



# UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA

ÁREA DE LA ENERGÍA, LAS INDUSTRIAS Y LOS  
RECURSOS NATURALES NO RENOVABLES.

CARRERA DE TECNOLOGÍA EN ELECTRICIDAD  
Y CONTROL INDUSTRIAL

CONTROL DEL VARIADOR DE FRECUENCIA SINAMICS  
G110 A TRAVÉS DEL PUERTO SERIAL RS-485.

PROYECTO DE TRABAJO PRÁCTICO  
PREVIO AL GRADO DE TECNÓLOGO  
EN ELECTRICIDAD Y CONTROL  
INDUSTRIAL

**AUTOR:**

*Bryan Marcelo Rojas Troya*

**DIRECTOR:**

*Ing. Jorge Enrique Carrión González, Mg. Sc.*

LOJA - ECUADOR

2013

## CERTIFICACIÓN

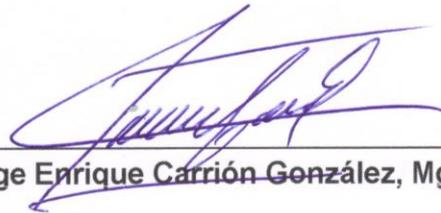
Ing. Jorge Enrique Carrión González, Mg. Sc.

DIRECTOR DE TRABAJO PRÁCTICO

### CERTIFICA:

Haber revisado el Trabajo Práctico titulado **“CONTROL DEL VARIADOR DE FRECUENCIA SINAMICS G110 A TRAVÉS DEL PUERTO SERIAL RS-485”**, previo a la obtención del Título de Tecnólogo en Electricidad y Control Industrial, realizado por el Sr. Egresado Rojas Troya Bryan Marcelo. El mismo que cumple con todos los fundamentos de la investigación científica y por consiguiente autorizo la presentación y defensa final.

Loja, 22 de Octubre del 2013



---

Ing. Jorge Enrique Carrión González, Mg. Sc.

DIRECTOR

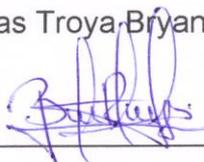
## **AUTORÍA**

Yo Rojas Troya Bryan Marcelo declaro ser autor del presente trabajo de tesis y eximo expresamente a la Universidad Nacional de Loja y a sus representantes jurídicos de posibles reclamos o acciones legales, por el contenido de la misma.

Adicionalmente acepto y autorizo a la Universidad Nacional de Loja, la publicación de mi tesis en el Repositorio Institucional-Biblioteca Virtual.

**Autor:** Rojas Troya Bryan Marcelo.

**Firma:** \_\_\_\_\_



**Cédula:** 070658117-0.

**Fecha:** 22 de Octubre del 2013.

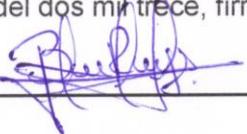
**CARTA DE AUTORIZACIÓN DE TESIS POR PARTE DEL AUTOR, PARA LA CONSULTA, REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL Y PUBLICACIÓN ELECTRÓNICA DEL TEXTO COMPLETO.**

Yo Rojas Troya Bryan Marcelo declaro ser autor de la tesis titulada: "CONTROL DEL VARIADOR DE FRECUENCIA SINAMICS G110 A TRAVÉS DEL PUERTO SERIAL RS-485", como requisito para optar al grado de: "Tecnólogo en Electricidad y Control Industrial"; autorizo al Sistema Bibliotecario de la Universidad Nacional de Loja para que con fines académicos, muestre al mundo la producción intelectual de la Universidad, a través de la visibilidad de su contenido de la siguiente manera en el Repositorio Digital Institucional:

Los usuarios pueden consultar el contenido de este trabajo en el RDI, en las redes de información del país y del exterior, con las cuales tenga convenio la Universidad.

La Universidad Nacional de Loja, no se responsabiliza por el plagio o copia de la tesis que realice un tercero.

Para constancia de esta autorización, en la ciudad de Loja, a los 22 días del mes de Octubre del dos mil trece, firma autor.

Firma:  \_\_\_\_\_

**Autor:** Rojas Troya Bryan Marcelo.

**Cédula:** 070658117-0.

**Dirección:** Ciudadela "La Paz".

**Correo Electrónico:** bryanmarcel\_1991@yahoo.com

**Teléfono:** 072615967

**Celular:** 0969296349.

**DATOS COMPLEMENTARIOS**

**Director de Tesis:** Ing. Jorge Enrique Carrión González, Mg. Sc.

**Tribunal de Grado:** Ing. Ramiro Marcelo Borrero Espinosa.

Ing. Jorge Luis Maldonado Correa, Mg. Sc.

Ing. Edwin Bladimir Paccha Herrera, Mg. Sc.

## **AGRADECIMIENTO**

Mi total gratitud para todos los Maestros de la Universidad Nacional de Loja, por haberme dado la oportunidad de formarme profesionalmente y en especial al Ing. Jorge Carrión González por su apoyo en la realización de este trabajo de tesis.

Quiero agradecer especialmente a mis padres a mi hermano y demás familiares, que siempre estuvieron apoyándome durante estos años de estudio.

Y agradecer la colaboración de todos quienes contribuyeron para el desarrollo de la tesis y que siempre estuvieron presentes cuando se necesitó su ayuda.

## **DEDICATORIA**

El trabajo desarrollado en esta tesis lo dedico a Dios por iluminar mi camino para alcanzar mis metas, a mis padres por ser mis guías y por brindarme su apoyo en todo momento.

A mi hermano y a toda mi familia, por su apoyo incondicional que siempre estuvo presente durante todo este tiempo.

## ÍNDICE

<b>CERTIFICACIÓN</b> .....	¡Error! Marcador no definido.
<b>AUTORÍA</b> .....	¡Error! Marcador no definido.
<b>CARTA DE AUTORIZACIÓN</b> .....	¡Error! Marcador no definido.
<b>AGRADECIMIENTO</b> .....	<b>IV</b>
<b>DEDICATORIA</b> .....	<b>VI</b>
<b>ÍNDICE</b> .....	<b>VII</b>
<b>RESUMEN</b> .....	<b>IX</b>
<b>SUMMARY</b> .....	<b>X</b>
<b>1. TEMA</b> .....	<b>1</b>
<b>2. INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>2</b>
<b>3. DESCRIPCIÓN TÉCNICA Y UTILIDAD</b> .....	<b>3</b>
<b>3.1. EL MOTOR DE INDUCCIÓN</b> .....	<b>4</b>
3.1.1. ELEMENTOS QUE CONSTITUYEN UN MOTOR DE INDUCCIÓN. ....	4
3.1.2. DESLIZAMIENTO.....	7
3.1.3. PAR MOTOR.....	7
3.1.4. CARACTERÍSTICA DE FUNCIONAMIENTO DEL MOTOR DE INDUCCIÓN. ....	7
3.1.5. ARRANQUE DE UN MOTOR TRIFÁSICO DE INDUCCIÓN. ....	8
3.1.6. FUNDAMENTOS BÁSICOS SOBRE EL CONTROL DE VELOCIDAD DE UN MOTOR TRIFÁSICO DE INDUCCIÓN. ....	9
<b>3.2. VARIADOR DE VELOCIDAD</b> .....	<b>9</b>
3.3. MOTIVOS PARA EMPLEAR VARIADORES DE VELOCIDAD. ....	9
3.3.1. FORMA DE CONTROLAR UN PROCESO CON UN VARIADOR DE VELOCIDAD.....	10
3.3.2. VARIADOR DE FRECUENCIA SINAMICS G110. ....	10
3.3.3. CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS. ....	11
3.3.4. INSTRUCCIONES DE USO DEL CONVERTIDOR SINAMIC G110. ....	11
3.3.4.1. SINAMICS G110 VARIANTES. ....	12
3.3.4.2. CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES DEL VARIADOR. ....	12
3.3.4.3. CARACTERÍSTICAS DE PROTECCIÓN.....	12
3.3.4.4. CONDICIONES AMBIENTALES PARA EL SERVICIO.....	12
3.3.4.5. INSTALACIÓN ELÉCTRICA.....	13
3.3.4.6. PUESTA EN SERVICIO. ....	14
3.3.4.7. FALLOS Y ALARMAS. ....	16
<b>3.4. SOFTWARE STARTER</b> . ....	<b>25</b>
3.4.1. BENEFICIOS.....	25
3.4.2. VENTAJAS.....	26
<b>3.5. MÓDULO DE COMUNICACIÓN RS-485</b> .....	<b>26</b>

<b>3.6. INTERFAZ DE USUARIO.....</b>	<b>27</b>
<b>3.7. BREAKER.....</b>	<b>29</b>
<b>3.8. CONTACTOR.....</b>	<b>30</b>
3.8.1. CATEGORÍA DE EMPLEO.....	31
3.8.2. CRITERIOS PARA LA ELECCIÓN DE UN CONTACTOR.....	32
3.8.3. VENTAJAS DEL USO DE LOS CONTACTORES.....	33
<b>3.9. RELÉ TÉRMICO.....</b>	<b>33</b>
3.9.1. TIPOS DE RELÉS. ....	34
3.9.2. RELÉ TÉRMICO (TERMAL) LR2.....	35
<b>3.10. BANDA TRANSPOTADORA.....</b>	<b>36</b>
<b>3.11. PULSADORES.....</b>	<b>38</b>
<b>3.12. LUCES DE SEÑALIZACIÓN. ....</b>	<b>38</b>
<b>4. MATERIALES Y PRESUPUESTO.....</b>	<b>40</b>
<b>5. PROCESO METODOLÓGICO EMPLEADO .....</b>	<b>42</b>
<b>5.1. DISEÑO Y ELABORACIÓN DEL TABLERO DIDÁCTICO. ....</b>	<b>43</b>
<b>5.1.1. DESARROLLO .....</b>	<b>43</b>
<b>5.1.2. SELECCIÓN DE EQUIPOS.....</b>	<b>44</b>
5.1.2.1. MOTOR.....	44
5.1.2.2. VARIADOR DE FRECUENCIA.....	45
5.1.2.3. SELECCIÓN BREAKER PARA EL VARIADOR DE FRECUENCIA .....	45
5.1.2.4. CALIBRE DEL CONDUCTOR .....	46
5.1.2.5. BARRAS DE ALIMENTACIÓN .....	46
<b>5.1.3. DIAGRAMAS DE CONTROL Y FUERZA .....</b>	<b>46</b>
<b>5.1.4. CONEXIONADO DEL TABLERO .....</b>	<b>46</b>
<b>5.2. PARÁMETROS DE OPERACIÓN Y FUNCIONAMIENTO DEL MÓDULO SINAMICS G110.....</b>	<b>47</b>
5.2.1. DESARROLLO .....	48
5.2.2. CONFIGURACIÓN DE LA INTERFAZ DE USUARIO.....	48
5.2.2.1. CREACIÓN DE UN PROYECTO DE STARTER .....	48
5.2.2.2. INTERFAZ DE USUARIO DE STARTER.....	53
5.2.2.3. CARGA DE LOS DATOS DEL CONVERTIDOR.....	54
5.2.2.4. PARAMETRIZACIÓN .....	54
5.2.2.5. ASISTENTE DE CONFIGURACIÓN.....	56
5.2.2.6. IDENTIFICACIÓN DE LOS DATOS DEL MOTOR.....	59
<b>6. RESULTADOS .....</b>	<b>61</b>
<b>7. CONCLUSIONES .....</b>	<b>71</b>
<b>8. RECOMENDACIONES.....</b>	<b>72</b>
<b>9. BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>73</b>
<b>10. ANEXOS.....</b>	<b>74</b>

## RESUMEN

Se diseñó y construyó un tablero didáctico que permite realizar el arranque de un motor con el variador de frecuencia comandado desde la Pc para el control de velocidad del motor.

En este trabajo se utilizó el variador de frecuencia SINAMICS G110 que permite controlar la velocidad de un motor eléctrico de 1 HP, por medio de la regulación de la frecuencia, a través del módulo de comunicación RS-485 que posee el variador, para las respectivas maniobras de control.

Al utilizar el módulo de comunicación RS-485 se puede estudiar al variador de frecuencia desde su composición y parametrización, para poder controlarlo a través de la Pc con el software STARTER, para realizar las maniobras de control al motor.

Se comprobó que el arranque con el variador permite variar la velocidad del motor sobre la operación acelerando hasta velocidades mayores de la nominal. Se elaboró guías de laboratorio con el variador y el módulo de comunicación RS-485 para el arranque de motores.

Antes de efectuar cualquier tipo de trabajo de instalación y puesta en servicio es necesario leer todas las instrucciones y advertencias de seguridad, incluyendo los rótulos de advertencia fijados al equipo para evitar configuraciones erróneas en la programación.

## **SUMMARY**

To design and built a didactic table that let to realice the starting of a motor with the frequency variator command from pc for the control of speed of motor.

In this works we use the frequency variator SINAMICS G110 to let control speed of electronic motor of 1 HP, for frequency regulation, through of communication module RS-485 that own the variator, for its control manoeuvre.

The use of communication module RS-485 we can study of frequency variator from its composition and parametrization for can control through of PC with the software starter, for realice the manoeuvre of motor control.

To check that the starting with the variator let to change the speed of motor on operation accelerating to speed bigger of the nominal to elaborate laboratory guides with the variator and the module of communication RS-485 for the starting of motors

Before to realize any type of work of installation and put in services is necessary real all instructions and warning of security, include the warning sign put the equipment for avoid bad configuration in the programation.

## 1. TEMA

# CONTROL DEL VARIADOR DE FRECUENCIA SINAMICS G110 A TRAVÉS DEL PUERTO SERIAL RS-485.

## **2. INTRODUCCIÓN**

En el presente proyecto se diseñó y ejecutó el control del variador de frecuencia SINAMICS G110 mediante la PC utilizando el módulo de comunicación RS-485 y el Software STARTER.

Con la ejecución de este proyecto se controlará al variador de frecuencia desde la PC, el cual cumplirá la función de controlar el arranque, velocidad y sentido de giro de un motor trifásico de 1HP.

El módulo de comunicación RS-485 del variador de velocidad permitirá a los usuarios tener una formación teórica-práctica con guías de laboratorio, las mismas que servirán para realizar las diferentes pruebas y monitoreo de los parámetros de funcionamiento de este equipo de control.

La utilización del variador de frecuencia es el método más eficiente en el manejo de velocidades en procesos industriales, lo que genera un ahorro energético considerable.

### **3. DESCRIPCIÓN TÉCNICA Y UTILIDAD**

El tablero didáctico está diseñado para que reduzca la velocidad del motor utilizando el variador de frecuencia SINAMICS G110, para esto se utilizó el módulo de comunicación RS-485 que posee el variador, y el software STARTER desde el cual se ejecutarán las tareas de control para el motor desde la Pc.

El software STARTER que posee el variador será configurado para que reduzca la velocidad del motor, para poder realizar las maniobras de control del motor.

### 3.1. EL MOTOR DE INDUCCIÓN.

El motor de inducción, es el motor de corriente alterna más utilizado, debido a su fortaleza y sencillez de construcción, buen rendimiento y bajo costo, así como a la ausencia de colector y al hecho de que sus características de funcionamiento se adaptan bien a una marcha a velocidad constante. El motor de inducción no necesita escobillas ni colector. Su armadura es de placas de metal magnetizable. El sentido alterno de circulación, de la corriente en las espiras del estator genera un campo magnético giratorio que arrastra las placas de metal magnetizable y las hace girar. <sup>[5]</sup>

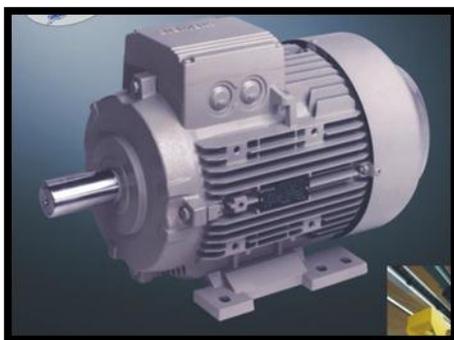


Figura 1: Motor trifásico de inducción

#### 3.1.1. ELEMENTOS QUE CONSTITUYEN UN MOTOR DE INDUCCIÓN.

Un motor de inducción está constituido fundamentalmente por los siguientes elementos:

- Estator.
- Rotor.
- Carcaza.
- Auxiliares: Tapas anterior y posterior chumaceras, tornillos de sujeción, caja de conexión, base o soporte.

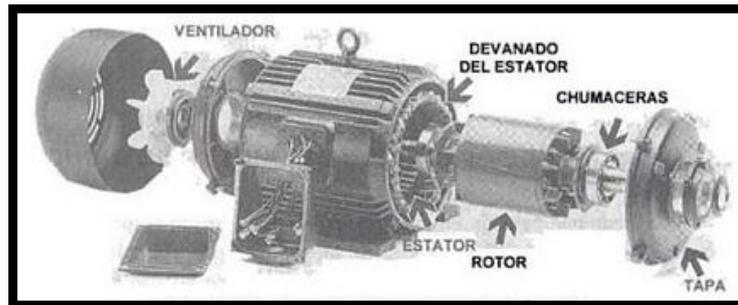


Figura 2: Elementos del Motor de inducción

### 3.1.1.1. ESTATOR.

El estator de los motores de inducción está formado por paquetes de láminas de acero al silicio troquelados.

El estator representa una de las partes del circuito magnético del motor. El contenido de silicio, que al igual que en los núcleos de transformadores depende de la densidad de flujo usual, está constituido por paquetes de lámina troquelada en forma de ranuras, con objeto de que el bobinado de estator pueda alojarse en dichas ranuras, con objeto de que el bobinado del estator pueda alojarse en dichas ranuras. Desde luego, la forma de las ranuras varía de acuerdo con el tamaño o tipo del motor.

