

**ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO**

**DEPARTAMENTO DE ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA**

**CARRERA DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA,  
AUTOMATIZACIÓN Y CONTROL**

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

**REINGENIERÍA DE LA GRÚA P&H DEL AREA DE FUNDICIÓN  
DE CHATARRA EN LA EMPRESA ANDEC S.A.**

**PABLO LUIS MORALES ZAMBRANO**

**RAMIRO SEBASTIÁN VELASCO LANDÁZURI**

**SANGOLQUÍ - ECUADOR**

**2010**

## CERTIFICACIÓN

Certificamos que el siguiente proyecto titulado “Reingeniería de la Grúa P&H en el área de fundición de chatarra de la empresa Andec S.A.”, fue desarrollado en su totalidad por el Sr. Ramiro Sebastián Velasco Landázuri con CI. 171523991-7 y el Sr. Pablo Luis Morales Zambrano con C.I. 171804267-2 bajo nuestra dirección.

---

Ing. Paúl Ayala  
DIRECTOR

---

Ing. Rodolfo Gordillo  
COORDIRECTOR

## AGRADECIMIENTO

Queremos agradecer a Dios por todas las bendiciones durante todo este camino recorrido, luego agradecer a nuestro Padres por el apoyo incondicional empujando nuestro ideal hasta verlo materializado.

A los maestros encargados de nuestro proyecto que con su esfuerzo, dedicación, conocimientos, orientaciones, persistencias, paciencia y motivación han sido fundamentales para nuestra formación. Ellos han inculcado en nosotros un sentido de seriedad, responsabilidad y rigor académico sin los cuales no podría tener una formación completa. A su manera, han sido capaces de ganarse nuestra lealtad y admiración, así como sentirnos en deuda con ellos por todo lo recibido durante el período de tiempo que ha durado esta Tesis.

Gracias insignes maestros de la Espe, sin vuestro apoyo valioso y oportuno, vanos serían nuestros esfuerzos. Gracias por su honestidad, dedicación y entrega, porque el auténtico maestro es grande como la verdad que hable, como la ayuda que dé, como el destino que busque. Gracias, porque vuestra labor no se ve, pero vive y vivirá por siempre en nuestro espíritu y nuestros corazones. Los recordaremos por siempre porque sus nombres y sus acciones se impregnaron en las fibras más íntimas de nuestros ser.

Gracias, a nuestros seres queridos y amigos que se alegran ahora de ver éste gran paso en nuestras vidas; agradecer a nuestro compañeros de aula que fueron apoyo durante las largas noches y horas que enfrentamos juntos, todos guiados por el mismo ideal.

Esto es solo un paso más de los muchos que nos depara la vida solo deseamos terminar agradeciéndole a élla por permitirnos disfrutar de esta alegría y por las muchas que aún faltan por vivir.

## DEDICATORIA

*No hay palabras que expresen el sentir de un corazón lleno de gratitud cuando ha recibido el amor y apoyo incondicional de su familia y seres queridos.*

Este trabajo ha sido fruto del esfuerzo conjunto de una familia y un par de amigos que han sabido sobrellevar las circunstancias, tanto buenas como malas.

Quiero dedicar este trabajo antes que nada a mis padres por apoyarme en todas y cada una de las necesidades durante esta experiencia, quienes con su apoyo y sacrificio, sus críticas han sabido darme a entender el verdadero significado de las cosas. Quiero también agradecer a mi hermano quién ha sabido compartir conmigo una vida y apoyarnos cuando las cosas parecían no tener salida y por último dedicar este trabajo a las personas que estuvieron detrás de mí todo el tiempo apoyándome y alegrándose junto a mí en cada uno de mis triunfos. A mi enamorada que más que eso ha sabido ser mi compañera, mi amiga y que entendiéndome en los momentos difíciles ha sabido darme el empujón que en ocasiones hacía falta.

*Sebastián Velasco*

## **DEDICATORIA**

Dedico este trabajo a Dios que gracias a sus bendiciones y la fuerza espiritual brindada a lo largo de mi vida me permite culminar exitosamente una etapa más de mi carrera profesional, a mis padres que a través de su empeño, dedicación y sacrificio han sido el soporte y el ejemplo que he necesitado en todos los momentos de mi existencia, a mis hermanos que me han brindado su cariño, respeto y sobre todo el apoyo incondicional durante el desarrollo de mi trabajo, a mis abuelos, tíos, primos y seres queridos que han sido los amigos sinceros e incondicionales durante esta experiencia. A mi enamorada Fernanda que con su comprensión, amor, ternura y entendimiento ha sido la persona que me ha brindado la tranquilidad, seguridad y la motivación necesaria para la culminación del proyecto elaborado.

*Pablo Morales*

## PRÓLOGO

Buscando satisfacer las necesidades empresariales nace este trabajo, él cual busca encaminar a ANDEC, una de las mejores empresas en el Ecuador produciendo materiales como barillas de acero, electromallas, mallas redondas, mallas cuadradas, etc., hacia un adelanto tecnológico importante para su crecimiento, él cual se lo realiza mediante una reingeniería total en una de las áreas más antiguas dentro de la empresa como es la Grúa P&H en el Horno de Fundición de Chatarra, ésta reingeniería se basa en un cambio total tanto en su sistema de control como en su estructura física.

De esta manera se contribuye al objetivo principal de la empresa trazado para éste 2010, él cual consiste en incrementa su producción de 200.000 a 250.000 toneladas al año.

## ÍNDICE

<b>TÍTULO</b> .....	<b>1</b>
<b>CERTIFICACIÓN</b> .....	<b>2</b>
<b>AGRADECIMIENTO</b> .....	<b>3</b>
<b>DEDICATORIA</b> .....	<b>4,5</b>
<b>PRÓLOGO</b> .....	<b>6</b>
<b>ÍNDICE</b> .....	<b>7,8</b>
<b>CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>9</b>
DESCRIPCIÓN GENERAL DEL MODO DE OPERACIÓN ACTUAL DE LA GRÚA.....	10
<b>CAPÍTULO II: ESTUDIO DE LA GRÚA</b> .....	<b>14</b>
ANÁLISIS DEL ESTADO ACTUAL DE LA GRÚA P&H.....	14
TABLERO DE CONTROL.....	18
SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN DE ENERGÍA ELECTRICA.....	26
CABINA DE CONTROL.....	27
ANÁLISIS DEL MODO DE OPERACIÓN ACTUAL DE LA GRÚA P&H.....	28
<b>CAPÍTULO III: INGENIERÍA BÁSICA Y DE DETALLE</b> .....	<b>33</b>
<b>HARDWARE</b> .....	<b>33</b>
VARIADOR DE FRECUENCIA.....	33
CONTROLADOR LÓGICO PROGRAMABLE.....	42
BANCO DE RELÉS.....	<b>56</b>
SISTEMA DE PROTECCIÓN PARA EL AMARIO DE CONTROL.....	57
RESISTENCIA DE FRENADO.....	63
SISTEMA DE ELIMINACIÓN DE RUIDOS EN EL SISTEMA DE CONTROL.....	64
ARMARIO DE CONTROL.....	66
CABLEADO DE ALIMENTACIÓN AL PLC LOGO.....	67
CABLEADO DE ALIMENTACIÓN AL CONVERTIDOR DE FRECUENCIA WEG.....	72
CABLEADO DE CONEXIÓN ENTRE EL LOGO Y EL VARIADOR DE FRECUENCIA...	74
CABLEADO ENTRE EL VARIADOR DE FRECUENCIA Y LOS MOTORES.....	77
MANIPULADORES DE LA GRÑUA P&H.....	79
<b>SOFTWARE</b> .....	<b>85</b>

DIAGRAMAS DE FLUJO .....	85
DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROGRAMA DEL LOGO .....	85
DIAGRAMA DE FLUJO DEL CONVERTIDOR DE FRECUENCIA .....	88
PROGRAMACIÓN DEL LOGO .....	89
PROGRAMACIÓN DEL CONVERTIDOR DE FRECUENCIA.....	95
PLANOS DEL NUEVO SISTEMA DE FUERZA Y CONTROL DE LA GRÚA P&H .....	97
<b>CAPÍTULO IV: PRUEBAS EXPERIMENTALES Y RESULTADOS.....</b>	<b>98</b>
DESCRIPCIÓN FÍSICA FINAL DE LA GRÚA P&H .....	98
CABINA DE CONTROL .....	99
SISTEMA MECÁNICO.....	100
PRUEBAS EXPERIMENTALES.....	101
ANÁLISIS TÉCNICO DE FUNCIONAMIENTO DE LA GRÚA P&H CON EL NUEVO SISTEMA DE CONTROL.....	102
RESULTADOS.....	105
LIMITACIONES.....	106
<b>CAPÍTULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....</b>	<b>107</b>
CONCLUSIONES .....	107
RECOMENDACIONES .....	108
<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>109</b>
<b>ANEXOS.....</b>	<b>110</b>
ANEXO1	
PLANOS DEL SISTEMA ANTIGUO DE FUNCIONAMIENTO.....	111
ANEXO2	
PLANOS DEL SISTEMA ACTUAL DE FUNCIONAMIENTO.....	112
ANEXO3	
MANUAL DE LAS PRINCIPALES CARACTERÍSTICAS DEL LOGO.....	114
MANUAL DE LAS PRINCIPALES CARACTERÍSTICAS DEL VARIADOR.....	138
ANEXO4	
MÓDULO DE AIRE ACONDICIONADO.....	162
ANEXO5	
LISTA DE MATERIALES Y PRECIOS.....	170
<b>ÍNDICE DE FIGURAS.....</b>	<b>171</b>
<b>ÍNDICE DE TABLAS.....</b>	<b>173</b>
<b>GLOSARIO.....</b>	<b>174</b>
<b>HOJA DE ENTREGA.....</b>	<b>177</b>



## CAPITULO I

### INTRODUCCIÓN

Debido a que ANDEC es una industria que trabaja los 365 días del año, se ha visto en la necesidad de automatizar muchos de sus procesos, a través de la implementación de sistemas de control fáciles de manipular y eficientes.

Como parte de este proceso nace la necesidad de incrementar los niveles de producción, reducir los tiempos muertos, disminuir pérdidas de materiales, elevar la capacidad de trabajo y así de esta manera lograr que el desarrollo del trabajo se realice de forma eficiente y eficaz.

La cabina de mando actual en la grúa P&H del horno de fundición opera a partir de los años noventa, razón por la cual toda su ingeniería se encuentra desactualizada y debido a las exigencias ambientales en las que trabaja no se encuentra en condiciones ideales, se han deteriorado los equipos y herramientas utilizadas en esta cabina. El factor más importante para buscar la realización de este proyecto es el hecho de que la empresa está buscando aumentar su producción y la grúa actual no tiene las prestaciones necesarias para incrementar este factor al nivel deseado por lo que la realización de este proceso se vuelve necesario para contribuir al cumplimiento del nuevo objetivo que se ha planteado la empresa, el cual consiste en incrementar su producción de 200.000 a 250.000 toneladas año.

Es conveniente y necesario realizar un sistema de control que mediante el uso de un controlador permita el manejo de un driver que gobierne el movimiento de traslación de la cabina de la grúa P&H.

El movimiento de la grúa se realiza en dos ejes, el movimiento en X, el cual de aquí en adelante será conocido como traslación y el movimiento en Y como coche.

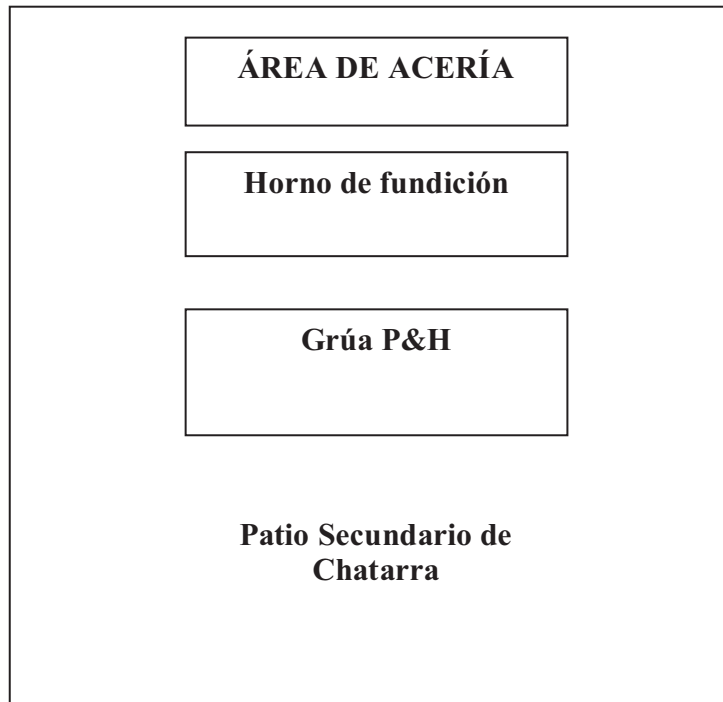
Debido a que se realizará una reingeniería total del sistema es necesario llevar a cabo:

- Reestructuración en el hardware
  - Iniciando con el cambio de motores que gobiernan el movimiento de traslación de la grúa P&H y su control mediante el empleo de un Driver.
  - Se reemplazarán los controles de mando, (Joystick) los cuales son los encargados de direccionar el movimiento de la grúa. El controlador a ser implementado en el sistema se prevé que sea un LOGO.
  - Cambio y reubicación de los tableros de control y eléctricos, los mismos que contarán con un sistema de refrigeración.

Al concretar cada uno de estos puntos se obtendrá como resultado final una cabina de mando de la grúa P&H completamente renovada en la que estarán dispuestos los elementos necesarios para operar correctamente el movimiento de traslación de la grúa. Cabe destacar que físicamente se contempla la opción de añadir a este sistema el control del movimiento coche para la grúa P&H, sin embargo el alcance de este proyecto contempla el sistema de control únicamente para el movimiento de traslación.

## **DESCRIPCIÓN GENERAL DEL MODO DE OPERACIÓN ACTUAL DE LA GRÚA.**

La grúa P&H se encuentra ubicada en el área de Acería de la empresa, donde se realiza el proceso de fundición de chatarra y así de esta manera obtener la materia prima necesaria para poder elaborar los diferentes productos que la empresa necesita para cumplir a cabalidad con su programa de producción. En la Fig1.1 se presenta la distribución del área de Acería de la empresa.

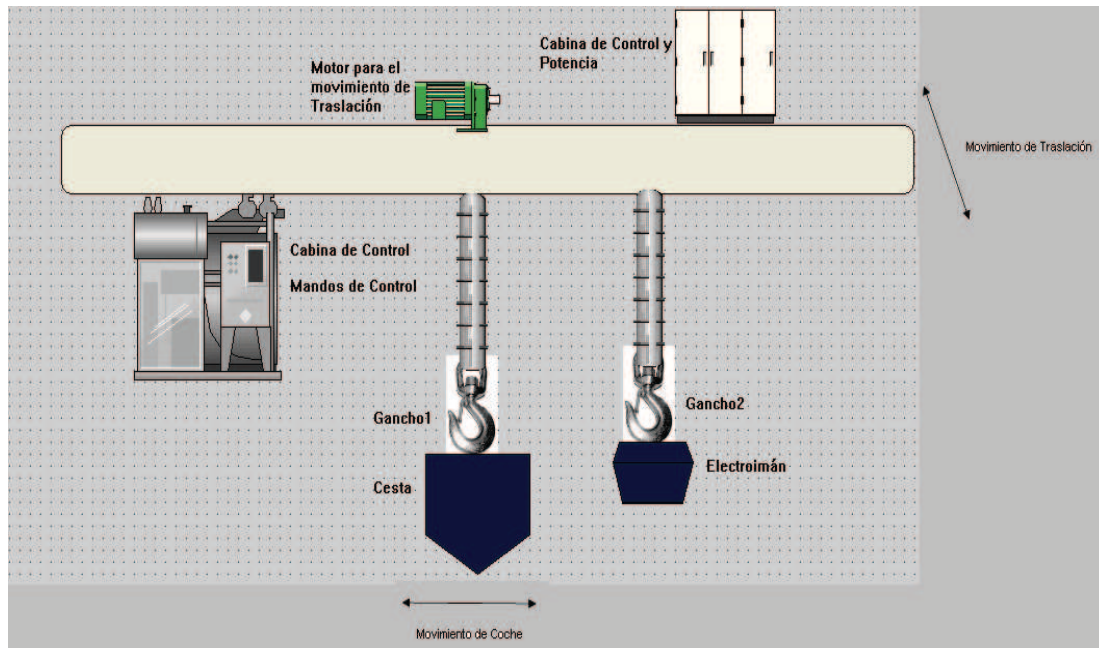


*Fig. 1.1. Vista frontal de los elementos del Área de Acería.*

Actualmente la grúa P&H consta de cuatro modos de operación:

- Movimiento de traslación (adelante – atrás o atrás – adelante).
- Movimiento de Coche (izquierda a derecha o derecha a izquierda).
- Gancho1 (sirve para sujetar la cesta en la que se coloca el material de chatarra).
- Gancho2 (sirve para sujetar el electroimán que se utiliza para rellenar la cesta con material de chatarra).

En la Fig1.2 se observa los elementos que conforman la grúa P&H.



*Fig. 1.2. Elementos que conforman la grúa P&H.*

La grúa P&H realiza dos funciones fundamentales para el proceso de Acería que se cumple dentro de la empresa ANDEC:

1. Desplazar por medio de los Movimientos de traslación y coche la cesta que contiene el material de chatarra a través del Gancho1 hacia la zona en la que se pesa dicha cesta, si ésta se encuentra con el peso indicado dentro de las normas establecidas por la empresa para cumplir con los objetivos de producción, la grúa procede a depositar la chatarra dentro del horno de fundición.
2. Caso contrario, de no llegar a cumplir con el peso indicado por medio de los Movimientos de traslación y coche se dirige hacia el patio de recolección de chatarra y a través del Gancho 2 con la ayuda de un electroimán se procede a recolectar el material necesario para que el peso sea el establecido como se mencionó anteriormente.

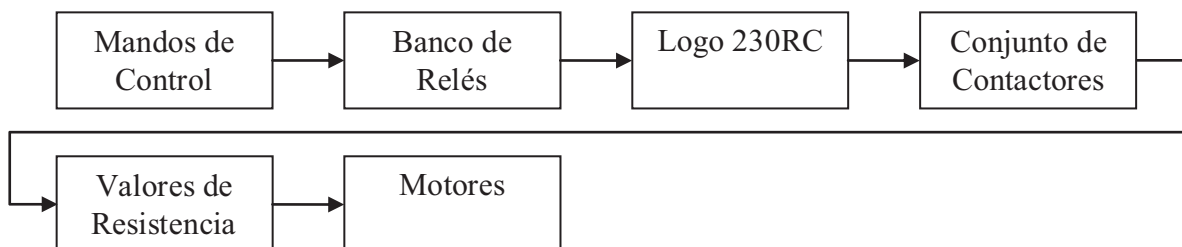
En este apartado se realiza una descripción general del movimiento de traslación de la grúa P&H la cual se encuentra operando continuamente durante los 365 días del año con sus respectivos tiempos de parada, éstos se efectúan con duración de un día cada tres meses, tiempo en el cual se realiza el mantenimiento, tanto correctivo como preventivo.

El movimiento de traslación maneja siete señales de control, las mismas que son generadas por los mandos que se encuentran dentro de la cabina del operador.

Las dos primeras señales son las encargadas de determinar la dirección en la que se va desplazar la grúa y las señales restantes determinan la velocidad del desplazamiento de la grúa:

1. Dirección hacia adelante.
2. Dirección hacia atrás.
3. Primera velocidad.
4. Segunda velocidad.
5. Tercera velocidad.
6. Cuarta velocidad.
7. Quinta velocidad.

El movimiento de traslación se encuentra manipulado por un operador que a través de mandos controla la dirección y velocidad del desplazamiento, las señales de los mandos accionan un juego de relés que dependiendo de los datos enviados desde los controles de cabina activarán respectivamente las entradas digitales del LOGO 230RC, el cual gobierna el funcionamiento del proceso y mediante la ejecución del programa presente en él se activan las respectivas salidas que accionan un conjunto de contactores que seleccionan el valor de resistencia que determinará la acción a realiza por el motor dependiendo de la velocidad y dirección seleccionada.



*Fig. 1.3. Esquema de funcionamiento actual de la grúa P&H.*

## **CAPÍTULO II**

### **ESTUDIO DE LA GRÚA**

En éste capítulo se detalla el estudio realizado al sistema de la grúa P&H, tanto en el antiguo como en el nuevo sistema y así de esta manera entender de mejor manera el proceso de cambio que se va a ejecutar para cumplir con los objetivos planteados para el desarrollo de éste proyecto.

#### **ANÁLISIS DEL ESTADO ACTUAL DE LA GRÚA P&H.**

En la actualidad la grúa P&H se encuentra operativa. En su modo de operación se halla en buen estado pero a nivel de ingeniería, ésta es muy antigua, ha estado en operación más de 40 años por lo que los elementos que la conforman se encuentran desgastados por el paso de los años y debido a las exigencias ambientales que se maneja en este entorno.

A continuación se esquematiza un diagrama de flujo que representa el comportamiento del operador en la grúa P&H y se detalla el funcionamiento de cada uno de sus elementos:

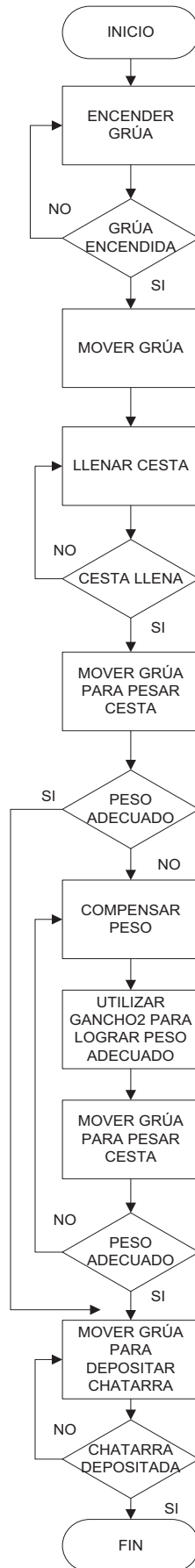
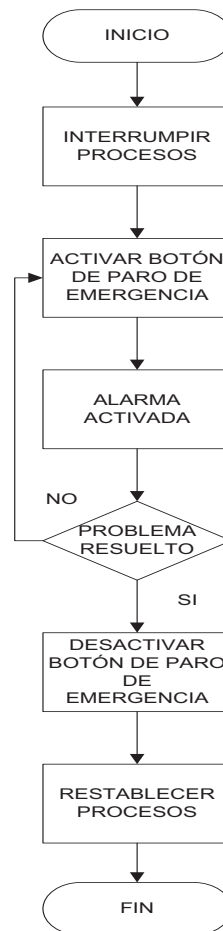


Fig. 2.1. Diagrama de Flujo del proceso de la grúa

Cuando la grúa sufre un desperfecto en su funcionamiento se interrumpen inmediatamente los procesos (mover grúa, llenar cesta, mover grúa para pesar cesta, compensar peso, depositar chatarra) que pueda estar realizando, las fallas que puedan presentarse en el desempeño de la grúa son advertidas por medio del operador a través de un botón de paro de emergencia que se encuentra en la cabina de control y así de esta manera las personas encargadas de realizar el soporte técnico darán soluciones a los problemas que se hayan presentado para continuar con su desempeño normal de actividades. Cabe recalcar que cuando se produce una falla en la grúa se activa una alarma que ayuda para que la persona encargada de soporte técnico se dé cuenta rápidamente de que algún sistema, material, o conexión no está funcionando de la mejor manera.

En la Figura 2.2 se esquematiza un diagrama de flujo cuando existe un problema en la grúa P&H:





*Fig. 2.2. Diagrama de Flujo del proceso ante un error en la grúa*

El sistema de funcionamiento de los elementos de la grúa P&H tampoco es el mejor puesto que, como es una ingeniería que tiene más de 40 años los diseños se ajustan a la necesidad de trabajo pero no han sido enfocados a la productividad. Con los elementos que existen hoy en día es posible mejorar el área de trabajo de la grúa P&H y de todo su funcionamiento, guiados por el actual objetivo de la empresa que es buscar producir 250.000 toneladas en el 2010, se consideró necesario realizar un proyecto mediante el cual se potencie esta área.

Actualmente la grúa P&H consta de un sistema de control que se describe en los planos ubicados en el *Anexo 1* de este contenido, a continuación se procede a describir la función que el sistema de control ejecuta para que la grúa cumpla su trabajo.

La grúa P&H se encuentra conformada de la siguiente manera:

1. Tablero de control
2. Cabina de control

## 1. TABLERO DE CONTROL

El tablero de control se encuentra dividido en dos partes:

- a) Control
- b) Distribución de energía eléctrica

### a) SISTEMA DE CONTROL<sup>1</sup>

El sistema es controlado mediante un LOGO! 230RC proporcionado por la compañía Siemens, este es un mini PLC de funciones limitadas pero lo suficientemente capaz para ejecutar esta tarea. “LOGO! es el módulo lógico universal de Siemens”. El LOGO viene integrado con las siguientes funciones:

- Unidad de mando y visualización con retroiluminación.
- Fuente de alimentación.
- Interfaz para módulos de ampliación.
- Interfaz para módulo de programación (Card) y cable para PC.
- Funciones básicas habituales preprogramadas, p.ej. para conexión retardada, desconexión retardada, relés de corriente e interruptor de software.
- Temporizador.
- Marcas digitales y analógicas.
- Entradas y salidas en función del modelo.

---

<sup>1</sup> <http://www.sebyc.com/descargas/rea/siemens/logo.pdf>

<b>Característica</b>	<b>Valor</b>
<i>Alimentación</i>	115...240 V CA/CC
<i>Entradas</i>	8 digitales
<i>Salidas</i>	4 relés de 10A.
<i>Tiempo de ciclo por función</i>	<0.1ms
<i>Memoria</i>	56 bloques
<i>Salida de Relé con carga inductiva, máx</i>	3A.
<i>Salida de Relé con carga resistiva, máx</i>	10A.

**Tabla 2.1.** Características del LOGO

Debido al número de entradas y salidas que maneja el sistema, fue indispensable añadir módulos de ampliación para poder aumentar la capacidad de entradas y salidas que pueda manejar el LOGO!, para esto se adquirieron las tarjetas o módulos de ampliación LOGO! DM 8 230R, las cuales poseen las siguientes características:

<b>Característica</b>	<b>Valor</b>
<i>Alimentación</i>	115...240 V CA/CC
<i>Entradas</i>	4 digitales(1)
<i>Salidas</i>	4 relés de 5A.
<i>Salida de Relé con carga inductiva, máx</i>	3A.
<i>Salida de Relé con carga resistiva, máx</i>	5A.

**Tabla 2.2.** Características del módulo de expansión DM8

Como se puede apreciar éste módulo posee 4 entradas digitales y 4 salidas de las cuales se procedió a utilizar las salidas en la medida que el funcionamiento de la grúa exige la utilización de 5 salidas y el LOGO solo entrega 4 de ellas. Con las entradas no sucede lo mismo, las 8 entradas que posee el LOGO son suficientes para manejar el proceso.

## MOTORES

Los motores que actúan sobre la grúa para hacer posible su desplazamiento son motores de la misma marca P&H, éstos son de rotor devanado o de anillos rozantes, fueron seleccionados debido a su par de arranque y su gran capacidad de trabajo. Un motor de este tipo funciona por el mismo principio que el de jaula de ardilla, ya que el campo magnético rotatorio establecido por el devanado de estator reacciona con los polos magnéticos inducidos del rotor y se produce la rotación.

El motor de inducción con anillos rozantes, de tipo medio, producirá un par de arranque igual a tres veces el normal a plena carga con una intensidad de corriente de 2.5 veces lo normal.

Este tipo de motores son utilizados en: compresoras de aire, grandes ventiladores, transportadores, prensas de punzonar, prensas de imprenta, tornos, elevadores, etc. Y en general en máquinas que requieren acción de arranque gradual y velocidad ajustable.

Como se habló en un principio la grúa tiene capacidad para 20 toneladas y su motor posee las siguientes características:

<b>MOTOR TRIFÁSICO TRASLACIÓN</b>		
<b>Parámetro</b>	<b>Valor</b>	<b>Unidades</b>
<b>Potencia</b>	25	HP
<b>Voltaje</b>	440	VAC
<b>Corriente</b>	32,5	A
<b>Velocidad</b>	1155	RPM
<b>Factor de potencia</b>	0.75	

**Tabla 2.3.** Características del motor del movimiento de traslación

<b>MOTOR TRIFÁSICO COCHE</b>		
<b>Parámetro</b>	<b>Valor</b>	<b>Unidades</b>
<b>Potencia</b>	5	HP
<b>Voltaje</b>	440	VAC
<b>Corriente</b>	7,75	A
<b>Velocidad</b>	1120	RPM
<b>Factor de potencia</b>	0.75	

**Tabla 2.4.** Características del motor del movimiento de coche

<b>MOTOR TRIFÁSICO GANCHO1</b>		
<b>Parámetro</b>	<b>Valor</b>	<b>Unidades</b>
<b>Potencia</b>	50	HP
<b>Voltaje</b>	440	VAC
<b>Corriente</b>	59	A
<b>Velocidad</b>	1165	RPM
<b>Factor de potencia</b>	0.75	

**Tabla 2.5.** Características del motor del Gancho 1

<b>MOTOR TRIFÁSICO GANCHO2</b>		
<b>Parámetro</b>	<b>Valor</b>	<b>Unidades</b>
<b>Potencia</b>	30	HP
<b>Voltaje</b>	440	VAC
<b>Corriente</b>	38	A
<b>Velocidad</b>	1160	RPM
<b>Factor de potencia</b>	0.75	

**Tabla 2.6.** Características del motor del Gancho 2

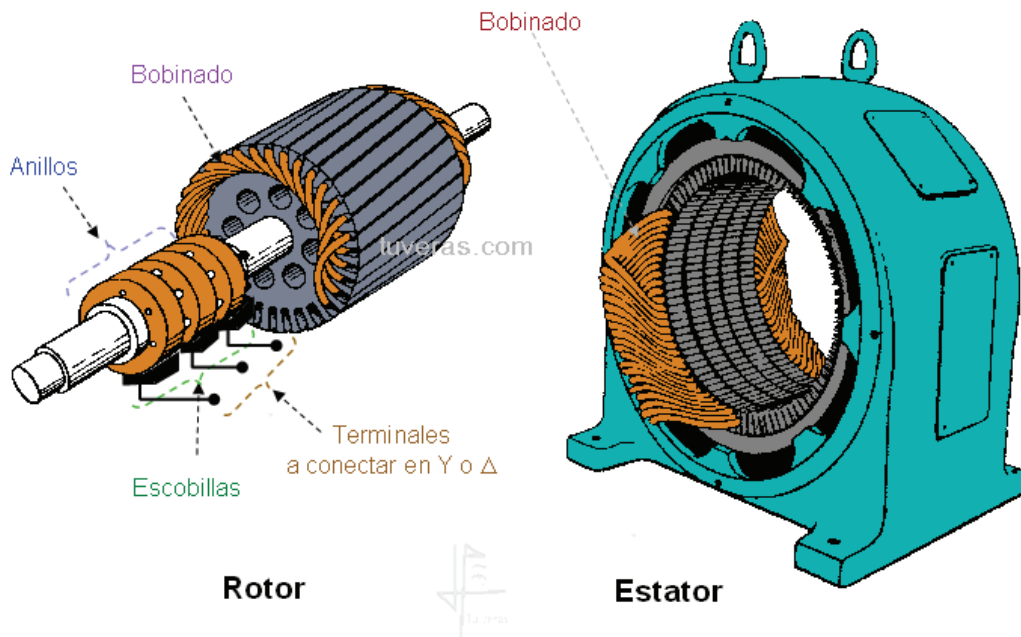


Fig. 2.3. Gráfico del esquema interno del motor PH

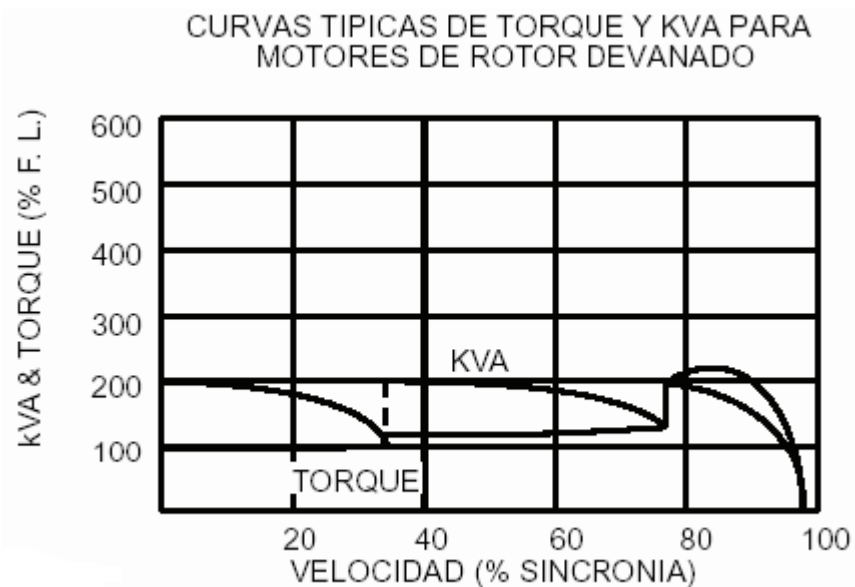


Fig. 2.4. Gráfico de la curva característica del motor PH

*Nota: Se hizo todo lo posible por conseguir las curvas características de los motores que se encontraban en operación dentro del funcionamiento de la grúa, pero debido a una respuesta negativa por parte del fabricante no fue posible obtener dichas curvas características por lo que se hace referencia de manera general a las partes y curvas del motor.*

<b>PARÁMETROS DEL MOTOR P&amp;H</b>	
<i>Característica</i>	<i>Valor</i>
<i>Potencia</i>	30 HP
<i>RPM</i>	1660
<i>Voltaje del Estator</i>	230 - 460V
<i>Voltaje del Rotor</i>	248 V
<i>Frecuencia</i>	60 Hz
<i>Corriente en el Estator</i>	76/38A
<i>Corriente en el Rotor</i>	59A

**Tabla 2.7.** Características del motor PH

## CONTROL DE VELOCIDAD

El sistema de control de velocidad del motor se realiza mediante el uso de resistencias rotóricas, éstas regulan la velocidad y el par del motor. Más resistencias menos velocidad y menos par, esto es en términos generales.

Si el motor queda trabajando a bajas rpm se necesita un ventilador para disipar el calor del motor. Este tipo de motores es ideal para mover cargas de gran inercia y que son variantes en el tiempo.

El motor posee un sistema de frenado a través de las resistencias, estas irán conmutando según el mando que se encuentre activo en la cabina y mediante un juego de contactores se cortocircuitan aumentando el voltaje de alimentación del rotor y por ende aumentando la velocidad de movimiento.

La alimentación a tensión reducida del motor, durante el primer tiempo se obtiene poniendo en serie con cada fase del estator una resistencia que es cortocircuitada luego en un solo tiempo. Los acoplamientos eléctricos de los devanados respecto a la red no se modifican durante el arranque, la intensidad de arranque que recorre la línea de alimentación se reduce proporcionalmente a la tensión aplicada al motor, mientras que el par se reduce como el cuadrado de la tensión.

El par inicial de arranque es relativamente pequeño para una punta de comente todavía importante.

La tensión aplicada en las bornas del motor no es constante durante el período de aceleración. La intensidad, máxima cuando se pone el motor en tensión, disminuye a medida que el motor acelera; la caída de tensión en las bornas de la resistencia disminuye y la tensión en las bornas del motor aumenta progresivamente.

Como el par es proporcional al cuadrado de la tensión, los valores obtenidos del par son más elevados, para un par inicial dado, que con un sistema que suministra una tensión reducida de valor fijo.

La velocidad va aumentando progresivamente y sin cambios bruscos. Por otra parte, es posible modificar los valores de la intensidad y del par de arranque adaptando una resistencia.

El arranque estático por resistencia es conveniente para realizar el arranque de las máquinas con par resistente creciente o cerca de la mitad del par nominal e incluso en las máquinas potentes y de gran inercia.

## CONTACTORES

Un contactor es un elemento conductor que tiene por objetivo establecer o interrumpir el paso de corriente, ya sea en el circuito de potencia o en el circuito de mando, tan pronto se energice la bobina (en el caso de ser contactores instantáneos). Un contactor es un dispositivo con capacidad de cortar la **corriente eléctrica** de un receptor o instalación, con la posibilidad de ser accionado a distancia, que tiene dos posiciones de funcionamiento: una estable o de reposo, cuando no recibe acción alguna por parte del circuito de mando, y otra inestable, cuando actúa dicha acción. Este tipo de funcionamiento se llama de "todo o nada". En los esquemas eléctricos, su simbología se establece con las letras KM seguidas de un número de orden.

Los contactores designados para la operación en éste proceso se encuentran dotados de las siguientes características:



<i>Características del Sistema de Fuerza</i>	
<i>Característica</i>	<i>Valor</i>
<i>Corriente Nominal</i>	1.5A
<i>Voltaje</i>	110 VAC
<i>Número de Polos</i>	1

*Tabla 2.8. Características de los contactores*

A continuación se realizan los cálculos para verificar si el dimensionamiento del contactor es el correcto:

Datos:

$$P = 4,6W * 1,8 = 8,28W$$

$$V = 110v$$

$$fp = 0,95$$

$$P = V * Is * fp \quad \text{Ecuación 2.1}$$

$$Is = \frac{P}{V * fp}$$

$$Is = \frac{8,28W}{110V * 0,95}$$

$$Is = 0,079A$$

Por lo tanto la corriente nominal ( $I_n$ ) del contactor es 1 A

$$I_n = 1A$$

**Donde:**

**P**=Potencia Activa del logo (W).

**V**=Tensión Nominal.

**Is**=Corriente de servicio.

**fp**=Factor de Potencia.

**In**=Corriente nominal.

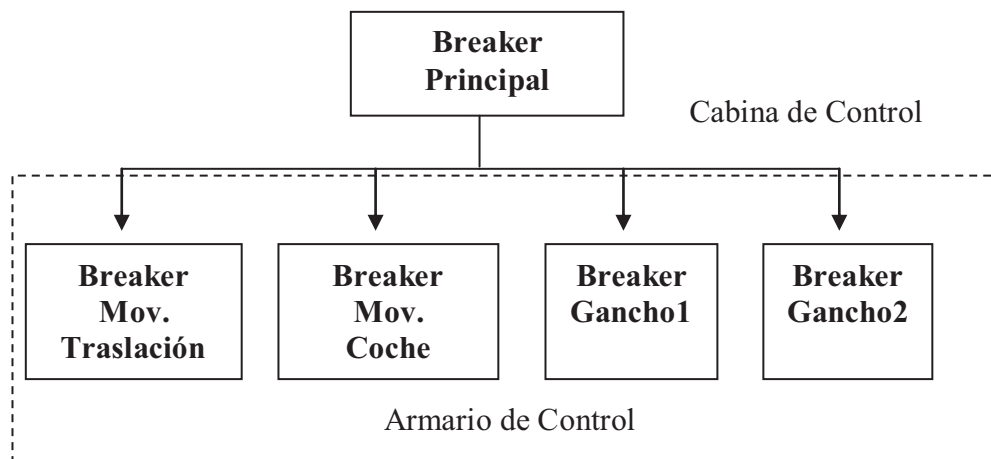
Debido a los elementos existentes en el mercado la empresa se vio en la necesidad de adquirir un contactor de las características mencionadas en la Tabla 2.8.

Como se mencionó anteriormente los contactores serán los responsables de administrar el funcionamiento de las resistencias rotóricas, y estas a su vez gobiernan el control de velocidad del motor de la grúa. Los contactores utilizados en el sistema actual son de marca Siemens y Telemecanique.

### b. SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA

El sistema de distribución de energía eléctrica es el encargado de distribuir la corriente eléctrica necesaria para el funcionamiento de la grúa P&H.

Este sistema se encuentra conformado por un breaker principal, él mismo que está ubicado en una caja de paso dentro de la cabina de control. La línea que suministra éste breaker se distribuye hacia las protecciones de sobrecorriente y sobrecarga de los distintos modos de operación de la grúa (Traslación, coche, gancho1, gancho2), ubicadas en el tablero de control. El sistema se encuentra diseñado de esta manera para realizar con facilidad detección y corrección de errores que puedan presentarse en las líneas de alimentación eléctrica de cada uno de los modos de operación y para que sean independientes uno de otro, es decir si se presenta una falla en algún o algunos modos de operación los demás no se vean afectados por dicha falla.



*Fig. 2.5. Esquema del Sistema de Distribución de Energía Eléctrica.*

Todo este sistema de fuerza será trasladado a un nuevo tablero, con su respectivo cambio de elementos de manera que el sistema completo de la grúa P&H quedará renovado.

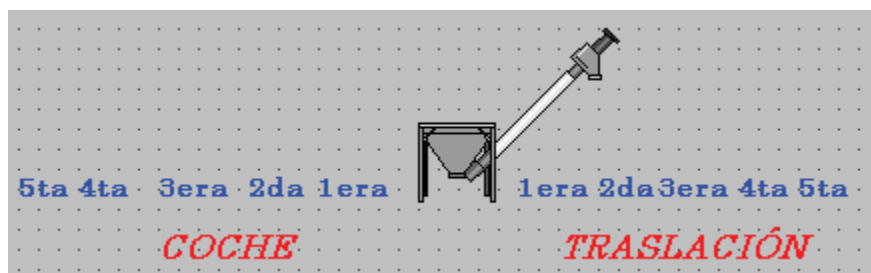
## 2. CABINA DE CONTROL

Dentro de la cabina se encuentran todos los elementos que son manipulados por parte del operador de la grúa P&H, dentro de los cuales se pueden distinguir los siguientes:

- a) Mandos de Control.
- b) Freno Mecánico.
- c) Encendido y Alarma.

### a) Mandos de Control

Existen dos mandos de control de 5 posiciones cada uno, el primero de ellos controla los movimientos y velocidades de traslación y coche, como se muestra en la Fig 2.6.



*Fig. 2.6. Funcionamiento Mando de Control.*

El segundo mando controla los movimientos del Gancho1 y Gancho2. El Gancho1 es el encargado de sujetar la cesta que contiene el material de chatarra y el Gancho2 sostiene el electroimán que ayuda a completar la cantidad de chatarra necesaria en la cesta.

### b) Freno Mecánico

Se activa mediante un pedal que manipula un juego de pastillas que presionan el disco de freno impidiendo que este siga girando y por ende reduciendo la velocidad de la grúa frenando progresivamente hasta detenerse por completo.



*Fig. 2.7. Funcionamiento del Freno Mecánico.*

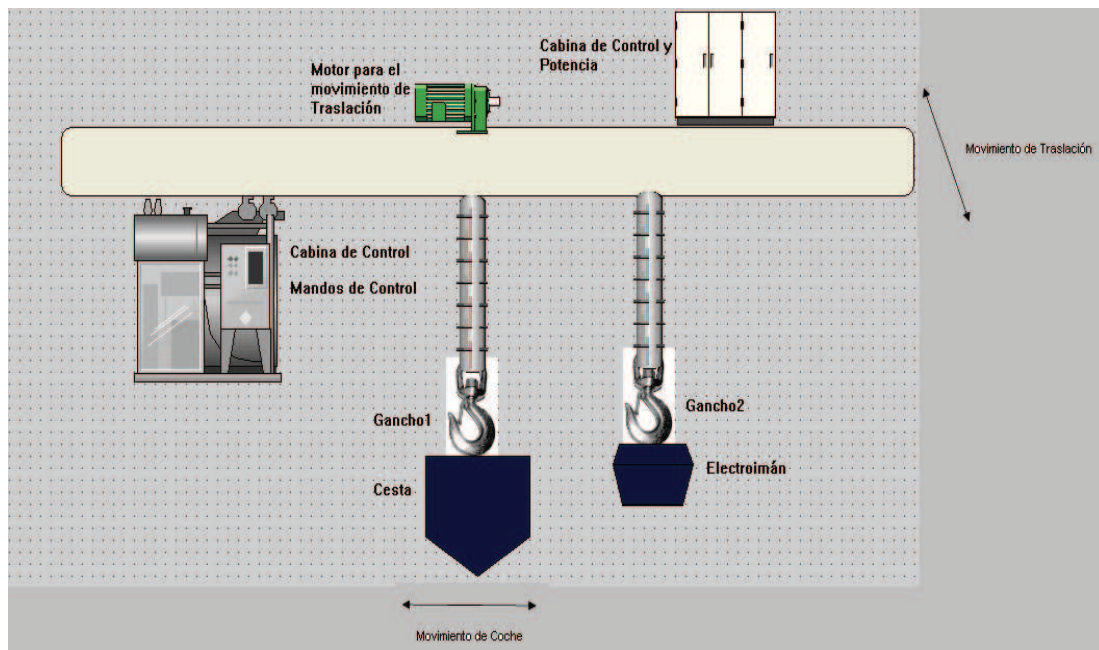
### c) Encendido y Alarma

Existen botones que permiten encender o apagar la grúa, encender o apagar el electroimán, paros de emergencia tanto de la grúa como del electroimán, selector para encender o apagar la sirena, luces indicadoras de funcionamiento.

## ANÁLISIS DEL MODO DE OPERACIÓN ACTUAL DE LA GRÚA P&H.

Actualmente la grúa P&H consta de cuatro modos de operación:

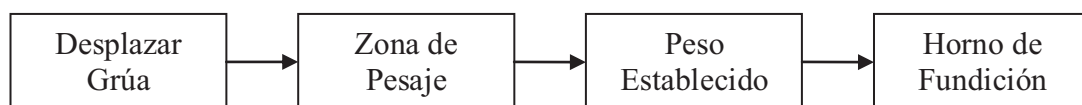
- Movimiento de traslación (adelante – atrás o atrás – adelante).
- Movimiento de Coche (izquierda a derecha o derecha a izquierda).
- Gancho1 (sirve para sujetar la cesta en la que se coloca el material de chatarra).
- Gancho2 (sirve para sujetar el electroimán que se utiliza para rellenar la cesta con material de chatarra).



*Fig. 2.8. Esquema de movimiento de coche y traslación*

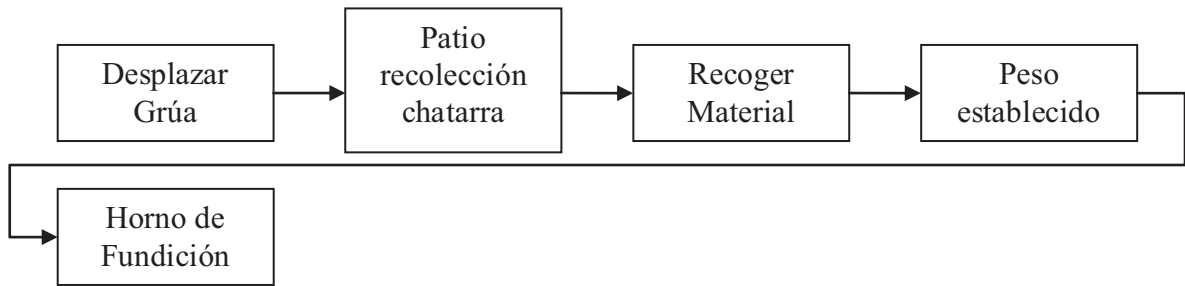
La grúa P&H realiza dos funciones fundamentales para el proceso de Acería que se cumple dentro de la empresa ANDEC:

- Desplazar por medio de los Movimientos de traslación y coche la cesta que contiene la chatarra, el material es sostenido por el Gancho1 y dirigido hacia la zona en la cual se pesa la chatarra, si la cesta se encuentra con el peso indicado dentro de las normas establecidas por la empresa para cumplir con los objetivos de producción, ésta se procede a depositar dentro del horno de fundición.



*Fig. 2.9. Función que realiza la grúa P&H.*

- Caso contrario, de no llegar a cumplir con el peso indicado por medio de los Movimientos de traslación y coche se dirige hacia el patio de recolección de chatarra y a través del Gancho 2 con la ayuda de un electroimán procede a recolectar el material necesario para que el peso sea el establecido como se mencionó anteriormente.



