



**UNIVERSIDAD CATÓLICA  
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**

**FACULTAD DE EDUCACION TÉCNICA PARA EL DESARROLLO**

**CARRERA: INGENIERIA ELÉCTRICA EN CONTROL Y AUTOMATISMO**

**TÍTULO**

**INGENERIA EN ELECTRONICA EN CONTROL Y AUTOMATISMO  
Mención en Gestión Empresarial**

**AUTOR**

**Tlgo. Tumbaco Londa José Antonio  
Tlgo. Maldonado Vera Efrén Cornelio**

**TITULO**

**DISEÑO Y CONTRUCCIÓN DE UN TABLERO DIDACTICO PARA EL  
CONTROL DE VELOCIDAD DE UN MOTOR TIPO JAULA DE ARDILLA  
UTILIZANDO UN MICRO PLC LOGO, VARIADOR DE FRECUENCIA Y UNA  
PANTALLA TD.**

**TUTOR**

**Ing. Luis Pinzón Barriga**

**Guayaquil, Ecuador**

**2013**



**UNIVERSIDAD CATÓLICA  
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**

**FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO**

**CARRERA: INGENIERIA ELECTRONICA EN CONTROL Y AUTOMATISMO**

### **CERTIFICACIÓN**

Certificamos que el presente trabajo fue realizado en su totalidad por **Tlgo. Efrén Maldonado V., Tlgo. José Tumbaco L.**, como requerimiento parcial para la obtención del Título de Ingeniero Electrónico en Control y Automatismo.

#### **TUTOR (A)**

---

**Ing. Luis Pinzón Barriga**

#### **REVISOR(ES)**

---

**MSc. Orlando Philco Asqui**

---

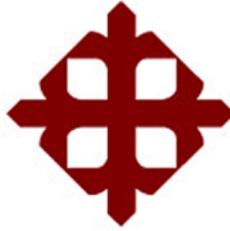
**Ing. Néstor Zamora**

#### **DIRECTOR DE LA CARRERA**

---

**Ing. Armando Heras Sánchez**

**Guayaquil, a los 21 del mes de Septiembre del año 2013**



**UNIVERSIDAD CATÓLICA  
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**

**FACULTAD DE EDUCACION TECNICA PARA EL DESARROLLO  
CARRERA: INGENIERIA ELECTRONICA EN CONTROL Y AUTOMATISMO**

### **DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD**

Yo, **Karla Amada Chambers Quiros**

#### **DECLARO QUE:**

El Trabajo de Titulación **Diseño y Construcción de un Tablero Didáctico para el Control de Velocidad de un Motor Tipo Jaula de Ardilla Utilizando un Micro PLC Logo, Variador de Frecuencia y una Pantalla TD**, previa a la obtención del Título **de Ingeniero Electrónico en Control y Automatismo – Mención en Gestión Empresarial**, ha sido desarrollado en base a una investigación exhaustiva, respetando derechos intelectuales de terceros conforme las citas que constan al pie de las páginas correspondientes, cuyas fuentes se incorporan en la bibliografía. Consecuentemente este trabajo es de mi total autoría.

En virtud de esta declaración, me responsabilizo del contenido, veracidad y alcance científico del Trabajo de Titulación referido.

**Guayaquil, a los 21 del mes de Septiembre del año 2013**

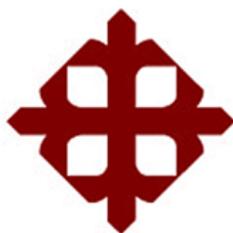
**EL AUTOR (A)**

---

**Efrén Cornelio Maldonado Vera**

---

**José Antonio Tumbaco Londa**



**UNIVERSIDAD CATÓLICA  
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**

**FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO  
CARRERA: INGENIERIA ELECTRONICA EN CONTROL Y AUTOMATISMO**

## **AUTORIZACIÓN**

Yo, **Karla Amada Chambers Quiros**

Autorizo a la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil, la **publicación** en la biblioteca de la institución del Trabajo de Titulación: **Diseño y Construcción de un Tablero Didáctico para el Control de Velocidad de un Motor Tipo Jaula de Ardilla Utilizando un Micro PLC Logo, Variador de Frecuencia y una Pantalla TD**, cuyo contenido, ideas y criterios son de mi exclusiva responsabilidad y total autoría.

**Guayaquil, a los 21 del mes de Septiembre del año 2013**

## **LOS AUTORES**

---

**Efrén Cornelio Maldonado Vera**

---

**José Antonio Tumbaco Londa**

## **AGRADECIMIENTO**

A papa Dios, por ser la fuerza y luz divina para avanzar en el camino de mi vida.

Al Ing. Luis Pinzón Barriga, Director de Tesis por su colaboración y sabios conocimientos los cuales me permitieron realizar esta tesis, comprimiendo con todos los requisitos exigidos por mi querida Institución.

A todos los Docentes que durante la carrera de Ingeniería electrónica en Control y automatismo impartieron sus conocimientos académicos y experiencias en la Industria electrónica, lo que nos ha dado el aval de estar convencidos que seremos unos excelente profesionales, y que pondremos muy en alto el nombre de **nuestra Universidad Católica de Santiago de Guayaquil**.

**EFREN MALDONADO V.**

**JOSÉ TUMBACO L.**

## DEDICATORIA

A mi esposa Rocío y mis hijos; Brigett, Katy y Josep que fueron mis pilares base, para motivarme y apoyarme a culminar la carrera de Ingeniería.

A mis padres Antonia y Luis , por apoyarme moralmente y de diversas maneras a que culmine mis estudios de tercer nivel logrando en lo personal obtener el título de Ingeniero Electronico en Control y Automatismo, con lo cual me siento muy ufano y realizado profesionalmente .

Mi dedicatoria especial a la **Universidad Católica de Santiago de Guayaquil**, institución que me ha dado la oportunidad de desarrollarme técnicamente, gracias a sus laboratorios y la guía de su personal docente idóneo en cada una de sus asignaturas académicas.

**JOSE TUMBACO L.**

## DEDICATORIA

A mi madre que fue mi pilar base, para motivarme y apoyarme a culminar la carrera de Ingeniería.

A toda mi familia, por apoyarme moralmente y de diversas maneras a que culmine mis estudios de tercer nivel logrando en lo personal obtener el título de Ingeniero Eléctrico en Control y Automatismo, con lo cual me siento muy ufano y realizado profesionalmente.

Mi dedicatoria especial a la **Universidad Católica de Santiago de Guayaquil**, institución que me ha dado la oportunidad de desarrollarme técnicamente, gracias a sus laboratorios y la guía de su personal docente idóneo en cada una de sus asignaturas académicas.

**EFREN MALDONADO V.**

# **TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN**

---

**ING. LUIS PINZON BARRIGA**  
PROFESOR GUÍA Ó TUTOR

---

**MSC. ORLANDO PHILCO ASQUI**  
PROFESOR DELEGADO

---

**ING. NESTOR ZAMBRANO**  
PROFESOR DELEGADO



**UNIVERSIDAD CATÓLICA  
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**

**FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO  
CARRERA: INGENIERIA ELECTRONICA EN CONTROL Y AUTOMATISMO**

**CALIFICACIÓN**

---

**ING. LUIS PINZON BARRIGA**

# ÍNDICE GENERAL

Resumen.....	1
Introducción.....	2
Justificación del Problema.....	3
<b>CAPITULO #1</b>	
Planteamiento del problema.....	4
Hipótesis.....	4
Objetivos específicos y generales.....	5
Metodología.....	5
<b>CAPITULO #2</b>	
<b>GENERALIDADES DE LOS PLC</b>	
Generalidades de los PLC.....	7
Historia del PLC.....	7
Que es un PLC.....	7
Estructura del PLC.....	8
Estructura compacto del PLC.....	8
Estructura Modular del PLC.....	9
Composición del PLC.....	9
Funcionamiento básico del PLC.....	11
Ventajas y desventajas del PLC.....	13
Variador de frecuencia .....	14
Estructura del Variador de velocidad.....	14
Tipos de variador de velocidad.....	17
Aplicaciones de los variadores de frecuencia.....	20

Motor de inducción asíncrono de jaula de ardilla.....	21
Tipos de motores asíncronos trifásicos.....	22
Características de funcionamiento del motor de inducción.....	24

**CAPITULO #3**  
**PROGRAMACION DEL MICRO PLC LOGO**

Programación del Micro PLC Logo.....	26
Software Logo Soft confort.....	26
Funciones de Logo Soft Comfort.....	29
Introducción a la programación.....	31
Tipos de señales.....	31
Representación de las cantidades binarias.....	32
Lenguaje de Programación.....	33
Editor KOP.....	33
Editor FUP.....	35

**CAPITULO #4**  
**DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN TABLERO DIDACTICO**

Especificaciones constructivas.....	38
Tipos de elementos a utilizar.....	38
Módulo Lógico Logo SIEMENS 12/24 RC.....	40
Datos técnicos Módulos Logo 12/24RC.....	43
Características principales.....	43
Instalación eléctrica.....	44
Acceso a los bornes de red y del motor.....	45
Conexión del circuito intermedio.....	45
Puesta en servicio.....	47

Diagrama de bloques del variador SINAMICS G110.....	48
Diagrama de flujo de puesta en servicio rápida SINAMICS G110.....	49
Pantalla Logo TD 7 generación.....	50
Información general.....	51
Información del transformador a utilizar.....	52
Motor de inducción asíncrono jaula de ardilla.....	53
Elemento de mando y Señalización.....	56
Pulsador.....	57
Selector.....	57
Contactor.....	58
Funcionamiento.....	58
Clasificación de los contacto res.....	59
Potenciómetro.....	60
Interruptor termo magnético.....	61
Funcionamiento.....	62
Especificaciones técnicas.....	63
Fusible y Portafusiles.....	64
Marcación y cableado del tablero.....	64
Dimensiones e imagen del tablero.....	66
Esquemas y conexiones.....	68
<b>CAPITULO #6</b>	
Conclusiones.....	71
Recomendaciones.....	72
Bibliografía.....	73

ANEXOS

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 4. 1 Característica de Logo 12/24 .....	43
Tabla 4. 2 Datos técnicos de pantalla LOGO! TD .....	51
Tabla 4. 3 Datos técnicos motor ½ hp .....	56
Tabla 4. 4 Estandarización de valores AWG.....	65

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

Figura 2. 1 Estructura de un PLC .....	8
Figura 2. 2 Estructura de un plc compacto.....	8
Figura 2. 3 Estructura del PLC.....	9
Figura 2. 4 PLC compacto.....	10
Figura 2. 5 PLC modular.....	10
Figura 2. 6 Esquema básico de un PLC Fuente: .....	11
Figura 2. 7 Control lógico de un PLC .....	12
Figura 2. 8 Estructura del variador .....	14
Figura 2. 9 Modulo de potencia del variador .....	16
Figura 2. 10 Motor jaula de ardilla.....	21
Figura 2. 11 Motor jaula de ardilla .....	22
Figura 3. 1 Manual PLC 200 .....	26
Figura 3. 2 Método de programación equipo Logo!.....	27
Figura 3. 3 Icono de Acceso Directo LOGO! Soft Comfort . .....	27
Figura 3. 4 Ventana de barra de herramienta .....	28
Figura 3. 5 Lista de Funciones Básicas.....	29
Figura 3. 6 Lista de Funciones Especiales .....	30
Figura 3. 7 Lista de Conectores .....	30
Figura 3. 8 Gráfica de estados de señales discretas. ....	31
Figura 3. 9 Gráfica de estados de señales análogas. ....	32
Figura 3. 10 Circuito Básico .....	34
Figura 3. 11 .....	34
Figura 3. 12 Ejemplo de un diagrama KOP.....	35
Figura 3. 13 Operador Logico (or).....	36
Figura 3. 14 Programa arranque Directo .....	37
Figura 4. 1 Diagrama de Interconexión de equipo.....	39
Figura 4. 2 LOGO! Siemens 12/24 RC con módulo de expansión.....	40

<b>Figura 4. 3 Partes PLC LOGO .....</b>	<b>41</b>
<b>Figura 4. 4 Bornes Del Variador Sinamics G110 .....</b>	<b>45</b>
<b>Figura 4. 5 Esquema de bloque conexión variador sinamics.....</b>	<b>47</b>
<b>Figura 4. 6 Diagrama de bloques variador sinamics G110 .....</b>	<b>48</b>
<b>Figura 4. 7 Pantalla LOGO! TD .....</b>	<b>50</b>
<b>Figura 4. 8 Transformador tipo seco cerrado.....</b>	<b>52</b>
<b>Figura 4. 9 Motor siemens ½ HP .....</b>	<b>53</b>
<b>Figura 4. 10 Dimensiones del motor ½ hp.....</b>	<b>56</b>
<b>Figura 4. 11 Luz indicadora.....</b>	<b>57</b>
<b>Figura 4. 12 Pulsador .....</b>	<b>57</b>
<b>Figura 4. 13 Selector dos posiciones.....</b>	<b>58</b>
<b>Figura 4. 14 Contactor siemens .....</b>	<b>58</b>
<b>Figura 4. 15 Contactor sirius siemens .....</b>	<b>60</b>
<b>Figura 4. 16 Potenciómetro de precisión.....</b>	<b>61</b>
<b>Figura 4. 17 Interruptor Termo magnético.....</b>	<b>61</b>
<b>Figura 4. 18 Funcionamiento interno de breaker .....</b>	<b>63</b>
<b>Figura 4. 19 Vista frontal panel.....</b>	<b>66</b>
<b>Figura 4. 20 Imagen frontal tablero de control .....</b>	<b>66</b>
<b>Figura 4. 21 Imagen frontal de los elementos en general.....</b>	<b>67</b>
<b>Figura 4. 22 Esquema De Conexiones Alimentación Tablero .....</b>	<b>68</b>
<b>Figura 4. 23 Esquema De Conexión De Entradas Logo!.....</b>	<b>68</b>
<b>Figura 4. 24 Esquema De Conexión De Salidas Logo!.....</b>	<b>69</b>
<b>Figura 4. 25 Esquema De Conexiones Alimentación .....</b>	<b>69</b>
<b>Figura 4. 26 Esquema De Conexiones Del Variador Y Motor.....</b>	<b>70</b>
<b>Figura 4. 27 Esquema De Conexiones De Luces Indicadoras Del Panel.....</b>	<b>70</b>

## **ABSTRACT**

The didactic work on the board is focused on teaching because with it you can make logic programming practices in programming PLC and drives to have a motor control On and off from an additional panel to control your speed this alarms to have minimum and maximum speed of flaws in the control system. The board will consist of teaching:

- Control Board
- Motor Squirrel Cage Induction

Within the board will have a micro PLC LOGO!, Source LOGO! 110vac to 24vdc for the control, 1 kva transformer 110vac to 220vac input power to the inverter power, inverter SINAMICS G110 breaker protection system for both strength and control.



## RESUMEN

El trabajo en el tablero didáctico está enfocado en la enseñanza ya que con él se pueden realizar prácticas de programación lógicas en **PLC** como programación de variadores para poder tener un control del motor de paro y marcha desde un panel y adicional a esto controlar su velocidad para poder tener alarmas de velocidad mínima y máxima de fallas en el sistema de control. El tablero didáctico constara de:

- Tablero de Control
- Motor de inducción jaula de ardilla

Dentro del tablero tendremos un micro PLC LOGO!, fuente LOGO! de 110vac a 24vdc para la parte de control, un transformador de 1 kva de 110vac a 220vac para la alimentación de entrada de fuerza del variador, variador de frecuencia SINAMICS G110, breaker para la protección del sistema tanto de fuerza como de control.

## INTRODUCCIÓN

En automatización es necesario aprovechar al máximo todas las posibilidades de ahorro que se presenten, desde la concepción hasta el funcionamiento de los sistemas, pasando por su puesta en marcha. Se necesitan sistemas que permitan hacer frente de manera rápida y económica a una demanda que no cesa de crecer: soluciones inteligentes que brillen por su extraordinaria flexibilidad, fiabilidad y facilidad de manejo.

El mejor ejemplo de una tecnología innovadora que colma todas esas exigencias es LOGO!, el módulo lógico de control y maniobra número uno del mundo.

En combinación con el software LOGO! Soft Comfort, el manejo de nuestro módulo lógico es: crear programas, simular proyectos y documentarlos es una tarea fácil que se realiza mediante arrastrar y colocar, para la máxima comodidad de uso. Además, el display con posibilidad de modificación directa de parámetros de proceso en el texto de aviso garantiza siempre un manejo profesional y la máxima satisfacción del usuario. Todo ello explica que LOGO! lleve ya 15 años demostrando su eficacia en millones de aplicaciones para máquinas y edificios en todo el mundo.

## **JUSTIFICACIÓN DEL PROBLEMA**

En la actualidad encontramos una diversidad de sistemas de control en las industrias que hacen funcionar diferentes tipos de procesos ya sean metalúrgicos, plásticos, alimenticios, cementeros etc.

El movimiento de estos procesos se los realiza a través de motores que transforman energía eléctrica en energía mecánica y para tener un mejor control de ajustes dentro del proceso se ve la necesidad de utilizar variadores de velocidad.

Esto crea la necesidad de formar profesionales de un alto nivel académico que estén en capacidad de afrontar y solucionar problemas dentro de una empresa, automatizando procesos para obtener un mejor rendimiento de las máquinas y una alta producción.

En la actualidad los egresados y/o recién graduados, de la UCSG en la carrera de Ingeniería Electrónica en Automatismo y Control tienen limitaciones en el momento de poner en práctica los conocimientos adquiridos a lo largo de la carrera, esto se debe a que los módulos de pruebas de la Institución, en donde se debe aplicar la teoría de las materias que definen el perfil técnico del profesional a formar, no cubren la extensa gama de productos de sistemas de automatización y redes industriales.

# CAPITULO 1

## PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

- 1.1.** Actualmente, en el área industrial se evidencia un crecimiento tecnológico muy elevado, lo cual obliga a mejorar los procesos productivos con la ayuda de la automatización.

Nadie está exento de este repunte tecnológico y muchas de las universidades han implementado el uso de prototipos, para aplicar los conocimientos teóricos de una manera más práctica.

El tablero didáctico donde los alumnos de la Universidad Católica Santiago de Guayaquil facultad técnica puedan realizar pruebas de programación lógica de tipo escalera o de tipo bloques, pruebas en el variador de frecuencia ajustes de parámetros, programar alarmas y secuencia de marcha de un motor jaula de ardilla.

### **1.2. HIPÓTESIS**

La implementación en la industria del MICRO PLC LOGO nos sirve en proyecto pequeños donde se requiere menor cantidad de variables de campo y así hacer proyectos a menor costo.

### **1.3. OBJETIVOS**

#### **1.3.1 OBJETIVO GENERALES**

Diseñar un módulo didáctico del MICRO PLC LOGO! para la enseñanza de estudiantes de la Facultad Técnica de la Universidad Católica Santiago de Guayaquil.

#### **1.3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Seleccionar materiales y equipos adecuados para la instalación del tablero didáctico, micro PLC LOGO!, variador de frecuencia y una pantalla TD LOGO! para el control de velocidad de un motor jaula de ardilla.
- Fortalecer los conocimientos de los estudiantes de la Facultad Técnica de la Universidad Católica Santiago de Guayaquil en cuanto a la conexión y programación del módulo didáctico con prácticas aplicadas a la industria.
- Fomentar una mejor dinámica de estudio a través del uso del módulo didáctico elaborando una guía de prácticas a realizar con el módulo.
- Familiarizar a los estudiantes con los diversos equipos industriales utilizados en la construcción de este módulo, demostrar al estudiante, los estándares de montaje y puesta en marcha de equipos de variación de frecuencia.

### **1.4. METODOLOGIA**

El objetivo principal de la investigación Son las estrategias, métodos a utilizar para desarrollar el estudio de un tablero didáctico con el fin de determinar las causas.

El objetivo fundamental de la investigación experimental es comprobar, mediante un control exhaustivo de las condiciones experimentales, la relación causal entre los fenómenos empíricos. Por este motivo permite estudiar hechos, establecer leyes y comprobar hipótesis.

La investigación experimental se presenta mediante la manipulación de una variable experimental no comprobada, en condiciones rigurosamente controladas, con el fin de describir de qué modo o por qué causa se produce una situación o acontecimiento particular.

Las Etapas que los estudiantes realizamos para llevar a cabo la investigación experimental.

- Revisar la literatura relativa al problema. Identificar y definir el problema.
- Formular la hipótesis explicativa, deducir sus consecuencias en términos observables y definir términos básicos.
- Elaborar plan experimental.
- Identificar todos los factores o variables no experimentales que puedan afectar el experimento y determinar cómo controlarlas.
- Seleccionar el diseño experimental apropiado.
- Seleccionar una muestra representativa de sujetos, asignarlos a los grupos y a uno de éstos asignarle el tratamiento experimental.
- Seleccionar o elaborar instrumentos para realizar el experimento y medir sus resultados.
- Elaborar procedimientos para recoger los datos del experimento.
- Enunciar la hipótesis nula.
- Realizar el experimento.
- Organizar los resultados en forma estadísticamente apropiada, de modo que se pueda apreciar claramente el efecto.
- Aplicar la prueba de significación estadística apropiada.
- Informar los resultados por escrito. (Club Ensayos, 2012)

## **CAPITULO 2**

### **GENERALIDADES DE LOS PLC**

#### **2.1. COMENTARIO PRELIMINAR**

La presión existente por bajar los costos, la complejidad y los tiempos en los procesos de control y producción hace que los PLC estén cada vez más difundidos en las aplicaciones de automatización. También la rápida evolución de la industria es un factor que requiere de estos dispositivos para resolver las tareas de automatización.

Justamente el PLC que se maneja en éste trabajo (MICRO PLC LOGO) conquista cada vez más campos de aplicación, puesto que es muy potente, su precio es sumamente atractivo y es fácil de usar.

#### **2.2. HISTORIA DEL PLC**

En 1969 la División Hydramatic de la General Motors instaló el primer PLC para reemplazar los sistemas inflexibles cableados usados entonces en sus líneas de producción.

Ya en 1971, los PLCs se extendían a otras industrias y, en los ochentas, ya los componentes electrónicos permitieron un conjunto de operaciones en 16 bits,- comparados con los 4 de los 70s, en un pequeño volumen, lo que los popularizó en todo el mundo.

##### **2.2.1 ¿Qué es un PLC?**

Un PLC o Autómata Programable posee las herramientas necesarias, tanto de software como de hardware, para controlar dispositivos externos, recibir señales de sensores y tomar decisiones de acuerdo a un programa que el usuario elabore según el esquema del proceso a controlar.

## 2.2.2. ESTRUCTURA DEL PLC

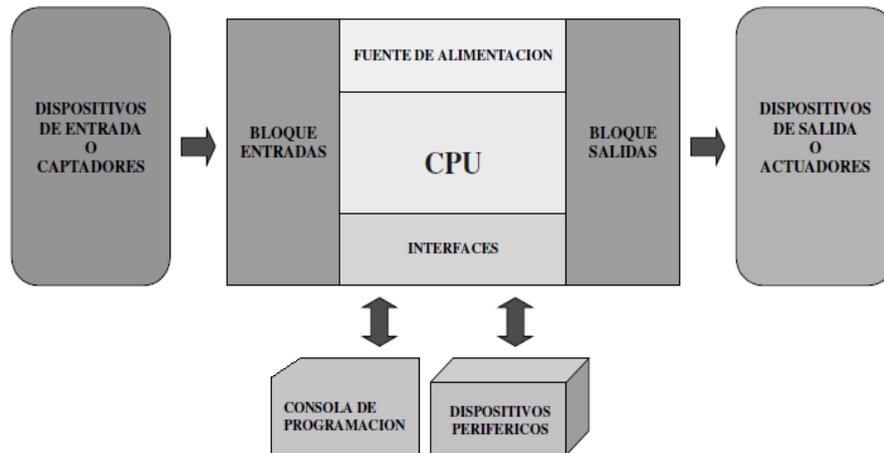


Figura 2. 1 Estructura de un PLC

Fuente: [www.ing.unlp.edu.ar/electrotecnia/procesos/apuntes/ApuntePLC.pdf](http://www.ing.unlp.edu.ar/electrotecnia/procesos/apuntes/ApuntePLC.pdf)

## 2.2.3 ESTRUCTURA COMPACTO DEL PLC

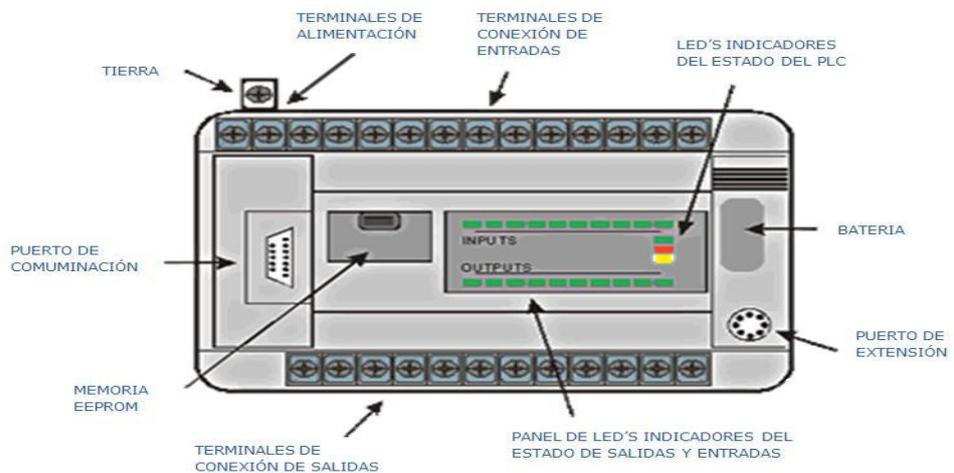


Figura 2. 2 Estructura de un PLC compacto

Fuente: <http://aprendeplc.blogspot.com/>

## 2.2.4 ESTRUCTURA MODULAR DEL PLC

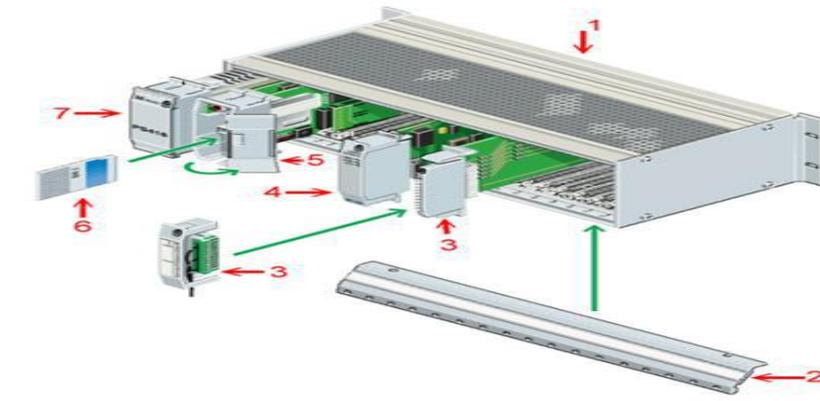


Figura 2. 3 Estructura del PLC

Fuente:<http://aprendeplc.blogspot.com/>

1. Rack
2. Barra de compensación de potencial
3. Tarjetas de entradas y salidas
4. Tarjetas de comunicación
5. C.P.U.
6. Tarjeta de memoria
7. Tarjeta de fuente de alimentación

## 2.2.5 COMPOSICION DEL P.L.C.

### COMPACTOS

Está compuesto por un solo bloque donde se encuentran la CPU ,la fuente de alimentación ,la sección de entradas y salidas ,y el puerto de comunicación ,este tipo de PLC se utiliza cuando nuestro proceso a controlar no es demasiado complejo y no requerimos de un gran número de entradas y/ o salidas ó de algún módulo especial



Figura 2. 4 PLC compacto

Fuente:<http://www.automationint.com/productos/plc-compactos/serie-alpha>

## MODULAR

Se divide en:

Estructura Americana.-En la cual se separan los módulos de entrada/salida del resto del PLC.