En las ranuras del estator se alojan las bobinas del estator, que puede considerarse, en forma análoga al transformador, como el circuito primario.<sup>[1]</sup>

### 3.1.1.2. ROTOR.

El rotor de los motores de inducción pueden ser de dos tipos:

#### ➤ ROTOR JAULA DE ARDILLA.

Recibe este nombre debido a que precisamente tiene la forma de una jaula de ardilla. Aquí, el bobinado está constituido por barras que se vacían sobre el rotor destinado para este fin; por lo general, las barras son de aluminio y al fundirse en el rotor, debido a la forma que se les da, quedan unidas entre sí en cortocircuito en la forma de jaula de ardilla.

#### ➤ VENTAJAS DE LOS MOTORES TIPO JAULA DE ARDILLA.

- ✓ Costo inicial bajo.
- ✓ Su rotor es de construcción simple.
- ✓ Es compacto y su instalación ocupa poco espacio.
- ✓ No produce chispas que pudieran provocar incendios.
- ✓ Lleva poco equipo de control, ya que no necesita control en el rotor

➤ **DESVENTAJAS.**

- ✓ Su corriente de arranque es relativamente alta.
- ✓ El par de arranque es fijo en un motor dado.

➤ **ROTOR DEVANADO.**

Se llama así porque su bobinado esta devanado en las ranuras. Está formado por paquetes de láminas troqueladas, montadas sobre la flecha o eje. Las bobinas se devanan sobre las ranuras y su arreglo depende del número de polos (el mismo que el estator) y de fases.

➤ **VENTAJAS DE LOS MOTORES DE ROTOR DEVANADO.**

Los motores de rotor devanado tienen dos ventajas sobre los del tipo jaula de ardilla.

**Primero:** En ellos se puede desarrollar un alto par de arranque con corriente de arranque baja y, además, pueden operar a plena carga con pequeño deslizamiento y con eficiencia.

**Segundo:** Se puede cambiar el deslizamiento, cambiando la resistencia del rotor.

### 3.1.1.3. CARCAZA O SOPORTE.

La carcasa recibe también el nombre de soporte por ser el elemento que contiene el estator y los elementos auxiliares del motor.

### 3.1.1.4. AUXILIARES.

Los auxiliares del motor de inducción son elementos necesarios para el funcionamiento de éste y depende del tipo de motor.

Desde el punto de vista de conversión de energía, el motor de inducción se puede definir como: Elemento que convierte energía eléctrica en energía mecánica por el principio de inducción electromagnética. <sup>[1]</sup>

### **3.1.2. 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.

### **3.1.3. 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°. 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.

### **3.1.4. 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 trabajando a esta velocidad y valor de equilibrio del deslizamiento hasta que aumente o disminuya el par aplicado.

### 3.1.5. ARRANQUE DE UN MOTOR TRIFÁSICO DE INDUCCIÓN.

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.

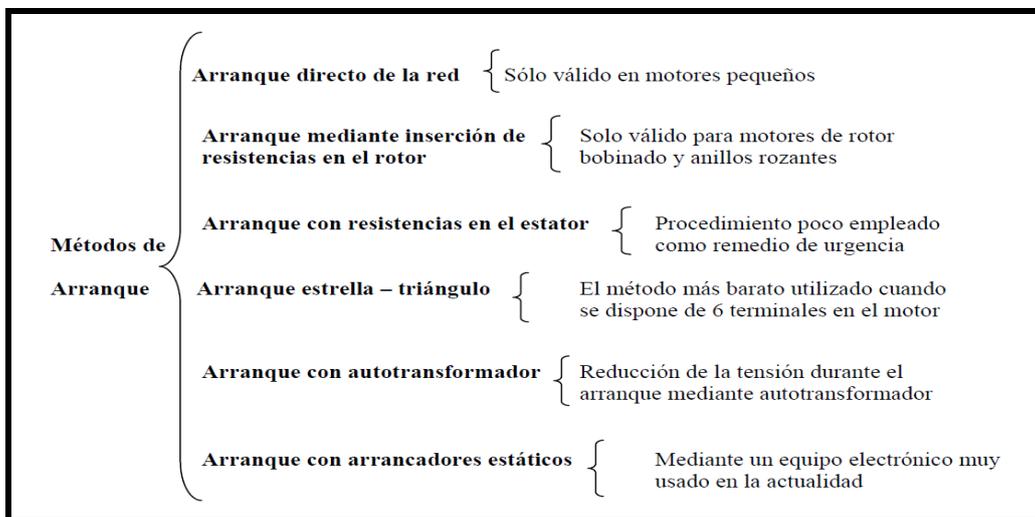


Figura 3: Tipos de arranque en motores de inducción

### **3.1.6. 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. <sup>[6]</sup>

### **3.2. VARIADOR DE VELOCIDAD.**

El Variador de Velocidad (VSD, por sus siglas en inglés Variable Speed Drive) en un sentido amplio, es un dispositivo o conjunto de dispositivos mecánicos, hidráulicos, eléctricos o electrónicos empleados para controlar la velocidad giratoria de maquinaria, especialmente de motores eléctricos.

Un variador de velocidad puede consistir en la combinación de un motor eléctrico y el controlador que se emplea para regular la velocidad del mismo. La combinación de un motor de velocidad constante y de un dispositivo mecánico que permita cambiar la velocidad de forma continua también puede ser designada como variador de velocidad.

### **3.3. MOTIVOS PARA EMPLEAR VARIADORES DE VELOCIDAD.**

El control de procesos y el ahorro de la energía son las dos de las principales razones para el empleo de variadores de velocidad. Históricamente, los variadores de velocidad fueron desarrollados originalmente para el control de procesos, pero el ahorro energético ha surgido como un objetivo tan importante como el primero.

### 3.3.1. FORMA DE CONTROLAR UN PROCESO CON UN VARIADOR DE VELOCIDAD.

Entre las diversas ventajas en el control del proceso proporcionadas por el empleo de variadores de velocidad destacan:

- Operaciones más suaves.
- Control de la aceleración.
- Distintas velocidades de operación para cada fase del proceso.
- Compensación de variables en diversos procesos.
- Permitir operaciones lentas para fines de ajuste o prueba.
- Ajuste de la tasa de producción.
- Permitir el posicionamiento de alta precisión.
- Control del par motor (torque).<sup>[10]</sup>

### 3.3.2. VARIADOR DE FRECUENCIA SINAMICS G110.

SINAMICS G110 es un convertidor de frecuencia que ofrece funcionalidad básica para la mayor parte de las aplicaciones industriales de velocidad variable. El convertidor SINAMICS G110, especialmente compacto, trabaja con control de tensión-frecuencia conectado a redes monofásicas de 200 V a 240 V.

El convertidor de frecuencia de gama baja dentro de la familia SINAMICS; es ideal para aplicaciones donde el precio juega gran papel. Para documentación técnica (catálogos, dibujos dimensionales, certificados, manuales e instrucciones de servicio) siempre actual.<sup>[13]</sup>



**Figura 4:** Variador de Frecuencia SINAMICS G110

### **3.3.3. CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS.**

La nueva serie de accionamientos de velocidad variable SINAMICS ha sido fuertemente alineada a los requerimientos y demandas de los usuarios mundiales: versátil, altamente efectiva en costo y muy simple de operar, y con la presencia e infraestructura global de SIEMENS, que aseguran a fabricantes de máquinas y equipos disponibilidad de logística y soporte técnico en todos los mercados del planeta.

Aplicaciones como cintas transportadoras, escaleras mecánicas, bombas, ventiladores y compresores, máquinas de embalaje, accionamientos para puertas, portones y barreras, equipamiento para fitness, lavadoras automáticas de automóviles, carteles publicitarios móviles, bobinadoras de carreteles, mezcladoras y amasadoras, son sólo algunos ejemplos de las máquinas que pueden beneficiarse con el uso del nuevo SINAMICS G110. <sup>[8]</sup>

### **3.3.4. 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).

#### **3.3.4.1. SINAMICS G110 VARIANTES.**

- Variante USS Interfaz.
- Variante Analógica.

#### **3.3.4.2. CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES DEL VARIADOR.**

- Fácil de instalar.
- Puesta en marcha sencilla.
- Puesta en servicio rápida.

#### **3.3.4.3. CARACTERÍSTICAS DE PROTECCIÓN.**

- Protección sobretensión.
- Protección de sobre temperatura para el convertidor.
- Protección de defecto a tierra.
- Protección de cortocircuito.
- Protección contra la pérdida de estabilidad (vuelco) del motor.

#### **3.3.4.4. CONDICIONES AMBIENTALES PARA EL SERVICIO.**

- **Temperatura:** -10 °C hasta +50 °C (14 °F hasta 122 °F).
- **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.<sup>[4]</sup>

### 3.3.4.5. INSTALACIÓN ELÉCTRICA.

En la instalación se tiene que tomar en cuenta los cables de alimentación y los del motor, es necesario tenderlos 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.

- 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).
- Para cumplir con la normativa UL, se tienen que conectar los bornes de control del convertidor SINAMICS G110 con cables mono filares.
- 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: <sup>[3]</sup>

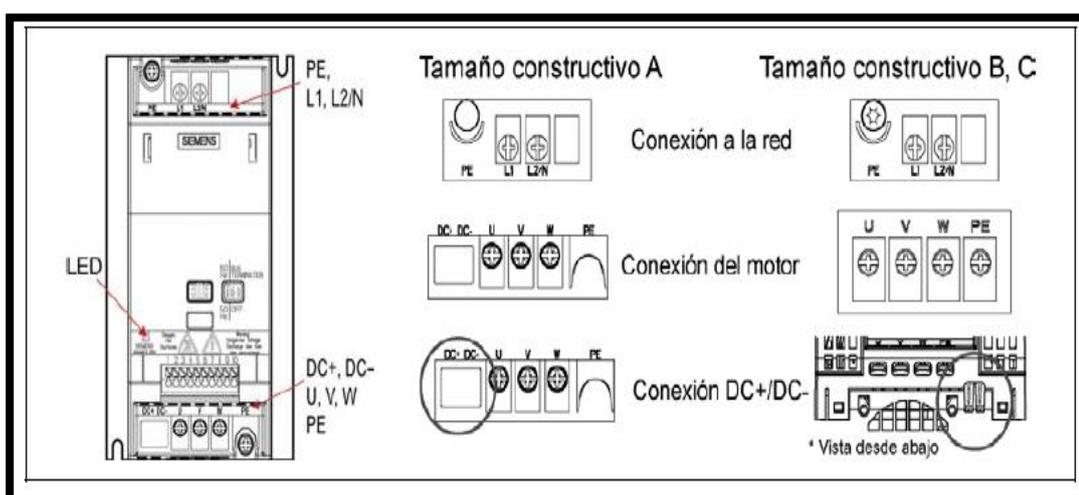


Figura 5: Conexionado del Variador

➤ **BORNES.**

Borne	Significado	Funciones	
1	DOUT-	Salida digital (-)	
2	DOUT+	Salida digital (+)	
3	DIN0	Entrada digital 0	
4	DIN1	Entrada digital 1	
5	DIN2	Entrada digital 2	
6	-	Salida +24 V / máx. 50 mA	
7	-	Salida 0 V	
	Variante	<b>Analógica</b>	<b>USS</b>
8	-	Salida +10 V	RS485 P+
9	ADC1	Entrada analógica	RS485 N-
10	-	Salida 0 V	

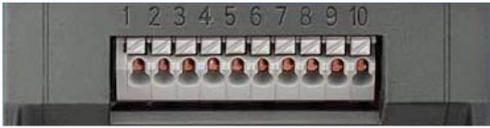


Figura 6: Bornes del SINAMICS G110

**3.3.4.6. PUESTA EN SERVICIO.**

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

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

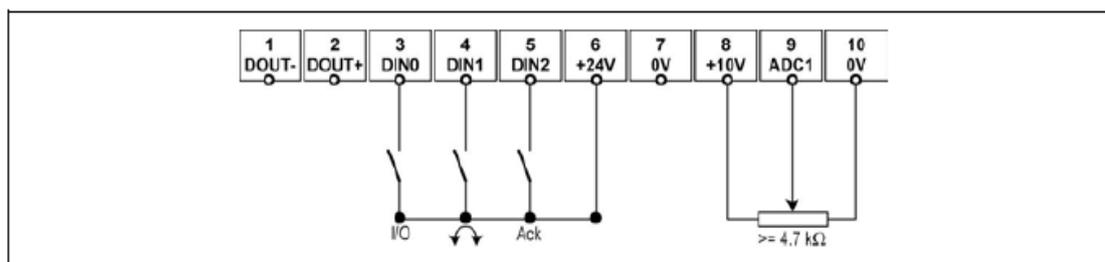
- En el caso, que un cortocircuito haya en el equipo de control éste pueda producir daños materiales considerables, o incluso graves lesiones, se deben tomar precauciones externas adicionales.
- Determinados ajustes de parámetros pueden provocar el de arranque automático del convertidor tras un fallo 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.

➤ **VARIANTE ANALÓGICA.**

Está indicada para aplicaciones con un solo convertidor. Las órdenes y consignas se imparten con un interruptor externo y un potenciómetro utilizando las entradas digitales y la entrada analógica del SINAMICS G110.

**Tabla 1:** Bornes de Ajuste de Fábrica

Entrada / Salida	Bornes	Parámetro	Ajuste por defecto	Activo
Fuente de órdenes	3, 4, 5	P0700 = 2	Entrada digital	Sí
Fuente de consignas	9	P1000 = 2	Entrada analógica	Sí
Entrada digital 0	3	P0701 = 1	ON / OFF1 (I/O)	Sí
Entrada digital 1	4	P0702 = 12	Inversión (↕)	Sí
Entrada digital 2	5	P0703 = 9	Acuse de fallo (Ack)	Sí



**Figura 7:** Ajustes de fábrica específicos para la variante Analógica

### ➤ VARIANTE USS.

Está indicada para aplicaciones con varios convertidores comunicados. Las órdenes y consignas se imparten usando la interface RS-485 con protocolo USS. Se pueden operar varios SINAMICS G110 en el mismo bus.

### ➤ MODOS DE OPERACIÓN.

El SINAMICS G110 se puede conectar para funcionar en diferentes modos de operación, ejemplo (BOP) acoplado, se utiliza el bus USS, en los bornes de las entradas digitales hay interruptores conectados. <sup>[4]</sup>

**Tabla 2:** Modos de Operación SINAMICS G110

Modo de operación	Variante analógica	Variante USS	Aclaración (componentes opcionales requeridos)
Bornes	✓ (Requiere interruptor y potenciómetro)	✓ (Entrada analógica sin soporte. Es posible fuente de órdenes vía interruptor externo)	<b>1</b> = BOP <b>2</b> = kit de conex. PC-convertidor <b>3</b> = software STARTER  ✓ = con soporte
Interface en serie (USS-RS485)	Sin soporte	✓	
Interface en serie (USS-RS232)	✓ <b>2</b>	✓ <b>2</b> (USS-RS232 y USS-RS485 no se pueden usar a la vez)	
BOP	✓ <b>1</b>	✓ <b>1</b>	
STARTER	✓ <b>2</b> <b>3</b>	✓ <b>3</b> Con convertidor de interface RS485 en bornes bornes x8/x9 o con <b>2</b> )	

### 3.3.4.7. FALLOS Y ALARMAS.

Un fallo indica un estado desfavorable grave del convertidor. Si surge un fallo, el convertidor se para con una orden DES2/OFF2. Los fallos se deben confirmar antes de que se pueda volver a conectar el convertidor. Para ello se tienen las siguientes funciones:

#### **F0001: Sobrecorriente.**

##### **Acuse de fallo:**

- Borrar memoria de fallos / orden OFF

##### **Causa:**

- Potencia del Motor (P0307) no corresponde a la potencia del convertidor (r0206)
- Cortocircuito en la alimentación del motor
- Fallo a tierra

#### **Diagnóstico & Eliminar.**

Revisar lo siguiente:

- La potencia del motor (P0307) debe corresponder a la potencia del convertidor (r0206).
- El tamaño límite de cables no debe ser sobrepasado.
- Los cables del motor y el motor no deben tener cortocircuitos o fallos a tierra.
- Los parámetros del motor deben ajustarse al motor utilizado.
- Debe corregirse el valor de la resistencia del estator (P0350).
- El motor no debe estar obstruido o sobrecargado.
- Incrementar el tiempo de aceleración (P1120).
- Reducir el nivel de Elevación en arranque (P1312).
- Controlar valor de fallo r0949:
  - 0 = fallo generado en el hardware.
  - 1 = fallo generado en el software.

**F0002: Sobretensión.**

**Acuse de fallo:**

- Borrar memoria de fallos / orden OFF

**Causa:**

- Tensión de red demasiado alta.
- Motor trabaja en Modo generador.

**NOTA:**

El modo regenerativo puede ser ocasionado por rampas de aceleración rápidas o cuando el motor es arrastrado por una carga activa.

**Diagnóstico & Eliminar.**

Revisar lo siguiente:

- Tensión alimentación debe ajustarse dentro de los límites indicados en la placa de características.
- El regulador Vdc debe estar habilitado (P1240) y parametrizado adecuadamente.
- El tiempo de deceleración (P1121) debe ajustarse a la inercia de la carga.
- La potencia de frenado requerida debe ajustarse a los límites especificados.

- Controlar valor de fallo r0949:
  - 0 = fallo generado en el hardware.
  - 1 = fallo generado en el software en estado regular interno del convertidor.

**F0003: Subtensión Acuse de fallo:**

- Borrar memoria de fallos / orden OFF.

**Causa:**

- Fallo alimentación principal.
- Carga brusca fuera de los límites especificados.

**Diagnóstico & Eliminar.**

- Compruebe la tensión de red.
- Controlar valor de fallo r0949:
  - 0 = fallo generado en el hardware.
  - 1 = fallo generado en el software en estado de subtensión.
  - 2 = fallo generado en el software en estado regular interno del convertidor.

**F0004: Sobretemperatura convertidor Acuse de fallo:**

- Borrar memoria de fallos / orden OFF.

**Causa:**

- Convertidor sobrecargado.
- Ventilación insuficiente.
- Frecuencia de pulsación demasiado alta.
- Temperatura ambiente demasiado alta.