**Fig. 2.10.** *Función que realiza la grúa P&H.*

Para cumplir con todo éste proceso los mandos de control proporcionan las señales necesarias (dirección del movimiento, primera, segunda, tercera, cuarta, quinta velocidad) para que éstas sean recibidas por un banco de relés auxiliares, los cuales fueron implementados tiempo después de la puesta en marcha inicial de la grúa debido a que existen corrientes parásitas que generan una falsa inducción en las entradas del LOGO razón por la cual en ocasiones se activan involuntariamente dichas entradas.

Estos relés a su vez entregan estas señales de control al LOGO para que puedan ser procesadas mediante el siguiente programa que se muestra en la Fig 2.11, el cual fue desarrollado con el Software proporcionado por la empresa Siemens, *LOGO Soft Confort*:



DELAY los cuales crean un retardo en el cambio de velocidades de manera que se pueda proteger la parte mecánica del sistema de velocidad de los motores.

Al activar la entrada2 (I2 Dirección hacia atrás) cambia el sentido de giro de los motores accionando la salida2 (Q2).

Las entradas I3, I4, I5, I6, I7 corresponden a la primera, segunda, tercera, cuarta, quinta velocidad respectivamente y estas serán utilizadas de la misma manera en cualquiera de los sentidos que se encuentren girando los motores, a su vez estas entradas accionan las salidas Q3, Q4, Q5, Q6, Q7 siempre y cuando se encuentren activadas las entradas I1 o I2 que son las que indican el sentido de giro de los motores e indican que el sistema se encuentra listo para su funcionamiento.

El programa posee una protección adicional para el sistema mecánico la cual asegura que si en algún momento sucede que las entradas I1, I2 se encuentran activadas de manera simultánea el sistema permanece inactivo es decir ninguna de las salidas serán accionadas.



## CAPÍTULO III

### INGENIERÍA BÁSICA Y DE DETALLE

La ingeniería es la base del desarrollo de los procesos, ella permite potenciar y mejorar elementos claves para el progreso de la producción en las empresas, es por esto que en este apartado se detalla de manera minuciosa cada uno de los elementos utilizados para el proceso de reingeniería.

#### HARDWARE

##### VARIADOR DE FRECUENCIA

El convertidor de frecuencia se encarga de manejar la velocidad del motor, tanto como para su aceleración como para su desaceleración. Antes de poder seleccionar cierto tipo de variador de frecuencia es importante tener algunos criterios para su selección, los cuales se analizan a continuación:

- Verificar la tensión de suministro y las tensiones nominales del convertidor y del motor.
- Comprobar también que la corriente nominal del convertidor sea igual o mayor que la corriente nominal del motor seleccionado.
- Prestarle mucha atención a los casos especiales en cuanto a altos requerimientos de momento de arranque o de momento máximo.
- Debe comprobarse el intervalo de velocidad requerido y el que puede proporcionar el convertidor.
- La velocidad máxima permisible del motor no se puede exceder (esto se debe chequear con las normas).
- Analizar si hay necesidades especiales en cuanto al medio ambiente.
- Debe comprobarse el sistema de tierra del motor, del equipo accionado.

- Verificar técnica y económicamente si un sistema separado de enfriamiento reduce el tamaño del motor y, consecuentemente, el tamaño del convertidor.
- A bajas velocidades debe evaluarse la lubricación de los rodamientos, la ventilación del motor y el ruido electromagnético.

Mediante el estudio de estos criterios, se puede tener una idea más clara de las necesidades que se van a satisfacer, cada uno de estos puntos enrumba a la decisión en cuanto a características generales se requieren.

Una vez clara esta idea es importante conocer las características de los motores que se van a controlar y la carga con la que se va a trabajar. Es importante mencionar que para este proyecto se encontró la necesidad de trabajar con dos motores, debido a que utilizar un motor más grande que trabaje por los dos, hubiese llevado a incrementar de manera innecesaria los costos del proyecto. A continuación se muestran las características de los motores que van a ser implementados:

<b><i>MOTOR TRIFÁSICO TRASLACIÓN</i></b>		
<b><i>Parámetro</i></b>	<b><i>Valor</i></b>	<b><i>Unidades</i></b>
<b><i>Potencia</i></b>	3,6	kW
<b><i>Voltaje</i></b>	440	VAC
<b><i>Corriente Nominal</i></b>	9,5	A
<b><i>Velocidad</i></b>	1650	RPM
<b><i>Factor de potencia</i></b>	0.90	

*Tabla 3.1. Características del motor DEMAG (motor nuevo proceso)*

Como se mencionó anteriormente se van a manejar dos motores con el mismo variador de frecuencia, los valores de carga que caen sobre el convertidor son los siguientes:

<b>MOTOR TRIFÁSICO TRASLACIÓN</b>		
<b>Parámetro</b>	<b>Valor</b>	<b>Unidades</b>
<b>Potencia</b>	7,2	kW
<b>Voltaje</b>	440	VAC
<b>Corriente Nominal</b>	19	A
<b>Velocidad</b>	1650	RPM
<b>Factor de potencia</b>	0.90	

**Tabla 3.2.** Parámetros de carga sobre el convertidor de frecuencia

Antes de analizar los datos, se necesita realizar una conversión en la potencia, puesto que se requiere que esté expresada en unidades HP, así:

$$\begin{array}{r}
 1HP \quad 736W \\
 X \quad 7200W \\
 \\
 X = \frac{7200W \times 1HP}{736W} \quad Ec.3.1 \\
 X = 10,698366HP
 \end{array}$$

Los criterios de diseño muestran que es necesario sobredimensionar el valor que se ha obtenido en un 20% para crear un rango de seguridad durante el trabajo, así se tiene que:

$$\begin{array}{r}
 P = 10,698366HP \times 1.2 \quad Ec.3.2 \\
 P = 12,83HP
 \end{array}$$

Con este valor se puede ya consultar el catálogo de los proveedores de preferencia, Andec trabaja regularmente con Siemens pero debido a nuevas exposiciones presentadas por WEG y de los equipos que maneja, analizando la calidad y prestaciones de sus elementos, se llegó a la decisión de realizar la adquisición dando preferencia al factor económico y WEG fue la respuesta a esto.

Una vez decidido el proveedor se debe revisar el catálogo de productos para ver que variador cumple con los requisitos adecuados, los valores que se debe tener en cuenta son Potencia y Amperaje que son:

$$P=12.84\text{HP}$$

$$A=19\text{A}$$

Con estos valores se procede a consultar el catálogo y el variador que cumple con estas condiciones posee las siguientes características principales:

<b>CONVERTIDOR DE FRECUENCIA</b>		
<b>Parámetro</b>	<b>Valor</b>	<b>Unidades</b>
<b>Potencia</b>	15	HP
<b>Voltaje</b>	380-480	VAC
<b>Corriente</b>	24	A

**Tabla 3.3.** Características del convertidor de frecuencia WEG

Ahora es necesario conocer ciertos parámetros que son importantes para la selección del convertidor, entre estos resaltan: variables de control permitidas, puertos de comunicación.

Para la aplicación de éste proyecto será necesario que el convertidor acepte al menos los siguientes parámetros para poder realizar su control y monitoreo:

<b>CONVERTIDOR DE FRECUENCIA</b>	
<b>Parámetro</b>	<b>Especificación</b>
<b>Entradas Discretas</b>	5
<b>Tipo de Comunicación</b>	Profibus ó Ethernet

**Tabla 3.4.** Parámetros para selección del convertidor

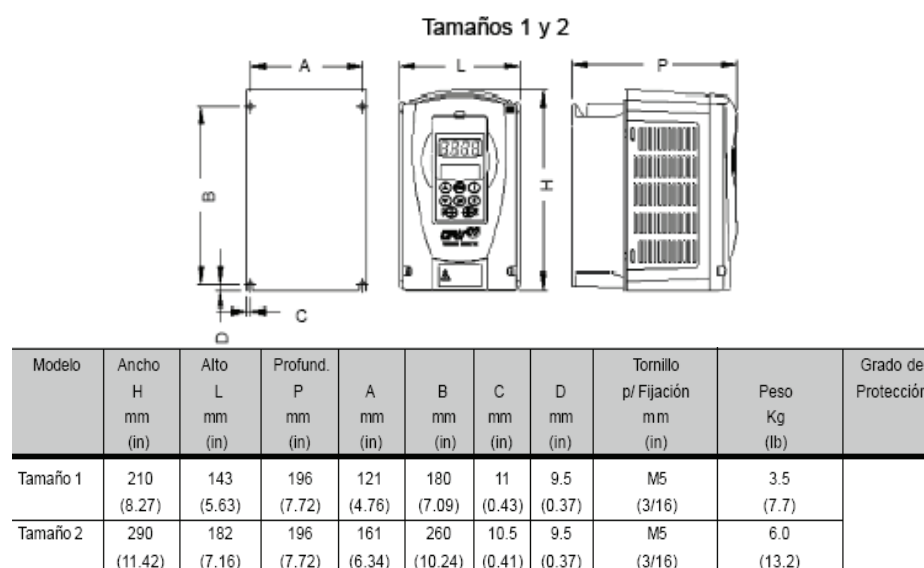
Con esto se puede establecer el tipo de convertidor de frecuencia que va a ser utilizado para este proyecto el cual será: *CFW09 DE LA MARCA WEG*.

Entre las características más importante se pueden exponer son las que se muestran en su manual de uso y estas son:

<i>Tipo de Especificación</i>	<i>Valor</i>	<i>Unidades</i>
<i>Voltaje</i>	380 – 480	V
<i>Frecuencia</i>	50/60	Hz
<i>Carga</i>	Par constante o variable	N
<i>Potencia</i>	15	HP
<i>Corriente Nominal de Salida</i>	24	A
<i>Corriente de Salida máxima</i>	36	A
<i>Corriente nominal de entrada</i>	28,8	A
<i>Frecuencia conmutación</i>	5	KHz
<i>Motor Máximo</i>	de 15/11	CV/KW
<i>Potencia disipada nominal</i>	403	W
<i>Fuente de Alimentación</i>	de -15% a 10%	%
<i>Desbalanceo de Fase</i>	≤3% de tensión entrada	%
<i>Impedancia de red mínima</i>	1% de caída de tensión	%
<i>Tamaño</i>	2	-

*Tabla 3.5. Características del convertidor de frecuencia WEG*

El tamaño 2 corresponde a las siguientes medidas que se obtienen en el manual de usuario y se observan en la Fig 3.1:



<sup>1</sup>*Fig. 3.1. Medidas del Convertidor de Frecuencia*

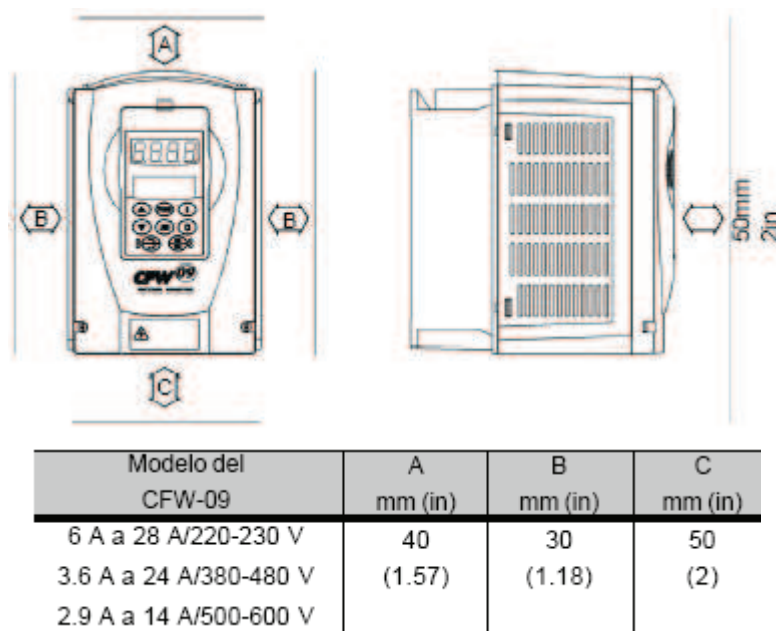
<sup>1</sup> Manual de convertidor de frecuencia, WEG, Documento 0899.5307 / 10

## <sup>2</sup>Posicionamiento del Convertidor

Para el posicionamiento del convertidor es necesario tener en cuenta las siguientes recomendaciones:

- ❖ Instalar en superficies razonablemente planas.
- ❖ No colocar componentes sensibles al calor arriba o cerca del convertidor.
- ❖ Colocar primero los dos tornillos inferiores, apoyar el convertidor y entonces colocar los dos tornillos superiores.
- ❖ Si los convertidores de frecuencia fueren instalados uno al lado del otro usar la longitud mínima recomendada B. cuando un convertidor de frecuencia es instalado arriba del otro, usar la longitud mínima A + C y desplazar del convertidor superior el aire calentó que viene del convertidor de frecuencia de abajo.
- ❖ Prever electroductos o canaletas independientes para la separación física de los cables conductores de la señal de control y de la señal de potencia.

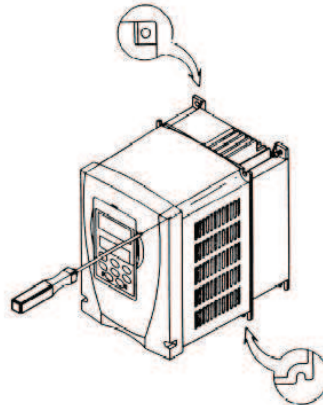
Las distancias recomendadas se muestran a continuación:



<sup>1</sup>Fig. 3.2. Medidas de instalación del convertidor

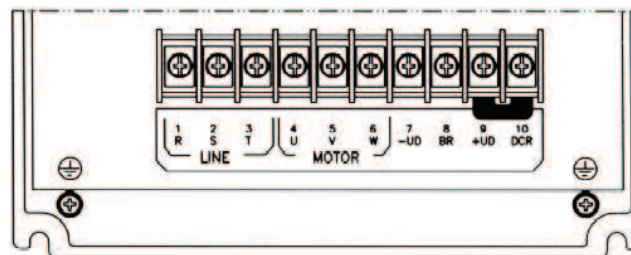
<sup>1</sup> Manual de convertidor de frecuencia, WEG, Documento 0899.5307 / 10

La Figura 3.3 muestra la metodología para montar el convertidor de frecuencia sobre la superficie:



<sup>2</sup>Fig. 3.3. Montaje sobre superficie

A continuación se presenta las bornes y formas de conexión para las diferentes partes del convertidor:



<sup>1</sup>Fig. 3.4. Terminales de potencia y puesta a tierra

Donde:

**R, S y T:** Red de alimentación.

**U, V y W:** Conexión para el motor.

**-UD:** Polo negativo de la tensión del circuito intermedio (Link CC)

**BR:** Conexión para resistencia de frenado.

**+UD:** Polo positivo de la tensión del circuito intermedio (Link CC)

**DCR:** Conexión para el inductor del Link CC externo.

**PE:** Tierra.

### <sup>1</sup>Recomendaciones Adicionales:

- Equipamientos sensibles, como PLCs, controladores de temperatura y cables de termopar, deben quedar a una distancia de 0,25m de los convertidores de frecuencia, de las reactancias y de los cables entre el convertidor y el motor.
- El fusible a ser conectado en la entrada debe ser Ultrarápido, para la protección de los diodos rectificadores de entrada del convertidor y cableado.
- El cable neutro de la red que alimenta el convertidor de frecuencia, debe ser sólidamente puesto a tierra.
- La resistencia de frenado debe ser conectada externamente.
- Utilice cable trenzado para la conexión entre el convertidor y la resistencia de frenado.
- Si la resistencia de frenado es montada dentro del panel, considerar el calentamiento provocado por la misma en el dimensionamiento de la ventilación del tablero.
- Los convertidores deben obligatoriamente ser puesto a tierra.
- Cuando la interferencia electromagnética generada por el convertidor es un problema para otros equipamientos utilizar cables blindados o cables protegidos por electroductos metálicos para la conexión de salida entre el motor y el convertidor de frecuencia.

### Conexiones de Señales de Control

La Figura 3.5 muestra como se debe conectar las señales de control y cada uno de los bornes de la tarjeta.

---

<sup>1</sup> Manual de convertidor de frecuencia, WEG, Documento 0899.5307 / 10



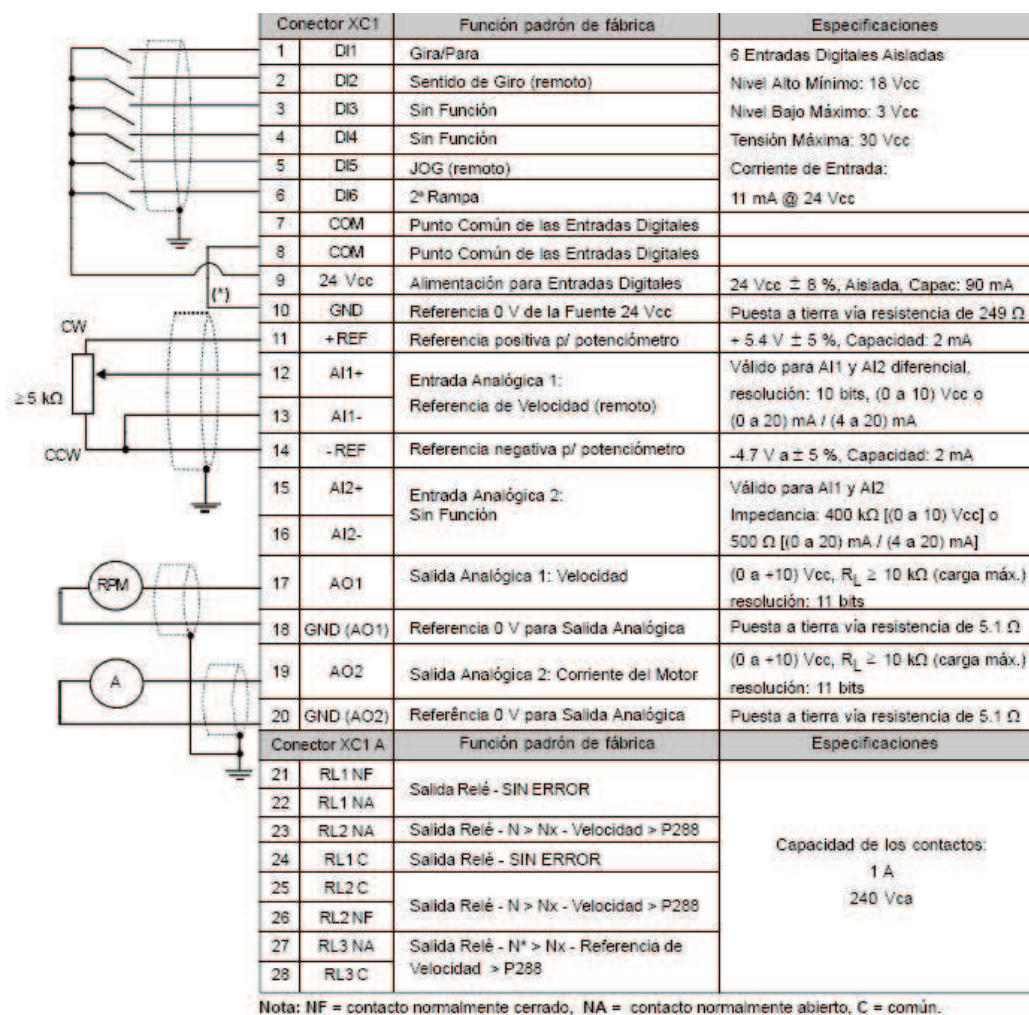


Fig. 3.5. Conexión de entradas y salidas

**Variables de monitoreo**

Existen ciertas variables que pueden ser monitoreadas a través de la HMI del convertidor, la lectura de la variable a monitorear puede ser seleccionada mediante la configuración del parámetro P205 y se pueden leer en los siguientes parámetros:

P205	Parámetro inicialmente presentado en los displays
0	P005 (Frecuencia del Motor)
1	P003 (Corriente del Motor)
2	P002 (Velocidad del Motor)
3	P007 (Tensión de Salida)
4	P006 (Estado del Convertidor)
5	P009 (Par (Torque) en el Motor)
6	P070 (velocidad y corriente del motor)
7	P040 (variable del Proceso PID)

Fig. 3.6. Parámetros monitoreables en el convertidor

## CONTROLADOR LÓGICO PROGRAMABLE

Existe una metodología para seleccionar el mejor Controlador Lógico Programable para la aplicación, esta será estudiada con los siguientes pasos que se muestran a continuación:

- Descripción del sistema.
- Diagrama de flujo.
- Descripción de los equipos del sistema.
- Requerimientos del cliente.
- Selección del autómeta programable.
- Programación del PLC.

### Descripción del sistema.

Para llevar a cabo la descripción del sistema o proceso se requiere recabar la siguiente información:

- Procedimiento que se debe seguir en la operación (arranque, paro).
- Dispositivos que intervienen en el proceso (sensores, transductores, motores, variadores, etc.).
- Variables a medir, variables a controlar, variables a monitorear, rangos de operación, función de los dispositivos, entradas y salidas.

Esta actividad se lleva a cabo mediante entrevistas con los operadores y encargados de mantenimiento del proceso, visitas de campo y la experiencia del integrador.

Si se atiende a cada uno de los pasos citados anteriormente para éste proceso, es notable lo siguiente:

- ❖ Los arranques y paros se realizan de forma manual, mediante la activación de Mandos de Control los cuales son manipulados por el operador, estos Mandos de Control serán alimentados con 110VAC, aún así sus salidas pueden entregar cualquier valor de voltaje, ya sea este en AC o DC.

- ❖ Los dispositivos que van a intervenir en el proceso son los siguientes:
  - Variador de frecuencia.
  - Motores trifásicos.
  - Filtro RFI.
  - Inductancia.
  - Mandos de Control.
  
- ❖ El sistema posee las siguientes características:
  - 5 Entradas Discretas 110VAC, señales que llegan desde los mandos de control para alimentar las entradas del LOGO.
  - 5 Salidas Discretas 24VCD, señales que van desde el LOGO hacia las entradas digitales del convertidor de frecuencia.

### **Diagrama de flujo.**

Un diagrama de flujo es una representación gráfica de los pasos en un proceso. Dicho diagrama es útil para determinar cómo funciona realmente. El diagrama se utiliza en gran parte de las fases de mejora continua, sobretodo en definición de proyectos, diagnóstico, diseño e implantación de soluciones, mantenimiento de las mejoras, traslado de materiales, pasos para ventas y procedimientos del proceso.

El diagrama de flujo que se muestra a continuación explica paso a paso el proceso que se desarrolla durante la operación normal de la Grúa.

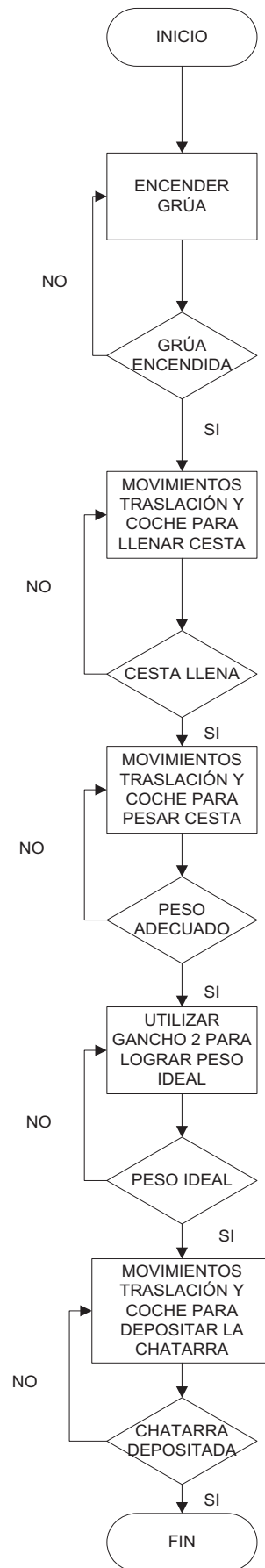


Fig. 3.7. Diagrama de Flujo del Proceso

### Descripción de los equipos del sistema.

Aquí se agrupan todos los dispositivos que intervienen en el proceso, se describe bien su función e identifica las entradas y salidas del sistema. Esto ayuda a conocer con mayor detalle el sistema y las funciones para los cuales fueron diseñados los dispositivos. Además sirve para conocer el proceso y entenderlo de mejor manera; es decir, tener una amplia visión para la siguiente etapa.

Estos dispositivos se clasifican en 3 grupos:

- ✓ Dispositivos de Control.
- ✓ Dispositivos de Fuerza.
- ✓ Dispositivos de Seguridad.

Los *dispositivos de control* son aquellos que realizan el trabajo de llevar de manera adecuada el proceso, los cuales se nombran a continuación:

- Logo y su Módulo de Expansión de Salidas.
- Variador de Frecuencia.
- Relés.
- Contactos Auxiliares.

Los *dispositivos de fuerza* para éste caso en particular realizan la acción final, se encargan de mover la carga para que la grúa pueda cumplir su principal trabajo que es llevar la chatarra hacia el horno de fundición. Estos elementos finales son los motores trifásicos.

Los *dispositivos de seguridad* son los encargados de brindar las protecciones necesarias para resguardar los elementos que interviene en el sistema, estos son:

- Fusibles de respuesta rápida.
- Fusibles ultrarápidos.
- Disyuntores.
- Guardamotores.
- Breakers.

**Requerimientos del cliente.**

Estos se obtienen de las entrevistas realizadas con los operadores y jefes de mantenimiento los cuales indican características de operación, características de los equipos, rango de operación y en algunos casos el rango del costo de los equipos a utilizar.

Cumpliendo con este inciso se procedió a entablar entrevistas con los jefes del Departamento de Mantenimiento Eléctrico y de Automatización, así como los técnicos del departamento, se establecieron las características que gobiernan el proceso que se va a manejar en la Grúa P&H.

- ✓ El sistema trabaja 24 horas al día.
- ✓ El sistema se encuentra en un ambiente robusto, con temperaturas a su alrededor de hasta 1600°C.
- ✓ Los equipos y elementos para el sistema se manejan mediante catálogos SIEMENS.

**Selección del autómatas programable.**

Para llevar a cabo la selección del autómatas se debe realizar dos evaluaciones, una para seleccionar el tipo de autómatas y la otra para seleccionar la marca, esto debido a las diferentes opciones que brinda el mercado actualmente.

Para este caso en particular se optó por seleccionar el Autómatas mediante catálogos de la empresa SIEMENS, debido a que éste es el estándar que maneja la Empresa desde hace algún tiempo.

Debido a las características que presenta el sistema se decidió seleccionar un autómatas de baja gama y la mejor opción que se presenta es la de trabajar con el LOGO 230RC, autómatas con las capacidades necesarias para realizar éste trabajo.

<i>Tipo de Especificación</i>	<i>Especificación</i>	<i>Unidad</i>
<i>Entradas Discretas</i>	7	#
<i>Salidas Discretas</i>	5	#
<i>Temperatura Ambiente</i>	40	°C
<i>Corriente Nominal de Salida</i>	5	A

*Tabla 3.5. Características principales del LOGO*

Mediante un análisis de los catálogos de proveedores de la empresa, se visualizaron algunos controladores que satisfacen las necesidades del proceso, para observar claramente, en la siguiente tabla se exponen las características de algunos de ellos:

<i>CUADRO COMPARATIVO DEL PLC</i>		
<i>Tipo de Especificación</i>	<i>S7-200</i>	<i>LOGO</i>
<i>Entradas Discretas</i>	Modulo de Expansión	8
<i>Salidas Discretas</i>	Modulo de Expansión	4
<i>Temperatura Ambiente</i>	0 a 55°C	0 a 55°C
<i>Corriente Nominal de Salida</i>	Hasta 5 A depende del modelo de CPU	5A
<i>Temporizadores</i>	256	28
<i>Contadores</i>	256	24
<i>Marcas Internas</i>	256	30
<i>Reloj Tiempo Real</i>	Opcional	SI

*Tabla 3.6. Cuadro comparativo entre PLC's*

Observando las características mencionadas en la Tabla 3.6 se observa que el S7-200 posee características superiores y desde la parte técnica es visiblemente superior al LOGO pero posee una desventaja que juega un papel muy importante dentro del desarrollo y es el factor económico, puesto que al ser un PLC modular requiere de la adquisición de módulos de expansión para poder operar bajo las especificaciones necesarias para esta ocasión, convirtiendo al LOGO en la opción ideal puesto que aunque posee menor capacidad es suficiente para desarrollar esta aplicación.

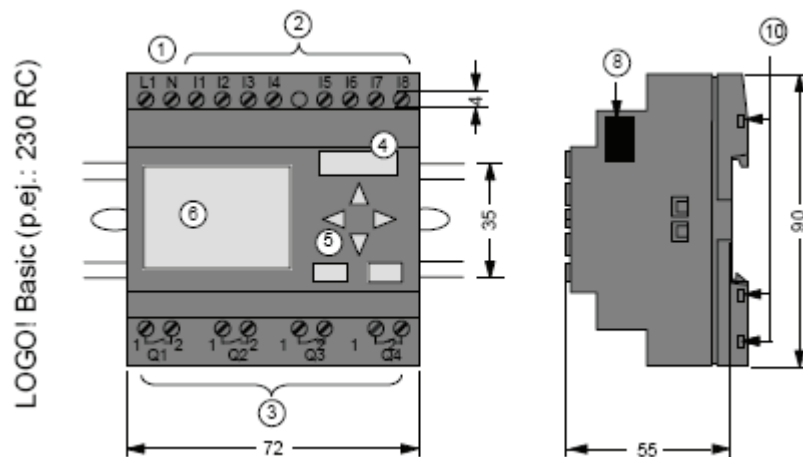
Dentro de las características más sobresalientes del LOGO se pueden apreciar las siguientes:

### <sup>1</sup>Características Incorporadas

- Control
- Unidad de mando y visualización con retroiluminación.
- Fuente de alimentación.
- Interfaz para módulos de ampliación.
- Interfaz para módulos de programación (Card) y cable para PC.
- Funciones habituales básicas reprogramadas.
- Temporizador.
- Marcas digitales y análogas.
- Entradas y salidas digitales.

### <sup>2</sup>Estructura del logo

En este tema se analizan los siguientes parámetros:



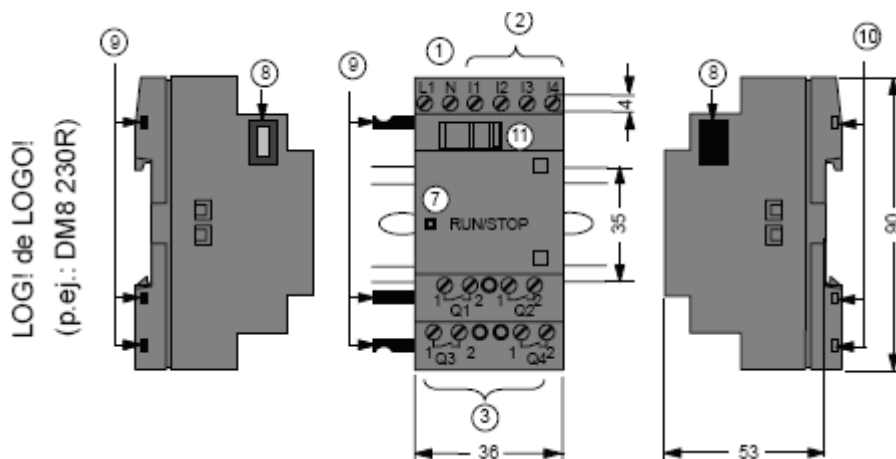
*Fig. 3.8. Dimensiones del LOGO*

En la Figura 3.7 se puede observar tanto las medidas del logo como los pines de conexión que éste posee, los cuales son descritos a continuación:



1. Alimentación de la tensión.
2. Entradas.
3. Salidas.
4. Receptáculo para módulo con tapa.
5. Panel de mando (no en RCo).
6. Pantalla LCD (no en RCo).
7. Indicador de estado (RUN/STOP).
8. Interfaz de ampliación.
9. Codificación mecánica - clavijas.
10. Codificación mecánica – hembrillas.
11. Guías deslizantes.

Debido a que el LOGO posee una capacidad de salidas muy pequeña, fue necesario realizar la expansión de los módulos de salida mediante el módulo de ampliación DM8 230R, el cual se muestra a continuación:



*Fig. 3.9. Módulo de ampliación DM8 12/24R*

En la Figura 3.8 se muestran las dimensiones que poseen el módulo y los puntos de conexiones los cuales se detallan a continuación:

1. Alimentación de tensión.
2. Entradas.
3. Salidas.
4. Receptáculo para módulo con tapa.
5. Panel de manejo (no en RCo).

6. Pantalla LCD (no en RCo).
7. Indicación del estado (RUN/STOP).
8. Interfaz de ampliación.
9. Codificación mecánica - clavija.
10. Codificación mecánica – hembrillas.
11. Guía deslizante.

Entre las características principales que posee el LOGO, se destacan las siguientes:

<b>Característica</b>	<b>Valor</b>
<i>Alimentación</i>	115...240 V CA/CC
<i>Entradas</i>	8 digitales
<i>Salidas</i>	4 relés de 10A.
<i>Tiempo de ciclo por función</i>	<0.1ms
<i>Memoria</i>	56 bloques
<i>Salida de Relé con carga inductiva, máx</i>	3A.
<i>Salida de Relé con carga resistiva, máx</i>	10A.

**Tabla 3.7.** Características del LOGO

Las características más destacadas del módulo de expansión tenemos:

<b>Característica</b>	<b>Valor</b>
<i>Alimentación</i>	115...240 V CA/CC
<i>Entradas</i>	4 digitales(1)
<i>Salidas</i>	4 relés de 5A.
<i>Salida de Relé con carga inductiva, máx</i>	3A.
<i>Salida de Relé con carga resistiva, máx</i>	5A.

**Tabla 3.8.** Características del Módulo de expansión

Para el manejo y operación adecuada del LOGO es necesario tener algunas recomendaciones básicas, las cuales se nombran a continuación:

- Utilice conductores de las secciones adecuadas para el cableado del LOGO, se pueden conectar con cables cuya sección esté entre  $1.5\text{mm}^2$  y  $2.5\text{mm}^2$ .
- No apriete excesivamente los bornes de conexión. Par de torsión máximo 0.5Nm.
- Los conductores han de tenerse siempre lo más corto posible. Si se requieren conductores más largos, deberá utilizarse un cable apantallado.
- Los conductores se deben tender por pares, un conductor de neutro con un conductor de fase o una línea de señal.
- No conecte una fuente de alimentación externa a una carga de salida paralela a una salida de corriente continua. De lo contrario podría crearse una corriente inversa a la salida, salvo que la estructura esté provista de un diodo o un bloqueo similar.
- Un corte en la energía eléctrica podría ocasionar en las funciones especiales activadas por flancos al generación de un flanco adicional.
- Si el LOGO o el Módulo no contienen ningún programa, en el display se despliega el siguiente mensaje: “*No program / Press ESC*”.

### <sup>1</sup>Estados del LOGO.

El LOGO reconoce dos estados de funcionamiento: RUN / STOP.

STOP	RUN
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Indicación en el display: 'No Program' (no LOGO!...o)</li> <li>• Conmutar LOGO! al modo de programación (no LOGO!...o)</li> <li>• Se ilumina la luz roja del LED (sólo LOGO!...o)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Indicación en el display: máscara para la observación de entradas o salidas y los avisos (después de START en el menú principal) (no LOGO!...o)</li> <li>• Conmutar LOGO! al modo de parametrización (no LOGO!...o)</li> <li>• Se ilumina la luz verde del LED (sólo LOGO!...o)</li> </ul>
<p>Acciones de LOGO!:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• No se leen las entradas,</li> <li>• No se procesa el programa</li> <li>• Los contactos de relé siempre están abiertos o las salidas de transistor están desconectadas</li> </ul>	<p>Acciones de LOGO!:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• LOGO! lee el estado de las entradas.</li> <li>• LOGO! calcula el estado de las salidas con el programa</li> <li>• LOGO! activa o desactiva los relés / las salidas de transistor.</li> </ul>

**Fig. 3.10.** Estados del LOGO y características de ellos.

<sup>1</sup> Manual de LOGO 230RC, SIEMENS, Edición 06/2003

En la Figura 3.11 se muestran los estados del Módulo de ampliación del LOGO:

El LED se ilumina en		
verde (RUN)	rojo (STOP)	naranja
El módulo de ampliación se comunica con el dispositivo izquierdo.	El módulo de ampliación <b>no</b> se comunica con el dispositivo izquierdo.	Fase de inicialización del módulo de ampliación.

*Fig. 3.11. Estados del módulo de ampliación y características de ellos.*

### Sincronización

La sincronización entre el LOGO y los módulos de expansión puede activarse o desactivarse en el módulo de programación en el menú HORA.

1. Conmute LOGO! al modo de operación Programación.
2. Ahora se encuentra en el menú principal y desea seleccionar el comando de menú '**Clock**':
3. Aplique '**Clock**':
4. Coloque '>' sobre '**Sync**'.
5. Confirme '**Sync**':

Una vez realizado este procedimiento es necesario establecer la activación de la sincronización, para lo cual se realiza los siguientes pasos:

1. Coloque '>' sobre '**On**'.
2. Confirme '**On**'.

Una vez nombrados los parámetros principales del LOGO, es imprescindible nombrar los principales datos técnicos.

Criterio	Verificación según	Valores
<b>LOGO!Basic:</b>		
Dimensiones (AxAxP)		72 x 90 x 55 mm
Peso		aprox. 190 g
Montaje		en perfil soporte de 35 mm 4 unidades de distribución de ancho o montaje en la pared
<b>LOGO! de LOGO!:</b>		
Dimensiones (AxAxP)		36 x 90 x 55 mm
Peso		aprox. 90 g
Montaje		en perfil soporte 35 mm 2 unidades de distribución de ancho o montaje en la pared
Condiciones ambientales climáticas		
Temperatura ambiente montaje horizontal	Frío según IEC 60068-2-1	0 ... 55 °C
Temperatura ambiente montaje vertical	Calor según IEC 60068-2-2	0 ... 55 °C
Almacenaje/transporte		- 40 °C ... +70 °C
Humedad relativa	IEC 60068-2-30	del 10 al 95% sin condensación
Presión atmosférica		795 ... 1080 hPa
Sustancias nocivas	IEC 60068-2-42	SO <sub>2</sub> 10 cm <sup>3</sup> /m <sup>3</sup> , 4 días
	IEC 60068-2-43	H <sub>2</sub> S 1 cm <sup>3</sup> /m <sup>3</sup> , 4 días
Condiciones ambientales mecánicas		
Tipo de protección		IP 20
Vibraciones	IEC 60068-2-6	5 ... 9 Hz (amplitud constante 3,5 mm)
		9 ... 150 Hz (aceleración constante 1 g)
Choque	IEC 60068-2-27	18 choques (semisenoidal 15g/11ms)
Caída ladeada	IEC 60068-2-31	Altura de caída 50 mm

*Fig. 3.12. Datos Técnicos Principales LOGO.*

criterio	Verificación según	Valores
Caída libre, embalado	IEC 60068-2-32	1 m
Compatibilidad electromagnética (CEM)		
Emisión de interferencias	EN 55011/A EN 55022/B EN 50081-1 (área residencial)	Case valor límite B grupo 1
Descarga electrostática	IEC 61000-4-2 grado de intensidad 3	8 kV descarga al aire 6 kV descarga por contacto
Campos electromagnéticos	IEC 61000-4-3	Intensidad de campo 10 V/m
Radiación HF en cables y pantallas de cable	IEC 61000-4-6	10 V
Impulsos en ráfagas	IEC 61000-4-4 grado de intensidad 3	2 kV (conductores de alimentación y de señalización)
Impulso individual de alta energía (Surge) (sólo para LOGO! 230....)	IEC 61000-4-5 grado de intensidad 3	1 kV (conductores alimentación) simétrico 2 kV (conductores alimentación) asimétrico
Datos sobre seguridad IEC / VDE		
Dimensionamiento de los entrehierros y las fugas	IEC 60664, IEC 61131-2, EN 50178 cULus según UL 508, CSA C22.2 No. 142 En LOGO! 230R/RC también VDE 0631	se cumple
Rigidez dieléctrica	IEC 61131-2	se cumple

*Fig. 3.13. Datos Técnicos Principales LOGO.*

## Datos Técnicos Concretos

	LOGO! 230RC LOGO! 230RCo	LOGO! DM8 230R
<b>Fuente de alimentación</b>		
Tensión de entrada	115...240 V CA/CC	115...240 V CA/CC
Margen admisible	85 ... 265 V CA 100 ... 253 V CC	85 ... 253 V CA 85 ... 253 V CC
Frecuencia de red admisible	47 ... 63 Hz	47 ... 63 Hz
Consumo de corriente		
• 115 V c.a.	10 ... 40 mA	10 ... 30 mA
• 240 V CA	10 ... 25 mA	10 ... 20 mA
• 115 V CC	5 ... 25 mA	5 ... 15 mA
• 240 V CC	5 ... 15 mA	5 ... 10 mA
Compensación de fallos de tensión		
• 115 V CA/CC	típ. 10 ms	típ. 10 ms
• 240 V CA/CC	típ. 20 ms	típ. 20 ms
Potencia disipada en caso de		
• 115 V c.a.	1,1 ... 4,6 W	1,1 ... 3,5 W
• 240 V CA	2,4 ... 6,0 W	2,4 ... 4,8 W
• 115 V CC	0,5 ... 2,9 W	0,5 ... 1,8 W
• 240 V CC	1,2 ... 3,6 W	1,2 ... 2,4 W
Respaldo del reloj a 25 °C	típ. 80 h	
Precisión del reloj de tiempo real	máx. 2s / día	
<b>Entradas digitales</b>		
Cantidad	8	4
Separación galvánica	no	no

*Fig. 3.14. Datos Técnicos LOGO.*

	LOGO! 230RC LOGO! 230RCo	LOGO! DM8 230R
Tensión de entrada L1		
• señal 0	<40 V c.a.	<40 V c.a.
• señal 1	>79 V c.a.	>79 V c.a.
• señal 0	< 30 V CC	< 30 V CC
• señal 1	> 79 V CC	> 79 V CC
Intensidad de entrada para		
• señal 0	<0,03 mA	<0,03 mA
• señal 1	>0,08 mA	>0,08 mA
Tiempo de retardo para		
• cambio de 0 a 1	tip. 50 ms	tip. 50 ms
• cambio de 1 a 0	tip. 50 ms	tip. 50 ms
Longitud del conductor (sin blindaje)	100 m	100 m
<b>Salidas digitales</b>		
Cantidad	4	4
Tipo de las salidas	Salidas a relé	Salidas a relé
Separación galvánica	sí	sí
En grupos de	1	1
Activación de una entrada digital	sí	sí
Corriente constante $I_{th}$	máx. 10 A por relé	máx. 5 A por relé
Carga de lámparas incandescentes (25.000 maniobras) en caso de		
230/240 V CA	1.000 W	1.000 W
115/120 V CA	500 W	500 W
Tubos fluorescentes con dispositivo previo electr. (25.000 histéresis)	10 x 58 W (para 230/240 V c.a.)	10 x 58 W (para 230/240 V c.a.)

*Fig. 3.15. Datos Técnicos LOGO.*

## BANCO DE RELÉS

<sup>1</sup>Los relés son interruptores eléctricos dotados de uno o más contactos que sirven para abrir o cerrar determinados circuitos.

Un relé está constituido básicamente por una bobina en cuyo interior se ha colocado un material férreo (núcleo) capaz de imantarse en presencia de un campo eléctrico.

Los relés de 8 pines con bobina de 110VAC serán utilizados para las entradas del LOGO, señales que vienen desde los mandos de control. Los contactos serán alimentados con 110 VAC para poder llevar las señales discretas hacia el LOGO.

<sup>1</sup><http://www.scribd.com/doc/14017541/Automatismos-electricos-Reles>



Los contactos auxiliares serán alimentados mediante una fuente auxiliar, SITOP de 24VDC, la cual sirve para energizar los contactos de éstos relés para poder llevar estas señales hacia las entradas del convertidor de frecuencia.

## SISTEMA DE PROTECCIÓN PARA EL ARMARIO DE CONTROL

### Fusibles.

Fundamentalmente encontraremos dos tipos de fusibles en las instalaciones de baja tensión:

- ✓ gl (fusible de empleo general)
- ✓ aM (fusible de acompañamiento de Motor)

Los fusibles de tipo gl se utilizan en la protección de líneas, estando diseñada su curva de fusión "intensidad-tiempo" para una respuesta lenta en las sobrecargas, y rápida frente a los cortocircuitos.

Los fusibles de tipo aM, especialmente diseñados para la protección de motores, tienen una respuesta extremadamente lenta frente a las sobrecargas, y rápida frente a los cortocircuitos. Las intensidades de hasta diez veces la nominal ( $10 I_n$ ) deben ser desconectadas por los aparatos de protección propios del motor, mientras que las intensidades superiores deberán ser interrumpidas por los fusibles aM.

La intensidad nominal de un fusible, así como su poder de corte, son las dos características que definen a un fusible.

### Interruptor o Breaker.

Para la selección del interruptor se deben considerar los siguientes parámetros característicos:

**Corriente nominal del circuito a proteger ( $U_e$ ).** Es la tensión a la cual el interruptor estará sometido durante su uso en la instalación eléctrica. La tensión nominal del interruptor no debe ser inferior a la tensión nominal del circuito eléctrico.

En este caso el interruptor está protegiendo el variador de frecuencia, él cual posee una Corriente Nominal de 24A, éste valor se vuelve muy importante debido a que

éste valor será el que nos permita establecer el valor de corriente que deberá manejar el interruptor.

**Cantidad de polos.** Pueden ser unipolares, bipolares, tripolares o tetrapolares, de acuerdo al circuito involucrado.

El circuito para el sistema de control que se va a desarrollar es un circuito trifásico, razón por la cual es necesario incorporar un interruptor tripolar.

**Corriente nominal ( $I_n$ ).** Es la corriente que soporta el interruptor en forma ininterrumpida con una temperatura ambiente de hasta 30°C; este valor deberá ser más de un 25% de la corriente de carga nominal del circuito a proteger.

La corriente nominal establecida por el criterio expuesto se observa que es de  $I_n=30A$ , ésta debería ser la corriente que debería soportar el interruptor, por lo que con este valor de referencia se procedió a verificar lo que recomienda el fabricante del Convertidor obteniendo los siguientes resultados:

<sup>1</sup>El fusible a ser utilizado en la entrada debe ser del tipo UR (Ultra Rápido) con  $i^2t$  igual o menor que el indicado en la Tabla 3.9, para protección de los diodos rectificadores de entrada del convertidor y del cableado.

Opcionalmente pueden ser utilizados en la entrada fusibles normales con la corriente indicada en la Tabla 3.9 para los fusibles ultrarápidos o guarda motores, proyectados para 1,2 x Corriente nominal de entrada del convertidor para CT o VT. En este caso, la instalación queda protegida contra cortocircuito, pero no los diodos del puente rectificador en la entrada del convertidor.

Eso puede llevar a daños mayores en el convertidor en el caso de cortocircuito en algún componente interno.

En la Tabla 3.9 el fabricante recomienda colocar un fusible ultrarápido de 35A.

