



# INSTITUTO TECNOLÓGICO DE TUXTLA GUTIÉRREZ

## REPORTE TÉCNICO DE RESIDENCIA PROFESIONAL

Diseño de un sistema didáctico para entrenamiento del control de motores de inducción con dispositivos automatizados utilizando tecnología Siemens.

**Carrera: Ingeniería eléctrica**

**Autor: Abenamar Galdámez Castellanos.**

**No. De Control: 14270474**

**Correo: [galdamez2096@gmail.com](mailto:galdamez2096@gmail.com)**

**Asesor Interno: M.C. Osbaldo Ysaac García Ramos**

**TUXTLA GUTIÉRREZ, CHIAPAS.**

# Contenido

Capitulo 1 .....	4
1.1 Introducción.....	4
1.2 Problemática.....	4
1.3 Justificación.....	4
1.4 objetivos.....	5
1.5 Alcances y limitaciones.....	5
Capitulo 2 .....	6
2.1 Características del área en que se participo .....	6
2.1.1 Antecedentes de la empresa.....	6
2.1.2 Organigrama de la empresa.....	6
2.1.3 misión y visión.....	7
2.1.4 Descripción del área en que se realizó el proyecto.....	7
CAPITULO 3 .....	7
Fundamento teórico.....	8
3.1 Regulación electrónica de velocidad.....	8
3.2 Variador de frecuencia.....	8
3.2.1 Funcionamiento del variador de frecuencia.....	10
3.2.2 Tipos de variadores de frecuencia.....	11
3.3 Motor eléctrico.....	11
3.3.1 Motor trifásico asincrónico .....	13
3.4 Transformador .....	13
3.5 CATIA.....	15
3.6 Perfiles de aluminio.....	16
3.7 Riel DIN.....	17
3.8 Canaleta ranurada.....	18
3.9 Disyuntor.....	19
3.10 Guardamotor.....	20
3.11 Botón paro de emergencia .....	21
3.12 Comunicación RS-485.....	22
CAPITULO 4 .....	23
4.1 procedimiento y descripción de las actividades realizadas .....	23
4.1.1 descripción de los circuitos realizados.....	23

4.1.2 Selección del material correcto para la estructura. ....	25
4.1.3 Selección del material de protección.....	26
4.1.4 Diseño del tablero en software. ....	27
4.2 implementación .....	28
4.2.1 Micromaster 440 con Drive Monitor. ....	28
4.2.2 descripción de las pruebas, correcciones y validación. ....	30
Capitulo 5 .....	33
5.1 Resultados .....	33
5.2 conclusiones.....	34
6. Referencias Bibliográficas.....	36
Anexos.....	37

## Capítulo 1

### **1.1 Introducción.**

En la industria los motores eléctricos juegan un papel muy importante ya que controlan básicamente todo lo que necesitamos para nuestro trabajo y actividades de comunes. Todos estos motores funcionan con electricidad y necesitan una cantidad determinada de energía eléctrica para poder realizar su trabajo de proporcionar par y velocidad.

La velocidad de un motor debería coincidir exactamente con la que exige el proceso en cuestión, y usar solo la energía necesaria. El variador de frecuencia es la solución eficaz para mejorar la eficiencia energética, reducir el consumo de energía y las emisiones de dióxido de carbono.

El Instituto de Capacitación en Manufactura y Automatización (ICMA) se dedica a dar servicios de capacitación y mantenimiento para la industria e instituciones que lo soliciten, ICMA se encuentra en constante mejora de sus equipos y tableros de automatización debido a que la demanda de clientes es cada vez mayor.

Dentro de los tableros con los que ICMA desea implementar se encuentra el proyecto “Diseño de un sistema didáctico para entrenamiento del control de motores de inducción con dispositivos automatizados utilizando tecnología Siemens.” Esto con la finalidad de ofrecer un mejor servicio a sus clientes.

Como residente se participó en dicho proyecto, en el cual se tiene que trabajar con un variador de frecuencia siemens y todos los componentes necesarios para el control de motores de inducción.