**Diagnóstico & Eliminar.**

Revisar lo siguiente:

- Carga o ciclo de carga demasiado altos.
- Potencia motor (P0307) debe ajustarse a la potencia del convertidor (r0206).
- La frecuencia de pulsación debe ajustarse al valor por defecto.
- Temperatura ambiente demasiado alta.

**F0005: Convertidor I2T.**

**Acuse de fallo:**

- Borrar memoria de fallos / orden OFF.

**Causa:**

- Convertidor sobrecargado.
- Ciclo de carga demasiado repetitivo.
- Potencia motor (P0307) sobrepasa la capacidad de potencia del convertidor (r0206).

**Diagnóstico & Eliminar.**

Revisar lo siguiente:

- Ciclo de carga debe situarse dentro de los límites especificados.
- Potencia motor (P0307) debe ajustarse a la potencia del convertidor (r0206).

**F0011: Sobretemperatura I2T del motor.**

**Acuse de fallo:**

- Borrar memoria de fallos / orden OFF.

**Causa:**

- Motor sobrecargado.

**Diagnóstico & Eliminar**

Revisar lo siguiente:

- Ciclo de carga debe ser corregido.
- La constante tiempo térmica del motor (P0611) debe ser corregida.
- Debe ajustarse el nivel de aviso I2T del motor (P0614).

**F0051: Fallo parámetro EEPROM**

**Acuse de fallo:**

- Borrar memoria de fallos / orden OFF.

**Causa:**

- Error en el acceso a EEPROM.

**Diagnóstico & Eliminar**

- Reajuste de fábrica y nueva parametrización.
- Cambio unidad.

**F0052: Fallo pila de energía.**

**Acuse de fallo:**

- Borrar memoria de fallos / orden OFF.

**Causa:**

- Fallo de lectura para información de pila de energía o datos no válidos.

**Diagnóstico & Eliminar.**

- Cambio de unidad.

**F0055: Fallo BOP-EEPROM.**

**Acuse de fallo:**

- Borrar memoria de fallos / orden OFF.

**Causa:**

- Fallo de lectura o escritura al archivar parámetros en BOP-EEPROM durante la clonación de parámetros.

**Diagnóstico & Eliminar**

- Reposición al ajuste de fábrica y nueva parametrización.
- Cambiar BOP.

**F0056: BOP no incorporado.**

**Acuse de fallo:**

- Borrar memoria de fallos / orden OFF.

**Causa:**

- Intento de clonar parámetros sin BOP.

**Diagnóstico & Eliminar.**

- Meter BOP y volver a probar.

**F0057: Fallo BOP.**

**Acuse de fallo:**

- Borrar memoria de fallos / orden OFF.

**Causa:**

- Clonación de parámetros con BOP vacío.
- Clonación de parámetros con BOP defectuoso.

**Diagnóstico & Eliminar.**

- Cargar parámetros en BOP o cambiar BOP.

**F0058: Parámetros incompatible.**

**Acuse de fallo:**

- Borrar memoria de fallos / orden OFF.

**Causa:**

- Juego de parámetros para cargar proviene de otro tipo de convertidor.

**Diagnóstico & Eliminar.**

- Cargar en el BOP juego de parámetros del mismo tipo de convertidor.

**F0060: Timeout de ASIC.**

**Acuse de fallo:**

- Borrar memoria de fallos / orden OFF.

**Causa:**

- Fallo comunicaciones interno.

**Diagnóstico & Eliminar.**

- Si el fallo persiste, cambiar convertidor.
- Contactar con el Servicio Técnico.
- Controlar valor de fallo r0949:
  - 0 = generado por el ASIC.
  - 1 = generado por el software.

**F0072: USS fallo consigna.**

**Acuse de fallo:**

- Borrar memoria de fallos / orden OFF.

**Causa**

- Sin valores de consigna del USS durante el tiempo de telegrama off.

**Diagnóstico & Eliminar.**

- Revisar el maestro USS.

**F0085: Fallo externo.**

**Acuse de fallo:**

- Borrar memoria de fallos / orden OFF.

**Causa:**

- Fallo externo disparado a través de los bornes de entrada.

**Diagnóstico & Eliminar.**

- Bloquear la entrada de borne para disparo de fallo.

**F0100: Watchdog Reset.**

**Acuse de fallo:**

- Borrar memoria de fallos / orden OFF.

**Causa:**

- Caída de tensión corta o error del software

### **Diagnóstico & Eliminar.**

- EL fallo F0100 se puede producir debido a una caída de tensión corta. En este caso el convertidor en sí no tiene ningún defecto. Sin embargo si el fallo se produce sin que haya caída de tensión hay que ponerse en contacto con el servicio técnico.

### **F0101: Desbordamiento de memoria.**

#### **Acuse de fallo:**

- Borrar memoria de fallos / orden OFF.

#### **Causa:**

- Error software o fallo procesador.

### **Diagnóstico & Eliminar.**

- Activar rutinas de autotest.

Una alarma indica que el convertidor está:

- En un estado crítico que puede llevar a un fallo (p. ej. A0501 límite de corriente).
- En un estado transitorio extraordinario, como identificación de datos del motor.

Una alarma no requiere ninguna reacción.

### **A0501: Limitación corriente.**

#### **Causa:**

- La potencia del motor no corresponde a la potencia del convertidor.
- Los cables del motor son muy largos.
- Fallo a tierra

### **Diagnóstico & Eliminar**

Revisar lo siguiente:

- Potencia motor (P0307) debe corresponder a la potencia del convertidor (r0206).
- Los límites de tamaño de cables no deben ser excedidos.
- Los cables del motor y el motor no deben tener cortocircuitos o fallos a tierra.

- Los parámetros del motor deben ajustarse al motor en uso.
- El valor de la resistencia del estator (P0350) debe ser corregido.
- El motor no debe ser obstruido o sobrecargado.
- Incrementar el tiempo de aceleración (P1120).
- Reducir el nivel de Elevación en arranque (P1312).

**A0502: Límite por sobretensión.**

**Causa:**

- Límite por sobretensión alcanzado. Este aviso puede ocurrir durante la aceleración, si el regulador Vdc está deshabilitado (P1240 = 0).

**Diagnóstico & Eliminar.**

- Si se muestra este aviso permanentemente, revisar la entrada de tensión convertidor.

**A0503: Límite de mínima tensión.**

**Causa:**

- Fallo en la tensión de alimentación.
- Tensión de alimentación y consecuentemente la tensión en el circuito intermedio (r0026) por debajo de los límites especificados.

**Diagnóstico & Eliminar.**

- Revisar la tensión de la alimentación principal.

**A0505: I2T del convertidor.**

**Causa:**

- Se ha superado el nivel de alarma; la corriente se reduce si está parametrizado (P0610 = 1).

**Diagnóstico & Eliminar.**

- Comprobar si el ciclo de carga está dentro de los límites especificados.

**A0511: Sobretemperatura motor I2T.**

**Causa:**

- Sobrecarga motor.
- Ciclo de carga demasiado alta.

**Diagnóstico & Eliminar.**

Revisar lo siguiente:

- P0611 (constante de tiempo del motor I2t) debería ajustarse al valor correcto.
- P0614 (nivel de sobrecarga de motor I2t) debería ajustarse a un nivel adecuado.

#### **A0910: Regulador Vdc-máx. Activo.**

##### **Causa:**

- Cuando la tensión de alimentación principal está alta permanentemente.
- Si el motor es arrastrado por la carga activa, ocasionando que el motor entre en modo regenerativo.
- Con cargas con gran inercia, cuando se desacelera.

##### **Diagnóstico & Eliminar.**

Revisar lo siguiente:

- Alimentación principal debe estar dentro de los límites.
- Debe ajustarse la carga.

#### **A0911: Regulador Vdc-máx. Activo.**

##### **Causa:**

- Regulador Vdc-máx. activo; los tiempos de desaceleración se incrementarán automáticamente para mantener la tensión en el circuito intermedio (r0026) dentro de los límites.

##### **Diagnóstico & Eliminar.**

Revisar lo siguiente:

- Tensión alimentación debe ajustarse dentro de los límites indicados en la placa de características.
- El tiempo de desaceleración (P1121) debe ajustarse a la inercia de la carga.

##### **NOTA**

Una inercia más alta necesita tiempos de rampa más largos.

#### **A0920: Los parámetros del ADC no están ajustados adecuadamente.**

##### **Causa:**

- Los parámetros ADC no deben estar todos ajustados al mismo valor, ya que esto produce resultados ilógicos.

##### **Diagnóstico & Eliminar.**

Revisar lo siguiente:

- P0757, P0758, P0759, P0760.

### **A0923: Señales JOG a derechas y JOG a izquierdas activas.**

#### **Causa:**

- Señales JOG a derechas y JOG a izquierdas activas conjuntamente.  
Esto paraliza la frecuencia de salida RFG a su valor actual.

#### **Diagnóstico & Eliminar**

- No activar señales JOG a derechas y señales JOG a izquierdas simultáneamente. <sup>[8]</sup>

### **3.4. SOFTWARE STARTER.**

El software STARTER es la herramienta especialmente diseñada por Siemens para facilitar las tareas de puesta en marcha y supervisión de sus variadores de velocidad. Este software, en su nueva versión V4.1, en español, permite realizar las siguientes tareas: parametrización; puesta en marcha; diagnóstico y servicio, de las familias de variadores SINAMICS y MICROMASTER 4 de Siemens.

STARTER se puede ejecutar en modo "stand-alone", pero también está integrado en la herramienta de ingeniería de Totally Integrated Automation (TIA), Drive ES, y en el software SIMOTION SCOUT.



**Figura 8:** Software STARTER

#### **3.4.1. BENEFICIOS.**

Gracias a una interface gráfica sencilla e intuitiva, los ingenieros y técnicos de campo pueden configurar y poner en marcha, de forma rápida y segura,

cualquier aplicación de variadores de velocidad y las más complejas, sin requerir conocimientos profundos del equipo. Cuenta con funciones de diagnósticos integradas, para optimización y solución de errores.

### **3.4.2. VENTAJAS.**

El software STARTER ofrece una parametrización simple y eficiente a través de:

- ✓ Puesta en marcha rápida con unos pocos parámetros.
- ✓ Modo experto con todos los parámetros.
- ✓ Diagrama en bloques que facilita un manejo intuitivo.
- ✓ Funciones: gráficas de evolución de distintas magnitudes en el tiempo.

Además brinda el soporte de funciones para servicio y diagnóstico directamente sobre el dispositivo (forma local) o vía acceso remoto (Teleservice).<sup>[14]</sup>

### **3.5. MÓDULO DE COMUNICACIÓN RS-485.**

Está definido como un sistema en bus de transmisión multipunto diferencial, es ideal para transmitir a altas velocidades sobre largas distancias (35 Mbps hasta 10 metros y 100 Kbps en 1.200 metros) y a través de canales ruidosos, ya que reduce los ruidos que aparecen en los voltajes producidos en la línea de transmisión. El medio físico de transmisión es un par entrelazado que admite hasta 32 estaciones en 1 solo hilo, con una longitud máxima de 1.200 metros operando entre 300 y 19200 bps y la comunicación half-duplex (semiduplex). Soporta 32 transmisiones y 32 receptores. La transmisión diferencial permite múltiples drivers dando la posibilidad de una configuración multipunto. Al tratarse de un estándar bastante abierto permite muchas y muy diferentes configuraciones y utilidades.

La interfaz RS485 ha sido desarrollada - analógicamente a la interfaz RS422 para la transmisión en serie de datos de alta velocidad a grandes distancias y encuentra creciente aplicación en el sector industrial. Pero mientras que la

RS422 sólo permite la conexión unidireccional de hasta 10 receptores en un transmisor, la RS485 está concebida como sistema Bus bidireccional con hasta 32 participantes. Físicamente las dos interfaces sólo se diferencian mínimamente. El Bus RS-485 puede instalarse tanto como sistema de 2 hilos o de 4 hilos.

La norma RS485 define solamente las especificaciones eléctricas para receptores y transmisores de diferencia en sistemas de bus digitales. La norma ISO 8482 estandariza además adicionalmente la topología de cableado con una longitud máxima de 500 metros.



**Figura 9:** Módulo de Comunicación RS-485

### **3.6. INTERFAZ DE USUARIO.**

En el mundo de la electrónica a la Interfaz como todo puerto que nos permite enviar y recibir señales desde un componente a otro, teniendo entonces distintas formas de realizar este envío dispuestas por las Especificaciones Técnicas de cada equipo, o bien mediante el establecimiento de distintos estándares que permiten la comunicación.

También encontramos que una Interfaz representa a la comunicación entre Actores mediante un Protocolo determinado, realizando una conexión Física para realizar una función determinada tanto entre dos dispositivos como bien entre dos sistemas completamente diferentes, realizando así una comunicación.

En lo que respecta a un ordenador, generalmente conocemos a la Interfaz como la forma en la cual se conectan el Hardware (es decir, todos los componentes físicos del equipo) con el Software, que comprende las aplicaciones, programas y herramientas que estén presentes.

La finalidad que persigue es justamente que un usuario pueda realizar una acción determinada en la forma deseada, teniendo Eficacia, Rendimiento y Seguridad en cada proceso ejecutado, lo que implica las siguientes condiciones:

- Que la acción efectuada sea la que el usuario tenía intenciones de realizar.
- La orden se debe realizar en forma rápida y precisa.
- La acción debe afectar solamente al componente de Hardware o a la aplicación que teníamos pensado utilizar, sin afectar a otros componentes.

Una forma práctica de ejemplificar esta interfaz está en la utilización de una Interfaz Gráfica provista por la aplicación que estamos ejecutando, que permite al usuario enviar órdenes al Hardware mediante el uso de este Software, realizando una especie de Comunicación entre distintos dispositivos presentes en el equipo.

Es por ello que cada una de las Interfaces de Usuario son parte fundamental del desarrollo de nuevas aplicaciones, de actualizaciones a las ya vigentes o inclusive de los Sistemas Operativos, suponiendo a veces el precedente de un nuevo estándar que se repetirá en el resto de los programas o bien como algo único de la aplicación.

Es así que llegamos a una clasificación básica de las distintas Interfaces de Usuario que se pueden dividir en tres tipos fundamentales:

- **Hardware:** Esta interfaz es la que se desarrolla para que los dispositivos puedan Recibir, Procesar y Emitir todos los datos recibidos, interactuando con los Periféricos de Entrada y Salida para ello.
- **Software:** En este caso, la interfaz se encarga de brindar control al usuario por sobre la herramienta que está utilizando.
- **Software – Hardware:** Esta combinación de interfaces permite la comunicación entre los procesos del ordenador y los usuarios, teniendo una instrucción, su interpretación y la obtención de una información que es percibida sensorialmente. <sup>[11]</sup>

### 3.7. BREAKER.

Los breaker o disyuntores presentan una gran ventaja sobre los fusibles. Cuando abren (se disparan pueden volver a su estado original. No se necesita sustituir nada. Una vez que sobrecarga lo ha hecho disparar, se corrige el disyuntor, vuelve su posición original y se usa de nuevo. Hay dos tipos de disparo: térmico y magnético

Los disyuntores térmicos son los del tipo más corriente para circunstancias tales como motores pequeños, circuitos domésticos y cargadores de batería. Los disyuntores térmicos pueden tener reposición automática lo repondrá después de que el disyuntor se haya enfriado. El enfriamiento tarda unos cuantos minutos. La reposición automática se usa cuando la sobrecarga puede autocorregirse. Los disyuntores térmicos utilizan tiras bimetálicas o discos como elementos sensibles a la corriente. Por tanto tienen características de gran retardo.

Son dispositivos diseñados para interrumpir las corrientes de falla producidas en el sistema eléctrico que no excedan aquellos niveles para los que se espera que los mismos accionen exitosamente. Estos dispositivos deben ser seleccionados bajo dos criterios:

- Corriente en régimen de operación normal.
- Nivel máximo de corriente que debe ser capaz de interrumpir en condiciones de falla en el sistema (capacidad de interrupción). El

disyuntor seleccionado debe poseer una capacidad de interrupción de corriente igual o superior a la mayor corriente de falla que pueda producirse en el punto del sistema en el cual se encuentre ubicado. Los disyuntores no deben ser utilizados como elementos arrancadores de motores, excepto en casos muy especiales y siempre que se tengan en cuenta dos factores:

- Los niveles de voltaje sean tan elevados que no se disponga del contactor magnético requerido.
- El motor no necesite ser arrancado frecuentemente, sino en contadas ocasiones.

Los disyuntores de bajo voltaje son fabricados para operarlos manualmente, y se encuentran recubiertos por una caja plástica. Poseen disparos instantáneos ajustables contra cortocircuitos y, en algunos casos, se les provee con combinación de disparo contra cortocircuitos y sobrecargas, sin embargo, de ser utilizados como dispositivos de protección contra cortocircuitos debe proveerse siempre una protección contra sobrecargas independientemente constituida por relevadores bimetálicos. Son compactos y relativamente baratos, aunque no de tan bajo costo como los fusibles. Sus capacidades de corriente nominales y de interrupción son superiores a los que poseen los disyuntores de caja plástica, y generalmente son operados por medios electromagnéticos.<sup>[2]</sup>

### **3.8. CONTACTOR.**

Podemos definir un contactor como un aparato mecánico de conexión y desconexión eléctrica, accionado por cualquier forma de energía, menos manual, capaz de establecer, soportar e interrumpir corrientes en condiciones normales del circuito, incluso las de sobrecarga.

Las energías utilizadas para accionar un contactor pueden ser muy diversas: mecánicas, magnéticas, neumáticas, fluídricas, etc... Los contactores corrientemente utilizados en la industria son accionados mediante la energía

magnética proporcionada por una bobina, y a ellos nos referimos seguidamente.

Un contactor accionado por energía magnética, consta de un núcleo magnético y de una bobina capaz de generar un campo magnético suficientemente grande como para vencer la fuerza de los muelles antagonistas que mantienen separada del núcleo una pieza, también magnética, solidaria al dispositivo encargado de accionar los contactos eléctricos.