---

<sup>1</sup> Manual del Convertidor de Frecuencia, WEG, Documento 0899.5307 / 10

Respetando el criterio de selección antes mencionado y teniendo en cuenta la tensión nominal del circuito a proteger se puede establecer la corriente nominal que debe poseer el interruptor, así:

**In:** 24A

$$\begin{aligned} I_{Fusible} &= In + In \times 25\% && \text{Ec.3.4} \\ I_{Fusible} &= 24A + 24A \times 25\% \\ I_{Fusible} &= 24A + 6A \\ I_{Fusible} &= 30A \end{aligned}$$

Esto debe ser lo óptimo, pero consultando el catálogo del proveedor no existe disponible un fusible de 35A, razón por la cual se procede a adquirir un fusible de mayor capacidad que el recomendado que es de 40A, entre los valores que se puede apreciar en los catálogos es el que más se acerca al valor recomendado por el fabricante, entonces el fusible quedaría establecido con una corriente de:

$$I = 40A$$

Corriente Nominal del Convertidor A/Volts		Cables de Potencia mm <sup>2</sup> (AWG/MCM)		Cables de Puesta a Tierra mm <sup>2</sup> AWG/MCM		Dim. max. de cables para las borneras de potencia - mm <sup>2</sup> (AWG/MCM)	Fusible ultra rapido para proteccion de semiconductores	I <sub>t</sub> del fusible @25°C A/s
CT	VT	CT	VT	CT	VT			
2.9/500-600	4.2/500-600	1.5 (14)	1.5 (14)	2.5 (12)	2.5 (12)	4.0 (10)	15	450
3.6/380-480	-	1.5 (14)	-	2.5 (12)	-	4.0 (10)	15	450
4.0/380-480	-	1.5 (14)	-	2.5 (12)	-	4.0 (10)	15	450
4.2/500-600	7.0/500-600	1.5 (14)	2.5 (12)	2.5 (12)	2.5 (12)	4.0 (10)	15	450
6.5/380-480	-	1.5 (14)	-	2.5 (12)	-	4.0 (10)	25	450
6.0/220-230	-	2.5 (12)	-	2.5 (12)	-	4.0 (10)	25	450
7.0/220-230	-	2.5 (12)	-	2.5 (12)	-	4.0 (10)	25	450
7.0/500-600	10/500-600	2.5 (12)	2.5 (12)	2.5 (12)	2.5 (12)	4.0 (10)	25	450
9.0/380-480	-	2.5 (12)	-	2.5 (12)	-	4.0 (10)	25	450
10/220-230	-	2.5 (12) <sup>A</sup>	-	2.5 (12)	-	4.0 (10)	25 <sup>A</sup>	450
		4.0 (12) <sup>A</sup>	-	-	-	-	35 <sup>A</sup>	450
10/500-600	12/500-600	2.5 (12)	2.5 (12)	2.5 (12)	2.5 (12)	4.0 (10)	25	450
12/500-600	14/500-600	2.5 (12)	2.5 (12)	2.5 (12)	4.0 (10)	4.0 (10)	35	500
13/220-230	-	2.5 (12)	-	2.5 (12)	-	4.0 (10)	35	500
13/380-480	-	-	-	-	-	-	-	-
14/500-600	-	2.5 (12)	-	4.0 (10)	-	4.0 (10)	35	500
16/220-230	-	2.5 (12)	-	4.0 (10)	-	2.5 (12)	35	500
16/380-480	-	-	-	-	-	4.0 (10)	-	-
22/500-600	27/500-600	4.0 (10)	6.0 (8)	4.0 (10)	6.0 (8)	25 (4)	50	7200
24/220-230	-	4.0 (10)	-	4.0 (10)	-	4.0 (10)	35	500
24/380-480	-	4.0 (10)	-	4.0 (10)	-	4.0 (10)	35	1250
27/500-600	30/500-600	6.0 (8)	16 (6)	6.0 (8)	16 (6)	25 (4)	50	7200
28/220-230	-	6.0 (8)	-	6.0 (8)	-	6.0 (8)	50	1250
30/380-480	36/380-480	6.0 (8)	16 (6)	6.0 (8)	16 (6)	16 (6)	50	2100
32/500-600	-	16 (6)	-	16 (6)	-	25 (4)	50	7200
38/380-480	45/380-480	16 (6)	16 (6)	16 (6)	16 (6)	25 (4)	50	7200
44/500-600	53/500-600	16 (6)	16 (6)	16 (6)	16 (6)	120 (250)	63	14400
45/220-230	-	16 (6)	16 (6)	16 (6)	16 (6)	25 (4)	63	2450
45/380-480	54/380-480	16 (6)	16 (6)	16 (6)	16 (6)	25 (4)	63	7200
53/500-600	63/500-600	25 (4)	25 (4)	16 (6)	16 (6)	120 (250)	80	14400
54/220-230	66/220-230	16 (6)	25 (4)	16 (6)	16 (6)	50 (1)	80	7200
60/380-480	70/380-480	25 (4)	25 (4)	16 (6)	16 (6)	50 (1)	80	14400
63/500-600	79/500-600	25 (4)	25 (3)	16 (6)	16 (6)	120 (250)	80	14400
70/220-230	86/220-230	25 (4)	35 (2)	16 (6)	16 (6)	50 (1)	100	14400
70/380-480	86/380-480	-	-	-	-	-	-	-
79/500-600	99/500-600	25 (3)	50 (1)	16 (6)	25 (4)	120 (250)	125	21600
86/220-230	106/220-230	35 (2)	50 (1)	16 (6)	25 (4)	50 (1)	125	14400
86/380-480	105/380-480	35 (2)	50 (1)	16 (6)	25 (4)	120 (250)	125	21600
100/500-600	127/500-600	50 (1)	70 (1/0)	25 (4)	35 (2)	150 (300)	250	320000
105/220-230	130/220-230	50 (1)	70 (1/0)	25 (4)	35 (2)	120 (250)	250	21600
105/380-480	130/380-480	-	-	-	-	-	-	-
107/500-600	147/500-600	50 (1)	70 (1/0)	25 (4)	35 (2)	150 (300)	250	320000
127/500-600	179/500-600	70 (1/0)	95 (3/0)	35 (2)	50 (1)	150 (300)	250	320000
130/220-230	150/220-230	70 (1/0)	95 (3/0)	35 (2)	50 (1)	120 (250)	250	21600
142/380-480	174/380-480	-	-	-	-	-	-	-
147/500-600	196/500-600	70 (2/0)	95 (3/0)	35 (2)	50 (1)	150 (300)	250	320000
179/500-600	179/500-600	95 (3/0)	95 (3/0)	-	-	-	250	320000
180/380-480	-	95 (3/0)	-	50 (1)	50 (1)	150 (300)	250	320000
211/380-480	-	150 (300)	-	70 (1/0)	-	150 (300)	315	320000
211/500-600	-	150 (300)	165 (300)	70 (1/0)	70 (1/0)	150 (300)	250	320000
225/500-600	259/500-600	150 (300)	165 (300)	70 (1/0)	70 (1/0)	2x240 (2x500)	315	320000
240/380-480	-	150 (300)	-	70 (1/0)	-	150 (300)	315	320000
247/500-600	315/500-600	150 (300)	2x70 (2x2/0)	70 (1/0)	70 (2/0)	2x240 (2x500)	500	320000
259/500-600	305/500-600	150 (300)	2x70 (2x2/0)	2x70 (2x2/0)	70 (2/0)	2x240 (2x500)	500	414000
305/500-600	340/500-600	2x70 (2x2/0)	2x125 (2x4/0)	70 (2/0)	120 (4/0)	2x240 (2x500)	500	414000
312/380-480	-	2x70 (2x2/0)	-	70 (2/0)	-	240 (500)	500	414000
315/500-600	343/500-600	2x70 (2x2/0)	2x150 (2x250)	70 (2/0)	120 (4/0)	2x240 (2x500)	500	320000
340/500-600	426/500-600	2x120 (2x4/0)	2x150 (2x250)	120 (4/0)	1x150 (1x250)	2x240 (2x500)	700	1051000
343/500-600	418/500-600	2x120 (2x4/0)	2x150 (2x250)	120 (4/0)	1x150 (1x250)	2x240 (2x500)	700	414000
361/380-480	-	2x120 (2x4/0)	-	120 (4/0)	-	240 (500)	500	320000
418/500-600	472/500-600	2x120 (2x4/0)	2x150 (2x250)	120 (4/0)	1x150 (1x250)	2x240 (2x500)	700	1051000
426/500-600	426/500-600	2x150 (2x250)	2x150 (2x250)	1x150 (1x250)	1x150 (1x250)	2x240 (2x500)	700	1445000
472/500-600	555/500-600	2x150 (2x250)	3x120 (3x4/0)	1x150 (1x250)	2x95 (2x3/0)	2x240 (2x500)	900	1445000
480/380-480	-	2x150 (2x250)	-	150 (250)	-	2x240 (2x500)	700	1051000
515/380-480	-	3x120 (3x4/0)	-	2x70 (2x2/0)	-	2x240 (2x500)	900	1445000

Tabla 3.9 Cableado / Fusibles recomendados / Utilizar solamente cables de cobre (70°C)

## PROTECCIÓN TÉRMICA

Para el caso de la protección térmica contra sobrecargas el criterio de selección es:

Una vez elegida la sección del conductor que forma el circuito en base a la corriente de carga del circuito, la selección de la corriente nominal del interruptor debe ser tal que cumpla las siguientes condiciones:

$$I_c < I_n \text{ y } I_{ft} < 1,45 I_{adc} \quad \text{Ec.3.5}$$

Donde:

$I_c$  = corriente de carga del circuito

$I_n$  = corriente nominal del interruptor de protección

$I_{adc}$  = corriente admisible en el conductor del circuito

$I_{ft}$  = corriente de funcionamiento de la protección térmica (en un tiempo menor de una hora).

La actuación de la protección térmica obedece a una banda (dependiendo la operación de la temperatura ambiente y del estado de carga previo) que está acotada por una curva de funcionamiento de mínima y otra de máxima.

De la fórmula anterior podemos obtener los siguientes datos que buscan satisfacer las ecuaciones mostradas anteriormente, así:

**Datos:**

$$I_c = 24A$$

$$I_n = ?$$

$$I_{adc} = 60A$$

$$I_{ft} = 45A$$

Obedeciendo a las condiciones presentadas anteriormente obtenemos que:

$$60A < 1,45 \times 45A \quad \text{Ec.3.6}$$

$$60A < 65.25A$$

Y con la siguiente ecuación tenemos:

$$24A < I_n \quad \text{Ec.3.7}$$

Como se observa entre las dos ecuaciones, existe un intervalo claro que se puede interpretar de la siguiente manera:

$$24A < I_n < 60A \quad \text{Ec.3.8}$$

Con lo cual se puede escoger un valor para el interruptor que se encuentre dentro de este rango, pero se debe tener en cuenta una consideración extra, puesto que como el fusible posee una capacidad de 40A, lo mejor sería escoger un interruptor con una corriente levemente mayor con lo que se decide escoger una protección que posee una corriente de:

$$I = 50A$$

Para la coordinación de fusible antepuesto con interruptor termomagnético pospuesto se debe cumplir con:

$$I_{nfi} > 1,2 I_{nf} \quad \text{Ec.3.9}$$

Siendo:

$I_{nfi}$  = corriente nominal del interruptor termomagnético.

$I_{nf}$  = corriente nominal del fusible.

Como datos para la validación de la expresión tenemos lo siguiente:



**Datos:**

$$I_{nf} = 50 \text{ A}$$

$$I_{nf} = 40 \text{ A}$$

$$\begin{aligned} I_{nfl} &> 1.2I_{nf} && \text{Ec.3.10} \\ 50A &> 1.2 \times 40A \\ 50A &> 48A \end{aligned}$$

Como se observa la ecuación queda completamente justificada y los cálculos validados.

**RESISTENCIA DE FRENADO**

Cuando se utiliza frenado OFF1 y se produce una regeneración excesiva hacia el convertidor, esta energía puede ser disipada en una resistencia de frenado controlada por un transistor o chopper de freno.

La correcta selección de esta resistencia es vital para proteger el transistor (chopper) y alcanzar los tiempos de frenado deseados.

Se puede seleccionar el ciclo de trabajo del transistor de frenado para limitar la disipación de la resistencia, y así protegerla. Como estándar, estas resistencias tienen un ciclo de trabajo del 5%. Para aplicaciones que requieran ciclos de trabajo superiores al 5%, se deben seleccionar resistencias especiales.

Algunas resistencias de frenado incorporan interruptores térmicos para protección, que se pueden conectar a entradas digitales para ser usadas como alarmas.

A veces, el cálculo del ciclo de trabajo causa confusión. Por ejemplo, para un ciclo del 5%, el variador asume que la resistencia puede disipar máxima potencia por 12 segundos, y luego requerirá 228 segundos para enfriarse y volver a su estado inicial. Si el tiempo de trabajo es menor a 12 segundos, o la potencia menor al 100%, entonces un segundo o tercer evento de frenado puede tener lugar durante los 240 segundos del ciclo total. Por lo tanto, el convertidor calcula el  $i^2t$  de la resistencia para no sobre-exigirla.

Para porcentajes de ciclo de trabajo mayores al 5% es posible disipar energía durante tiempos más prolongados.

Es difícil calcular exactamente qué pasará cuando, por ejemplo, el convertidor frena a la mitad de la potencia nominal por 5 segundos cada 1 minuto. En ese caso, es conveniente seleccionar una resistencia de mayor potencia a la teórica y seleccionar un valor mayor para el ciclo de trabajo.

### Calculo de la resistencia de frenado

Variador de 11,040kW, frenado a 35% de potencia, 5 veces en 60 segundos. 10 segundos en 60 es equivalente a 40 en 240; y a mitad de potencia es equivalente a  $20/240 = 8\%$ . (624W). Conviene utilizar una resistencia de 750W con ciclo de trabajo 10%, y  $P_{1237} = 2$  (10%).

$$\text{Resistencia de Frenado} = 750W$$

### <sup>1</sup>SISTEMA DE ELIMINACIÓN DE RUIDOS EN EL SISTEMA DE CONTROL

El inductor del Link CC equivalente a la inductancia de red es lo siguiente:

$$L_{CC - EQUIVALENTE} = L_{CA} \times \sqrt{3} \quad Ec.3.11$$

La reactancia de red o bobina CC deberá ser adicionada cuando la impedancia necesaria de red no es suficiente para limitar los picos de corriente en la entrada, evitando daños al convertidor. Los valores mínimos de impedancia exigidos, expresos en caída porcentual son los siguientes:

Para modelos con corriente nominal 130 A/220-230 V, 142 A/380-480 V o 32 A/500-600 V: 1 % de caída de tensión en la red.

---

<sup>1</sup> Manual de Usuario del Convertidor CFW-09, WEG, Documento 0899.5307 / 10



Para modelos con corriente nominal 180A/380-480 V: 2% de caída de tensión.

Para modelos con corriente 44 A/500-600 V o 170A/500-690 V o 100A/660-690 V: no hay exigencia para la impedancia mínima de la red para protección de estos convertidores. Éstas son garantizadas por la inductancia CC interna existente. El mismo vale cuando el inductor del Link CC se encuentra incorporado al producto (Hardware Especial código HC o HV), en los modelos con corrientes 16A/220-230 V o 13 A/380-480 V y 240 A/380-480 V.

Como criterio alternativo, se debe adicionar una reactancia de red siempre que el transformador que alimenta el convertidor posea una potencia nominal mayor que la indicada a seguir:

Corriente Nominal del Convertidor	Potencia del Transformador [kVA]
6 A a 28 A/220-230 V 3.6 A a 24 A/380-480 V 2.9 A a 14 A/500-600 V	125
45 A a 130 A/220-230 V 30 A a 142 A/380-480 V 22 A a 32 A/500-600 V	5 X Potencia Nominal del Convertidor
180 A a 600 A/380-480 V	2 X Potencia Nominal del Convertidor

**Tabla 3.10.** Relación para modelos de convertidor e inductancia a utilizar

Atendiendo a las indicaciones del Manual del Convertidor se selecciona el LINK CC recomendado por la empresa WEG y aunque no es de la misma marca del convertidor cumple con las condiciones que nos indica la Tabla 3.10, éste es el otorgado por la marca SIEMENS de las siguientes características:

<i>INDUCTANCIA</i>		
<i>Parámetro</i>	<i>Valor</i>	<i>Unidades</i>
<i>Potencia</i>	15	HP
<i>Voltaje</i>	380-480	VAC
<i>Corriente</i>	24	A

**Tabla 3.11.** Características de la inductancia

## **ARMARIOS DE CONTROL**

Los armarios de control son los encargados de brindar el resguardo necesario a los elementos que componen el sistema para que de esta manera estén siempre protegidos contra los fenómenos naturales y de manera ordenada en caso de necesitar realizar un mantenimiento ya sea preventivo o correctivo.

Todos los elementos han sido descritos y serán descritos a lo largo del desarrollo de este capítulo, pero dentro de los elementos no se han mencionado algunos dispositivos que tuvieron que ser añadidos a lo largo de la implementación del proyecto, los cuales se nombran a continuación:

### **Fuente Sitop de 24 VDC.**

Esta es una fuente modular que forma parte de la gama que ofrece Siemens para soluciones industriales, éste módulo puede ser añadida en el armario de control con el fin de crear cierta independencia entre la parte de control que maneja alto voltaje y la sección de control de bajo voltaje.

Esta fuente será la encargada de alimentar los contactos del Banco de Relés que se ubicarán estratégicamente de manera que puedan alimentar las entradas hacia el convertidor de frecuencia, señales que serán entregadas por el LOGO como producto de la acción del programa sobre el proceso.

El convertidor de frecuencia maneja entradas discretas de 24Vdc, lo cual rompió el esquema establecido inicialmente ya que todo el circuito de control se manejaría mediante señales discretas de 110VAC, esta es la razón fundamental por la que se encontró la necesidad de añadir éste módulo y así proseguir el normal desempeño del proyecto.

### **Breaker de 1A y Fusible de 1A.**

Éste breaker será el encargado de realizar la protección de las señales de control que ingresan al LOGO así como la alimentación del mismo.

Analizando la corriente máxima que podría circular por el LOGO, la cual responde al valor 40mA, se decidió escoger éste breaker debido a que es el más pequeño entre la gama que presenta la empresa Siemens.

De la misma manera se debería colocar un fusible que corresponde al valor de 1A debido a que la alimentación del variador será entregada únicamente como señal de control y la corriente que circula por el LOGO será en el peor de los casos la mayor permitida que es de 40mA. Pero no se realizó de esta manera por cuestiones prácticas, el poseer un fusible que proteja al LOGO se vuelve problemático si se presenta una falla puesto que como el tablero de control va a estar ubicado a más de 20m de altura, el recorrido que tendría que realizar el técnico de mantenimiento en caso de tener que cambiar el fusible sería demasiado grande y le tomaría demasiado tiempo, tiempo crucial dentro de los parámetros establecidos para la producción, peor aún si el fusible no se encuentra disponible en bodega, esta falla podría ocasionar pérdidas inmensas para la empresa.

Por esta razón en la empresa se considera necesario y suficiente proteger al LOGO simplemente mediante el breaker anteriormente mencionado.

No fue necesario realizar cálculos para este inciso puesto que los datos eran demasiado evidentes y las acciones a tomar muy claras y confiables.

### **CABLEADO DE ALIMENTACIÓN AL PLC LOGO**

El cálculo de conductores según la premisa de que se encuentren debidamente protegidos frente a la falla de sobrecarga, establece la sección o calibre del mismo.

La corriente de servicio de los equipos conectados (**I<sub>s</sub>**), no debe sobrepasar la corriente nominal del aparato de protección (**I<sub>n</sub>**) cuyo valor, a su vez, no debe sobrepasar la corriente admisible del conductor (**I<sub>z</sub>**).

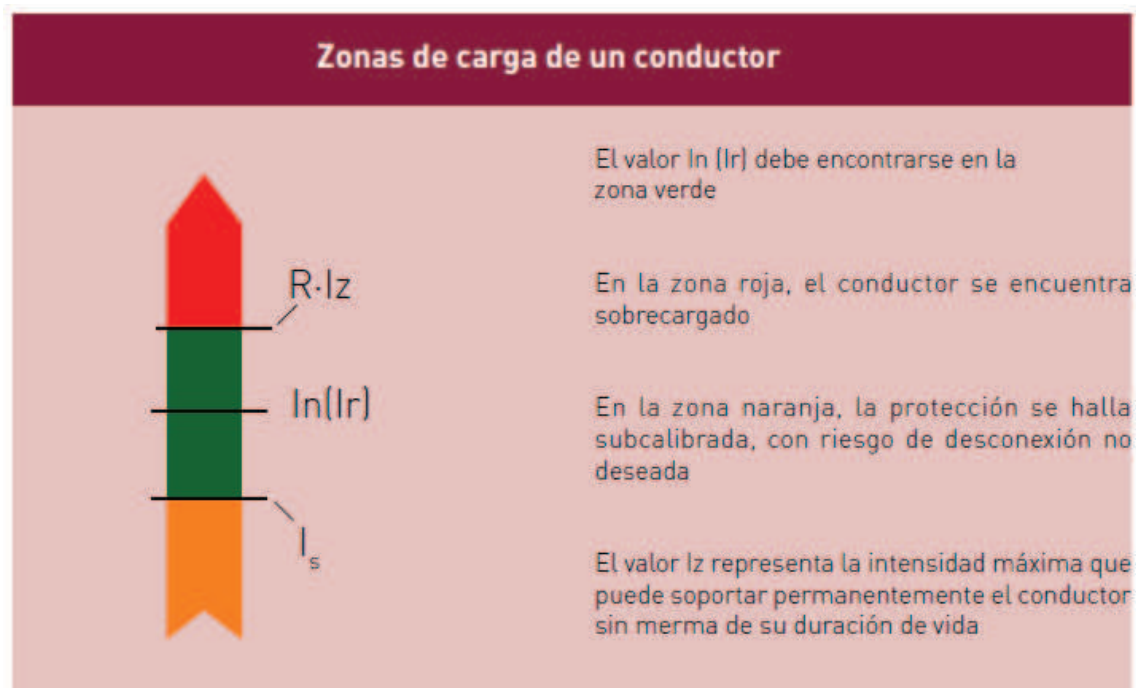
En el caso de protección con fusibles o breakers, debe aplicarse un coeficiente reductor **R** al valor de **I<sub>z</sub>**. Según todo lo anterior, la regla básica para asegurar que el conductor seleccionado se encuentre debidamente protegido a la sobrecarga es:

$$I_s < I_n < I_z \times R \quad \text{Ec.3.12}$$

$R = 1$  para los automáticos

$R = 0,75$  para los fusibles  $< 16$  A

$R = 0,9$  para los fusibles  $> 16$  A.



*Fig. 3.16. Zonas de carga de un conductor.*

El valor  $I_n$  ( $I_r$ ) debe encontrarse en la zona verde En la zona roja, el conductor se encuentra sobrecargado En la zona naranja, la protección se halla subcalibrada, con riesgo de desconexión no deseada El valor  $I_z$  representa la intensidad máxima que puede soportar permanentemente el conductor sin merma de su duración de vida.

#### **Determinación de la corriente de servicio.**

La corriente de servicio  $I_s$  viene dada por la potencia asociada a la línea en función de las características de los equipos conectados.

El análisis exacto de todas las utilizaciones y, sobre todo, el conocimiento real de las potencias de cada receptor no son siempre evidentes, por lo que, en la práctica, suele

ser necesario considerar coeficientes de seguridad globales por exceso para evitar subdimensionar la instalación.

- ✓ Evitar considerar un factor minoritario sobre el tiempo de utilización; las condiciones de funcionamiento y la organización pueden cambiar.
- ✓ Pensar en posibles ampliaciones futuras (se aconseja una reserva del 20%, aunque, en la práctica, suele faltar más el espacio que la energía).
- ✓ Incrementar en un 80% (x 1,8) la potencia considerada para equipos que se van a conectar.

Como se mencionan en las especificaciones técnicas del LOGO los rangos de potencia son de 1,1 a 4,6 W y la tensión de entrada es de 110VAC. A partir de estos valores se procede a calcular el consumo de corriente (**Is**) que circulará por el cable conductor de alimentación del logo.

Cabe indicar que el factor de potencia con el que la empresa ANDEC S.A desarrolla sus actividades es de 0,95.

**Datos:**

$$P = 4,6W * 1,8 = 8,28W$$

$$V = 110v$$

$$fp = 0,95$$

$$\begin{aligned}
 P &= V * Is * fp && \text{Ec.3.13} \\
 Is &= \frac{P}{V * fp} \\
 Is &= \frac{8,28W}{110V * 0,95} \\
 Is &= 0,079A
 \end{aligned}$$

Por lo tanto la corriente nominal (**In**) del aparato de protección (Breaker) del logo será de 1A.

$$In = 1A$$

Donde:

**P**=Potencia Activa (W).

**V**=Tensión Nominal.

**I<sub>s</sub>**=Corriente de servicio.

**fp**=Factor de Potencia.

**I<sub>n</sub>**=Corriente nominal.

### **Determinación de la sección del conductor.**

La sección de los conductores se determina a partir del conocimiento de la corriente admisible (**I<sub>z</sub>**) que deberá ser capaz de transportar según las características y exigencias del medio en donde éste prestará servicio.

Las tablas de la Norma NCH Elec 4/84, permiten determinar los valores de corriente aceptados por diferentes tipos de conductores eléctricos según los principios fundamentales de utilización y protección de las personas. Las tablas de capacidades de transporte admisibles, permiten determinar directamente la sección de los conductores en función:

- Para el caso de alambres: de las características del conductor, la del medio de canalización y de la corriente admisible teórica.
- Para el caso de cables: de las condiciones de instalación, las características del tipo de aislamiento y de la corriente admisible teórica.

La corriente admisible teórica (**I<sub>zth</sub>**), para los casos de alambres y cables viene dada por la aplicación de los factores de corrección por número de conductores (**fn°**), y de temperatura (**ft°**), a la corriente máxima que puede llegar a circular por el conductor de manera permanente, la cual viene dada por el calibre del dispositivo de protección.

### **Datos:**

$$\mathbf{R} = 1$$

$$\mathbf{I_n} = 1 \text{ A.}$$

$$\mathbf{fn^\circ} = 0,8.$$

$$\mathbf{ft^\circ} = 0,94.$$

$$I_{Z_{TH}} = \frac{I_n}{f_n \cdot f_t} \quad \text{Ec.3.14}$$

$$I_{Z_{TH}} = \frac{1}{0,8 \cdot 0,94}$$

$$I_{Z_{TH}} = 1,33A$$

Los valores de los factores de corrección por número de conductores ( $f_n$ ), y de temperatura ( $f_t$ ) se pueden observar en la Tabla 3.12 y Tabla 3.13 respectivamente.

<b>Factor de corrección por cantidad de conductores (<math>f_n</math>) para conductores del tipo alambres y cables</b>	
Cantidad de conductores	Factor
4 a 6	0,8
7 a 24	0,7
25 a 42	0,6
sobre 42	0,5

*Tabla 3.12. Factor de Corrección por cantidad de conductores.*

<b>Factor de corrección por temperatura (<math>f_t</math>) para conductores tipo alambres</b>	
Temperatura ambiente °C	Factor
más de 30 hasta 35	0,94
más de 35 hasta 40	0,87
más de 40 hasta 45	0,80
más de 45 hasta 50	0,71
más de 50 hasta 55	0,62

*Tabla 3.13. Factor de Corrección por temperatura.*

Por lo tanto la corriente admisible ( $I_z$ ) será de 11A y la sección transversal del conductor es de  $1\text{mm}^2$  según los valores que se muestran en la tabla 3.14 y así de esta manera se cumple la regla básica para asegurar que el conductor seleccionado se encuentre debidamente dimensionado para proteger de sobrecarga.

$$I_s < I_n < I_z \times R \quad \text{Ec.3.15}$$

$$0,045A < 1A < 11A \times 1$$

Temperatura de servicio 70°C - Temperatura ambiente 30°C			
Sección nominal mm <sup>2</sup>	Corriente admisible en Amperes		
	Grupo 1	Grupo 2	Grupo 3
0,75	-	12	15
1,0	11	15	19
1,5	15	19	23
2,5	20	25	32
4,0	25	34	42
6,0	33	44	54
10,0	45	61	73
16,0	61	82	98
25,0	83	108	129
35,0	103	134	158
50,0	132	167	197
70,0	164	207	244

*Tabla 3.14. Intensidad de corriente.*

Para la lista final de materiales se ha tenido en cuenta la recomendación que se advierte en el tutorial del logo, es decir se ha utilizado un conductor de sección transversal de 1,5mm<sup>2</sup>.

## CABLEADO DE ALIMENTACIÓN AL VARIADOR DE FRECUENCIA WEQ

### Determinación de la corriente de servicio.

Como se mencionan en las especificaciones técnicas del variador de frecuencia la potencia es de 15HP (1190W) y la tensión de entrada es de 440Vca. A partir de estos valores se procede a calcular el consumo de corriente (**I<sub>s</sub>**) que circulará por el cable conductor de alimentación del logo.



**Datos:**

$$P = 11190W * 1,8 = 20142W$$

$$V = 440V$$

$$fp = 0,95$$

$$P = \sqrt{3} * V * Is * fp \quad Ec.3.16$$
$$Is = \frac{P}{\sqrt{3} * V * fp}$$
$$Is = \frac{20142W}{\sqrt{3} * 440V * 0,95}$$
$$Is = 27,82A$$

Por lo tanto la corriente nominal (**In**) del aparato de protección (Fusibles Ultrarrápidos) del variador de frecuencia será de 40A.

$$In = 40A$$

Donde:

**P**= Potencia Activa (W).

**V**= Tensión Nominal.

**Is**= Corriente de servicio.

**fp**= Factor de Potencia.

**In**= Corriente nominal.

**Determinación de la sección del conductor.**

Datos:

$$R = 0,9$$

$$In = 40A.$$

$$fn^{\circ} = 0,8.$$

$$ft^{\circ} = 0,94.$$

$$I_{ZTH} = \frac{In}{\frac{ft \cdot ft}{40}} \quad Ec.3.17$$

$$I_{ZTH} = \frac{40}{0,8 \cdot 0,94}$$

$$I_{ZTH} = 53,19A$$

Por lo tanto la corriente admisible ( $I_z$ ) será de 70A y la sección transversal del conductor es de 21,2mm<sup>2</sup> (4AWG) según los valores que se muestran en la *Tabla 3.15* y así de esta manera se cumple la regla básica para asegurar que el conductor seleccionado se encuentre debidamente dimensionado para proteger contra sobrecarga.

$$I_s < I_n < I_z \times R \quad Ec.3.18$$

$$27,82A < 40A < 70A \times 0,9$$

Cables bajo ducto o en canal montados al aire libre							
Temperatura de servicio 30°C							
Equivalente (#) AWG- (") MCM	Sección mm <sup>2</sup>	Temperatura de servicio					
		60°C		75°C		90°C	
		Grupo A	Grupo B	Grupo A	Grupo B	Grupo A	Grupo B
#14	2,08	20	30	20	30	25	37
#12	3,31	25	37	25	37	30	45
#10	5,26	30	45	35	52	40	60
#8	8,37	40	60	50	75	55	82
#6	13,3	55	82	65	97	75	112
#4	21,2	70	105	85	127	95	142
#3	26,7	85	127	100	150	110	165
#2	33,6	95	142	115	172	130	195
#1	42,4	110	165	130	195	150	225

*Tabla 3.15. Cables bajo ducto o en canal montados al aire libre.*

## CABLEADO DE CONEXIÓN ENTRE EL PLC LOGO Y EL VARIADOR DE FRECUENCIA

### Determinación de la corriente de servicio.

Para determinar el cableado de conexión entre el PLC logo y el variador de frecuencia es necesario conocer las características que requieren las entradas del variador para activarse. En la *Tabla 3.16* se muestran las especificaciones de las

entradas discretas del variador que se necesitan para hacer un correcto dimensionamiento.

Especificaciones
6 Entradas Digitales Aisladas
Nivel Alto Mínimo: 18 Vcc
Nivel Bajo Máximo: 3 Vcc
Tensión Máxima: 30 Vcc
Corriente de Entrada:
11 mA @ 24 Vcc

*Tabla 3.16. Especificaciones de las entradas discretas del variador.*

Se observa que la corriente de servicio se encuentra dentro de las especificaciones que se mencionan en la Tabla 3.16, por lo tanto no se requiere realizar cálculos para obtener dicha corriente.

$$I_s = 11 \text{ mA}$$

Por lo tanto la corriente nominal teórica ( $I_{n_{teórica}}$ ) del banco de contactores que se utiliza para activar las entradas discretas del variador debe ser de 1A.

$$I_{n_{teórica}} = 1 \text{ A}$$

En este caso se habla de una corriente nominal teórica ya que los contactores que se encuentran disponibles en los catálogos de los proveedores de preferencia de la empresa no satisfacen dicha necesidad de corriente. Por lo tanto para el desarrollo del cálculo del dimensionamiento del conductor se utilizará la corriente nominal ( $I_{n_{práctico}}$ ) del contactor que se ha escogido de acuerdo a las características que más se asemejan a los parámetros calculados y requeridos como ya se indicó en el *Cap3 (ítem 3.1.8)*

**Determinación de la sección del conductor.**

Datos:

$R = 1$

$I_{npráctico} = 6A$

$f_n = 0,8.$

$f_t = 0,94.$

$$I_{Z_{TH}} = \frac{I_n}{\frac{f_n + f_t}{6}} \quad Ec.3.19$$

$$I_{Z_{TH}} = \frac{6}{\frac{0,8 + 0,94}{6}}$$

$I_{Z_{TH}} = 7,98A$

Por lo tanto la corriente admisible (**Iz**) será de 10A y la sección transversal del conductor es de 1,31mm<sup>2</sup> (16AWG) según los valores que se muestran en la Tabla 3.17 y así de esta manera se cumple la regla básica para asegurar que el conductor seleccionado se encuentre debidamente protegido a la sobrecarga.

$I_s < I_n < I_z \times R \quad Ec.3.20$

$11mA < 6A < 7,98A \times 1$

INTENSIDAD DE CORRIENTE ADMISIBLE PARA CONDUCTORES DE COBRE (SECCIONES AWG)								
AISLADOS TEMPERATURA DE SERVICIO: 60° 75° 90°C								
SECCION	SECCION	GRUPO A			GRUPO B			DESNUDO
		TEMPERATURA DE SERVICIO			TEMPERATURA DE SERVICIO			
Nominal (mm) <sup>2</sup>	AWG	60°C	75°C	90°C	60°C	75°C	90°C	
0.32	22	3	3					
0.51	20	5	5					
0.82	18	7.5	7.5					
1.31	16	10	10					
2.08	14	15	15	25	20	20	30	
3.31	12	20	20	30	25	25	40	
5.26	10	30	30	40	40	40	55	
8.36	8	40	45	50	55	65	70	90

Tabla 3.17. Intensidad de corriente admisible.

## CABLEADO DE CONEXIÓN ENTRE EL VARIADOR DE FRECUENCIA Y LOS MOTORES.

### Determinación de la corriente de servicio.

Como se mencionan en las especificaciones técnicas del motor la potencia es de 3,6KW y la tensión de entrada es de 440Vca. A partir de estos valores se procede a calcular el consumo de corriente (**Is**) que circulará por el cable conductor de alimentación del logo.

### Datos:

$$P = 3600W * 1,8 = 6480W$$

$$V = 440v$$

$$fp = 0,95$$

$$\begin{aligned}
 P &= \sqrt{3} \cdot V \cdot Is \cdot fp \\
 Is &= \frac{P}{\sqrt{3} \cdot V \cdot fp} \\
 Is &= \frac{6480W}{\sqrt{3} \cdot 440V \cdot 0,95} \\
 Is &= 8,95A
 \end{aligned}
 \quad Ec.3.21$$

Por lo tanto la corriente nominal (**In**) del aparato de protección (Guardamotor) del motor será de 15A.

$$In = 15A$$

Donde:

**P**= Potencia Activa (W).

**V**= Tensión Nominal.

**Is**= Corriente de servicio.

**fp**= Factor de Potencia.

**In**= Corriente nominal.

**Determinación de la sección del conductor.****Datos:**

$$R = 0,75$$

$$I_n = 15A.$$

$$f_n = 0,8.$$

$$f_t = 0,94.$$

$$I_{ZTH} = \frac{I_n}{f_n \cdot f_t} \quad \text{Ec.3.22}$$

$$I_{ZTH} = \frac{15}{0,8 \cdot 0,94}$$

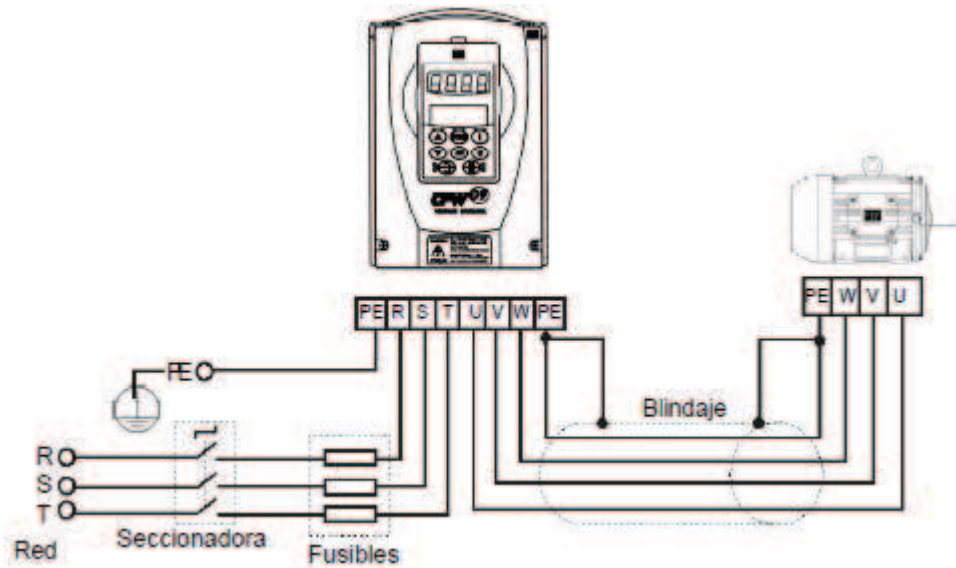
$$I_{ZTH} = 19,94A$$

Por lo tanto la corriente admisible ( $I_z$ ) será de 25A y la sección transversal del conductor es de  $3,31\text{mm}^2$  (4AWG) según los valores que se muestran en la Tabla 3.16 y así de esta manera se cumple la regla básica para asegurar que el conductor seleccionado se encuentre debidamente protegido a la sobrecarga.

$$I_s < I_n < I_z \times R \quad \text{Ec.3.23}$$

$$8,95A < 15A < 25A \times 0,9$$

Se debe tener en cuenta las recomendaciones de las que se habla en el manual de usuario del variador CFW-09, se menciona que los cables conductores que se conectan desde el variador hacia los motores deben ser blindados para evitar ruidos, armónicos o cualquier interferencia que pueda dañar la onda de la señal que llega a los motores para su funcionamiento. El cable neutro de la red que alimenta el convertidor de frecuencia debe ser sólidamente puesto a tierra en la Fig. 3.17 se indica la forma de conexión entre el variador y el motor.



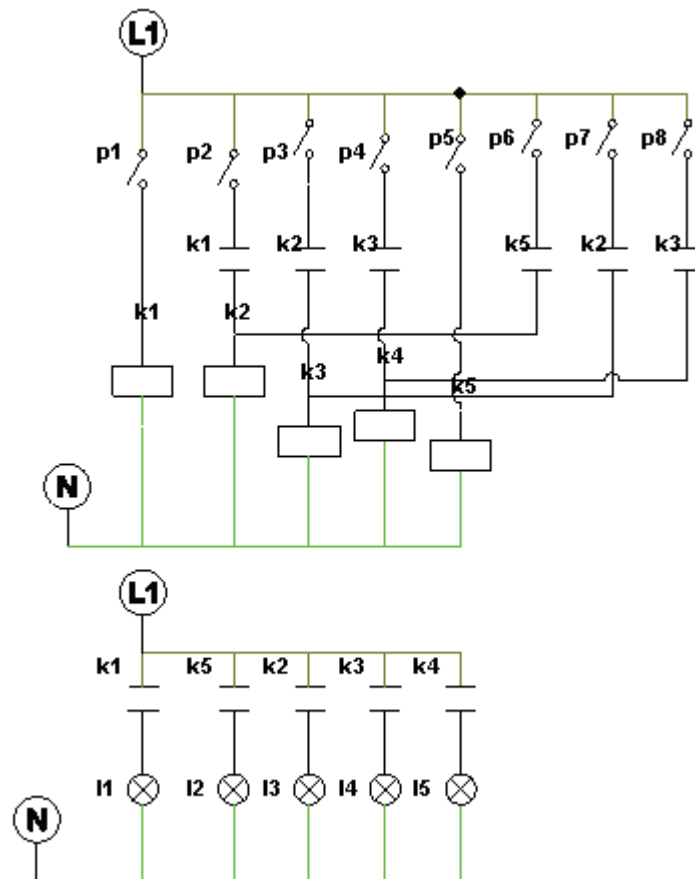
*Fig. 3.17. Conexiones de potencia y puesta a tierra*

### MANIPULADORES DE LA GRÚA P&H.

Los manipuladores sirven para controlar los movimientos y velocidades de los distintos modos de operación de la grúa (Traslación, coche, gancho1, gancho2), a través de los manipuladores se puede incrementar la velocidad con la que se desee realizar una operación.

Existen dos manipuladores, el primero sirve para controlar los movimientos de coche y traslación y el segundo para manejar el gancho1 y el gancho2.

Cada uno de los manipuladores posee dieciséis posiciones, ocho posiciones para el movimiento de traslación o gancho1 y las otras ocho para el movimiento de coche o gancho2. Se debe indicar que existe un banco de contactos que se irán activando conforme las posiciones vayan cambiando. En la Fig.3.18 se muestra un diagrama interno del funcionamiento del manipulador de la grúa que gobierna el movimiento de traslación.



*Fig. 3.18. Representación del funcionamiento mecánico de los mandos de control.*

Donde:

**p1, p2, p3, p4:** posiciones que se utilizan para el desplazamiento de la grúa hacia adelante.

**p5, p6, p7, p8:** posiciones que se utilizan para el desplazamiento de la grúa hacia atrás.

**k1, k2, k3, k4, k5:** son los contactos que se activan mediante los cambios de posición que ocurren en el mando de control.

**k1=** primera velocidad hacia adelante.

**k2=** segunda velocidad hacia adelante o hacia atrás.

**k3=** tercera velocidad hacia adelante o hacia atrás.

**k4=** cuarta velocidad hacia adelante o hacia atrás.

**k5=** primera velocidad hacia atrás.

**I1, I2, I3, I4, I5:** Son luces indicadores que han sido utilizadas solamente para que se comprenda de mejor manera el funcionamiento de los manipuladores.



La activación o desactivación de los contactos debe ser en forma secuencial, es decir para que el contacto cuatro **k4** (cuarta velocidad) esté activado, deben estar también activado los contactos (**k1, k2, k3, k4**). Las salidas de los contactos son conectados a las entradas discretas del logo.

A continuación se explica la función que cumplen las ocho posiciones relacionadas al movimiento de traslación:

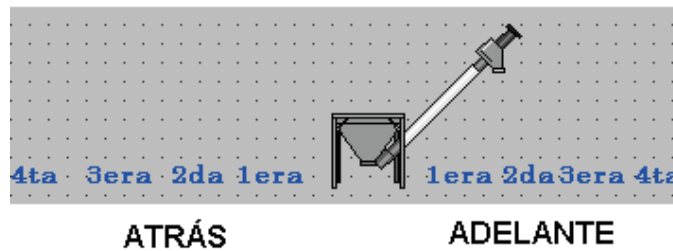


Fig. 3.19. Posiciones de los manipuladores.

- Posición uno: Acciona la primera velocidad e indica que la dirección de la grúa será hacia adelante.

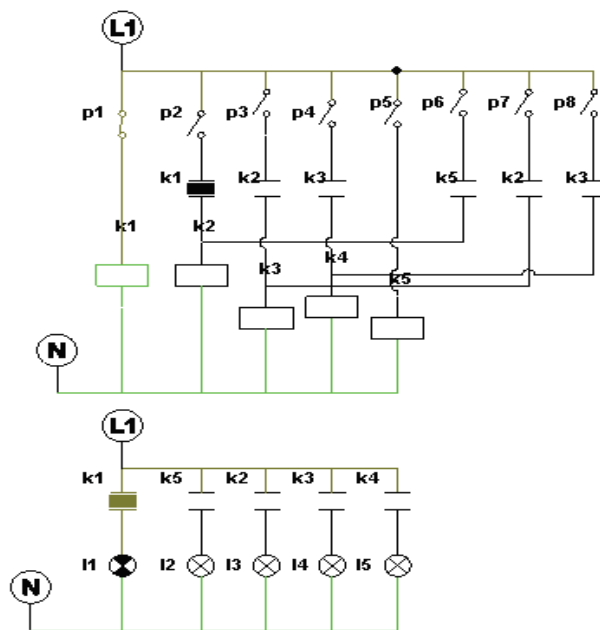


Fig. 3.20. Accionamiento de la primera velocidad hacia adelante.

- Posición dos: Acciona la segunda velocidad.

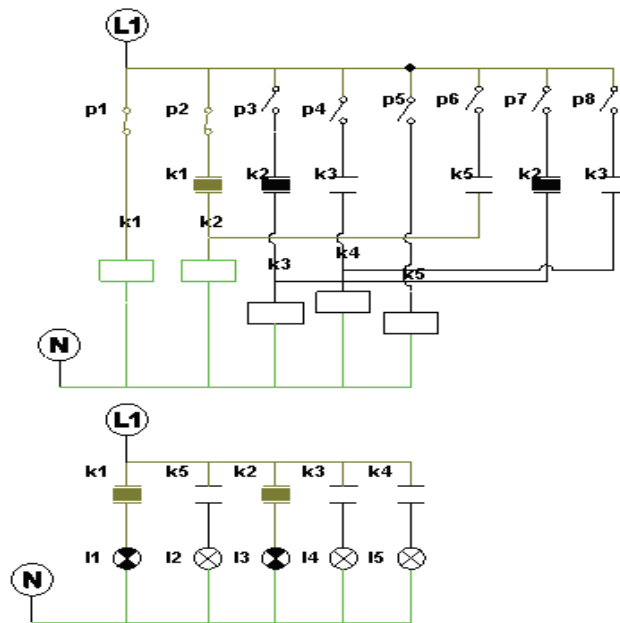


Fig. 3.21. Accionamiento de la segunda velocidad.

- Posición tres: Acciona la tercera velocidad.

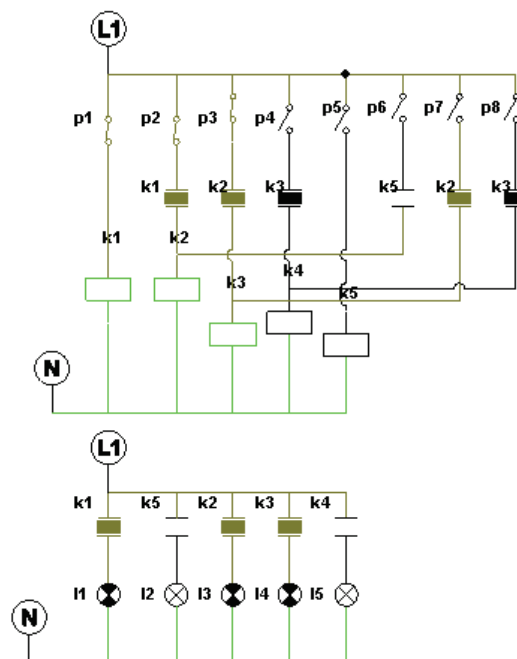


Fig. 3.22. Accionamiento de la tercera velocidad.

- Posición cuatro: Acciona la cuarta velocidad.

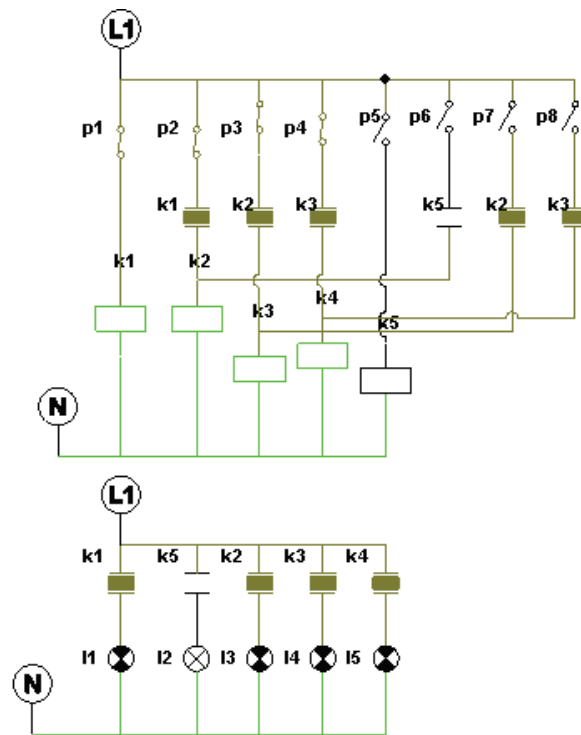


Fig. 3.23. Accionamiento de la cuarta velocidad.

- Posición cinco: Acciona la primera velocidad e indica que la dirección de la grúa será hacia atrás.