Estructura Europea.-Cada módulo realiza una función específica; es decir, un módulo es el CPU, otro la fuente de alimentación, etc.

En ambos casos, tenemos la posibilidad de fijar los distintos módulos (Estructura Modular) o el PLC (Estructura Compacta) en rieles normalizados.



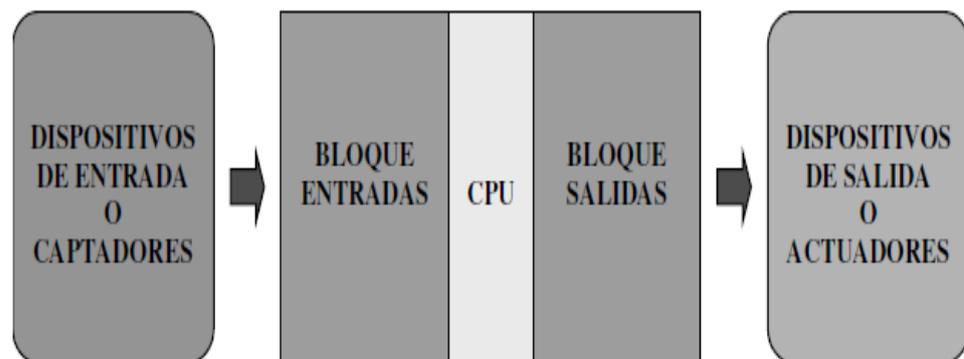
Figura 2. 5 PLC modular

Fuente:[http://www.moeller.es/productos\\_soluciones/productos/control-y-visualizacion/plc-modular-xc.html](http://www.moeller.es/productos_soluciones/productos/control-y-visualizacion/plc-modular-xc.html)

### 2.2.6. FUNCIONAMIENTO BASICO DEL PLC

El PLC consiste en módulos de entradas, una CPU (unidad de proceso central) o procesador y módulos de salidas.

Los módulos de entrada aceptan una gran variedad de señales analógicas o digitales de diversos dispositivos como sensores, pulsadores entre otros, y los convierte en una señal lógica que puede usar la CPU, la cuál toma las decisiones y ejecuta las instrucciones de control basadas en las instrucciones del programa de la memoria en la cual se almacena. Los módulos de salida convierten las instrucciones de control de la CPU en una señal digital o analógica (dependiendo del módulo de salida) que se puede usar para controlar diversos dispositivos como contactares, pilotos y muchos actuadores más. Estas instrucciones especifican lo que debe hacer el PLC según una entrada específica.



**Figura 2. 6 Esquema básico de un PLC**

Fuente: [www.ing.unlp.edu.ar/electrotecnia/procesos/apuntes/ApuntePLC.pdf](http://www.ing.unlp.edu.ar/electrotecnia/procesos/apuntes/ApuntePLC.pdf)

Visualizamos un ejemplo más práctico en el cuál los pulsadores, conectados a las entradas del PLC, pueden usarse para arrancar y parar un motor conectado a través de un actuador a la salida, en este caso un contactor.

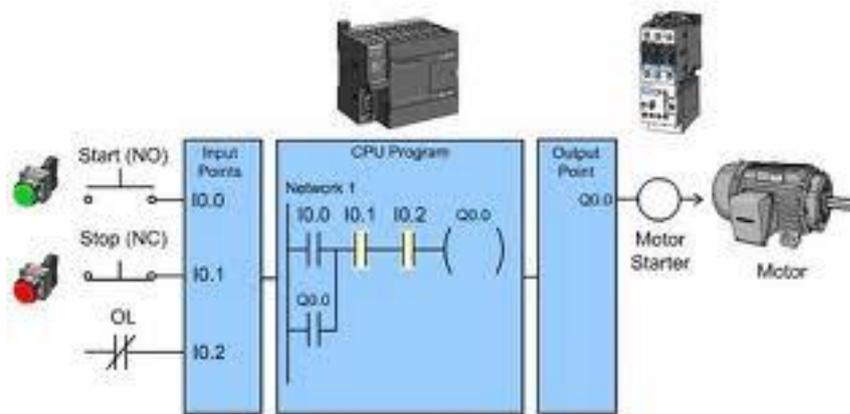


Figura 2. 7 Control lógico de un PLC

Fuente: [Automationlive.blogspot.com](http://Automationlive.blogspot.com)

El PLC lee el estado de las entradas (Pulsadores).

El programa almacenado en el PLC utiliza las entradas para evaluar la lógica. Durante la ejecución del programa, el PLC actualiza los datos.

El PLC escribe los datos en las salidas y arranca el motor mediante el contactor.

### La CPU

Realiza operaciones de tiempo (ya sea trabajando con retardos o Temporizando), de secuencia, de combinación, de auto mantenimiento y retención.

### Interfaces de entrada y salida

Que establecen la comunicación entre la CPU y el proceso, cumpliendo funciones tales como: filtrado, adaptación y codificación de las señales de entrada, decodificación y amplificación de las señales de salida que se han generado durante la ejecución del programa.

### La Memoria

Que permite el almacenamiento de datos del programa (RAM), El sistema operativo (ROM), el programa de usuario (RAM no volátil o EEPROM), configuración de PLC (ROM o RAM no volátil para

parámetros Configurables), rutinas de arranque (ROM) y rutinas de chequeo (ROM).

### **El programador**

Es el dispositivo mediante el cual es posible introducir al PLC el programa previamente ya elaborado con el fin de controlar el Proceso o los procesos elegidos. Este es interface entre el procesador y el Usuario. Está constituido principalmente por un *display*, un teclado con Comandos lógicos y de servicio.

Los periféricos en un PLC son empleados para hacer una supervisión del Proceso, ninguno de esta forma parte del circuito interno del PLC; algunos de estos son: monitor de vídeo, impresora, unidad de disco, *leds*, teclados; etc.

## **2.2.7. VENTAJAS Y DESVENTAJAS DEL PLC**

### **VENTAJAS**

- Control más preciso.
- Mayor rapidez de respuesta.
- Flexibilidad Control de procesos
- Seguridad en el proceso.
- Mejor monitoreo del funcionamiento.
- Menor mantenimiento.
- Detección rápida de averías
- Posibilidad de modificaciones sin elevar costos.
- Menor costo de instalación, operación y mantenimiento.
- Posibilidad de gobernar varios actuadores con el mismo autómeta.

### **DESVENTAJAS**

- Mano de obra especializada.
- Centraliza el proceso.
- Condiciones ambientales apropiadas.
- Mayor costo para controlar tareas muy pequeñas o sencillas.

### 2.3. VARIADOR DE FRECUENCIA

Es un sistema para el control de la velocidad rotacional de un motor de corriente alterna (AC), por medio del control de la frecuencia de alimentación suministrada y el número de polos en el estator, de acuerdo con la relación:

$$RPM = \frac{120 \times f}{p}$$

RPM = Revoluciones por minuto

f = frecuencia de suministro CA (Hercio)

p = Número de polos (adimensional)

#### 2.3.1 ESTRUCTURA DEL VARIADOR DE VELOCIDAD

Los variadores de frecuencia estas compuestos: Grafica.

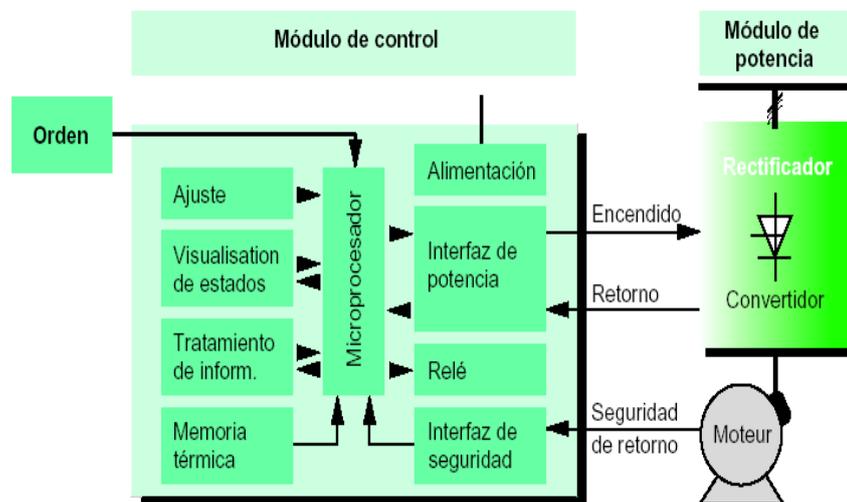


Figura 2. 8 Estructura del variador  
Fuente: Automatismo industrial.com

- **Etapla Rectificadora.** Convierte la tensión alterna en continua mediante rectificadores de diodos, tiristores, etc.
- **Etapla intermedia.** Filtro para suavizar la tensión rectificada y reducir la emisión de armónicos.

- **Inversor o "Inverter"**. Convierte la tensión continua en otra de tensión y frecuencia variable mediante la generación de pulsos. Actualmente se emplean IGBT's (IsolatedGate Bipolar Transistors) para generar los pulsos controlados de tensión. Los equipos más modernos utilizan IGBT's inteligentes que incorporan un microprocesador con todas las protecciones por sobre corriente, sobretensión, baja tensión, cortocircuitos, puesta a masa del motor, sobre temperaturas, etc.

- **Etapa de control**. Esta etapa controla los IGBT para generar los pulsos variables de tensión y frecuencia. Y además controla los parámetros externos en general, etc. Los variadores más utilizados utilizan modulación PWM (Modulación de Ancho de Pulsos) y usan en la etapa rectificadora puente de diodos rectificadores. En la etapa intermedia se usan condensadores y bobinas para disminuir las armónicas y mejorar el factor de potencia

El Inversor o Invertir convierte la tensión continua de la etapa intermedia en una tensión de frecuencia y tensión variables. Los IGBT envían pulsos de duración variable y se obtiene una corriente casi senoidal en el motor.

La frecuencia portadora de los IGBT se encuentra entre 2 a 16kHz. Una portadora con alta frecuencia reduce el ruido acústico del motor pero disminuye el rendimiento del motor y la longitud permisible del cable hacia el motor. Por otra parte, los IGBT's generan mayor calor.

Las señales de control para arranque, parada y variación de velocidad (potenciómetro o señales externas de referencia) estén aisladas galvánicamente para evitar daños en sensores o controles y evitar ruidos en la etapa de control.

Los arrancadores y variadores de velocidad electrónicos se componen de dos módulos generalmente montados en una misma envoltura:

- **Un módulo de control** .- Es el que controla el funcionamiento del aparato, en los arrancadores y variadores modernos, todas las funciones se controlan mediante un microprocesador que gestiona la configuración, las órdenes transmitidas por un operador o por una unidad de proceso y los datos proporcionados por las medidas como la velocidad, la corriente, etcétera.

Las capacidades de cálculo de los microprocesadores, así como de los circuitos dedicados (ASIC) han permitido diseñar algoritmos de mando con excelentes prestaciones y, en particular, el reconocimiento de los parámetros de la máquina arrastrada. A partir de estas informaciones, el microprocesador gestiona las rampas de aceleración y deceleración, el control de la velocidad y la limitación de corriente, generando las señales de control de los componentes de potencia. Las protecciones y la seguridad son procesadas por circuitos especializados (ASIC) o están integradas en los módulos de potencia (IPM).

- **Un módulo de potencia** .- es el que alimenta el motor con energía eléctrica.

El módulo de potencia está principalmente constituido:

- Componentes de potencia (diodos, tiristores, IGBT...),
- Interfaces de medida de las tensiones y/o corrientes,
- Frecuentemente de un sistema a de ventilación.



Figura 2. 9 Módulo de potencia del variador

Fuente: [http://cache.automation.siemens.com/dnl/Tg2Mzi4NzcA\\_22102965\\_H B/G110\\_OPI\\_22102965\\_SP.pdf](http://cache.automation.siemens.com/dnl/Tg2Mzi4NzcA_22102965_H B/G110_OPI_22102965_SP.pdf)

### **2.3.2 TIPOS DE VARIADOR DE VELOCIDAD**

En términos generales, puede decirse que existen tres tipos básicos de variadores de velocidad: mecánicos, hidráulicos y eléctrico-electrónicos, siendo este último de interés para el tema propuesto.

**Variadores eléctrico-electrónicos.-** Los variadores eléctrico-electrónicos incluyen tanto el controlador como el motor eléctrico, sin embargo es práctica común emplear el término variador únicamente al controlador eléctrico.

Los primeros variadores de esta categoría emplearon la tecnología de los tubos de vacío.

Con los años después se han ido incorporando dispositivos de estado sólido, lo cual ha reducido significativamente el volumen y costo, mejorando la eficiencia y confiabilidad de los dispositivos.

Existen cuatro categorías de variadores de velocidad eléctrico electrónicos

- variadores para motores de DC.
- variadores de velocidad por corrientes de Eddy.
- variadores de deslizamiento.
- variadores para motores de CA (también conocidos como variadores de frecuencia).

**Variadores para motores de DC.-** Estos variadores permiten controlar la velocidad de motores de corriente directa serie, derivación, compuesto y de imanes permanentes. Para el caso de cualquiera de las máquinas anteriores se cumple la siguiente expresión:

$$V_t = K \cdot F_M \cdot N_m$$

Dónde:  $V_t$  = Voltaje terminal (V).

$K$  = Constante de la máquina.

$F_M$  = Flujo magnético producido por el campo (Wb)

$Nm = \text{Velocidad mecánica (rpm)}$ .

Este tipo de variadores puede controlar la velocidad de un motor de DC: controlando su voltaje terminal, o bien, manipulando el valor de la corriente de campo.

**Variadores por corrientes de Eddy.**- Un variador de velocidad por corrientes de Eddy consta de un motor de velocidad fija y un embrague de corrientes de Eddy. El embrague contiene un rotor de velocidad fija (acoplado al motor) y un rotor de velocidad variable, separados por un pequeño entrehierro.

Se cuenta, además, con una bobina de campo, cuya corriente puede ser regulada, la cual produce un campo magnético que determinará el par mecánico transmitido del rotor de entrada al rotor de salida.

De esta forma, a mayor intensidad de campo magnético, mayor par y velocidad transmitidos, y a menor campo magnético menores serán el par y la velocidad en el rotor de salida. El control de la velocidad de salida de este tipo de variadores generalmente se realiza por medio de lazo cerrado, utilizando como elemento de retroalimentación un tacómetro de corriente alterna (AC).

**Variadores de deslizamiento.**- Este tipo de variadores se aplica únicamente para los motores de inducción de rotor devanado. En cualquier motor de inducción, la velocidad mecánica ( $Nm$ ) puede determinarse mediante la siguiente expresión:

$$Nm = \frac{120 \cdot f \cdot (1 - s)}{P}$$

Donde "**s**" es el deslizamiento del motor, cuyo valor oscila entre 0 y 1. De esta forma, a mayor deslizamiento, menor velocidad mecánica del motor. El deslizamiento puede incrementarse al aumentar la resistencia del devanado del rotor, o bien, al reducir el voltaje en el

devanado del rotor. De esta forma es que puede conseguirse el control de la velocidad en los motores de inducción de rotor devanado. Sin embargo, este tipo de variadores es de menor eficiencia que otros, razón por la cual en la actualidad tiene muy poca aplicación.

**Variadores para motores de AC.-** Los variadores de frecuencia (siglas AFD, del inglés Adjustable Frequency Drive; o bien VFD Variable Frequency Drive) permiten controlar la velocidad tanto de motores de inducción (asíncronos de jaula de ardilla o de rotor devanado), como de los motores síncronos mediante el ajuste de la frecuencia de alimentación al motor.

Para el caso de un motor síncrono, la velocidad se determina mediante la siguiente expresión:

$$N_m = \frac{120 \cdot f}{P}$$

Cuando se trata de motores de inducción, se tiene:

$$N_m = \frac{120 \cdot f \cdot (1 - s)}{P}$$

Donde:  $N_s$  = velocidad síncrona (rpm)

$N_m$  = velocidad mecánica (rpm)

$f$  = frecuencia de alimentación (Hz)

$s$  = deslizamiento (adimensional)

$P$  = número de polos (adimensional)

Como puede verse en las expresiones, la frecuencia y la velocidad son directamente proporcionales, de tal manera que al aumentar la frecuencia de alimentación al motor, se incrementará la velocidad de la flecha, y al reducir el valor de la frecuencia disminuirá la velocidad del eje. Por ello es que este tipo de variadores manipula la frecuencia de alimentación al motor a fin de obtener el control de la velocidad de la máquina.

Estos variadores mantienen la razón Voltaje/ Frecuencia (V/Hz) constante entre los valores mínimo y máximos de la frecuencia de operación, con la finalidad de evitar la saturación magnética del núcleo del motor y además porque el hecho de operar el motor a un voltaje constante por encima de una frecuencia dada (reduciendo la relación V/Hz) disminuye el par del motor y la capacidad del mismo para proporcionar potencia constante de salida en el motor.

### 2.3.3. APLICACIONES DEL VARIADOR DE FRECUENCIA

Los variadores de frecuencia tienen sus principales aplicaciones en los siguientes tipos de máquinas:

**Transportadoras.** Controlan y sincronizan la velocidad de producción de acuerdo al tipo de producto que se transporta, para dosificar, para evitar ruidos y golpes en transporte de botellas y envases, para arrancar suavemente y evitar la caída del producto que se transporta, etc.

**Bombas y ventiladores centrífugos.** Controlan el caudal, uso en sistemas de presión constante y volumen variable. En este caso se obtiene un gran ahorro de energía porque el consumo varía con el cubo de la velocidad, o sea que para la mitad de la velocidad, el consumo es la octava parte de la nominal.

**Bombas de desplazamiento positivo.** Control de caudal y dosificación con precisión, controlando la velocidad. Por ejemplo en bombas de tornillo, bombas de engranajes. Para transporte de pulpa de fruta, pasta, concentrados mineros, aditivos químicos, chocolates, miel, barro, etc.

**Ascensores y elevadores.** Para arranque y parada suaves manteniendo la cupla del motor constante, y diferentes velocidades para aplicaciones distintas.

**Extrusoras.** Se obtiene una gran variación de velocidades y control total de la cupla del motor.

**Centrífugas.** Se consigue un arranque suave evitando picos de corriente y velocidades de resonancia.

**Prensas mecánicas y balancines.** Se consiguen arranques suaves y mediante velocidades bajas en el inicio de la tarea, se evitan los desperdicios de materiales.

**Máquinas textiles.** Para distintos tipos de materiales, inclusive para telas que no tienen un tejido simétrico se pueden obtener velocidades del tipo random para conseguir telas especiales.

**Compresores de aire.** Se obtienen arranques suaves con máxima culpa y menor consumo de energía en el arranque.

**Pozos petrolíferos.** Se usan para bombas de extracción con velocidades de acuerdo a las necesidades del pozo.

#### 2.4. MOTOR DE INDUCCION ASINCRONO DE JAULA DE ARDILLA

Los motores asíncronos, alimentados en corriente alterna trifásica, mueven la gran mayoría de las máquinas: tornos, fresadoras, limadoras, etc.; en aparatos de elevación y transporte: grúas, montacargas, etc. y en cualquier otra aplicación donde se requiera un motor económico, robusto, con facilidad de instalación y mantenimiento, pero sin regulación de velocidad. Actualmente, la electrónica de potencia y de control han resuelto este problema y han hecho aún más universal el uso del motor.

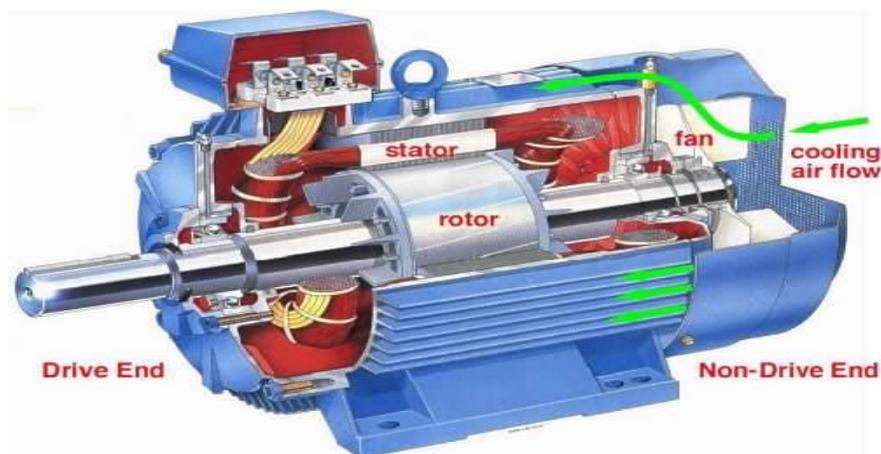


Figura 2. 10 Motor jaula de ardilla  
Fuente: [www.reypastor.org](http://www.reypastor.org)

### 2.4.1. Tipos De Motores Asíncronos Trifásicos

Dependiendo del tipo de inducido o rotor tenemos dos tipos de motores:

- Motor asíncrono de rotor bobinado
- Motor asíncrono tipo jaula de ardilla

**Motor asíncrono de rotor bobinado.-** Su característica principal es que en el rotor se aloja un conjunto de bobinas que además se pueden conectar al exterior a través de anillos rozantes. Colocando resistencias variables en serie a los bobinados del rotor se consigue suavizar las corrientes de arranque. De la misma manera, gracias a un conjunto de resistencias conectadas a los bobinados del rotor, se utiliza en aquellos casos en los que la transmisión de potencia es demasiado elevada (a partir de 200 Kw) y es necesario reducir las corrientes de arranque. También se utiliza en aquellos casos en los que se desea regular la velocidad del eje.

**Motor asíncrono tipo jaula de ardilla.-** La diferencia con el motor de rotor bobinado es que el rotor de este está formado por un grupo de barras de aluminio o de cobre en forma similar al de una jaula de ardilla.

La mayor parte de los motores, que funcionan con corriente alterna (AC) de una sola fase, tienen el rotor de tipo jaula de ardilla. Un esquema simplificado del mismo se ve a continuación.

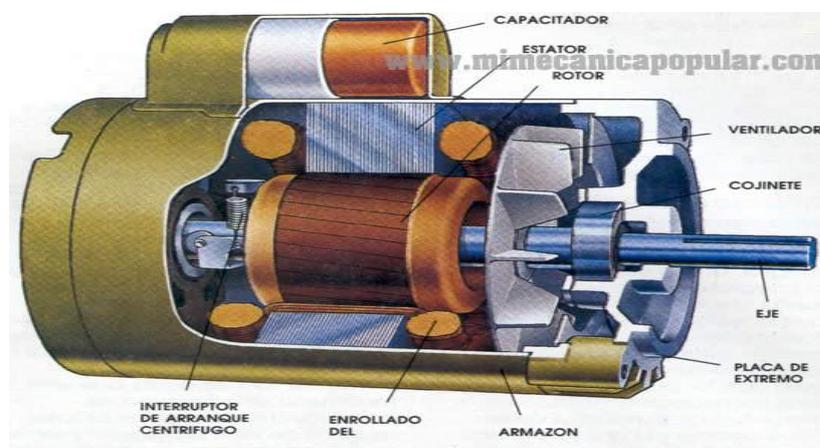


Figura 2. 11 Motor jaula de ardilla  
Fuente: Thenimerelecthician.blogspot.com

**Deslizamiento.-** La velocidad de giro del rotor debe ser menor que la velocidad del flujo magnético, puesto que si tuvieran la misma velocidad, las barras del rotor no cortarían las líneas de flujo y, por tanto, no se engendraría en ellas la fuerza electromotriz (f.e.m.), resultando que la corriente en el rotor sería nula.

Debido a la resistencia con el aire y al rozamiento, el rotor no llega a alcanzar la misma velocidad que el flujo. Y a esa diferencia se le denomina deslizamiento.

$$S = \frac{n_s - n}{n_s}$$

Donde:  $n_s$  = velocidad sincrónica,

$n$  = velocidad diferente a la sincrónica.

**Par motor.-** Cuando las líneas del campo magnético cortan las barras del rotor, se produce en ellas una fuerza electromotriz que da lugar a corrientes que circulan en los sentidos opuestos (en los hilos más próximos a los polos) es decir, que se producen esas corrientes en hilo separado  $180^\circ$ . Estos hilos se ven sometidos a unas fuerzas que tienden a moverlos en dirección perpendicular al campo magnético y produciendo con ello el llamado par motor.

**Par de giro.-** El valor del par de giro del motor viene dado por:

$$M = K \cdot \delta \cdot I_r$$

Siendo:  $K$  = Constante.

$\delta$  = Flujo magnético del campo giratorio.

$I_r$  = Intensidad de corriente del rotor.

#### **2.4.2. Característica de funcionamiento del motor de inducción**

El funcionamiento de un motor, en general, se basa en las propiedades electromagnéticas de la corriente eléctrica y la posibilidad de crear a partir de ellas, un campo magnético giratorio que induce un movimiento de rotación.

Si un motor de inducción comercial de jaula de ardilla se hace arrancar con el voltaje nominal en las terminales de línea de su estator desarrollará un par de arranque que hará que aumente su velocidad. Al aumentar su velocidad a partir del reposo, disminuye su deslizamiento y su par disminuye hasta el valor en el que se desarrolle el par máximo.

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

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

Son necesarios los arrancadores para limitar la corriente de armadura que fluye cuando el motor se conecta, pues en el momento de arranque la corriente que alcanza el motor de inducción conectado directamente es de 4 a 8 veces la corriente del mismo a plena carga, y aunque puede ser de corta duración, produciría sobrecargas en la línea y consecuentemente caídas de voltaje de mucha incidencia en la red.

**Arranque directo de la red.-** Sólo válido en motores pequeños.

**Arranque mediante inserción de resistencias en el rotor.-** Solo válido para motores de rotor bobinado y anillos rozantes.

**Arranque con resistencias en el estator.-** Procedimiento poco empleado.

**Métodos de Arranque estrella – triángulo.-** como remedio de urgencia.

El método más barato utilizado cuando se dispone de 6 terminales en el motor.

**Arranque con autotransformador.-** Reducción de la tensión durante el arranque mediante autotransformador.

**Arranque con arrancadores estáticos.-** Mediante un equipo electrónico muy usado en la actualidad.

#### **Fundamentos Básicos Sobre El Control De Velocidad De Un Motor Trifásico De Inducción.**

El motor de corriente alterna, a pesar de ser un motor robusto, de poco mantenimiento, liviano e ideal para la mayoría de las aplicaciones industriales, tiene el inconveniente de ser un motor rígido en cuanto a la posibilidad de variar su velocidad. La velocidad del motor asincrónico depende de la forma constructiva del motor y de la frecuencia de alimentación.

Como la frecuencia de alimentación que entregan las compañías de electricidad es constante, la velocidad de los motores asincrónicos es constante, salvo que se varíe el número de polos, el deslizamiento o la frecuencia.

## CAPITULO 3

### PROGRAMACIÓN DEL MICRO PLC LÓGO

#### 3.1 ELEMENTOS NECESARIOS

Para una correcta programación del PLC se debe contar con una computadora moderna, de un software especial que depende de la marca y del modelo de cada PLC o en su defecto de una programadora manual, la cual es similar a una calculadora. También se requiere que estos elementos estén conectados físicamente a través de un cable (PPI) que se conectan a los puertos de comunicaciones de cada elemento.