Así pues, característica importante de un contactor será la tensión a aplicar a la bobina de accionamiento, así como su intensidad o potencia. Según sea el fabricante, dispondremos de una extensa gama de tensiones de accionamiento, tanto en continua como en alterna siendo las más comúnmente utilizadas, 24, 48, 220, y 380. La intensidad y potencia de la bobina, naturalmente dependen del tamaño del contador.

El tamaño de un contactor, depende de la intensidad que es capaz de establecer, soportar e interrumpir, así como del número de contactos de que dispone (normalmente cuatro). El tamaño del contactor también depende de la tensión máxima de trabajo que puede soportar, pero esta suele ser de 660 V. para los contactores de normal utilización en la industria

### **3.8.1. CATEGORÍA DE EMPLEO.**

Para establecer la categoría de empleo se tiene en cuenta el tipo de carga controlada y las condiciones en las cuales se efectúan los cortes.

Las categorías más usadas en AC son:

- **AC1:** Cargas no inductivas (resistencias, distribución) o débilmente inductivas, cuyo factor de potencia sea por lo menos 0.95.
- **AC2:** Se refiere al arranque, al frenado en contracorriente y a la marcha por impulso permanente de los motores de anillos.

Al cierre el contactor establece el paso de corrientes de arranque equivalentes a más o menos 2.5 la corriente nominal del motor. A la apertura el contactor debe cortar la intensidad de arranque, con una tensión inferior o igual a la tensión de la red.

- **AC3:** Para el control de motores jaula de ardilla (motores de rotor en cortocircuito) que se apagan a plena marcha.

Al cierre se produce el paso de corrientes de arranque, con intensidades equivalentes a 5 o más veces la corriente nominal del motor. A la apertura corta el paso de corrientes equivalentes a la corriente nominal absorbida por el motor. Es un corte relativamente fácil.

- **AC4:** Se refiere al arranque, al frenado en contracorriente y a la marcha por impulso permanente de los motores de jaula.

Al cierre se produce el paso de la corriente de arranque, con intensidades equivalentes a 5 o más veces la corriente nominal del motor. Su apertura provoca el corte de la corriente nominal a una tensión, tanto mayor como tanto mayor es la velocidad del motor. Esta tensión puede ser igual a la tensión de la red. El corte es severo.

En corriente continua se encuentran cinco categorías de empleo: DC1, DC2, DC3, DC4 y DC5.

Un mismo contactor dependiendo de la categoría de empleo, puede usarse con diferentes corrientes.

### **3.8.2. CRITERIOS PARA LA ELECCIÓN DE UN CONTACTOR.**

Para elegir el contactor que más se ajusta a nuestras necesidades, se debe tener en cuenta los siguientes criterios:

- Tipo de corriente, tensión de alimentación de la bobina y la frecuencia.

- Potencia nominal de la carga.
- Condiciones de servicio: ligera, normal, dura, extrema. Existen maniobras que modifican la corriente de arranque y de corte.
- Si es para el circuito de potencia o de mando y el número de contactos auxiliares que necesita.
- Para trabajos silenciosos o con frecuencias de maniobra muy altas es recomendable el uso de contactores estáticos o de estado sólido.
- Por la categoría de empleo.

### **3.8.3. VENTAJAS DEL USO DE LOS CONTACTORES.**

- Los contactores presentan ventajas en cuanto a los siguientes aspectos y por los cuales es recomendable su utilización.
- Automatización en el arranque y paro de motores.
- Posibilidad de controlar completamente una máquina, desde varios puntos de maniobra o estaciones.
- Se pueden maniobrar circuitos sometidos a corrientes muy altas, mediante corrientes muy pequeñas.
- Seguridad del personal, dado que las maniobras se realizan desde lugares alejados del motor u otro tipo de carga, y las corrientes y tensiones que se manipulan con los aparatos de mando son o pueden ser pequeños.
- Control y automatización de equipos y máquinas con procesos complejos, mediante la ayuda de los aparatos auxiliares de mando, como interruptores de posición, detectores inductivos, temporizadores, etc.
- Ahorro de tiempo al realizar maniobras prolongadas. <sup>[12]</sup>

### **3.9. RELÉ TÉRMICO.**

El relé es un dispositivo electromecánico que basa su funcionamiento en la ley del fenómeno electromagnético. Funciona como un interruptor controlado casi siempre por un circuito eléctrico que domina el flujo de energía a la bobina;

enrollada esta, sobre un pequeño núcleo de hierro el que funciona como electroimán; encargado de accionar el brazo dirigido a mover los contactos que pueden ser uno o varios. Estos permiten abrir o cerrar otro circuito eléctrico independiente al de control.

El relé es capaz de controlar un circuito de salida de mayor potencia que el de entrada. Esta característica del dispositivo determinó que se empleara en la telegrafía, haciendo la función de repetidores que generan una nueva señal con corriente más intensa a partir de señales débiles recibidas por las líneas telegráficas.

Un relé puede manejar potencias eléctricas varias decenas de miles de veces mayores que la potencia utilizada para operarlo. Este hecho significa que la alimentación de su bobina es relativamente pequeña comparada con la que pueden controlar sus contactos.



**Figura 10:** Relé Térmico

### **3.9.1. TIPOS DE RELÉS.**

Se pueden clasificar en función de la intensidad de la corriente y tensión que soportan. Atendiendo también al tipo de corriente (alterna o directa) se incluyen en otro grupo distinto. Si se diseñan para controlar grandes potencias se les da el nombre de “contactores” y se emplean generalmente en la industria.

- **Relés de tipo armadura:** Son los primeros construidos y los más utilizados en la actualidad. Se fabrican de distinto tamaño para satisfacer necesidades específicas de algún circuito eléctrico.
- **Relés con núcleo móvil:** se emplean para controlar grandes corrientes debido a la fuerza de atracción que ejerce la bobina sobre el núcleo que funciona como émbolo. Estableciendo de este modo conexiones muy seguras. En los cierres electrónicos de puertas de seguridad también se usa este tipo de relé.
- **Relé tipo red o de lengüeta:** Los contactos se encuentran en el interior de una ampolla de vidrio. Estos contactos se accionan mediante la excitación de una bobina, que se encuentra alrededor de la mencionada ampolla.
- **Relés polarizados o biestables:** Se componen de una pequeña armadura, asociada a un imán permanente. El extremo inferior gira dentro de los polos de un electroimán, mientras que el otro lleva una cabeza de contacto. Al excitarse el electroimán, debido al flujo de corriente eléctrica se mueve la armadura y provoca el cierre de los contactos. Si se polariza al revés, el giro será en sentido contrario, abriendo los contactos o cerrando otro circuito.

### **3.9.2. RELÉ TÉRMICO (TERMAL) LR2.**

Relé térmico (termal) LR2 se utiliza para el control de temperatura en aplicaciones industriales. En el corazón del fenómeno de deformación térmica de una placa bimetalica con calentamiento por corriente eléctrica.

Relés térmicos LR2 están diseñados para proteger el motor contra sobrecargas y sobrecorrientes en el caso de un modo asimétrico con pérdida de una fase de la fuente de alimentación. Se utiliza como componentes en los circuitos de control de motores en los circuitos de corriente alterna hasta 660V, frecuencia 50 (60) Hz y la tensión de CC hasta 440V. Rango de ajuste de los interruptores

térmicos de 0,1 a 120A. Todos están equipados con relé térmico contacto NC para desconectar el contactor y un contacto para la activación de la alarma. La alta sensibilidad a la falta de fase, relés térmicos trabajar con rapidez, lo que proporciona la máxima protección contra sobrecarga.

Bajo el efecto de las corrientes de flujo de calor de placas de relé curvas termobimetálicas es más fuerte, más los flujos de corriente a través de ella. Al determinar el radio actual de curvatura de la placa es suficiente para la apertura de los contactos, desconecta la carga de la red.

Curva de disparo:

1. Simétrica modo trifásico (en frío).
2. Simétrico de dos fases modo (de frío).
3. Symmetrical modo trifásico con corriente prolongado establecer actual (cuando se calienta).<sup>[7]</sup>

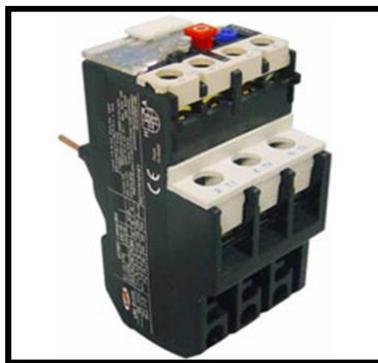


Figura 11: Relé Térmico LR2

### 3.10. BANDA TRANSPORTADORA.

Una cinta transportadora es un sistema de transporte continuo formado básicamente por una banda continua que se mueve entre dos tambores.

La banda es arrastrada por fricción por uno de los tambores, que a su vez es accionado por un motor. El otro tambor suele girar libre, sin ningún tipo de

accionamiento, y su función es servir de retorno a la banda. La banda es soportada por rodillos entre los dos tambores.

Debido al movimiento de la banda el material depositado sobre la banda es transportado hacia el tambor de accionamiento donde la banda gira y da la vuelta en sentido contrario. En esta zona el material depositado sobre la banda es vertido fuera de la misma debido a la acción de la gravedad.

Las cintas transportadoras se usan principalmente para transportar materiales granulados, agrícolas e industriales, tales como cereales, carbón, minerales, etcétera, aunque también se pueden usar para transportar personas en recintos cerrados (por ejemplo, en grandes hospitales y ciudades sanitarias). A menudo para cargar o descargar buques cargueros o camiones. Para transportar material por terreno inclinado se usan unas secciones llamadas cintas elevadoras. Existe una amplia variedad de cintas transportadoras, que difieren en su modo de funcionamiento, medio y dirección de transporte, incluyendo transportadores de tornillo, los sistemas de suelo móvil, que usan planchas oscilantes para mover la carga, y transportadores de rodillos, que usan una serie de rodillos móviles para transportar cajas o palés.

Las cintas transportadoras se usan como componentes en la distribución y almacenaje automatizados. Combinados con equipos informatizados de manejo de palés, permiten una distribución minorista, mayorista y manufacturera más eficiente, permitiendo ahorrar mano de obra y transportar rápidamente grandes volúmenes en los procesos, lo que ahorra costes a las empresas que envía o reciben grandes cantidades, reduciendo además el espacio de almacenaje necesario.<sup>[9]</sup>



### 3.11. PULSADORES.

Los pulsadores de arranque constan generalmente, de una pequeña caja con dos botones, uno para la conexión o de arranque y otro de desconexión o de parada. Al presionar el pulsador de conexión o de arranque comúnmente de color negro se cierra un pequeño contacto, que retorna a su posición original mediante la acción de un muelle al cesar la presión sobre el mismo. En la figura 13 se muestra el aspecto de una estación de pulsadores, y la estructura interna de un pulsador.

Los pulsadores de arranque son imprescindibles en la operación manual de los contactores magnéticos, puesto que son los dispositivos encargados de permitir la circulación de la pequeñísima corriente de excitación de los electroimanes que componen los mismos. Estos pueden ser instalados en los lugares que brinden mayores ventajas para la operación de los motores a controlar, y no necesariamente en sus proximidades.

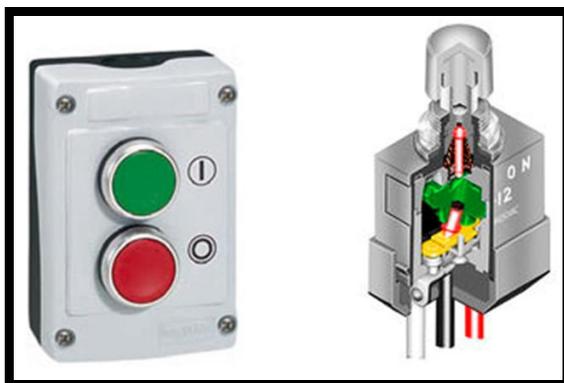


Figura 13: Pulsadores y estructura interna de un pulsador

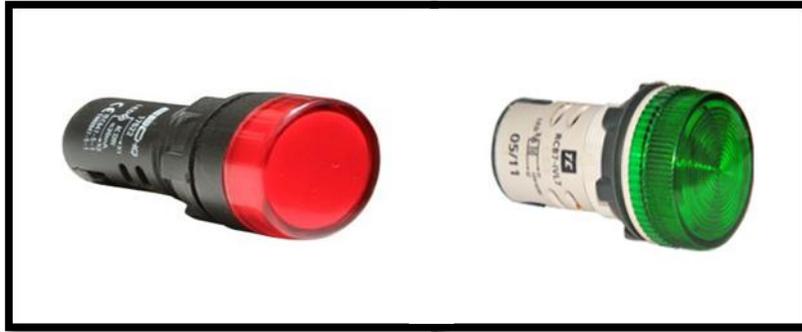
### 3.12. LUCES DE SEÑALIZACIÓN.

La luz piloto que nos sirve de señalización, es decir, en el momento de accionamiento se encenderá la luz de color verde que nos indicará el paso de 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. <sup>[15]</sup>



**Figura 14:** Luces de Señalización

#### 4. MATERIALES Y PRESUPUESTO.

##### ESTRUCTURA DEL TABLERO Y MESA.

CANTIDAD	DESCRIPCIÓN	VALOR UNITARIO	TOTAL
1 <sub>1/2</sub>	<b>Plancha Mdf</b>	115.00	115.00
	12 Líneas		
1 <sub>1/2</sub>	<b>Plancha Mdf</b>	90.00	90.00
	16 Líneas		
4	<b>Listones</b>	1.00	4.00
	2 m c/u		
1	<b>Banda</b>	3.00	3.00
1	<b>Lona</b>	5.00	5.00
	1.40 x 30 cm		
2	<b>Poleas</b>	3.00	6.00
	1/2"		
4	<b>Chumaceras</b>	6.00	24.00
	1/2"		
6	<b>Sprite de Pintura</b>	2.50	15.00
	Color Plomo		
2	<b>Metros Tubo Galvanizado</b>	1.00	2.00
	1/2"		
	<b>Varios</b>		20.00
	Cintas, Tornillos, etc...		
<b>Total</b>			<b>284.00</b>

## SISTEMA ELÉCTRICO

CANTIDAD	DESCRIPCIÓN	VALOR UNITARIO	TOTAL
1	<b>Kit de Conexión a Pc</b>	45.00	<b>45.00</b>
	SIEMENS, Módulo de Comunicación RS-485 y software STARTER		
1	<b>Breaker Trifásico</b>	26.00	<b>26.00</b>
	10A		
2	<b>Breaker Monofásicos</b>	20.00	<b>40.00</b>
	10A		
4	<b>Barras de Cobre</b>	14.00	<b>56.00</b>
	30A		
2	<b>Pulsadores</b>	4.00	<b>8.00</b>
	NA-NC		
4	<b>Luces Piloto</b>	2.50	<b>10.00</b>
	110/220V		
1	<b>Rollo de Cable</b>	35.00	<b>35.00</b>
	16 AWG		
200	<b>Marquillas</b>	0.05	<b>10.00</b>
	Legrant		
4	<b>Metros Regletas</b>	7.00	<b>28.00</b>
	1 1/2"		
1	<b>Bornera</b>	0.50	<b>0.50</b>
		<b>TOTAL</b>	<b>258.50</b>

## 5. PROCESO METODOLÓGICO EMPLEADO

Mediante el proyecto propuesto nos basamos en un **Método Descriptivo** para poder verificar y analizar el diseño del tablero para poder controlar el variador de frecuencia con una comunicación de interfaz para la PC y así poder describir las ventajas, desventajas y todo lo referente a este tema, para lo cual nos valimos de bibliografías pertinentes a nuestro tema.

Luego se realizó un **Método Deductivo** mediante el proceso sintético analítico se revisó los conceptos, definiciones y normas generales vigentes para el control del variador de frecuencia, se sintetizó y se extrajo la información más importante y necesaria.

Después se basó en un **Método Experimental** con el cual en base a la información seleccionada se llevará a cabo la construcción del tablero.

Para el cumplimiento del de este trabajo práctico se aplicaron los siguientes pasos:

- Diseño y Elaboración del Tablero Didáctico.
- Selección de Equipos.
- Descripción de Funcionamiento del Módulo SINAMICS G110.

Los materiales y equipos que se encuentran en el tablero didáctico son los siguientes:

- Motor 1Hp 220/440V
- Variador de Frecuencia SINAMICS G110
- Breaker Trifásico 10A
- Breaker Monofásicos
- Contactor
- Relé Térmico
- Módulo de Comunicación RS-485 Pc-Variador
- Barras de Cobre

- Luces Piloto 110/220V
- Pulsadores

## **5.1. DISEÑO Y ELABORACIÓN DEL TABLERO DIDÁCTICO.**

En la ejecución del proyecto se diseñó y construyó un tablero de control, para el accionamiento eléctrico de un motor trifásico de 1Hp, en el tablero se encuentra el variador SINAMICS G110 con el cual se realiza el control de velocidad del motor, a través del módulo de comunicación RS-485 que cumple la función de comunicar el variador SINAMICS G110 con la PC, desde esta se realizan las maniobras de control de velocidad para el motor.

### **5.1.1. DESARROLLO**

Al contar con los materiales se procedió a la construcción del tablero y al montaje de los paneles Mdf donde se colocarán los equipos, el cual tendrá 1.70 m de alto por 70 cm de ancho, como se muestra la figura 15 (Véase Anexo 1).



**Figura 15:** Tablero

Se construyó la mesa donde se colocará el motor trifásico y una banda transportadora. La mesa es de 1.38 m largo por 40 cm de ancho y con una altura de 0.55 m



**Figura 16:** Mesa para la Banda Transportadora

Luego de construir la mesa se procedió a la colocación del motor, la banda transportadora y todos los elementos necesarios para que la banda pueda deslizarse.