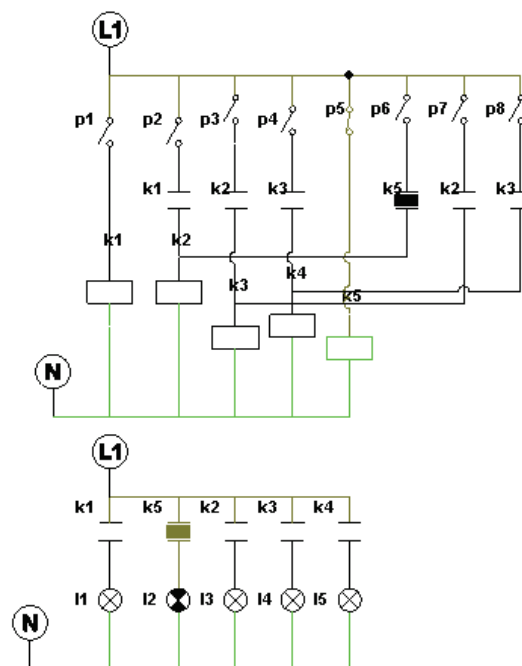


Fig. 3.24. Accionamiento de la primera velocidad hacia atrás.

- Posición seis: Acciona la segunda velocidad.

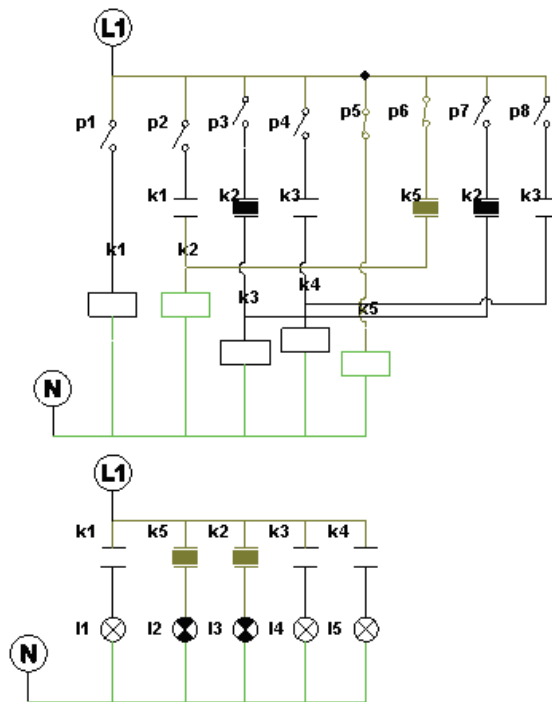


Fig. 3.25. Accionamiento de la segunda velocidad.

- Posición siete: Acciona la tercera velocidad.

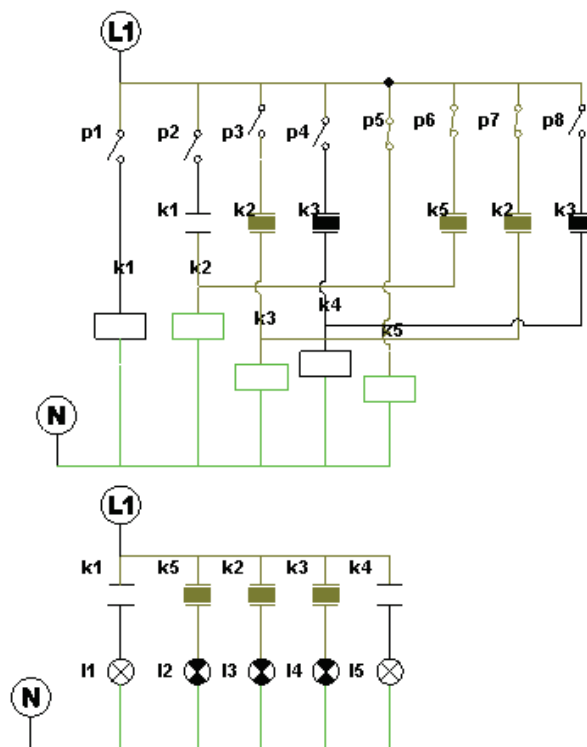


Fig. 3.26. Accionamiento de la tercera velocidad.

- Posición ocho: Acciona la cuarta velocidad.

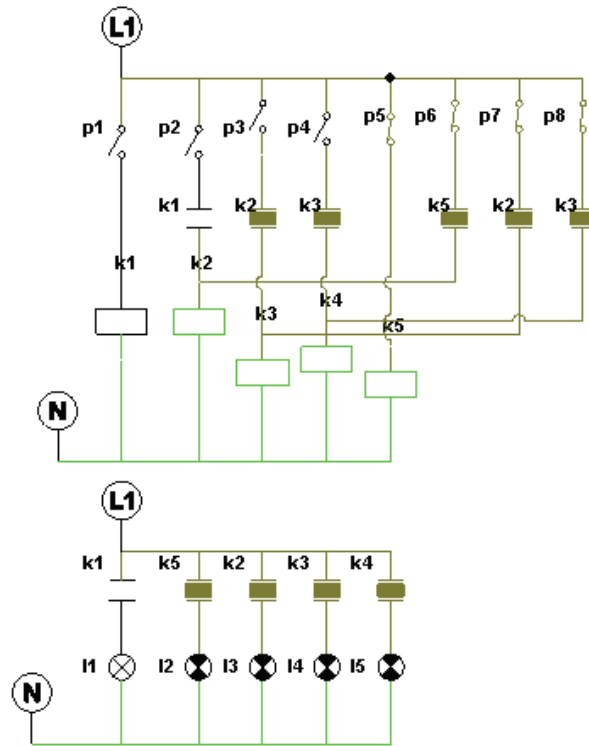


Fig. 3.27. Accionamiento de la cuarta velocidad.

**SOFTWARE**

**DIAGRAMAS DE FLUJO**

**Diagrama de Flujo del programa del Logo**

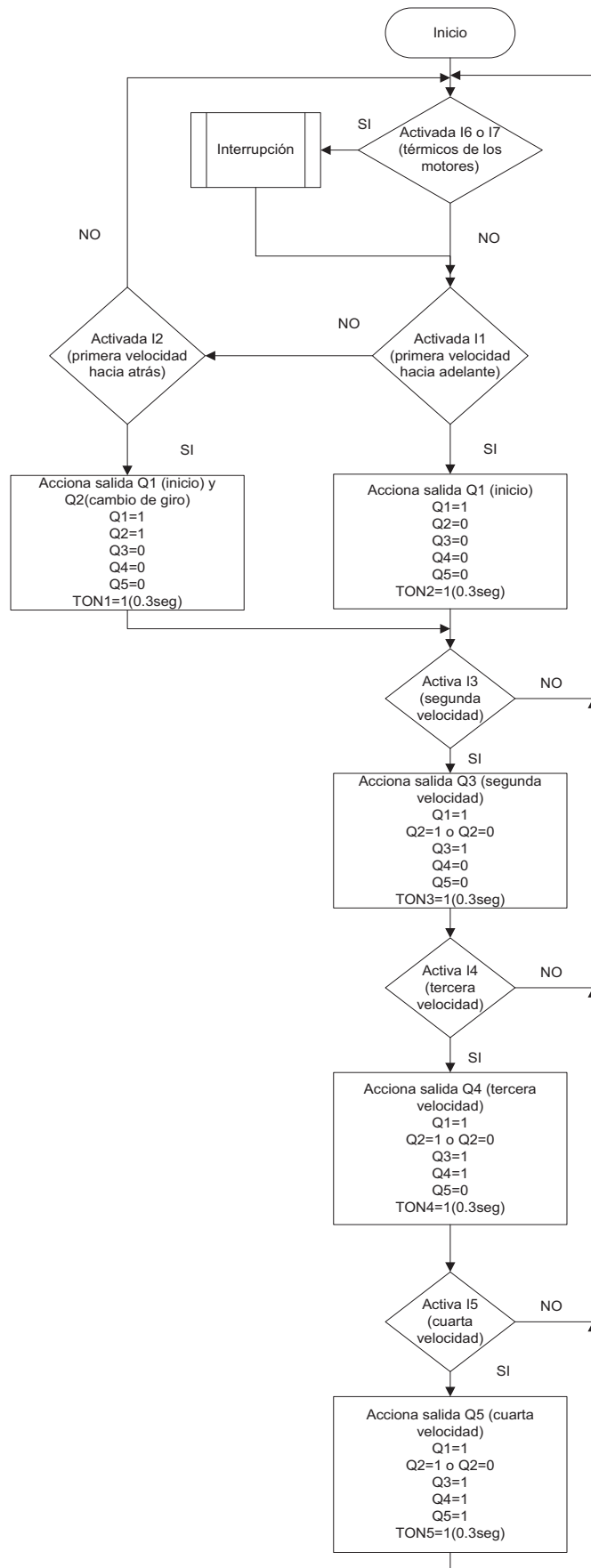
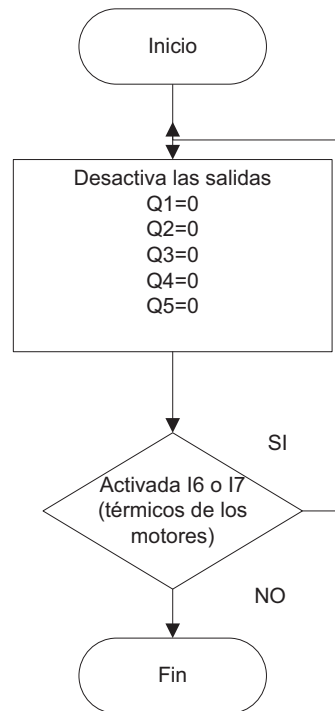


Fig. 3.28. Diagrama de Flujo del logo

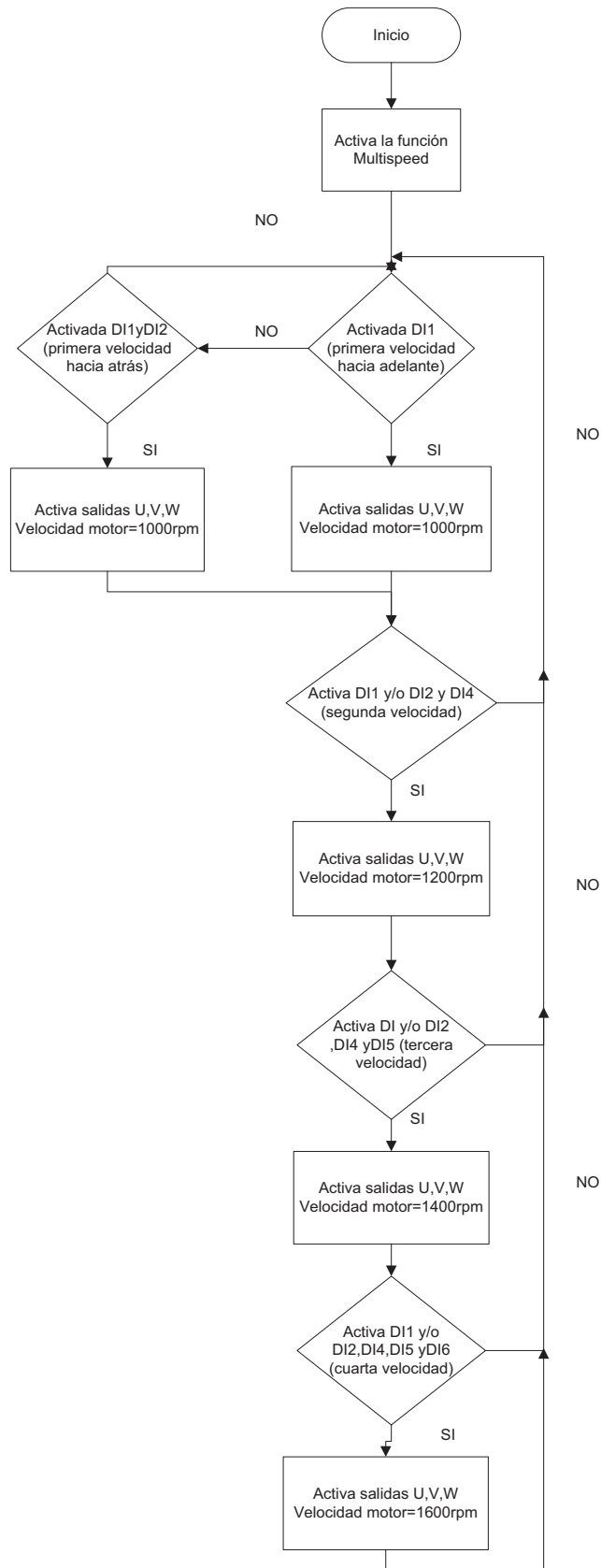


**Fig. 3.29.** Diagrama de Flujo de la Interrupción

Los guardamotores que son utilizados para la protección de los motores poseen contactos auxiliares que se activan una vez que se produce una falla de sobrecorriente en las líneas que accionan al motor y así de esta manera se origina la interrupción dentro del diagrama de flujo del logo. En la Fig.3.29 se observa el diagrama de flujo correspondiente a la interrupción cuando se produce una falla sobre los motores. Los contactos correspondientes a los guardamotores ingresan a las entradas I6 y I7 del logo de manera que al ser activadas cualquiera de ellas se interrumpe el funcionamiento del proceso es decir desactivando todas las salidas del logo (Q1, Q2, Q3, Q4, Q5) y así de esta manera se elimina la transmisión de datos hacia el convertidor de frecuencia evitando el giro no deseado de los motores.

Se utilizan temporizadores con retardo a la conexión en la activación de cada una de las salidas debido a que se necesita un pequeño lapso de tiempo para evitar cambios bruscos de velocidad y desgaste mecánico en los motores, alargando así la vida útil de los mismos.

**Diagrama de Flujo del programa del Convertidor de Frecuencia.**



*Fig. 3.30. Diagrama de Flujo del Convertidor de frecuencia*



En el diagrama de flujo del convertidor se puede observar el uso de una función especial del convertidor, esta es MULTISPEED, esta función permite al usuario programar de antemano velocidad para el motor (en RPMs) de manera que pueda utilizarlas en el momento adecuado mediante la activación de las entradas digitales que el mismo presenta.

Se decidió utilizar 5 entradas digitales, estas son:

**D1:** Inicio

**D2:** Giro Horario

**D3:** Segunda Velocidad

**D4:** Tercera Velocidad

**D5:** Cuarta Velocidad

En cualquiera de estos casos la acción se va a ejecutar sobre las salidas del convertidor U, V y W, que son respectivamente cada una de las fases que alimentan a los motores.

## **PROGRAMACIÓN DEL LOGO**

El software que se utilizó para la programación del logo es el LOGO!Soft Comfort con el que se puede crear, probar, simular, modificar, guardar e imprimir programas fáciles y cómodamente.



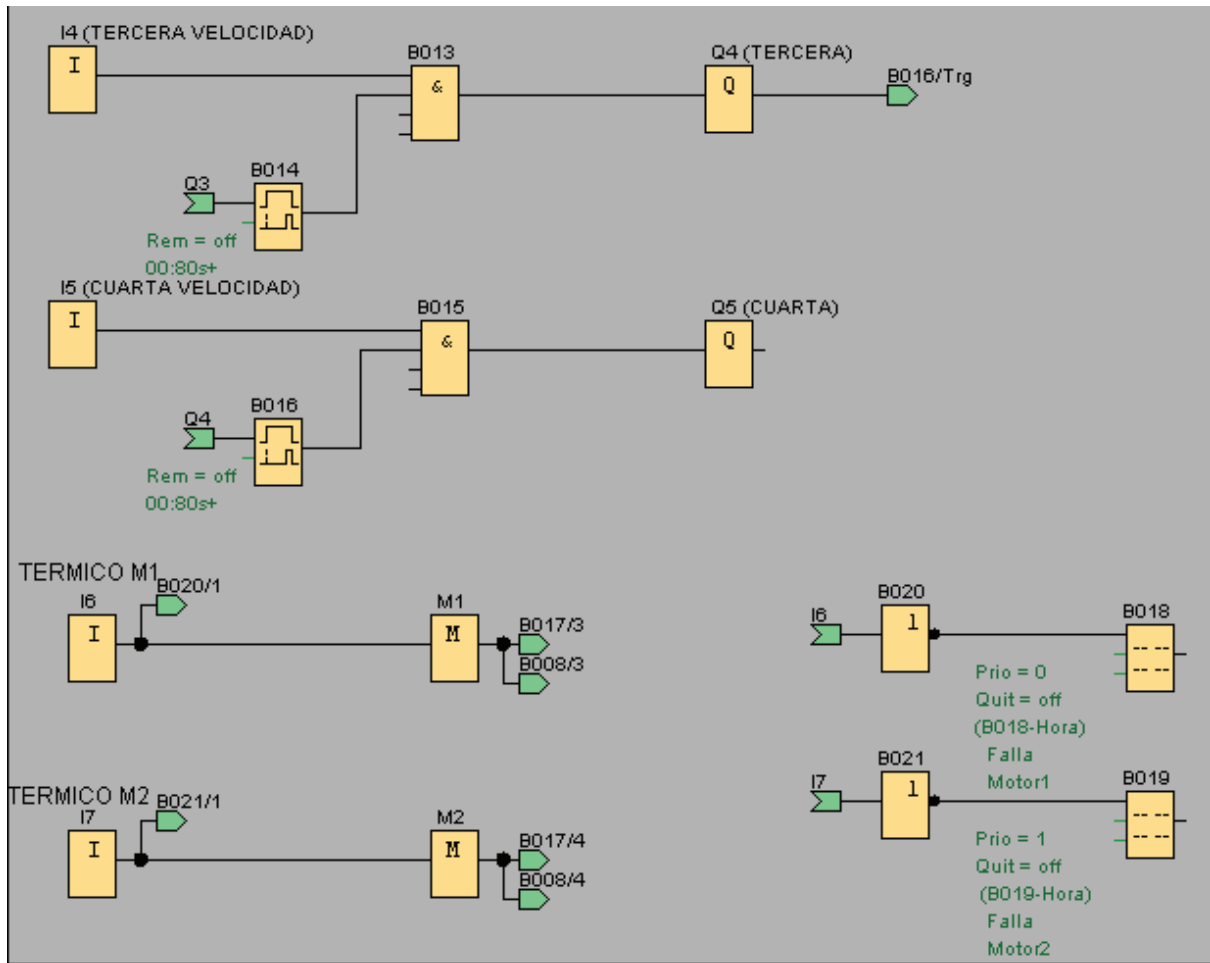


Fig. 3.31. Programación del Logo utilizando el software LOGO!Soft Comfort

El programa se encuentra realizado de manera tal que al activar la entrada1 (I1 Dirección hacia adelante) del Logo se activa la salida1 (Q1) como se indica en la Fig.3.33. y de esta manera se diferencia el sentido del movimiento, y así de esta forma se pueden ir incrementando las velocidades secuencialmente hasta llegar a la quinta velocidad, cabe recalcar que una vez que se activan las salidas correspondientes a los incrementos de velocidad se accionan temporizadores ON-DELAY los cuales crean un retardo en el cambio de velocidades de manera que se pueda proteger la parte mecánica del sistema de velocidad de los motores.

Al activar la entrada2 (I2 Dirección hacia atrás) del logo cambia el sentido de giro de los motores accionando la salida 1 (Q1) y la salida2 (Q2) como se observa en la Fig.3.34.

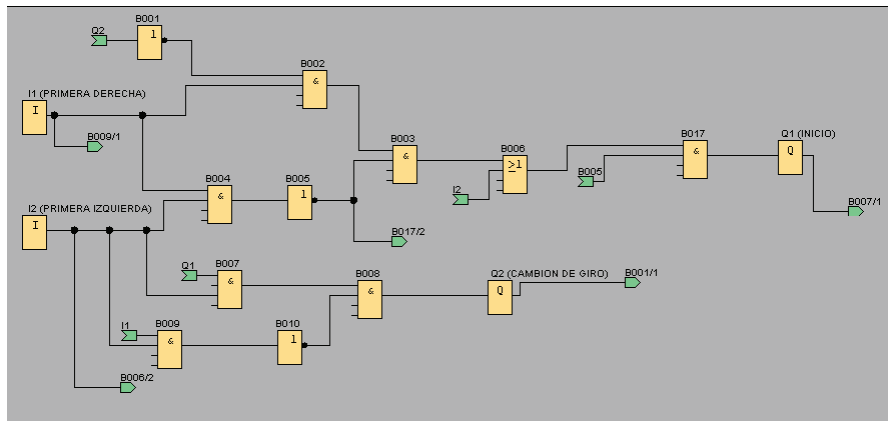


Fig. 3.32. Activación de las salidas Q1 o Q1 y Q2

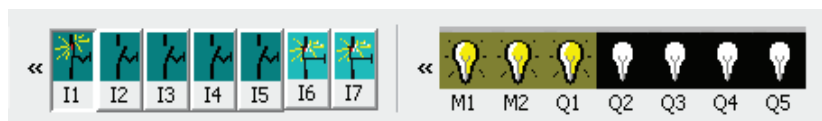


Fig. 3.33. Simulación cuando se activa I1 se acciona Q1

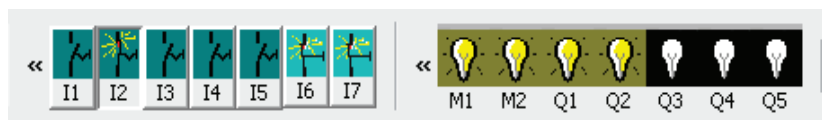


Fig. 3.34. Simulación cuando se activa I2 se acciona Q1 y Q2

Las entradas I3, I4, I5, I6 corresponden a la primera, segunda, tercera, cuarta, quinta velocidad respectivamente y estas serán utilizadas de la misma manera en cualquiera de los sentidos que se encuentren girando los motores y a su vez estas entradas accionan las salidas Q3, Q4, Q5 siempre y cuando se encuentren activadas las entradas I1 o I2 que son las que indican el sentido de giro de los motores e indican que el sistema se encuentra listo para su funcionamiento.

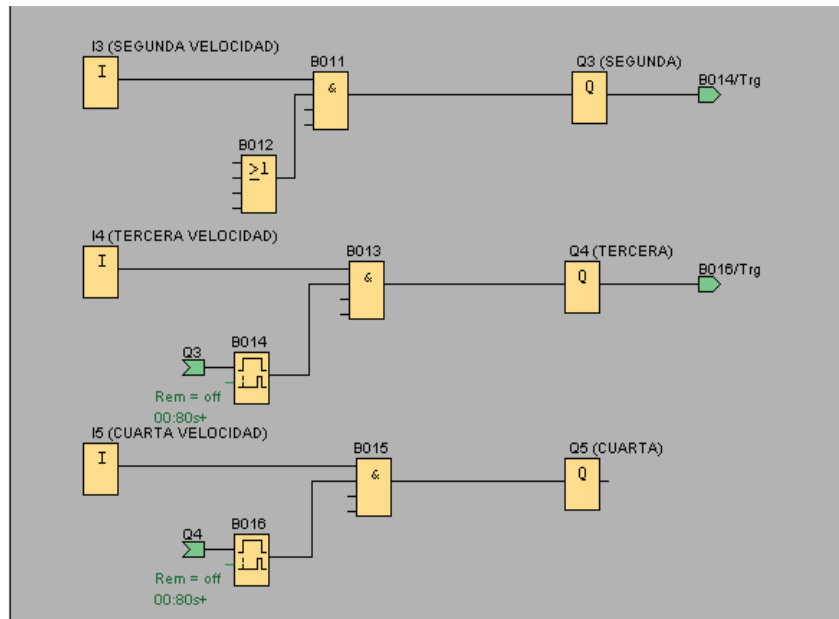


Fig. 3.35. Activación de las salidas Q3, Q4 y Q5.

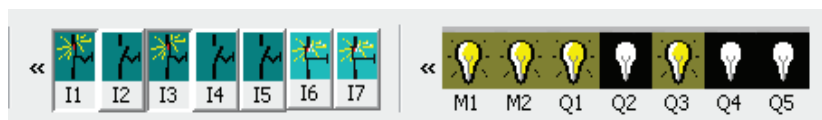


Fig. 3.36. Simulación cuando se activa I1 e I3 se acciona Q1 y Q3.

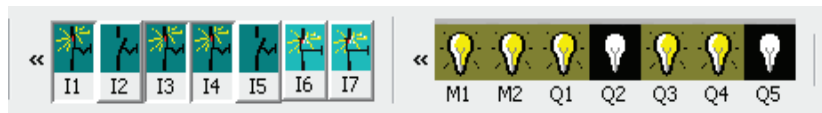


Fig. 3.37. Simulación cuando se activa I1, I3 e I4 se acciona Q1, Q3 y Q4.

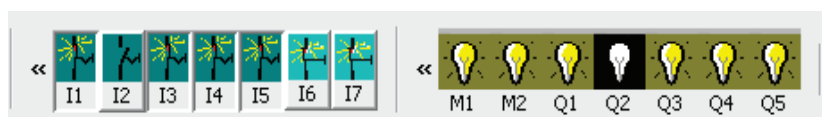


Fig. 3.38. Simulación cuando se activa I1, I3, I4 e I5 se acciona Q1, Q3, Q4 y Q5.

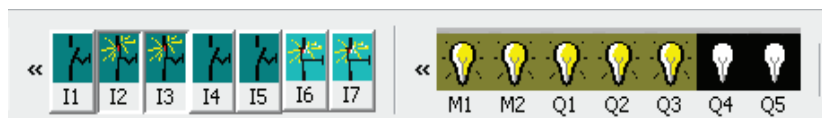


Fig. 3.39. Simulación cuando se activa I2 e I3 se acciona Q1, Q2 y Q3.

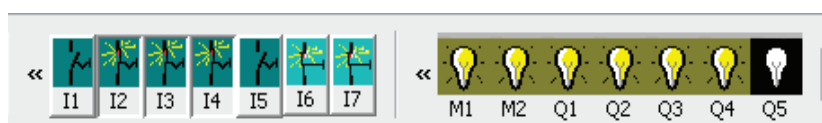


Fig. 3.40. Simulación cuando se activa I2, I3 e I4 se acciona Q1, Q2, Q3 y Q4.

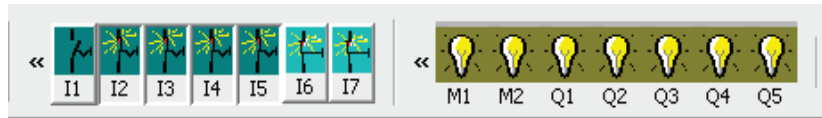


Fig. 3.41. Simulación cuando se activa I2, I3, I4 e I5 se acciona Q1, Q2, Q3, Q4 y Q5.

El programa posee una protección adicional para el sistema mecánico la cual asegura que si en algún momento sucede que las entradas I1, I2 se encuentran activadas de manera simultánea el sistema permanece inactivo es decir ninguna de las salidas serán accionadas tal como se indica en la Figura 3.42.

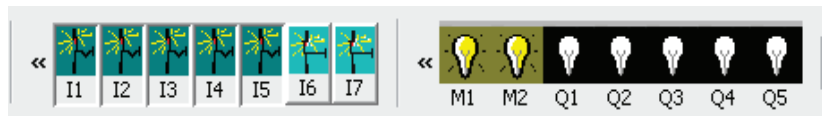


Fig. 3.42. Simulación cuando se activa I1 e I2.

En las entradas 6 y 7 del logo (I6, I7) se conectan los contactos normalmente cerrados de las protecciones térmicas correspondientes a los motores, cuando se produce una falla en los motores se activan los contactos que corresponden a la protección térmica y una vez activados dichos contactos se desactivan inmediatamente las salidas hasta que se haya corregido la falla que se produjo en los motores. Las marcas M1 y M2 son utilizadas para desactivar todas las salidas y asegurarse que mientras estas marcas se encuentren activadas no se accionará ninguna salida.

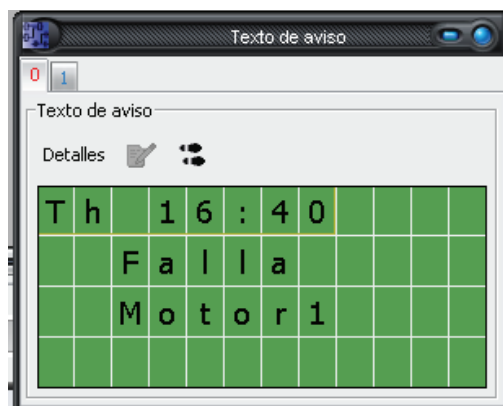
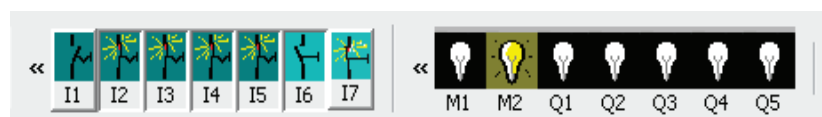


Fig. 3.43. Simulación cuando se acciona I6 se produce falla en motor 1



*Fig. 3.44. Simulación cuando se acciona I7 se produce falla en motor2*

## PROGRAMACIÓN DEL CONVERTIDOR DE FRECUENCIA

En la programación del convertidor se modificaron parámetros que son necesarios para la operación del mismo, estos parámetros poseen las características del motor, así como las características del proceso, a continuación se muestran todos los parámetros modificados para este inciso:

<b>Código Parámetro</b>	<b>Parámetro</b>	<b>Rango</b>	<b>Valor Cargado</b>
P100	Tiempo de Aceleración	0.0 a 999	1.5
P101	Tiempo de Desaceleración	0.0 a 999	2
P125	Referencia Multispeed 2	-----	1200
P127	Referencia Multispeed 4	-----	1400
P131	Referencia Multispeed 8	-----	1600
P133	Referencia Velocidad Mínima	-----	1000
P134	Referencia Velocidad Máxima	-----	1600
P154	Resistencia de Frenado	-----	
P202	Tipo de Control	0 a 5	0
P220	Selección Fuente LOCAL/REMOTO	0 a 10	4
P221	Selección Referencia Velocidad LOCAL	0 a 11	8
P222	Selección Referencia Velocidad REMOTO	0 a 11	8
P223	Selección Sentido de Giro LOCAL	0 a 11	4
P224	Selección Giro y Paro LOCAL	0 a 4	1
P226	Selección Sentido de Giro REMOTO	0 a 11	4
P227	Selección Giro y Paro REMOTO	0 a 4	1
P232	Selección de Modo de Parada	0 a 3	0
P263	Función Entrada Giro/Paro DI1	0 a 3	1
P264	Función Entrada Sentido de Giro DI2	0 a 8	0
P266	MultiSpeed DI4	0 a 22	7
P267	MultiSpeed DI5	0 a 22	7
P268	MultiSpeed DI6	0 a 22	7
P295	Corriente Nominal del Convertidor	0 a 81	9
P296	Tensión de Entrada Nominal	0 a 8	3
P400	Tensión Nominal del Motor	0 a 690	440
P401	Corriente Nominal del Motor	0.0 a 1.30xP295	19
P402	Velocidad Nominal del Motor	0 a 18000	1650
P403	Frecuencia Nominal del Motor	0 a 300	60
P404	Potencia Nominal del Motor	0 a 50	12
P407	Factor de Potencia Nominal del Motor	0.50 a 0.99	0.90

**Tabla 3.18.** Parámetros modificados del Convertidor de frecuencia.



El ajuste de todos y cada uno de los valores que se indican en la tabla garantizan el funcionamiento idóneo del convertidor de frecuencia para el proceso de la Grúa P&H.

### **PLANOS DEL NUEVO SISTEMA DE FUERZA Y CONTROL DE LA GRÚA P&H**

Verificar el *Anexo 2* para observar los planos del diseño del nuevo sistema de la grúa.

## CAPÍTULO IV

### PRUEBAS EXPERIMENTALES Y RESULTADOS

En el siguiente capítulo se realizaron pruebas y se analizaron los resultados para concluir si el sistema implementado cumple con los objetivos planteados al inicio del desarrollo de éste proyecto, y comparar las prestaciones brindadas por el nuevo sistema ante el antiguo sistema.

#### DESCRIPCIÓN FÍSICA DE LA GRÚA PH FINAL.

La grúa P&H físicamente queda conformada de la siguiente manera:

1. Un tablero de tres cuerpos en los que se encuentra los materiales (breaker, fusibles, contactores, relés, logo, variador, etc.) encargados de gobernar los sistemas de control de los movimientos de coche, traslación y el sistema de distribución de energía eléctrica.

Sistema de Distribución de Energía Eléctrica	Sistema de Control del Movimiento de Coche	Sistema de Control del Movimiento de Traslación
--	---	--

*Fig. 4.1. Tablero de tres cuerpos*

El tablero cuenta con un sistema de refrigeración e iluminación conformado por:

- 1 Aire Acondicionado colocado en la parte media del tablero.
- 3 Microswitch.
- 3 Relé.

- 1 Contactor.
- 1 Guardamotor.
- 1 Sensor de temperatura (termostato).

El sistema de refrigeración está controlado por la apertura o cierre de las puertas del tablero y por la temperatura de trabajo dentro del mismo. La temperatura de trabajo estará monitoreada por un termostato el cual posee contactos normalmente abiertos los cuales se accionan cuando la temperatura censada esté fuera del rango de temperatura que se selecciona dentro del termostato. Cuando los tres MicroSwitch, ubicados en la parte superior de cada una de las tres puertas del tablero, se encuentran activados accionan las bobinas de los relé y a su vez el contacto abierto de cada uno de los relés se encuentra conectados en serie con el contacto normalmente abierto del termostato y si dicho contacto se encuentra accionado permite el paso de corriente activando las bobinas del contactor y el contacto abierto del contactor enciende el aire acondicionado esto quiere decir que las tres puertas permanecen cerradas. Caso contrario que alguna de las puertas o todas se abran, el aire acondicionado se apagará, esto se realiza con el fin de que no exista un consumo de corriente innecesario por parte del Sistema de refrigeración del tablero.

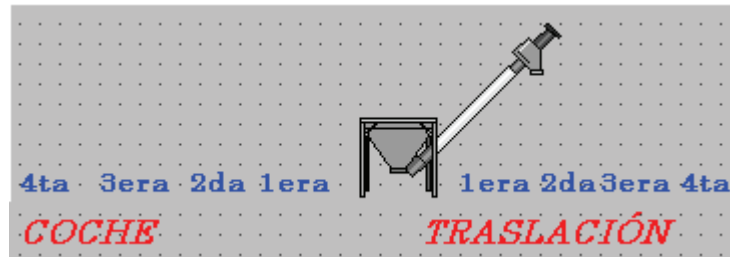
Mediante el uso del mismo relé se controla el sistema de iluminación del tablero, con la diferencia que esta vez utilizamos el contacto cerrado de manera que cuando las tres puertas del tablero se encuentren cerradas el contacto cerrado se abre evitando que se enciendan las luces. Una vez que una de las puertas se abra el contacto inmediatamente se cierra desactivando como se dijo anteriormente el aire pero de la misma manera encienda el sistema de iluminación, como se observa tanto el aire como la iluminación tiene un sistema inverso de funcionamiento.

## **CABINA DE CONTROL**

Dentro de la cabina se encuentran todos los elementos que son manipulados por parte del operador de la grúa P&H, dentro de los cuales se pueden distinguir los siguientes elementos:

### Mandos de Control.

Existen dos mandos de control de 4 posiciones cada uno, el primero de ellos controla los movimientos y velocidades de traslación y coche, como se muestra en la siguiente Fig4.2.



*Fig. 4.2. Funcionamiento Mando de Control.*

El segundo mando controla los movimientos del Gancho1 y Gancho2. El Gancho1 es el encargado de sujetar la cesta que contiene el material de chatarra y el Gancho2 sostiene el electroimán que ayuda a completar o sustraer la cantidad de chatarra necesaria en la cesta.

### Encendido y Alarma.

Existen botones que permiten encender o apagar la grúa, encender o apagar el electroimán, paros de emergencia tanto de la grúa como del electroimán, selector para encender o apagar la sirena, luces indicadoras de funcionamiento.

### Sistema Mecánico.

El sistema mecánico se encuentra gobernado por dos motores, estos motores son de freno de rotor cónico, con el motor freno de rotor cilíndrico se ofrece un motor freno basado en un principio de funcionamiento exclusivo: el freno no se activa por separado, sino que está unido al rotor, quedando integrado. De este modo, el arranque del motor y el levantamiento de los frenos, así como la desconexión del motor y la activación del freno se producen de forma sincrónica.

Los motores freno de rotor cilíndrico van equipados con frenos industriales de disco de doble superficie que son accionados por la fuerza de un resorte, estando el motor sin corriente.

Para el aflojamiento eléctrico del freno, se dispone de varios módulos de control que permiten obtener tiempos de conexión ajustados al caso de aplicación. A cada motor frenado de rotor cilíndrico se le asigna un determinado freno estándar. Si para la aplicación prevista se requiere otro par de frenado, se puede elegir entre un freno grande y otro pequeño para adaptar de modo adecuado el freno a la capacidad de frenado necesaria.



*Fig. 4.3. Motor freno de rotor cilíndrico.*

Por este tipo de motores y gracias al convertidor de frecuencia es que se pudo sustraer el sistema de freno de pedal, puesto que ahora mediante el sistema de freno de rotor cónico y el sistema de frenado del convertidor de frecuencia se logra eficiencia y control en el frenado de la grúa.

## PRUEBAS EXPERIMENTALES

Los resultados obtenidos fueron en vacío es decir que no existió ninguna carga en el desarrollo de las pruebas experimentales.

En la siguiente tabla 4.1 se muestran mediciones que se realizaron durante el desarrollo de dichas pruebas.

<b>Parámetro</b>	<b>Nuevo</b>	<b>Unidades</b>
<b><i>Voltaje en el sistema de control</i></b>	110	V
<b><i>Corriente en el sistema control</i></b>	2,5	A
<b><i>Voltaje en el sistema potencia</i></b>	440	V
<b><i>Corriente en el sistema de potencia</i></b>	67	A
<b><i>Tiempo de aceleración</i></b>	1,5	Segundos
<b><i>Tiempo de desaceleración</i></b>	1	Segundos
<b><i>Capacidad</i></b>	20	Toneladas
<b><i>Número de velocidades</i></b>	4	Velocidades

*Tabla 4.1 Mediciones realizadas.*

Los resultados muestran una gran eficiencia en la operación de la grúa, con consumos de energía bajos y tiempos de respuesta considerablemente reducidos en función del comportamiento anterior del sistema, aunque se reducen el número de velocidades la velocidad del sistema se ve mejorada por la aparición del nuevo sistema mecánico.

### ANÁLISIS TÉCNICO DE FUNCIONAMIENTO DE LA GRÚA P&H CON EL NUEVO SISTEMA DE CONTROL

Mediante el nuevo sistema de control implementado en la Grúa P&H se mejora el funcionamiento de muchas maneras, el nuevo sistema trae ventajas que anteriormente no se podían observar.

Analizando este apartado desde el punto de vista técnico es importante mencionar algunas características técnicas de las mejoras, a continuación se detallan las siguientes:

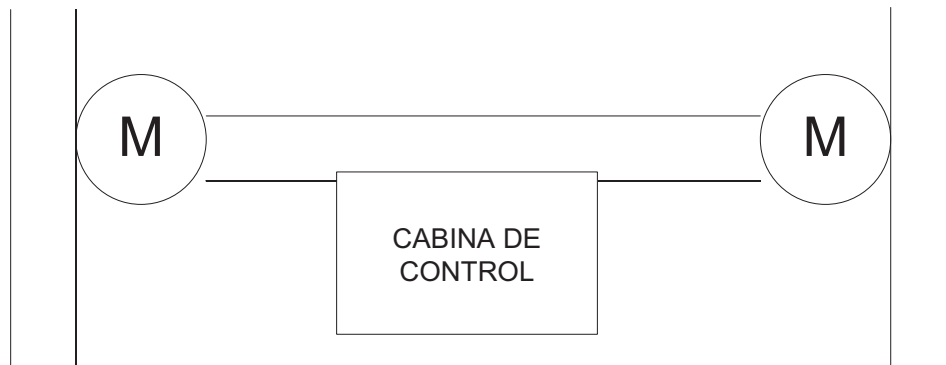
- Mayor velocidad: La velocidad se incrementa de una buena manera puesto que se utilizan en el nuevo sistema dos motores de iguales características, y lo mejor, superiores a las del motor antiguo, a continuación en la Tabla 4.2 se detallan los parámetros de los motores, tanto antiguo como nuevos:

<b>Parámetro</b>	<b>Motor Antigo</b>	<b>Motor Nuevo</b>	<b>Unidades</b>
<b>Voltaje</b>	440	440	VAC
<b>Corriente</b>	32,5	9,5	A
<b>Velocidad</b>	1155	1650	RPM
<b>Factor de Potencia</b>	0,85	0,90	
<b>Potencia</b>	25	5	HP

*Tabla 4.2 Parámetros de los motores.*

Como se observa en la Tabla 4.2 los nuevos motores posee características superiores excepto en potencia, puesto que como se realizó una reingeniería total incluso en el sistema mecánico se encontró conveniente encontrar una nueva ubicación para los motores de manera que se optimice el trabajo de los mismos,

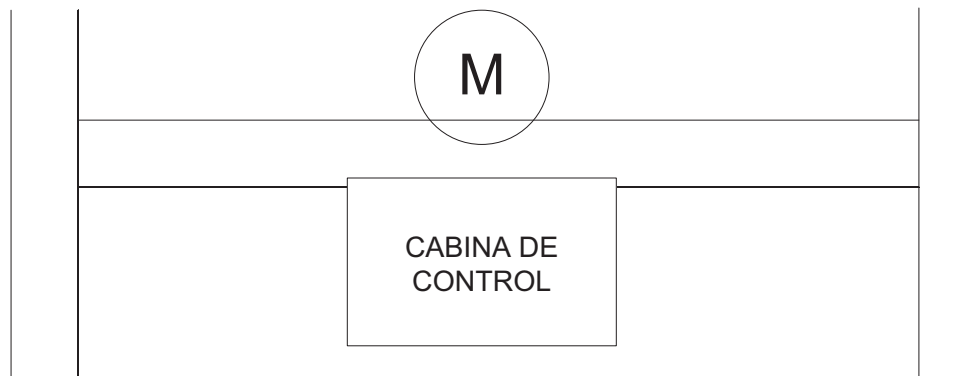
es así que se decide corregir el sistema mecánico ubicando dos motores como se muestra a continuación:



*Fig. 4.4. Nuevo Sistema Mecánico*

En la Fig.4.4 se observa la ubicación de dos motores, uno a cada lado de la grúa de manera que se optimiza la transmisión de fuerza y movimiento al sistema de cadenas y rieles que se ubican ahora junto a los motores.

Anteriormente el sistema mecánico estaba concentrado de la siguiente manera:



*Fig. 4.5. Antiguo Sistema Mecánico*

El antiguo sistema mecánico como se observa en la Fig.4.5. poseía un único motor el cual se encontraba ubicado en el centro de la grúa causando algunos efectos negativos los cuales se detallan a continuación:

- ✓ Gran tamaño del motor, puesto que se necesitaba un gran motor para mover toda la estructura. Asimismo era necesario poseer una gran estructura para cubrir y proteger el motor de toda la contaminación que genera el proceso, esto se traduce en mayor peso de la grúa.
- ✓ Complejo sistema de movimiento, era necesario tener un sistema que permita llevar toda la fuerza del movimiento hacia el sistema de cadenas y rieles en los extremos de la grúa, esto conlleva mayor estructura así como mayor complejidad al momento del mantenimiento preventivo o correctivo.

Estos factores son cruciales al momento de diseñar un nuevo sistema mecánico puesto que si se escoge el correcto se puede empezar a mejorar el funcionamiento de la grúa.

- Menor consumo de corriente: Como se pudo observar en la Tabla 4.2 la corriente nominal del motor antiguo es de 32,5A, la corriente que consume el motor nuevo bajo los distintos escenarios de trabajo son las siguientes:

<b>Característica de Trabajo</b>	<b>Corriente</b>	<b>Unidades</b>
<b>Vacío</b>	16,4	A
<b>A media carga</b>	21,6	A
<b>A plena carga</b>	27,9	A

*Tabla 4.3 Consumo de corriente del motor nuevo.*

El consumo de corriente es alto como se observa, pero con el nuevo sistema mecánico se logra reducir el consumo de corriente de manera puntual puesto que los dos motores a implementarse en conjunto tienen 19A de corriente nominal.

- Eficiencia en el sistema de operación de la grúa: La nueva cabina de control consta con dos mandos más sofisticados, los cuales poseen solo cuatro velocidades, estos llevan las señales al controlador para que esta pueda procesarlas y enviar así las señales de acción hacia el convertidor de frecuencia,



éste último crucial en la mejora de éste sistema puesto que las señales las procesa directamente y ejecuta acciones sobre los motores, anteriormente las señales de control accionaban un grupo de contactores los cuales eran los encargados de controlar el grupo de resistencias rotóricas que regulan la velocidad del motor.

Mediante el uso del convertidor de frecuencia se logra también eliminar el sistema de frenado antiguo, él cual consistía en un freno que se aplicaba al motor mediante la acción de un pedal que se encontraba en la cabina de control antigua, esto conlleva a un mayor mantenimiento y mayor tiempo de respuesta del sistema a cambios deseados por el operador.

## RESULTADOS

Los resultados obtenidos en la grúa han sido muy satisfactorios cumpliendo con las necesidades de la empresa y para tener una mejor idea a continuación se presenta una tabla comparativa entre el sistema antiguo y el nuevo sistema:

<b>Parámetro</b>	<b>Nuevo</b>	<b>Antiguo</b>	<b>Unidades</b>
<b><i>voltaje en el sistema de control</i></b>	110	110	V
<b><i>corriente en el sistema control</i></b>	2,5	4	A
<b><i>voltaje en el sistema potencia</i></b>	440	440	V
<b><i>corriente en el sistema de potencia</i></b>	67	95	A
<b><i>tiempo de aceleración</i></b>	1,5	4	Segundos
<b><i>tiempo de desaceleración</i></b>	1	3,5	Segundos
<b><i>Capacidad</i></b>	20	20	Toneladas
<b><i>número de velocidades</i></b>	4	5	Velocidades

*Tabla 4.4. Comparaciones entre el sistema antiguo y el sistema nuevo.*

Se observa en la Tabla 4.4 la disminución de parámetros importantes dentro del sistema, parámetros como la corriente, tiempos de respuesta.

Esto se produce debido a la reingeniería total de la grúa no solo en el sistema de control sino también del sistema mecánico y el sistema de operación, estos sistemas

trabajando en conjunto han permitido disminuir todos estos parámetros y aumentar la eficiencia y capacidad de producción de la grúa, acercando así el área de fundición de ANDEC a su objetivo de aumentar su capacidad de trabajo de 150.000 a 250.000 toneladas año.

## **LIMITACIONES**

La limitación que se presentó durante el desarrollo del proyecto es referente a la comunicación, debido a que los elementos de control disponibles en la empresa son de diferentes fabricantes y así de esta manera dificultando la comunicación entre ellos. El variador de frecuencia, el más conflictivo es de marca WEG, por lo cual se estudió y analizó la manera de hacer posible la comunicación y entre algunas opciones la ideal fue utilizar el protocolo Profibus.

Una vez que se escogió el protocolo se procede a estudiar el variador para comprobar la capacidad de éste de utilizar Profibus como un protocolo de comunicación, cuando se termina de analizar el manual de usuario del convertidor se observa que entre los accesorios opcionales existe una tarjeta de comunicación para Profibus y así de esta manera se daba solución al conflicto que presentaba el convertidor que era la falta de capacidad de comunicarse vía Profibus con otro elemento (panel de operador o logo).

Lo que resta ahora es analizar el LOGO para verificar que éste pueda ser utilizado como maestro, puesto que para que exista comunicación que utilice protocolo Profibus debe existir un maestro y un esclavo como requisito mínimo, se analiza minuciosamente el manual de usuario del LOGO y se descarta esta posibilidad puesto que el LOGO no posee protocolo de comunicación alguno.

Dado estos resultados lo que queda es estudiar el Panel de Operador a utilizar, cuando se analiza el manual de usuario del Panel de Operador se verifica que éste solo puede ser utilizado como esclavo bajo Profibus, lo cual termina con todas las posibilidades de utilizar Profibus como protocolo de comunicación.

Se debe mencionar que mientras se estudió el manual del panel de operador existe la posibilidad de que el panel actúe como maestro a través de un enlace punto a punto siempre y cuando la comunicación se realice con un PLC S7-200 y en este caso el PLC actuará como esclavo.