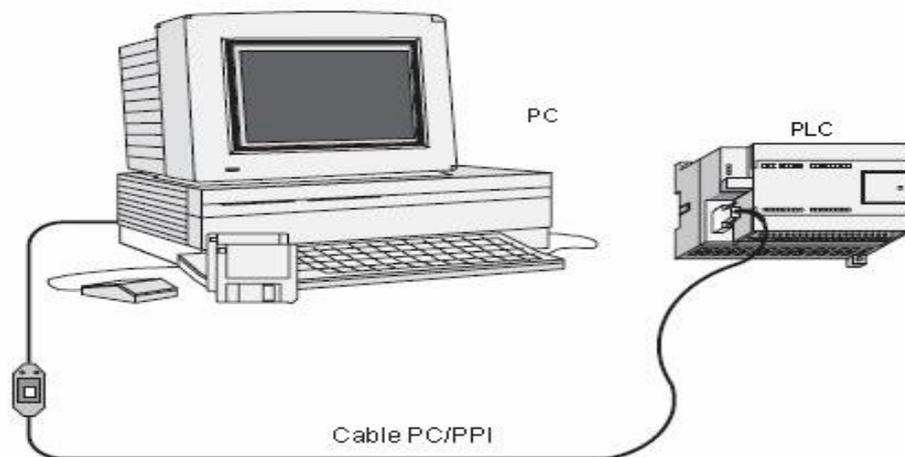


Figura 3. 1 Manual PLC 200

Fuente: Manual PLS 200

#### 3.2. SOFTWARE LOGO! Soft Comfort.

Para crear un programa de control en el módulo LOGO! Siemens, existen dos posibilidades de elaborar el mismo, como se puede apreciar en la figura;

- La primera de ellas es utilizando el teclado del panel frontal de control que viene con el dispositivo.
- La segunda posibilidad es realizando un programa desde un computador utilizando el software LOGO! Soft Comfort, que es el caso que se describe a continuación en el siguiente capítulo.



**Figura 3. 2 Método de programación equipo Logo!  
Fuente: Programa LOGO! Soft**

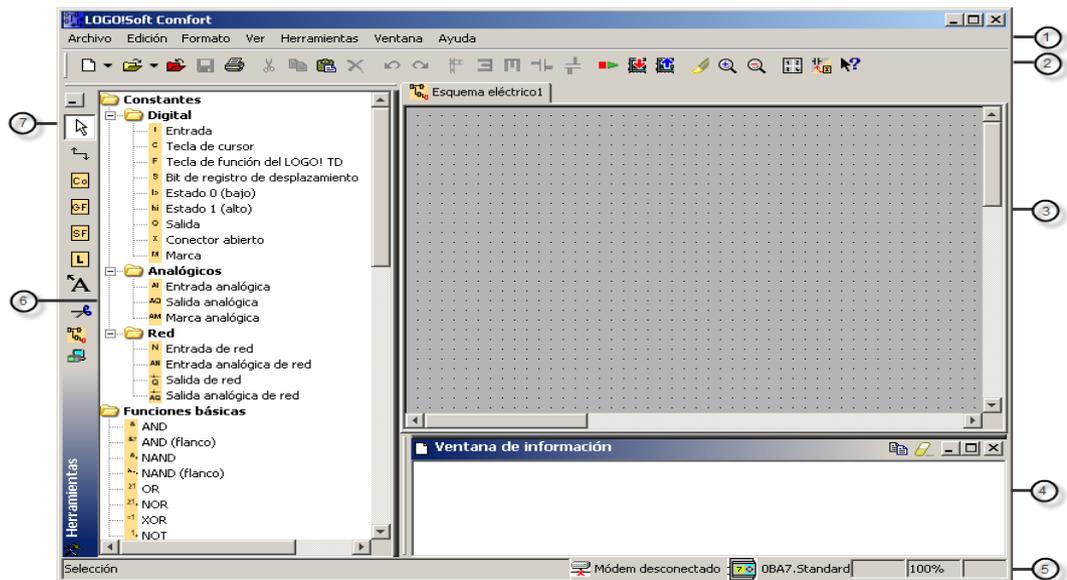
El software LOGO! Soft comfort es la última versión de este tipo de software que permite crear, modificar, simular, probar, guardar, cargar/descargar e imprimir programas de acuerdo a las necesidades requeridas en los sistema de automatización.

Una vez instalado el software de programación, aparece en el escritorio del PC el icono de acceso directo como el de la figura, de esta manera estamos en condiciones de poder editar un programa y utilizar las herramientas que ofrece el software para una programación fácil y completa.



**Figura 3. 3 Icono de Acceso Directo LOGO! Soft Comfort.  
Fuente: Programa LOGO! Soft**

Al ingresar en el icono de acceso directo nos aparece una ventana con todas las barras de herramientas necesarias para poder programar cualquier tipo de sistema de control, como se muestra en la figura.



**Figura 3. 4 Ventana de barra de herramienta**  
**Fuente: Programa Logo! Soft**

- ① Barra de menús
- ② Barra de herramientas "Estándar"
- ③ Interfaz de programación
- ④ Ventana de información
- ⑤ Barra de estado
  - Constantes y conectores
  - Funciones básicas (sólo editores FUP y UDF)
- ⑥
  - Funciones especiales
  - Perfil de registro de datos (sólo editores FUP y KOP)
  - UDF (sólo editores FUP y UDF)
- ⑦ Barra de herramientas "Herramientas"

- ✓ **Barra de Títulos.-** En esta barra aparece el nombre del Software LOGO! Soft Comfort.
- ✓ **Barra de Menú.-** Esta barra contiene los diferentes comandos necesarios para editar y gestionar los programas, aquí se encuentran las configuraciones y funciones para realizar las transferencias del programa.

- ✓ **Barra de Herramientas Standard.**- Esta barra está acoplada a la barra de menú y permite acceder en forma directa a las principales funciones del software como las siguientes: crear nuevo programa, guardar, imprimir, cortar, copiar, etc.
- ✓ **Barra de Herramientas “Herramientas”.**- Esta barra de herramientas contiene todas las funciones y aplicaciones que ofrece LOGO!, que son útiles para la creación y procesamiento del programa.
- ✓ **Barra de Herramientas para simulación.**- En la barra de prueba online y de simulación, permite observar el procedimiento del programa y cómo este reacciona a los diferentes cambios de estado de las entradas.

### 3.2.1. Funciones de LOGO! Soft Comfort

Para crear un nuevo programa, LOGO! Soft Comfort ofrece una gran variedad de funciones que están disponibles según la necesidad del programador y estos son:

- ✓ Funciones Básicas (GF)
- ✓ Funciones Especiales (SF)
- ✓ Conectores (CO)
- ✓ Bloque numéricos existentes (BN)

**Funciones Básicas (GF).**- Esta herramienta es útil cuando se necesita conectar elementos básicos del álgebra booleana en el entorno de la programación, estos son los que se muestran en la figura.

&	<u>AND</u>	$\geq 1$	<u>OR</u>
&↑	<u>AND con evaluación de flancos</u>	$\geq 1$ ↓	<u>NOR</u>
& ↓	<u>NAND</u>	= 1	<u>XOR</u>
& ↓ ↓	<u>NAND con evaluación de flancos</u>	1 ↓	<u>NOT</u>

Figura 3. 5 Lista de Funciones Básicas  
Fuente: Programa Logo Soft

**Funciones Especiales (SF).**- Esta herramienta es útil cuando se necesita conectar funciones con remanencia o comportamiento del tiempo en el entorno de la programación. La figura , muestra algunas funciones especiales disponibles.

Temporizadores	Analogico
<a href="#">Retardo a la conexión</a>	<a href="#">Conmutador analógico de valor umbral</a>
<a href="#">Retardo a la desconexión</a>	<a href="#">Conmutador analógico de valor umbral diferencial</a>
<a href="#">Retardo a la conexión/desconexión</a>	<a href="#">Comparador analógico</a>
<a href="#">Retardo a la conexión con memoria</a>	<a href="#">Vigilancia del valor analógico</a>
<a href="#">Relé de barrido (salida de impulsos)</a>	<a href="#">Amplificador analógico</a>
<a href="#">Relé de barrido activado por flancos</a>	<a href="#">Multiplexor analógico</a>
<a href="#">Reloj simétrico</a>	<a href="#">Modulación de ancho de impulsos (PWM)</a>
<a href="#">Generador de impulsos asíncrono</a>	<a href="#">Instrucción aritmética</a>
<a href="#">Generador aleatorio</a>	<a href="#">Regulador PI</a>
<a href="#">Interruptor de alumbrado para escalera</a>	<a href="#">Rampa analógica</a>
<a href="#">Interruptor bifuncional</a>	<a href="#">Filtro analógico (sólo 0BA7)</a>
<a href="#">Temporizador semanal</a>	<a href="#">Máx/Mín (sólo 0BA7)</a>
<a href="#">Temporizador anual</a>	<a href="#">Valor medio (sólo 0BA7)</a>
<a href="#">Reloj astronómico (sólo 0BA7)</a>	
<a href="#">Cronómetro (sólo 0BA7)</a>	
<b>Contadores</b>	<b>Otros</b>
<a href="#">Contador adelante/atrás</a>	<a href="#">Relé autoenclavador</a>
<a href="#">Contador de horas de funcionamiento</a>	<a href="#">Relé de impulsos</a>
<a href="#">Selector de umbral</a>	<a href="#">Texto de aviso (LOGO! 0BA6 y LOGO! 0BA7)</a>
	<a href="#">Interruptor software</a>
	<a href="#">Registro de desplazamiento (0BA4 a 0BA6)</a>
	<a href="#">Detección de error de la instrucción aritmética</a>

Figura 3. 6 Lista de Funciones Especiales  
Fuente: Programa Logo! Soft

**Conectores (CO).**- Las constantes y los bornes identifican entradas, salidas, marcas y niveles de tensión fijos. En la figura, se muestra el grupo de conectores disponibles.

Representación en el editor FUP	Representación en el editor KOP	Representación en el editor UDF
<a href="#">Entradas</a>	<a href="#">Contacto normalmente abierto</a>	<a href="#">Niveles fijos</a>
<a href="#">Teclas de cursor</a>	<a href="#">Contacto analógico</a>	<a href="#">Conectores abiertos</a>
<a href="#">Teclas de función del LOGO! TD</a>	<a href="#">Contacto normalmente cerrado</a>	<a href="#">Conectores abiertos</a>
<a href="#">Bite de registro de desplazamiento</a>	<a href="#">Bobina de relé</a>	<a href="#">Marcas</a>
<a href="#">Niveles fijos</a>	<a href="#">Salida invertida</a>	<a href="#">Marcas analógicas</a>
<a href="#">Salidas</a>	<a href="#">Entradas de red</a>	
<a href="#">Conectores abiertos</a>	<a href="#">Entradas analógicas de red</a>	
<a href="#">Marcas</a>	<a href="#">Salidas de red</a>	
<a href="#">Entradas analógicas</a>	<a href="#">Salidas analógicas de red</a>	
<a href="#">Salidas analógicas</a>		
<a href="#">Marcas analógicas</a>		
<a href="#">Entradas de red</a>		
<a href="#">Entradas analógicas de red</a>		
<a href="#">Salidas de red</a>		
<a href="#">Salidas analógicas de red</a>		

Figura 3. 7 Lista de Conectores  
Fuente: Programa Logo! Soft

### 3.3. INTRODUCCIÓN A LA PROGRAMACIÓN.

En el desarrollo de la programación es necesario definir algunos conceptos que nos ayudara a comprender de manera mas fácil la programación.

#### 3.3.1. TIPOS DE SEÑALES.

Existen dos tipos de señales que se puede procesar:

**SEÑAL DIGITAL.-** Este tipo de señal es conocida también con los siguientes nombres; Señal binaria, señal discreta, señal lógica, señal todo o nada (TON).

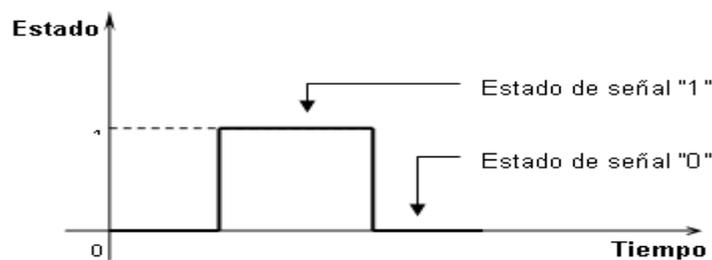


Figura 3. 8 Gráfica de estados de señales discretas.

Fuente: Programa Logo! Soft

Sólo pueden adoptar uno de dos posibles estados o niveles. El estado de señal "0" y el estado de señal "1". A estos estados, al relacionarlos de acuerdo a su condición eléctrica se dice: no existe tensión y existe tensión, la magnitud de la tensión no interesa ya que dependerá del diseño del componente electrónico que pueda asumir esta tensión nominal.

**SEÑAL ANÁLOGA.-** Se conoce como señal análoga, a aquella cuyo valor varía con el tiempo y en forma continua, pudiendo asumir un número infinito de valores entre sus límites mínimos y máximos.

Los parámetros físicos utilizados en los procesos industriales, que en forma de señal análoga pueden ser controlados y medidos son: Temperatura, velocidad, presión, flujo, nivel, etc.

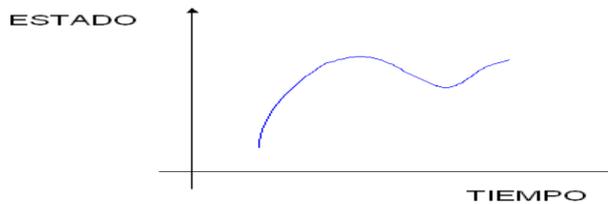


Figura 3. 9 Gráfica de estados de señales análogas.  
Fuente: Power Point

### 3.3.2. REPRESENTACIÓN DE LAS CANTIDADES BINARIAS.

Dado que el MICRO PLC LOGO recibe la información proveniente del proceso ya sea en forma digital o análoga, donde la información se almacena en forma de una agrupación binaria, es preciso disponer de un medio de representación que facilite su manejo y mejore la capacidad de procesamiento.

Para ello se emplean con mayor frecuencia tres tipos de representación para la información, éstos son: Bit, byte y palabra, en algunos casos se utilizan la doble palabra.

**Bit.** Es la unidad elemental de información donde sólo puede tomar dos valores un "1" ó un "0", es decir, un bit es suficiente para representar una señal binaria.

**Byte.** Es una unidad compuesta por una agrupación ordenada de 8 bits, es decir, ocho dígitos binarios. Los bits se agrupan de derecha a izquierda tomando como número de bit del 0 al 7. En un byte se puede representar el estado de hasta ocho señales binarias, puede usarse para almacenar un número cuya magnitud como máximo sería:

Número máximo de un byte =  $1\ 1\ 1\ 1\ 1\ 1\ 1\ 1 = 2^8 - 1 = 255$

**Palabra.** Para obtener mayor capacidad de procesamiento a veces se agrupan los bytes formando lo que se denomina las palabras, que es una unidad mayor compuesta de 16 bits = bytes. Los bits de una palabra se agrupan de derecha a izquierda tomando como número de bit del 0 al 15. En una palabra se pueden representar hasta 16

señales binarias, puede usarse para almacenar un número cuya magnitud como máximo sería:

Número máximo en una Palabra =  $2^{16} - 1 = 65535$

### **3.3.3. LENGUAGE DE PROGRAMACION**

Los lenguajes empleados en la programación de los PLC son distintos y variados; luego, la norma IEC 1131 los estableció en cinco lenguajes específicos, los cuales son:

- Diagrama de funciones secuenciales (FBD).
- Diagrama de bloques.
- Diagramas de escalera (LD).
- Lenguajes estructurados.
- Lista de instrucciones.

Siendo dentro de estos los más comunes y utilizados (los que se utilizaran en el laboratorio):

- KOP (Esquema de contactos). Editor LD (Diagrama de escalera)
- FUP (Diagrama de funciones) Editor FBD (Diagrama de bloques funcionales)

### **3.3.4. Editor KOP (Esquema de contactos o escalera.)**

El editor KOP (Esquema de contactos) permite crear programas con componentes similares a los elementos de un esquema de circuitos. KOP es probablemente el lenguaje predilecto de numerosos programadores y encargados del mantenimiento de sistemas de automatización. Básicamente, los programas KOP hacen que la CPU emule la circulación de corriente eléctrica desde una fuente de alimentación, a través de una serie de condiciones lógicas de entrada que, a su vez, habilitan condiciones lógicas de salida. Por lo general, la lógica se divide en unidades pequeñas y de fácil comprensión llamadas “segmentos” o “networks”. El programase ejecuta segmento por segmento, de izquierda a derecha y luego de arriba a abajo. Tras alcanzar la CPU el final del programa, comienza nuevamente en la primera operación del mismo.

Ejemplo.

En este circuito de mando; Cuanto vale el estado de la lámpara (Q1) en términos de PLC?

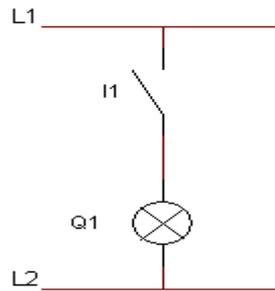


Figura 3. 10 Circuito Básico  
Fuente: Power Point

Si su respuesta es que la lámpara está apagada o su estado es CERO (0), es que está pensando solo en términos de un circuito eléctrico.

En términos de PLC para dar la respuesta hay que ver el "programa", así por ejemplo si aplicamos los siguientes programas:

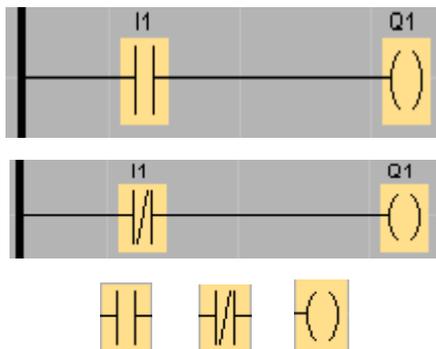


Figura 3. 11  
Fuente: Programa Logo Soft

**Programa A:** No ejecuta el proceso Q1 (Sin señal en I1, no prende la lámpara).

**Programa B:** Ejecuta el proceso Q1 (Sin señal en I1, se prende la lámpara).

El símbolo de contacto **normalmente abierto**: Se consulta si hay señal. Si **hay señal** en el contacto **es un "Si lógico"**

El símbolo de contacto **normalmente cerrado**: Se consulta si no hay señal. Si **no hay señal** en el contacto **es un "Si lógico"**. Ej. Si fuera los contactos de un relé o un pulsador normalmente cerrado, cuando

se abra el relé o el interruptor (es decir ya no hay señal) entonces "se prende Q1"

Este símbolo representa el proceso de salida, aquí corresponde físicamente a una salida de "relé" que tiene el PLC, lo que hará el cierre del circuito eléctrico para que prenda el foco.

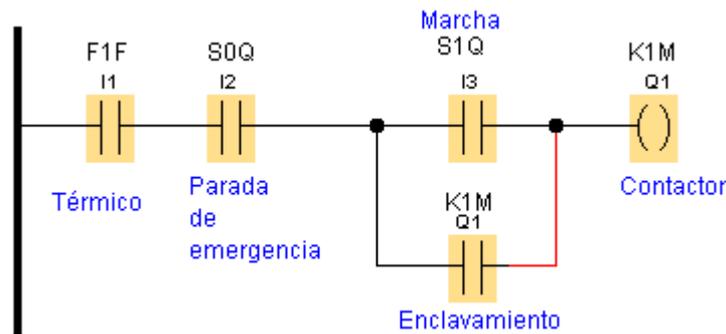


Figura 3. 12 Ejemplo de un diagrama KOP  
Fuente: Programa Logo! Soft

- **Contactos:** representan condiciones lógicas de "entrada" tales como interruptores, botones, condiciones internas, etc.
- **Bobinas:** representan condiciones lógicas de "salida" tales como lámparas, Contactores, relés interpuestos, condiciones internas de salida, etc.

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

- El lenguaje KOP les facilita el trabajo a los programadores principiantes.
- La representación gráfica es a menudo fácil de comprender, siendo popular en el mundo entero.

### 3.3.5. Editor FUP (Diagrama de funciones o bloques lógico).

Permite visualizar las operaciones en forma de cuadros lógicos similares a los circuitos de puertas lógicas.

En FUP no existen contactos ni bobinas como en el editor KOP, pero sí hay operaciones equivalentes que se representan en forma de

cuadros. La lógica del programa se deriva de las conexiones entre dichas operaciones de cuadro.

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

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

### Funciones lógicas

Los bloques más sencillos son funciones lógicas:

- Y (AND)
- O (OR)

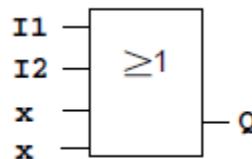


Figura 3. 13 Operador Lógico (or)  
Fuente: Manual Logo

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 una 'x'.

Bastante más eficientes son las funciones especiales:

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

## Plano de Funciones o Diagrama de Bloques:

Una solución con Logo!:

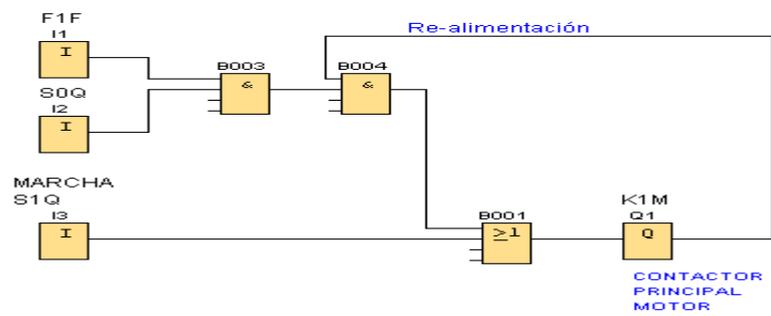


Figura 3. 14 Programa arranque Directo  
Fuente: Programa Logo Soft

## CAPITULO 4

### DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN TABLERO DIDACTICO

#### 4.1. ESPECIFICACIONES CONSTRUCTIVAS

El diseño del prototipo estuvo vasado en tres aspectos principales:

**Facilidad en desplazamiento:**

Lo principal en el diseño es que el tablero sea cómodo y maniobrable; su peso (aproximadamente 38 Kg.), diseño físico y estructura rodante (garrucha con freno de 3 pulgada en cada esquina) hace que sea de fácil desplazamiento. Presenta una altura (aproximadamente 1.35 mt.), lo cual permite que este al nivel de maniobra adecuada.

*Observar dimensiones constructivas.*

**Estética:**

La disposición de los elementos, los elementos que lo componen, la estructura física y el cableado realizado hacen que presente un buen nivel de estética.

*Observar figura*

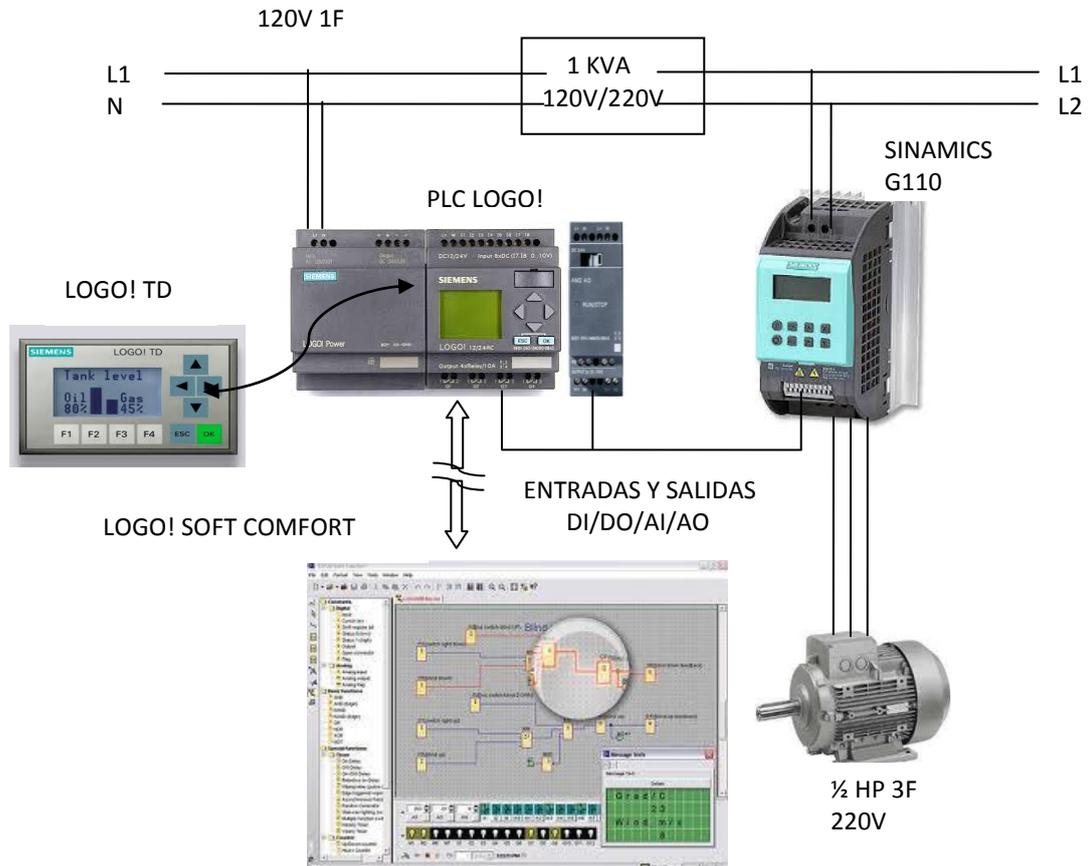
**Robustez:**

Es un tablero didáctico, diseñado para soportar el manejo normal de los estudiantes al realizar las prácticas, todos sus materiales (soportes y estructura) son resistentes; fundamentalmente hierro dulce y acero inoxidable.

#### 4.2. TIPOS DE ELEMENTOS A UTILIZAR.

Para el diseño y construcción del tablero didáctico, micro PLC LOGO!, variador de frecuencia y una pantalla TD LOGO! para el control de velocidad de un motor jaula de ardilla, se ha tomado en cuenta que, debe ser o estar constituido de tal forma que facilite el aprendizaje e ilustre claramente las partes más importantes del tema en estudio, tomando en cuenta las normas establecidas para la instalación de los diferentes dispositivos eléctricos–electrónicos.

**Diagrama de bloques.-** Se establece un orden de conexión de los dispositivos, los mismos que serán estudiados y justificados el porqué de su utilización, por tal motivo se realizó un diagrama de bloques que nos sirve de guía para la instalación de los equipos y su estudio.



**Figura 4. 1 Diagrama de Interconexión de equipo**  
**Fuente: Tablero didáctico**

Para realizar la selección de los elementos se partió por el recurso principal el MICRO PLC LOGO!. Teniendo en cuentas estos parámetros se adicionan varios elementos que serán especificados a continuación.

#### 4.2.1. MODULO LOGICO LOGO! SIEMENS 12/24 RC.



Figura 4. 2 LOGO! Siemens 12/24 RC con módulo de expansión  
Fuente: Tablero didáctico

Un LOGO! , es el módulo lógico universal de Siemens, el cual puede ser empleado en diversos tipos de instalaciones como: control de luces, calefacción/ventilación, monitoreo, control de puertas, demótica, transporte, plantas embotelladoras, condiciones ambientales especiales, uso en la industria, entre otras; debido a que al automatizar con LOGO! Nos proporciona ahorro en costos de equipos, ahorro de espacio y con los módulos de expansión de entradas y salidas permiten una adaptación muy flexible y precisa a cada aplicación especial.