**Figura 17:** Mesa para la Banda Transportadora Terminada

## 5.1.2. SELECCIÓN DE EQUIPOS

### 5.1.2.1. MOTOR.

Se utilizó un motor de 1 Hp que consta de las siguientes características:

<b>SIEMENS</b>		<b>3~MOTOR 1LA7 080-4YA60</b>	
		<b>1.0 HP Ta -15/40°C FS 1.15</b>	
<b>S1</b>	<b>IP55</b>	<b>220YY/440Y V</b>	<b>1000msnm</b>
<b>60Hz</b>	<b>IMB3</b>	<b>3.5/1.75 A</b>	<b>8.1Kg</b>
<b>AISL.F</b>	<b><math>\eta</math> 64.2</b>	<b>Cos<math>\phi</math> 0.87</b>	<b>BG 0.80</b>
<b>IEC34</b>	<b>Ia 37.2 In</b>	<b>Tn/Ta 4.29/8.1Nm</b>	<b>1660 rpm</b>
<b>04916</b>			

### 5.1.2.2. VARIADOR DE FRECUENCIA

Para la selección del variador de frecuencia debemos observar la placa característica del motor a utilizar, en función de estos datos técnicos se selecciona el variador, se debe observar la intensidad, el voltaje y la potencia que son los parámetros necesarios para seleccionar correctamente un variador de frecuencia.

En el proyecto se utilizó el Variador Siemens de la Gama SINAMICS G110 de referencia 6SL3211-0AB21-1UA1



Figura 18: Variador de Frecuencia SINAMICS G110

### 5.1.2.3. SELECCIÓN BREAKER PARA EL VARIADOR DE FRECUENCIA

Para la selección del breaker del variador de frecuencia debemos tomar en cuenta la intensidad que viene marcada en la placa característica del variador que es de 14.7 A y en los datos técnicos del variador recomienda un breaker de 20 A (Véase Anexo 5), para lo cual seleccionamos dos breaker monofásicos de 20 A para cada línea como se muestra en la figura 19.



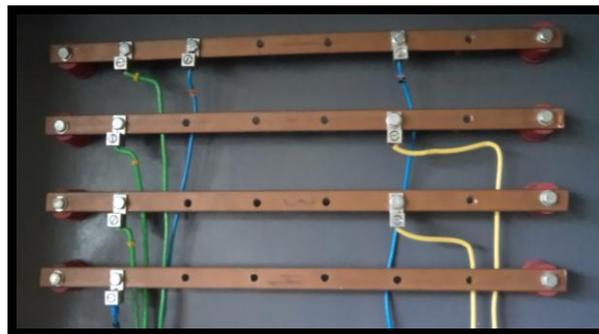
**Figura 19:** Breaker Variador

#### **5.1.2.4. CALIBRE DEL CONDUCTOR**

La elección del calibre del conductor se procedió a realizarlo por medio de los datos característicos del variador (Véase Anexo 5) que pide que se coloque un conductor de calibre #12 o 10 AWG en las entradas del Variador y con conductor #14 o 10 AWG en las salidas. Por lo Cual se procedió a escoger el conductor #10 AWG para las respectivas conexiones.

#### **5.1.2.5. BARRAS DE ALIMENTACIÓN**

Se utilizaron cuatro barras de cobre de capacidad de 300 A de 1/4X25 mm, estas servirán para realizar la alimentación de las fases R, S, T y el neutro (N), desde estas se energizará todos los circuitos, se utilizó aisladores y conectores para poder ajustar todas las conexiones como se muestra en la figura 20.



**Figura 20:** Barras de Alimentación Seleccionadas

#### **5.1.3. DIAGRAMAS DE CONTROL Y FUERZA**

Con los elementos seleccionados se diseñó el esquema de control y fuerza que se los presentara en el Anexo 7. Fue conectado junto a la Tesis “DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN TABLERO DIDÁCTICO PARA REALIZAR PRÁCTICAS DE CONTROL DEL VARIADOR DE FRECUENCIA SINAMICS G110” en el cual se adjunta el esquema completo del tablero (Véase Anexo 8)

#### **5.1.4. CONEXIONADO DEL TABLERO**

Una vez construido el tablero y después de realizar los cálculos respectivos para la selección de protecciones que debe tener el equipo, se realizó el

cableado y conexión de los equipos (Véase Anexo 2 y Anexo 8). Después se realizaron pruebas de funcionamiento del equipo.

**NOTA:** Para realizar las prácticas en el tablero no se podrá realizar simultáneamente el arranque a relé y contactor y el arranque a través del variador de frecuencia por que se produciría un cortocircuito.

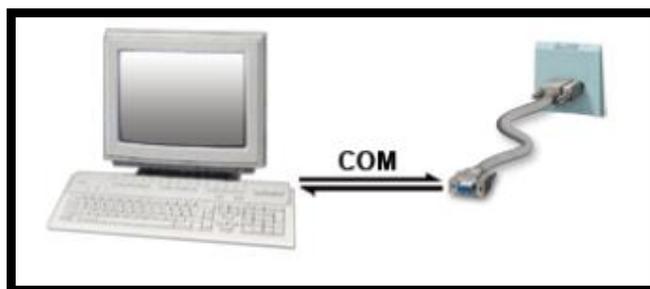


Figura 21: Tablero Equipado

## 5.2. PARÁMETROS DE OPERACIÓN Y FUNCIONAMIENTO DEL MÓDULO SINAMICS G110

El variador de frecuencia SINAMICS G110 se lo puede controlar desde cuatro métodos desde el BOP (Panel Básico de Operaciones), el PLC (Controlador Lógico Programable), Las Salidas Analógicas y las Salidas Digitales o Variante USS.

En este Proyecto se utilizó la variante USS con el Módulo de Comunicación RS-485 para controlar el variador con la Pc, como se puede observar en la figura 22.



**Figura 22:** Conexión Pc

### **5.2.1. DESARROLLO**

Con los equipos instalados en el tablero de control, se procedió a realizar las prácticas de funcionamiento del módulo SINAMICS G110 con la Pc, comunicando la Pc con el variador SINAMICS G110 a través de la interfaz RS-485.



**Figura 23:** Montaje SINAMICS G110

### **5.2.2. CONFIGURACIÓN DE LA INTERFAZ DE USUARIO**

Para controlar el variador de frecuencia con el módulo de comunicación RS-485, es necesario instalar el software de control de usuario en la Pc, para luego por medio de la interface de usuario realizar los ajustes necesarios para las maniobras de control de velocidad a ejecutar en el motor.

Para ello se debe seguir el siguiente orden de ejecución, que se menciona en los siguientes acápite.

#### **5.2.2.1. CREACIÓN DE UN PROYECTO DE STARTER**

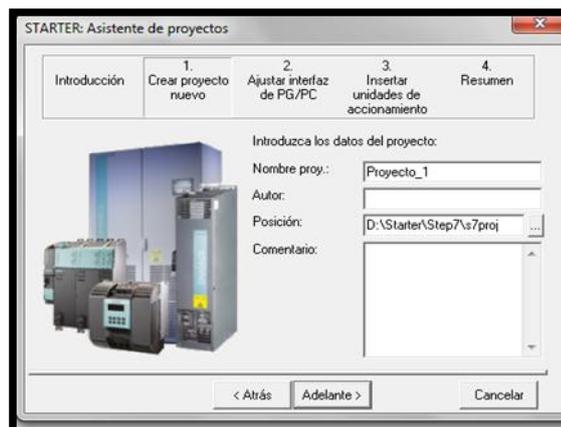
Para crear un proyecto de control de velocidad a través del módulo de comunicación RS-485 se debe seguir la siguiente secuencia de ejecución:

1. Se debe ejecutar el programa en la Pc.
2. Se abrirá el asistente de Proyectos, hacemos clic en el botón “Buscar Unidades acto. Online...” si el variador esta encendido y conectado a la Pc o en “Agrupar unidades acto. Offline.....”



**Figura 24:** Asistente de Proyectos

3. Se asigne el nombre al proyecto y hacemos clic en “Adelante”.



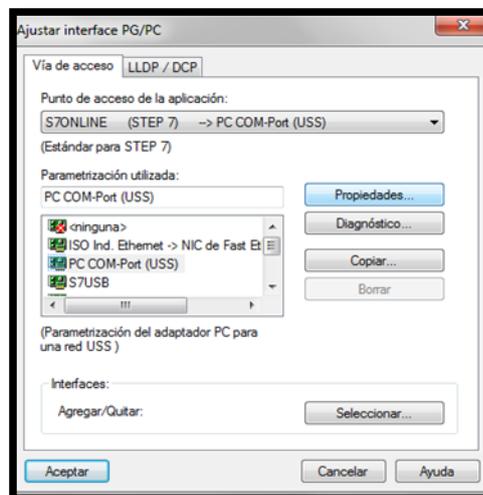
**Figura 25:** Asignación de Nombre al Proyecto

4. Haga clic en “PG/PC” para configurar la interfaz PC.



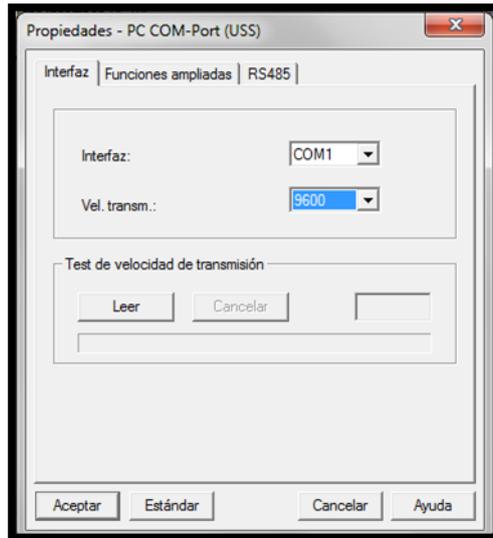
**Figura 26:** Configuración de Interfaz

5. Seleccione “PC COM-Port (USS)” y haga clic en “Propiedades”.
- En este momento de control y programación es necesario que el variador este encendido, y alimentado con suministro eléctrico a 220 V, 60Hz AC.



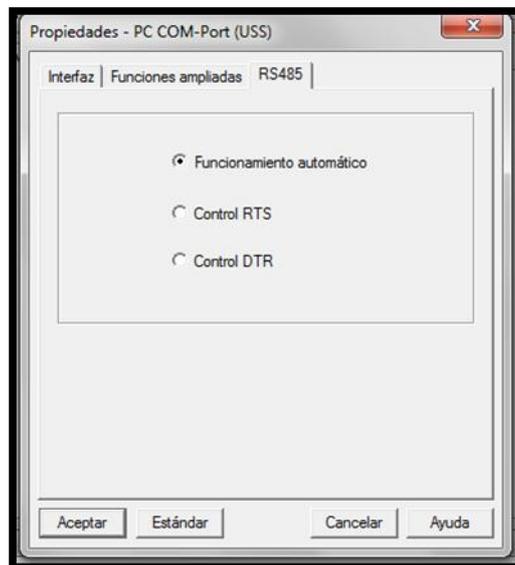
**Figura 27:** Selección de Vía de Acceso de la Interfaz

6. Especifique la interfaz e introduzca una velocidad de transferencia de 9600 en el cuadro de dialogo “Interfaz”.



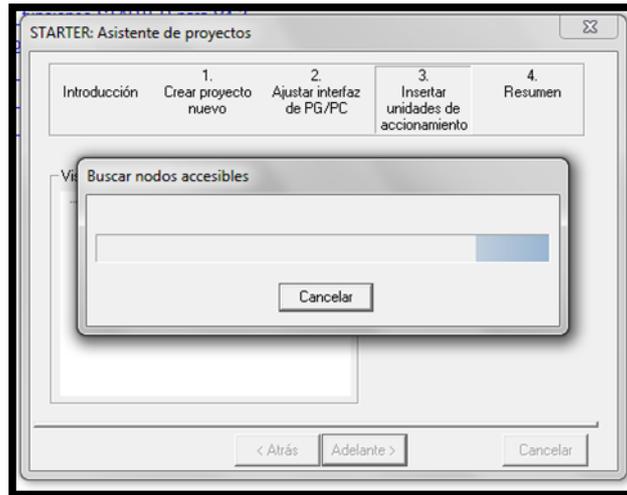
**Figura 28:** Propiedades de la Interfaz

7. Seleccione “Funcionamiento automático” en la pestaña “RS-485” y cierre el cuadro de diálogo “Propiedades”.

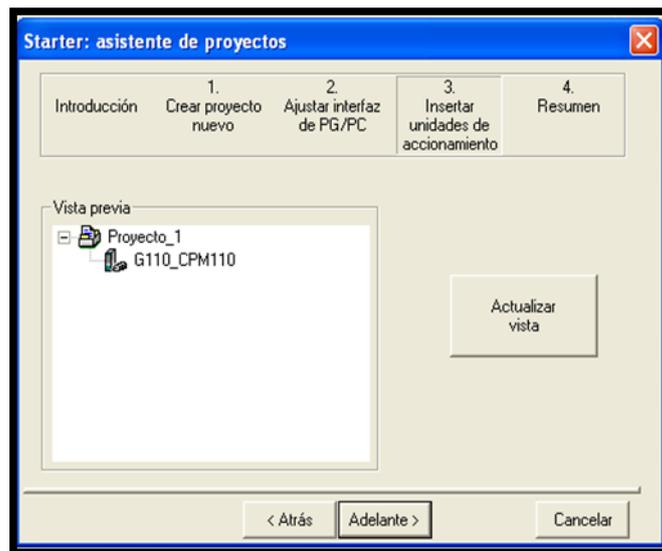


**Figura 29:** Propiedades de Funcionamiento de la Interfaz

8. Haga clic en “Adelante” para empezar a buscar unidades en línea: En la vista general aparecerá una vista previa del árbol de proyecto.



**Figura 30:** Búsqueda de Unidades o Nodos en la Interfaz



**Figura 31:** Vista Previa de Unidades Encontradas

9. Haga clic en "Terminar" para cerrar el asistente de proyecto.



**Figura 32:** Resumen del Asistente de Proyectos

#### **5.2.2.2. INTERFAZ DE USUARIO DE STARTER**

Ahora, el convertidor está integrado en el árbol de proyecto y se pueden configurar los parámetros con el software STARTER, donde se tiene las siguientes funciones.

1. Árbol de Proyectos.
2. Menú de Programa.
3. Barra de herramientas con características especiales.
4. Icono “Conectar destino con dispositivos seleccionados”.
5. Modo de Conexión.
6. Área de Trabajo.

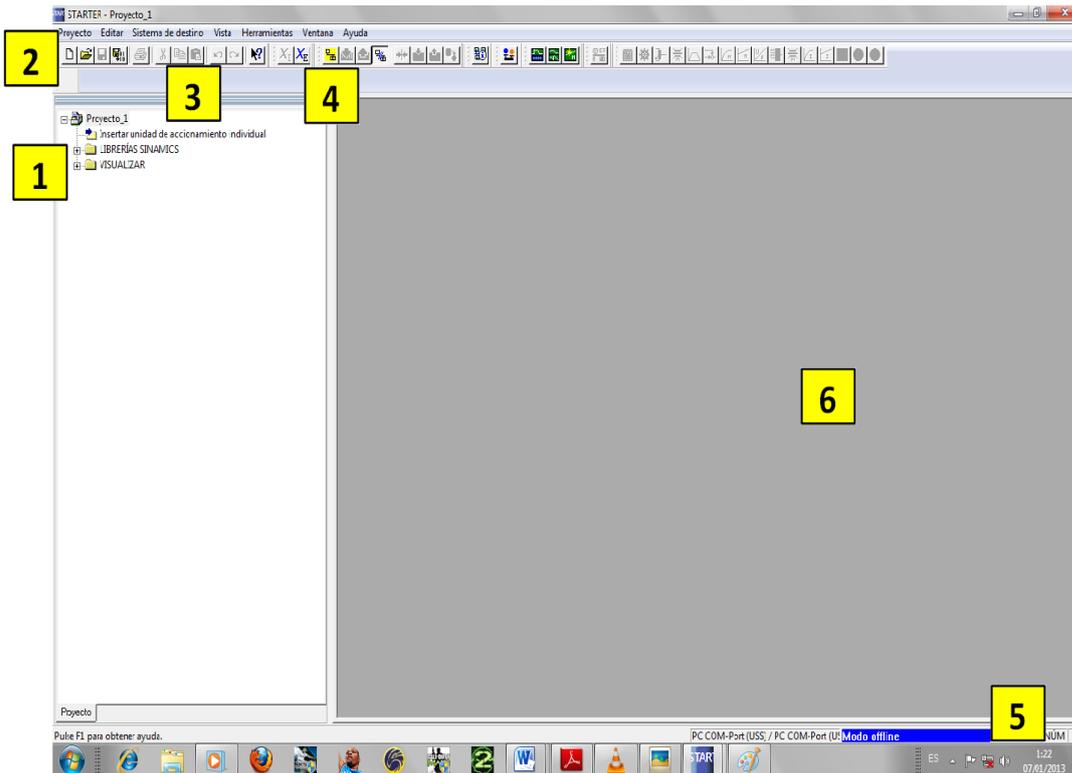


Figura 33: Interfaz de Usuario

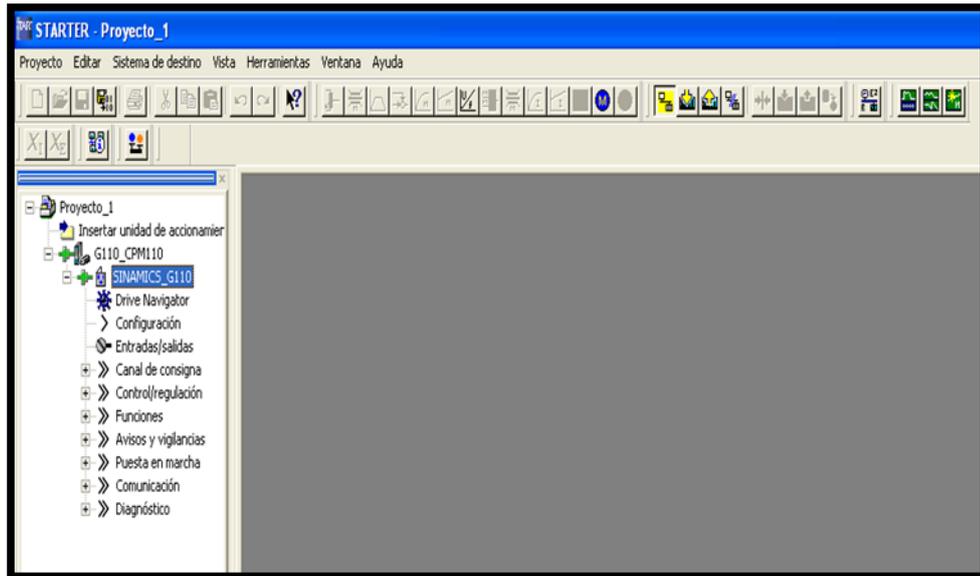
### 5.2.2.3. CARGA DE LOS DATOS DEL CONVERTIDOR

Al hacer clic en el botón “Conectar destino con dispositivos seleccionados” se establece una conexión en línea entre el PC y el convertidor.