## CAPÍTULO V

### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### CONCLUSIONES

- ❖ Se realizó satisfactoriamente la reingeniería del movimiento de traslación de la grúa P&H, diseñando el nuevo tablero de control y potencia, cambio y acondicionamiento de la cabina de control y mejoras en el sistema mecánico.
- ❖ Mediante el uso del convertidor de frecuencia se mejoró el desempeño la grúa dentro de los siguientes parámetros:
  - Se evita el uso de un freno mecánico para detener los motores.
  - Se disminuye el tiempo de respuesta del sistema ante los cambios de velocidad de los motores.
- ❖ Se disminuye el consumo de corriente lo que se traduce en ahorro económico dentro del proceso de fundición.
- ❖ Se reducen los tiempos de mantenimiento debido a la organización del nuevo sistema de control.
- ❖ Con el nuevo programa presente en el LOGO se logró reducir el tiempo de ejecución y permite tener un control de fallas en el sistema mecánico de los motores.

#### RECOMENDACIONES

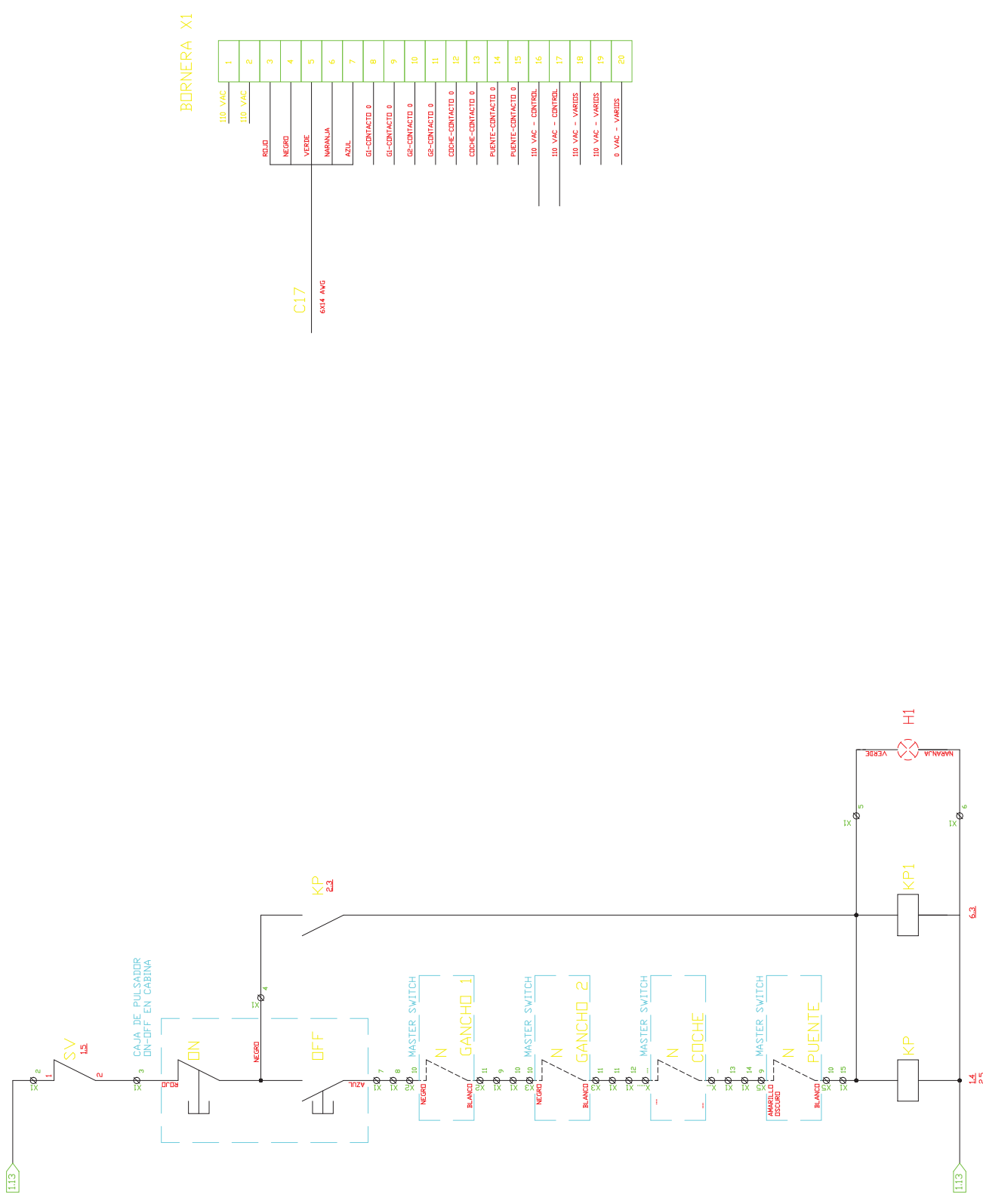
- ❖ Utilizar elementos del mismo fabricante para evitar problemas en la comunicación de los dispositivos.

- ❖ Realizar un correcto dimensionamiento de las protecciones y conductores que se utilizan con el fin de evitar sobrecargas, cortocircuitos, caídas de voltaje o pérdidas de energía en los diferentes tramos que conforman el sistema de control.
- ❖ Colocar relés en la entrada del LOGO debido a que por la naturaleza del trabajo existen corrientes que inducen señales falsas produciendo comportamientos indeseados en el funcionamiento del sistema.
- ❖ Utilizar una resistencia de frenado de por lo menos 750W para poder disipar toda la potencia creada en el convertidor por el trabajo que se realiza durante el proceso.
- ❖ Utilizar cable blindado para la conexión del motor y señales de control del convertidor de frecuencia debido a la alta sensibilidad a fluctuaciones en el sistema.
- ❖ Evitar el uso de la fuente interna del convertidor de frecuencia con el fin de proteger los diferentes elementos electrónicos que existen en la tarjeta de control.
- ❖ Etiquetar los elementos y crear códigos para los subsistemas de manera que se muestra una correcta organización en el tablero de control y así facilitar el mantenimiento y detección de fallas.
- ❖ Implementar un sistema que permita la climatización ya que las temperaturas de trabajo son altas y se puede ver afectado el correcto funcionamiento de los diferentes dispositivos dentro del tablero de control.
- ❖ Colocar la resistencia de frenado fuera del tablero de control para evitar incrementar innecesariamente la temperatura dentro de él.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- <http://www.tuveras.com/maquinaasincrona/rotorbobinado.gif>, MOTORES CÓNICOS.
- [www.cumminspower.com/www/.../t-030f\\_spanish\\_p159-164.pdf](http://www.cumminspower.com/www/.../t-030f_spanish_p159-164.pdf), PROTECCIONES PARA ELEMENTOS DE CONTROL.
- [http://grupos.emagister.com/debate/control\\_de\\_motores\\_electricos\\_parte\\_2/1007-35525](http://grupos.emagister.com/debate/control_de_motores_electricos_parte_2/1007-35525), MOTORES ELÉCTRICOS.
- <http://es.wikipedia.org/wiki/Contactor>, CONTACTOR.
- <http://www.paginadigital.com.ar/articulos/2002rest/2002terc/tecnologia/sica95.html>, MANDOS DE CONTROL.
- [http://eg.unex.es/titulaciones/asignaturas/iti\\_electricidad/ofic\\_tec/Proyecto%20tipos%20BT%20Base%20de%20Calculos%20y%20tablas\\_enero%2007\\_.pdf](http://eg.unex.es/titulaciones/asignaturas/iti_electricidad/ofic_tec/Proyecto%20tipos%20BT%20Base%20de%20Calculos%20y%20tablas_enero%2007_.pdf), CALCULOS DE PROTECCIONES EN UNA INSTALACIÓN INDUSTRIAL.
- [http://www.uclm.es/area/ing\\_rural/Instalaciones/Protecciones.pdf](http://www.uclm.es/area/ing_rural/Instalaciones/Protecciones.pdf), INSTALACIÓN DE PROTECCIÓN.

# ANEXO 1



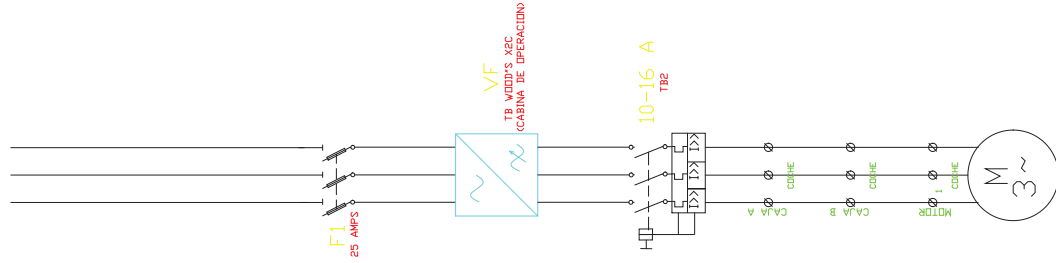
REV	DESCRIPCION	FECHA	NOMBRE	APR:	REV:	DIB:	FECHA:	FUNASA		DIAGRAMA DE DISTRIBUCION DE 440 VAC, 220-110 VAC Y 220 VDC		2
				JAVIER BRAVO M.	M. MORENO - D. MIÑO	MARCOS MORENO L.	99/8/17	DEPARTAMENTO ELECTRICO				





MOTOR DE COCHE

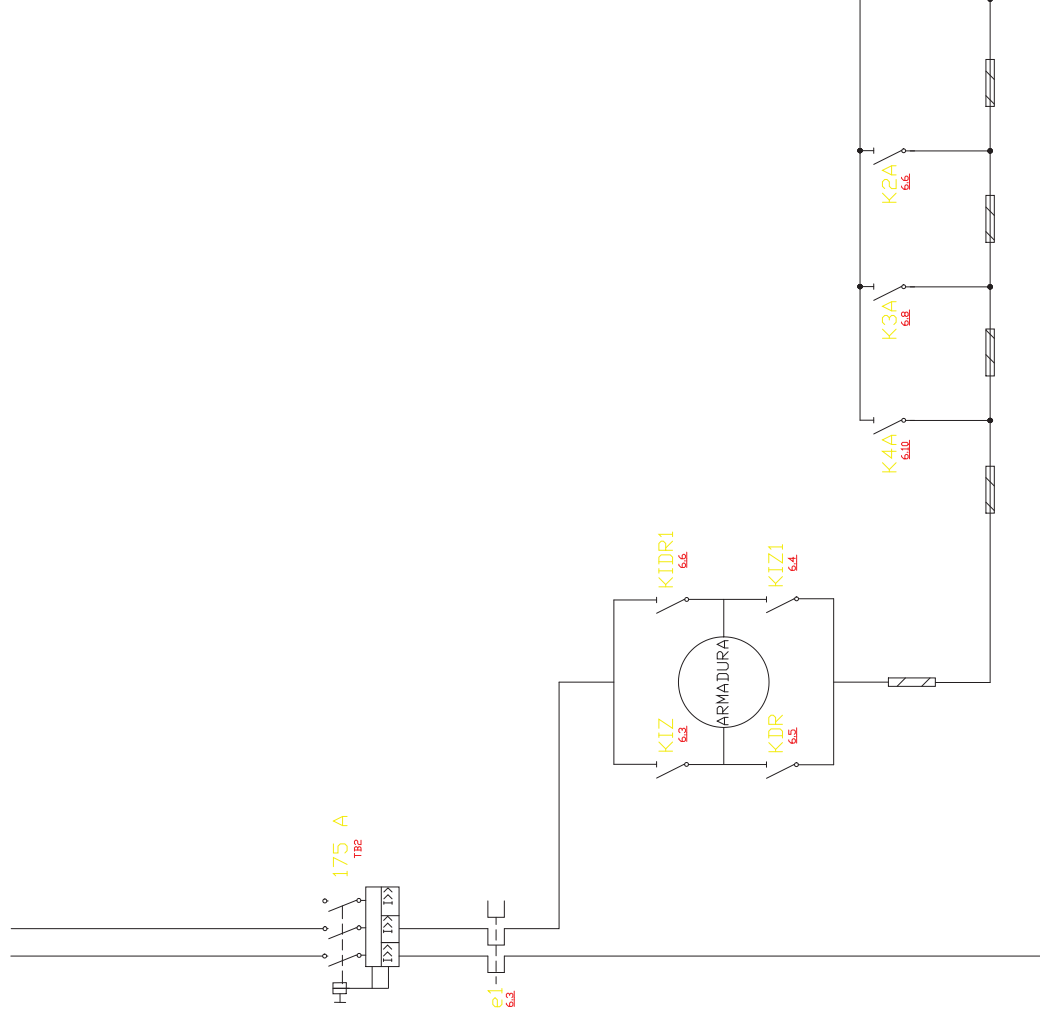
I16



MARCA: SIEMENS  
 POTENCIA: 15 HP-440V-21.6 A  
 RPM: 1755

MOTOR DE PUENTE

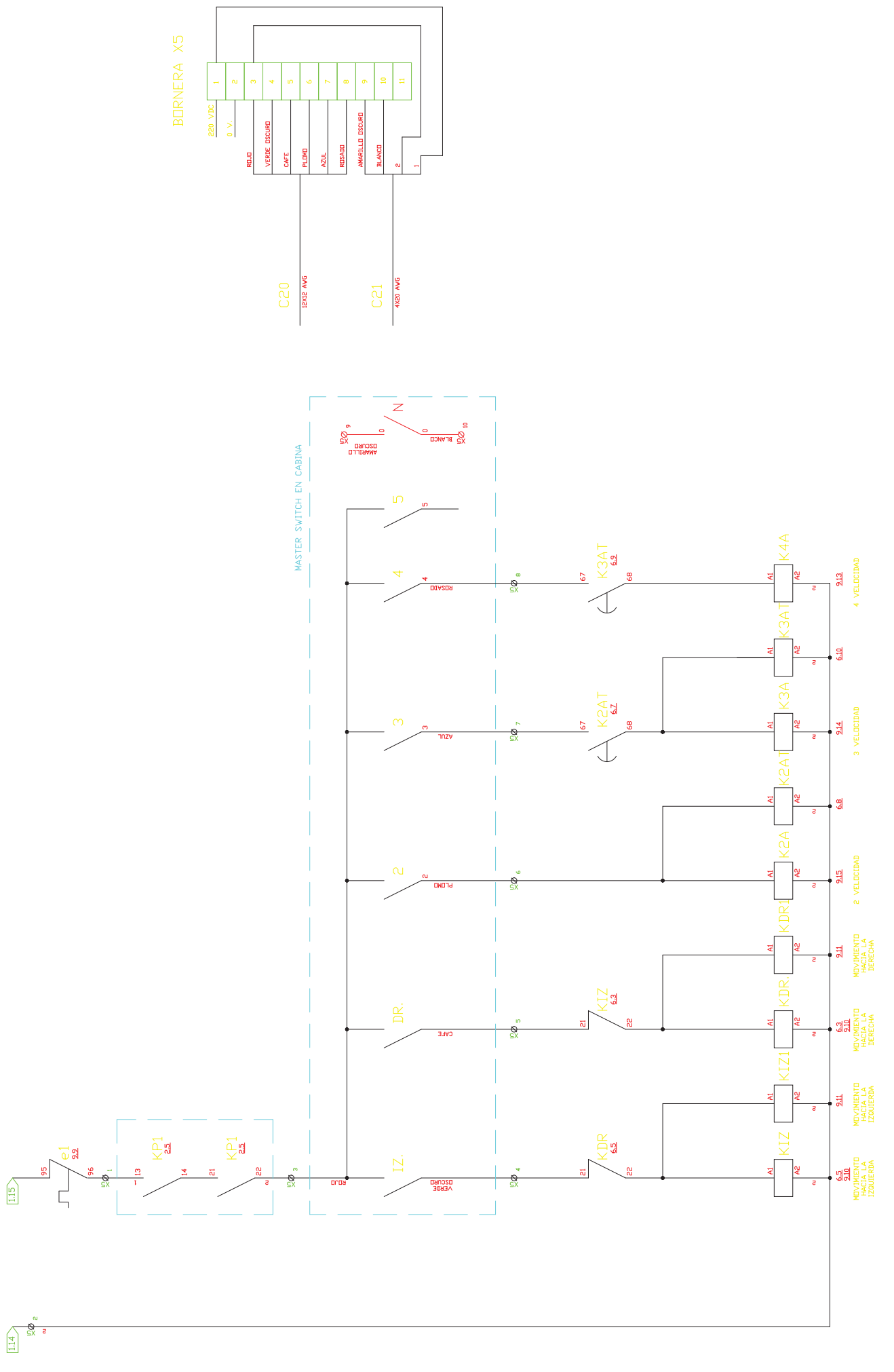
I12



REV	DESCRIPCION	FECHA	NOMBRE	APR:	REV:	DIB:	FECHA:
				JAVIER BRAVO M.		MARCOS MORENO L.	30/3/99
				JAVIER BRAVO M.		JAVIER BRAVO M.	

SISTEMA DE FUERZA DE COCHE Y PUENTE

FUNASA  
 GRUA MAGOMO  
 DEPARTAMENTO ELECTRICO



REV	DESCRIPCION	FECHA	NOMBRE	APR:	REV:	DIB:	FECHA:
				JAVIER BRAVO M.	JAVIER BRAVO M.	MARCOS MORENO L.	99/09/14

**FUNASA**  
**COLADA CONTINUA**  
DEPARTAMENTO ELECTRICO

SISTEMA DE CONTROL DE PUENTE

**6**

# ANEXO 2

1	2	3	4	5	6	7	8	9
A	B	C	D	E	F			
<p><b>ÍNDICE DE PLANOS PARA LA GRÚA P&amp;H</b></p> <p><b>PLANOS DE INFORMACIÓN</b></p> <p>01 ÍNDICE</p> <p>02 EXPLICACIÓN PARA LOS CÓDIGOS DE UTILIZACIÓN DEL PLANO</p> <p><b>DIAGRAMAS DE MONTAJE</b></p> <p>03 DIAGRAMA DE MONTAJE SOBRE EL TABLERO DE CONTROL</p> <p><b>DIAGRAMAS DE FUERZA</b></p> <p>04 DIAGRAMA UNIFILAR DE FUERZA DEL SIST. DE TRASLACIÓN DE LA GRÚA P&amp;H</p> <p>05 DIAGRAMA UNIFILAR DE CONTROL DEL SIST. DE TRASLACIÓN DE LA GRÚA P&amp;H</p> <p>06 ESQUEMA DE FUERZA DEL SIST. DE TRASLACIÓN DE LA GRÚA P&amp;H</p> <p><b>DIAGRAMAS DE DISTRIBUCIÓN</b></p> <p>07 DIAGRAMA DE ALIMENTACIÓN PARA LAS BORNERAS DE 220/110VAC Y 24VCD</p> <p>08 DIAGRAMA DE ALIMENTACIÓN PARA PROTECCIÓN DE ALIMENTACIÓN AL SISTEMA DE LA GRÚA P&amp;H</p> <p><b>DIAGRAMAS DE CONTROL</b></p> <p>09 DIAGRAMA DE ALIMENTACIÓN DEL MASTER Y SALIDAS A LAS BORNERAS DEL BANCO DE RELÉS 1</p> <p>10 DIAGRAMA DE CONTROL ENTRADAS DIGITALES DEL LOGO</p> <p>11 DIAGRAMA DE CONTROL SALIDAS DIGITALES 24Vdc PARA ALIMENTACIÓN DEL BANCO DE RELÉS</p> <p>12 DIAGRAMA DE CONTROL ALIMENTACIÓN DE 24Vdc PARA CONTACTOS DE BANCO DE RELÉS Y ENTRADAS AL CONVERTIDOR DE FRECUENCIA</p>								
<p>FORMATO: GOP-DA-DE-F00</p>								
Copias		Fecha	Nombre	Fecha	Tipo de plano		Denominación	Escala
					DE - 05		?NDICE	S / E
Dibuj.		Fecha	Nombre	Fecha	MANTENIMIENTO ELECTRICO		Sistema / Equipo Eléctrico	Proyecto / Maq.
Compr.		2010.01.15	C. Molina	2010.02.15	ACERIA		GR?A P&H	Tipo de Plano
Dpto.		Velasco-Morales		Dpto.		PLANOS DE		INFORMACIÓN
Hoja. 011		2010.02.15		3		8		9
Hojas 091				4		7		





1	2	3	4	5	6	7	8	9
A	B	C	D	E	F			
		<b>EJEMPLOS</b>						
<b>LETRA</b>	<b>DESCRIPCION</b>							
<b>N</b>	Amplificadores, reguladores	Circuitos de integrados, transformadores de impedancias, amplificadores operacionales. Rack PLC.						
<b>P</b>	Instrumentos de medición equipos de prueba y ensayos	Instrumentos de medición indicadores registradores y contactores, emisores de impulso, relojes. Amperímetro.						
<b>Q</b>	Aparatos de maniobra para corrientes industriales	Interruptores automáticos seccionadores, Seccionador fusibles bajo carga. Disyuntor.						
<b>R</b>	Resistencias	Resistencias ajustables, potenciómetros, reóstatos, "shunts" resistencias en derivación, termistores. Termistancia, varistancia.						
<b>S</b>	Interruptores, selectores	Aparatos de mando, pulsadores luminosos, de carrera, conmutadores, selectores						
<b>T</b>	Transformadores	Transformadores de tensión, de intensidad, de red separadores y de control.						
<b>U</b>	Moduladores, transductores	Discriminadores, convertidores de frecuencia demoduladores, convertidores, inversores, onduladores						
<b>V</b>	Válvulas, semiconductores	Válvulas electrónicas, tubos de descarga gaseosos, diodos, transistores, triodos, tubo electrónico.						
<b>W</b>	Circuitos de comunicaciones, guías de ondas, antenas	Conductores y cables de conexión, barras colectoras, guías de ondas, acopladores direccionales para guías de ondas, dipolos, antenas parabólicas.						
<b>X</b>	Bornes, conectores, tomacorrientes	Conectores y tomacorrientes enchufables; bornes de prueba, borneras, bornes soldables. Clavijas, zócalo.						
<b>Y</b>	Equipos mecánicos accionados eléctricamente	Frenos, embragues; válvulas. Electroimán, freno electromecánico.						
<b>Z</b>	Terminaciones, dispositivos compensadores, filtros, limitadores, terminación de horquilla	Compensadores de líneas o línea artificial, reguladores dinámicos, carga correctiva, filtros piezoeléctricos, filtros.						
		Tipo de plano		Denominación		Escala		S / E
		DE - 05		SIMBOLOGÍA		Proyecto / Maq.		
		MANTENIMIENTO ELECTRICO		Sistema / Equipo Eléctrico		Tipo de Plano		Hoja. O4I
		ACERIA		GR?A P&H		PLANOS DE		Hojas O9I
		3		5		8		9
		2		6		7		9
		2010.01.15		2010.02.15		INFORMACION		
		Fecha		Fecha				
		Dibuj.		C. Molino				
		Compr.		2010.02.15				
		Nombre		2010.02.15				
		Fecha		2010.02.15				


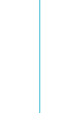




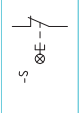
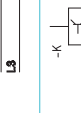








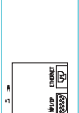
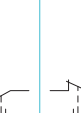












	1	2	3	4	5	6	7	8	9
A									
B									
C									
D									
E									
F									

SIMBOLO	DESCRIPCION	SIMBOLO	DESCRIPCION
	PANEL OPERADOR		PULSADOR NORMALMENTE CERRADO LUMINOSO
	PLC (ENTRADAS)		REACTOR TRIFASICO
	PLC (SALIDAS)		RED MONOFASICA L/N (120VAC)
	PULSADOR NORMALMENTE ABIERTO MOMENTANEO		RED TRIFASICA 220 - 440
	PULSADOR NORMALMENTE CERRADO MOMENTANEO		RELE DE ESTADO SOLIDO
	PULSADOR NORMALMENTE ABIERTO DE BLOQUEO		RELE TERMICO
	PULSADOR NORMALMENTE CERRADO DE BLOQUEO		RESISTENCIA VARIABLE
	PULSADOR NORMALMENTE ABIERTO TIPO HONGO (PARA PARO DE EMERGENCIA)		RESISTENCIA FIJA
	PULSADOR NORMALMENTE CERRADO TIPO HONGO (PARA PARO DE EMERGENCIA)		SECCIONADOR TRIPOLAR
	PULSADOR NORMALMENTE ABIERTO TIPO HONGO CON BLOQUEO (PARA PARO DE EMERGENCIA)		SECCIONADOR FUSIBLE TRIPOLAR
	PULSADOR NORMALMENTE CERRADO TIPO HONGO CON BLOQUEO (PARA PARO DE EMERGENCIA)		SELECTOR 2 POSICIONES INMOVIL (NORMALMENTE ABIERTO)
	PULSADOR NORMALMENTE ABIERTO LUMINOSO		SELECTOR 2 POSICIONES INMOVIL (NORMALMENTE CERRADO)

Fecha	2010.01.15	Dpto.	
Dibuj.	Velasco-Morales		
Compr.	C. Molina		
Fecha	2010.02.19		

Denominación	Escala	
SIMBOLOGIA	Proyecto / Maq.	S / E
Sistema / Equipo Eléctrico	Tipo de Plano	
GR?A P&H	Codigo de armario	
	=LEYENDA	
	Cod. dwg	
	+29AA	
	7	
	8	
	8	
	INFORMACION	
	9	

Mantenimiento Eléctrico	Academia
DE - 05 <td></td>	

Fecha	Nombre	Fecha	Nombre

Formato	GOP-DA-DE-F00







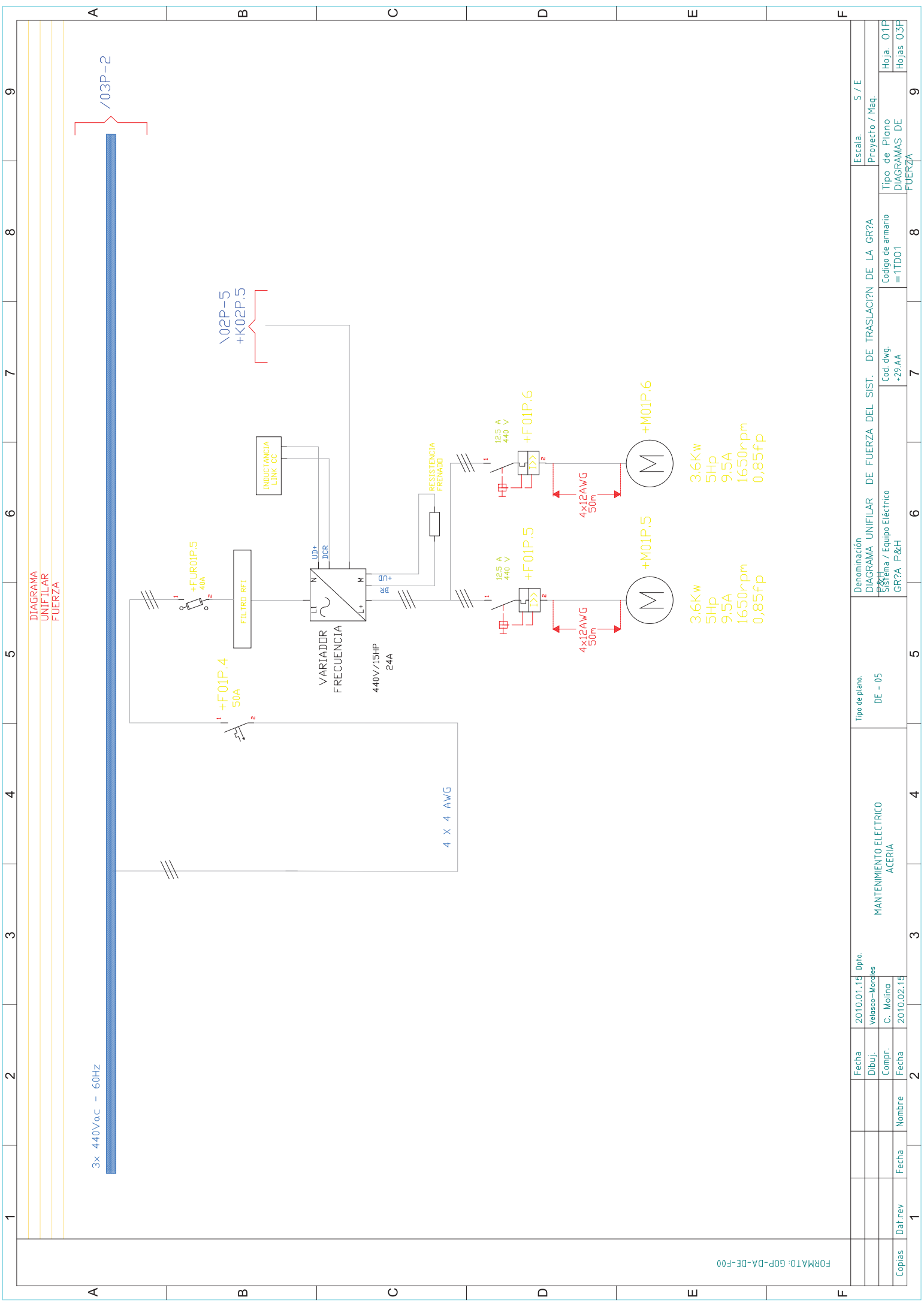


DIAGRAMA UNIFILAR FUERZA

3x 440Vac - 60Hz

\02P-5  
+K02P.5

+FUR01P.5  
40A

+F01P.4  
50A

VARIADOR FRECUENCIA  
440V/15HP  
24A

4 X 4 AWG

RESISTENCIA FRENO

12.5 A  
440 V

+F01P.6

+M01P.6

12.5 A  
440 V

+F01P.5

+M01P.5

3,6Kw  
5Hp  
9,5A  
1650rpm  
0,85fp

3,6Kw  
5Hp  
9,5A  
1650rpm  
0,85fp

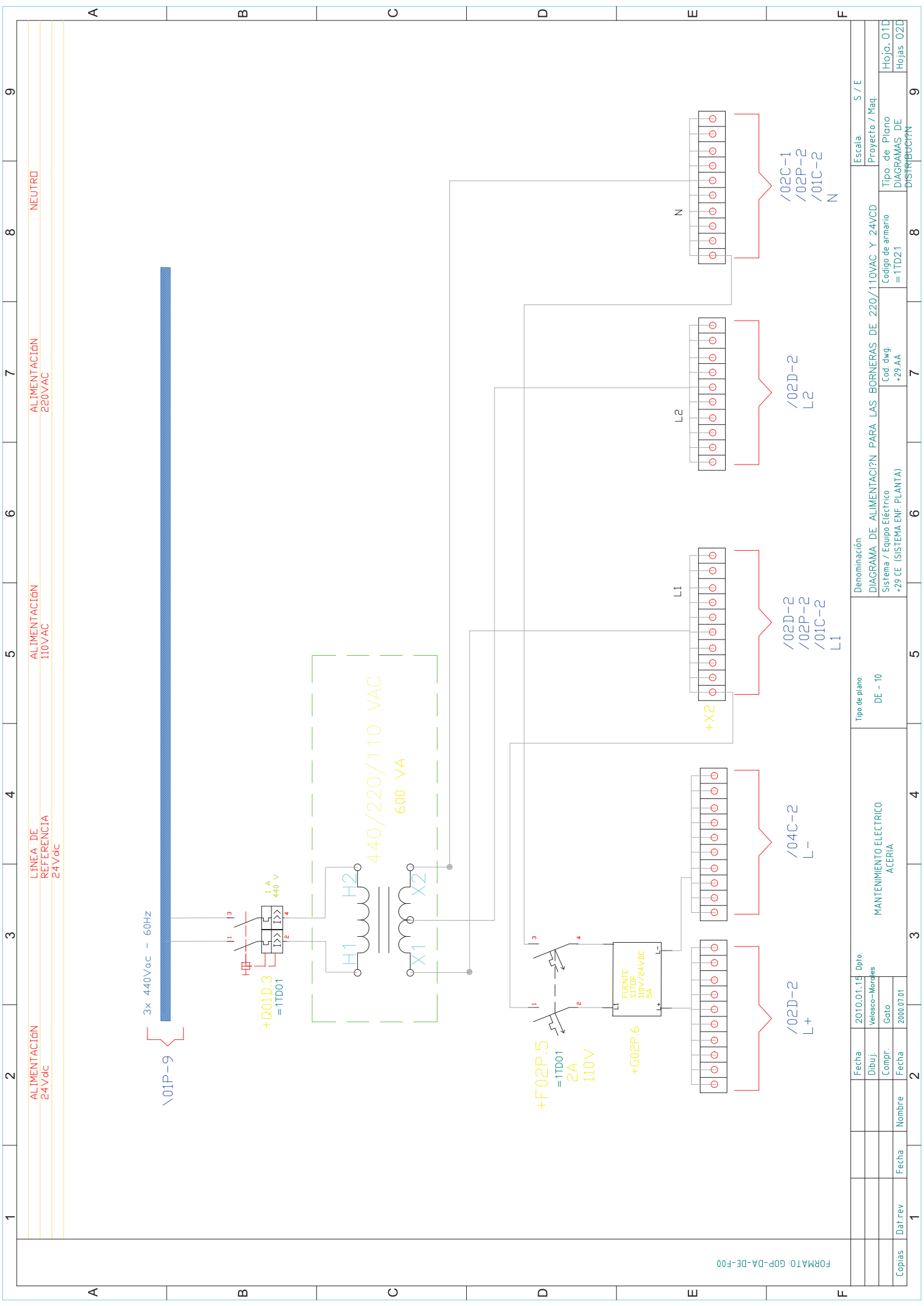
FORMATO: GOP-DA-DE-F00

Fecha		2010.01.15		Dpto.		Escala		S / E	
Dibuj.		Velasco-Morales		Código de Proyecto		Proyecto / Maq.		GR?A	
Compr.		C. Molina		Tipo de Plano		DIAGRAMAS DE FUERZA		Hoja. 01P	
Fecha		2010.02.19		Cod. dwg.		+29AA		Hojas 03P	
Nombre				Cod. de armario		= 1TD01			
Fecha				Denominación		DIAGRAMA UNIFILAR DE FUERZA DEL SIST. DE TRASLACION DE LA GR?A			
Nombre				Tipo de plano		DE - 05			
Fecha				Denominación		Sistema / Equipo Eléctrico			
Nombre				GR?A P&H					
Fecha				Tipo de plano		DE - 05			
Nombre				Denominación		DIAGRAMA UNIFILAR DE FUERZA DEL SIST. DE TRASLACION DE LA GR?A			
Fecha				Tipo de plano		DE - 05			
Nombre				Denominación		Sistema / Equipo Eléctrico			
Fecha				GR?A P&H					
Nombre				Cod. dwg.		+29AA			
Fecha				Cod. de armario		= 1TD01			
Nombre				Tipo de Plano		DIAGRAMAS DE FUERZA			
Fecha				Hoja. 01P					
Nombre				Hojas 03P					





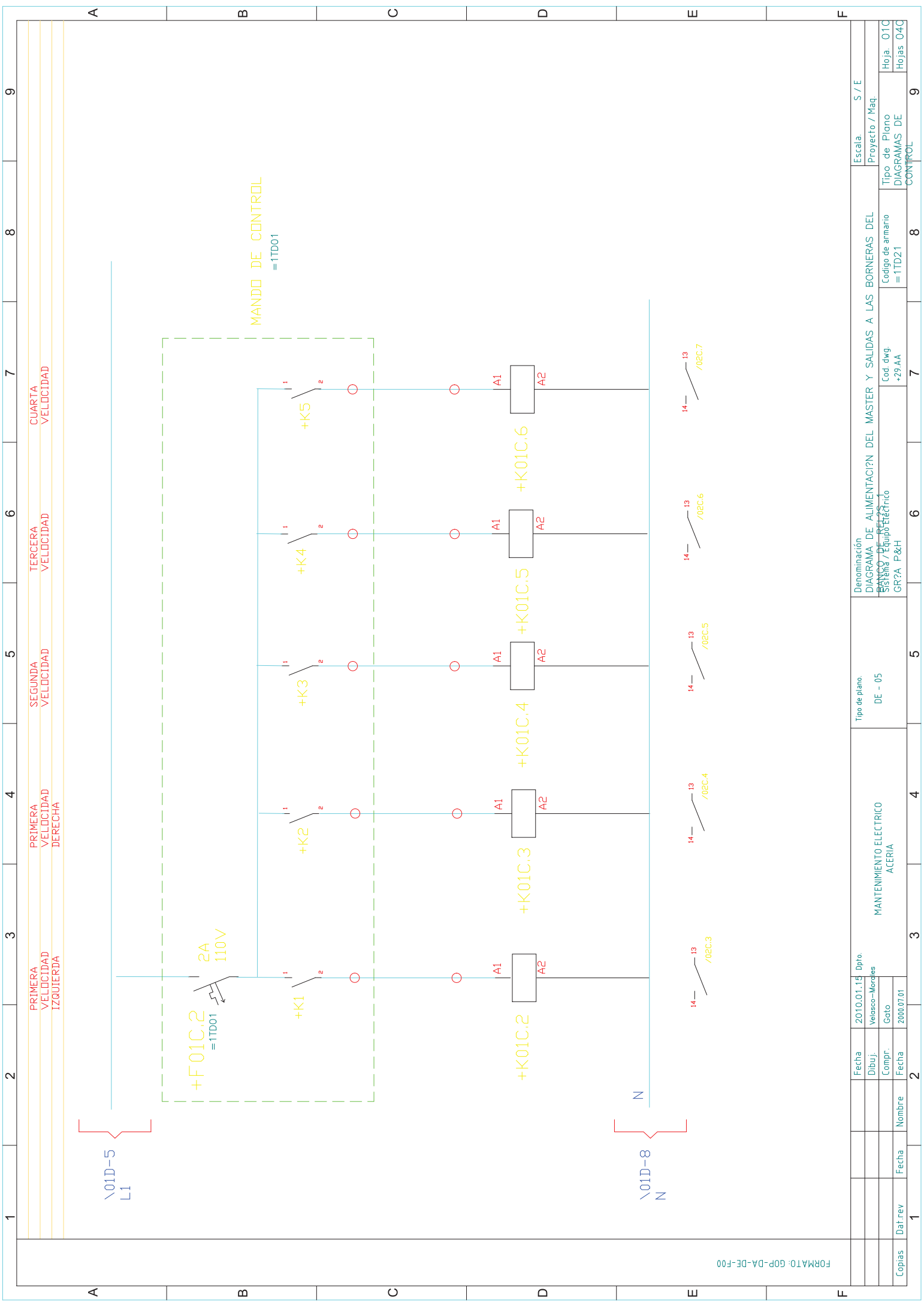




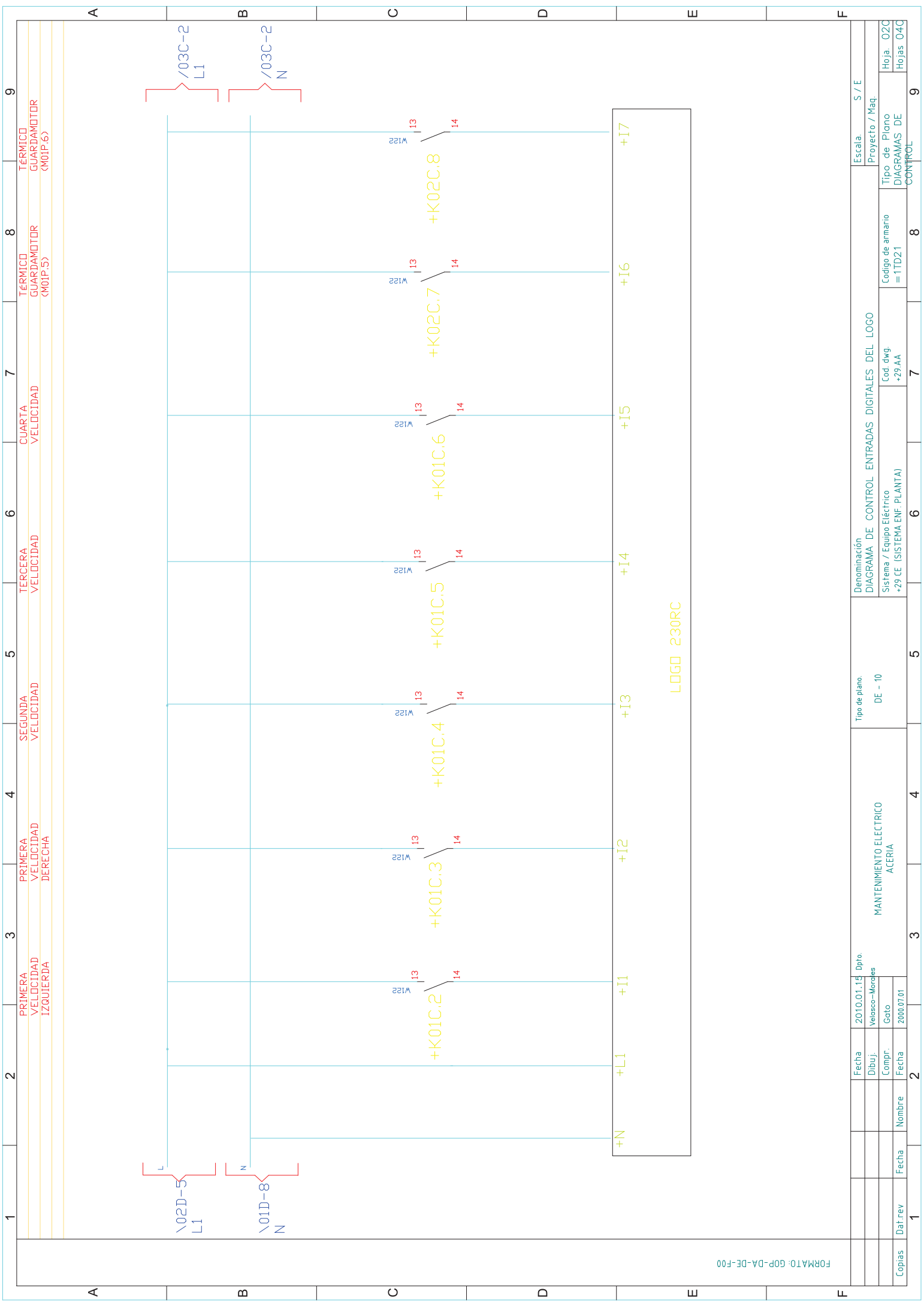
ALIMENTACIÓN 24V <sub>ac</sub>	LÍNEA DE REFERENCIA 24V <sub>ac</sub>	ALIMENTACIÓN 110V <sub>ac</sub>	ALIMENTACIÓN 220V <sub>ac</sub>	NEUTRO
-----------------------------------	---	------------------------------------	------------------------------------	--------

Copias		Fecha	2010.01.15	Dpto.	MANTENIMIENTO ELECTRICO		Denominación		Tipo de plano.		Escala.	
Da1.rev	Fecha	Dibuj.	Velasco-Morales		ACERIA		DIAGRAMA DE ALIMENTACION PARA LAS BORNERAS DE 220/110VAC Y 24VDC		DE - 10		Proyecto / Maq.	
	Nombre	Compr.	Gato				Sistema / Equipo Eléctrico		Cod. dwg.		Tipo de Plano	
	Fecha	Fecha	2000.07.01				+29 CE (SISTEMA ENF. PLANTA)		=1TD21		DIAGRAMAS DE	
							+29 AA		Codigo de armario		DISTRIBUCION	
											S / E	
											9	



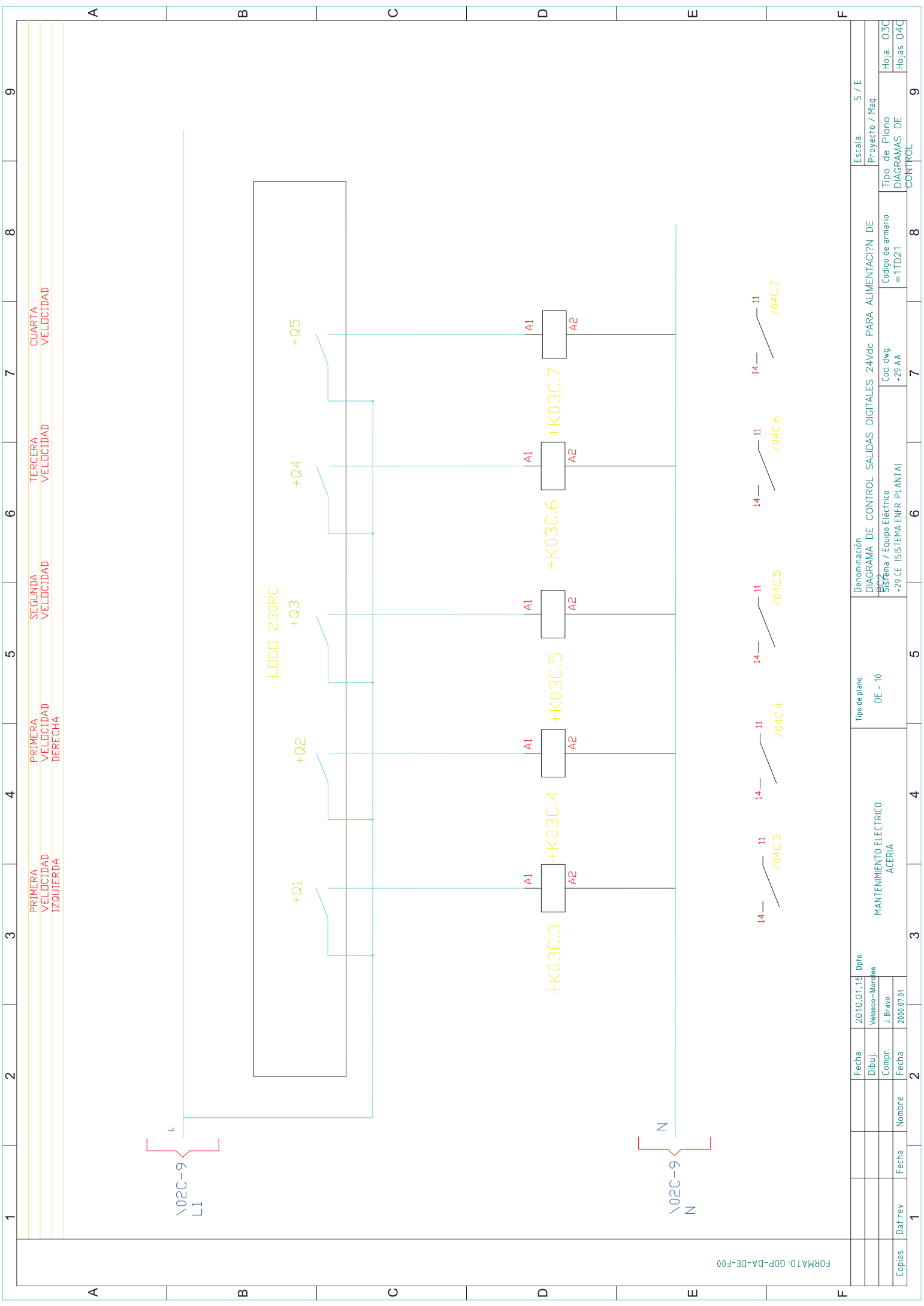


1	2	3	4	5	6	7	8	9
PRIMERA VELOCIDAD IZQUIERDA		PRIMERA VELOCIDAD DERECHA		SEGUNDA VELOCIDAD		TERCERA VELOCIDAD		CUARTA VELOCIDAD
\01D-5 L1		+F01C.2 =1TD01 2A 110V		MANDO DE CONTROL =1TD01				
		+K1		+K2		+K3		+K4
		+K5						
		+K01C.2		+K01C.3		+K01C.4		+K01C.5
		+K01C.6						
\01D-8 N								
		/02C.3		/02C.4		/02C.5		/02C.6
		/02C.7						
Copias		Fecha		Nombre		Fecha		Compr.
Daf.rev		Fecha		Nombre		Fecha		Compr.
		2010.01.15		Dpto.		2000.07.01		Velasco-Morales
				Mantenimiento Electrico				Gato
				ACERIA				Gato
				DE - 05				Gato
				Tipo de plano				Gato
				DIAGRAMA DE ALIMENTACION DEL MASTER Y SALIDAS A LAS BORNERAS DEL				Gato
				SISTEMA DE CONTROL				Gato
				GR?A P&H				Gato
				Cod. dwg.				Gato
				+29AA				Gato
				Codigo de armario				Gato
				=1TD21				Gato
				DIAGRAMAS DE				Gato
				CONTROL				Gato
				Escala				Gato
				S / E				Gato
				Proyecto / Maq.				Gato
				Tipo de Plano				Gato
				DIAGRAMAS DE				Gato
				CONTROL				Gato