### **1.2 Problemática.**

El problema en general de ICMA es diseñar e implementar un tablero de control didáctico para la capacitación de sus clientes y con esto brindar un mejor servicio.

Esto exige resolver otros problemas como: Diseño de cada uno de los componentes que el tablero de control llevará; selección correcta de los materiales para el tablero; diseño de la estructura metálica en la cual se montaran todos los componentes del tablero; ensamblar la estructura de aluminio del tablero de control; montar todos los componentes en el tablero, pruebas y puesta en marcha.

### **1.3 Justificación.**

Con la implementación del variador de frecuencia obtenemos muchos beneficios, no solo la regulación de la velocidad del motor, además podremos reducir los costos por la cantidad de corriente consumida, es por esto que la enseñanza del uso de un variador es de gran importancia para industria.

ICMA se dedica a capacitar en diferentes ramos de la automatización y siempre está cumpliendo con las exigencias de sus clientes es por esto que, para un aprendizaje completo es necesario estar en contacto con las partes físicas que involucran al variador y al motor es por esto que surge la necesidad de crear un tablero para el entrenamiento del uso del variador

en el control de motores, con este tablero el alumno está en contacto con el equipo, poniendo en práctica lo aprendido.

Es necesario que este dicho tablero sea compacto, esto para que se pueda transportar fácilmente de un lugar a otro y poder enseñar a cualquier persona que tenga conocimientos básicos de electrónica o eléctrica, además los componentes que el tablero lleva son los que se usan en la industria, con esto se asegura que lo aprendido en clases será lo que se aplica en el sector industrial.

#### **1.4 Objetivos.**

General.

Diseñar e implementar un sistema didáctico con dispositivos de automatización para el control de motores de inducción, desarrollado en Instituto de Capacitación en Manufactura y Automatización (ICMA), en Puebla de Zaragoza, Puebla.

Específicos

1. Diseñar el tablero de control con el software de diseño Catia V5.
2. Parametrizar y controlar el variador de frecuencia digital desde su propio panel BOP (Panel Básico de Operaciones)
3. Parametrizar el variador de frecuencia para su manipulación por medio de entradas digitales y analógicas
4. Parametrizar el variador de frecuencia digital con el software de la marca SIEMENS AG. Para su control de modo local y remoto.

#### **1.5 Alcances y limitaciones.**

Alcances

- Que los ingenieros capacitados puedan manejar y parametrizar un variador de frecuencia de forma fácil y entendible.
- Que el diseño del tablero de control permita que el prototipo pueda ser transportado de un lugar a otro en un auto compacto.
- Que el variador de frecuencia pueda ser parametrizado desde una computadora personal.

Limitaciones.

- Se tiene poco conocimiento del software de diseño mecánico CATIA V5, el cual será utilizado para el diseño 3D de todos los componentes que se usaran en el presente proyecto.
- No se cuenta con conocimientos en la parametrización con el software DriveMon de la firma SIEMENS AG. El cual será utilizado para configurar el variador de frecuencia usado en el proyecto.
- Se desconoce el protocolo de comunicación USS de la firma SIEMENS AG. El cual será utilizado para conectar la PC con el variador de frecuencia del siguiente proyecto.

## Capítulo 2

### 2.1 Características del área en que se participo

#### 2.1.1 Antecedentes de la empresa.

NOMBRE DE LA EMPRESA: Instituto de capacitación en manufactura y automatización

GIRO: Se ofrecen cursos de capacitación, asesoría en control y automatización de procesos de manufactura, especialmente relacionados con la industria mecánica, eléctrica y automotriz.

Algunos de los principales cursos son:

- PLC
- LabView
- Control de Motores
- Diseño en 3D
- Neumática
- Variadores de Frecuencia

PERSONAL:

- Ing. Gerardo Luis Velázquez García, Director General
- Lic. Jorge Alberto Velázquez García, Representante Legal

PRINCIPALES CLIENTES.

Capacitar en diferentes ramas a clientes de diferentes empresas o estudiantes que les interese el desarrollo de procesos en PLC's.