### 5.2.2.4. PARAMETRIZACIÓN

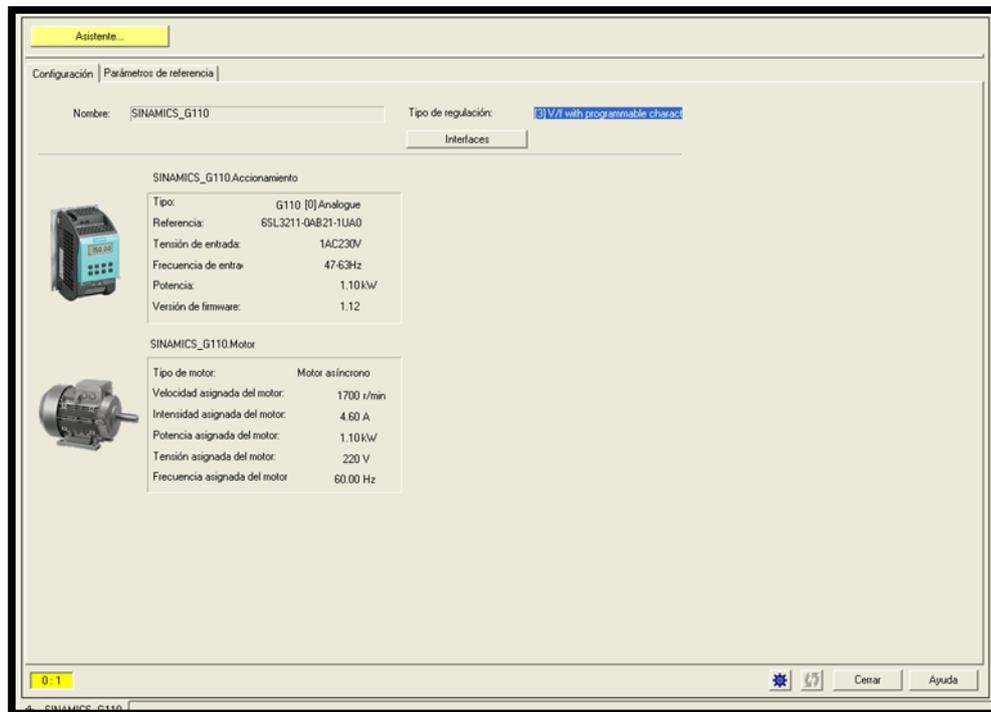
Ahora, el software STARTER y el convertidor están conectados entre sí. Ya se puede empezar con la parametrización del convertidor.

1. Haga doble clic en el icono de convertidor del árbol de proyecto: Se abre una carpeta.



**Figura 34:** Parametrización

2. Haga doble clic en el primer icono: Se abre la ventana de configuración en el área de trabajo.
3. Haga clic en “Asistente” y deje que el asistente le guíe.



**Figura 35:.** Asistente de Configuración

### 5.2.2.5. ASISTENTE DE CONFIGURACIÓN

El asistente de configuración le guía paso a paso por estos parámetros:

- Norma.
- Motor.
- Método de Operación.
- Modo de Operación.
- Fuente de Consigna/s.
- Parámetros Principales.
- Cierre.

1. Se escoge la norma Americana o Europea de preferencia a trabajar.

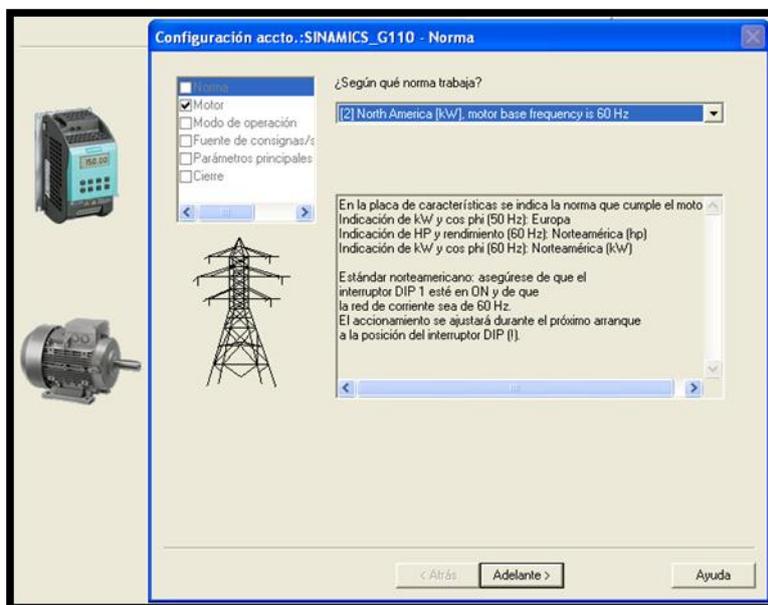
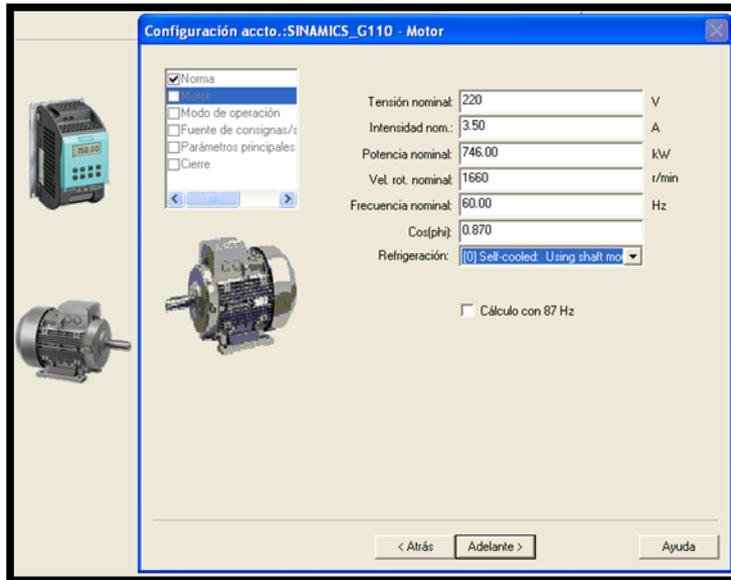


Figura 36: Configuración SINAMICS G110 Norma

2. Se introduce los datos del motor según las características de las placas.



**Figura 37:** Configuración de Datos del Motor

3. Se especifica en qué modo de operación se quiere utilizar este accionamiento.



**Figura 38:** Configuración del Modo de Operación

4. Se especifica de donde proceden las señales de mando.

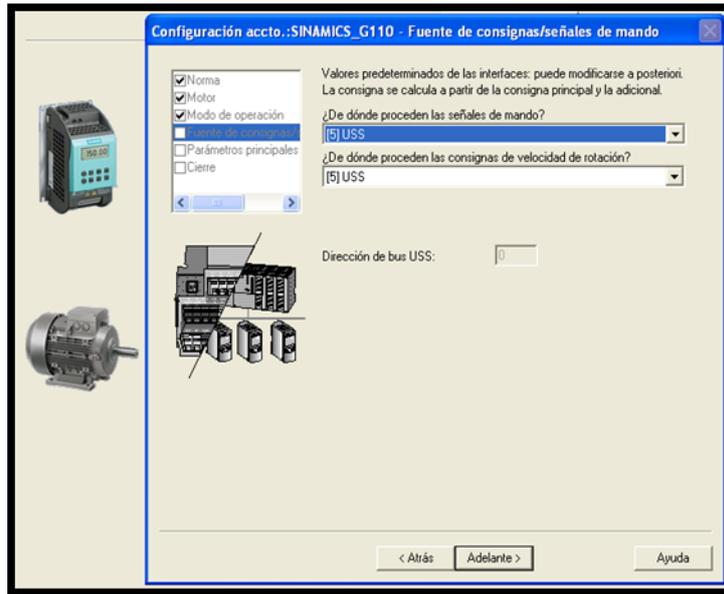


Figura 39: Configuración de las señales de Mando

5. Se predetermina los parámetros principales. Introduzca la intensidad, frecuencias mínima y máxima, y tiempos de aceleración y deceleración y tiempo de deceleración OFF (el tiempo necesario para que el motor se detenga en caso de parada de emergencia).

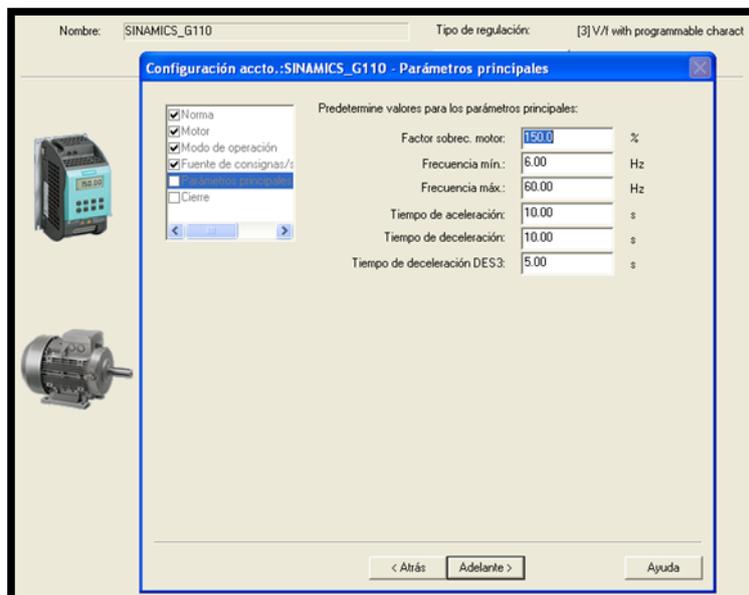


Figura 40: Configuración de Parámetros Principales

6. Tras hacer clic en “Adelante”, se empiezan a calcular los datos del motor. Con eso concluye la parametrización con el asistente de configuración. Ahora recibirá un resumen de todos los valores de parámetros introducidos. El resumen se puede insertar en un archivo de texto haciendo clic en “RAM o ROM (guardar datos en accto.”. Para finalizar, cierre la ventana haciendo clic en “Finalizar”.

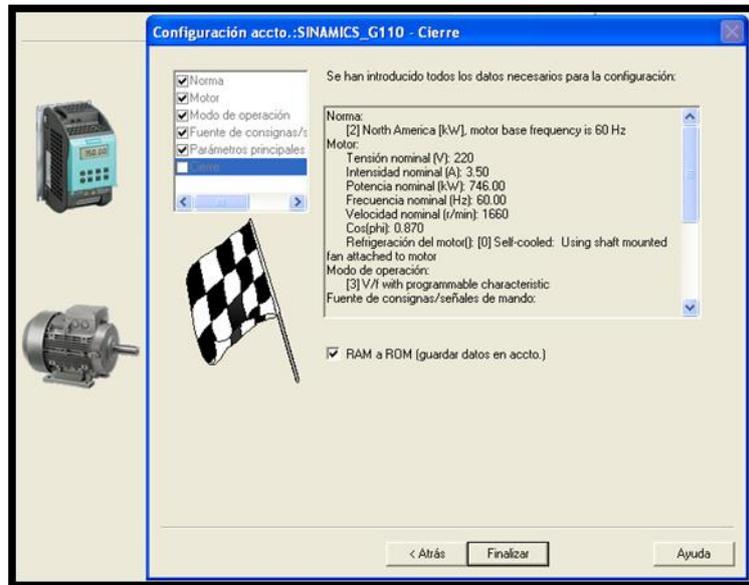


Figura 41: Resumen de la Configuración

#### 5.2.2.6. IDENTIFICACIÓN DE LOS DATOS DEL MOTOR

Antes de que se pueda operar el convertidor, el usuario debe arrancar el motor desde el PC.

- Con esa acción se activarán los parámetros. El primer paso es tomar el mando.
- Abra la entrada “Puesta en Marcha “del árbol de proyecto.
- Haga doble clic en “Panel del Mando” en el área de trabajo.
- En el área de trabajo, haga clic en el botón “Tomar el Mando”.
- Aparece una ventana de configuración para la transferencia de mando; acepte las instrucciones de seguridad y los valores mostrados.

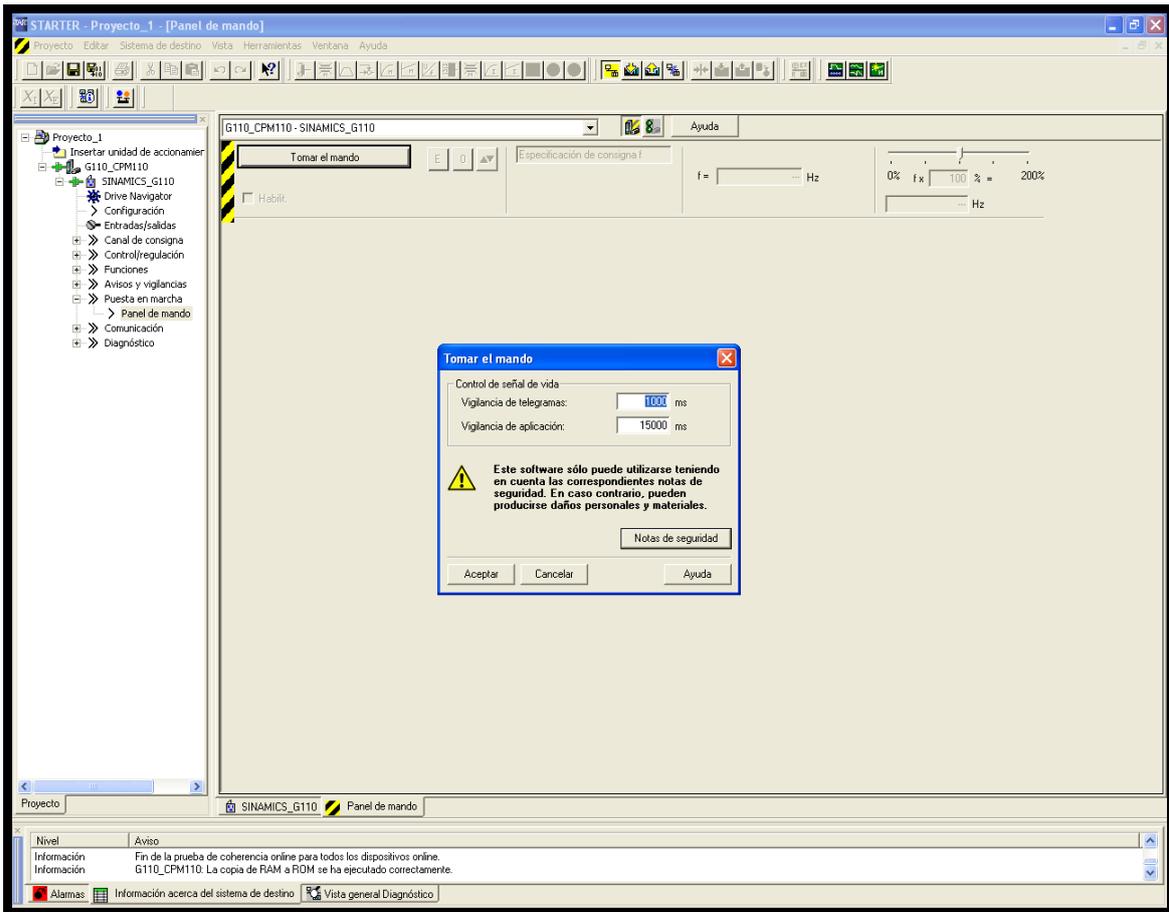


Figura 42: Resumen de la Configuración

- En el panel de mando, active la casilla de verificación “Habilitar”.
- Ahora, el software STARTER tiene el mando del motor conectado.
- Haga clic en el botón verde para arrancar el motor.
- Se procesa la identificación de datos del motor. Finalizado el proceso, el motor se apagará automáticamente. Su convertidor está listo para el funcionamiento.

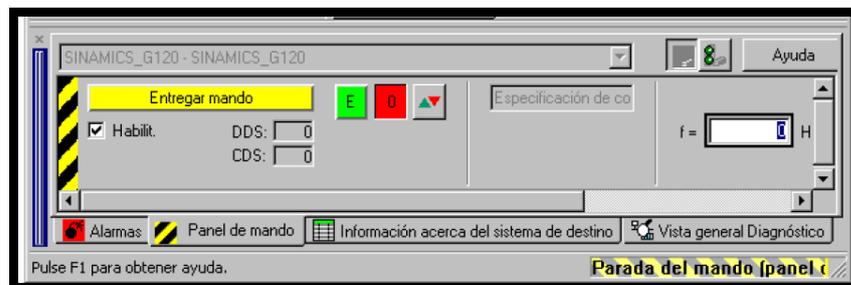


Figura 43: Panel de Control Listo para el Funcionamiento

## 6. RESULTADOS

### GUÍA PRÁCTICA

#### 1. TEMA

##### ARRANQUE A TRAVÉS DEL MÓDULO DE COMUNICACIÓN RS-485

#### 2. OBJETIVOS

- Conocer el uso del software STARTER y sus diferentes parámetros para la puesta en servicio.
- Realizar el arranque e inversión de sentido de giro del motor mediante el uso del Módulo de Comunicación RS-485 y el software STARTER.