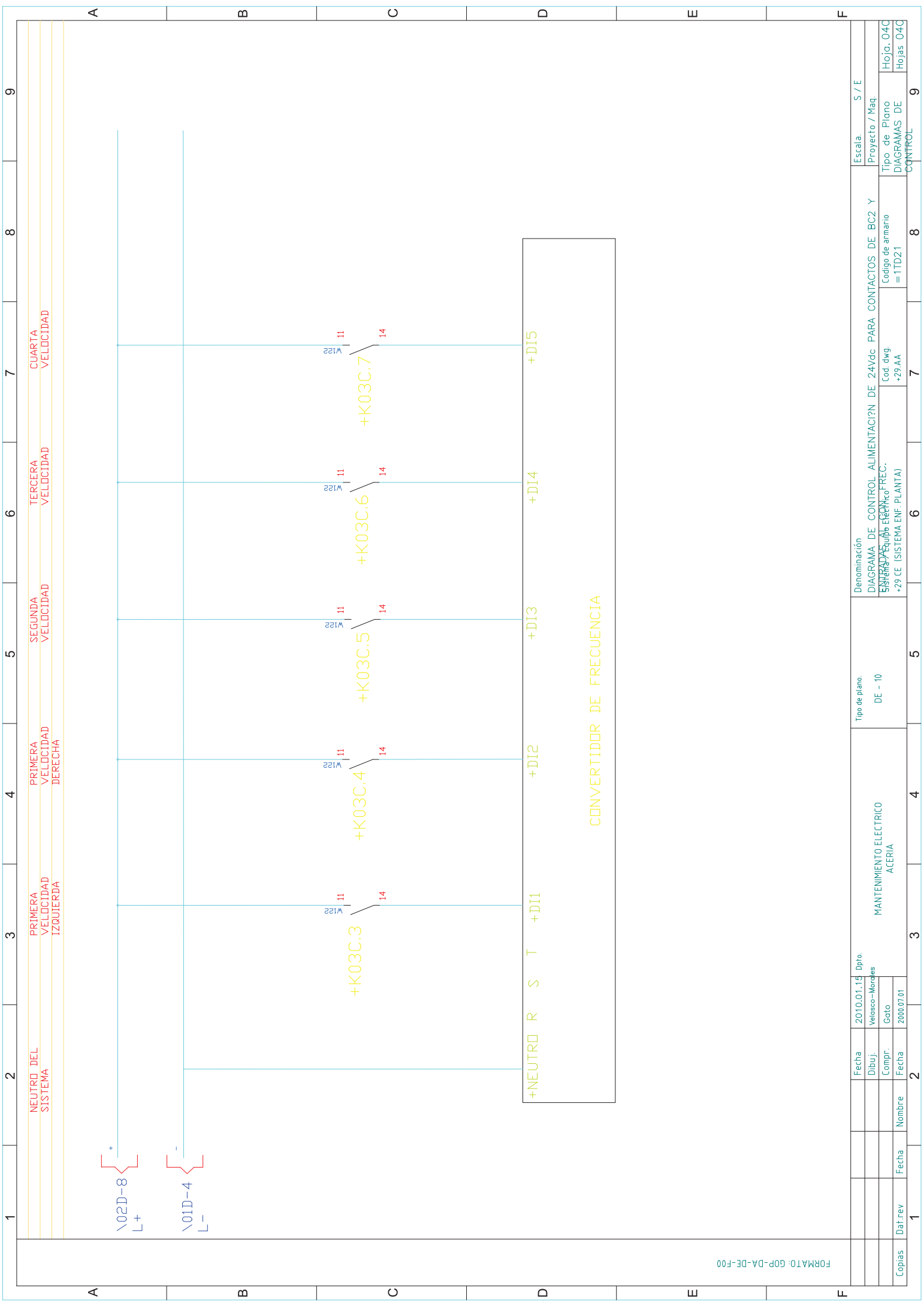
FORMATO: GOP-DA-DE-F00

Fecha		2010.01.15		Dpto.		Velasco-Morales		Escala:		S / E	
Dibuj.				Compr.		Gato		Proyecto / Maq.			
Fecha		2000.07.01		Nombre		MANTENIMIENTO ELECTRICO ACERIA		Tipo de plano		DE - 10	
Dat.rev		Fecha		Nombre		MANTENIMIENTO ELECTRICO ACERIA		Cod. dwg.		+29AA	
Copias		Fecha		Nombre		MANTENIMIENTO ELECTRICO ACERIA		Codigo de armario		=1TD21	
								Denominación		DIAGRAMA DE CONTROL ENTRADAS DIGITALES DEL LOGO	
								Sistema / Equipo Eléctrico		+29 CE (SISTEMA ENF. PLANTA)	
								Tipo de plano		DE - 10	
								Cod. dwg.		+29AA	
								Codigo de armario		=1TD21	
								Tipo de Plano		DIAGRAMAS DE CONTROL	
								Hoja. 02C		9	
								Hoja. 04C		9	



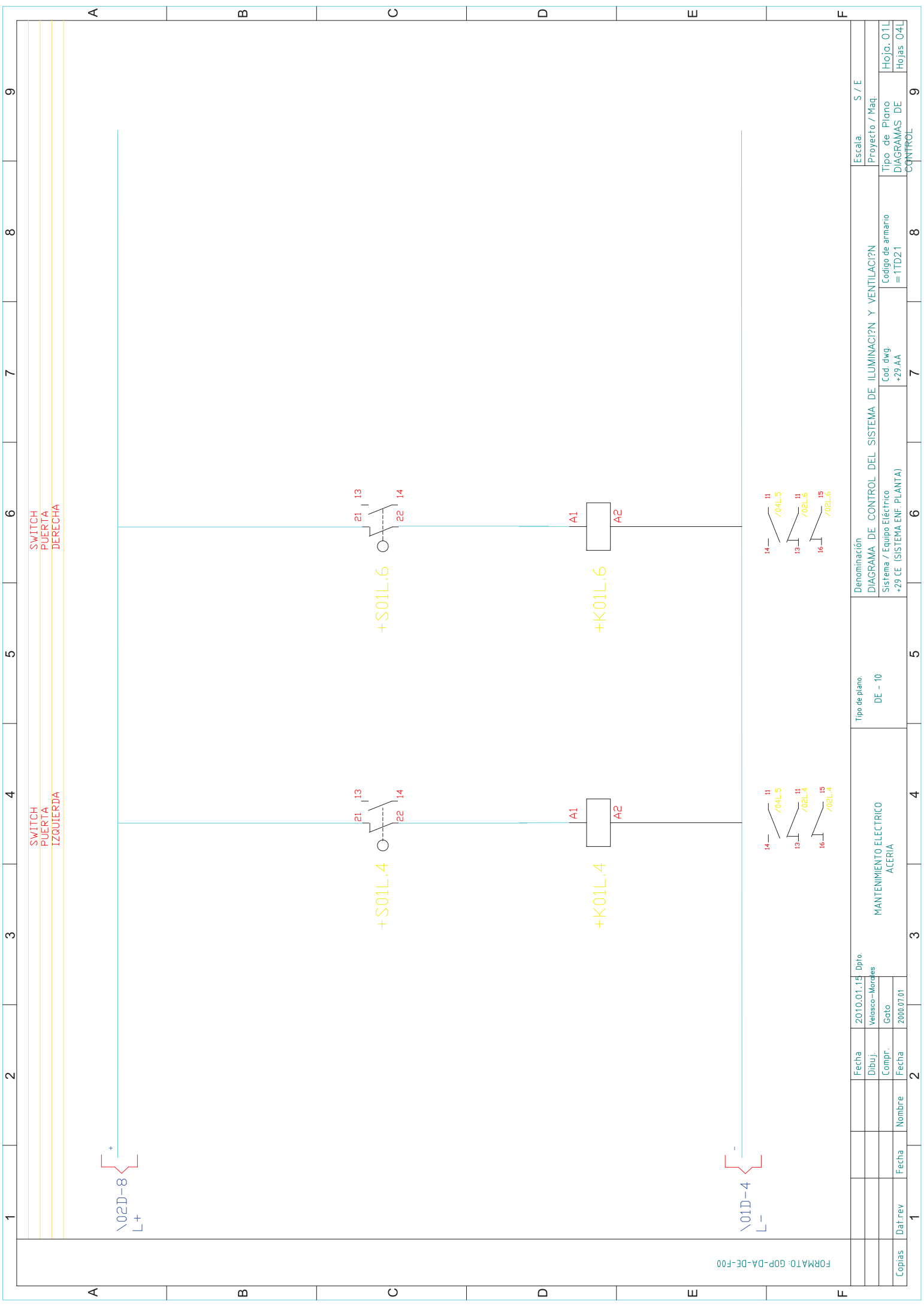
FORMATO: GOP-DA-DE-F00

Fecha	2010.01.15	Dpto.	
Dibuj.	Velasco-Morales		
Compr.	J. Bravo		
Fecha	2000.07.01		
Nombre			
Fecha			
MANTENIMIENTO ELECTRICO ACERIA			
Tipo de plano.		Denominación	
DE - 10		DIAGRAMA DE CONTROL SALIDAS DIGITALES 24Vdc PARA ALIMENTACION DE	
Sistema / Equipo Eléctrico		Sistema / Equipo Eléctrico	
+29 CE (SISTEMA ENFR. PLANTA)		+29 AA	
Codigo de armario		Codigo de armario	
= 1TD21		= 1TD21	
Tipo de Plano		Tipo de Plano	
DIAGRAMAS DE		DIAGRAMAS DE	
Escala.		Escala.	
S / E		S / E	
Proyecto / Maq.		Proyecto / Maq.	
Hoja. 03C		Hoja. 03C	
Hojas 04C		Hojas 04C	



FORMATO: GOP-DA-DE-F00

Fecha		2010.01.15		Dpto.		Velasco-Morales		Escala:		S / E	
Dibuj.		Compr.		Gato		2000.07.01		Proyecto / Maq.		Hoja. 04C	
Fecha		Nombre		MANTENIMIENTO ELECTRICO		ACERIA		Tipo de plano:		Hojas 04C	
Dat.rev		Fecha		DE - 10		DIAGRAMA DE CONTROL ALIMENTACION DE 24Vdc PARA CONTACTOS DE BC2 Y		Cod. dwg.		Tipo de Plano	
						SISTEMA DE CONTROL ELECTRONICO FREC.		= 1TD21		DIAGRAMAS DE	
						+29 CE (SISTEMA ENF. PLANTA)		+29 AA		CONTROL	
										9	



1 2 3 4 5 6 7 8 9

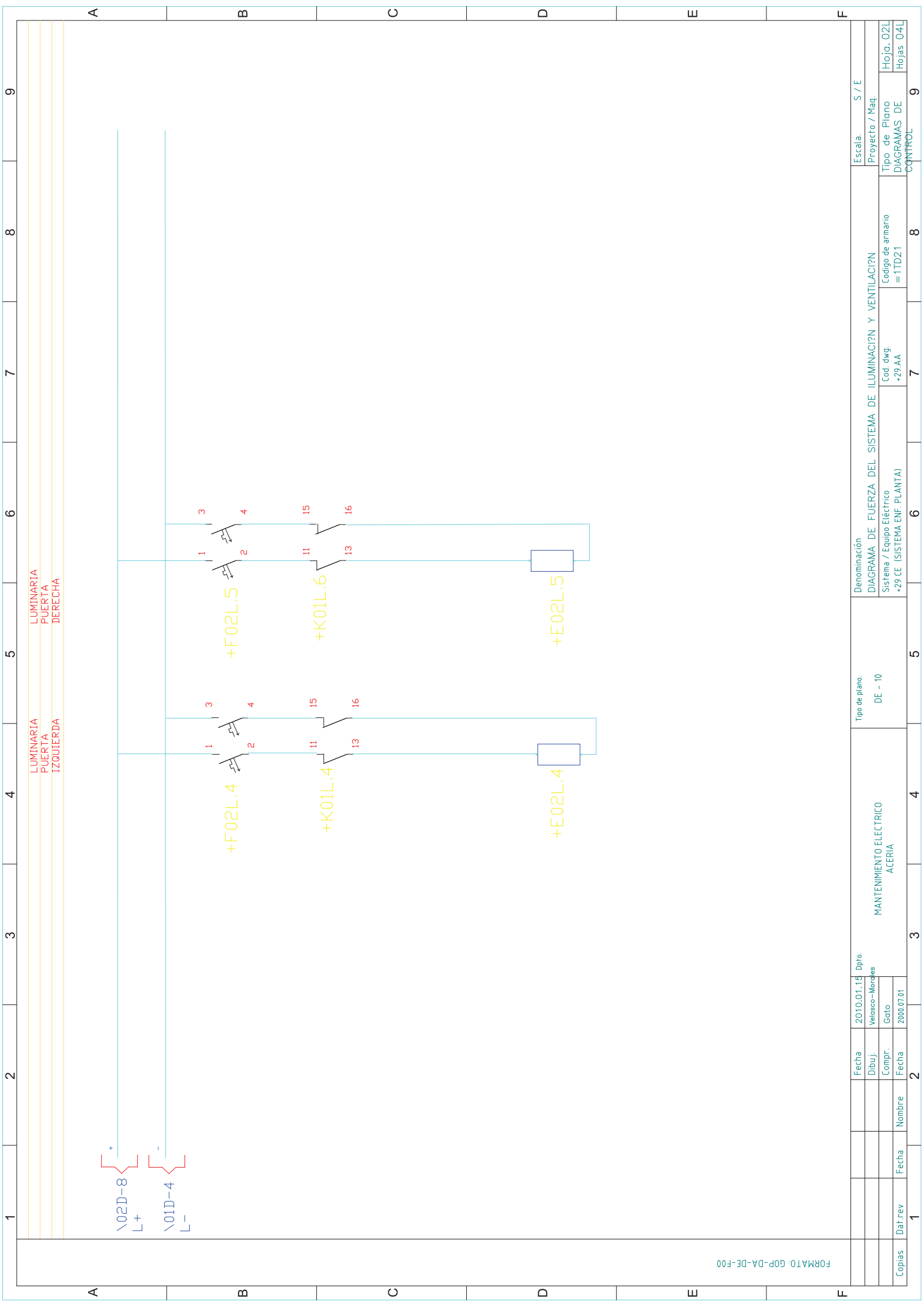
A B C D E F

A B C D E F

FORMATO: GOP-DA-DE-F00

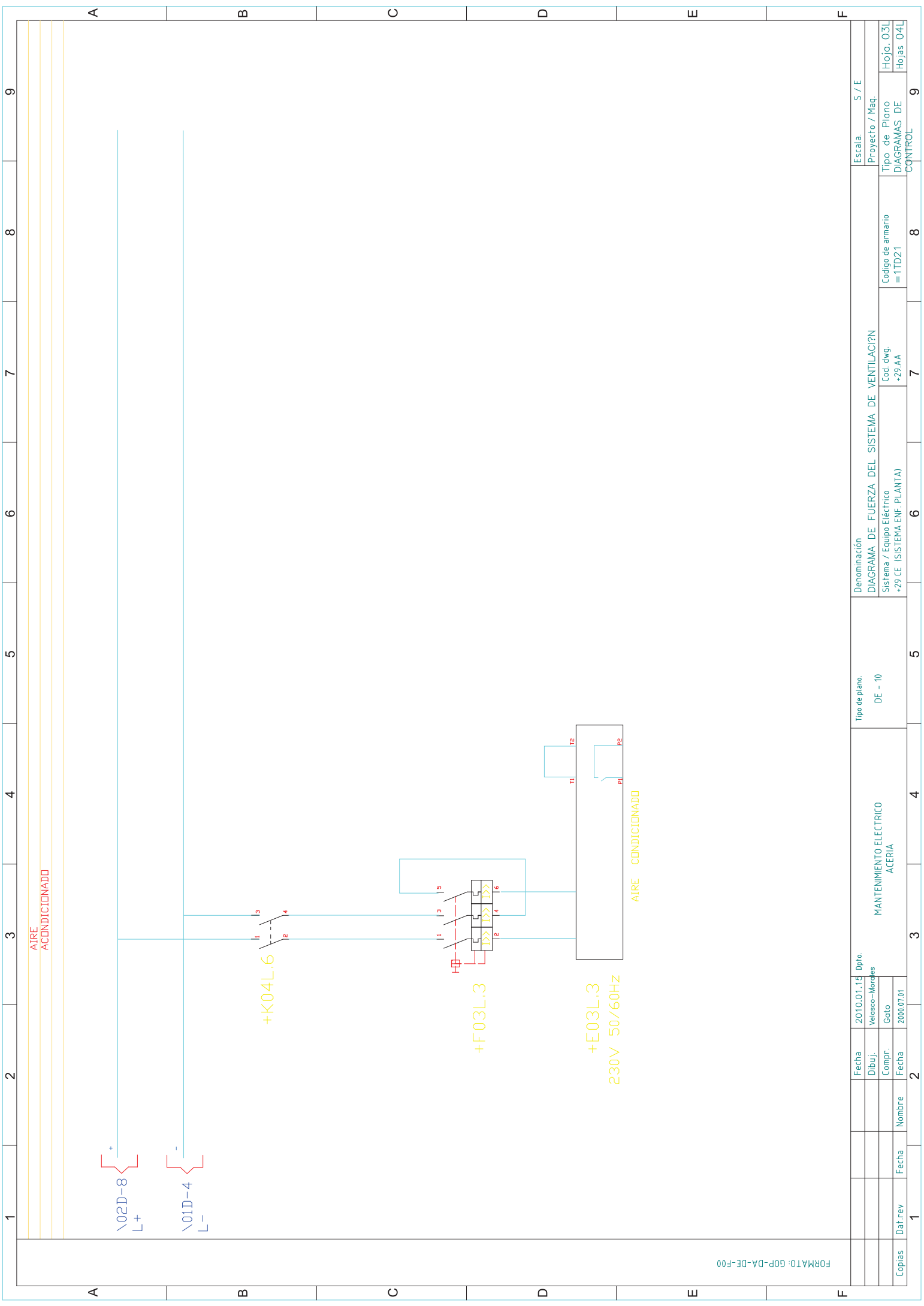
Copias		Fecha	Nombre	Fecha		Nombre		Fecha		Nombre	
Dpto.		2010.01.15		Dpto.		Velasco-Morales		Gato		2000.07.01	
Dibujo		Compr.		Fecha		Nombre		Fecha		Nombre	
Mantenimiento Electrico		ACERIA		Tipo de plano		DE - 10		Denominación		DIAGRAMA DE CONTROL DEL SISTEMA DE ILUMINACION Y VENTILACION	
Sistema / Equipo Electrico		+29 CE (SISTEMA ENF. PLANTA)		Cod. dwg.		+29 AA		Codigo de armario		= 1TD21	
Diagramas de		CONTROL		Escala		S / E		Proyecto / Maq.		Hoja. 01L	
Hoja. 04L										Hoja. 04L	





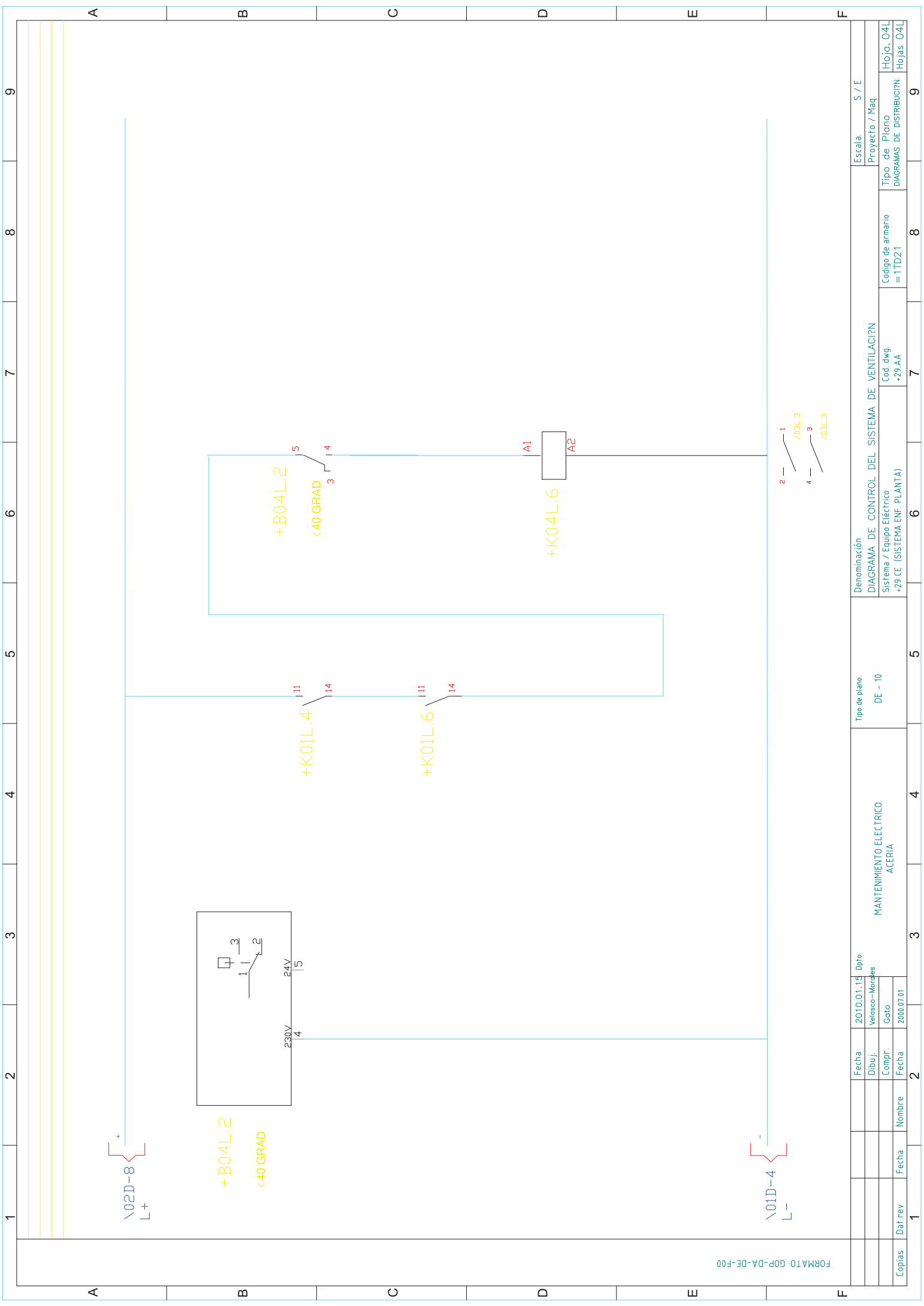
FORMATO: GOP-DA-DE-F00

Fecha	2010.01.15	Dpto.	
Dibuj.	Velasco-Morales		
Compr.	Gato		
Fecha	2000.07.01		
Nombre			
Fecha			
MANTENIMIENTO ELECTRICO ACERIA			
Tipo de plano.		DE - 10	
Denominación		DIAGRAMA DE FUERZA DEL SISTEMA DE ILUMINACION Y VENTILACION	
Sistema / Equipo Eléctrico		Codigo de armario = 1TD21	
+29 CE (SISTEMA ENF. PLANTA)		+29 AA	
Escala.		S / E	
Proyecto / Maq.		Tipo de Plano	
DIAGRAMAS DE		CONTROL	
Copias	1	8	9



FORMATO: GOP-DA-DE-F00

Copias		Fecha	Nombre	2	MANTENIMIENTO ELECTRICO ACERIA		Tipo de plano. DE - 10		Denominación DIAGRAMA DE FUERZA DEL SISTEMA DE VENTILACION Sistema / Equipo Eléctrico +29 CE (SISTEMA ENF. PLANTA)		Codigo de armario = 1TD21		Tipo de Plano DIAGRAMAS DE		Proyecto / Maq. CONTROL		Escala. S / E		Hoja. 03L Hojas 04L	
Fecha		2010.01.15	Dpto.		3		4		5		6		7		8		9		9	
Dibuj.		Velasco-Morales	Gato		3		4		5		6		7		8		9		9	
Compr.			2000.07.01		3		4		5		6		7		8		9		9	
Fecha					3		4		5		6		7		8		9		9	



FORMATO: GOP-DA-DE-F00

Copias		Fecha		Nombre		Fecha		Compr.		Dibujo		Fecha		Dpto.	
														2010.01.15	
														Velasco-Morales	
														Gato	
														2000.07.01	
MANTENIMIENTO ELECTRICO										Tipo de plano.		Denominación			
ACERIA										DE - 10		DIAGRAMA DE CONTROL DEL SISTEMA DE VENTILACION			
												Sistema / Equipo Eléctrico			
												+29 CE (SISTEMA ENF. PLANTA)			
												Cod. dwg.			
												+29 AA			
												Codigo de armario			
												= 1TD21			
												Tipo de Plano			
												DIAGRAMAS DE DISTRIBUCION			
												Proyecto / Maq.			
												Escala.			
												S / E			

1 2 3 4 5 6 7 8 9

A B C D E F

Hojas: 04L  
Hojas: 04L

9

8

7

6

5

4

3

2

1

1

2

3

4

5

6

7

8

9

A

B

C

D

E

F

# ANEXO 3

# MANUAL DE LAS PRINCIPALES CARACTERÍSTICAS DEL AUTÓMATA PROGRAMABLE LOGO 230RC

## 1 Conocer LOGO!

### Esto es LOGO!

LOGO! es el módulo lógico universal de Siemens.

LOGO! lleva integrados

- . Control
- . Unidad de manejo e indicación con iluminación de fondo
- . Fuente de alimentación
- . Interfaz para módulos de ampliación
- . Interfaz para módulo de programación (Card) y cable para PC
- . Funciones básicas muy utilizadas preprogramadas,
  - p.ej. para conexión retardada, desconexión retardada,
  - relés de corriente, e interruptor de software
- Temporizador
- marcas digitales y analógicas y entradas y salidas en función del modelo.

### LOGO! puede hacerlo

Con LOGO! se resuelven tareas enmarcadas en la técnica de instalación y el ámbito doméstico (p.ej. alumbrado de escaleras, luz exterior, toldos, persianas, alumbrado de escaparates, etc.), así como en la construcción de armarios de distribución, de máquinas y de aparatos (p.ej. controles de puertas, instalaciones de ventilación, bombas de agua no potable, etc.).

Asimismo, LOGO! se puede utilizar para controles especiales en invernaderos o jardines de invierno, para el procesamiento previo de señales en controles y, mediante la conexión de un módulo de comunicaciones (p. ej., ASi), para el control descentralizado "in situ" de máquinas y procesos. Para las aplicaciones en serie en la construcción de máquinas pequeñas, aparatos y armarios de distribución, así como en el sector de instalaciones, existen variantes especiales sin unidad de operación y de visualización.

### ¿Qué modelos existen?

LOGO! Basic está disponible para dos clases de tensión:

- . Categoría 1  $\leq$  24 V es decir, 12 V DC, 24 V DC, 24 V AC
- Categoría 2  $>$  24 V, es decir 115...240 V AC/DC

Y a su vez:

- . Variante **con pantalla**: 8 entradas y 4 salidas.
- . Variante **sin pantalla** ("LOGO! Pure"): 8 entradas y 4 salidas.

Cada variante está integrada en 4 unidades de división (TE), dispone de una interfaz de ampliación y le facilita 36 funciones básicas y especiales preprogramadas para la elaboración de su programa.

### ¿Qué módulos de ampliación existen?

- . LOGO! módulos digitales DM8... para 12 V DC, 24 V AC/DC y 115...240 V AC/DC con 4 entradas y 4 salidas.
- . LOGO! módulos digitales DM16... para 24 V DC y 115...240 V AC/DC con 8 entradas y 8 salidas.
- LOGO! módulos analógicos para 24 V DC y en parte para 12 V DC, con 2 entradas analógicas o con 2 entradas Pt100 ó con 2 salidas analógicas.

Los módulos digitales y analógicos están integrados en 2 ó 4 TE y disponen de dos interfaces de ampliación respectivamente, de modo que se puede conectar otro módulo a cada uno de ellos.

### ¿Qué módulos de comunicación existen?

- . LOGO! módulo de comunicación (CM) Interfaz AS, que se describe con mayor detalle en una documentación propia. El módulo de comunicación dispone de 4 entradas y salidas virtuales y funciona como interfaz entre una interfaz AS y el sistema LOGO!. Con ayuda del módulo es posible transferir 4 bits de datos de LOGO! Basic al sistema de la interfaz AS y/o en dirección inversa.
- . LOGO! módulo de comunicación (CM) EIB/KNX, que se describe con mayor detalle en una documentación propia. CM EIB/KNX es un módulo de comunicación (CM) para la conexión de LOGO! a EIB. Como interfaz con EIB, el CM EIB/KNX permite la comunicación con otras estaciones EIB. Para ello se define una configuración en el CM EIB/KNX, que especifica qué

entradas/salidas de LOGO! Deben establecerse con el bus *EIB*. Las entradas y salidas correspondientes pueden conectarse con las funciones de LOGO!.

## 2 Montar y cablear LOGO!

### Directrices generales

Al montar y cablear su LOGO! deberá tener en cuenta las siguientes directrices:

- Asegúrese de cumplir todas las normas vigentes y vinculantes cuando realice el cableado de LOGO! Observe las respectivas prescripciones nacionales y regionales durante la instalación y la operación de los equipos. Infórmese en las autoridades competentes sobre las normas y prescripciones vigentes para su caso específico.
- Los módulos sólo pueden cablearse, montarse y desmontarse desconectados de la tensión.
- Utilice conductores con la sección adecuada para la respectiva intensidad de corriente. LOGO! se puede conectar con cables de una sección entre 1,5 mm<sup>2</sup> y 2,5 mm<sup>2</sup>.
- No apriete excesivamente los bornes de conexión. Par máximo de giro: 0,5 Nm.
- Los conductores han de tenderse siempre lo más cortos posible. Si se requieren conductores más largos, debiera utilizarse un cable apantallado. Los cables deberían tenderse por pares: un cable neutro con un cable de fase o un cable de señal.
- Desconecte:
  - el cableado de corriente alterna,
  - el cableado de corriente continua de alta tensión con secuencia rápida de operación de los contactos,
  - el cableado de señal de baja tensión.
  - La disposición del cable de bus EIB también puede ser paralela a otros cables de señal.
- Cerciórese de que los conductores poseen el alivio de tracción necesario.
- Proteja los cables con peligro de fulminación con una protección adecuada contra sobretensión.

### **Aspectos a tener en cuenta durante el montaje**

LOGO! ha sido diseñado para el montaje fijo y cerrado en una carcasa o en un armario de distribución.

#### **Recursos abiertos**

Puede provocar la muerte, lesiones graves o serios daños materiales.

Los módulos de un LOGO! son recursos abiertos. Eso significa que LOGO! sólo puede montarse dentro de carcasas o armarios.

El acceso a las carcasas o armarios sólo debe ser posible mediante una ayuda o herramienta y sólo debe estar permitido a personal debidamente formado o autorizado.

LOGO! puede manejarse en todo momento desde el panel frontal.

### **Seguridad de los controladores electrónicos**

#### **Introducción**

Las siguientes indicaciones son aplicables independientemente del tipo de controlador electrónico y de su fabricante.

#### **Fiabilidad**

La fiabilidad de los dispositivos y componentes LOGO! Se mantiene en el máximo grado posible con la aplicación de amplias y eficaces medidas de desarrollo y fabricación.

Entre dichas medidas se incluyen:

- . la selección de elementos de alta calidad;
- . el dimensionamiento Worst-case de todos los circuitos;
- . La comprobación sistemática y controlada por ordenador de todos los componentes fabricados;

#### **Realización de comprobaciones**

Pero a pesar de todas estas medidas, también usted debe tener en cuenta diferentes aspectos para garantizar la seguridad de su instalación.

Antes de proceder a la puesta en marcha definitiva de la instalación, debería realizar una comprobación completa del funcionamiento y las pruebas de seguridad necesarias.

Incluya en las pruebas también posibles fallos previsibles. De ese modo impide que la instalación o las personas puedan estar en peligro durante su funcionamiento.

#### **Riesgo**



En todas aquellas aplicaciones en las que los posibles fallos de la instalación puede poner en peligro a personas o materiales, deben aplicarse medidas especiales para la seguridad de la instalación. Para estas aplicaciones existen normas especiales específicas de cada instalación, que deben tenerse en cuenta a la hora de configurar el controlador (p. ej. VDE 0116 para instalaciones de calefacción).

Para los controladores electrónicos con responsabilidad de seguridad, las medidas a tomar están destinadas a evitar o dominar los fallos en función del riesgo derivado de la instalación.

En este caso, las medidas básicas citadas anteriormente no son suficientes a partir de un determinado potencial de riesgo. Por esa razón deben tomarse y certificarse medidas adicionales para el controlador.

## **2.1 Cableado de LOGO!**

Para efectuar el cableado de LOGO!, utilice un destornillador con un ancho de hoja de 3 mm.

Para los bornes no se requieren casquillos terminales, pudiendo utilizarse conductores con secciones de hasta:

- . 1 x 2,5 mm<sup>2</sup>
- . 2 x 1,5 mm<sup>2</sup> por cada segundo portabornes

Pares de conexión: 0,4...0,5 Nm ó 3...4 LBin

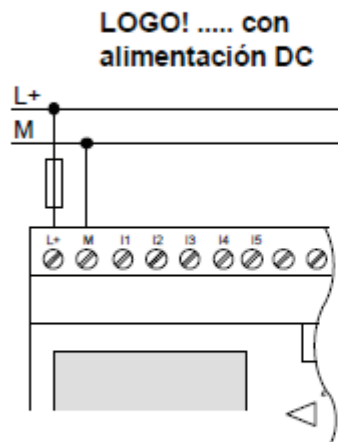
### **2.1.1 Conexión de la alimentación**

LOGO! de LOGO! están indicadas para tensiones eléctricas con un valor nominal de 115 V CA/CC y 240 V CA/CC. Las variantes 24 de LOGO! y las variantes 12 de LOGO! son adecuadas para 24 V DC, 24 V AC o bien 12 V DC de tensión de alimentación. Deben observarse al respecto las instrucciones de conexión descritas en la información adjunta del producto así como las especificaciones técnicas del anexo A referentes a las tolerancias de tensión permitidas, frecuencias de red y consumo de corriente.

El CM EIB/KNX ha sido diseñado como módulo de comunicación para el controlador LOGO! y debe recibir una alimentación de 12/24 V AC/DC. El bus de AS-Interface requiere una fuente de alimentación especial para AS-Interface (30 V DC), que permite una transmisión simultánea de los datos y de la energía para los sensores en una sola línea.

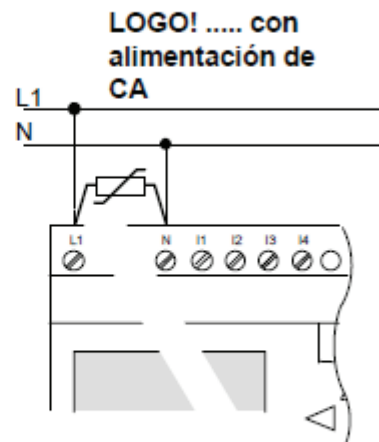
## Conexión

Para conectar LOGO! a la red:



Protección mediante fusible si se desea (recomendado) para:

12/24 RC...:	0,8 A
24:	2,0 A
EIB/KNX	0,08 A



Para picos de tensión, utilizar un varistor (MOV) con una tensión de servicio como mínimo un 20% superior a la tensión nominal.

### 2.1.2 Conexión de las entradas de LOGO!

#### Condiciones

Ud. conecta sensores a las entradas. Los sensores pueden ser: pulsadores, interruptores, barreras de luz, atenuadores, etc.

### Propiedades de los sensores para LOGO!

	LOGO! 12/24 RC/RCo LOGO! DM8 12/24 R		LOGO! 24/24o LOGO! DM8 24	
	I1 ... I6	I7,I8	I1 ... I6	I7,I8
Estado operacional 0	< 5 V CC	< 5 V CC	< 5 V CC	< 5 V CC
Intensidad de entrada	< 1,0 mA	< 0,05 mA	< 1,0 mA	< 0,05 mA
Estado operacional 1	> 8 V CC	> 8 V CC	> 8 V CC	> 8 V CC
Intensidad de entrada	> 1,5 mA	> 0,1 mA	> 1,5 mA	> 0,1 mA

	LOGO! 24 RC/RCo (AC) LOGO! DM8 24 R (CA)	LOGO! 24 RC/RCo (DC) LOGO! DM8 24 R (CC)	LOGO! 230 RC/RCo (CA) LOGO! DM8 230 R (CA)	LOGO! 230 RC/RCo (CC) LOGO! DM8 230 R (CC)
Estado operacional 0	< 5 V CA	< 5 V CC	< 40 V CA	< 30 V CC
Intensidad de entrada	< 1,0 mA	< 1,0 mA	< 0,03 mA	< 0,03 mA
Estado operacional 1	> 12 V CA	> 12 V CC	> 79 V CA	> 79 V CC
Intensidad de entrada	> 2,5 mA	> 2,5 mA	> 0,08 mA	> 0,08 mA

### 2.1.3 Conexión de las salidas

#### LOGO! ...R...

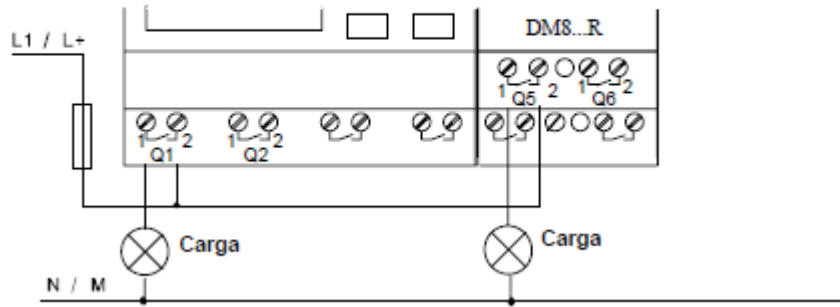
Las salidas de LOGO! ...R... son relés. Los contactos de los relés están libres de potencial con respecto a la tensión de alimentación y a las entradas.

#### Condiciones para las salidas de relé

Puede conectar diferentes cargas a las salidas, p.ej. lámparas, lámparas fluorescentes, motores, protecciones, etc. Respecto a las propiedades necesarias de la carga conectada a LOGO! ...R

## Conexión

Para conectar la carga a LOGO! ...R...:



## 3 Programar LOGO!

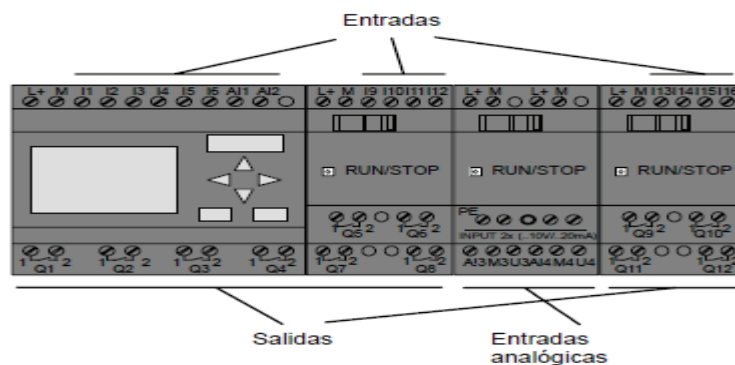
### Primeros pasos con LOGO!

Con el término Programación se hace referencia a la Elaboración de un programa. Básicamente, un programa de LOGO! no es más que un esquema de conexión eléctrica representado de una forma diferente. Hemos adaptado la representación al campo de indicación de LOGO!. De nuevo aquí hacemos referencia a LOGO!Soft Comfort: el software de programación para LOGO!, con el que puede crear, probar, simular, modificar, guardar e imprimir programas fácil y cómodamente. En este manual sólo se describe la elaboración del programa en el propio LOGO!, ya que el software de programación LOGO!Soft Comfort dispone de una ayuda en pantalla muy completa.

### 3.1 Bornes

LOGO! dispone de entradas y salidas

Ejemplo de una combinación de varios módulos:



### 3.3 Bloques y números de bloque

En este capítulo le mostraremos cómo con los elementos de LOGO! puede crear gran número de circuitos y cómo se conectan los bloques entre ellos y con las entradas y salidas.

### Bloques

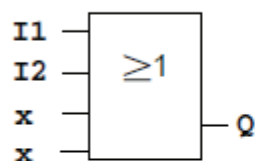
En LOGO!, un bloque es una función que convierte información de entrada en información de salida. Antes tenía Ud. que cablear los distintos elementos en el armario de distribución o en la caja de conexiones. Al elaborar el programa debe conectar bornes con bloques.

A tal efecto, basta con elegir la conexión deseada en el menú **Co**. El menú Co debe su nombre al término inglés “Connector” (borne).

### Vinculaciones lógicas

Los bloques más sencillos son vinculaciones lógicas:

- Y (AND)
- O (OR)
- ...



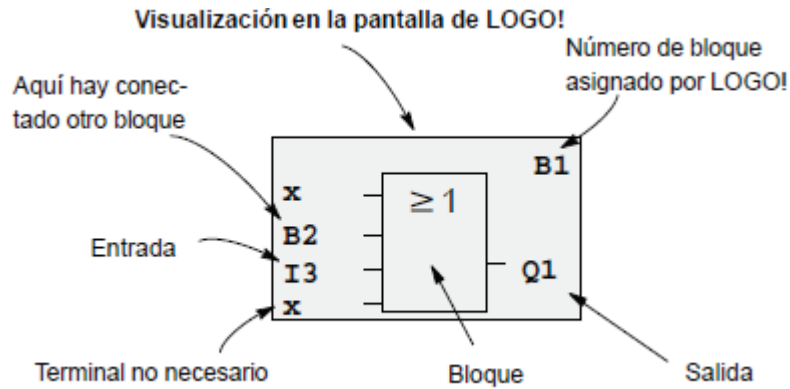
Las entradas I1 e I2 están conectadas aquí al bloque OR. Las últimas dos entradas del bloque no se utilizan y el autor del programa las ha identificado con 'x'.

Bastante más eficientes son las funciones especiales:

- Relé de impulsos
- Contador avance/retroceso
- Retardo de activación
- Interruptor de software
- 

### Representación de un bloque en la pantalla de LOGO!

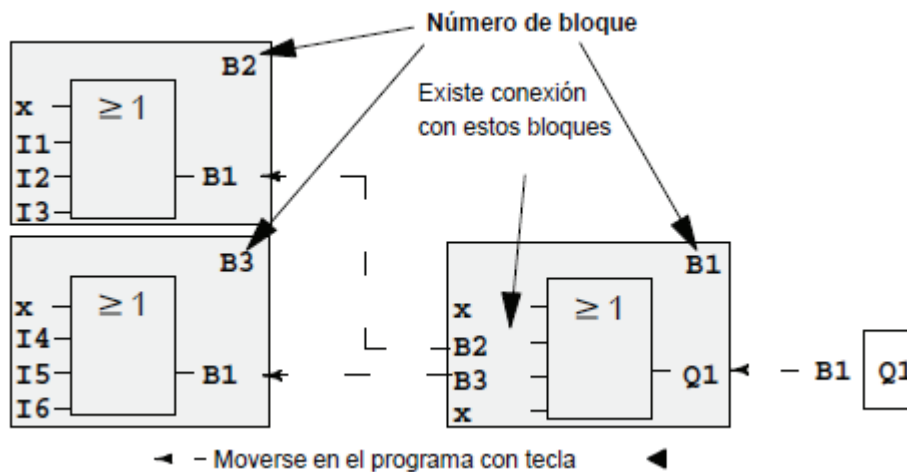
En la ilustración mostramos una pantalla típica de LOGO!. Sólo puede representarse un bloque en cada caso. Debido a ello, hemos previsto números de bloque para ayudarle a controlar un circuito en conjunto.



### Asignación de un número de bloque

Cada vez que inserta un bloque en un programa, LOGO! asigna a ese bloque un número de bloque.

Por medio del número de bloque, LOGO! muestra la conexión entre bloques. Los números de bloque sólo pretenden facilitar su orientación en el programa.



En la figura anterior puede ver las pantallas de LOGO! Que componen el programa. Como puede ver, LOGO! Enlaza los bloques entre sí a través de los números de bloque.

### Ventajas de los números de bloque

A través de su número de bloque, es posible añadir casi cualquier bloque a una entrada del bloque actual. De esta manera, se pueden utilizar repetidas veces los resultados intermedios de vinculaciones lógicas u otras operaciones. Con ello se ahorra trabajo y capacidad de memoria, a la vez que su circuito resulta más transparente. En tal caso, deberá saber cómo se han llamado los bloques de LOGO!.

### 3.4 Las 4 reglas de oro para manejar LOGO!

#### Regla 1

##### Cambio del modo de operación

- . El programa se elabora en el **modo de programación**. Tras una conexión de alimentación y “No Program /Press ESC” en la pantalla, debe pulsar la tecla **ESC** para acceder al modo de programación.
- . La modificación de los valores de tiempo y de parámetros en un programa ya existente pueden realizarse en los **modos de parametrización y programación**. Durante la **parametrización** LOGO! se encuentra en modo **RUN**, es decir, que el programa continúa en procesamiento. Para **programar** debe finalizar el procesamiento del programa con el comando “**Stop**”.
- . Para acceder al modo **RUN** debe ejecutar el comando de menú ‘Start’ del menú principal.
- . En el **modo RUN**, para regresar al **modo de operación Parametrización**, deberá pulsar la tecla **ESC**.
- . Si está en el **modo de parametrización** y desea regresar al **modo de programación**, ejecute el comando “**Stop**” del menú de parametrización y responda con “**Yes**” a **Stop Prg**”, colocando el cursor sobre “**Yes**” y pulsando la tecla **OK**.

#### Regla 2

##### Salidas y entradas

- . Siempre debe introducir un programa desde la salida hasta la entrada.
- . Es posible enlazar una salida con varias entradas, pero no conectar varias salidas a una entrada.
- . Dentro de una ruta del programa no se puede enlazar una salida con una entrada precedente. Para tales retroacciones internas (recursiones) es necesario intercalar marcas o salidas.

#### Regla 3

##### Cursor y posicionamiento del cursor

Para la introducción del programa rige:

- . Si el cursor se representa subrayado, Ud. puede **posicionarlo**:
  - Pulse las teclas , , o si mueve el cursor en el programa
  - con **OK** cambia a ”Seleccionar borne/bloque”
  - con **ESC** sale del modo de introducción del programa.

- Si el cursor se representa enmarcado, deberá Ud. **Elegir un borne/bloque:**
  - Pulse las teclas o para elegir un borne o un bloque
  - Confirme la selección pulsando **OK**
  - con **ESC** retrocede un paso.

#### Regla 4

##### Planificación

- Antes de elaborar un programa planifíquelo primero completamente sobre el papel o programe LOGO! Directamente con LOGO!Soft Comfort.
- LOGO! sólo puede guardar programas completos y correctos

### 3.8 Espacio de memoria y tamaño de un circuito

El tamaño de un programa en LOGO! está limitado por la memoria (ocupación de memoria de los bloques).

#### Áreas de memoria

- **Memoria de programa:**  
En LOGO! utilizar un número limitado de bloques para el programa.  
La segunda limitación resulta del número máximo de bytes disponibles que puede contener un programa. El número de bytes ocupados puede calcularse sumando los bytes de las funciones utilizadas.
- **Memoria remanente (Rem):**  
Área en el que LOGO! guarda los valores reales actuales que se deben mantener de forma remanente, por ejemplo, el valor de contaje de un contador de horas de funcionamiento. En bloques con utilización selectiva de la función de ramanencia, este área de memoria sólo se ocupa si se ha activado la ramanencia.

#### Recursos disponibles en LOGO!

Un programa en LOGO! puede ocupar, como máximo, los siguientes recursos:

Bytes	Bloques	REM
2000	130	60

LOGO! vigila la utilización de la memoria y sólo ofrece en las listas las funciones para las que haya suficiente memoria disponible.



## Ocupación de la memoria

En la tabla puede ver una perspectiva general de la memoria requerida por las funciones básicas y especiales:

Función	Memoria de programa	Memoria-Rem*
<b>Funciones básicas</b>		
Y (AND)	12	–
Y con evaluación de flanco	12	–
NAND (Y NEGADA)	12	–
Y-NEGADA con evaluación de flanco	12	–
O (OR)	12	–
NOR (O no)	12	–
XOR (O exclusivo)	8	–
NOT (negación)	4	–
<b>Funciones especiales</b>		
Tiempos		
Retardo de activación	8	3
Retardo de desactivación	12	3
Retardo de conexión/desconexión	12	3
Retardo a la conexión memorizado	12	3
Relé disipador (salida de impulsos)	8	3
Relé disipador activado por flancos	16	4
Generador de impulsos asínc.	12	3
Generador aleatorio	12	–
Interruptor de alumbrado para escalera	12	3
Pulsador de confort	16	3
Temporizador semanal	20	–

Función	Memoria de programa	Memoria-Rem*
Temporizador anual	8	–
Contador		
Contador avance/retroceso	24	5
Contador de horas de funcionamiento	24	9
Interruptor de valor umbral	16	–
Interruptor		
analógico de valor umbral	16	–
Interruptor analógico de valor umbral diferencial	16	–
Comparador analógico	24	–
Control de valor analógico	20	–
Amplificador analógico	12	–
Multiplexor analógico	20	–
Control de rampa	36	–
Regulador	40	2
Otros		
Relé autoenlavador	8	1
Relé de impulsos	12	1
textos de aviso	8	–
Interruptor de software	8	2
Registro de desplazamiento	12	1

\*: Bytes en área de memoria Rem. si la remanencia está activada.