#### 2.1.2 Organigrama de la empresa.



### 2.1.3 Misión y Visión.

#### Misión

Capacitar en automatización y control de procesos, a estudiantes profesionales en las áreas industriales de electricidad, electrónica, y electromecánica, a través de un aprendizaje personalizado y práctico, logrando su inserción exitosa en la industria.

#### Visión

Consolidarnos a nivel regional como la empresa número uno en capacitación, evaluación y certificación en automatización, control, diseño y manufactura asistido por computadora, respaldados en la calidad certificada de nuestros egresados y su desempeño en el sector productivo del estado de Puebla.

### 2.1.4 Descripción del área en que se realizó el proyecto.

UBICACIÓN FÍSICA: Área de PLC's.

UBICACIÓN EN EL DIAGRAMA DE ORGANIZACIÓN: Área de Capacitación.

UBICACIÓN FÍSICA DE LA EMPRESA: Calle 32 Pte. 2537 2do. Piso, Col. Las Cuartillas, Puebla, C.P 72050.



## Capítulo 3

### Fundamento teórico

#### 3.1 Regulación electrónica de velocidad.

Un regulador electrónico de velocidad está formado por circuitos que incorporan transistores de potencia como el IGBT (transistor bipolar de puerta aislada) o tiristores, siendo el principio básico de funcionamiento transformar la energía eléctrica de frecuencia industrial en energía eléctrica de frecuencia variable.

Esta variación de frecuencia se consigue mediante dos etapas en serie. Una etapa rectificadora que transforma la corriente alterna en continua, con toda la potencia en el llamado circuito intermedio y otra inversora que transforma la corriente continua en alterna, con una frecuencia y una tensión regulables, que dependerán de los valores de consigna. A esta segunda etapa también se le suele llamar ondulator. Todo el conjunto del convertidor de frecuencia recibe el nombre de inversor.

El modo de trabajo puede ser manual o automático, según las necesidades del proceso, dada la enorme flexibilidad que ofrecen los reguladores de velocidad, permitiendo hallar soluciones para obtener puntos de trabajo óptimos en todo tipo de procesos, pudiendo ser manejados por ordenador, PLC, señales digitales o de forma manual.

La mayoría de las marcas incluyen dentro del propio convertidor protecciones para el motor, tales como protecciones contra sobre-intensidad, sobre-temperatura, fallo contra desequilibrios, defectos a tierra, etc. Además de ofrecer procesos de arranque y frenados suaves mediante rampas de aceleración y de frenado, lo que redundará en un aumento de la vida del motor y las instalaciones.

Como debe saberse, el uso de convertidores de frecuencia añade un enorme potencial para el ahorro de energía disminuyendo la velocidad del motor en muchas aplicaciones. Además aportan los siguientes beneficios:

- ✓ Mejora el proceso de control y por lo tanto la calidad del producto.
- ✓ Se puede programar un arranque suave, parada y freno (funciones de arrancador progresivo).
- ✓ Amplio rango de velocidad, par y potencia. (velocidades continuas y discretas).
- ✓ Bucles de velocidad.
- ✓ Puede controlar varios motores.
- ✓ Factor de potencia unitario.
- ✓ Respuesta dinámica comparable con los drivers de DC.
- ✓ Capacidad de By-Pass ante fallos del variador.
- ✓ Protección integrada del motor.
- ✓ Marcha paso a paso (comando JOG). [1]

#### 3.2 Variador de frecuencia.

Un variador de frecuencia es un sistema para el control de la velocidad de giro en motores de corriente alterna (AC) mediante el control de la frecuencia de alimentación suministrada al motor.



A los variadores de frecuencia también se les denomina drivers de frecuencia ajustable (AFD), drivers de CA, micro-drivers o inversores. Debido a que el voltaje varía a la vez que la frecuencia, también se les llama variador de voltaje variador de frecuencia (VVVF).



El variador de frecuencia es la solución eficaz para mejorar la eficiencia energética, reducir el consumo de energía.

