera	0.47	2.82
5	1	Tapas para bornera	0.36	1.8
10	1	metros de cable 18 AWG	0.9	9
1	1	MaletaYawanda 57 cm de alto	65	65
4	1	interruptor automático QN NS100N en red	213.56	213.56
1	1	interruptor automático QR NS100N en red «Emergencia» (2)	213.56	213.56
2	1	mandos eléctricos para interruptores automáticos NS100 (3)	190.65	381.3
1	1	platina de instalación y de enclavamiento mecánica 29349 (4)	250.11	250.11
1	1	Enclavamiento eléctrico: IVE 29356 (5)	109.45	109.45
4	1	contactos auxiliares (6)	14.16	56.64
1	1	Cables entre IVE y los mandos eléctricos (7)	29.65	29.65
1	1	Platina de mando auxiliares: ACP 29363 (8)	280	280
1	1	Automatismo UA Merlin Gerin 29378 (9)	150	150
1	1	Cable entre automatismo UA y el ínter bloqueo eléctrico (10)	6.89	6.89
1	1	Transformador de tensión	15	15
1	1	Maleta Samsonite de 73 cm. De alto	130	130
5	1	Magelis XBTN400	230.45	230.45
	1	PLC Modular TWIDO TWDLMDA20DTK	233.71	233.71
	1	Fuente de 24 VDC ABL7RM2401	75.8	75.8
	1	PLC Compacto TWIDO TWDLCAA24DRF alime	264.31	264.31
	1	Módulo de expansión de entradas analógicas T	213.31	213.31
	1	Reloj TWDXCPRC	37.1	37.1
	1	Puerto de comunicación TWDNAC485T	31.53	31.53
	1	Módulo de expansión de comunicación TWDXC	48.23	48.23
	1	cable numero 12	0.9	0.9
	1	Cable tsnwm410	0.95	0.95
SUBTOTAL			5374.54	
IVA			644.9448	
TOTAL			6019.4848	

INDICE DE TABLAS

Tabla 1.1 características de los motores comerciales de inducción de jaula de ardilla	16
Tabla 1.2 Cuadro comparativo forma de arranque en los motores asincronicos	26
Tabla 2.1 Aplicaciones industriales del variador de velocidad	73
Tabla 3.1: Materiales utilizados en cada módulo de variación de velocidad	78
Tabla 5. : Equipos Utilizados en la transferencia de Tensión Automática Merlín Gerin	135
Tabla 7.1. Tabla de elementos del módulo de automatismos e interfaces	178
Tabla 8.1: Ejemplos de redes de comunicación para procesos industriales	222
Tabla 8.4: Configuración recepción de un esclavo	225
Tabla 8.5: Configuración envío de un esclavo	225
Tabla 8.6: Configuración solo lectura por parte del esclavo	225
Tabla 8.7: Configuración reinicio de comunicación con un esclavo	226
Tabla 8.8: Lectura de Registros de Entrada – Consulta	227
Tabla 8.10: Lectura de Registros de Entrada – Respuesta	227
Tabla 8.11 Valor en un Registro Individualmente – Consulta	228
Tabla 8.12: Valor en un registro Individualmente – Respuesta	228
Tabla 8.13. Informe de ID Esclavo – Consulta	229
Tabla 8.14: Informe de ID del Esclavo – Respuesta	229
Tabla 8.15 Diagnóstico- Consulta	231
Tabla 8.16. Diagnósticos – Respuesta	231
Tabla 8.17. OB Hex	232
Tabla 8.18. OC Hex	232
Tabla 8.18. OC Hex	233
Tabla 8.19. OE Hex	233
Tabla 8.20. OF Hex	234
Tabla 8.21. 10 Hex	234
Tabla 9.1. Funciones Modbus manejadas por el ATV31	237
Tabla 9.2. Palabras del control del ATV31	239
Tabla 9.3. Variables de configuración de I/O del ATV31	240
Tabla 9.4. Variables de identificación del ATV31	241
Tabla 9.5. Variables de control del ATV31	242
Tabla 9.6. Variables de monitoreo del ATV31	245
Tabla 9.7. Pines de los puertos de conexión del TWIDO	247

GLOSARIO DE TERMINOS

Par

Definimos como par al conjunto de dos fuerzas de fuerzas de magnitudes iguales pero de sentido contrario. El par se produce para que el motor rompa sus condiciones iniciales de inercia, y pueda comenzar a operar y desarrollar sus condiciones de diseño. Es importante seleccionar el tipo de arranque adecuado, para que el motor pueda desarrollarse convenientemente.