## 4 Funciones de LOGO!

### Distribución

LOGO! pone a su disposición diferentes elementos en modo de programación. Para su orientación, hemos distribuido dichos elementos en distintas .listas., que se especifican a continuación:

- **Co:** lista de los bornes (**C**onnectors)
- **GF:** lista de las funciones básicas AND, OR
- **SF:** lista de las funciones especiales
- **BN:** lista de los bloques ya integrados y reutilizables en la conexión

### 4.1 Constantes y bornes . Co

Las constantes y los bornes (ingl. Connectors = Co) identifican entradas, salidas, marcas y niveles de tensión fijos (constantes).

## Entradas:

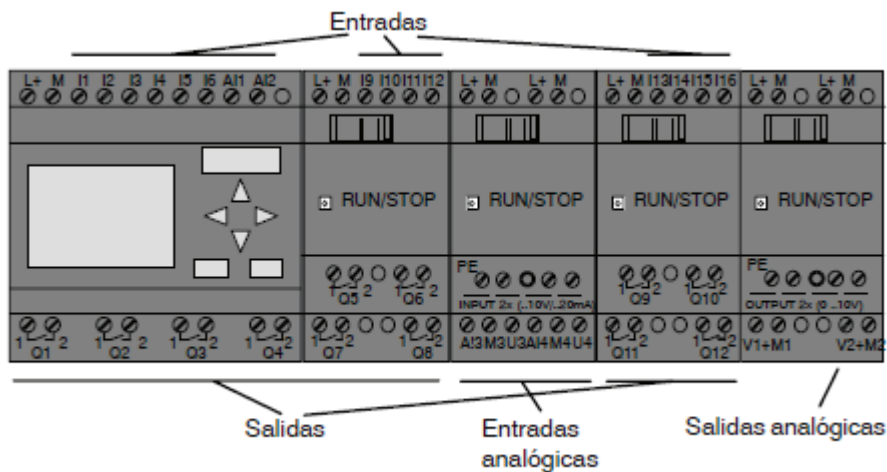
### 1) Entradas digitales

Las entradas digitales se identifican mediante una **I**. Los números de las entradas digitales (I1, I2, ...) corresponden a los números de los bornes de entrada de LOGO! Basic y de los módulos digitales conectados en el orden de montaje.

## Salidas:

### 1) Salidas digitales

Las salidas digitales se identifican con una **Q**. Los números de las salidas (Q1, Q2, ... Q16) correspondan a los números de los bornes de salida de LOGO! Basic y de los módulos de ampliación conectados en el orden de montaje. También existe la posibilidad de utilizar 16 salidas no conectadas. Estas salidas se identifican con una **x** y no pueden volver a utilizarse en un programa (a diferencia p.ej. de las marcas). En la lista aparecen todas las salidas no conectadas programadas y una salida no conectada todavía no programada. El uso de una salida no conectada es útil p.ej. en la función especial.



## Marcas

Las marcas se identifican con **M** o **AM**. Las marcas son salidas virtuales que poseen en su salida el mismo valor que hay aplicado a su entrada. En LOGO! hay disponibles 24 marcas digitales M1 ... M24 y 6 marcas analógicas AM1... AM6.

### Marca inicial

La marca M8 se aplica en el primer ciclo del programa de usuario y por ello puede utilizarlo en su programa como marca de arranque. Una vez completado el primer ciclo

de procesamiento del programa, se reinicia automáticamente. En el resto de ciclos, la marca M8 puede utilizarse como el resto de marcas para las funciones de activación, borrado y valoración.

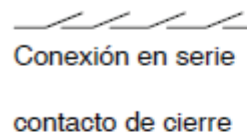
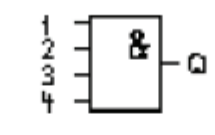
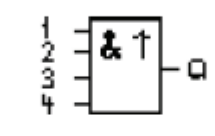
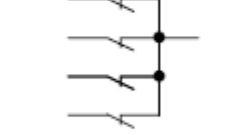
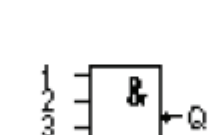
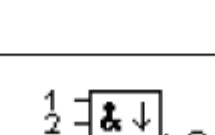
#### 4.2 Lista de funciones básicas. GF




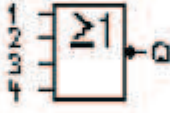

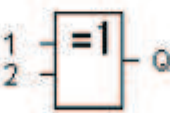
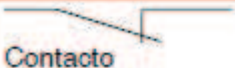
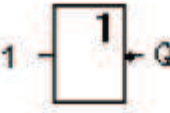
Las funciones básicas son elementos lógicos sencillos del álgebra de Boole

Puede negar entradas de funciones básicas individualmente, de manera que si en una entrada determinada hay una señal .1., el programa utiliza un .0. y si hay un .0., utiliza un .1..

Al introducir un programa encontrará los bloques de funciones básicas en la lista GF.

Existen las siguientes funciones básicas:

Representación en el esquema	Representación en LOGO!	Designación de la función básica
 <p>Conexión en serie contacto de cierre</p>		Y (AND) (véase la página 122)
		AND con valoración de flanco (véase la página 123)
 <p>Conexión en paralelo contacto de apertura</p>		Y-NEGADA (NAND) (véase la página 124)
		NAND con valoración de flanco (véase la página 125)

Representación en el esquema	Representación en LOGO!	Designación de la función básica
 <p>Conexión en paralelo contacto de cierre</p>		O (OR) (véase la página 126)
 <p>Conexión en serie contacto de apertura</p>		O-NEGADA (NOR) (véase la página 127)
 <p>Alternador doble</p>		O-EXCLUSIVA (XOR) (véase la página 128)
 <p>Contacto de apertura</p>		INVERSOR (NOT) (véase la página 128)

### 4.3 Nociones básicas sobre las funciones especiales

Las funciones especiales se distinguen a primera vista de las funciones básicas en la denominación diferente de sus entradas. Las funciones especiales contienen funciones de tiempo, remanencia y diferentes posibilidades de parametrización para la adaptación del programa a sus necesidades.

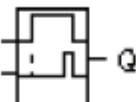
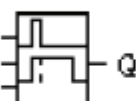



En el presente apartado exponemos una breve vista de conjunto de las designaciones de las entradas, así como algunas aclaraciones particulares a las funciones especiales.

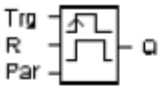
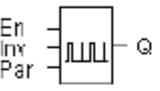
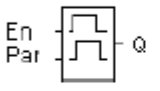
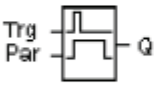
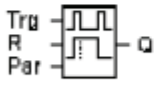
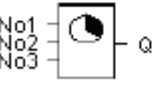
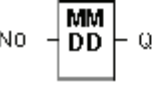
### 4.4 Lista de las funciones especiales. SF

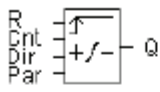
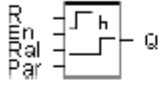
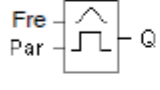
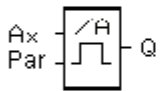
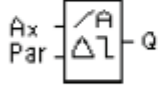

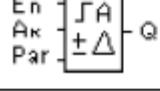
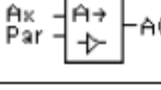
Al introducir un programa en LOGO!, en la lista SF aparecen los bloques de las funciones especiales.

Puede negar entradas de funciones especiales individualmente, de manera que si en una entrada determinada hay una señal .1., el programa utiliza un .0. y si hay un .0., utiliza un .1..

En la tabla se indica si la función afectada posee remanencia parametrizable (Rem).  
Existen las siguientes funciones especiales:

Representación en LOGO!	Designación de la función especial	REM
<b>Tiempos</b>		
Trg Par 	Retardo a la conexión (véase la página <a href="#">142</a> )	REM
Trg R Par 	Retardo de desactivación (véase la página <a href="#">146</a> )	REM
Trg Par 	Retardo de conexión/de- sconexión (véase la página <a href="#">148</a> )	REM
Trg R Par 	Retardo de activación memorizable (véase la página <a href="#">150</a> )	REM
Trg Par 	Relé dissipador (salida de impulsos) (véase la página <a href="#">152</a> )	REM

Representación en LOGO!	Designación de la función especial	REM
	Relé disipador activado por flanco (véase la página <a href="#">154</a> )	REM
	Generador de impulsos asínc.	REM
	Generador aleatorio (véase la página <a href="#">158</a> )	
	Interruptor de alumbrado para escalera (véase la página <a href="#">160</a> )	REM
	Pulsador de confort (véase la página <a href="#">163</a> )	REM
	Temporizador semanal (véase la página <a href="#">166</a> )	
	Temporizador anual (véase la página <a href="#">171</a> )	

Representación en LOGO!	Designación de la función especial	REM
<b>Contador</b>		
	Contador avance/retroceso (véase la página 174)	REM
	Contador de horas de funcionamiento (véase la página 176)	REM
	Interruptor de valor umbral (véase la página 183)	
<b>Interruptor</b>		
	Analógico de valor umbral (véase la página 186)	
	Interruptor analógico de valor umbral diferencial (véase la página 189)	
	Comparador analógico (véase la página 193)	
	Control de valor analógico (véase la página 199)	
	Amplificador analógico (véase la página 203)	

## 5 Parametrizar LOGO!

Se entiende aquí por parametrización el ajuste de los parámetros para bloques. Puede ajustar por ejemplo los tiempos de retardo de funciones de tiempo, los tiempos de conexión de los temporizadores, el valor umbral de un contador, el intervalo de supervisión de un contador de horas de servicio y los umbrales de conexión y desconexión del interruptor de valor umbral.

Ud. puede ajustar parámetros

- . en el modo de operación "Programación" o
- . en el modo de operación "Parametrización".

En el modo de programación, el autor del programa define los parámetros.



Hemos introducido el modo de parametrización para poder modificar parámetros sin necesidad de modificar el programa. De ese modo un usuario puede p.ej. modificar parámetros sin necesidad de cambiar al modo de programación. La ventaja: el programa permanece protegido y no obstante el usuario puede adaptarlo a sus necesidades de acuerdo con las instrucciones.

## **6 Módulo de programa (Card)**

### **LOGO!**

En LOGO! sólo puede mantener un programa en la memoria. Si desea cambiar el programa o escribir un programa nuevo sin borrar el primero, debe archivarlo en algún sitio.

Una posibilidad consiste en utilizar módulos de programa (Cards).

Puede copiar el programa que está guardado en LOGO! en un módulo de programa (Card). Puede insertar el módulo de programa (Card) en otro LOGO! y copiar así el programa en otro LOGO!. El módulo de programa (Card) le permite:

- . Archivar programas
- . Reproducir programas
- . Enviar programas por correo
- . Escribir programas y probarlos en la oficina y transferirlos después a un LOGO! instalado en el armario de distribución. El volumen de suministro de LOGO! incluye una tapa de revestimiento. El módulo de programa (Card) se adquiere separado del dispositivo.

## **7 Software LOGO!**

El programa LOGO!Soft Comfort está disponible como paquete de programación para el PC. Con el software dispondrá entre otras, de las siguientes funciones:

- Elaboración offline gráfica de su programa como diagrama de escalones (esquema de contacto / esquema de corriente) o como diagrama de bloque de funciones (esquema de funciones)
- Simulación de su programa en el ordenador
- Generación e impresión de un esquema general del programa
- Almacenamiento de datos del programa en el disco duro o en otro soporte

- Comparación de programas
- Parametrización cómoda de los bloques
- Transferencia del programa
  - desde LOGO! al PC
  - del PC a LOGO!
- Lectura del contador de horas de funcionamiento
- Ajuste de la hora
- Ajuste de horario de verano e invierno
- Test Online: indicación de estados y valores actuales de

LOGO! en modo RUN:

- Estados de todas las entradas, salidas digitales, marcas, bits de registro de desplazamiento y teclas de cursor
- Valores de todas las entradas y salidas analógicas y marcas
- Resultados de todos los bloques
- Valores actuales (incluidos tiempos) de bloques seleccionados
  - . Iniciar y detener la ejecución del programa desde el PC (RUN, STOP).

## 8 Aplicaciones

### Nota

Las aplicaciones de LOGO! están a disposición de nuestros clientes de forma gratuita en Internet en

<http://www.siemens.de/logo> (vaya a “Products & solutions”, y a continuación a “Application examples”).

Los ejemplos descritos no son vinculantes y sólo pretenden servir como información general sobre las posibilidades de aplicación de LOGO!. Las soluciones específicas para cada cliente pueden variar del manual. El usuario es el responsable del funcionamiento correcto del dispositivo. Hacemos referencia a las respectivas normas vigentes en cada país y a las directrices de instalación correspondientes a cada sistema.

Reservados errores y modificaciones.

En Internet encontrará los siguientes ejemplos de aplicación (y consejos para otras aplicaciones):

- Irrigación de plantas en invernáculos
- Control de cintas transportadoras

- Control de una máquina dobladora
- Alumbrado de escaparates
- Instalación de timbres, p.ej. en una escuela
- Supervisión de aparcamientos de automóviles
- Alumbrado de exteriores
- Control de persianas
- Alumbrado exterior e interior en una casa
- Control de una centrifugadora de leche
- Alumbrado de una sala de gimnasia
- Explotación uniforme de 3 consumidores
- Control secuencial de máquinas para soldar cables de
- Interruptores escalonados, p.ej. para ventiladores
- Control secuencial de calderas de calefacción
- Control de varios pares de bombas con operación centralizada
- Dispositivos cortadores, p.ej. para mechas detonantes
- Supervisión de la duración de servicio, p.ej. en una central solar
- Conmutador de pedal inteligente, p.ej. para preseleccionar velocidades
- Control de una plataforma de elevación
- Impregnación de tejidos, activación de las cintas calentadoras y transportadoras
- Control de una instalación de carga en silo Etcétera

### **Ventajas al utilizar LOGO!**

Merece la pena utilizar LOGO!, especialmente si

- al utilizar LOGO! puede sustituir varios equipos de conmutación secundarios gracias a las funciones integradas.
- Desea ahorrar esfuerzos en el montaje y cableado, puesto que LOGO! guarda el esquema de cableado en su "cerebro".
- cuando se desee reducir el espacio ocupado por los componentes en el armario de conexiones o la caja de distribución; a veces ya es suficiente un armario de conexiones/ caja de distribución menor
- cuando se desee introducir o modificar funciones posteriormente sin tener que montar un equipo de conmutación adicional ni cambiar el cableado
- Quiere ofrecer a sus clientes nuevas funciones adicionales en las instalaciones tanto domésticas como de edificios. Ejemplos:

- Seguridad en casa: con LOGO! podrá hacer que de forma periódica se encienda una lámpara y suban o bajen las persianas mientras está de vacaciones.
- Sistema de calefacción: con LOGO! la bomba de circulación sólo funcionará cuando el agua o el calor sean realmente necesarios.
- Sistemas de refrigeración: con LOGO! puede hacer que los sistemas de refrigeración se descongelen automáticamente, con lo que se ahorran costes de energía.
- Acuarios y terrarios: Es posible alumbrarlos en función del tiempo.

Además, también puede:

- utilizar interruptores y pulsadores corrientes en el mercado, simplificándose así el montaje de los mismos en la instalación de un edificio
- conectar LOGO! directamente a una instalación doméstica, gracias a la alimentación de corriente integrada.

# MANUAL DE LAS PRINCIPALES CARACTERÍSTICAS DEL CONVERTIDOR DE FRECUENCIA

## 1. INFORMACIONES GENERALES

El propósito de este manual es suministrar las informaciones mínimas necesarias para el buen uso del CFW-09. Debido a la gran gama de funciones de este producto, es posible aplicarlo de formas diferentes a las presentadas aquí. No es la intención de este manual mostrar todas las posibilidades de aplicación del CFW-09, ni la WEG puede asumir cualesquier responsabilidades por el uso del CFW-09 no basado en este manual.

La versión de software usada en el CFW-09 es importante porque es el software que define las funciones y los parámetros de programación. La versión de software puede ser leída en el parámetro P023. El convertidor de frecuencia CFW-09 es un producto de alta performance el cual permite el control de velocidad y torque (par) de motores de inducción trifásicos. La característica central de este producto es la tecnología “Vectrue”, la cual presenta las siguientes ventajas:

- Control escalar (V/F) o control vectorial programables en el mismo producto;
- El control vectorial puede ser programado como “sensorless” (lo que significa motores Estándar, sin necesidad de Encoder) o como control vectorial con Encoder en el motor;
- El control vectorial Sensorless permite alto par (torque) y rapidez en la respuesta, mismo en velocidades muy bajas o en el arranque;
- Función “Frenado óptimo” para el control vectorial, permitiendo el frenado controlado del motor sin usar resistencia con chopper de frenado;
- Función “AutoAjuste” para el control vectorial, permitiendo el ajuste automático de los reguladores y parámetros de control a partir de la identificación (también automática) de los parámetros del motor y de la carga utilizada.

El diagrama en bloques que sigue proporciona una visión del conjunto del CFW-09:

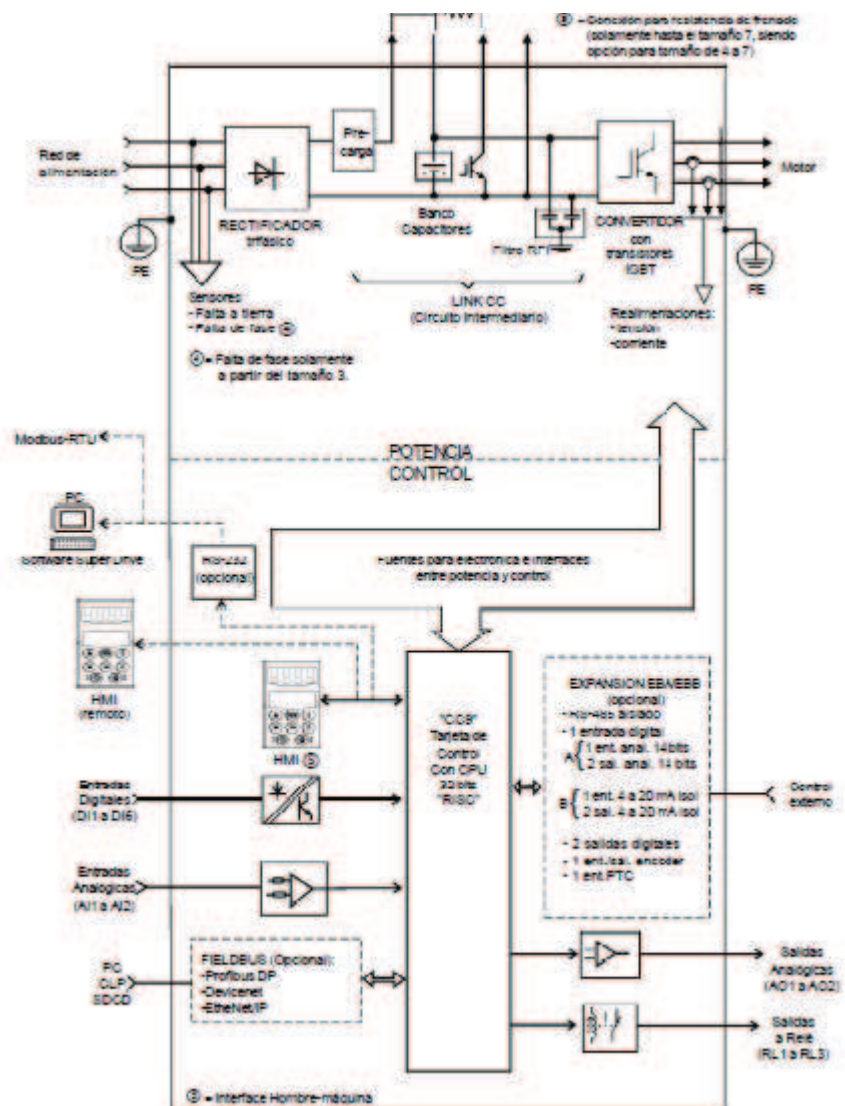


Figura 2.1 - Diagrama en bloques del CFW-09



COMO ESPECIFICAR EL MODELO DEL CFW-09:

CFW-09	0016	T	3848	S	O	Grado de protección del gabinete:	Interfase máquina (HMI):	Frenado:	Tarjetas de expansión:	Tarjetas para redes de comunicación:	Hardware especial:	Software especial:	Z
Convertidor de Frecuencia WEG Serie 09	Comiente nominal de salida para par (torque) constante: 220-230 V: 0006 - 6 A 0007 - 7 A 0010 - 10 A 0013 - 13 A 0016 - 16 A 0024 - 24 A 0028 - 28 A 0045 - 45 A 0054 - 54 A 0070 - 70 A 0086 - 86 A 0105 - 105 A 0130 - 130 A 380-480 V: 0003 - 3.6 A 0004 - 4 A 0006 - 6.5 A 0009 - 9 A 0013 - 13 A 0016 - 16 A 0024 - 24 A 0030 - 30 A 0038 - 38 A 0045 - 45 A 0060 - 60 A 0070 - 70 A 0086 - 86 A 0105 - 105 A 0142 - 142 A 0180 - 180 A 0211 - 211 A 0240 - 240 A 0312 - 312 A 0361 - 361 A 0450 - 450 A 0516 - 516 A 0500 - 600 A	Alimentación trifásica de entrada	Tensión de alimentación de entrada: 3848 - 380 a 480 V 2223 - 220 a 230 V 5060 - 500 a 600 V 6069 - 500 a 690 V 6669 - 660 a 690 V	Idioma del manual: P - portugués E - inglés S - español G - alemán F - francés R - ruso D - holandés Sw - sueco	Opcionales: G - Estándar O - con opcionales Consulte la nota descriptiva abajo	Grado de protección del gabinete: En blanco - Estándar (consulte la nota 1) N4 - NEMA 4 IP55 (Consulte el capítulo 8)	Interfase máquina (HMI): En blanco - Estándar IL - interfase con display de LED SI - sen (Consulte la nota descriptiva abajo)	Frenado: En blanco - Estándar DB - frenado reostático RG - Convertidor Regenerativo (Unidad de entrada Active Front End) (Consulte el capítulo 8)	Tarjetas de expansión: En blanco - Estándar A1 - tarjeta EBA completo B1 - tarjeta EEB completo C1 - tarjeta EBC1 completo E1 - tarjeta EBE completo P1 - PLC 1.01 P2 - PLC 2.00 (Consulte la nota descriptiva abajo) Otras configuraciones (Consulte el capítulo 8)	Tarjetas para redes de comunicación: En blanco - Estándar DN - DeviceNet PD - Profibus DP DD - Devicenet Profile EN - Ethernet/IP V1 - Profibus DP-V1	Hardware especial: En blanco - Estándar HV - sin inductor de Link CC (Solamente validado para los modelos 500-690 V y 660-690 V) HD - Alimentación por el Link CC (consulte capítulo 8) HC, HV - inductor de Link CC (consulte Capítulo 8)	Software especial: En blanco - Estándar S1 a Sn - Versión del software especial SP - Protocolo Metasys NZ	Fin del código

¡NOTA!

- Para especificaciones de corriente de salida nominal para par (torque) variable (VT) consultar capítulo 9.
- Las corrientes nominales de salida indicadas para los modelos 500-690 V solamente son válidas para alimentación en 500-600 V.
- Para especificaciones de corriente de salida nominal (CT y VT) para modelos con tensión de alimentación superior a 600 V consultar capítulo 9.

¡NOTA!

El campo opcionales (S o O) define si el CFW-09 es de la versión Estándar o si tiene opcionales. Si fuese Estándar, aquí termina el código. Colocar también siempre la letra Z al fin.  
 Por ejemplo: CFW090045T2223E5Z = Convertidor CFW-09 Estándar de 45 A entrada trifásica 220-230 V con manual en inglés.  
 Si hay opcionales, deberá ser llenados los campos correspondientes a los opcionales solicitados, en la secuencia correcta hasta el último opcional deseado, cuando entonces el código será finalizado con la letra Z. Por ejemplo, si quisieramos el producto del ejemplo anterior con la tarjeta de expansión EBA completa.  
 CFW090045T2223EOA1Z = Convertidor CFW-09 de 45 A entrada trifásica 220-230 V con manual en inglés y con tarjeta opcional EBA01.

## 2 INSTALACIÓN ELÉCTRICA

### 2.1 Terminales de Potencia y Puesta a Tierra

Los bornes de conexión de potencia pueden asumir tamaños y configuraciones diferentes dependiendo del modelo del convertidor.

Terminales:

R, S, T: Red de alimentación CA. Los modelos hasta 10 A (inclusive) en la tensión 220-230 V pueden operar en 2 fases (operación monofásica) sin reducción de la corriente nominal. La tensión de alimentación CA en este caso puede ser conectada en 2 cualesquier de los 3 terminales de entrada.

U, V, W: Conexión para el motor.

-UD: Polo negativo de la tensión del circuito intermediario (Link CC).

BR: Conexión para resistencia de frenado.

+UD: Polo positivo de la tensión del circuito intermediario (Link CC).

DCR: Conexión para inductor del Link CC externo (opcional).

PE: Tierra de protección.

### 2.2 Cableado de Potencia/Puesta a Tierra y Disyuntores

#### **¡ATENCIÓN!**

Equipamientos sensibles, como por ejemplo, PLCs, controladores de temperatura y cables de termopar, deben se quedar a una distancia mínima de 0,25m de los convertidores de frecuencia, de las reactancias LR1 y de los cables entre el convertidor y el motor.

#### **¡ATENCIÓN!**

Cuando fuera utilizado los cables flexibles para las conexiones de potencia y puesta a tierra se hace necesario usar terminales adecuados. Utilizar en el mínimo los cables y los fusibles recomendados en la tabla 3.5.



Corriente Nominal del Convertidor A/Volts		Cables de Potencia mm <sup>2</sup> (AWG/MCM)		Cables de Puesta a Tierra mm <sup>2</sup> AWG/MCM		Dim. máx. de cables para las bobinas de potencia - mm <sup>2</sup> (AWG/MCM)	Fusible ultra rápido para protección de semiconductores	I <sup>2</sup> t del fusible @25°C A <sup>2</sup> s
CT	VT	CT	VT	CT	VT			
2.0/500-600	4.2/500-600	1.5 (14)	1.5 (14)	2.5 (12)	2.5 (12)	4.0 (10)	15	450
3.0/380-480	-	1.5 (14)	-	2.5 (12)	-	4.0 (10)	15	450
4.0/380-480	-	1.5 (14)	-	2.5 (12)	-	4.0 (10)	15	450
4.2/500-600	7.0/500-600	1.5 (14)	2.5 (12)	2.5 (12)	2.5 (12)	4.0 (10)	15	450
5.5/380-480	-	1.5 (14)	-	2.5 (12)	-	4.0 (10)	25	450
6.0/220-230	-	2.5 (12)	-	2.5 (12)	-	4.0 (10)	25	450
7.0/220-230	-	2.5 (12)	-	2.5 (12)	-	4.0 (10)	25	450
7.0/500-600	10/500-600	2.5 (12)	2.5 (12)	2.5 (12)	2.5 (12)	4.0 (10)	25	450
9.0/380-480	-	2.5 (12)	-	2.5 (12)	-	4.0 (10)	25	450
10/220-230	-	2.5 (12) <sup>1</sup> 4.0 (12) <sup>2</sup>	-	2.5 (12)	-	4.0 (10)	25 <sup>1</sup> 36 <sup>2</sup>	450 450
10/600-600	12/600-600	2.5 (12)	2.5 (12)	2.5 (12)	2.5 (12)	4.0 (10)	25	450
12/600-600	14/600-600	2.5 (12)	2.5 (12)	2.5 (12)	4.0 (10)	4.0 (10)	35	600
13/220-230	-	2.5 (12)	-	2.5 (12)	-	4.0 (10)	35	600
13/380-480	-	-	-	-	-	-	-	-
14/600-600	-	2.5 (12)	-	4.0 (10)	-	4.0 (10)	35	600
16/220-230	-	2.5 (12)	-	4.0 (10)	-	4.0 (10)	35	600
16/380-480	-	-	-	-	-	-	-	-
22/600-600	27/600-600	4.0 (10)	6.0 (8)	4.0 (10)	6.0 (8)	25 (4)	50	7200
24/220-230	-	4.0 (10)	-	4.0 (10)	-	4.0 (10)	35	600
24/380-480	-	4.0 (10)	-	4.0 (10)	-	4.0 (10)	35	1250
27/600-600	32/600-600	6.0 (8)	16 (6)	6.0 (8)	16 (6)	25 (4)	50	7200
28/220-230	-	6.0 (8)	-	6.0 (8)	-	6.0 (8)	50	1250
30/380-480	36/380-480	6.0 (8)	16 (6)	6.0 (8)	16 (6)	16 (6)	50	2100
32/600-600	-	16 (6)	-	16 (6)	-	25 (4)	50	7200
36/380-480	45/380-480	16 (6)	16 (6)	16 (6)	16 (6)	25 (4)	50	7200
44/600-600	53/600-600	16 (6)	16 (6)	16 (6)	16 (6)	120 (250)	63	14400
45/220-230	-	16 (6)	16 (6)	16 (6)	16 (6)	25 (4)	63	2450
45/380-480	54/380-480	16 (6)	16 (6)	16 (6)	16 (6)	25 (4)	63	7200
53/600-600	63/600-600	25 (4)	25 (4)	16 (6)	16 (6)	120 (250)	80	14400
54/220-230	68/220-230	16 (6)	25 (4)	16 (6)	16 (6)	60 (11)	80	7200
60/380-480	70/380-480	25 (4)	25 (4)	16 (6)	16 (6)	50 (11)	80	14400
63/600-600	79/600-600	25 (4)	25 (3)	16 (6)	16 (6)	120 (250)	80	14400
70/220-230	86/220-230	25 (4)	35 (2)	16 (6)	16 (6)	50 (11)	100	14400
70/380-480	86/380-480	-	-	-	-	-	-	-
79/600-600	99/600-600	25 (3)	50 (1)	16 (6)	25 (4)	120 (250)	125	21600
86/220-230	105/220-230	35 (2)	50 (1)	16 (6)	25 (4)	50 (11)	125	14400
86/380-480	105/380-480	35 (2)	50 (1)	16 (6)	25 (4)	120 (250)	125	21600
100/660-690	127/660-690	50 (1)	70 (1/0)	25 (4)	35 (2)	150 (300)	250	320000
105/220-230	130/220-230	50 (1)	70 (1/0)	25 (4)	35 (2)	120 (250)	250	21600
105/380-480	130/380-480	-	-	-	-	-	-	-
107/500-690	147/500-690	50 (1)	70 (1/0)	25 (4)	35 (2)	150 (300)	250	320000
127/660-690	179/660-690	70 (1/0)	95 (3/0)	35 (2)	50 (1)	150 (300)	250	320000

### Fusibles de red:

- El fusible a ser utilizado en la entrada debe ser del tipo UR (Ultra Rápido) con i2t igual o menor que el indicado en la tabla 3.5, para protección de los diodos rectificadores de entrada del convertidor y del cableado.
- Opcionalmente pueden ser utilizados en la entrada fusibles normales con la corriente indicada en la tabla 3.5 para los fusibles ultrarápidos o guardamotors, proyectados para 1,2 x Corriente nominal de entrada del convertidor para CT o VT. En este caso, la instalación queda protegida contra cortocircuito, pero no los diodos del puente rectificador en la entrada del convertidor.

Eso puede llevar a daños mayores en el convertidor en el caso de cortocircuito en algún componente interno.

### 2.3 Conexiones de Potencia

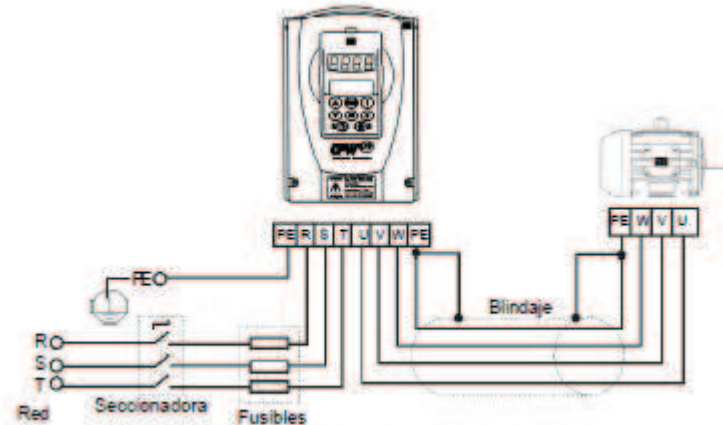


Figura 3.9 - Conexiones de potencia y puesta a tierra

### 2.4 Conexiones de Entrada

#### **¡PELIGRO!**

Prever un equipamiento para seccionamiento de la alimentación del convertidor. Este debe seccionar la red de alimentación para el convertidor cuando necesario (por ejemplo.: durante trabajos de mantenimiento).

#### **¡ATENCIÓN!**

El cable neutro de la red que alimenta el convertidor de frecuencia debe ser solidamente puesto a tierra.

Un contactor u otro dispositivo que frecuentemente seccione la alimentación del convertidor de frecuencia para arrancar y parar el motor pueden causar daños al circuito de potencia del convertidor de frecuencia. El convertidor de frecuencia es proyectado para usar las señales de control para arrancar y parar el motor. Si utilizado el dispositivo en la entrada, no se permite exceder una operación a cada 6 minutos o el convertidor de frecuencia podrá se dañar.

#### **NOTA!**

La tensión de red debe ser compatible con la tensión nominal del convertidor.

#### **Capacidad de la red de alimentación:**

El CFW-09 es apropiado para uso en un circuito capaz de proveer nomás que 30.000A(rms) simétricos (230 V/480 V/600 V/690 V).

Caso elCFW-09 sea instalado en redes con capacidad de corriente mayor que 30.000 A (rms) se hace necesario circuitos de protecciones adecuados como fusibles o como disyuntores.

#### **Inductor en el Link CC/ Reactancia de red**

La necesidad del uso de reactancia de red depende de varios factores.

Consultar el ítem 8.7 en este manual.

#### **¡NOTA!**

Capacitores de corrección del factor de potencia no son necesarios en la entrada (R, S, T) y no deben ser conectados en la salida (U, V,W).

### 2.5 Conexiones de la Salida

El convertidor posee protección electrónica de sobrecarga del motor, que debe ser ajustada de acuerdo con el motor específico. Cuando varios motores son conectados al mismo convertidor utilice relés de sobrecarga individuales para cada uno. Mantener la continuidad eléctrica del blindaje de los cables del motor.

#### **¡ATENCIÓN!**

Si una llave seccionadora o contactor son colocado en la alimentación del motor nunca los opere con el motor girando o con el convertidor habilitado.

Mantener la continuidad eléctrica del blindaje de los cables del motor.

#### **Frenado Reostático (DB)**

Para los convertidores con opción de frenado reostático la resistencia de frenado debe ser montada externamente. Dimensionar de acuerdo con la aplicación respetando la corriente máxima del circuito de frenado.

Utilizar cable trenzado para la conexión entre convertidor y resistencia.

Separar este cable de los cables de señal y control.

Si la resistencia de frenado es montada dentro del panel, considerar el calentamiento provocado por la misma en el dimensionamiento de la ventilación del tablero.

## 2.6 Conexiones de Puesta a Tierra

### **¡PELIGRO!**

Los convertidores deben ser obligatoriamente puestos a tierra tierra de protección (PE). La conexión de tierra debe seguir las normas locales.

Utilice en el mínimo el cableado con dimensiones indicadas en la tabla 3.5. Conecte a una jabalina de tierra específica o al punto de tierra general (resistencia  $\leq 10$  ohms).

### **¡PELIGRO!**

No comparta el cableado de puesta a tierra con otros equipamientos que operen con corrientes elevadas (ej.: motores de alta potencia, máquinas de soldadura, etc.). Cuando varios convertidores fuesen utilizados, observar la figura 3.10.

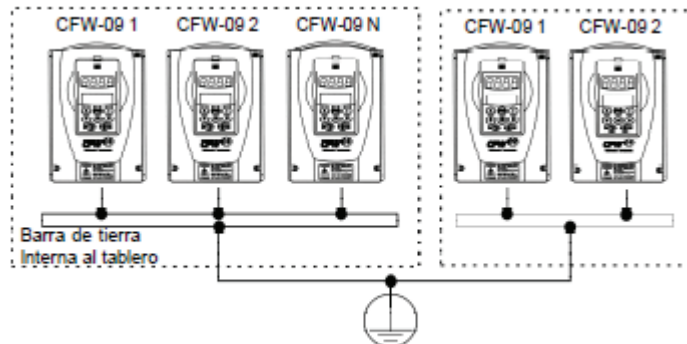


Figura 3.10 - Conexiones de puesta a tierra para más de un convertidor

## 2.7 Instalación

Para la instalación del convertidor de frecuencia de acuerdo con a Norma EN61800-3 los siguientes ítems son necesarios:

1. Los cables de salida del convertidor (cables de conexión con o motor) deben ser blindados o instalados dentro de electroductos metálicos o en callas con atenuación equivalente.

2. Los Cables de señal y de control (entradas y salidas) deben ser blindados o instalada dentro de electroductos metálicos o callas con atenuación equivalente.
3. Es indispensable seguir las recomendaciones de puesta a tierra presentadas en este manual.
4. **Para ambientes residenciales – First Environment (rede pública de baja tensión):** instale un filtro RFI (filtro de interferencia de radiofrecuencia) en la entrada del convertidor.
5. **Para ambientes industriales (Second Environment) y distribución irrestricta (EN61800-3):** instale un filtro RFI en la entrada del convertidor.

### **¡NOTA!**

La utilización de uno filtro requiere:

El blindaje de los cables debe ser firmemente conectado a la placa de montaje puesto a tierra a través de abrazaderas. El convertidor de frecuencia y o filtro RFI deben estar próximos y eléctricamente conectados uno al otro sobre una misma tarjeta de montaje. El cableado eléctrico entre los mismos debe ser lo más corto posible.

## **3. USO DEL HMI**

### *3.1 DESCRIPCIÓN DEL INTERFACE HOMBRE-MAQUINA HMI-CFW-09-LCD*

Este capítulo describe el Interface Hombre-Máquina (HMI) Estándar del convertidor y la forma de utilizarlo, dando las siguientes informaciones:

Descripción general del HMI;

Uso del HMI;

Modo de alteración de los parámetros (programación);

Descripción de las indicaciones de estado y de las señalizaciones.

El HMI Estándar del CFW-09, contiene un display de LEDs con 4 dígitos de 7 segmentos, un display de Cristal Líquido con 2 líneas de 16 caracteres alfanuméricos, 4 LEDs y 8 teclas. La figura 4.1 muestra una vista frontal del HMI e indica la ubicación de los displays y de los LEDs de estado.

**Funciones del display de LEDs:**

Muestra mensajes de error y estado (consultar Referencia Rápida de los Parámetros, Mensajes de Error y Estado), el número del parámetro o su contenido. El display derecho indica la unidad de la variable:

A corriente

U tensión

H frecuencia

Sin indicación velocidad y demás parámetros

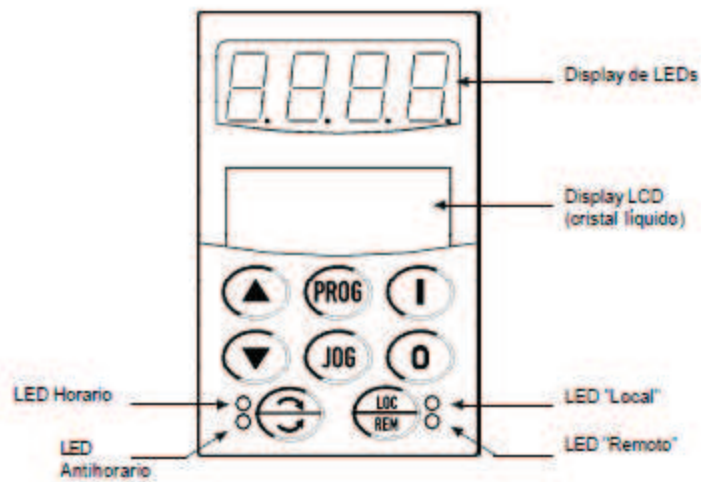


Figura 4.1 - HMI-CFW-09-LCD



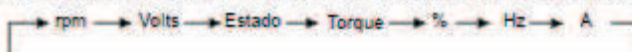


#### Funciones básicas de las teclas:

Las funciones descritas a seguir son válidas para programación Estándar de fábrica y operación en modo local. La función actual de las teclas puede variar de acuerdo con la reprogramación de los parámetros P220 a P228.



Habilita el convertidor de frecuencia via rampa (arranque). Después de la habilitación, a cada apretó, conmuta las indicaciones de acceso rápido (consulte el ítem 4.2.2 a) en el display como indicado abajo:



Deshabilita el convertidor via rampa (parada).  
Resetea el convertidor luego de la ocurrencia de errores.



Selecciona (conmuta) display entre el número del parámetro y su valor (posición/contenido).



Aumenta la velocidad, número del parámetro o valor del parámetro.



Disminuye la velocidad, número del parámetro o valor del parámetro.



Cambia el sentido de rotación del motor conmutando entre Horario y Antihorario.



Selecciona el origen de los comandos/referencia entre LOCAL o REMOTO.





Cuando presionada realiza la función JOG, (si el convertidor estuviese deshabilitado por rampa y con habilita general activado).



#### Operación de las teclas del HMI:




Las teclas a seguir (I, O) están habilitadas solamente cuando P224 = 0 en situación "Local" y/o P227 = 0 en situación "Remoto".

-  Habilita el convertidor vía rampa (motor acelera según rampa de aceleración).
-  Deshabilita el convertidor vía rampa (motor desacelera según rampa de deceleración y para).



#### ¡NOTA!

Resetea el convertidor luego de la ocurrencia de errores (siempre activo).

-  Esta función solamente es activada cuando el convertidor se encuentra deshabilitado por rampa, con habilita general activo y con la tecla programada [P225 = 1 (tecla JOG → Situación "Local") y/o P228 = 1 (tecla JOG → Situación "Remoto")]. Cuando presionada, acelera el motor según la rampa hasta el valor definido en P122 (patrón 150 rpm). Al soltar la tecla, el motor desacelera siguiendo la rampa y para. Si una Entrada Digital está programada para Habilita General (parámetros P263 al P270 = 2), a misma debe estar cerrada para que la función JOG pueda ser utilizada.
-  Cuando programado [P220 = 2 o 3], selecciona el origen de los comandos/ Referencia de Velocidad, conmutando entre "Local" y "Remoto".
-  Cuando programada P223 = 2 (tecla HMI, patrón Horario - patrón de fábrica) o 3 (tecla HMI, patrón Antihorario) → Situación LOCAL y/o P226 = 2 (tecla HMI, patrón Horario) o 3 (tecla HMI, patrón Antihorario) → Situación REMOTO], cambia el sentido de rotación del motor cada vez que es presionada.

## 4. ENERGIZACIÓN / PUESTA EN MARCHA

Este capítulo explica:

- Como verificar y preparar el convertidor antes de energizar;
- Como energizar y verificar el éxito de la energización;
- Como operar el convertidor cuando se encuentra instalado según los accionamientos típicos (consulte Instalación Eléctrica).

### 4.1 PREPARACIÓN PARA ENERGIZACIÓN

El convertidor ya debe estar instalado de acuerdo con lo mencionado en los capítulos anteriores. Mismo que el proyecto de accionamiento sea diferente de los accionamientos típicos sugeridos, los pasos siguientes también pueden ser seguidos.



## 4.2 PUESTA EN MARCHA

Este ítem describe la puesta en marcha, con operación por HMI. Cuatro tipos de control serán considerados: **V/F 60Hz**, **Vectorial Sensorless**, **Vectorial c/ Encoder** y **VVW (Voltage Vector WEG)**.

### 4.2.1 Tipo de Control V/F 60Hz Operación por HMI

El Control **V/F o escalar** es recomendado para los siguientes casos:

Accionamiento de varios motores con el mismo convertidor;

Corriente nominal del motor es menor que 1/3 de la corriente nominal del convertidor;

El convertidor, para propósito de pruebas, es conectado sin motor.

El control escalar también puede ser utilizado en aplicaciones que no exijan respuesta dinámica rápida, precisión en la regulación de velocidad o alto par (torque) de arranque (el error de velocidad será función del deslizamiento del motor; caso se programe el parámetro **P138** - deslizamiento nominal - entonces puede se conseguir precisión de hasta 1% en la velocidad con control escalar y con variación de carga).