Un módulo LOGO! es un relé inteligente con salidas de hasta 10A, se puede ampliar el número de entradas y salidas únicamente con módulos de expansión de la misma clase de tensión, a este conjunto se lo puede observar en la figura IV.48.

#### 4.2.2. Estructura del Equipo LOGO!

El equipo LOGO! está formado por diferentes tipos de elementos como se puede observar en la figura, distribuidos de la siguiente manera:

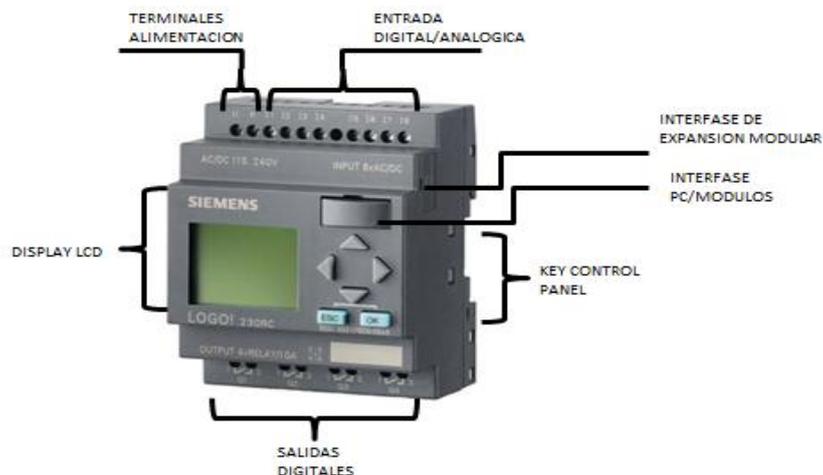


Figura 4. 3 Partes PLC LOGO  
Fuente: Tablero Didáctico

**Terminales para alimentación.**- Posibles conexiones como fuente de alimentación son:

- ✓ DC 12V
- ✓ DC 24 V. AC 24V
- ✓ AC/DC 115 V ~ 230V

**Display LCD.**- Mientras se escribe el programa de control, se muestra los bloques de funciones. Cuando se encuentra en servicio, muestra el Status de entradas/ salidas, bits de memoria, hora y día de la semana, display de mensajes de texto., variables/valores actuales.

**Salidas Digitales.**- El equipo viene con 4 DO, mediante los módulos de expansión se puede disponer hasta 16 DO. Dependiendo del tipo LOGO! Tenemos las siguientes salidas:

- ✓ Tipo Relé: Hasta 10 A, AC 230 V.
- ✓ Tipo Transistor: 0,3 A, DC 24 V.

**Entradas Digital/Analógica.**- El equipo cuenta con 8 entradas, expandible hasta 24 por medio de módulos de expansión; las

posibles conexiones posibles a los terminales de entradas pueden ser: 12 VDC, AC/DC 24 V, AC/DC 115 ~ 230 V. Cuando se utilice voltajes de 12 VDC y 24 VDC las entradas I7 e I8 procesan valores analógicos.

**Interfase de expansión modular.-** Este elemento sirve para conectar el módulo de expansión de la misma clase de tensión. Mediante clavijas en la carcasa se impide que se puedan conectar entre sí dispositivos de una clase de tensión diferente.

**Interfase PC/Módulos.-** Este elemento funciona como interfase con el PC para realizar las acciones de upload/download, tests online.

**Key control panel.-** Este elemento sirve para la generación del programa de control directamente en el equipo, utiliza los conectores de funciones. Además nos permite Setear/cambio de parámetros (tiempo, contadores).

**Interfase de extensión de la fuente de poder.-** Se debe alimentar con voltaje de 12/24 VDC al módulo de expansión, se puede utilizar la misma fuente que alimenta al módulo LOGO!.

**Cuatro Entradas.-** El módulo de expansión cuenta con entradas digitales que pueden estar conectadas a 12/24 VDC.

**Run/Stop.-** Mediante un indicador led nos indica el estado en que se encuentra el equipo y presenta las siguientes estados: Led color verde (Run) cuando está operando la ejecución del programa. Led color Rojo (Stop) cuando se interrumpió la ejecución del programa. Led color Naranja (Falla) cuando ocurre falla en la conexión y no puede ejecutarse el programa.

**Cuatro Salidas.-** Dispone de de 4 salidas digitales hasta de 5A, tipo relé.

#### 4.2.3 Datos Técnicos módulo LOGO! 12/24RC

	LOGO! 12/24 RCO
<b>Entradas digitales</b>	8
<b>Entradas analógicas</b>	2(0 a 10v)
<b>Entrada/ voltaje de alimentación</b>	Dc 12/24 v
<b>Rango permisible</b>	10.8v-28.8 vdc
<b>Señales en estado "0"</b>	Max. 5 vdc
<b>Señales en estado "1"</b>	Min.8vdc
<b>Corriente de entrada</b>	1.5 mA dc 12v/ 2.5 mA dc 24v
<b>Salidas</b>	4 relay
<b>Corriente continua</b>	10 A carga resistiva 3 A carga inductiva
<b>Protección de corto circuito</b>	Protección externa necesaria
<b>Frecuencia de operación</b>	2 hz con carga resistiva; 0.5 hz con carga inductiva
<b>Perdidas</b>	0.1 a 1.2 w (12v) 0.2a 1.6 w (24v)
<b>Reserva de energía del switch de tiempo</b>	2x1.5 mm <sup>2</sup> ,1x2.5mm <sup>2</sup>
<b>dimensiones</b>	72 (4wm)x90x55mm(wxhxd)

Tabla 4. 1 Característica de Logo 12/24  
Fuente: Manual Logo

#### 4.2.4. Características principales

- 3 modelos con diferente potencia para 24 V
- Diseño plano como el de los módulos LOGO! y solo 55 mm de profundidad
- Entrada de rango amplio de 85 V AC a 264 V AC o de 110 V DC a 300 V DC

- Intensidad constante de salida para conectar cargas con alta corriente de arranque
- Reserva de potencia durante el arranque gracias a una corriente nominal 1,5 veces mayor para cargas capacitivas
- Tensión de salida ajustable
- LED verde para "Tensión de salida O.K."
- Rango de temperatura de -20 °C a +70 °C
- Numerosos certificados de homologación como CE, cULus, FM, GL y ATEX

#### **4.2.5. Instalación eléctrica.**

En la instalación se tiene que tomar en cuenta los cables de alimentación y los del motor, es necesario tener separados de los cables de mando. No llevarlos a través del mismo conducto/canaleta.

El convertidor debe ponerse siempre a tierra. Si el convertidor no está puesto a tierra correctamente se puede destruir, así como producirse altas tensiones peligrosas para las personas. Lo mismo rige si el convertidor trabaja en redes no puestas a tierra.

- ✓ Conexiones a la red y al motor
- ✓ Antes de realizar o cambiar conexiones en la unidad, desconectar la fuente de alimentación del equipo.
- ✓ Asegurarse de que el convertidor está configurado para la tensión de alimentación correcta: SINAMICS G110 no deberán conectarse a una tensión de alimentación superior a 1 AC 230 V.
- ✓ Asegurar de que entre la fuente de alimentación y el convertidor estén conectados interruptores o fusibles de protección dimensionados para la corriente nominal especificada.
- ✓ Utilizar únicamente hilo de cobre de la clase 1,75 °C. (al menos AWG 16 para cumplir con UL).V

- ✓ Para cumplir con la normativa UL, se tienen que conectar los bornes de control del convertidor SINAMICS G110 con cables monofilares.
- ✓ Para cumplir con la normativa UL, se debe poner en la terminal del cable un engarce a presión que disponga de homologación UL para las siguientes conexiones PE del SINAMICS G110:
- ✓ Forma constructiva A: conexión puesta a tierra (PE) de red y de motor.

#### 4.2.6. Acceso a los bornes de red y del motor

En la figura muestra la disposición de las conexiones: control, red y motor del SINAMICS G110.

Tamaño constructivo A

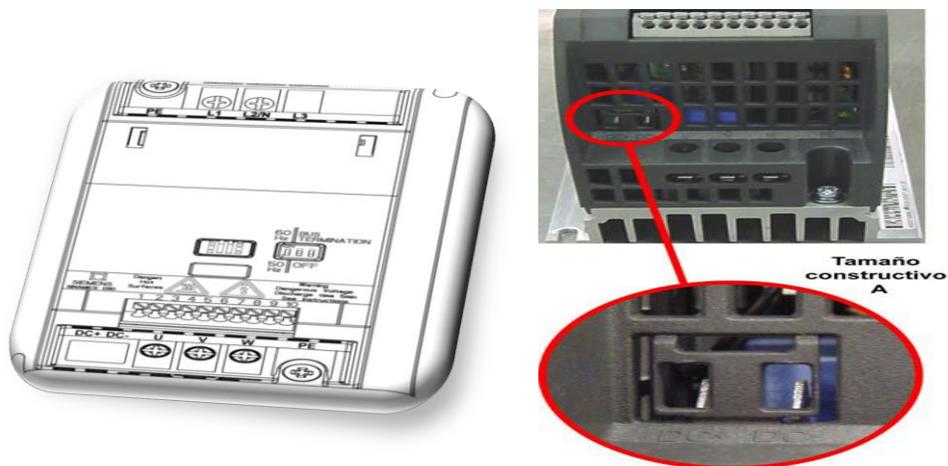


Figura 4. 4 Bornes Del Variador Sinamics G110  
Fuente: Manual Sinamics G110

#### 4.2.7. Conexión del circuito intermedio

El circuito intermedio solo se lo utiliza cuando se desea utilizar varios convertidores para acceder a la conexión del circuito intermedio (DC+/DC-), se tiene que romper la protección de los orificios correspondientes con unos alicates delgados de corte

diagonal, teniendo en cuenta que no caiga ningún pedazo de plástico dentro del convertidor.

La conexión de bornes consta de dos enchufes planos de 6,3 mm x 8 mm. Una vez quitada la protección de los orificios y si el circuito intermedio no está conectado, el convertidor solo tiene el grado de protección IP00.

Para la conexión del circuito intermedio se debe tener en cuenta lo siguiente:

- ✓ El borne DC+ de un convertidor se tienen que unir al borne DC+ del otro convertidor, igualmente las dos conexiones DC-. Conectar erróneamente puede destruir ambos convertidores.
- ✓ Ambos convertidores tienen que estar conectados a la misma red y la misma fase.
- ✓ Un cortocircuito en uno de los convertidores puede destruir ambos.
- ✓ Los convertidores se deben montar lo más unidos posible para que los cables de unión del circuito intermedio sean también lo más cortos posible.
- ✓ Se tienen que utilizar las tenazas de presión apropiadas para acoplar las terminales a los cables y asegurar una unión correcta y segura.

Una forma recomendada que proporciona los fabricantes de instalación es la que se muestra en la siguiente figura.

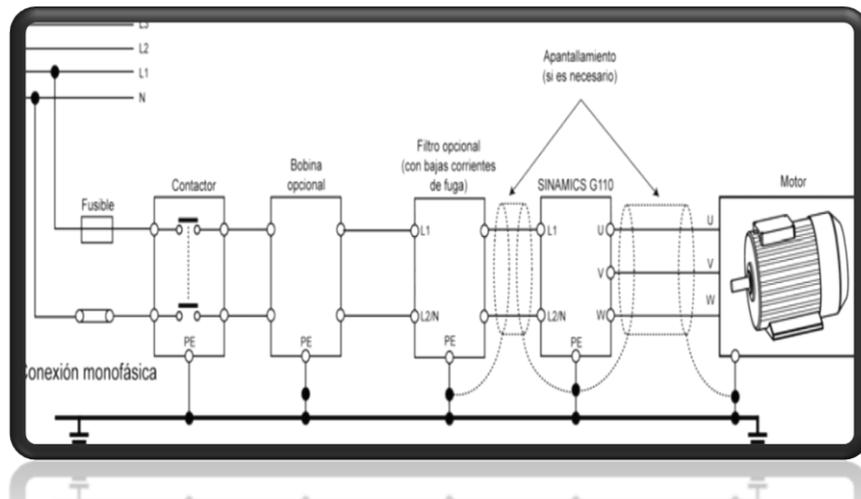


Figura 4. 5 Esquema de bloque conexión variador sinamics  
Fuentes: Manual sinamics G110

#### 4.2.8. Puesta en servicio

Se describe los diferentes modos de operación y puesta en servicio del SINAMIC G110.

El requisito para ponerlo en servicio es haber finalizado la instalación mecánica y eléctrica tomando en cuenta los siguientes aspectos:

- ✓ En el caso, que un cortocircuito haya en el equipo de control éste pueda producir daños materiales considerables, o incluso graves lesiones, se deben tomar precauciones externas adicionales.
- ✓ Determinados ajustes de parámetros pueden provocar el arranque automático del convertidor tras un fallo de la red de alimentación. Los parámetros del motor se deben configurar con precisión para que la protección de sobrecarga del motor funcione correctamente para frecuencias mayores de 5 Hz.
- ✓ Este equipo es apto para utilizarlo en redes equilibradas capaces de entregar como máximo 10.000 amperios (eficaces), para tensiones máximas de 230 V.
- ✓ El SINAMICS G110 no posee interruptor principal y está bajo tensión al conectar la alimentación de red.

#### 4.2.9. Diagrama de bloques del variador SINAMICS G110

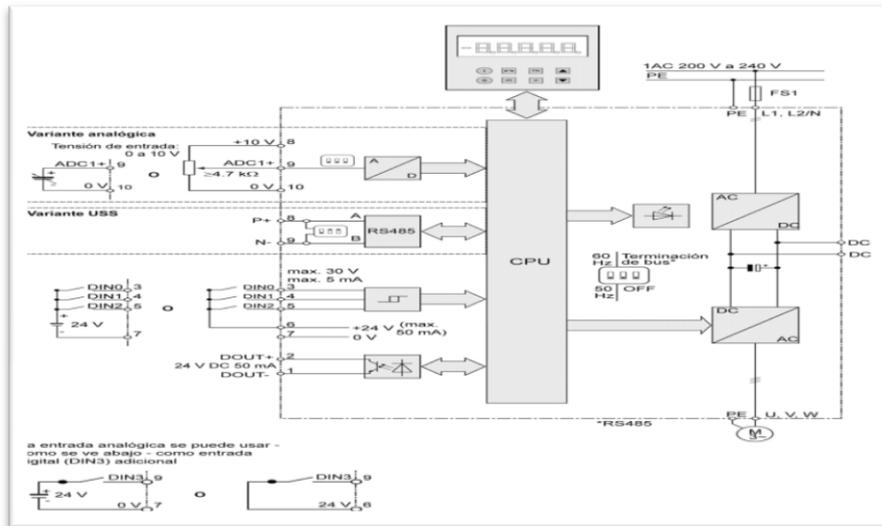
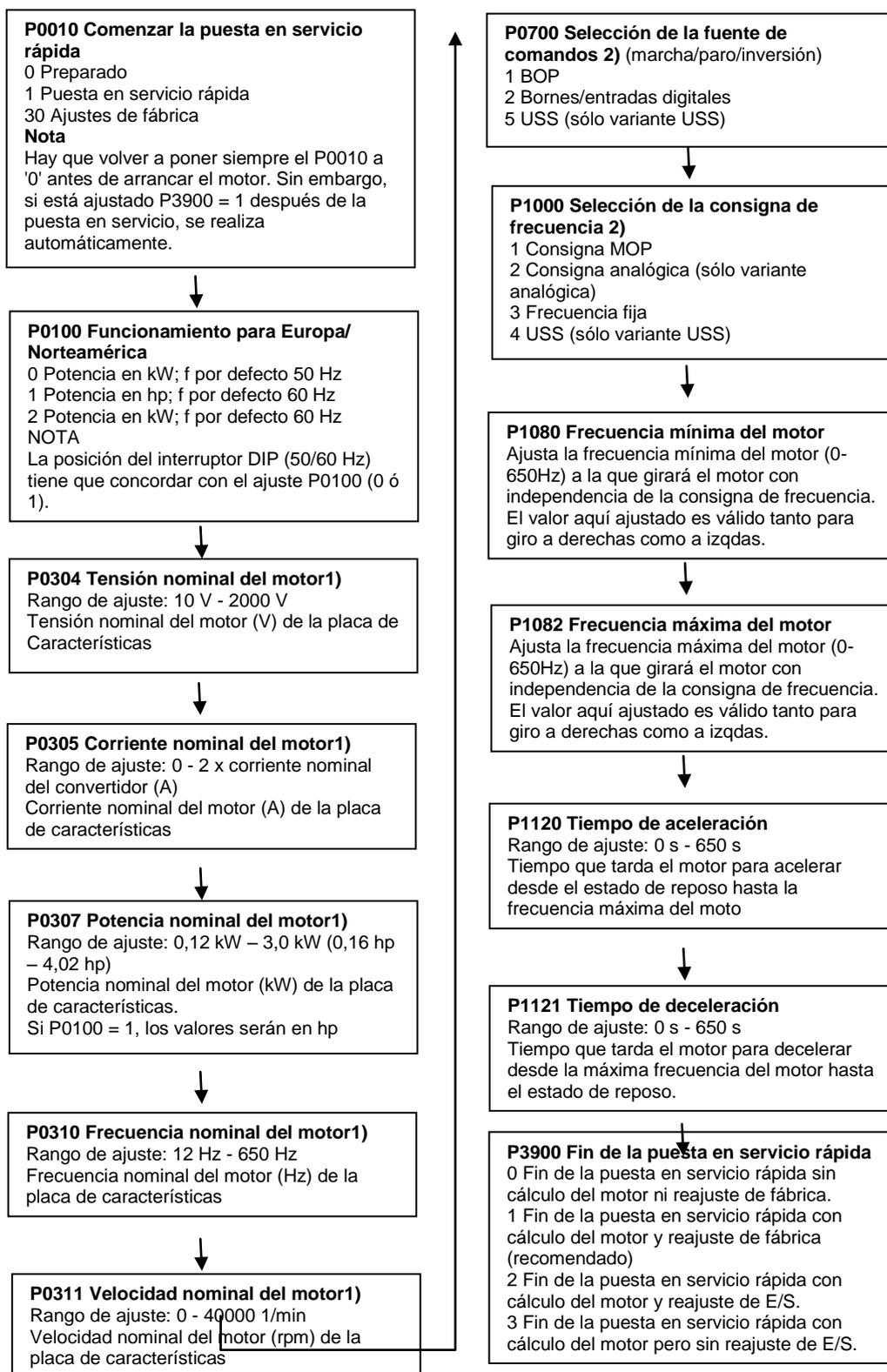


Figura 4.6 Diagrama de bloques variador sinamics G110  
Fuente: Manual sinamics G110

## Diagrama de flujo de puesta en servicio rápida SINAMICS G110



### 4.3. PANTALLA LOGO! TD 7ª Generación



Figura 4. 7 Pantalla LOGO! TD  
Fuente: Manual siemens

Una de las gamas de controladores lógicos más populares presenta un novedoso panel de control compacto basado en texto que se conecta directamente al módulo lógico.

La 7ª generación de la serie LOGO! tiene un código completamente compatible con las generaciones previas por lo que los diseños existentes se pueden actualizar con facilidad.

El LOGO! TD proporciona una interfaz hombre-máquina asequible para los constructores de equipos y sus clientes, incluso en los sistemas de control de relé más sencillos. Gracias a su display con funciones de operación integradas y mensajes de diagnóstico personalizados para el proceso, los usuarios finales podrán realizar ajustes y detectar fallos rápidamente.

#### 4.3.1. INFORMACION GENERAL

<b>Información general</b>	
Campo de aplicación	Conexión a todos los modelos base LOGO! desde ..0BA6
Cantidad suministrada en unidades	1
Manejo y visualización	
Fuente luminosa	LED
Avisos de estado/de fallo	
Número de líneas	4
Nº de caracteres por línea	24
Display	
Tipo de display	STN
Apta para gráficos	No
Elementos de mando	
Fuentes de teclado	
Teclas con LED	No
Número de teclas de sistema configurables	15
Teclas del sistema	Sí
Teclado numérico/alfanumérico	
Teclado numérico	No
Teclado alfanumérico	No
Tensión de alimentación	
Tipo de corriente de alimentación	DC
Rango admisible, límite inferior (DC)	20,4 V
Rango admisible, límite superior (DC)	28,8 V
Interfaces	
N.º de interfaces RS 232	1
N.º de otras interfaces	1
Industrial Ethernet	
N.º de interfaces Industrial Ethernet	0
Grado de protección y clase de protección	
IP40	Sí
Condiciones ambientales	
Temperatura de empleo	
mín.	0 °C
máx.	55 °C
Accesorios	
Descripción de funciones	Cable de conexión 2,5 m de longitud
Forma parte del producto	LOGO!
Dimensiones	
Anchura	128,2 mm
Altura	86 mm
Profundidad	38,7 mm
Dimensiones y peso	Longitud 2,5m
Peso	
Peso, aprox.	220 g

**Tabla 4. 2 Datos técnicos de pantalla LOGO! TD**  
**Fuente: Manual LOGO! TD**

### 4.3.2. INFORMACION DEL TRANSFORMADOR A UTILIZAR



Figura 4. 8 Transformador tipo seco cerrado  
Fuente: Tablero

**Model:**

**Especificaciones:**

TEM Coproduct ID	<a href="#">GT0953</a>
Brand	General Electric
Numero de parte	9T51B0010
Sub categoría del transformador	islamiento

**Especificaciones eléctricas:**

Fase	Single
Frecuencia (Hz)	60
Kva	1
K rating	1
Configuración del primario	Dos bobinas
Configuración del secundario	Dos bobinas
Conexión inversa	si
Material de la bobina	cobre
Blindado electrostático	No
Tipo de conexión	Punta de Cable

**Especificaciones mecánicas:**

Temperatura (deg C)	100
Grado de protección	NEMA 3R
Material de la caja	metal

Diseño de construcción	Cerrado –encapsulado carcaza y bobina
Tipo de montaje	Pared
Refrigeración	Aire seco

**Otra información :**

UL registrado	Yes
Aprobado CSA	Yes
Garantía	1 ano

<b>Voltaje de entrada</b>	<b>Voltaje de salida</b>
---------------------------	--------------------------

240x480	120/240
---------	---------

480	120/240
-----	---------

**Dimensiones y peso:**

Peso	25.00 lbs. (11.34 kg)
------	-----------------------

LxWxH	5.50 x 7.88 x 9.62 in. (13.97 x 20.02 x 24.43 cm)
-------	------------------------------------------------------

**4.4. MOTOR DE INDUCCION ASINCRONO JAULA DE ARDILLA A UTILIZARSE(SERIE 1LA7)**



**Figura 4. 9 Motor siemens ½ HP  
Fuente: Manual motores siemens**

**4.4.1 CARACTERISTICA DEL MOTOR ASINCRONO JAULA DE ARDILLA**

**Carcasa**

- Diseño unificado en aletas desde el tamaño 71 hasta el tamaño 160.
- Debido a su diseño con aletas posee una mayor conductividad térmica y por lo tanto, una mejor refrigeración.

- Patas integradas, diseñadas para soportar esfuerzos mecánicos exigentes.
- Pieza intermedia integrada a la carcasa.
- Placa de características en acero inoxidable.
- Con bornes de conexión para puesta a tierra.

### **Platillos**

- Con un nuevo diseño; más robustos y funcionales, que garantizan un perfecto desempeño ante exigencias mecánicas extremas.
- Caja de terminales
- Ubicada en la parte superior.
- Entrada de cables de la acometida por dos lados.
- Con bornera de conexión, lo que facilita su manejo.
- Posibilidad de conexión de puesta a tierra.
- Amplia y cómoda, lo que permite cambios de conexión técnicamente seguros.

### **Rodamientos**

- Libres de mantenimiento.
- Con una vida útil de hasta 20.000 horas de servicio continuo.

### **Protección mecánica**

- Con retenedor tipo CD ring en el platillo AS.
- El diseño de la caperuza aumenta la protección del ventilador contra contactos involuntarios.
- Protegido contra chorros de agua en cualquier dirección y contra depósitos de polvo (IP55).

### **Sistema de aislamiento tropicalizado**

- Como en todos los motores Siemens, el sistema de aislamiento es apto para usarse con variadores de velocidad.
- Nuestros materiales aislantes y su comportamiento térmico nos permiten garantizar un fs. de 1,15 para potencias normalizadas.

- Todos nuestros materiales utilizados en la fabricación de la nueva serie, son Clase F.

### **Tensiones de funcionamiento**

- La línea estándar tiene tensión conmutable 220/440V, 60HZ.
- Sin embargo, estamos en capacidad de suministrar cualquier tensión requerida, bajo consulta previa.
- Disponible para arranque directo en los tamaños 71, 80, 90 y 112.
- Aptos para arranque directo o estrella triángulo a partir del tamaño 132.

### **Disminución del nivel de ruido**

- Todos los motores de la nueva serie 1LA7 disminuyen el nivel de ruido.

### **Mayor rendimiento**

- Con este nuevo diseño se ofrece mayor rendimiento, ahorrando energía.

Alta eficiencia

A partir de: HP RPM

35 3.600

30 1.800

25 1.200

### **Ventajas adicionales**

- Diseño moderno, versátil y modular.
- Motor robusto.
- Libre de mantenimiento.
- Intercambiable con las anteriores series (1LA3 y 1LA5).
- Nuestra fábrica posee el Certificado de
- Aseguramiento de la Calidad
- ISO9001:2000, según IQNET.

Velocidad 1800 rpm, 4 polos, 60 Hz															
Código	Tipo	Frame IEC	Potencia		F.S.	In		Eficiencia $\eta$	Factor de potencia $\cos \phi$	Velocidad nominal rpm	Torque nominal Nm	Torque de arranque Tarr / Tn	Cte. de arranque Iarr / In	Momento de inercia kg m <sup>2</sup>	Peso kg
			HP	kW		220V A	440V A								
25000001108	1LA7 070-4YC60	71M	0,4	0,30	1,05	1,60	0,80	66	0,77	1640	1,74	1,8	2,8	0,0006	4,7
25000001109	1LA7 070-4YA60	71M	0,5	0,37	1,15	1,90	0,95	66	0,81	1590	2,24	1,3	2,7	0,0006	5,5

Tabla 4. 3 Datos técnicos motor ½ hp  
Fuente: Manual motor siemens

Tamaño 71 al 160

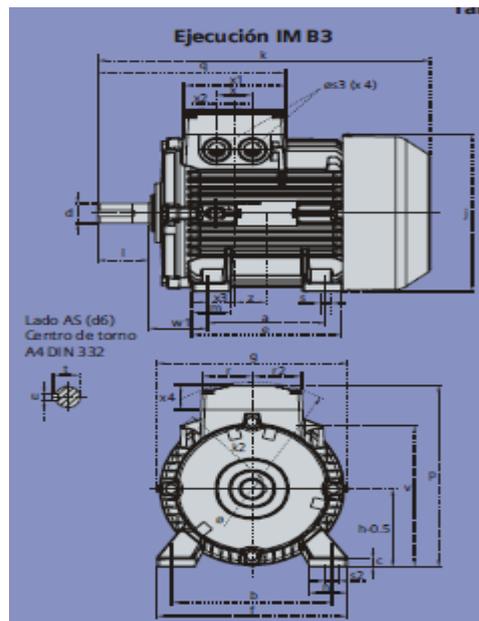


Figura 4. 10 Dimensiones del motor ½ hp  
Fuentes: Manual motor siemens

## 4.5. ELEMENTOS DE MANDO Y SEÑALIZACIÓN

Los dispositivos de mando son de gran importancia para la comunicación persona dispositivos en el área de aplicaciones industriales.