Velocidad

En un motor la velocidad se define como la cantidad de vueltas completas que da el rotor en el lapso de un minuto. Para calcular la velocidad de un motor se utilizamos la ecuación:

$$R.P.M. = \frac{120F}{\#Polos} = \frac{60F}{\#ParesPolares}$$

Donde: R.P.M. = Revoluciones por minuto o velocidad angular
F = Frecuencia

Potencia

Al diseñar un sistema mecánico, a menudo hay que tener en cuenta no solo cuanto trabajo ha de ejecutarse, sino también la rapidez con que debe de hacerse, la misma cantidad se realiza al levantar un cuerpo a determinada altura, tanto si tardamos en ello 1 segundo o un año, pero la rapidez con que se efectúa es muy diferente en ambos casos.

Definimos potencia, como la rapidez con que se lleva a cabo un trabajo, por lo que es necesario definir, en la aplicación de un motor la potencia que se le va a demandar.

Huelga decir, que en el caso de los motores eléctricos para determinar su potencia utilizamos la siguiente fórmula:

$$P = [(\#F)E(I)F.P.(\eta)F.S.]$$

Donde:

- P = Potencia
- #F = Número de fases
- E = Tensión
- I = Corriente
- F.P. = Factor de potencia

Sentido de giro

El sentido de giro esta relacionado directamente con la conexión de las bobinas auxiliares con respecto a las de trabajo. El motor tiene un sentido de rotación, tan es así, que si se quiere que gire en sentido contrario, solo hay que permutar o invertir las conexiones de las auxiliares, la entrada por la salida o viceversa en las dos líneas.

Eficiencia

En un motor la eficiencia de la potencia se ve afectada por las perdidas mecánicas y las perdidas eléctricas como se muestra en la figura 2.1. Así que la potencia real [Pr] es el producto de la tensión por la corriente, menos la potencia de perdidas [Pp].

Corriente:

La corriente eléctrica [I], es la rapidez del flujo de carga [Q] que pasa por un punto dado [P] en un conductor eléctrico en un tiempo [t] determinado.

$$I = \frac{Q}{t}$$

Los motores eléctricos esgrimen distintos tipos de corriente, que fundamentalmente son: corriente nominal, corriente de vacío, corriente de arranque y corriente a rotor bloqueado.

Corriente nominal:

En un motor, el valor de la corriente nominal es la cantidad de corriente que consumirá el motor en condiciones normales de operación.

Corriente de vacío:

Es la corriente que consumirá el motor cuando no se encuentre operando con carga y es aproximadamente del 20% al 30% de su corriente nominal.

Corriente de arranque:

Todos los motores eléctricos para operar consumen un excedente de corriente, mayor que su corriente nominal, que es aproximadamente de dos a ocho veces superior.

Corriente a rotor bloqueado:

Es la corriente máxima que soportara el motor cuando su rotor esté totalmente detenido.