El variador de frecuencia regula la velocidad de motores eléctricos para que la electricidad que llega al motor se ajuste a la demanda real de la aplicación, reduciendo el consumo energético del motor entre un 20 y un 70%.

Un variador de frecuencia por definición es un regulador industrial que se encuentra entre la alimentación energética y el motor. La energía de la red pasa por el variador y regula la energía antes de que ésta llegue al motor para luego ajustar la frecuencia y la tensión en función de los requisitos del procedimiento.

Los variadores reducen la potencia de salida de una aplicación, como una **bomba o un ventilador**, mediante el control de la velocidad del motor, garantizando que no funcione a una velocidad superior a la necesaria.

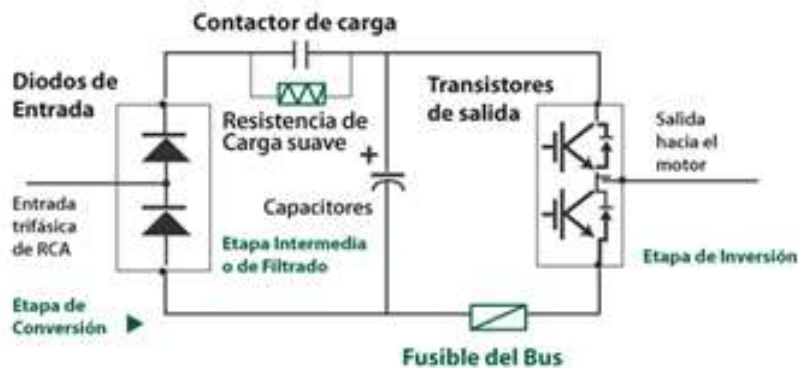
El uso de variadores de frecuencia para el control inteligente de los motores tiene muchas ventajas financieras, operativas y medioambientales ya que supone una mejora de la productividad, incrementa la eficiencia energética y a la vez alarga la vida útil de los equipos, previniendo el deterioro y evitando paradas inesperadas que provocan tiempos de improductividad.

El variador de frecuencia también es conocido como convertidor de frecuencia de corriente alterna, convertidor de velocidad variable, variador de velocidad, VSD, VFC o VFD por sus siglas en inglés o simplemente variador o convertidor. A menudo hay confusiones sobre la diferencia entre variador de velocidad y variador de frecuencia o convertidor de frecuencia. Si tomamos como referencia las siglas más ampliamente usadas a nivel internacional (“VFD” del inglés “Variable Frequency Drive”), y lo traducimos literalmente, nos conduciría a “Accionamiento de Frecuencia Variable”. Sin embargo, los términos más utilizados actualmente en nuestro país son convertidor de frecuencia y variador de frecuencia. [1]

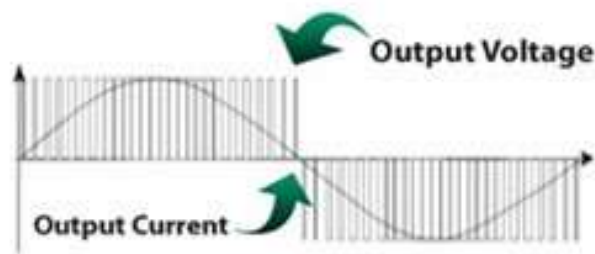
Otra forma en que son conocidos los variadores de frecuencia son como Drivers ya sea de frecuencia ajustable (ADF) o de CA, VVVF (variador de voltaje variador de frecuencia), micro drivers o inversores; esto depende en gran parte del voltaje que se maneje.

### 3.2.1 Funcionamiento del variador de frecuencia.

Se alimenta al equipo con un voltaje de corriente alterna (CA), el equipo primero convierte la CA en corriente directa (CD), por medio de un puente rectificador (diodos o SCR's), este voltaje es filtrado por un banco de capacitores interno, con el fin de suavizar el voltaje rectificado y reducir la emisión de variaciones en la señal; posteriormente en la etapa de inversión, la cual está compuesta por transistores (IGBT), que encienden y apagan en determinada secuencia (enviando pulsos) para generar una forma de onda cuadrada de voltaje de CD a un frecuencia constante y su valor promedio tiene la forma de onda senoidal de la frecuencia que se aplica al motor.