#### 3. PROCEDIMIENTOS:

**NOTA:** Para realizar las prácticas en el tablero no se podrá realizar simultáneamente el arranque a relé y contactor y el arranque a través del variador de frecuencia por que se produciría un cortocircuito.

Para la realización de esta práctica se debe realizar los siguientes procedimientos para la puesta en marcha

Una vez que se energice el variador, se deberá tomar en cuenta las salidas del variador V1, V2, V3 estén conectadas con las entradas del motor M1, M2, M3 respectivamente para su buen funcionamiento. .

Se inició el software de puesta en marcha STARTER y se utilizó el asistente de proyectos.

Una vez creado el proyecto hacemos clic en el botón conexión en línea (Véase Anexo 6 Indicador A) con el cual podremos establecer la comunicación Pc y Variador para luego empezar con la parametrización.

Cuando en la parte inferior cambie de Modo offline (Véase Anexo 6 Indicador C) a Modo online (Véase Anexo 6 Indicador B) Ahora, el software STARTER y el convertidor están conectados entre sí. Ya se puede empezar con la parametrización del convertidor.

## PARAMETRIZACIÓN

- Haga doble clic en el icono de convertidor del árbol de proyecto (Véase Anexo 6 Indicador I): Se abre una carpeta.

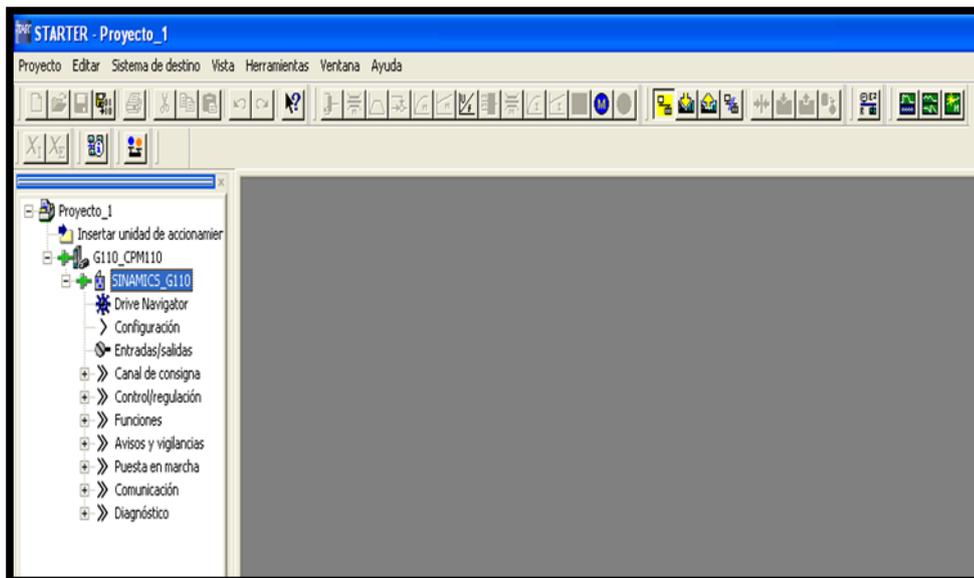


Figura 1: Área de Trabajo

- Haga doble clic en el primer icono (Véase Anexo 6 Indicador J): Se abre la ventana de configuración en el área de trabajo.
- Haga clic en “Asistente” y deje que el asistente le guíe.

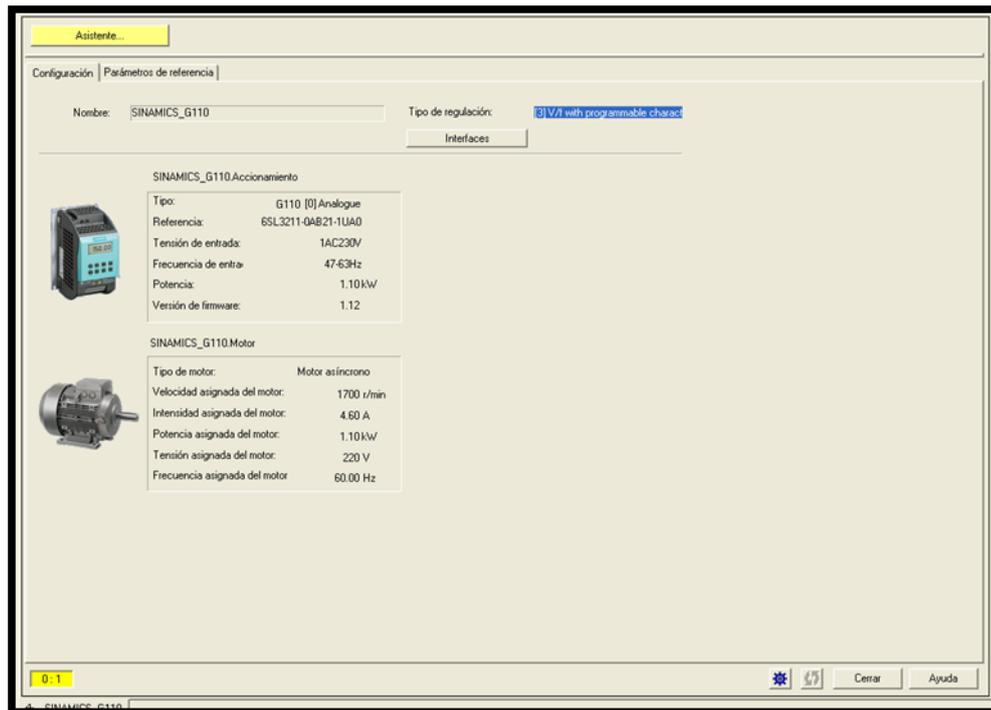
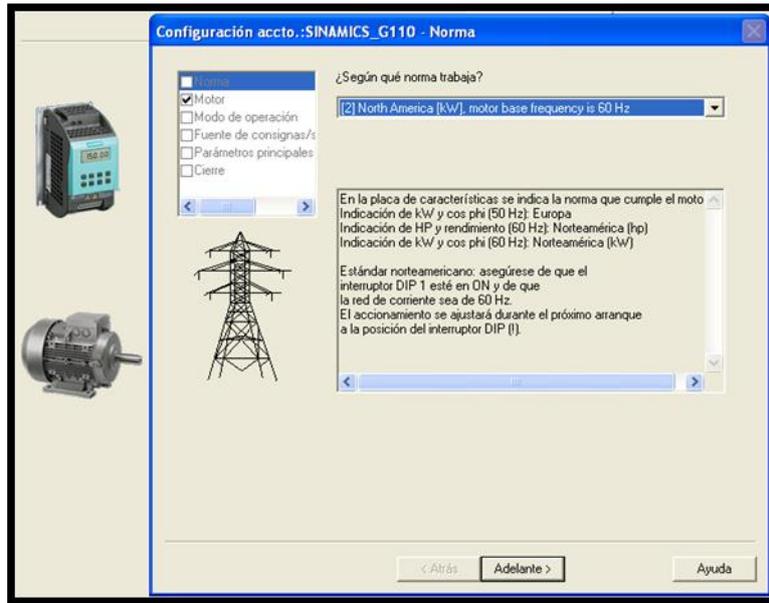


Figura 2: Ingreso al Asistente de Configuración

## ASISTENTE DE CONFIGURACIÓN

El asistente de configuración le guía paso a paso por estos parámetros:

- a. Norma.
  - b. Motor.
  - c. Modo de Operación.
  - d. Fuente de Consigna/s.
  - e. Parámetros Principales.
  - f. Cierre.
- a. En la parametrización norma se eligió la Norma 2 North América KW motor base frequency in 60Hz.



**Figura 3.** Configuración de la Norma

- b. Se introduce los datos del motor según las características de la placa del motor.

**Tensión Nominal:** 220 V.

**Intensidad Nominal:** 3.5 A.

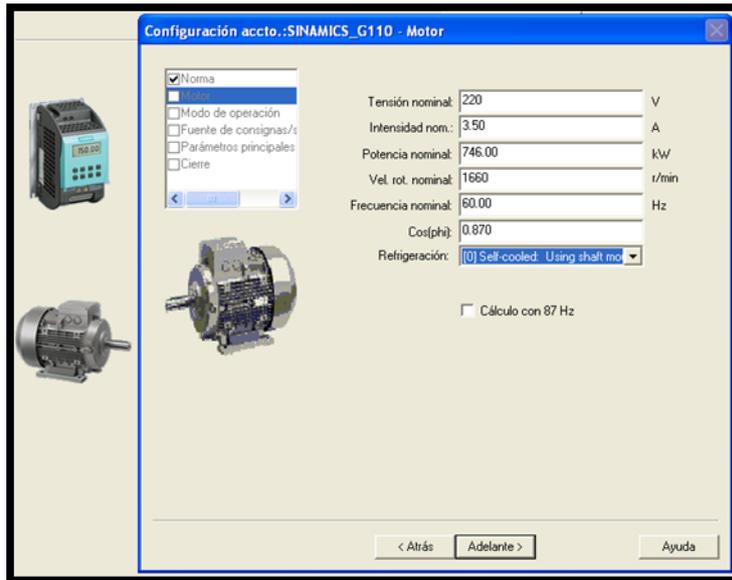
**Potencia Nominal:** 0.745 kW.

**Velocidad de Rotación Nominal:** 1660 rpm.

**Frecuencia Nominal:** 60 Hz.

**Cos (phi):**0.87.

**Refrigeración:** Se escogió el parámetro (0) que es una refrigeración no forzada.



**Figura 4:** Configuración de Datos del Motor

- c. Se especifica en qué modo de operación se quiere utilizar este accionamiento.



**Figura 5:** Configuración del Modo de Operación

- d. Se especifica de donde proceden las señales de mando.  
En nuestro caso se especifica que va ser controlado desde la variante USS.

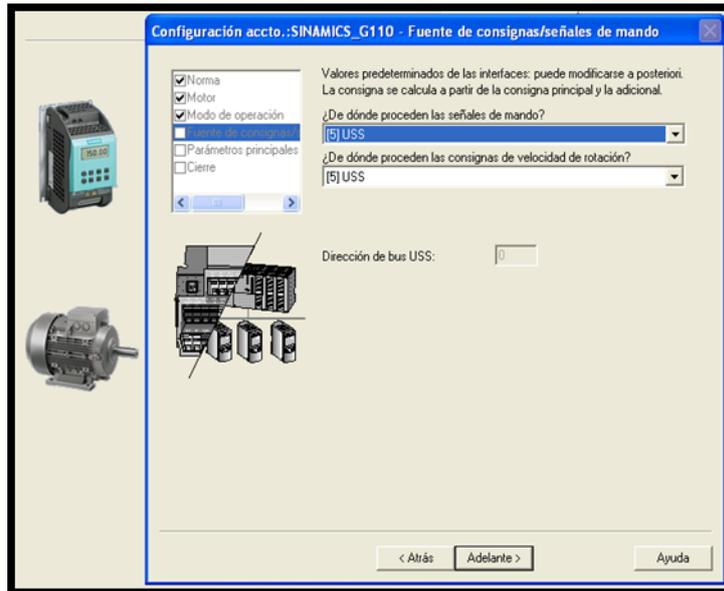


Figura 6: Configuración de Señales de Mando

e. Se predetermina los parámetros principales.

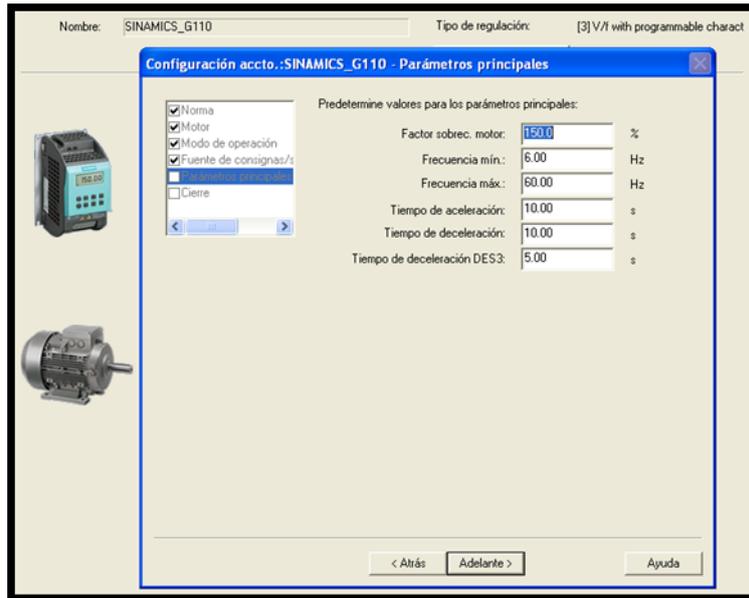
**Factor de Sobrecarga:** 115% de acuerdo a la placa característica del motor.

**Frecuencia Mínima:** 6 Hz.

**Frecuencia Máxima:** 60 Hz.

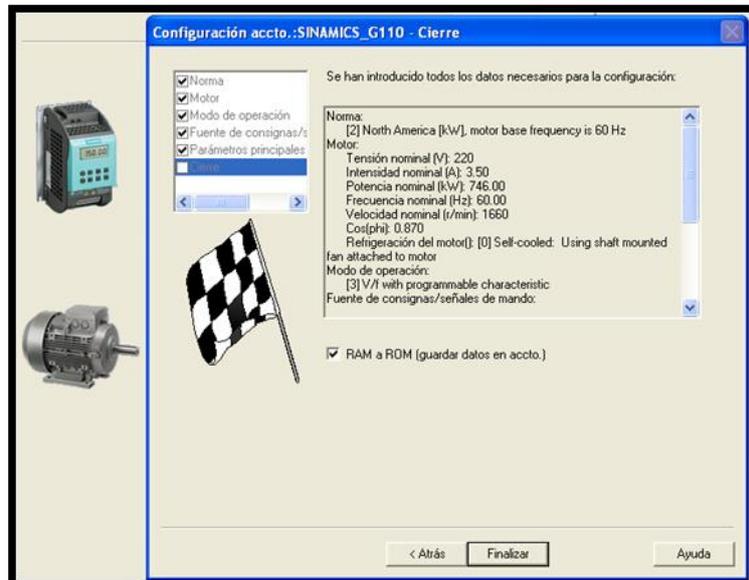
**Tiempo de Aceleración:** 10 s.

**Tiempo de Desaceleración:** 10 s.



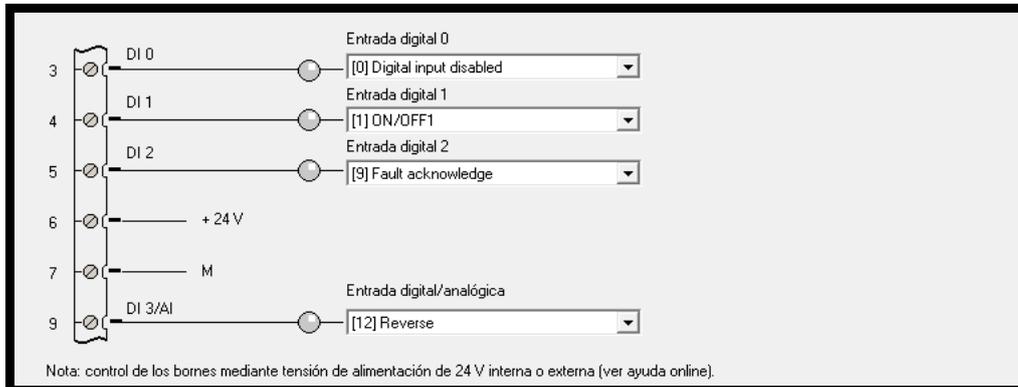
**Figura 7:** Configuración de Parámetros Principales

- f. Tras hacer clic en “Adelante”, se empiezan a calcular los datos del motor. Con eso concluye la parametrización con el asistente de configuración. Ahora recibirá un resumen de todos los valores de parámetros introducidos. El resumen se puede insertar en un archivo de texto haciendo clic en “RAM o ROM (guardar datos en accto.”. Para acabar, cierre la ventana haciendo clic en “Finalizar”.



**Figura 8:** Resumen de la Configuración

Para realizar la inversión de giro nos ubicamos en el árbol de proyectos y seleccionamos en el icono Entradas y Salidas (Véase Anexo 6 Indicador E) ahí activamos las entrada digital 1 y la entrada digital/analógica en esta activamos el parámetro 12 que la variante con la cual podemos realizar la inversión de giro.



**Figura 9:** Activación de la Inversión de Giro

## Funcionamiento

Antes de que se pueda operar el convertidor, el usuario debe arrancar el motor desde el PC.

Con esa acción se activarán los parámetros. El primer paso es tomar el mando.

- Abrir la entrada “Puesta en Marcha “del árbol de proyecto.
- Haga doble clic en “Panel del Mando” en el área de trabajo.
- En el área de trabajo, haga clic en el botón “Tomar el Mando”.
- Aparece una ventana de configuración para la transferencia de mando; acepte las instrucciones de seguridad y los valores mostrados.