Revoluciones por minuto (R.P.M.) o velocidad angular:

Se define como la cantidad de vueltas completas que da el rotor en el lapso de un minuto; el símbolo de la velocidad angular es omega [W], no obstante, en la industria se utilizan también para referirse, la letras: "N" o simplemente las siglas R.P.M.

$$W = N = 2\pi F \qquad F = \frac{1}{t}$$

Las unidades de la velocidad son los *radianes por segundo (rad/s)*, sin embargo la velocidad también se mide en *metros por segundo (m/s)* y en *revoluciones por minuto [R.P.M.]*. Para calcular las R.P.M. de un motor se utiliza la ecuación:

$$R.P.M. = \frac{120F}{\#Polos} = \frac{60F}{\#ParesPolares}$$

Factor de potencia:

factor de potencia [$\cos \Phi$] se define como la razón que existe entre Potencia Real [P] y Potencia Aparente [S], siendo la potencia aparente el producto de los valores eficaces de la tensión y de la corriente:

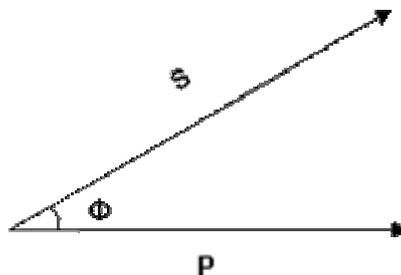


Figura 1.16 **Factor de potencia**

$$\cos \Phi = \frac{P}{S}$$

El factor de potencia nunca puede ser mayor que la unidad, regularmente oscila entre 0.8 y 0.85. En la práctica el factor de potencia se expresa, generalmente, en tanto por ciento, siendo el 100% el factor máximo de potencia posible. Un factor de potencia bajo es una característica desfavorable de cualquier carga.

Factor de servicio:

El factor de servicio de un motor se obtiene considerando la aplicación del motor, para demandarle más, o menos potencia, y depende directamente del tipo de maquinaria impulsada:

$$P = [\#F(E)I(\eta)F.P.]$$

$$Pr = P(F.S.) \therefore F.S. = \frac{Pr}{P}$$

Número de fases:

Depende directamente del motor y del lugar de instalación, por ejemplo: Para motores con potencia menor o igual a 1 HP (a nivel domestico), generalmente, se alimentan a corriente monofásica (127 V.); cuando la potencia del motor oscila entre 1 y 5 HP lo más recomendable es conectarlo a corriente bifásica o trifásica (220 V.); y para motores que demanden una potencia de 5 HP o más, se utilizan sistemas trifásicos o polifásicos.

Par Nominal:

Es el par que se produce en un motor eléctrico para que pueda desarrollar sus condiciones de diseño.

Par de arranque:

Es el par que va a desarrollar el motor para romper sus condiciones iniciales de inercia y pueda comenzar a operar.

Par máximo:

También llamado par pico, es el par que puede desarrollar el motor sin perder sus condiciones de diseño, es decir, que es el límite en el que trabaja el motor sin consumir más corriente y voltaje, asimismo de que sus revoluciones son constantes, y conjuntamente está relacionado con el factor de servicio.

Par de aceleración:

Es el par que desarrolla el motor hasta que alcanza su velocidad nominal.

Par de desaceleración:

Es el par en sentido inverso que debe emplearse para que el motor se detenga.

Par a rotor bloqueado:

Se considera como el par máximo que desarrolla un motor cuando se detiene su rotor.

Frecuencia:

Es el número de ciclos o repeticiones del mismo movimiento durante un segundo, su unidad es el *segundo*⁻¹ que corresponde a un *Hertz*

[Hz] también se llama *ciclo* [$seg^{-1} = Hertz = Ciclo$]. La frecuencia y el periodo están relacionados inversamente:

$$T = \frac{1}{f} \therefore f = \frac{1}{T}$$

Deslizamiento:

El deslizamiento es la relación que existe entre la velocidad de los campos del estator y la velocidad de giro del rotor:

$$z = \frac{V_c}{V_r}$$

En los motores de corriente alterna de inducción, específicamente de jaula de ardilla, el deslizamiento es fundamental para su operación, ya que de él depende que opere o no el motor.

Sangolquí, Enero del 2005

ELABORADO POR:

Sr. Fabián Rafael Erazo Vera

Srta. Stefany Soledad Tapia Calderón

AUTORIDADES:

Sr. Ing.
Tnt. Crnl. Estado Mayor
Decano de la Facultad de Ingeniería Electrónica

Sr. Dr. Jorge Carvajal
Secretario Académico de la Facultad de Ingeniería Electrónica