### 4.5.1. luz piloto

Luz indicadora en la parte frontal del panel colores rojo y verde nos sirve como estatus y condiciones que se encuentra la operación del panel.



**Figura 4. 11 Luz indicadora**  
**Fuente: Catalogo siemens**

#### **4.5.2. Pulsador**

Pulsador táctil con botón rasante conexión por tornillo, 1NA con soporte verde, 1NC con soporte rojo.



**Figura 4. 12 Pulsador**  
**Fuente: Catalogo siemens**

#### **4.5.3. Selector**

El selector de dos posiciones que será utilizado, está montado al inicio del panel, proporcionando el mando de la energía al módulo.

En el campo industrial podemos ver que los selectores se hallan montados en pletinas de conmutación, paneles de control, por ambas manos, en la manufactura de ascensores, y en las plantas de manejo de materiales, incluidas cintas transportadoras. El accionamiento manual de los dispositivos empieza operando secuencias y procesos funcionales, o sirve para conducir éstos a un final.



**Figura 4. 13 Selector dos posiciones**  
**Fuente: Catalogo siemens**

#### **4.6. CONTACTOR:**

Un contactor como en la figura, es un componente electromecánico 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).



**Figura 4. 14 Contactor siemens**  
**Fuente: Catalogo siemens**

##### **4.6.1. FUNCIONAMIENTO.**

Tienen 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".

Los contactos principales se conectan al circuito que se quiere gobernar. Asegurando el establecimiento y cortes de las corrientes principales y según el número de vías de paso de corriente podrá ser

bipolar, tripolar, tetrapolar, etc. realizándose las maniobras simultáneamente en todas las vías.

Los contactos auxiliares son de dos clases, abiertos (NA) y cerrados (NC). Estos forman parte del circuito auxiliar del contactor y aseguran las auto alimentaciones, los mandos, enclavamientos de contactos y señalizaciones en los equipos de automatismo.

#### 4.6.2. CLASIFICACIÓN DE LOS CONTACTORES

Podemos clasificar a los contactores de la siguiente manera:

##### a. Por su construcción:

**Contactores electromagnéticos.-** Su accionamiento se realiza a través de un electroimán.

**Contactores electromecánicos.-** Se accionan con ayuda de medios mecánicos.

**Contactores neumáticos.-** Se accionan mediante la presión de aire.

**Contactores hidráulicos.-** Se accionan por la presión de aceite.

**Contactores estáticos.-** Estos contactores se construyen a base de tiristores. Su dimensionamiento debe ser muy superior a lo necesario, la potencia disipada es muy grande, son muy sensibles a los parásitos internos y tiene una corriente de fuga importante además su costo es muy superior al de un contactor electromecánico equivalente.

##### b. Por el tipo de corriente que alimenta a la bobina:

Contactores para corriente alterna Contactores para corriente continua.

##### c. Por la categoría de servicio:

**AC1** ( $\cos \varphi \geq 0,9$ ).- Para cargas puramente resistivas, no inductivas (NO MOTORES), son para condiciones de servicio ligeros de cargas, hornos de resistencia, iluminación, calefacciones eléctricas, etc.

**AC2** ( $\cos \varphi = 0,6$ ).- Son utilizados para motores síncronos (de anillos rozantes) para mezcladoras, centrífugas, etc.

**AC3** ( $\cos \varphi=0,3$ ).- Son para cargas puramente inductivas como son los motores asíncronos (rotor jaula de ardilla) en servicio continuo, compresores, ventiladores, etc.

**AC4** ( $\cos \varphi=0,3$ ): Son utilizados para motores asíncronos (rotor jaula de ardilla) en servicio intermitente para grúas, ascensores, etc.

En el sistema de control y la construcción de tableros eléctricos, factores como el ahorro de tiempo, flexibilidad, sencillez y óptimo tamaño desempeñan un papel importante. ¿Cómo lograr esto en la actualidad? Con la nueva línea de productos de control industrial, SIRIUS Innovations. La cual aplica desde ya las nuevas regulaciones establecidas en la NORMATIVA IEC 60947.



Figura 4. 15 **Contactador sirius siemens**  
Fuente: **Catalogo siemens**

Gracias a la extrema robustez y a la mejor fiabilidad de contacto, el contactor SIRIUS Innovations actúan de forma competente y fiable. Su diseño de hasta 38 Amp en tamaño S0 más 1NA y 1NC reduce espacio en tableros y permite configuraciones de alta densidad.

Reducción de cableado gracias a módulos de comunicación en ASI o IO-LINK (control y supervisión remota).

#### **4.7. POTENCIÓMETRO**

Para el control V/f del motor a través de la entrada analógica en el micro PLC LOGO, se lo efectúa mediante un potenciómetro, en las borneras correspondientes para su instalación.

El potenciómetro utilizado es de precisión de 10K $\Omega$  figura, el cual permitirá regular la frecuencia y por tanto la velocidad del motor, para este fin se debe definir el parámetro correspondiente en el panel básico de operación cabe señalar que es la manera para controlar la velocidad del motor en las variantes analógicas y digital.

El potenciómetro está montado en la parte frontal del panel.



**Figura 4. 16 Potenciómetro de precisión**  
**Fuente: Manual**

#### **4.8. INTERRUPTOR TERMOMAGNÉTICO (BREAKER)**



**Figura 4. 17 Interruptor Termo magnético**  
**Fuente: Manual breaker siemens**

Un interruptor magneto térmico o interruptor termomagnético como de la Figura, es un dispositivo capaz de interrumpir la corriente eléctrica de un circuito cuando ésta sobrepasa ciertos valores máximos. Poseen tres sistemas de desconexión: manual, térmico y magnético.

#### 4.8.1. SU FUNCIONAMIENTO

Se basa en dos de los efectos producidos por la circulación de corriente eléctrica en un circuito: el magnético y el térmico. El dispositivo consta, por tanto, de dos partes, un electroimán y una lámina bimetálica, conectadas en serie y por las que circula la corriente que va hacia la carga.

Al circular la corriente por el electroimán, crea una fuerza que, mediante un dispositivo mecánico adecuado, tiende a abrir el contacto, pero sólo podrá abrirlo si la intensidad ( $I$ ) que circula por la carga sobrepasa el límite de intervención fijado. En la figura III.34 se puede observar las partes que constituyen el interruptor termo magnético.

Este nivel de intervención suele estar comprendido entre 3 y 20 veces la intensidad nominal (la intensidad de diseño del interruptor magneto térmico) y su actuación es de aproximadamente unas 25 milésimas de segundo, lo cual lo hace muy seguro por su velocidad de reacción. Esta es la parte destinada a la protección frente a los cortocircuitos, donde se produce un aumento muy rápido y elevado de corriente.

La otra parte está constituida por una lámina bimetálica (figura ) que, al calentarse por encima de un determinado límite, sufre una deformación y pasa a la posición señalada en línea de trazos lo que, mediante el correspondiente dispositivo mecánico (M), provoca la apertura del contacto C. Esta parte es la encargada de proteger de corrientes que, aunque son superiores a las permitidas por la instalación, no llegan al nivel de intervención del dispositivo magnético. Esta situación es típica de una sobrecarga, donde el consumo va aumentando conforme se van conectando aparatos.

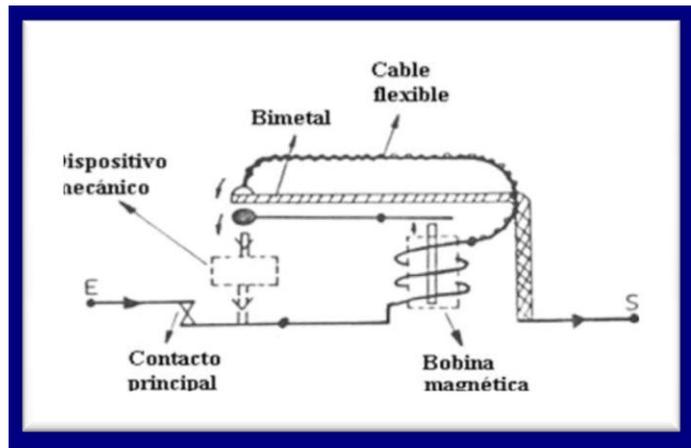


Figura 4. 18 Funcionamiento interno de breaker  
Fuente: Libro eléctrico

Ambos dispositivos se complementan en su acción de protección, el magnético para los cortocircuitos y el térmico para las sobrecargas. Además de esta desconexión automática, el aparato está provisto de una palanca que permite la desconexión manual de la corriente y el rearme del dispositivo automático cuando se ha producido una desconexión. No obstante, este rearme no es posible si persisten las condiciones de sobrecarga o cortocircuito. Incluso volvería a saltar, aunque la palanca estuviese sujeta con el dedo, ya que utiliza un mecanismo independiente para desconectar la corriente y bajar la palanca.

Para los magneto-térmicos bipolares o tripolares, podemos decir también que cuando una fase es afectada en la desconexión, ésta se efectúa simultáneamente en todos los polos mediante transmisión interna, independiente de la pieza de unión entre manecillas

#### 4.8.2. .ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

Todos los interruptores electromagnéticos deberán ser identificados por su parte frontal, estar homologados oficialmente y cumplir el Reglamento de Verificaciones Eléctricas, llevarán grabadas las siguientes características:

- a. Nombre del Fabricante o Marca comercial.
- b. (In) Corriente Nominal(A).
- c. (Icc) Corriente Cortocircuito (A) o (kA).
- d. Tensión nominal 220/380 V.
- e. Naturaleza de la corriente y frecuencia.
- f. Número de fabricación. g.- Clasificación de disparo por sobrecorriente B, C o D.

#### **4.8.3. FUSIBLES Y PORTAFUSIBLES CERÁMICOS**

El porta fusible permite la conexión y desconexión sencilla del fusible, así como el cableado de este mismo al tablero. Los fusibles por su parte son exigidos como requerimiento para la protección de la alimentación del PLC (fuente de PLC) en su hoja de datos. Ante condiciones de cortocircuito previenen la destrucción de los conductores, dispositivos y elementos de control del PLC. Al tratarse de un elemento de DC, se necesita proteger dos líneas, por tanto se utilizaron dos elementos (fusible y porta fusible).

#### **4.9. MARCACION Y CABLEADO DEL TABLERO.**

Nos basamos en lo estándares de calibre AWG en la cual especifica la capacidad de ciertos conductores que conduce la corriente, se clasifico los cable a escoger.

Calibre AWG ó MCM	Sección mm <sup>2</sup>	Para 1 cond. al aire libre Amp.	TIPO CABLE
18	0.823	15	TFN
16	1.31	20	THHN
14	2.08	25	THHN

**Tabla 4. 4 Estandarización de valores AWG.**  
Fuente: Catalogo disensa

- Para las conexiones del MICRO PLC LOGO se empleó cable calibre 16, ya que son conexiones de control, ellas manejan pequeñas cantidades de corrientes (siempre menores de 6 Amp).
- Para las demás conexiones de Control se empleó cable calibre 16 por motivos similares a los anteriores.
- Para las conexiones de Potencia se empleó cable calibre 12, con el cual se garantiza la conducción de hasta 20 amperios; más de los demandados por el motor que se empleo en el tablero.
- Para la marcación específica del Entrenador para MICRO PLC LOGO se utilizó la nomenclatura Americana NEMA (*National Electrical Manufactures Association*) con el fin de garantizar la normalización del circuito.

Todo conductor fue marcado en un extremo con el mismo código del borne que conecta además de su número de identificación, mediante la utilización de anillos de plástico amarillos con los números y letras respectivas a cada cable.

Para este fin se tuvieron en cuenta especificaciones sugeridas en el Trabajo de Grado FUDAMENTOS DE LOS SISTEMAS ELÉCTRICOS DE CONTROL de Hernán Valencia Gallón, en su capítulo 3; Normalización.

#### 4.10. DIMENSIONES E IMAGEN DEL TABLERO

Para tener un acercamiento real a la dimensión física del tablero es importante presentar las vistas, así como las medidas de los mismos.

##### 4.10.1 VISTA FRONTAL PANEL



Figura 4. 19 Vista frontal panel  
Fuente Catalogo Siemens

##### 4.10.2 IMAGEN FRONTAL EL TABLERO DE CONTROL (PUERTA)



Figura 4. 20 Imagen frontal tablero de control  
Fuente: Tablero didáctico

#### 4.10.3 IMAGEN FRONTAL DE LOS ELEMENTOS EN GENERAL



Figura 4. 21 Imagen frontal de los elementos en general  
Fuente: Tablero Didáctico

## 4.11. ESQUEMA Y CONEXIONES

### 4.11.1. ESQUEMA DE CONEXIONES ALIMENTACION TABLERO

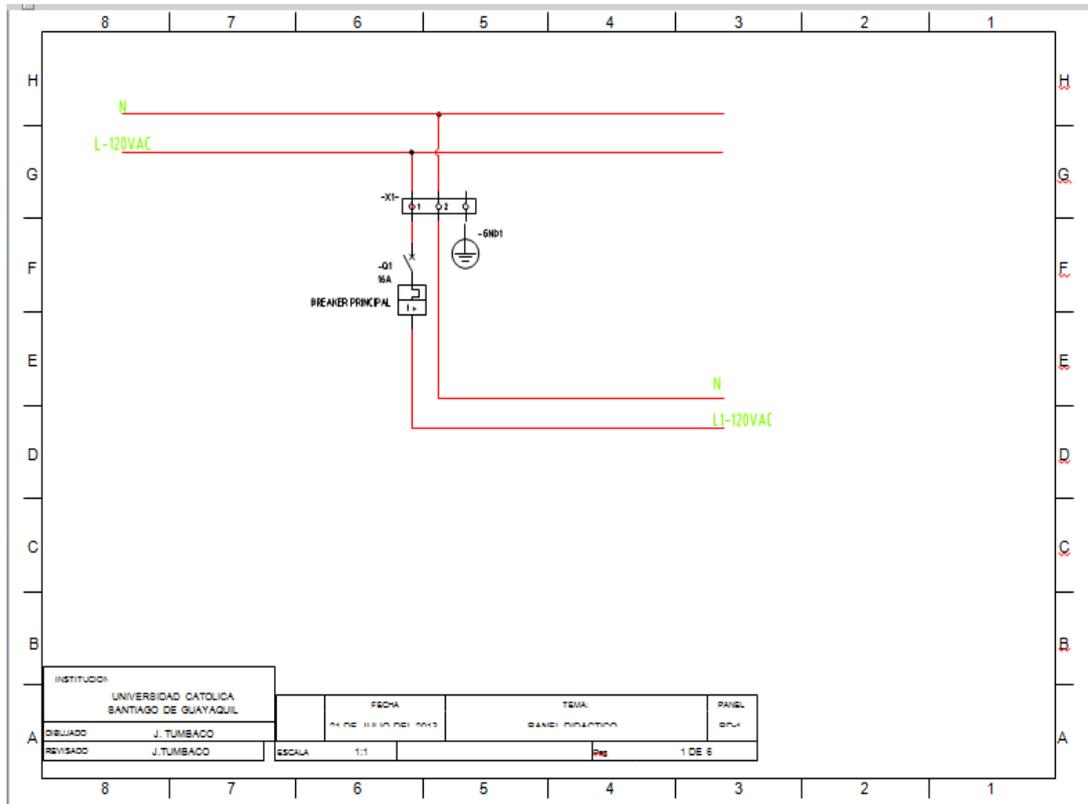


Figura 4. 22 Esquema De Conexiones Alimentación Tablero  
Fuente: Autor

### 4.11.2. ESQUEMA DE CONEXIONES MICRO PLC LOGO ENTRADAS

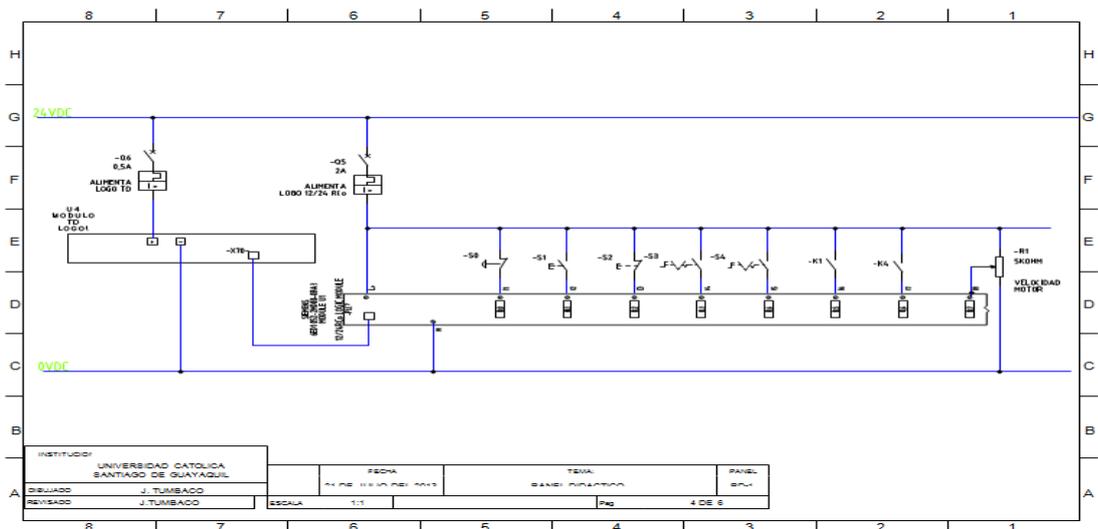


Figura 4. 23 Esquema De Conexión De Entradas Logo!  
Fuente: Autor

### 4.11.3. ESQUEMA DE COXECCION MICRO PLC LOGO SALIDAS

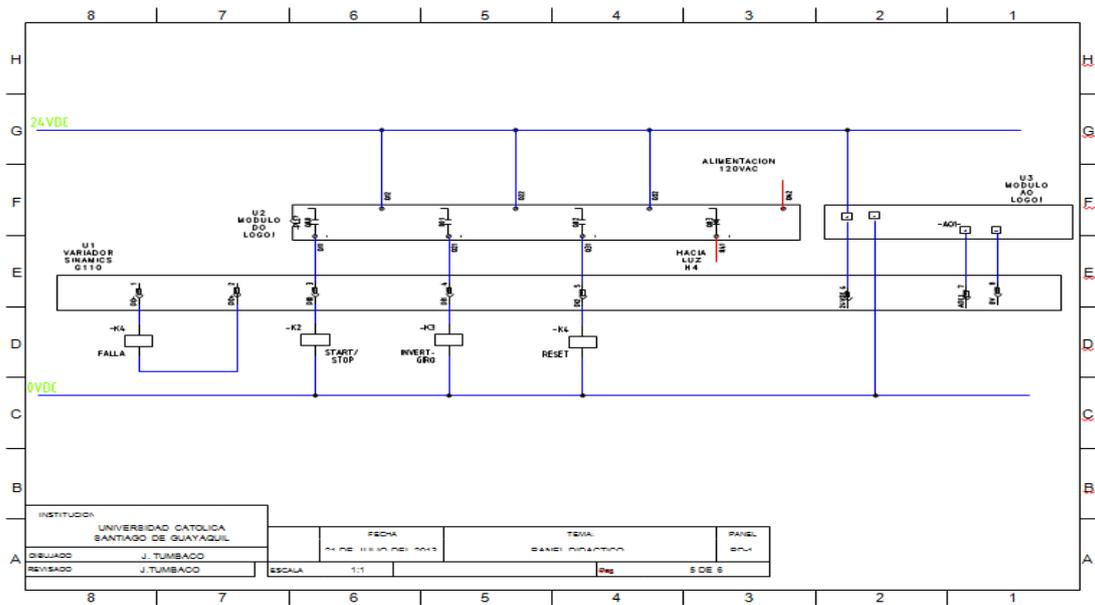


Figura 4. 24 Esquema De Conexión De Salidas Logo!  
Fuente: Autor

### 4.11.4. ESQUEMA DE CONEXIONES ALIMENTACION FUENTE Y ALIMENTACION TRANSFORMADOR

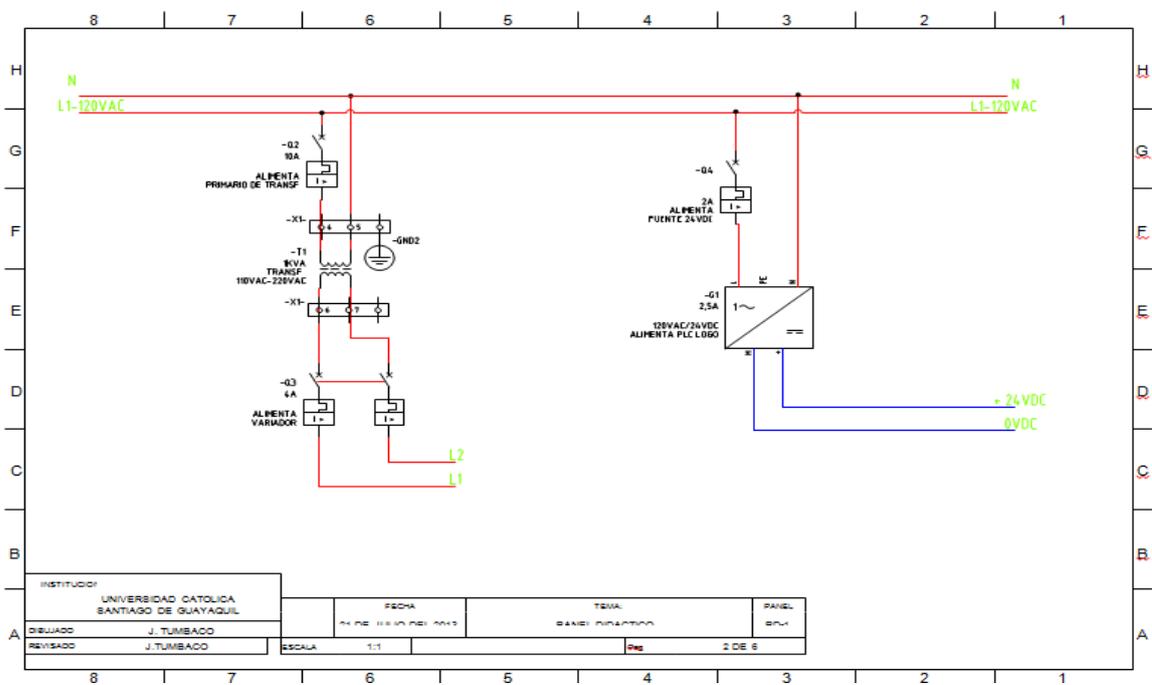


Figura 4. 25 Esquema De Conexiones Alimentación Fuente Y Alimentación Transformador  
Fuente: Autor

#### 4.11.5. ESQUEMA DE CONEXIONES DEL VARIADOR Y MOTOR

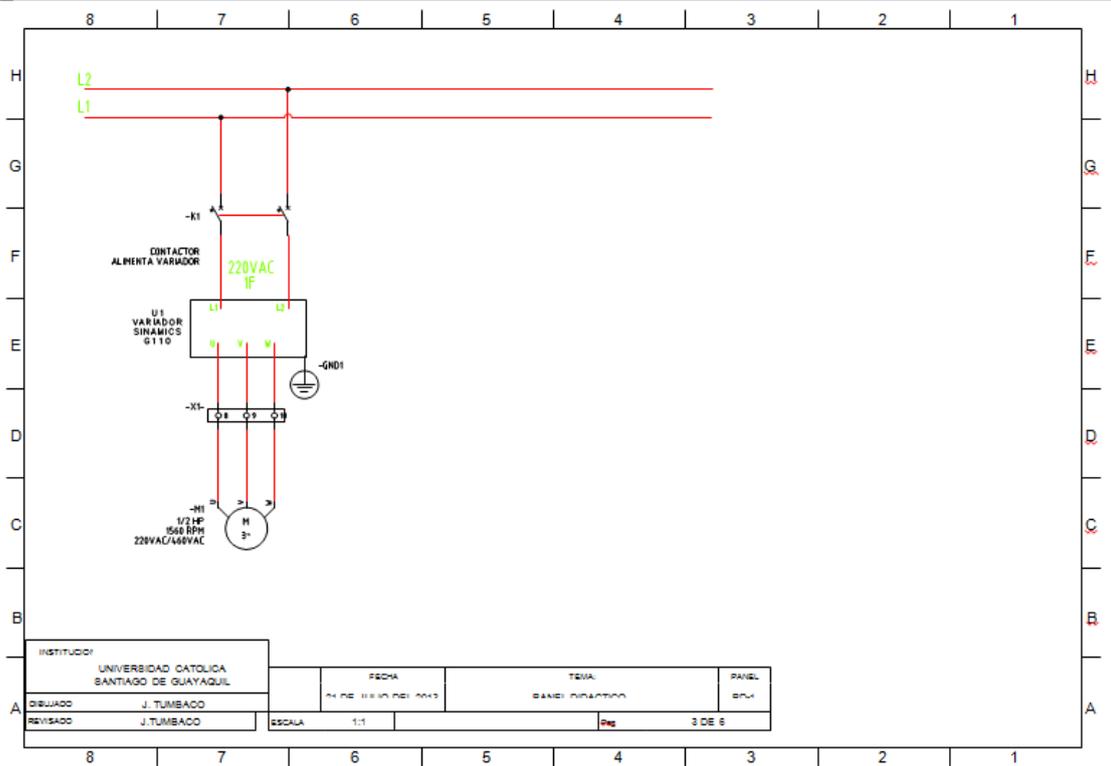


Figura 4. 26 Esquema De Conexiones Del Variador Y Motor  
Fuente: Autor

#### 4.11.6 ESQUEMA DE CONEXIONES DE LUCES INDICADORAS DEL PANEL

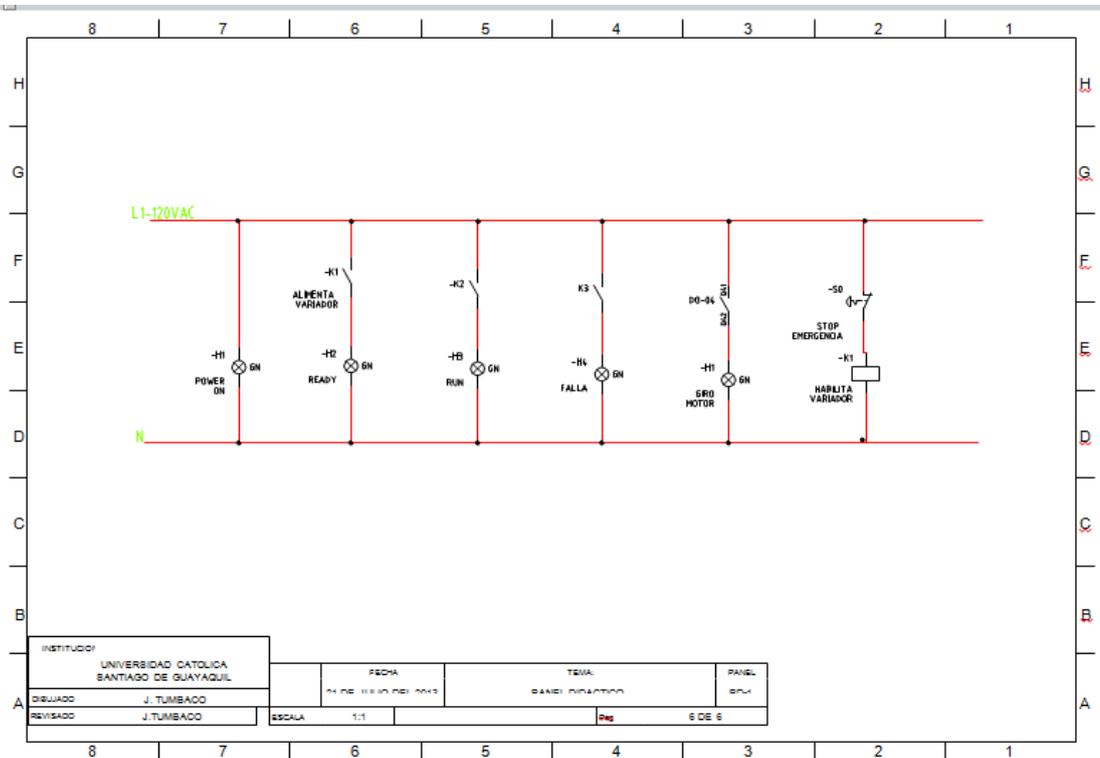


Figura 4. 27 Esquema De Conexiones De Luces Indicadoras Del Panel  
Fuente: Autor

## CONCLUSIONES

Para poder implementar un controlador lógico programable (PLC) dentro del campo industrial tenemos que tener presente ciertos conceptos, para poder utilizar adecuadamente en lo requiere el problema, esto ayudara a elegir y desarrollar el equipo y el sistema más óptimo para ser aplicado en lo que se requiere , en donde el profesional se siente capaz de sus servicios técnicos. Mediante el uso del tablero del MICRO PLC LOGO, la elaboración de las prácticas propuestas y a través del trabajo dirigido permitirá al estudiante comprender y entender para afianzar sus conocimientos en estas aplicaciones que hoy en día dentro del campo industrial es tan importante el control industrial de los procesos.