## 5. DESCRIPCIÓN DE LOS PARÁMETROS

Parámetro	Descripción	Rango de Valores	Ajuste de Fábrica	Unidad	Ajuste del Usuario	Pág.
P000	Acceso Parámetro	0 a 999	0	-		117
<b>PARÁMETROS DE LECTURA</b>		<b>P001 a P099</b>				
P001	Referencia de Velocidad	0.0 a P134		rpm		117
P002	Velocidad del Motor	0.0 a P134		rpm		117
P003	Corriente del Motor	0.0 a 2600		A (rms)		118
P004	Tensión del Link CC	0.0 a 1235		V		118
P005	Frecuencia del Motor	0.0 a 1020		Hz		118
P006	Estado del Convertidor	rdy run Sub Exy		-		118
P007	Tensión de Salida	0 a 600		V		118
P009	Par (Torque) en el Motor	0.0 a 150.0		%		118
P010	Potencia de Salida	0.0 a 3276		kW		118
P012	Estado DI1 a DI6	0 = Inactiva 1 = Activa		-		119
P013	Estado DO1, DO2, RL1, RL2 y RL3	0 = Inactiva 1 = Activa		-		119
P014	Último Error	0 a 71		-		120
P015	Segundo Error	0 a 71		-		120
P016	Tercero Error	0 a 71		-		120
P017	Cuarto Error	0 a 71		-		120
P018	Valor AI1	-100 a +100		%		120
P019	Valor AI2	-100 a +100		%		120
P020	Valor AI3	-100 a +100		%		120
P021	Valor AI4	-100 a +100		%		120
P022	Para Uso de la WEG	-		-		120
P023	Versión de Software	V4.0X		-		120
P024	Valor del A/D AI4	-32768 a +32767		-		120
P025	Valor del A/D Iv	0 a 1023		-		120
P026	Valor del A/D Iw	0 a 1023		-		120
P027	Valor de AO1	0.0 a 100		%		121
P028	Valor de AO2	0.0 a 100		%		121
P029	Valor de AO3	-100 a +100		%		121
P030	Valor de AO4	-100 a +100		%		121
P040	Variable de Proceso (PID)	0 a 100		%		121
P042	Horas Energizado	0 a 65565		h		121
P043	Horas Habilitado	0 a 6553.5		h		121
P044	Contador kWh	0 a 65535		kWh		121
P060	Quinto Error	0 a 71		-		122
P061	Sexto Error	0 a 71		-		122

Parámetro	Descripción	Rango de Valores	Ajuste de Fábrica	Unidad	Ajuste del Usuario	Pág.
P062	Séptimo Error	0 a 71		-		122
P063	Octavo Error	0 a 71		-		122
P064	Noveno Error	0 a 71		-		122
P065	Décimo Error	0 a 71		-		122
P070	Corriente del Motor y Velocidad	0 a 2600 0 a P134		A (rms) rpm		122
P071	Comando Lógico	0 a 65535		-		122
P072	Referencia de Velocidad via Fieldbus	0 a 65535		-		122
<b>PARÁMETROS DE REGULACIÓN</b>		<b>P100 a P199</b>				
<b>Rampas</b>						
P100	Tiempo de Aceleración	0.0 a 999	20.0	s		122
P101	Tiempo de Deceleración	0.0 a 999	20.0	s		122
P102	Tiempo de Aceleración 2ª Rampa	0.0 a 999	20.0	s		123
P103	Tiempo de Deceleración 2ª Rampa	0.0 a 999	20.0	s		123
P104	Rampa S	0 = Inactiva 1 = 50 % 2 = 100 %	0 = Inactiva	-		123
<b>Referencias Velocidad</b>						
P120	Backup de la Referencia de Velocidad	0 = Inactivo 1 = Activo	1 = Activo	-		123
P121	Referencia Tecla	P133 a P134	90	rpm		123
P122 <sup>(RM)</sup>	Referencia JOG o JOG+	0 a P134	150 (125)	rpm		124
P123 <sup>(RM)</sup>	Referencia JOG-	0 a P134	150 (125)	rpm		124
P124 <sup>(RM)</sup>	Referencia 1 Multispeed	P133 a P134	90 (75)	rpm		124
P125 <sup>(RM)</sup>	Referencia 2 Multispeed	P133 a P134	300 (250)	rpm		124
P126 <sup>(RM)</sup>	Referencia 3 Multispeed	P133 a P134	600 (500)	rpm		124
P127 <sup>(RM)</sup>	Referencia 4 Multispeed	P133 a P134	900 (750)	rpm		125
P128 <sup>(RM)</sup>	Referencia 5 Multispeed	P133 a P134	1200 (1000)	rpm		125
P129 <sup>(RM)</sup>	Referencia 6 Multispeed	P133 a P134	1500 (1250)	rpm		125
P130 <sup>(RM)</sup>	Referencia 7 Multispeed	P133 a P134	1800 (1500)	rpm		125
P131 <sup>(RM)</sup>	Referencia 8 Multispeed	P133 a P134	1650 (1375)	rpm		125
<b>Límites de Velocidad</b>						
P132 <sup>(M)</sup>	Nivel Máximo de Sobrevelocidad	(0 a 99) x P134 100 = Deshabilitada	10	%		126
P133 <sup>(RM)</sup>	Referencia de Velocidad Mínima	0 a (P134-1)	90 (75)	rpm		126
P134 <sup>(RM)</sup>	Referencia de Velocidad Máxima	(P133+1) a (3.4 x P402)	1800 (1500)	rpm		126
<b>Control I/F</b>						
P135 <sup>(M)</sup>	Velocidad de Actuación del Control I/F	0 a 90	18	rpm		126
P136 <sup>(M)</sup>	Referencia de Corriente (I*) para Control I/F	0 = Imr 1 = 1.11x Imr 2 = 1.22x Imr 3 = 1.33x Imr 4 = 1.44x Imr 5 = 1.55x Imr 6 = 1.66x Imr 7 = 1.77x Imr	1 = 1.11x Imr	-		127

Control V/F						
P136 <sup>(1)</sup>	Boost de Par (Torque) Manual	0 a 9	1	-		127
P137	Boost de Par (Torque) Automático	0.00 a 1.00	0.00	-		128
P138	Deslizamiento Nominal	-10.0 a +10.0	0.00	%		129
P139	Filtro de la Corriente de Salida	0.0 a 15.00	1.00	s		130
P140	Tiempo de Acomodación	0.0 a 10.0	0.0	s		130
P141	Velocidad de Acomodación	0 a 300	90	rpm		130
V/F Ajustable						
P142 <sup>(1)</sup>	Tensión Máxima	0.0 a 100.0	100.0	%		130
P143 <sup>(1)</sup>	Tensión Intermediana	0.0 a 100.0	50.0	%		130
P144 <sup>(1)</sup>	Tensión en 3 Hz	0.0 a 100.0	8.0	%		130
P145 <sup>(1)</sup>	Velocidad de Inicio del Debilitamiento de Campo	P133 (>90) a P134	1800	rpm		131
P146 <sup>(1)</sup>	Velocidad Intermediana	90 a P145	900	rpm		131
Control de la Tensión del Link CC						
P160 <sup>(1)</sup>	Modo de Regulación de la Tensión CC	0 = Con Pérdidas 1 = Sin Pérdidas 2 = Habilita/Deshabilita via D13 a D18	1 = Sin Pérdidas	-		131
P161 <sup>(RM)</sup>	Nivel de Actuación de la regulación de la Tensión del Link CC (Control V/F / Control Vectorial con Frenado Óptimo)	339 a 400 (P296 = 0) 585 a 800 (P296 = 1) 616 a 800 (P296 = 2) 678 a 800 (P296 = 3) 739 a 800 (P296 = 4) 809 a 1000 (P296 = 5) 885 a 1000 (P296 = 6) 924 a 1000 (P296 = 7) 1063 a 1200 (P296 = 8)	400 800 800 800 800 1000 1000 1000 1200	V		132 y 134
P162	Ganancia Proporcional	0.00 a 9.99	0.00	-		135
P163 <sup>(1)</sup>	Nivel del Frenado Resistivo	339 a 400 (P296 = 0) 585 a 800 (P296 = 1) 616 a 800 (P296 = 2) 678 a 800 (P296 = 3) 739 a 800 (P296 = 4) 809 a 1000 (P296 = 5) 885 a 1000 (P296 = 6) 924 a 1000 (P296 = 7) 1063 a 1200 (P296 = 8)	375 618 675 748 780 893 972 972 1174	V		136
P164	Resistencia de Frenado	0.0 a 900	0.0	Ω		137
P166	Potencia Permitida en la Resistencia	0.00 a 990	2.60	kW		137
Límites Corriente						
P166 <sup>(RM/1)</sup>	Corriente Sobrecarga 100 %	P157 a (1.3xP295)	1.1xP401	A		137
P167 <sup>(RM)</sup>	Corriente Sobrecarga 50 %	P156 a P158	0.9xP401	A		137
P168 <sup>(RM)</sup>	Corriente Sobrecarga 5 %	(0.2xP295) a P157	0.55xP401	A		137
Reglaje de Velocidad						
P160 <sup>(1)</sup>	Tipo de Control del Regulador de Velocidad	0 = Normal 1 = Detenido	0 = Normal	-		139
P161 <sup>(1)</sup>	Ganancia Proporcional	0.0 a 63.9	7.4	-		140
P162 <sup>(1)</sup>	Ganancia Integral	0.000 a 9.999	0.025	-		140



Parámetro	Descripción	Rango de Valores	Valor de Fábrica	Unidad	Usuario	Pág.
<b>Reglaje de Corriente</b>						
P167 <sup>(R)</sup>	Gainancia Proporcional	0.00 a 1.99	0.5	-		142
P168 <sup>(R)</sup>	Gainancia Integral	0.000 a 1.999	0.010	-		142
P169 <sup>(RM)</sup>	Máxima Corriente de Salida (V/F)	(0.2xP295) a (1.8xP295)	1.5xP295	A		142
P169 <sup>(R)</sup>	Máxima Corriente de Par (Torque) Horario (Vectorial)	0 a 180	125	%		143
P170	Máxima Corriente de Par (Torque) Antihorario (Vectorial)	0 a 180	125	%		143
P171	Máxima Corriente de Par (Torque) en la Velocidad Máxima (P134)	0 a 180	125	%		144
P172	Máxima Corriente de Par (Torque) Antihorario en la Velocidad Máxima (P134)	0 a 180	125	%		144
P175	Tipo de Curva del Par (Torque) Máximo	0 = Rampa 1 = Grado	0 = Rampa	-		144
<b>Reglaje de Flujo</b>						
P176 <sup>(R)</sup>	Gainancia Proporcional	0.0 a 9.9	2.0	-		144
P176 <sup>(R)</sup>	Gainancia Integral	0.000 a 9.999	0.020	-		144
P177	Flujo Mínimo	0 a 120	0	%		145
P178	Flujo Nominal	0 a 120	100	%		145
P179	Flujo Máximo	0 a 120	120	%		145
P180	Punto Debilitamiento Campo	0 a 120	95	%		145
P181 <sup>(R)</sup>	Modo de Magnetización	0 = Habilita General 1 = Giro/Para	0 = Habilita General	-		145
<b>PARÁMETROS DE CONFIGURACIÓN</b>		<b>P200 a P999</b>				
<b>Parámetros Generales</b>						
P200	La Contraseña	0 = Inactiva 1 = Activa	1 = Activa	-		145
P201 <sup>(R)</sup>	Selección del idioma	0 = Portugués 1 = Inglés 2 = Español 3 = Alemán	0, 1, 2, 3	-		145
P202 <sup>(RM)</sup>	Tipo de Control	0 = V/F 60 Hz 1 = V/F 50 Hz 2 = V/F Ajustable 3 = Vectorial Sensorless 4 = Vectorial con Encoder 5 = V/VW (Voltaje vector WEG)	0 (1)	-		145
P203 <sup>(R)</sup>	Selección de Funciones Especiales	0 = Ninguna 1 = Regulador PID	0 = Ninguna	-		145
P204 <sup>(RM)</sup>	Carga/Guarda Parámetros	0 = Sin Función 1 = Sin Función 2 = Sin Función 3 = Reset P043 4 = Reset P044 5 = Carga WEG - 60 Hz 6 = Carga WEG - 50 Hz 7 = Carga Usuario 1 8 = Carga Usuario 2	0 = Sin función	-		147

Parámetro	Descripción	Rango de Valores	Ajuste de Fábrica	Unidad	Ajuste del Usuario	Pág.
P206	Selección Parámetro Lectura	0 = P005 1 = P003 2 = P002 3 = P007 4 = P006 5 = P009 6 = P070 7 = P040	2 = P002	-		148
P206	Tiempo Auto Reset	0 a 255	0	s		148
P207	Unidad Ingeniería de la Referencia 1	32 a 127 (ASCII) A, B, ..., Y, Z 0, 1, ..., 9 #, \$, %, /, \, ^, *, ...	114 = r	-		149
P208 (HMI)	Factor de Escala de la Referencia	1 a 18000	1800 (1500)	-		149
P209	Detección de Falta de Fase en el Motor	0 = Inactiva 1 = Activa	0 = Inactiva	-		150
P210	Punto Decimal de la Referencia	0 a 3	0	-		150
P211 (H)	Bloqueo por N = 0	0 = Inactivo 1 = Activo	0 = Inactivo	-		150
P212	Condición para Salida de Bloqueo por N = 0	0 = N' o N < P291 1 = N' > P291	0 = N' o N < P291	-		151
P213	Tiempo con Velocidad Nula	0 a 999	0	s		151
P214 (HMI)	Detección de Falta de Fase en la Red	0 = Inactiva 1 = Activa	1 = Activa	-		151
P216 (H)	Función Copy	0 = Inactiva 1 = CONV → HMI 2 = HMI → CONV	0 = Inactiva	-		152
P216	Unidad de Ingeniería de la Referencia 2	32 a 127 (ASCII) A, B, ..., Y, Z 0, 1, ..., 9 #, \$, %, /, \, ^, *, ...	112 = p	-		153
P217	Unidad de Ingeniería de la Referencia 3	32 a 127 (ASCII) A, B, ..., Y, Z 0, 1, ..., 9 #, \$, %, /, \, ^, *, ...	109 = m	-		153
P218	Ajuste del Contraste del Display LCD	0 a 150	127	-		154
<b>Definición Local/Remoto</b>						
P220 (H)	Selección Local/Remoto	0 = Local 1 = Remoto 2 = HMI (L) 3 = HMI (R) 4 = DI2 a DI8 5 = Serie (L) 6 = Serie (R) 7 = Fieldbus (L) 8 = Fieldbus (R) 9 = PLC (L) 10 = PLC (R)	2 = HMI (L)	-		154
P221 (H)	Selección Referencia Local	0 = HMI (teclas) 1 = AI1 2 = AI2 3 = AI3 4 = AI4	0 = HMI (teclas)	-		154

Parámetro	Descripción	Rango de Valores	Ajuste de Fábrica	Unidad	Ajuste del Usuario	Pág.
		5 = Suma AI > 0 6 = Suma AI 7 = E.P. 8 = Multispeed 9 = Serie 10 = Fieldbus 11 = PLC				
P222 <sup>(H)</sup>	Selección Referencia Remoto	0 = HMI (teclas) 1 = AI1 2 = AI2 3 = AI3 4 = AI4 5 = Suma AI > 0 6 = Suma AI 7 = E.P. 8 = Multispeed 9 = Serie 10 = Fieldbus 11 = PLC	1 = AI1	-		154
P223 <sup>(H)</sup>	Selección Giro Local	0 = Horario 1 = Antihorario 2 = HMI (H) 3 = HMI (AH) 4 = DI2 5 = Serie (H) 6 = Serie (AH) 7 = Fieldbus (H) 8 = Fieldbus (AH) 9 = Polaridad AI4 10 = PLC (H) 11 = PLC (AH)	2 = HMI (H)	-		155
P224 <sup>(H)</sup>	Selección Giro/Para Local	0 = Teclas [I] y [O] 1 = DI2 2 = Serie 3 = Fieldbus 4 = PLC	0 = Teclas [I] y [O]	-		155
P225 <sup>(H)</sup>	Selección JOG Local	0 = Inactivo 1 = HMI 2 = DI3 a DI8 3 = Serie 4 = Fieldbus 5 = PLC	1 = HMI	-		155
P226 <sup>(H)</sup>	Selección Giro Remoto	0 = Horario 1 = Antihorario 2 = HMI (H) 3 = HMI (AH) 4 = DI2 5 = Serie (H) 6 = Serie (AH) 7 = Fieldbus (H) 8 = Fieldbus (AH) 9 = Polaridad AI4 10 = PLC (H)	4 = DI2	-		155

Parámetro	Descripción	Rango de Valores	Ajuste de Fábrica	Unidad	Ajuste del Usuario	Pág.
P227 <sup>(R)</sup>	Selección Gira/Para Remoto	0 = Teclas [I] y [O] 1 = Dix 2 = Serie 3 = Fieldbus 4 = PLC	1 = Dix	-		166
P228 <sup>(R)</sup>	Selección JOG Remoto	0 = Inactivo 1 = HMI 2 = DI3 a DI8 3 = Serie 4 = Fieldbus 5 = PLC	2 = DI3 a DI8	-		166
<b>Definición del Modo de Parada</b>						
P232 <sup>(R)</sup>	Selección del Modo de Parada	0 = Parada por Rampa 1 = Parada por Inercia 2 = Parada Rápida	0 = Parada por Rampa	-		162
<b>Entradas Analógicas</b>						
P238	Zona Muerta A1x	0 = Inactiva 1 = Activa	0 = Inactiva	-		162
P234	Ganancia Entrada A11	0.000 a 9.999	1.000	-		163
P236 <sup>(R)</sup>	Señal Entrada A11	0 = (0 a 10) V/(0 a 20) mA 1 = (4 a 20) mA 2 = (10 a 0) V/(20 a 0) mA 3 = (20 a 4) mA	0 = (0 a 10) V/ (0 a 20) mA	-		164
P238	Offset Entrada A11	-100.0 a +100.0	0.0	%		164
P237 <sup>(R)</sup>	Función de la Entrada A12	0 = P221/P222 1 = N° sin Rampa 2 = Máxima Corriente de Par (Torque) 3 = Variable Proceso PID 4 = Máxima Corriente de Par (Torque) A12 + A11	0 = P221/P222	-		164
P238	Ganancia Entrada A12	0.000 a 9.999	1.000	-		165
P238 <sup>(R)</sup>	Señal Entrada A12	0 = (0 a 10) V/(0 a 20) mA 1 = (4 a 20) mA 2 = (10 a 0) V/(20 a 0) mA 3 = (20 a 4) mA	0 = (0 a 10) V/ (0 a 20) mA	-		166
P240	Offset Entrada A12	-100.0 a +100.0	0.0	%		166
P241 <sup>(R)</sup>	Función de la Entrada A13 (Usar tarjeta de expansión EBB)	0 = P221/P222 1 = N° sin rampa 2 = Máxima Corriente de Par (Torque) 3 = Variable Proceso PID 4 = Máxima Corriente de Par (Torque) A13 + A12	0 = P221/P222	-		166
P242	Ganancia de la Entrada A13	0.000 a 9.999	1.000	-		167
P243 <sup>(R)</sup>	Señal de la Entrada A13 (Usar tarjeta de expansión EBB)	0 = (0 a 10) V/(0 a 20) mA 1 = (4 a 20) mA 2 = (10 a 0) V/(20 a 0) mA 3 = (20 a 4) mA	0 = (0 a 10) V/ (0 a 20) mA	-		167
P244	Offset de la Entrada A13	-100.0 a +100.0	0.0	%		167
P245	Ganancia de la Entrada A14	0.000 a 9.999	1.000	-		167



Parámetro	Descripción	Rango de Valores	Ajuste de Fábrica	Unidad	Ajuste del Usuario	Pág.
		7 = Corriente Activa (V/F) 8 = Potencia 9 = Referencia PID 10 = Corriente de Par (Torque) Positiva 11 = Par (Torque) en el Motor 12 = PLC 13 = Sin Función 14 = Tensión de Salida 15 a 63 = Uso exclusivo WEG				
P266	Gainancia Salida AO3	0.000 a 9.999	1.000	-		169
P267	Función Salida AO4 (Usar tarjeta de expansión EBA)	0 = Referencia Velocidad 1 = Referencia Total 2 = Velocidad Real 3 = Referencia de Corriente de Par (Torque) 4 = Corriente de Par (Torque) 5 = Corriente Salida 6 = Variable Proceso PID 7 = Corriente Activa (V/F) 8 = Potencia 9 = Referencia PID 10 = Corriente de Par (Torque) Positiva 11 = Par (Torque) en el Motor 13 = Sin Función 14 = Tensión de Salida 15 a 63 = Uso exclusivo WEG	6 = Corriente Salida	-		169
P268	Gainancia Salida AO4	0.000 a 9.999	1.000	-		169
P269	Zona Muerta para indicación de velocidad	0 a F134	1000	rpm		171
<b>Entradas Digitales</b>						
P263 <sup>(1)</sup>	Función Entrada DI1	0 = Sin Función 1 = Giro/Paro 2 = Habilita General 3 = Parada Rápida	1 = Giro/Paro	-		171
P264 <sup>(1)</sup>	Función Entrada DI2	0 = Sentido Giro 1 = Local/Remoto 2 = Sin Función 3 = Sin Función 4 = Sin Función 5 = Sin Función 6 = Sin Función 7 = Sin Función 8 = Retomo	0 = Sentido Giro	-		171
P265 <sup>(1)(2)</sup>	Función Entrada DI3	0 = Sin Función 1 = Local/Remoto 2 = Habilita General 3 = JOG 4 = Sin Emor Externo 5 = Acelera E.P.	0 = Sin Función	-		171

Parámetro	Descripción	Rango de Valores	Ajuste de Fábrica	Unidad	Ajuste del Usuario	Pág.
		8 = Avance 9 = Velocidad/Par (Torque) 10 = JOG+ 11 = JOG- 12 = Reset 13 = Fieldbus 14 = Start (3 cables) 15 = Man/Auto 16 = Sin Función 17 = Deshabilita Flying Start 18 = Regulador Tensión CC 19 = Bloqueo de Parametrización 20 = Carga Usuario 21 = Temporizador (RL2) 22 = Temporizador (RL3)				
P288 <sup>(1)</sup>	Función Entrada DI4	0 = Sin Función 1 = Local/ Remoto 2 = Habilita General 3 = JOG 4 = Sin Error Externo 5 = Decelera E.P. 6 = 2ª Rampa 7 = Multispeed (MS0) 8 = Retorno 9 = Velocidad/Par (Torque) 10 = JOG+ 11 = JOG- 12 = Reset 13 = Fieldbus 14 = Stop (3 cables) 15 = Man/Auto 16 = Sin Función 17 = Deshabilita Flying Start 18 = Regulador Tensión CC 19 = Bloqueo de Parametrización 20 = Carga Usuario 21 = Temporizador (RL2) 22 = Temporizador (RL3)	0 = Sin Función	-		171
P287 <sup>(1)</sup>	Función Entrada DI5	0 = Sin Función 1 = Local/ Remoto 2 = Habilita General 3 = JOG 4 = Sin Error Externo 5 = Acelera E.P. 6 = 2ª Rampa 7 = Multispeed (MS1) 8 = Parada Rápida	3 = JOG	-		171

Parámetro	Descripción	Rango de Valores	Ajuste de Fábrica	Unidad	Ajuste del Usuario	Pág.
P266 <sup>(M)</sup>	Tensión Nominal de la Red de Alimentación (Tensión de Entrada Nominal)	0 = 220 V - 230 V 1 = 380 V 2 = 400 V - 415 V 3 = 440 V - 460 V 4 = 480 V 5 = 500 V - 525 V 6 = 550 V - 575 V 7 = 600 V 8 = 660 V - 690 V	0 = Para modelos 220 V - 230 V 3 = Para modelos 380 V - 480 V 6 = Para modelos 500 V - 600 V y 8 = Para modelos 660 V - 690 V	(Atención!) Hacer este ajuste consulte ítem 3.2.3		194
P267 <sup>(M)</sup>	Frecuencia de Conmutación	0 = 1.25 1 = 2.5 2 = 5.0 3 = 10.0	2 = 5.0	KHz		194
<b>Frenado CC</b>						
P300	Tiempo de Frenado CC en la Parada	0.0 a 15.0	0.0	s		195
P301	Velocidad de Inicio	0 a 450	30	rpm		195
P302	Tensión CC Frenado	0.0 a 10.0	2.0	%		197
<b>Rechazo de Velocidad</b>						
P303	Velocidad Rechazada 1	F133 a F134	500	rpm		197
P304	Velocidad Rechazada 2	F133 a F134	500	rpm		197
P305	Velocidad Rechazada 3	F133 a F134	1200	rpm		197
P306	Rango Rechazado	0 a 750	0	rpm		197
<b>Comunicación Serie</b>						
P308 <sup>(M)</sup>	Dirección Convertidor	1 a 30	1	-		197
P309 <sup>(M)</sup>	Fieldbus	0 = Inactivo 1 = Profibus DP/DP-V1.2 I/O 2 = Profibus DP/DP-V1.4 I/O 3 = Profibus DP/DP-V1.6 I/O 4 = DeviceNet 2 I/O 5 = DeviceNet 4 I/O 6 = DeviceNet 5 I/O 7 = Ethernet IP 2 I/O 8 = Ethernet IP 4 I/O 9 = Ethernet IP 6 I/O 10 = DeviceNet Drive Profile	0 = Inactivo	-		197
P310 <sup>(M)</sup>	Detección de STOP en Red Profibus	0 = Inactivo 1 = Activo	0 = Inactivo			198
P312 <sup>(M)</sup>	Tipo de Protocolo Serial	0 = Protocolo WBUS 1 = Modbus-RTU, 9600 bps, sin paridad 2 = Modbus-RTU, 9600 bps, paridad impar 3 = Modbus-RTU, 9600 bps, paridad par 4 = Modbus-RTU, 19200 bps, sin paridad 5 = Modbus-RTU, 19200 bps, paridad impar 6 = Modbus-RTU, 19200 bps, paridad par 7 = Modbus-RTU, 38400 bps	0 = Protocolo WEG	-		198

# ANEXO 4

## MÓDULO DE AIRE ACONDICIONADO

### Información General

Las unidades ECO 82 S, son los generadores de aire acondicionado, en sí misma, adecuada para el suministro de aire con los parámetros requeridos de la temperatura y la humedad.

Los resultados de una unidad de diseño innovador, utilizando la masa hecha de componentes para la industria del automóvil, esta concepción las hace particularmente adecuadas para carga y descarga y manipulación de máquinas industriales, en lugar de las unidades de aire estándar utilizado en edificios civiles, a menudo demasiado frágil.

### Datos técnicos

- Aprox. H medidas de 600 x W 650 x D 1000 mm.
- Suministro de aire refrigerado por 600 mc / h
- La capacidad nominal de refrigeración 5000 W
- Flujo de aire, a través de la unidad de condensación 2500 mclh
- Tipo de refrigerante HFC 134
- Cantidad de llenado de líquido refrigerante 16 N
- Tipo de POLIESTER de aceite lubricante
- Cantidad de llenado de aceite de 1250cc
- 3KW capacidad de calefacción
- Impuesto de rango, como refrigerador 20 50 ° C
- La alimentación eléctrica principal 400V/3/50hz
- Tensión auxiliar 230V/50Hz
- Ref. dibujo ECO 82 S
- Manejar con cuidado, evitando golpes fuertes,
- Mantener la unidad de acondicionamiento en su base de pie en posición correcta, hasta que a la final instalación, nunca a su vez en el lado o boca abajo.
- Evitar almacenar el motor en lugares húmedos o con polvo, la temperatura no debe excede 750 C o -150 C.

## En instalación de la tarjeta

### Modelo para la cabina del operador

- Se sugiere la siguiente secuencia, que se refiere a la elaboración de ECO 82 S.
- Predisponer una plataforma, con espacio adecuado para el mantenimiento, sobre la cabina del conductor y no más lejos de aquél, de 2 +4 m., Si una unidad de 3F pressuration se requiere, la plataforma debe incluir esta unidad también,
- Resolver y fijar el marco que contiene el tanque de agua de la condensación, el punto D.
- La conexión de las bridas premontaje en la unidad ECO 82 S.
- La casa de la unidad ECO 82 S en la posición y fijarlo con seguridad.
- Conectar las mangueras flexibles, punto 34, por las bandas estrechas, a las bridas pre ensamblados en la cabina del operador y en virtud de la ECO 82 S unidad, revise las conexiones de derecho entre la entrada y salida de la boca de la cabina y de la unidad t11e, respectivamente.

### ADVERTENCIA

- Conectar las mangueras flexibles, punto 34, para la succión y la entrega después de la firma flechas en la parte delantera del aire acondicionado.
- La casa del tanque de condensado, el punto D, y conecte el tubo de desagüe, el tema 35.
- Instalar el panel de control dentro de la cabina del operador y el cable eléctrico a hte cuadro de distribución de la unidad ECO 82 S, según el diagrama, hoja 5-6.
- Conectar el interruptor principal del acondicionador a la fuente principal de la grúa. Asegúrese de que la tensión es la misma que la indicada en la placa.

## Instrucciones de uso

### Primera puesta en marcha

- Modelo para la cabina del operador.
- Para comprobar la instalación correcta, tanto mecánicos como eléctricos, de acuerdo a los planos e instrucciones.
- Verificación de tensión de la red correspondiente, de acuerdo la placa de identificación de la unidad.
- Encender el interruptor principal, el tema 27, en la unidad de acondicionador.
- Ajuste el termostato, el tema 15, dentro de la cabina del operador, a 20 ° C aproximadamente.
- Interruptor en posición 1) el selector, el tema 26, el ventilador funcionará.
- Comprobación de la luz de la lámpara en blanco, y si la lámpara no se enciende-on, revertir la alimentación principal conexiones a la centralita acondicionado y reinicie, ahora la luz blanca se iluminará.

### Servicio regular

- Aireación por el ventilador.
- Establecer el lector en sí, el tema 26, en el panel de control en la cabina del operador, sobre la posición clockwise o hacia la izquierda 1), el ventilador arranca, toma de corriente de no aire acondicionado.
- Luz blanca se enciende-on.

## AIRE ACONDICIONADO TIPO UNIDAD ECO 82 S

### Mantenimiento manual

#### Tabla de contenidos.

1. Información general.
2. Instrucciones de mantenimiento.
3. Averías y posibles soluciones.
4. Piezas de repuesto.

**MANNESMANN DEMATICAG**

Manual de instrucciones y mantenimiento de grúas y montacargas  
datos: 98/07 pág.: 02 de 06

1. Información general.

Por favor refiérase a la misma partida del manual de instrucciones

Las unidades ECO 82 S, no requieren operaciones de mantenimiento que, en razón de sus características siguientes:

- Todas las piezas giratorias son apoyados por los rodamientos de la vida.
- El sello de la vida del compresor no requiere adición o cambio de aceite.
- El circuito de refrigeración sellado no requiere la adición de más frío.

Los artículos siguientes se muestran las operaciones necesarias:

**2.1. Filtro de aire**

Un filtro de polvo puede dar los siguientes problemas:

- Caída de la eficiencia de la unidad.
- Disparo del interruptor de presión baja.
- La distribución posible de la unidad.

Con qué frecuencia el filtro tiene que ser limpiado, depende de la dustness del medio ambiente., Es, por lo tanto, recomienda limpiar con frecuencia el filtro, por un disparo de aire de baja presión, en la dirección opuesta de la flow normal. Reemplace el filtro si está dañado.

**MANNESMANN DEMATIC AG**

Datos: 98/07 pág.: 03 de 06

**2.2. Intercambiador de condensación**

La obstrucción del intercambiador de condensador, los cortes hacia abajo su eficiencia, sino que debe, por tanto, ser revisado y limpiado a intervalos regulares de tiempo, por disparo de aire comprimido desde el exterior hacia el interior de la unidad, a través de la rejilla shelting.

**2.3. Tanque de condensad**



El condensado progresivamente se llena el tanque, el tema 37, que debe ser periódicamente vaciado.

## 2.4. Operaciones de mantenimiento

### ACONDICIONAMIENTO DE LA UNIDAD

maintenance operations for:					code	
CONDITIONING UNIT					ECO 82 S	
parts to be checked				q. ty.	maintenance operations and tests:	f. cy
M/U	M/P	ITEM	DESCRIPTION	nr.		
	X	33	air filter	1	dedusting	50
	X	D	condensate tank	1	emptyng	50
	X	1	condensing exchanger	1	declogging	200

Partes que deben controlarse. F.cy maintenance

M / U M / P DESCRIPCIÓN DE ARTÍCULO Cant

nr. operaciones y pruebas: h.s

X 33 1 filtro de aire

1 OE 1 desempolvamiento

X D tanque de condensado emptyng SO

X 1 intercambiador de condensación declogging 200

### MANNESMANN DEMATIC AG

El compresor no se pone en marcha

El motor del ventilador, no se inicia

Se inicia el ventilador, pero el compresor no arranca

El compresor funciona en ciclo corto

El compresor se detiene

La falta de suministro eléctrico principal

Fusibles unproperly insertado o interrumpido

Disparo del relé de sobrecarga

La falta de suministro eléctrico

Temperatura ambiente por debajo de la posición del termostato

La falta de refrigerante

La falta de aire de enfriamiento en el intercambiador de refrigerante

La falta de refrigerante

Ajuste el relé, hasta que se abre 10 a 30 segundos después del cierre de una etapa

Configuración de bajar el termostato

Vuelva a llenar el refrigerante

Compruebe el funcionamiento correcto del ventilador y si hay obstrucciones en el flujo de aire

Compruebe si hay pérdidas, repararlos y volver a llenar el refrigerante

### **MANNESMANN DEMATIC AG**

Manual de instrucciones y mantenimiento de grúas y montacargas

Datos: 98/07 pág.: 06 050f

Disparo del relé de sobrecarga Reinicie y verifique que la causa

La escasez de la eficiencia sucio intercambios Límpielos

La obstrucción del filtro colador tema 7 Cambie el código del filtro 0285

La obstrucción del filtro de aire Limpie o cambie el filtro de aire

5. Piezas de recambio

Por favor Fefer a las hojas de 1 a 6 de las tarjetas:

**REPUESTOS Y LISTA DE CODIGOS.**

**ADVERTENCIA DEL MEDIO AMBIENTE**

No derrame aceite y / o refrigerante en el MEDIO AMBIENTE

**ADVERTENCIA DE SEGURIDAD**

Dentro del motor hay varias partes en movimiento.

No trate de realizar cualquier mantenimiento o ajuste con el motor en servicio.

Antes de abrir los paneles de parada y seguro del motor.

### **MANNESMANN DEMATIC AG**

Manual de instrucciones y mantenimiento de grúas y montacargas

Datos: 98/07 pág.: 06 de 06

**MAX DE TRABAJO PARA REEMPLAZAR el principal sub-unidades de la ECO 82**

**S**

- Tiempo requerido (horas)

- Compresor o el motor y el compresor 4

- Motor del ventilador 1
- Refrigeración de cambio 3
- Intercambiador de condensación 3
- Otros sub-unidades 1
- Recarga de refrigerante utilizando un equipo apropiado 0,25.

# ANEXO 5

## LISTA DE MATERIALES Y PRECIOS

C/COSTO	DESCRIPCION	CANT	MARCA	COSTO TOTAL
239,00	Fuente SITOP de 110Vac/24Vdc a 5A	1	Siemens	239
200,00	Tablero 150x145x45cm (AxHxP) (pintura electroestática e	1	Siemens	200
128,75	LOGO 230RC	2	Siemens	257,5
69,00	Módulos de expansión LOGO! DM8 230R	2	Siemens	138
12,00	Riel DIN de 35mm x 1m	7	Siemens	84
16,80	Fusibles ultrarápidos SITOR 40A con base portafusibles	3	Siemens	50,4
110,88	Breaker fijos serie SENTRON VL160X 50A	1	Siemens	110,88
47,94	Guardamotor 4-6AMP	2	Siemens	95,88
58,68	Guardamotors SIRIUS 3RV DE 9-12,5AMP	2	Siemens	117,36
3,00	Canaleta 25x40mm	12	Siemens	36
8,75	Breaker de 1A	4	Siemens	35
23,49	Contacto auxiliar SIRIUS 3RH	5	Siemens	117,45
32,96	Relé de 8 pines bobina de 110VAC con base soque incluido	5	Telemecanique	164,8
245,00	Filtro RFI Epcos	1	Weg	245
68,00	Cable Concéntrico Flexible 4x12AWG (blindado)	50	ElectroCable	3400
84,00	Cable Concéntrico 4x4AWG	20	ElectroCable	1680
39,00	Cable de control 16AWG Rojo	1	Siemens	39
39,00	Cable de control 16AWG Azul	1	Siemens	39
39,00	Cable de control 16AWG Negro	1	Siemens	39
49,50	Cartucho para maquina brady color blanco material de n	1	Brady	49,5
184,00	Marquilladora de cables Brady con baterías, cargador y c	1	Brady	184
342,86	Refrigerador KG4290 230V 50/60 Hz 1100W para tablero	1	SEIFERT MTM SYSTEMS	342,86
1,37	Borneras de 1 polo 32A	1	Siemens	1,37
1474,65	Convertidor de frecuencia WEG serie CFW-09	1	Weg	1474,65
547,00	Resistor Frenado 6XS29-4.7/28	1	Weg	547
379,42	Link CC	1	Siemens	379,42
2,13	Terminal de punta DZ5 CA015 16AWG	1	Siemens	2,13
147,39	Contacto 3RT1044-LAF01 con bobina de 110VAC	1	Siemens	147,39
0,80	Unión rígida 3/4	5	ElectroCable	4
18,74	Funda Sellada Flexible 3/4	10	ElectroCable	187,4
0,75	Conector de funda sellada 3/4	10	ElectroCable	7,5
97,00	Cable concéntrico flex. 2/0 AWG	90	ElectroCable	8730
0,44	Grapa EMT 3/4"	30	ElectroCable	13,2
0,56	Unión rígida 2 1/2	5	ElectroCable	2,8
0,87	Bushing de 1 a 3/4	1	ElectroCable	0,87
1,35	Terminales de Ojo para cable 2/0 diámetro del orificio M1	10	Siemens	13,5
1,60	Pernos cadmiados 1/2 x 1 1/2 hilo largo	10	ElectroCable	16
0,54	Grapa EMT 2"	14	ElectroCable	7,56
2,34	Correas Plásticas de 14	1	ElectroCable	2,34
2,34	Correas Plásticas de 28	1	ElectroCable	2,34
2,34	Correas Plásticas de 38	1	ElectroCable	2,34
1,11	Terminal de ojo para cable 2 AWG	25	ElectroCable	27,75
24,00	Caja Condute T de 1"	1	ElectroCable	24
1,34	Aisladores 35mm de alto con perno y anillo SM35	5	ElectroCable	6,7
1,34	Aisladores 51mm de alto con perno y anillo SM51	5	ElectroCable	6,7
1,34	Aisladores 76mm de alto con perno y anillo SM76	5	ElectroCable	6,7
112,00	Cable flexible 2 AWG	5	ElectroCable	560
46,00	Barras 30x3mm (315A) o 25x5mm (355A)	2	ElectroCable	92
9,57	Pulsador Rasante verde	2	Siemens	19,14
9,57	Pulsador Rasante rojo	2	Siemens	19,14
23,39	Pulsador de emergencia	1	Siemens	23,39
10,10	Luz Piloto verde	1	Siemens	10,1
15,02	MicroSwitch siemens 500V AC-15 6A	3	Siemens	45,06
46,86	Filtro RC Siemens 48-127VAC	5	Siemens	234,3
8,75	Breaker siemens 1 polo de 1A	2	Siemens	17,5
20,36	Breaker siemens 2 polo de 2A	2	Siemens	40,72
18,14	Breaker siemens de 2 polo de 6A	1	Siemens	18,14
32,00	Funda sellada de 3/4"	20	ElectroCable	640
147,39	Contacto Siemens con bobina 110V	5	Siemens	736,95
542,00	Transformador Monofásico 440/220-110Va de 500 VA	1	Siemens	542
16,00	Maxi Fluor 2x17W Blanca	2	Maresa	32
231,00	Termostato Rittal 230/24V 1W	1	Rittal	231

<b>Subtotal</b>	<b>22539,7</b>
<b>IVA</b>	<b>2704,77</b>
<b>Total</b>	<b>25244,5</b>

## ÍNDICE DE FIGURAS

<i>Fig. 1.1. Vista frontal de los elementos del Área de Acería.....</i>	<i>11</i>
<i>Fig. 1.2. Elementos que conforman la grúa P&amp;H.....</i>	<i>12</i>
<i>Fig. 1.3. Esquema de funcionamiento actual de la grúa P&amp;H.....</i>	<i>13</i>
<i>Fig. 2.1. Diagrama de Flujo del proceso de la grúa.....</i>	<i>15</i>
<i>Fig. 2.2. Diagrama de Flujo del proceso ante un error en la grúa.....</i>	<i>17</i>
<i>Fig. 2.3. Gráfico del esquema interno del motor PH.....</i>	<i>22</i>
<i>Fig. 2.4. Gráfico de la curva característica del motor PH.....</i>	<i>22</i>
<i>Fig. 2.5. Esquema del Sistema de Distribución de Energía Eléctrica.....</i>	<i>26</i>
<i>Fig. 2.6. Funcionamiento Mando de Control.....</i>	<i>27</i>
<i>Fig. 2.7. Funcionamiento del Freno Mecánico.....</i>	<i>28</i>
<i>Fig. 2.8. Esquema de movimiento de coche y traslación.....</i>	<i>29</i>
<i>Fig. 2.9. Función que realiza la grúa P&amp;H.....</i>	<i>29</i>
<i>Fig. 2.10. Función que realiza la grúa P&amp;H.....</i>	<i>30</i>
<i>Fig. 2.11. Programa anterior de la grúa P&amp;H.....</i>	<i>31</i>
<i>Fig. 3.1. Medidas del Convertidor de Frecuencia.....</i>	<i>37</i>
<i>Fig. 3.2. Medidas de instalación del convertidor.....</i>	<i>38</i>
<i>Fig. 3.3. Montaje sobre superficie.....</i>	<i>39</i>
<i>Fig. 3.4. Terminales de potencia y puesta a tierra.....</i>	<i>39</i>
<i>Fig. 3.5. Conexión de entradas y salidas.....</i>	<i>41</i>
<i>Fig. 3.6. Parámetros monitoreables en el convertidor.....</i>	<i>41</i>
<i>Fig. 3.7. Diagrama de Flujo del Proceso.....</i>	<i>44</i>
<i>Fig. 3.8. Dimensiones del LOGO.....</i>	<i>48</i>
<i>Fig. 3.9. Módulo de ampliación DM8 12/24R.....</i>	<i>49</i>
<i>Fig. 3.10. Estados del LOGO y características de ellos.....</i>	<i>51</i>
<i>Fig. 3.11. Estados del módulo de ampliación y características de ellos.....</i>	<i>52</i>
<i>Fig. 3.12. Datos Técnicos Principales LOGO.....</i>	<i>53</i>
<i>Fig. 3.13. Datos Técnicos Principales LOGO.....</i>	<i>54</i>
<i>Fig. 3.15. Datos Técnicos LOGO.....</i>	<i>56</i>
<i>Fig. 3.16. Zonas de carga de un conductor.....</i>	<i>68</i>
<i>Fig. 3.17. Conexiones de potencia y puesta a tierra.....</i>	<i>79</i>
<i>Fig. 3.18. Representación del funcionamiento mecánico de los mandos de control.....</i>	<i>80</i>
<i>Fig. 3.19. Posiciones de los manipuladores.....</i>	<i>81</i>
<i>Fig. 3.20. Accionamiento de la primera velocidad hacia adelante.....</i>	<i>81</i>
<i>Fig. 3.21. Accionamiento de la segunda velocidad.....</i>	<i>82</i>
<i>Fig. 3.22. Accionamiento de la tercera velocidad.....</i>	<i>82</i>
<i>Fig. 3.23. Accionamiento de la cuarta velocidad.....</i>	<i>83</i>



<i>Fig. 3.24. Accionamiento de la primera velocidad hacia atrás</i> .....	83
<i>Fig. 3.25. Accionamiento de la segunda velocidad</i> .....	84
<i>Fig. 3.26. Accionamiento de la tercera velocidad</i> .....	84
<i>Fig. 3.27. Accionamiento de la cuarta velocidad</i> .....	85
<i>Fig. 3.28. Diagrama de Flujo del logo</i> .....	86
<i>Fig. 3.29. Diagrama de Flujo de la Interrupción</i> .....	87
<i>Fig. 3.30. Diagrama de Flujo del Convertidor de frecuencia</i> .....	89
<i>Fig. 3.31. Programación del Logo utilizando el software LOGO!Soft Comfort</i> .....	91
<i>Fig. 3.32. Activación de las salidas Q1 o Q1 y Q2</i> .....	92
<i>Fig. 3.33. Simulación cuando se activa I1 se acciona Q1</i> .....	92
<i>Fig. 3.34. Simulación cuando se activa I2 se acciona Q1 y Q2</i> .....	92
<i>Fig. 3.35. Activación de las salidas Q3, Q4 y Q5</i> .....	93
<i>Fig. 3.36. Simulación cuando se activa I1 e I3 se acciona Q1 y Q3</i> .....	93
<i>Fig. 3.37. Simulación cuando se activa I1, I3 e I4 se acciona Q1, Q3 y Q4</i> .....	93
<i>Fig. 3.38. Simulación cuando se activa I1, I3, I4 e I5 se acciona Q1, Q3, Q4 y Q5</i> .....	93
<i>Fig. 3.39. Simulación cuando se activa I2 e I3 se acciona Q1, Q2 y Q3</i> .....	93
<i>Fig. 3.40. Simulación cuando se activa I2, I3 e I4 se acciona Q1, Q2, Q3 y Q4</i> .....	93
<i>Fig. 3.41. Simulación cuando se activa I2, I3, I4 e I5 se acciona Q1, Q2, Q3, Q4 y Q5</i> .....	94
<i>Fig. 3.42. Simulación cuando se activa I1 e I2</i> .....	94
<i>Fig. 3.43. Simulación cuando se acciona I6 se produce falla en motor1</i> .....	94
<i>Fig. 3.44. Simulación cuando se acciona I7 se produce falla en motor2</i> .....	95
<i>Fig. 4.1. Tablero de tres cuerpos</i> .....	98
<i>Fig. 4.2. Funcionamiento Mando de Control</i> .....	100
<i>Fig. 4.3. Motor freno de rotor cilíndrico</i> .....	101
<i>Fig. 4.4. Nuevo Sistema Mecánico</i> .....	103
<i>Fig. 4.5. Antiguo Sistema Mecánico</i> .....	103

## ÍNDICE DE TABLAS

<i>Tabla 2.1. Características del LOGO</i> .....	19
<i>Tabla 2.2. Características del módulo de expansión DM8</i> .....	19
<i>Tabla 2.3. Características del motor del movimiento de traslación</i> .....	20
<i>Tabla 2.4. Características del motor del movimiento de coche</i> .....	21
<i>Tabla 2.5. Características del motor del Gancho 1</i> .....	21
<i>Tabla 2.6. Características del motor del Gancho 2</i> .....	21
<i>Tabla 2.7. Características del motor PH</i> .....	23
<i>Tabla 2.8. Características de los contactores</i> .....	25
<i>Tabla 3.1. Características del motor DEMAG (motor nuevo proceso)</i> .....	34
<i>Tabla 3.2. Parámetros de carga sobre el convertidor de frecuencia</i> .....	35
<i>Tabla 3.3. Características del convertidor de frecuencia WEG</i> .....	36
<i>Tabla 3.4. Parámetros para selección del convertidor</i> .....	36
<i>Tabla 3.5. Características del convertidor de frecuencia WEG</i> .....	37
<i>Tabla 3.6. Características principales del LOGO</i> .....	47
<i>Tabla 3.7. Cuadro comparativo entre PLC's</i> .....	47
<i>Tabla 3.8. Características del LOGO</i> .....	50
<i>Tabla 3.9. Características del Módulo de expansión</i> .....	50
<i>Tabla 3.10. Cableado / Fusibles recomendados</i> .....	60
<i>Tabla 3.11. Relación para modelos de convertidor e inductancia a utilizar</i> .....	65
<i>Tabla 3.12. Características de la inductancia</i> .....	65
<i>Tabla 3.13. Factor de Corrección por cantidad de conductores</i> .....	71
<i>Tabla 3.14. Factor de Corrección por temperatura</i> .....	71
<i>Tabla 3.15. Intensidad de corriente</i> .....	72
<i>Tabla 3.16. Cables bajo ducto o en canal montados al aire libre</i> .....	74
<i>Tabla 3.17. Especificaciones de las entradas discretas del variador</i> .....	75
<i>Tabla 3.18. Intensidad de corriente admisible</i> .....	76
<i>Tabla 3.19. Parámetros modificados del Convertidor de frecuencia</i> .....	96
<i>Tabla 4.1 Mediciones realizadas</i> .....	101
<i>Tabla 4.2 Parámetros de los motores</i> .....	102
<i>Tabla 4.3 Consumo de corriente del motor nuevo</i> .....	104
<i>Tabla 4.4. Comparaciones entre el sistema antiguo y el sistema nuevo</i> .....	105



---

## GLOSARIO

### A

**ANALÓGICO:** La señal cuya magnitud se representa mediante variables continuas.

**AUTÓMATA:** Equipo electrónico programable en lenguaje no informático y diseñado para controlar.

### I

**INTERFAZ:** Interfaz es la conexión entre dos ordenadores o máquinas de cualquier tipo dando una comunicación entre ambas.

### J

**JOYSTICK:** Palanca de mando o dispositivo de control mediante el cual se manipulan objetos.

### L

**LCD:** Pantalla de cristal líquido.

**LOGO:** Logo es un lenguaje de alto nivel en parte funcional en parte estructurado, de muy fácil aprendizaje.

## P

**PLC:** Un autómata programable que permite controlar las funciones de un sistema (Grúa)

## R

**RANGO:** Es un intervalo en el cual los elementos funcionan correctamente.

**RELÈ:** Es un interruptor electrónico que posee uno o más contactos que permite abrir o cerrar un determinado circuito

**RESISTENCIA DE FRENADO:** Sirve para disipar el exceso de energía que puede existir en el variador.

**RESISTENCIAS ROTORICAS:** Sirven para controlar la velocidad y el par de los motores del sistema antiguo

## S

**SOBRECARGADO:** Cuando la corriente que circula por el conector es muy grande para la sección del conductor.

**SOFTLOGCOMFORT:** Es el Software utilizado para la programación del LOGO.

**SUBCALIBRADO:** Cuando la corriente circula por un conductor es demasiado pequeño, es decir la sección del cable es muy grande para la corriente que pasa por él

## T.

**TEMPORIZADOR ONDELAY:** A través de estos elementos se define de antemano un lapso de tiempo para que pueda ser activada su salida, es decir se produce un retardo a la conexión.

**TERMOSTATO:** Es un sensor de temperatura.

## V

**VARIADOR:** Elemento capaz de controlar la aceleración o desaceleración de los motores.

**VOLTAJE:** Es una magnitud física que impulsa a los electrones a lo largo de un circuito eléctrico cerrado, provocando el flujo de una corriente eléctrica.

## HOJA DE ENTREGA

Este proyecto de grado fue entregado al Departamento de Eléctrica y Electrónica y reposa en la Escuela Politécnica del Ejército desde:

Salgolquí, a \_\_\_\_\_ de 2010

---

Sr. Ramiro Sebastián Velasco Ladázuri

171523991-7

---

Sr. Pablo Luis Morales Zambrano

171804267-2

---

Ing. Víctor Proaño

DIRECTOR DE CARRERA DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA EN  
AUTOMATIZACIÓN Y CONTROL