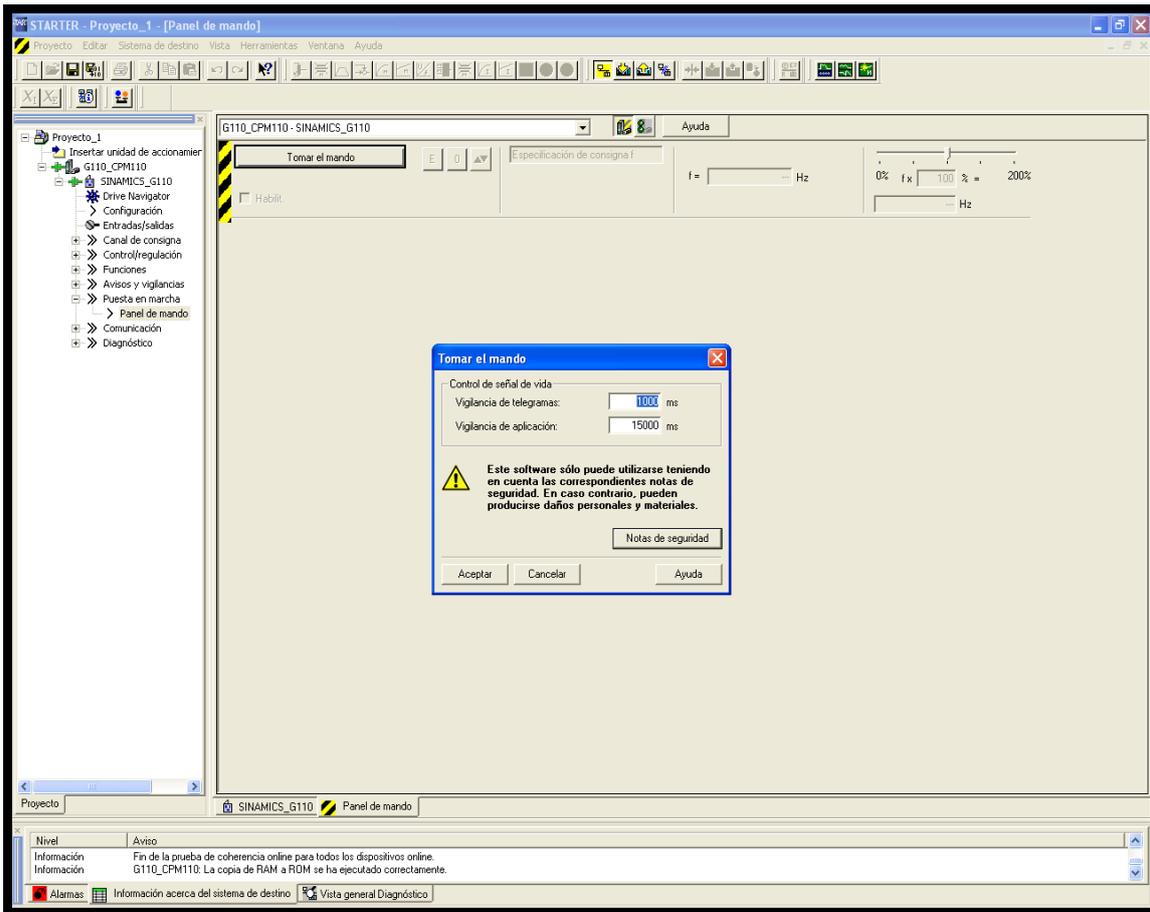


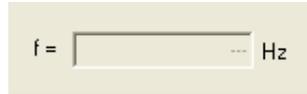
Figura 10: Habilitación de Mando

- Ahora los botones E (Véase Anexo 6 Indicador E) y O (Véase Anexo 6 Indicador F) se activan. Al pulsar el botón E se inicia la identificación de datos del motor. Mientras la identificación de datos del motor está activa, el botón está deshabilitado y se muestra en alarmas el mensaje 541 "Motor Identification active" (Identificación de motor activa). Al acabar la identificación de datos del motor, la alarma desaparece y el convertidor se desconecta (se vuelve a colorear).



Figura 11: Panel de Control

- Para la realización de la inversión de giro solo se debe jugar con la frecuencia que se desea designar al motor como límites máximos de 60Hz y para la inversión -60Hz de acorde a la parametrización previa realizada.



**Figura 12:** Ajuste de Frecuencia

Para poder desconectar el motor en el área de trabajo ponemos la opción de paro accionando el botón O, o pulsando la barra espaciadora y se procede a la entrega el mando.

Se ha terminado la puesta en marcha básica. Para guardar los ajustes en la EEPROM del variador, seleccionamos el proyecto SINAMICS y pulse el botón Copiar RAM a ROM (Véase Anexo 6 Indicador K).

## 7. CONCLUSIONES

- Este proyecto nos permitió entender la composición, estructura, funcionamiento y programación del SINAMICS G110 en sus diferentes aplicaciones para llevar a cabo el control de velocidad.
- Se aplicó el módulo de comunicación RS-485 y el software STARTER para la simulación de arranque y control de velocidad de trabajo de una banda transportadora.
- Se comprobó que el arranque con variador permite variar la velocidad del motor sobre la operación acelerando hasta llegar a la velocidad nominal.

## 8. RECOMENDACIONES

- Leer los manuales de funcionamiento del variador SINAMICS G110 antes de energizar al variador, para evitar configuraciones erróneas en la programación.
- Antes de efectuar cualquier tipo de trabajo de instalación y puesta en servicio es necesario leer todas las instrucciones y advertencias de seguridad, incluyendo los rótulos de advertencia fijados al equipo.
- Se debe tomar en cuenta que la conexión de los cables de red, del motor y de mando o control deberán realizarse de la forma correcta a fin de evitar interferencias en el funcionamiento del convertidor.
- Antes de realizar o cambiar conexiones en el variador, se debe desconectar la fuente de alimentación del equipo.

## 9. BIBLIOGRAFÍA

### LIBROS:

- [1] Enrique Harper, Gilberto. “Curso de Transformadores y Motores de Inducción”, 4<sup>ta</sup> Edición, México Limusa, 2005, N°. de páginas 587
- [2] Fowler Richard J., “Electricidad Principios y Aplicaciones”, Edición en Español EDITORIAL REVERTÉ S.A. 1994, N°. de páginas 343

### SIEMENS PDF:

- [3] SIEMENS, SINAMICS G110 Instrucciones de Servicio. Edición 2004.
- [4] SIEMENS, SINAMICS G110 Instrucciones de Uso. Edición 2004.
- [5] Siemens, SINAMICS G110 Lista de Parámetros. Edición 2004.

### SITIOS WEB:

- [6] <http://www.bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/385/1/CD-0321.pdf>
- [7] [http://www.ecured.cu/index.php/Rel%C3%A9\\_electromagn%C3%A9tico](http://www.ecured.cu/index.php/Rel%C3%A9_electromagn%C3%A9tico)
- [8] <http://www.elec serrano.com.ar/siemens/variadores/g110/index.phpdatos>
- [9] [http://www.es.wikipedia.org/wiki/Cinta\\_transportadora](http://www.es.wikipedia.org/wiki/Cinta_transportadora)
- [10] [http://www.es.wikipedia.org/wiki/Variador\\_de\\_velocidad](http://www.es.wikipedia.org/wiki/Variador_de_velocidad)
- [11] <http://www.esacademic.com/dic.nsf/eswiki/980119>
- [12] [http://www.html.rincondelvago.com/contactores-y-elementos-auxiliares-de-mando\\_1.html](http://www.html.rincondelvago.com/contactores-y-elementos-auxiliares-de-mando_1.html)
- [13] <http://industria.siemens.com.mx/Motores/variadoresdevelocidadg110.html>
- [14] <http://www.solucionesyservicios.biz/6SL3072-0AA00-0AG0>
- [15] <http://www.um.es/docencia/mmc/pdf/telesquemario.pdf>

# **10. ANEXOS**

## ANEXO 1: PROCESO DE ELABORACIÓN Y MONTAJE DEL EQUIPO.



**Fig.1: Planchas de Mdf**



**Fig.2: Elaboración de la Mesa para la Banda**



**Fig.3: Diseño del Tablero**

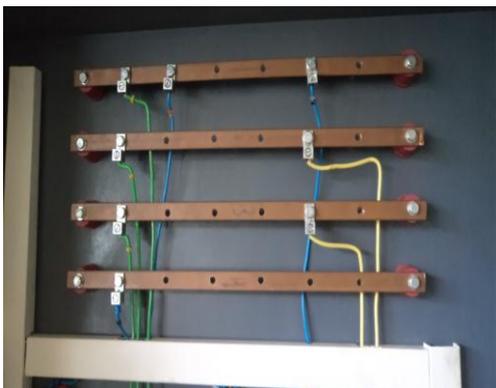


**Fig.4: Montaje del Equipo**

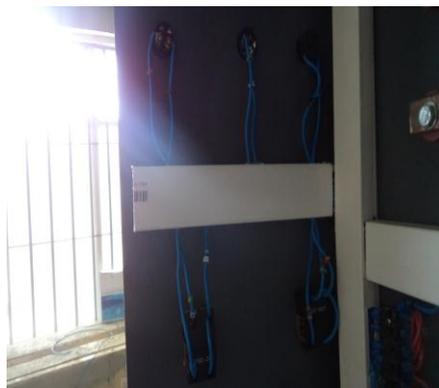


**Fig.5: Diseño de la Mesa para la Banda**

## ANEXO 2: PROCESO DE CONEXIÓN DEL EQUIPO EN EL TABLERO.



**Fig.1: Conexión de Barras de Cobre**



**Fig. 2: Conexión de Luces de Señalización**



**Fig.3: Conexión Contactor**

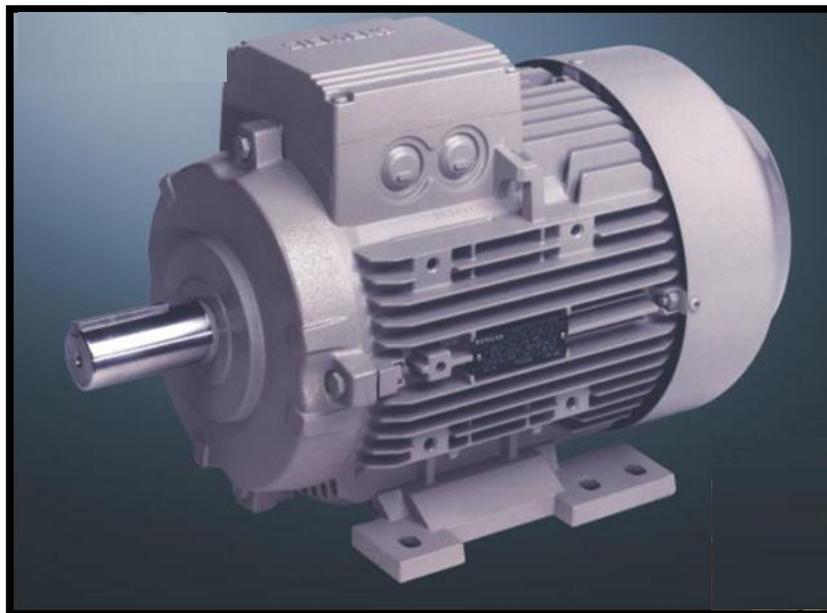


**Fig.4: Conexión Breaker**



**Fig. 5: Tablero Terminado**

**ANEXO 3: DATOS CARACTERÍSTICOS DEL MOTOR.**



<b>SIEMENS</b>		<b>3~MOTOR 1LA7 080-4YA60</b>	
		<b>1.0 HP Ta -15/40°C FS 1.15</b>	
<b>S1</b>	<b>IP55</b>	<b>220YY/440Y V</b>	<b>1000msnm</b>
<b>60Hz</b>	<b>IMB3</b>	<b>3.5/1.75 A</b>	<b>8.1Kg</b>
<b>AISL.F</b>	<b><math>\eta</math> 64.2</b>	<b>Cos<math>\phi</math> 0.87</b>	<b>BG 0.80</b>
<b>IEC34</b>	<b>Ia 37.2 In</b>	<b>Tn/Ta 4.29/8.1Nm</b>	<b>1660 rpm</b>

04916

## ANEXO 4: DATOS TÉCNICOS DEL VARIADOR DE FRECUENCIA SINAMICS G110

Datos técnicos					
Tamaño constructivo	A		A con disipador plano	B	C
Potencia	0,12 ... 0,37 kW	0,55 ... 0,75 kW	0,12 ... 0,75 kW	1,1 ... 1,5 kW	2,2 ... 3 kW
Intensidad asignada de entrada (a 230 V)	2,3 ... 6,2 A	7,7 ... 10 A	2,3 ... 10 A	14,7 ... 19,7 A	27,2 ... 35,6 A
Intensidad asignada de salida (a 40 °C)	0,9 ... 2,3 A	3,2 ... 3,9 A	0,9 ... 3,9 A	6 ... 7,8 A	11 ... 13,6 A
<b>Datos mecánicos</b>					
Grado de protección	IP20				
Temperatura de servicio	-10 ... +40 °C, hasta +50 °C con derating				
Ancho × Alto × Profundidad (mm)	90 × 150 × 116	90 × 150 × 131	90 × 150 × 101	140 × 160 × 142	184 × 181 × 152
<b>Datos eléctricos</b>					
Tensión de red	1 AC 200 ... 240 V ±10 %				
Frecuencia de red	47 ... 63 Hz				
Capacidad de sobrecarga	Corriente de sobrecarga 1,5 × corriente asignada a la salida (es decir, 150 % sobrecarga) durante 60 s, a continuación 0,85 × corriente asignada de salida durante 240 s, tiempo de ciclo 300 s				
Frecuencia de salida	0 ... 650 Hz				
Frecuencia de pulsación	8 kHz (estándar), 2 ... 16 kHz (en escalones de 2 kHz)				
Rango de frecuencias inhibibles	1, parametrizable				
Rendimiento del convertidor	En equipos < 0,75 kW: 90 ... 94 %, en equipos ≥ 0,75 kW: 95 %				
Filtro CEM	Variante con filtro CEM integrado de clase A/B				
Entradas digitales	Hasta 4				
Salidas digitales	1 salida por optoacoplador con aislamiento galvánico (24 V DC, 50 mA, óhm., tipo NPN)				
Entrada analógica	Variante con una entrada analógica (también utilizable como entrada digital)				
Interfaces de comunicación	Variante con interfaz serie RS485 para funcionar con protocolo USS				
<b>Funciones</b>					
Métodos de control/regulación	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Característica U/f lineal (con elevación de tensión parametrizable)</li> <li>• Característica U/f cuadrática</li> <li>• Característica multipunto (característica U/f parametrizable)</li> </ul>				
Funciones operativas	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Modo manual a impulsos</li> <li>• Rearranque automático tras un paro provocado por un corte de red</li> <li>• Conexión suave del convertidor al motor girando (rearranque al vuelo)</li> </ul>				
Frecuencias fijas	3, parametrizables				
Funciones de freno	Frenado por inyección de corriente continua, frenado combinado				
Funciones de protección	Subtensión, sobretensión, defecto a tierra, cortocircuito, vuelco del motor, protección térmica de motor I <sup>2</sup> t, sobretensión en convertidor, sobretensión en motor				
Motores aptos para conectar	Motores asíncronos de baja tensión				
Longitud máx. del cable al motor	25 m (apantallado), 50 m (no apantallado)				
<b>Normas</b>					
Conformidad con normas	UL, cUL, CE, c-tick,				
Marcado CE	Según Directiva de baja tensión 73/23/CEE				
<b>Accesorios</b>					
	Basic Operator Panel, juego de conexión PC-convertidor, adaptador para el montaje en perfil DIN, bobina de red				

## ANEXO 5: CONEXIÓN DE RED, MOTOR Y BORNES

**1 AC 200 - 240 V ± 10 %, 47 - 63 Hz**

Referencia 6SL3211-	0AB 0KB	11-2xy0'	12-5xy0'	13xy0'	15xy0'	17xy0'	21-1xy0'	21-5xy0'	22-2xy0'	23-0xy0'
Tamaño constructivo		A				B		C		
Potencia nominal	kW hp	0,12 0,16	0,25 0,33	0,37 0,5	0,55 0,75	0,75 1,0	1,1 1,5	1,5 2,0	2,2 3,0	3,0 4,0
Corriente de salida (temp. ambiente ad.)	A	0,9 (50 °C)	1,7 (50 °C)	2,3 (50 °C)	3,2 (50 °C)	3,9 (40 °C)	6,0 (50 °C)	7,8 (40 °C)	11,0 (50 °C)	13,6 (40 °C)
Corriente de entrada (230 V)	A	2,3	4,5	6,2	7,7	10,0	14,7	19,7	27,2	32,0
Fusible recomendado	A 3NA	10 3803	10 3803	10 3803	10 3803	16 3805	20 3807	25 3810	35 3814	50 3820
Cable de entrada	mm <sup>2</sup> AWG	1,0 - 2,5 16 - 12	1,5 - 2,5 14 - 12	2,5 - 6,0 12 - 10	2,5 - 6,0 12 - 10	4,0 - 10 11 - 8	6,0 - 10 10 - 8			
Cable de salida	mm <sup>2</sup> AWG	1,0 - 2,5 16 - 12	1,5 - 6,0 14 - 10	1,5 - 6,0 14 - 10	2,5 - 10 12 - 8	2,5 - 10 12 - 8				
Par de apriete	Nm (lbf.in)	0,96 (8,50)				1,50 (13,30)		2,25 (19,91)		

\*→La última cifra de la referencia depende de cambios en el software y hardware

x = B → Con filtro integrado  
x = U → Sin filtro

y = A → Variante analógica  
y = B → Variante USS

### Conexiones de red y del motor

Figura 2-1 Bornes de red y del motor

### 2.3 Bornes

Borne	Significado	Funciones
1	DOUT-	Salida digital (-)
2	DOUT+	Salida digital (+)
3	DIN0	Entrada digital 0
4	DIN1	Entrada digital 1
5	DIN2	Entrada digital 2
6	-	Salida +24 V / máx. 50 mA
7	-	Salida 0 V
Variante		<b>Análogica</b> <b>USS</b>
8	-	Salida +10 V      RS485 P+
9	ADC1	Entrada analógica      RS485 N-
10	-	Salida 0 V

SINAMICS G110

## ANEXO 6: SIMBOLOGÍA DE PRÁCTICA

INDICADOR	DESCRIPCIÓN	SIMBOLOGÍA
A	Icono de Conexión Pc-Variador	
B	Indicador de Conexión Variador y Pc en Línea.	<b>Modo online</b>
C	Indicador de No Conexión Variador y Pc fuera de Línea.	<b>Modo offline</b>
D	Icono de Desconexión Pc-Variador	
E	Icono de Menú de Configuración de Entradas y Salidas	
F	Botón de Inicio del Motor	<b>E</b>
G	Botón de Paro del Motor	<b>D</b>
H	Botón de Inicio y Paro del Motor	
I	Icono de Reconocimiento del Variador	 G110_CPM110
J	Icono de Asistente de Configuración	 SINAMICS_G110
K	Icono de Copiar RAM a ROM	