Mediante el desarrollo de este proyecto se ayuda a la docencia contribuyendo en forma directa, brindando herramientas de conocimiento y aplicación, que incrementan notoriamente la calidad de la formación profesional en la facultad.

Los tableros de PLC utilizan tecnología que está a la vanguardia del mundo industrial y sus necesidades, lo cual es de gran importancia para la formación y preparación de los ingenieros de hoy.

El Ingeniero electrónico en control y automatismo que egresa de la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil, debe estar convencido y ser capaz de demostrar sus conocimientos en Electricidad, control y automatización sea a sus clientes, dueños de empresa o competencia técnica; pues será la única manera de ser digno de llevar un Título y la representación de una Institución muy emblemática como es nuestra U.C.S.G

## RECOMENDACIONES

La tecnología cambia continuamente día a día, por ello recomendamos seguir estudiando alternativas nuevas en el autómata programable ya que es la única forma de optimizar los recursos a nivel empresarial, y ayudar de alguna manera en el campo industrial.

El punto de alimentación para el tablero debe estar polarizado y aterrizado, por seguridad personal y daños al tablero.

Utilizar el botón stop o parada de emergencia en caso que se presente algún problema en los equipos, ya que este corta la energía del variador, parando el motor instantáneamente.

Tener en cuenta los parámetros del variador, que estén correctamente con los datos del motor: voltaje, corriente, velocidad, potencia, tiempo de aceleración, deceleración, modo de marcha con consigna fija y variable, velocidad máxima y mínima del variador.

## BIBLIOGRAFÍA

- AUTOMATIONLIVE. (01 de MARZO de 2011). *INDUSTRIAL AUTMATION*. Recuperado el 20 de MAYO de 2013, de <http://www.automationlive.blogspot.com>
- AUTOMATISMOINDUSTRIAL. (2013). *EL VARIADOR DE FRECUENCIA*. Recuperado el 23 de MAYO de 2013, de <http://automatismoindustrial.com/el-variador-de-fercuencia/>
- EATON. (2013). *PLC MODULAR XC*. Recuperado el 12 de MAYO de 2013, de [http://www.moeller.es/productos\\_soluciones/productos/control-y-visualizacion/plc-modular-xc.html](http://www.moeller.es/productos_soluciones/productos/control-y-visualizacion/plc-modular-xc.html)
- ELECTHICIAN, T. N. (2011). *MOTORES ELECTRICOS*. Recuperado el 12 de JUNIO de 2013, de <http://thenimerelecthician.blogspot.com/p/motores-electricos.html>
- INTERNATIONAL, A. (2012). *PLC COMPACTOS-ALPHA2*. Recuperado el 12 de MAYO de 2013, de <http://www.automationint.com/productos/plc-compactos/serie-alpha>
- PASTOR, R. (2012). *MOTORES*. Recuperado el 22 de MAYO de 2013, de [http://www.reypastor.org/departamentos/dtec/tec\\_indII/motor\\_jaula\\_ardilla/recursos.html](http://www.reypastor.org/departamentos/dtec/tec_indII/motor_jaula_ardilla/recursos.html)
- PLATA, U. D. (s.f.). *HISTORIA DEL PLC*. Recuperado el 30 de ABRIL de 2013, de <http://www.ing.unlp.edu.ar/electrotecnia/procesos/apuntes/ApuntePLC.pdf>
- PLC, A. (03 de ENERO de 2011). *APRENDE PLC*. Recuperado el 30 de ABRIL de 2013, de [http://aprendeplc.blogspot.com/2011\\_03\\_27\\_archive.html](http://aprendeplc.blogspot.com/2011_03_27_archive.html)
- SIEMENS. (2008). *MANUAL S7 200*. ALEMANIA: SIEMENS AG.
- SIEMENS. (01 de ENERO de 2013). *SIMATIC*. Recuperado el 15 de JUNIO de 2013, de <http://www.swe.siemens.com/spain/web/es/industry/automatizacion/simatic/controladores/Pages/S7200.aspx>
- DISENSA. (2013). *CABLES DISENSA*. Recuperado el 30 de MAYO de 2013, de ELECTROCABLES: [http://disensa.com/main/images/pdf/electro\\_cables.pdf](http://disensa.com/main/images/pdf/electro_cables.pdf)
- PENA, J. D. (2003). *INTRODUCCION A LOS AUTOMATAS PROGRAMABLES*. ARAGON: UOC.
- PULIDO, M. A. (2004). *CONTROLADORES OGICOS*. MARCOMBO.
- SIEMENS. (04/2003). *MANUAL SINAMICS G110 6SL3298-0AA11-0EP0*. ALEMANIA: SIEMENS AG.

SIEMENS. (04/2003). *PARAMETROS SINAMICS G110 6SL3298-0BA11-0EPO*. ALEMANIA: SIEMENS AG.

SIEMENS. (07/2008). *LOGO! MANUAL A5E01248537-01*. ALEMANIA: SIEMENS AG .

SIEMENS. (FEBRERO de 2012). *LOGO MICRO AUTOMATION*. Recuperado el 10 de JUNIO de 2013, de <https://c4b.gss.siemens.com/resources/images/articles/e20001-a1120-p271-x-7800.pdf>

SIEMENS. (1 de ENERO de 2013). *CATALOGO*. Recuperado el 12 de JUNIO de 2013, de LISTA DE PRECIOS:  
<https://www.industry.siemens.com/home/aan/es/ecuador/Documents/Lista%20de%20precios%20Final%20Siemens%20Industry%20Ecuador.pdf>

SIEMENS. (08 de ENERO de 2013). *INDUSTRY MALL ECUADOR*. Recuperado el 22 de JUNIO de 2013, de SIEMENS AG :  
[https://eb.automation.siemens.com/mall/es/ec/Catalog/Products/10139385#Datos técnicos](https://eb.automation.siemens.com/mall/es/ec/Catalog/Products/10139385#Datos_técnicos)

SIEMENS. (2013). *LOGO! LOGIC MODULE*. Recuperado el 10 de JUNIO de 2013, de <http://www.automation.siemens.com/mcms/programmable-logic-controller/en/logic-module-logo/Pages/Default.aspx>

## **ANEXOS**

## ANEXO # 1

### MARCHA Y PARO DEL VARIADOR SIN CONTROL DE VELOCIDAD

Utilizar un esquema sencillo para el control del motor mediante el micro PLC LOGO! Y el variador SINAMICS utilizando los botones de marcha y paro del panel.

#### Asignación de variables en PLC LOGO!

Entradas digitales	Salidas digitales	Bloques para el control
I1: Stop de emergencia	Q1: marcha variador	B001: Compuerta OR
I2: Start		B002: función set-reset
I3: Stop		

Asignaciones de variables en variador SINAMICS G110

#### Parámetros

P0010: 1 Puesta de servicio rápida poner en cero luego para marchar y salir

P0100: 1 Potencia en hp a 60 hz

P0304: Tensión placa motor 220V

P0305: Corriente placa del motor 1,9 A

P0307: Potencia placa del motor ½ hp

P0310: Frecuencia nominal del motor 60hz

P0311: Velocidad nominal del motor 1590 rpm

P0700: Selección de fuente de comandos 2

P1000: Selección de la consigna de frecuencia 3 fijas

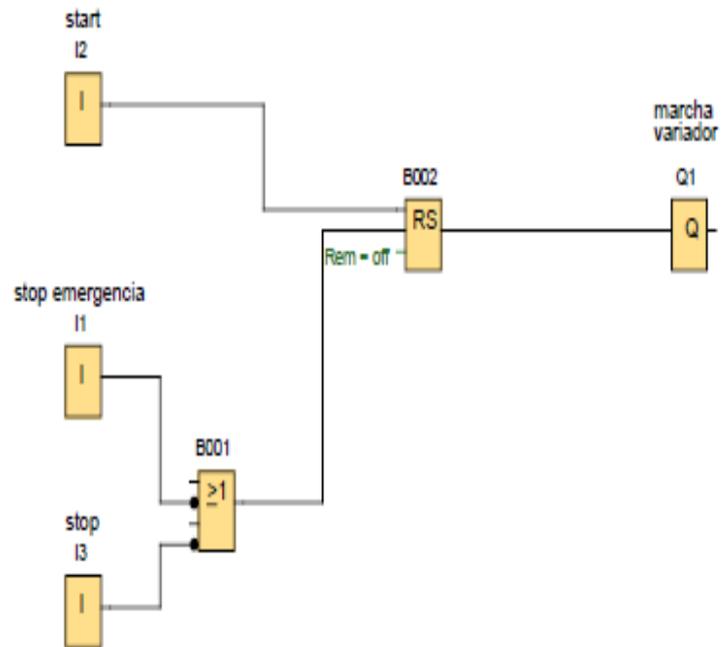
P1080: Frecuencia mínima 30hz

P1082: Frecuencia máxima del motor 60hz

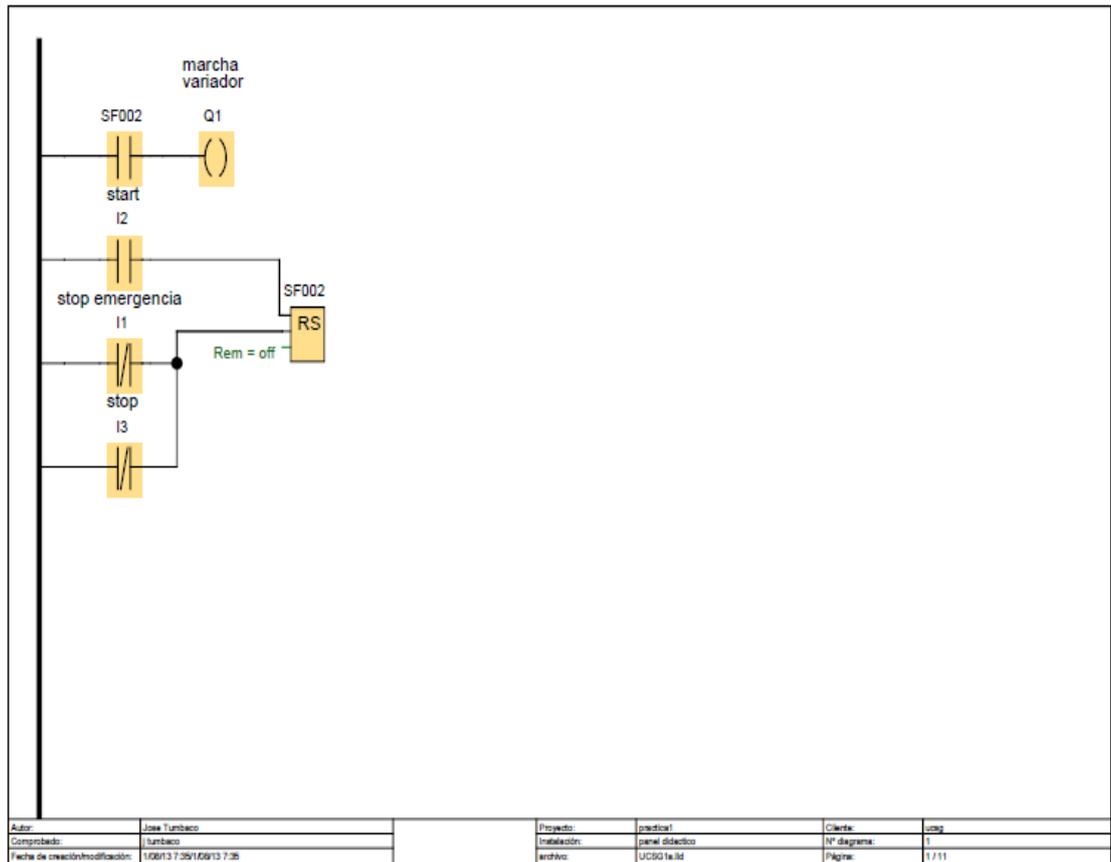
P1120: Tiempo de aceleración 15 segundos

P1121: Tiempo de desaceleración 10 Segundos

## PARO Y MARCHA DEL VARIADOR SIN CONTROL DE VELOCIDAD DESDE EL PANEL



Autor:	Jose Tumbaco	Proyecto:	andchar	Cliente:	usag
Comprobado:	Tumbaco	Integración:	Jose Sandoz	Nº diagrama:	1
Fecha de creación/modificación:	25/07/13 13:06:50/13 13:27	archivo:	UC901.lad	Página:	1/11



Aquí se tiene un arrancador suave ya que la rampa de aceleración hace esta función y así evitamos la corriente pico de arranque al salir de la inercia del motor.

## ANEXO #2

### MARCHA Y PARO DESDE BOTON PANEL CON VELOCIDAD VARIABLE

Utilizar un esquema sencillo para el control del motor mediante el micro plc LOGO! Y el variador SINAMICS utilizando los botones de marcha y paro del panel.

Poder marchar y parar desde el panel al motor con velocidad puesta desde puerta panel potenciómetro R1.

#### Asignación de variables en plc LOGO!

Entradas digitales	Salidas digitales	Bloques para el control	E/S analógicas
I1: Stop de emergencia	Q1: marcha variador	B001: Compuerta OR	AI2: entrada potenciómetro
I2: Start		B002: función set-reset	AQ1: salida analógica consigna velocidad al variador
I3: Stop			

Asignaciones de variables en variador SINAMICS G110

#### Parámetros

P0010: 1 puesta de servicio rápida poner en cero luego para marchar y salir

P0100: 1 potencia en hp a 60 hz

P0304: Tensión placa motor 220V

P0305: Corriente placa del motor 1,9 A

P0307: Potencia placa del motor ½ hp

P0310: Frecuencia nominal del motor 60hz

P0311: Velocidad nominal del motor 1590 rpm

P0700: selección de fuente de comandos 2

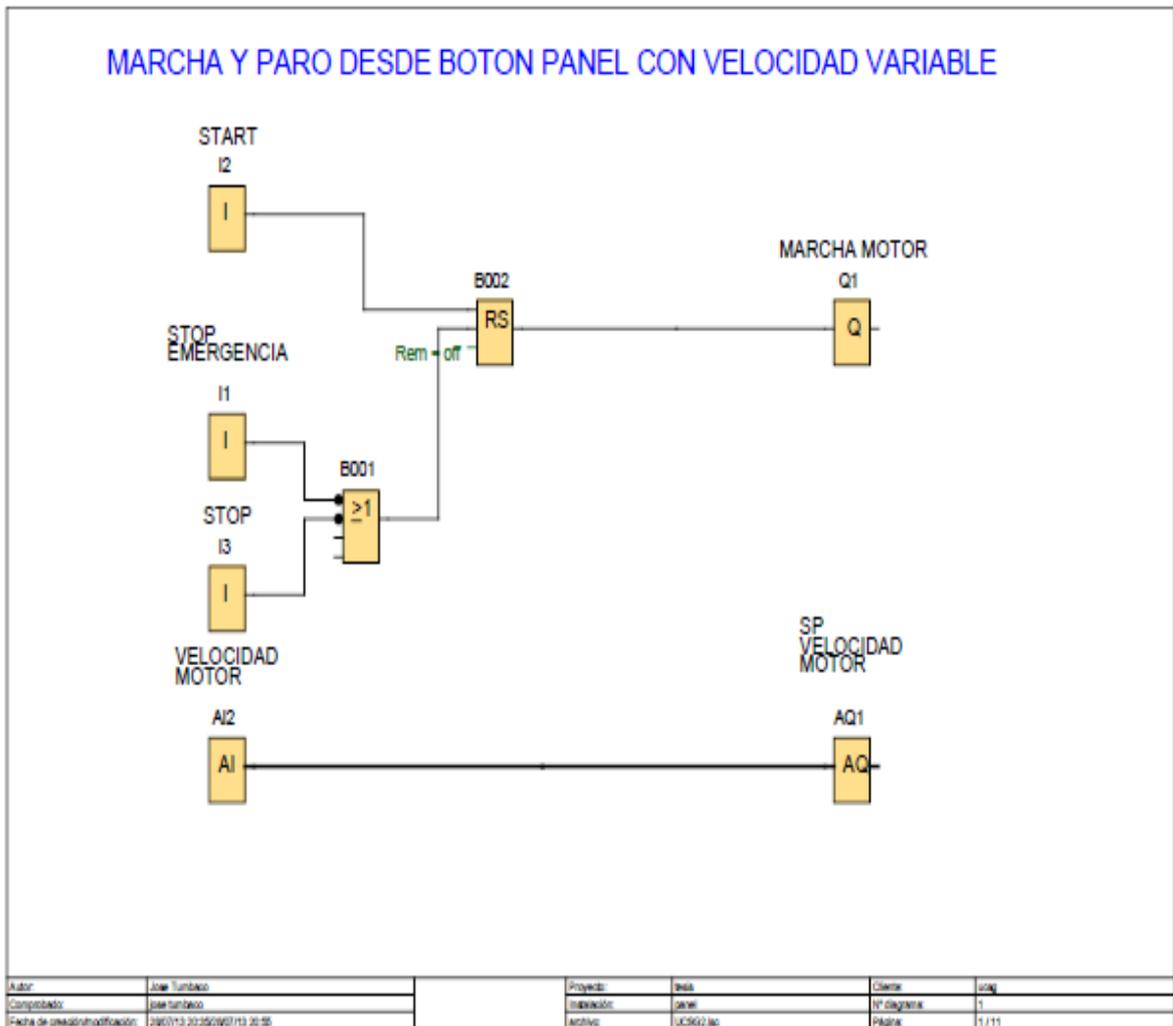
P1000: selección de la consigna de frecuencia 2 consigna analógica

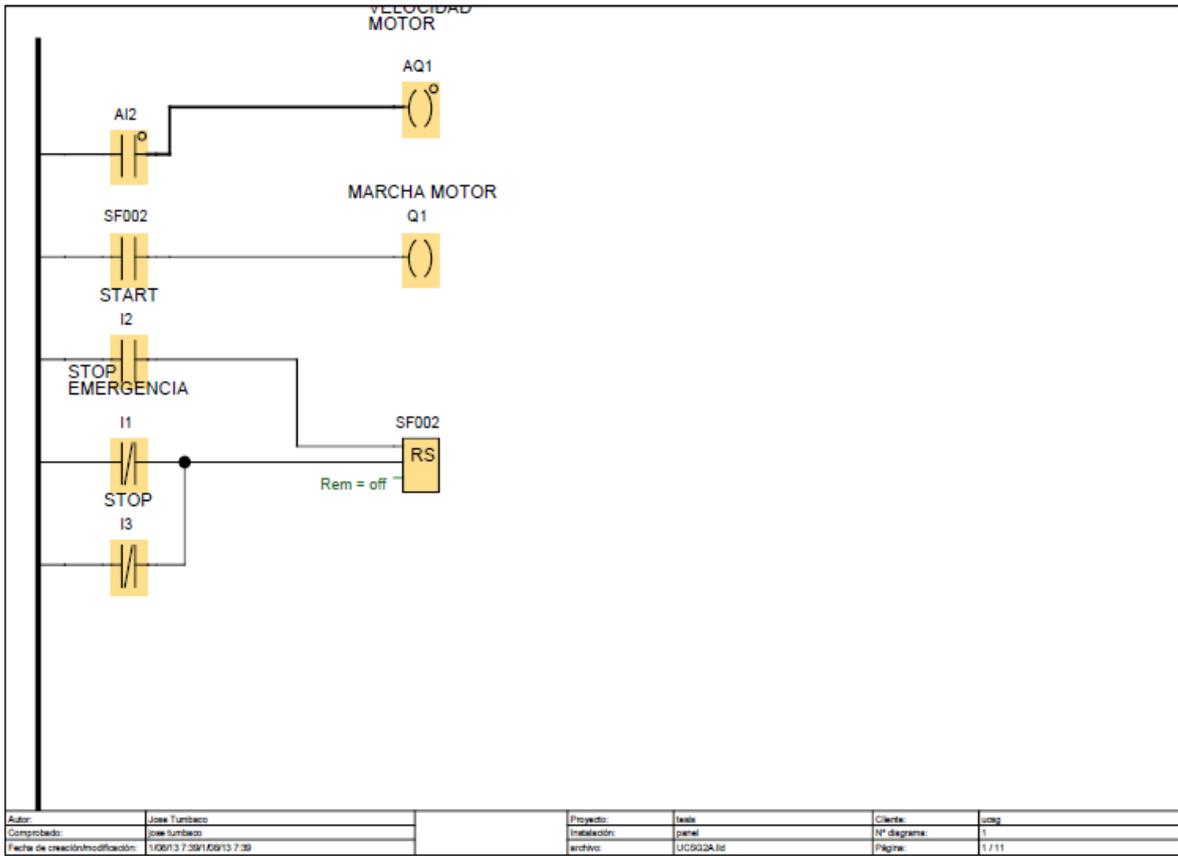
P1080: frecuencia mínima 15hz

P1082: Frecuencia máxima del motor 60hz

P1120: Tiempo de aceleración 15 segundos

P1121: Tiempo de desaceleración 10 Segundos





## ANEXO #3

### MARCHA Y PARO DESDE BOTON PANEL CON VELOCIDAD VARIABLE Y VISUALIZACION EN EL PANEL TD

Utilizar un esquema sencillo para el control del motor mediante el micro plc LOGO! Y el variador SINAMICS utilizando los botones de marcha y paro del panel.

Marchar y parar desde el panel al motor con velocidad puesta desde puerta panel potenciómetro R1.

Visualizar confirmaciones de velocidad y marcha del motor

#### Asignación de variables en plc LOGO!

Entradas digitales	Salidas digitales	Bloques para el control	E/S analógicas
I1: Stop de emergencia	Q1: marcha variador	B001: Compuerta OR	AI2: entrada potenciómetro
I2: Start		B002: función set-reset	AQ1: salida analógica consigna velocidad al variador
I3: Stop		B003: bloque de texto de aviso	

Asignaciones de variables en variador SINAMICS G110

#### Parámetros

P0010: 1 puesta de servicio rápida poner en cero luego para marchar y salir

P0100: 1 potencia en hp a 60 hz

P0304: Tensión placa motor 220V

P0305: Corriente placa del motor 1,9 A

P0307: Potencia placa del motor ½ hp

P0310: Frecuencia nominal del motor 60hz

P0311: Velocidad nominal del motor 1590 rpm

P0700: selección de fuente de comandos 2

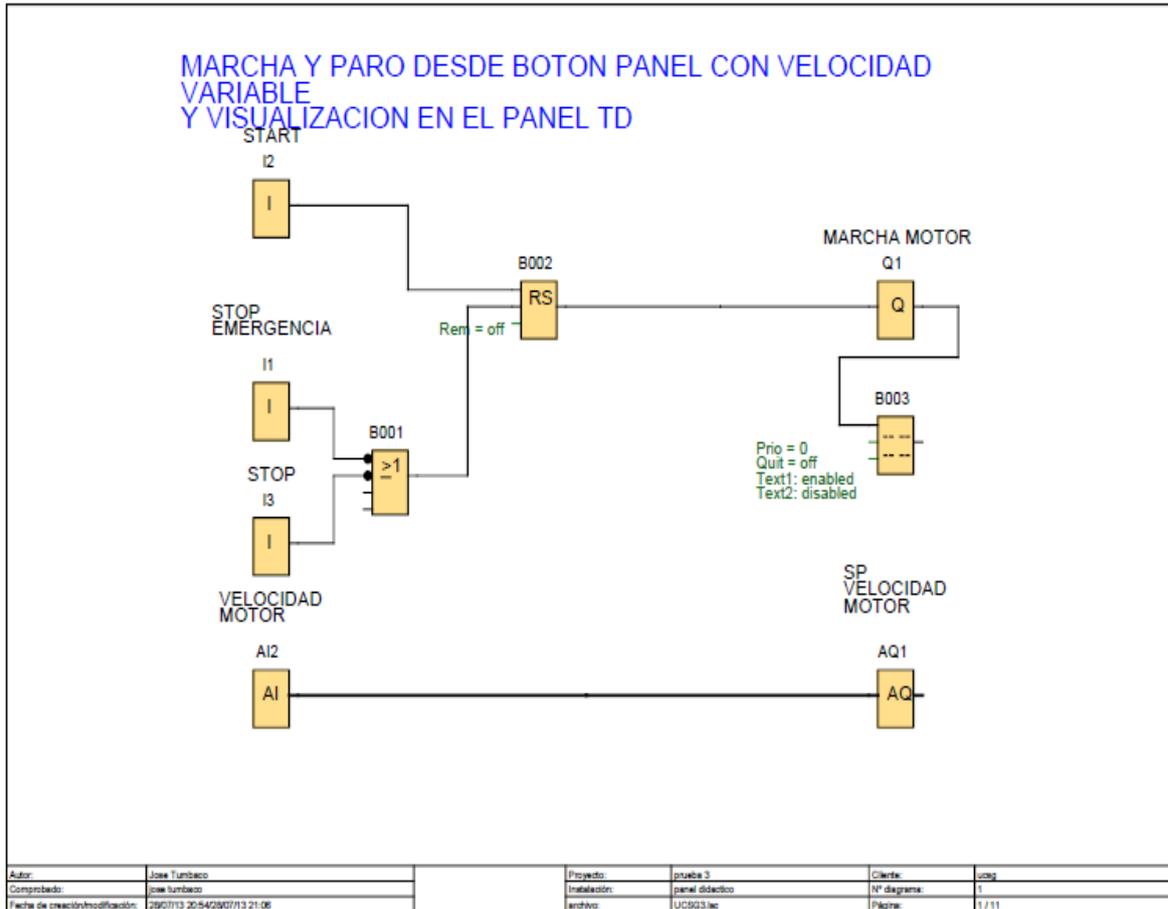
P1000: selección de la consigna de frecuencia 2 consigna analógica

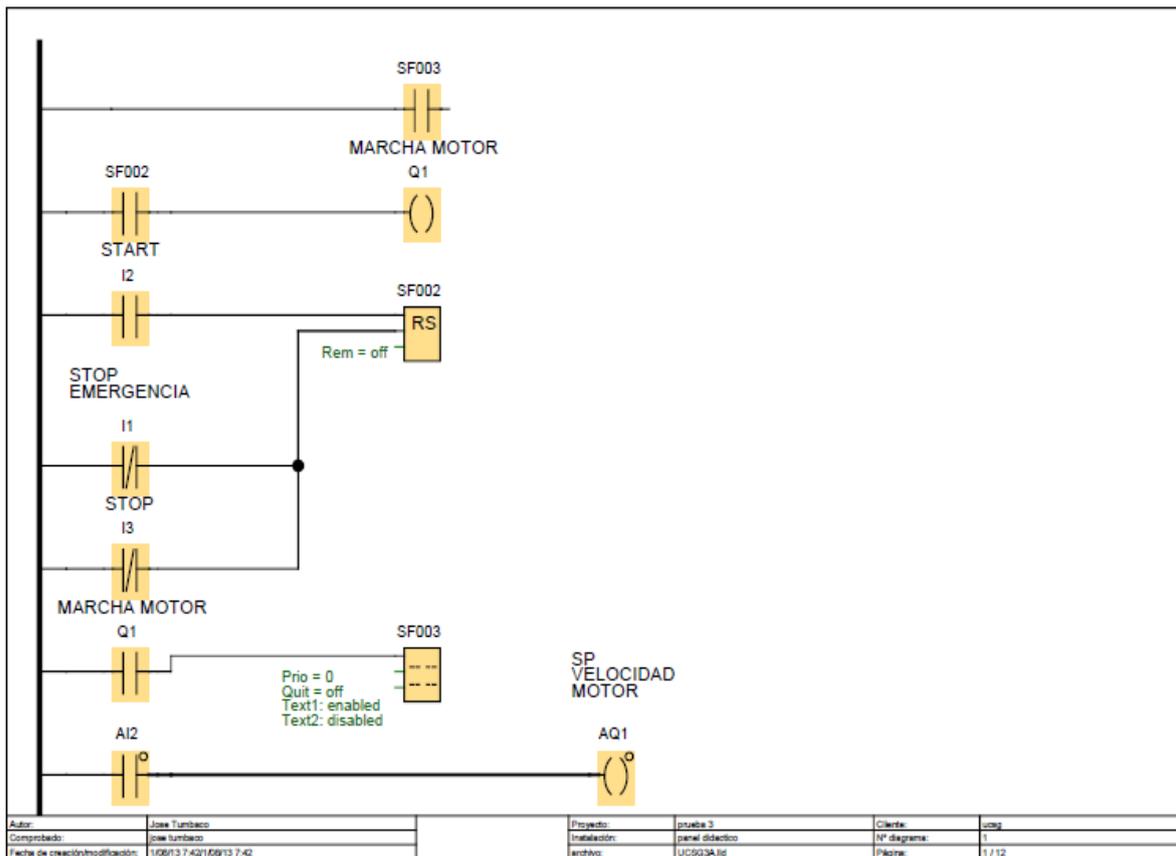
P1080: frecuencia mínima 15hz

P1082: Frecuencia máxima del motor 60hz

P1120: Tiempo de aceleración 15 segundos

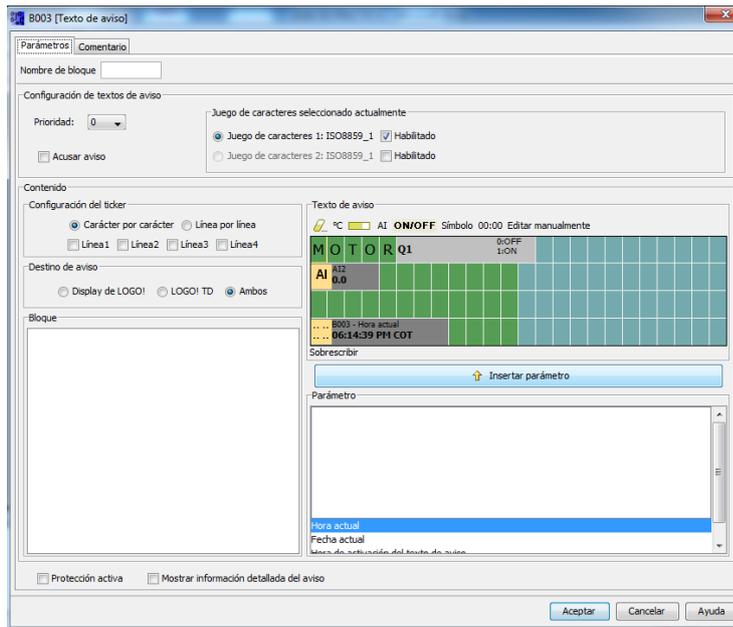
P1121: Tiempo de desaceleración 10 Segundos





### Configuración del bloque de texto

- pulsar en los cuadros verdes de la parte inferior y luego hacer doble clic en hora actual
- escribir la palabra motor en la parte superior y a continuación en el siguiente cuadro hacer clic y seleccionar abrir la pestaña on-off y escoger salida digital y seleccione salida Q1
- hacer clic en la parte central izquierdo de los cuadros verdes y luego presione la opción AI
- verifique que este habilitado el juego de carácter 1 y el destino de aviso se encuentre seleccionado para ambos.



## ANEXO #4

### MARCHA Y PARO DESDE BOTON TD CON VELOCIDAD FIJA

Utilizar un esquema sencillo para el control del motor mediante el micro plc LOGO! Y el variador SINAMICS utilizando los botones de marcha y paro del panel. Ver anexo de dibujo 1 para ver entradas y salidas del micro plc LOGO! Y entradas del SINAMICS G110

Marchar y parar el motor desde los botones F1 y F2 del LOGO! TD y velocidad fija por medio de bloque de instrucciones aritméticas

#### Asignación de variables en plc LOGO!

Entradas digitales	Salidas digitales	Bloques para el control	E/S analógicas
I1: Stop de emergencia	Q1: marcha variador	B001: Compuerta OR	
F1: Start		B002: función set-reset	AQ1: salida analógica consigna velocidad al variador
F2: Stop		B003: instrucción aritmética	

Asignaciones de variables en variador SINAMICS G110

#### Parámetros

P0010: 1 puesta de servicio rápida poner en cero luego para marchar y salir

P0100: 1 potencia en hp a 60 hz

P0304: Tensión placa motor 220V

P0305: Corriente placa del motor 1,9 A

P0307: Potencia placa del motor ½ hp

P0310: Frecuencia nominal del motor 60hz

P0311: Velocidad nominal del motor 1590 rpm

P0700: selección de fuente de comandos 2

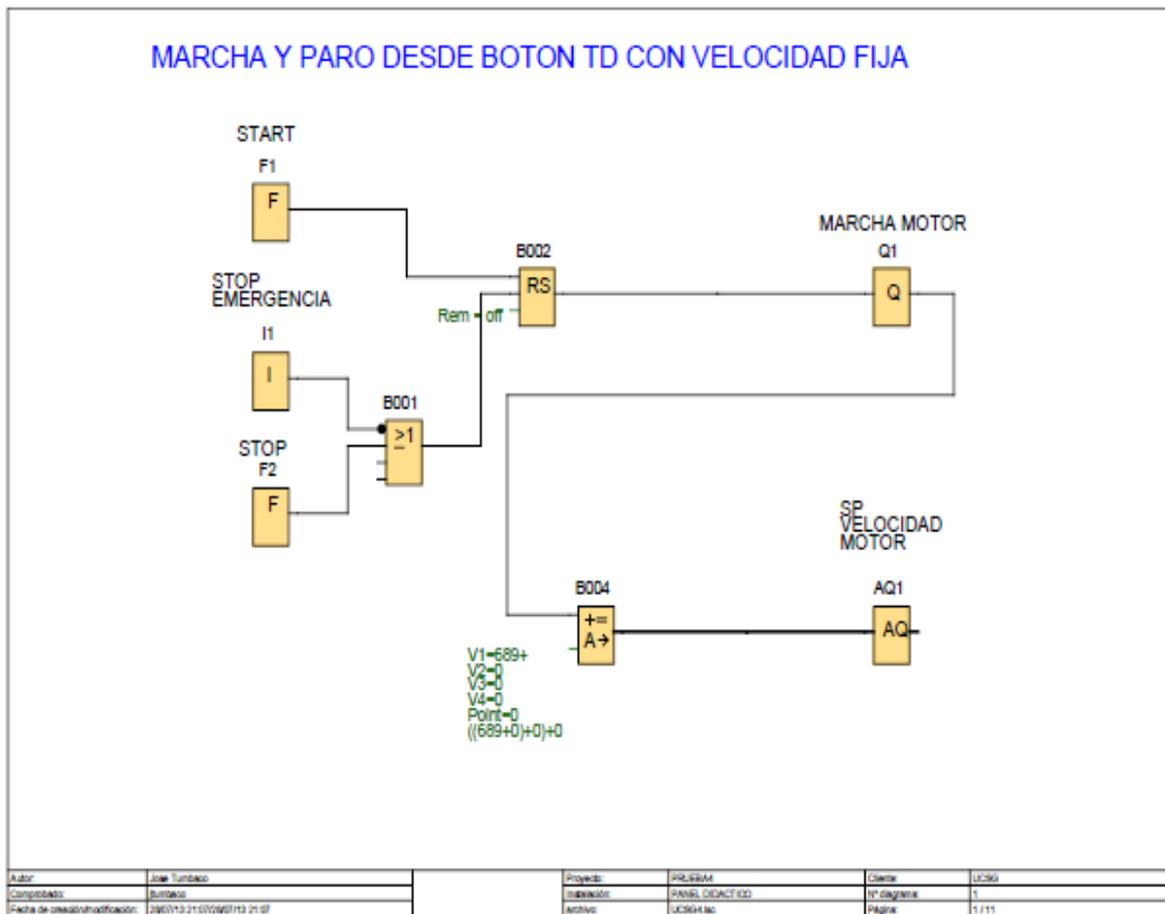
P1000: selección de la consigna de frecuencia 2 consigna analógica

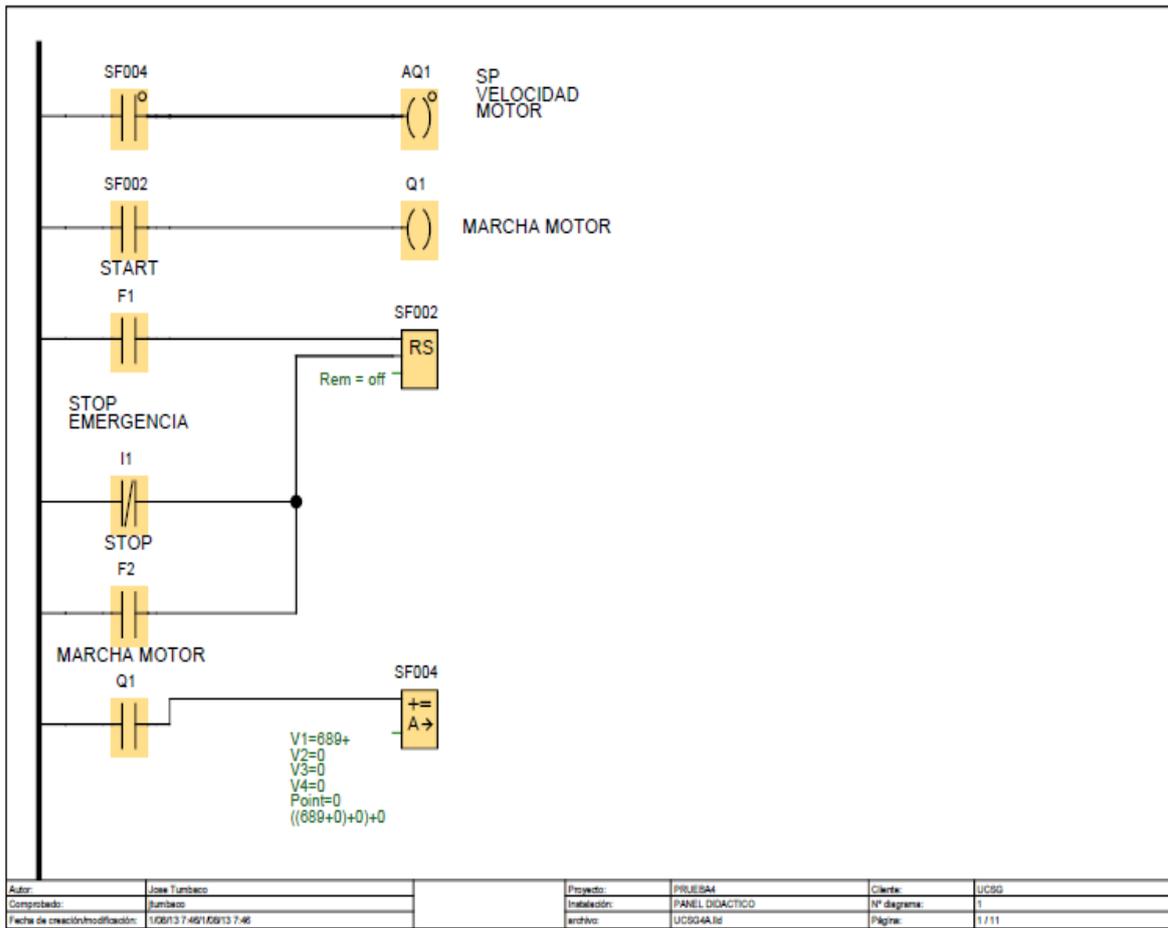
P1080: frecuencia mínima 15hz

P1082: Frecuencia máxima del motor 60hz

P1120: Tiempo de aceleración 15 segundos

P1121: Tiempo de desaceleración 10 Segundos

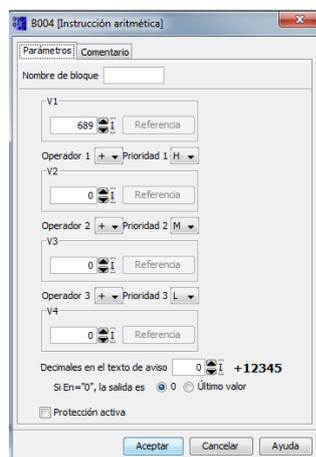




## Bloque de instrucciones aritméticas

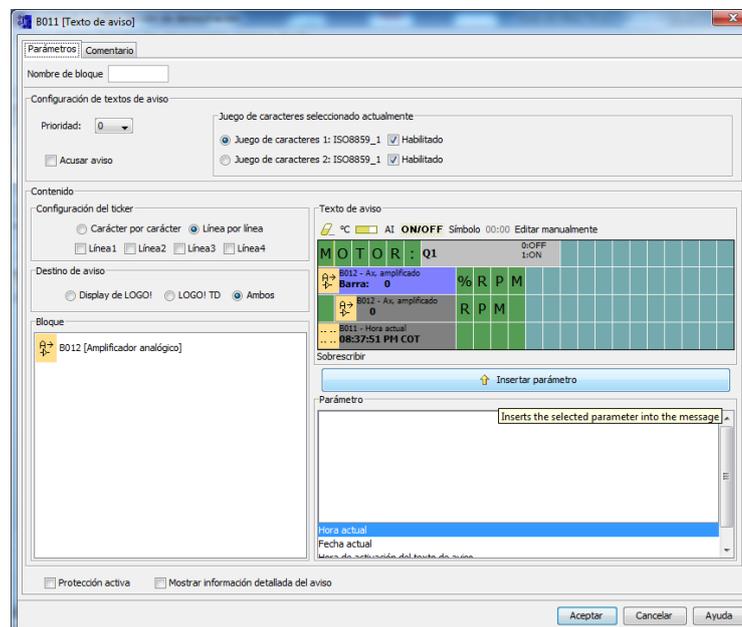
Hacer doble clic sobre el bloque de instrucción aritmética luego en el recuadro V1 poner un valor de 0 a 1000 que es el valor fijo de velocidad de consigna del variador de 0 a 100% .ver figura

Este bloque se activara cada vez que la salida Q1 que es la marcha del variador se active y se cablea en el conector EN y la salida de este bloque se cablea a la salida analógica AQ1



## Configuración del bloque de texto

- pulsar en los cuadros verdes de la parte inferior y luego hacer doble clic en hora actual
- escribir la palabra motor en la parte superior y a continuación en el siguiente cuadro hacer clic y seleccionar abrir la pestaña on-off y escoger salida digital y seleccione salida Q1
- hacer clic en la parte central izquierdo de los cuadros verdes y luego presione la opción AI
- verifique que este habilitado el juego de carácter 1 y el destino de aviso se encuentre seleccionado para ambos.



## ANEXO #5

### MARCHA Y PARO DESDE BOTON Panel CON VELOCIDAD FIJA

Utilizar un esquema sencillo para el control del motor mediante el micro plc LOGO! Y el variador SINAMICS utilizando los botones de marcha y paro del panel.

Marchar y parar el motor desde los botones panel y velocidad fija por medio de bloque de instrucciones aritméticas

#### Asignación de variables en plc LOGO!

Entradas digitales	Salidas digitales	Bloques para el control	E/S analógicas
I1: Stop de emergencia	Q1: marcha variador	B001: Compuerta OR	
I2: Start		B002: función set-reset	AQ1: salida analógica consigna velocidad al variador
I3: Stop		B003: instrucción aritmética	

Asignaciones de variables en variador SINAMICS G110

#### Parámetros

P0010: 1 puesta de servicio rápida poner en cero luego para marchar y salir

P0100: 1 potencia en hp a 60 hz

P0304: Tensión placa motor 220V

P0305: Corriente placa del motor 1,9 A

P0307: Potencia placa del motor ½ hp

P0310: Frecuencia nominal del motor 60hz

P0311: Velocidad nominal del motor 1590 rpm

P0700: selección de fuente de comandos 2

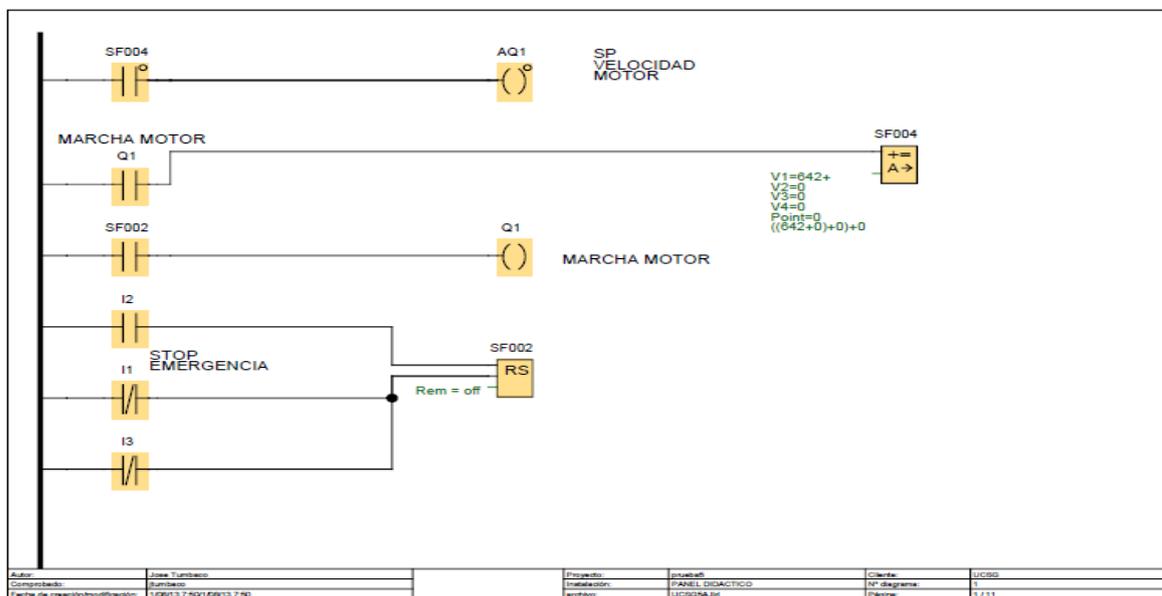
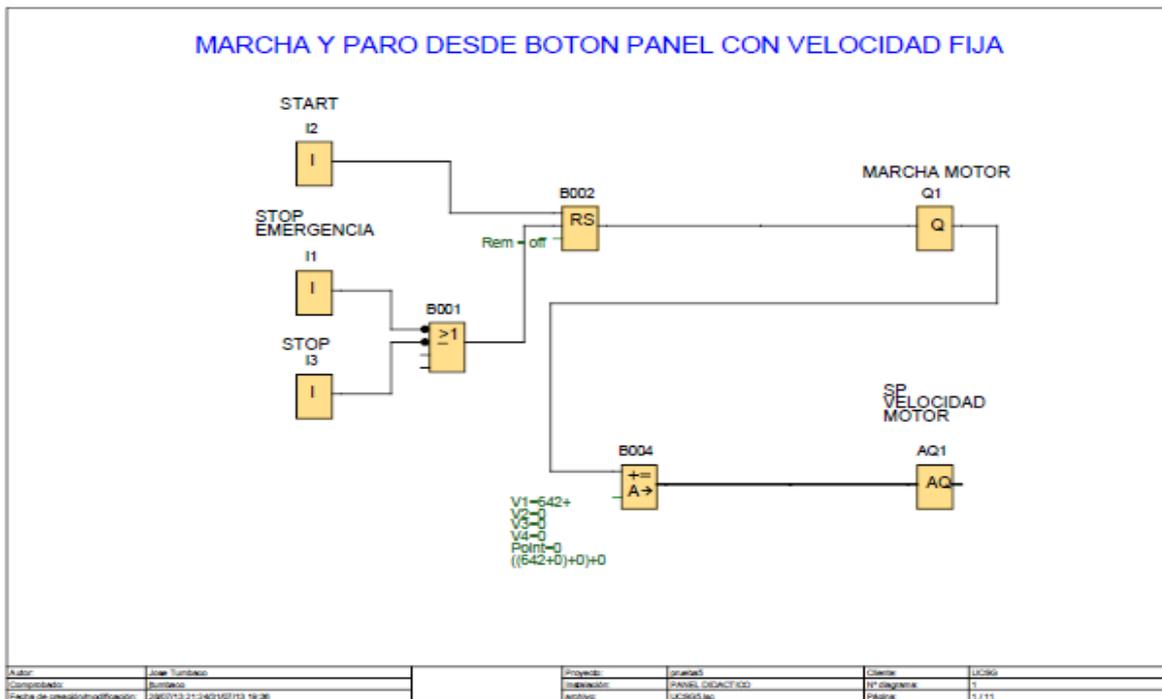
P1000: selección de la consigna de frecuencia 2 consigna analógica

P1080: frecuencia mínima 15hz

P1082: Frecuencia máxima del motor 60hz

P1120: Tiempo de aceleración 15 segundos

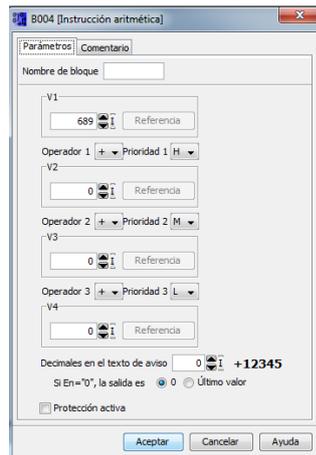
P1121: Tiempo de desaceleración 10 Segundos



## Bloque de instrucciones aritméticas

Hacer doble clic sobre el bloque de instrucción aritmética luego en el recuadro V1 poner un valor de 0 a 1000 que es el valor fijo de velocidad de consigna del variador de 0 a 100% .ver figura.

Este bloque se activara cada vez que la salida Q1 que es la marcha del variador se active y se cablea en el conector EN y la salida de este bloque se cablea a la salida analógica AQ1.



## ANEXOS #6

### MARCHA Y PARO DESDE BOTON PANEL Y BOTÓN LOGO! TD CON VELOCIDAD VARIABLE

Utilizar un esquema sencillo para el control del motor mediante el micro plc LOGO! Y el variador SINAMICS utilizando los botones de marcha y paro del panel.

Marchar y parar el motor desde los botones panel si el selector habilita panel esta en ON y si esta en off habilita botones de marcha y paro F1-F2 del LOGO! TD Usar selector de habilitación variador para poner listo el variador para la marcha que nos sirve como interlock de marcha y entra en la cadena de seguridad del variador.

Visualizar desde el LOGO TD estado del variador de listo, marcha y falla y poder ver la consigna real del variador

#### Asignación de variables en plc LOGO!

Entradas digitales	Salidas digitales	Bloques para el control	E/S analógicas
I1: Stop de emergencia	Q1: marcha variador	B001: función set-reset	AI1: entrada consigna real deR1
I2: Start		B002: compuerta OR	AQ1: salida analógica consigna velocidad al variador
I3: Stop		B003: compuerta AND	
I4: Habilita TD		B004: compuerta AND	
I5: Habilita variador		B005: compuerta AND	
I6: K1 ON		B006: compuerta AND	
I7: Variador listo		B007: función set-reset	

		B008: compuerta AND	
		B009:compuerta OR	
		B012:amplifica analogico	
		B011: aviso de texto marcha	
		B013: aviso de texto falla	

### Asignaciones de variables en variador SINAMICS G110

#### Parámetros

P0010: 1 puesta de servicio rápida poner en cero luego para marchar y salir

P0100: 1 potencia en hp a 60 hz

P0304: Tensión placa motor 220V

P0305: Corriente placa del motor 1,9 A

P0307: Potencia placa del motor ½ hp

P0310: Frecuencia nominal del motor 60hz

P0311: Velocidad nominal del motor 1590 rpm

P0700: selección de fuente de comandos 2

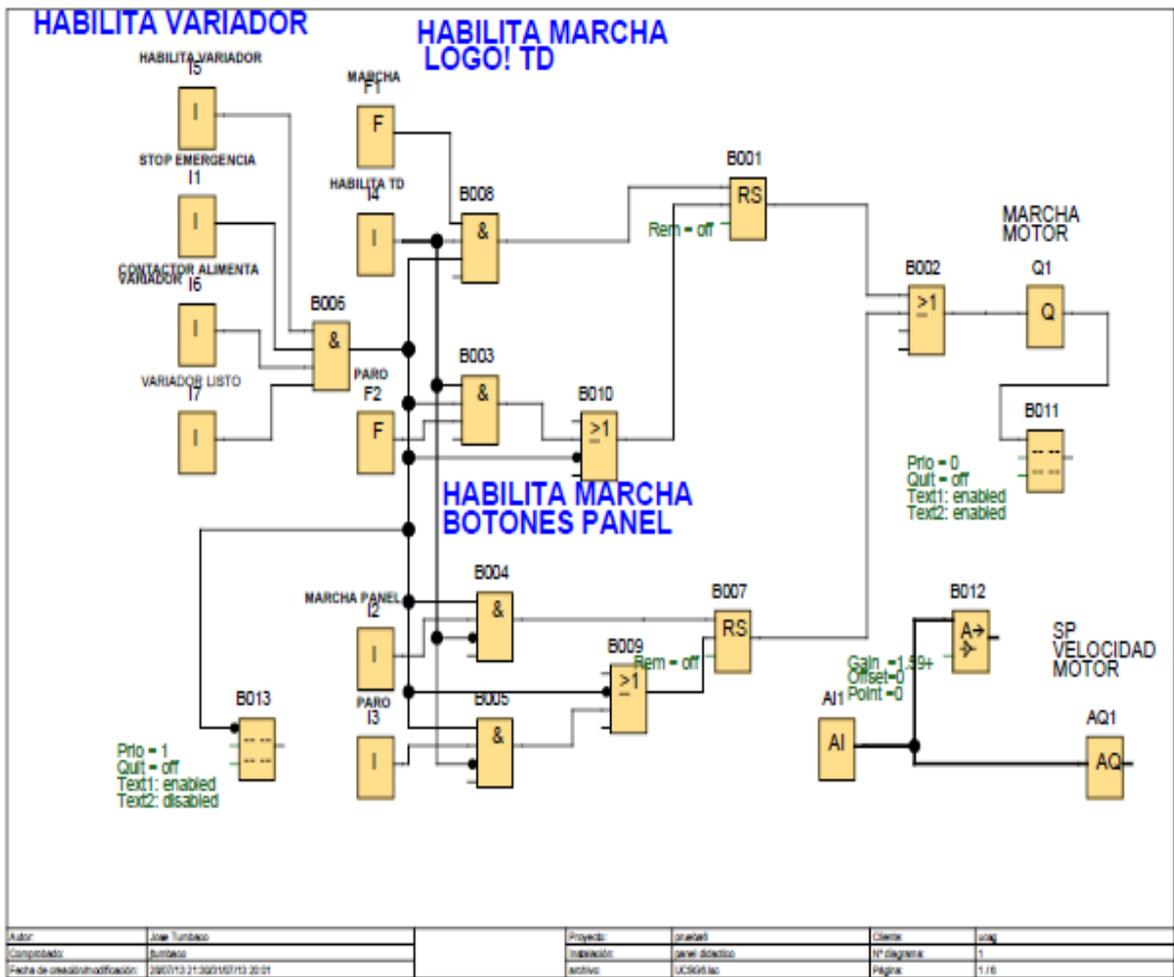
P1000: selección de la consigna de frecuencia 2 consigna analógica

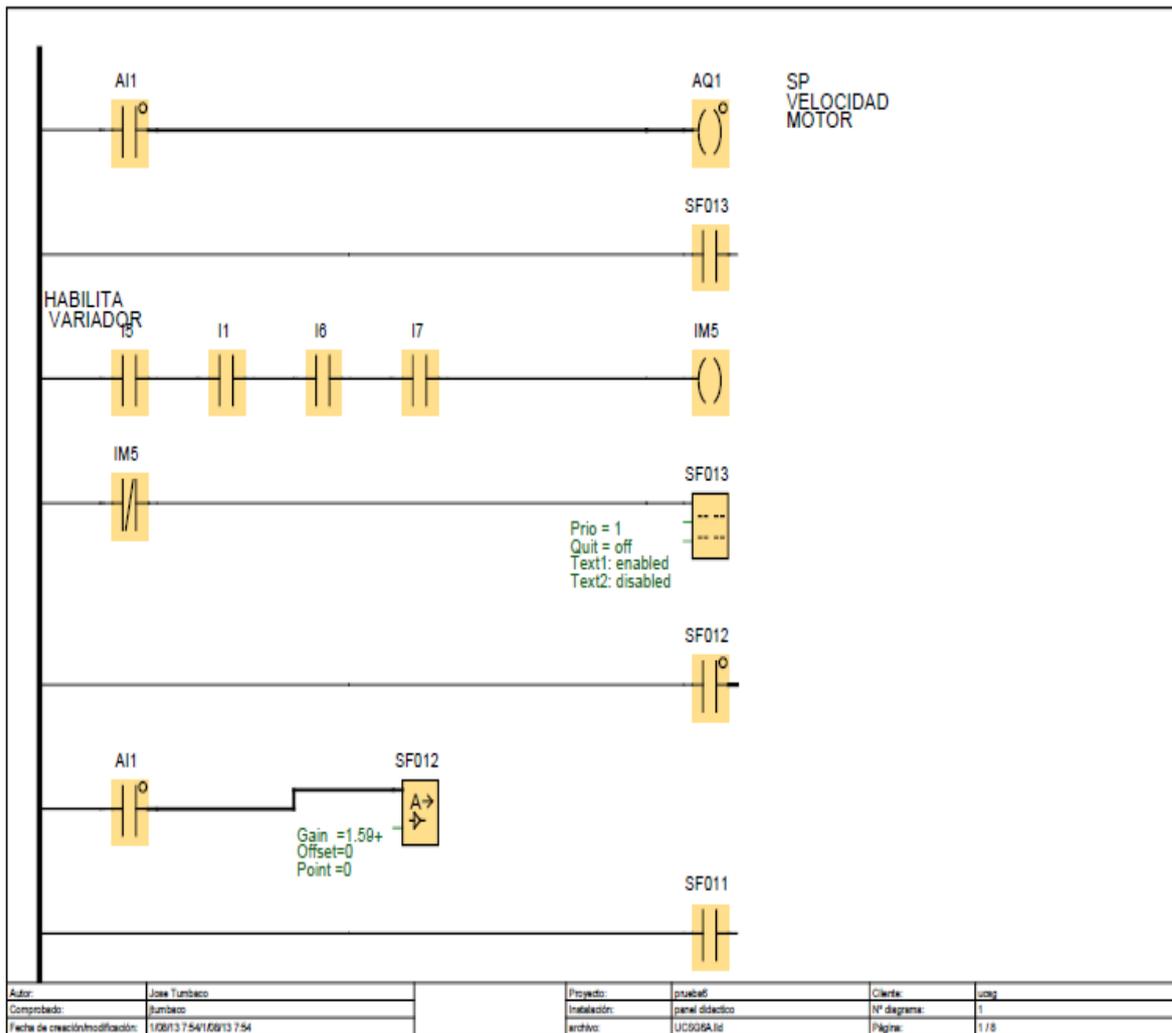
P1080: frecuencia mínima 15hz

P1082: Frecuencia máxima del motor 60hz

P1120: Tiempo de aceleración 15 segundos

P1121: Tiempo de desaceleración 10 Segundos

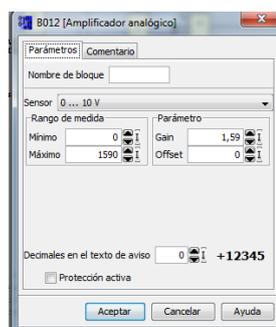




### **Bloque amplificador analógico**

Este bloque lo utilizamos solo para tener un valor en RPM de la consigna de entrada.

Al hacer doble clic en el icono pueden configurar el bloque y el valor de ganancia se lo ajusta en 1,59 este valor lo vamos a utilizar en el bloque B011 ver figura amplificador analógico.



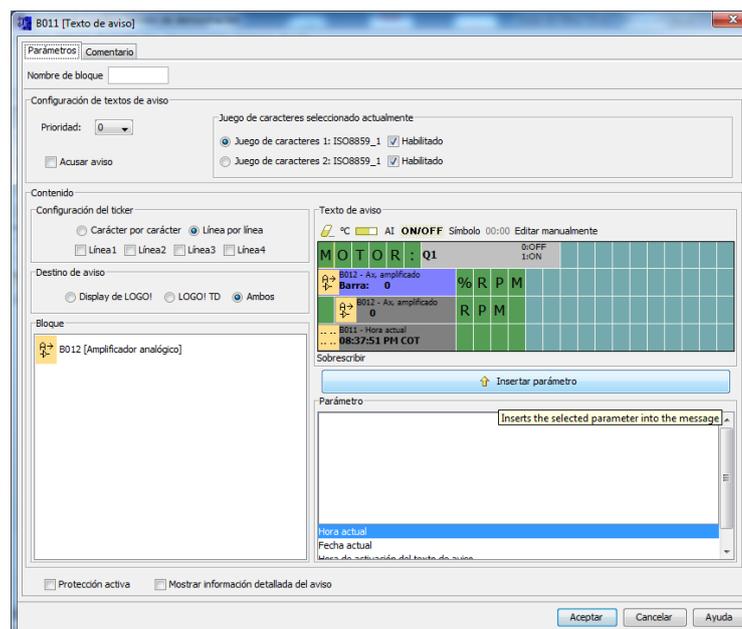
## Configuración del bloque de texto

### Bloque B0011 prioridad 0

1. pulsar en los cuadros verdes de la parte inferior y luego hacer doble clic en hora actual
2. escribir la palabra motor en la parte superior y a continuación en el siguiente cuadro hacer clic y seleccionar abrir la pestaña on-off y escoger salida digital y seleccione salida Q1
3. hacer clic en la parte central izquierdo de los cuadros verdes y luego presione la opción AI
4. verifique que este habilitado el juego de carácter 1 y el destino de aviso se encuentre seleccionado para ambos
5. hacer clic en el cuadro siguiente y dar clic en B012 y escoger AX, amplificado

### Bloque B0013 prioridad 1

1. pulsar doble clic en icono de b013
2. escribir el texto que salga al salir aviso
3. hacer clic en ON-OFF
4. verificar si esta seleccionado ambos y si eesta activado juegos de caracter1



## **ANEXOS # 7**

### **VARIADOR DE VELOCIDAD SINAMICS G110.**

Este modelo de variadores de la marca SIEMENS se ha seleccionado para el proyecto, por tener la particularidad de poder energizar con un voltaje de entrada de 220vac monofásico y salida de voltaje de 220vac trifásico.

### **INSTRUCCIONES DE USO DEL CONVERTIDOR SINAMIC G110**

Los variadores SINAMICS G110 son convertidores de frecuencia para regular la velocidad en motores trifásicos. Los diferentes modelos que se suministran la marca SIEMENS cubren un margen de potencia de 120 W a 3,0 Kw en redes monofásicas.

Los convertidores están controlados por microprocesador y utilizan tecnología IGBT (Insulated Gate Bipolar Transistor) de última generación. Esto los hace fiables y versátiles.

Un método especial de modulación por ancho de impulsos con frecuencia de pulsación seleccionable permite un funcionamiento silencioso del motor. Extensas funciones de seguridad ofrecen una protección excelente tanto del convertidor como del motor. Con sus ajustes por defecto realizados en fábrica, SINAMICS G110 es ideal para una gran gama de aplicaciones sencillas de control de motores V/f, también puede utilizarse tanto en aplicaciones donde se encuentre aislado como integrado en sistemas de automatización.

Haciendo uso del gran número de parámetros de ajuste de que dispone, también puede utilizarse SINAMICS G110 en aplicaciones más avanzadas para control de accionamientos.

Los valores de parámetros para el SINAMICS G110 se pueden modificar con el panel básico de operaciones BOP (Basic Operator Panel) o bien mediante la interface en serie universal (USS).

- SINAMICS G110 existe en dos variantes:
  - ✓ Variante USS Interface
  - ✓ Variante analógica

## **CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES DEL VARIADOR**

- ✓ Fácil de instalar
- ✓ Puesta en marcha sencilla
- ✓ puesta en servicio rápida
- ✓ función "reposición a valores de fábrica" (reajusta los parámetros a sus valores por defecto).
- ✓ Diseño robusto en cuanto a EMC
- ✓ Puede funcionar en redes de alimentación IT (modelos sin filtro)
- ✓ 1 entrada digital con separación galvánica.
- ✓ 3 entradas digitales sin separación galvánica.
- ✓ 1 entrada analógica AIN: 0 – 10 V (solo en la variante analógica) se puede utilizar como cuarta entrada digital.
- ✓ Altas frecuencias de pulsación para funcionamiento silencioso del motor
- ✓ Las información de estado y alarmas se visualizan en el panel BOP (obtenible como opción).
- ✓ BOP opcional con funcionalidad de copia de parámetros para juegos de los mismos.
- ✓ Interface interna RS485 (solo en la variante USS).
- ✓ Kit de conexión para el enlace PC-convertidor (RS232)

## **FUNCIONES DEL VARIADOR SINAMICS G110**

- ✓ Tiempo de respuesta a señales de mando rápido
- ✓ Limitación rápida de corriente (fastcurrentlimit FCL) para funcionamiento seguro sin desconexiones por fallo Freno combinado
- ✓ Freno por inyección de corriente continua integrado.
- ✓ Frecuencias fijas.
- ✓ Función de potenciómetro motorizado.
- ✓ Tiempos de aceleración y deceleración ajustables con redondeo parametrizable.
- ✓ Característica V/f multipunto.
- ✓ Control con 2-hilos/3-hilos.

- ✓ Rearranque automático después de cortes de red.
- ✓ Características de protección.
- ✓ Protección sobretensión / subtensión.
- ✓ Protección de sobretemperatura para el convertidor.
- ✓ Protección de defecto a tierra.
- ✓ Protección de cortocircuito.
- ✓ Protección contra la pérdida de estabilidad (vuelco) del motor

### **FACTORES A TOMAR EN CUENTA PARA SU INSTALACIÓN**

- ✓ Disipación de potencia

Las pérdidas de la Tabla son aplicables a equipos con cables de conexión apantallados de hasta 25 m.

### **DISIPACION DE POTENCIA DEL CONVERTIDOR SINAMICS G110 (230V)**

<b>TAMANO CONSTRUCTIVO</b>	<b>POTENCIA DE SALIDA (KW)</b>	<b>PERDIDAS (W)</b>
A	0.12	22
A	0.25	28
A	0.37	36
A	0.55	43
A	0.75	54

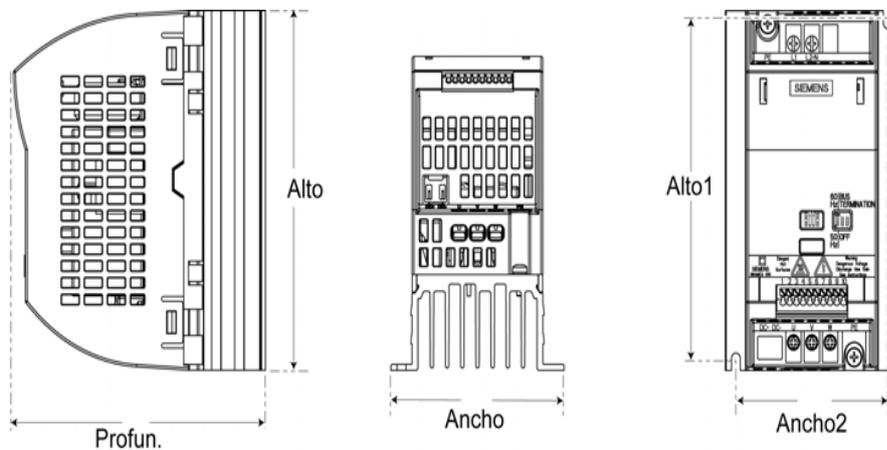
### **CONDICIONES AMBIENTALES PARA EL SERVICIO**

- ✓ Temperatura  
10 °C hasta +50 °C (14 °F hasta 122 °F).
- ✓ Humedad  
Humedad relativa ≤ 95 % sin condensación.
- ✓ Radiación electromagnética  
No instalar el convertidor cerca de fuentes de radiación electromagnética.
- ✓ Contaminación atmosférica.  
No instalar el convertidor en un entorno que contenga contaminantes atmosféricos tales como polvo, gases corrosivos, etc.
- ✓ Agua y humedad.

Tomar las precauciones necesarias para evitar instalar el convertidor en lugares donde pueda presentarse humedad y condensación excesivas, por ejemplo, no instalarlo cerca de tuberías con peligro de condensación.

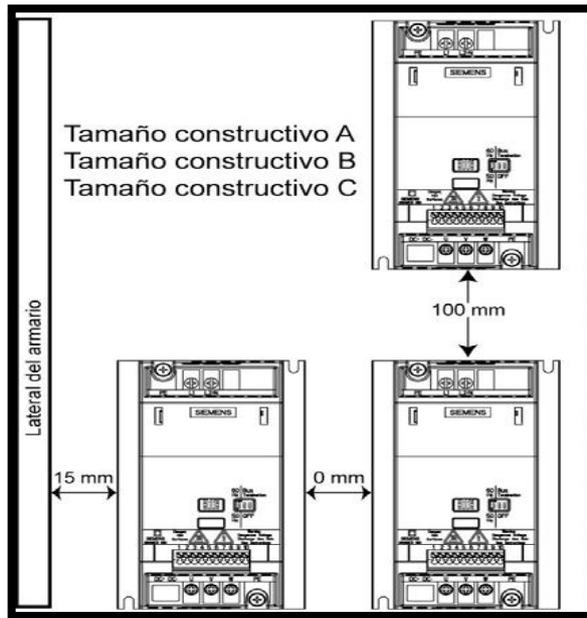
### DIMENSIONES DEL SINAMICS G110

Tamaño constructivo	Potencia de salida	Dimensiones Alto x ancho x profundo	Profundidad con el BOP	Medidas perforaciones Alt.1 x Ancho2
A	120W-370W	150x90x116 (mm)	124 (mm)	140x79 (mm)



Tamaño constructivo A

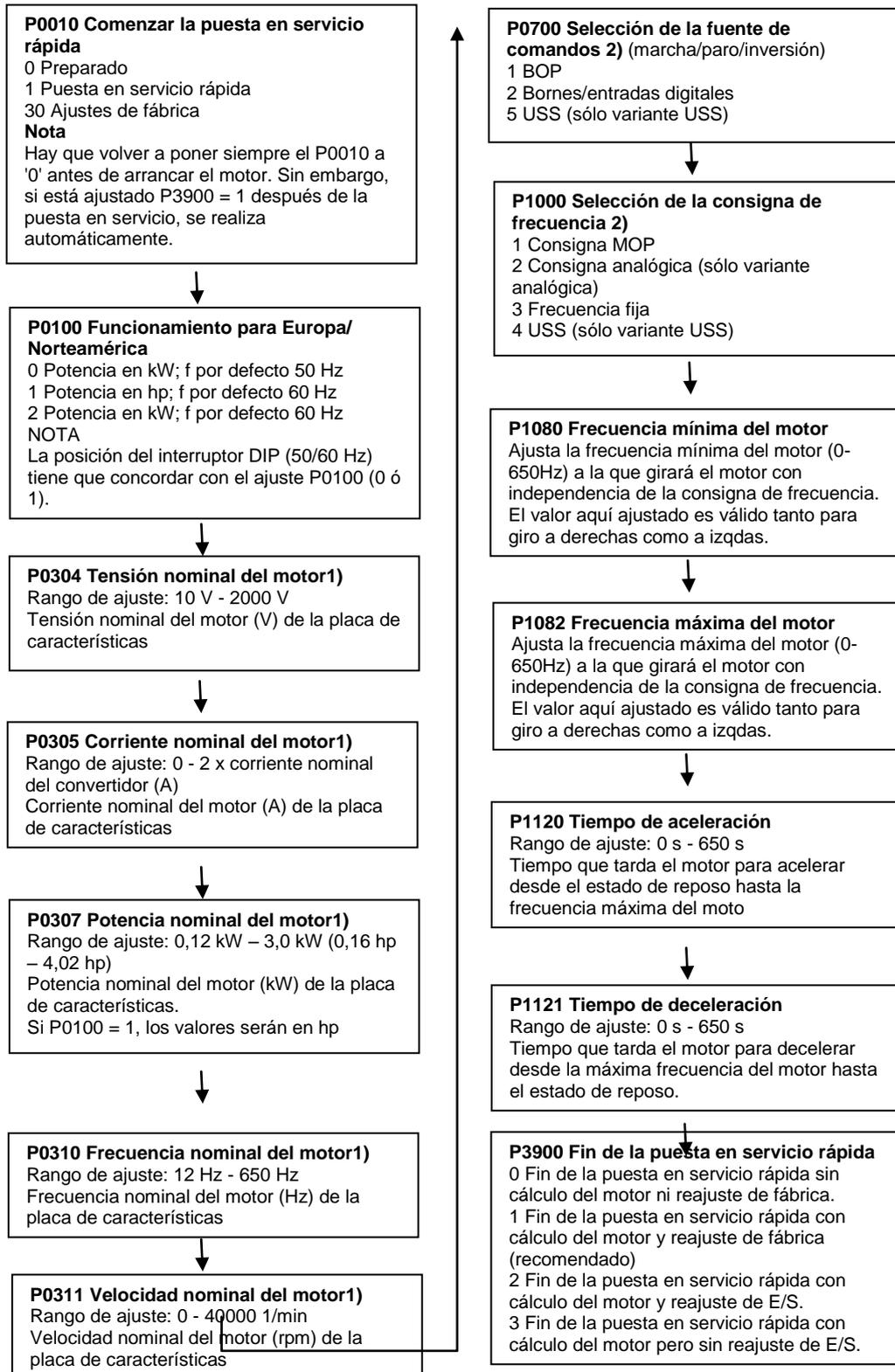
En el caso que se requiera montar adosados variadores de acuerdo a la necesidad y a la aplicación se procede de acuerdo a la figura como se muestra.



**Espacios mínimos en montaje variador sinamics G110**

## ANEXOS # 8

### Diagrama de flujo de puesta en servicio rápida SINAMICS G110



## ANEXOS # 9

### PANTALLA LOGO! TD 7ª Generación

#### Características técnicas:

- 12 Vdc, 24 Vac/dc
- 4 líneas con 12 caracteres por línea
- Posibilidad de conexión a todos los módulos LOGO! de 7ª Generación (..0BA6)
- LOGO! TD suministrado con cable de conexión especial
- 6 teclas estándar y cuatro de función (F1-F4)
- Panel frontal con índice de protección IP65

Se requiere el software LOGO!SoftComfort V6.0 para configurar el LOGO! TD y admitir las siguientes funciones del LOGO! TD

- Retroiluminación automática de la pantalla ante determinados mensajes/gráficos
- Teclas de función
- Mensajes de texto
- Sencilla funcionalidad de gráfico de barras
- Función de retroiluminación
- LOGO! TD DISPLAY TEXTOS, PARA LOGO! DESDE ..0BA6, 4 LINEAS, CON CABLE (2,5M) Y ACCESORIOS DE MONTAJE, CONFIGURACION CON LOGO! SOFT COMFORT V6.0.
- Referencia:
  - 6ED1055-4MH00-0BA0.
  - Código de barras EAN13: 6940408100084.
  - Modelo: LOGO TD.
  - Fabricante: SIEMENS.

## ANEXOS # 10

### TRANSFORMADOR MONOFÁSICO

El transformador es un aparato eléctrico estático, que funciona de acuerdo al principio de inducción electromagnética de Faraday. Transfiere energía de un circuito a otro por acoplo inductivo, sin conexión eléctrica entre circuitos, cambiando usualmente los valores de tensión y corriente a frecuencia constante.

A diferencia de otras máquinas, el transformador tiene dos tipos principales de pérdidas: eléctricas y magnéticas. Las primeras se producen en los devanados por efecto Joule y las segundas se dan en el núcleo magnético y dependen principalmente de la calidad del mismo.

Los datos necesarios para especificar un transformador son los siguientes:

**Número de Fases.-** Es un dato indispensable y depende del suministro de energía eléctrica disponible y de las características de la carga a alimentar.

**Capacidad en KVA.-** Es la potencia nominal dada a cierta corriente, de modo que se den las condiciones nominales de operación.

**Frecuencia.-** Debe ser la misma de la Red Eléctrica de Suministro.

**Voltaje.-** Depende de la tensión disponible de suministro en el lado primario y de la tensión calculada para distribución en el lado secundario.

**Aislamiento.-** Es función del voltaje nominal de cada devanado y es un valor que fija el propio fabricante, a menos que el usuario especifique un valor especial.

**Conexiones Internas y Externas.-** Se dan en ambos devanados del transformador. Generalmente se prefiere Estrella a cuatro hilos en el secundario, para tener la posibilidad de manejar dos valores de tensión.

**Elevación de Temperatura.-** Es el incremento de temperatura que se produce sobre el ambiente, cuando el transformador trabaja con su carga nominal en condiciones normales de operación.

**Altura de Operación.-** Debe corresponder a los metros sobre el nivel del mar de la localidad donde se operará el transformador.

**Medio Aislante.-** Pueden ser de diferentes tipos, tales como aire, aceite o líquido inerte. Deben reunir excelentes características eléctricas, químicas y térmicas, pero en ningún caso deben ser a base de policarbonatos.

**Métodos de Enfriamiento.-** Pueden ser de diferente tipo, pero siempre acorde a las condiciones de operación, para garantizar que no se rebase la temperatura máxima nominal de los aislamientos.

**Características Eléctricas.-** Establecen datos primarios, tales como el porcentaje de impedancia, nivel básico de impulso, posición del tap central y número total de taps, conexiones internas, etc., que son datos conocidos solo por el fabricante y que sirven para calcular otros datos derivados importantes.

**Características Mecánicas.-** Son datos necesarios para manejar e instalar al transformador, tales como peso, litros de líquido aislante, dimensiones, presión interna máxima, etc.

**Equipo Complementario.-** Pueden ser datos de medidores de flujo, nivel de aceite, de temperatura, etc., que son útiles para vigilar la operación correcta del transformador.



## ANEXOS #12

### TIPOS DE INTERRUPTORES TERMOMAGNÉTICOS

A los interruptores termo magnéticos podemos encontrarlos por los tipos B, C y D.

**Tipo B.-** Estos magneto térmicos actúan entre 1,1 y 1,4 veces la intensidad nominal  $I_n$  en la zona térmica y en su zona magnética entre un  $3 I_n$  y  $5 I_n$ . Con  $3 I_n$  de sobrecarga, no desconecta Con  $5 I_n$  de sobrecarga, desconecta.

**Aplicación:** Permiten realizar la protección de las personas para longitudes mayores que con la curva C, siendo indicado para instalaciones de líneas y generadores. Se aplican en líneas con cargas fuertemente resistivas (horno eléctrico) o con alumbrado fluorescente (de bajas corrientes de conexión).

**Tipo C.-** Estas magnetos térmicas actúan entre 1,13 y 1,45 veces la intensidad nominal en su zona térmica y en su zona magnética entre  $5 I_n$  y  $10 I_n$ . Con  $5 I_n$  de sobrecarga, no desconecta Con  $10 I_n$  de sobrecarga, desconecta.

**Aplicación:** Son los mayor uso industrial, se utilizan en las instalaciones de líneas-receptores. Se aplican para evitar los disparos intempestivos, con cargas del tipo de alumbrado y aparatos electrodomésticos (sin preponderancia de motores).

**Tipo D.-** Estos magnetotérmicos actúan en la zona térmica con sobrecargas comprendidas entre 1,1 y 1,4  $I_n$ ; y en su zona magnética actúan entre  $10 I_n$  y  $14 I_n$ . Con  $10 I_n$  de sobrecarga, no desconecta Con  $20 I_n$  de sobrecarga, desconecta.

**Aplicación:** Son adecuados para instalaciones que alimentan receptores con fuertes puntas de arranque. En caso de circuitos que alimentan motores que pueden arrancar con  $I$  corrientes de 6 o 7 veces la  $I_n$  (con cuplas resistentes de arranque importantes). Los tiempos de desconexión son  $< 0,1$ seg.

## ANEXOS # 13

### LISTA DE MATERIALES Y PRECIOS

PRESUPUESTO				
Materiales	Cantidad	unidad	Costo unitario	Costo total
Tablero de control	1	und	445	445
Carro de Tablero	1	und	120	120
Breaker 2 polo 10	1	und	14,10	14,10
Breaker 2 polo 16	1	und	14,10	14,10
PLC logo!	1	und	250	250
LOGO TD!	1	und	165	165
Variador de frecuencia 1/2Hp-220	1	und	179	179
Motor trifásico ½ hp 220V 1800 rpm	1	und	132	132
Transformador de control 1 KVA	1	und	266,82	266,82
Fuente de poder 24 VDC – 2,5 <sup>a</sup>	1	und	93	93
Pulsador de emergencia	1	und	26,93	26,93
Marquillas	2	und	24,00	48,00
Terminales de punta para cable # 18 AWG.	1	und	10,00	10,00
Borneras	25	und	0,50	12,50
Luces piloto	2	und	9,36	18,72
Cable # 18 AWG	50	mt	0,40	20,00
Back plane	1	und	55,00	55,00
Pulsador	2	und	8,47	16,94
<b>Total</b>				<b>1797,11</b>