El proceso de conmutación de los transistores es llamado PWM "Pulse Width Modulation" Modulación por ancho de pulso. [2]



Al tener control en la frecuencia de la onda de corriente podemos también controlar la velocidad del motor de acuerdo a la siguiente fórmula:

$$N_m = \frac{120 \times f (1 - s)}{p}$$

$N_m$  = velocidad mecánica (rpm)  
 $f$  = frecuencia de alimentación (Hz)  
 $s$  = deslizamiento (adimensional)  
 $P$  = número de polos

### **3.2.2 Tipos de variadores de frecuencia.**

Variadores para motores de Corriente Continua: Estos variadores permiten controlar la velocidad de motores de corriente continua serie, derivación, compuesto y de imanes permanentes.

Variadores de velocidad por corrientes de Eddy: Consta de un motor de velocidad fija y un embrague de corrientes de Eddy. El embrague contiene un rotor de velocidad fija (acoplado al motor) y un rotor de velocidad variable, separados por un pequeño entrehierro. Se cuenta, además, con una bobina de campo, cuya corriente puede ser regulada, la cual produce un campo magnético que determinará el par mecánico transmitido del rotor de entrada al rotor de salida. De esta forma, a mayor intensidad de campo magnético, mayor par y velocidad transmitidos, y a menor campo magnético menores serán el par y la velocidad en el rotor de salida. El control de la velocidad de salida de este tipo de variadores generalmente se realiza por medio de lazo cerrado, utilizando como elemento de retroalimentación un tacómetro de Corriente Alterna.

Variadores de deslizamiento: Este tipo de variadores se aplica únicamente para los motores de inducción de rotor devanado.

Variadores para motores de Corriente Alterna (también conocidos como variadores de frecuencia): Estos variadores permiten controlar la velocidad tanto de motores de inducción (asíncronos de jaula de ardilla o de rotor devanado), como de los motores síncronos mediante el ajuste de la frecuencia de alimentación al motor.

### **3.3 Motor eléctrico.**

El motor eléctrico es una máquina que transforma la energía eléctrica en energía mecánica. Esto ocurre por acción de los campos magnéticos que se generan gracias a las bobinas. Los motores eléctricos son muy comunes, se pueden encontrar en trenes, máquinas de procesos industriales y en los relojes eléctricos; algunos de uso general tienen proporciones estandarizadas, lo que ayuda a mejorar la selección de acuerdo a la potencia que se desea alcanzar para el dispositivo en el que se incluirá. [3]



Las fuentes que alimentan al motor eléctrico pueden ser de corriente alterna (AC) o corriente continua (CC). Cuando se trata de la corriente alterna, las redes eléctricas o las plantas eléctricas son el impulso principal del motor; existen varios tipos de este motor, llamados: motor asíncrono y síncrono. A diferencia de éste, cuando la corriente continua es el encargado de sustentar el funcionamiento, las baterías, los rectificadores, los dinamos y los paneles solares son los artefactos que colaboran en el proceso; estos se clasifican en:

- motor serie, motor compound.
- motor shunt.
- motor eléctrico sin escobillas.

El motor universal, por su parte, funciona con ambos tipos de corriente.

El motor eléctrico tiene muchas ventajas, entre ellas se encuentra su tamaño y peso reducido, el hecho de que puede ser construido para casi cualquier tipo de máquina y una potencia bastante alta, su rendimiento está la mayor parte del tiempo en un 75%, no emite ningún tipo de sustancia o gas contaminante y no necesitan una ventilación externa.

Los motores constan de tres partes fundamentales:

El estator: está constituido por un enchapado de hierro al silicio de forma ranurado, generalmente es introducido a presión dentro de una de la carcasa.

El rotor: es la parte móvil del motor. Está formado por el eje, el enchapado y unas barras de cobre o aluminio unidas en los extremos con tornillos. A este tipo de rotor se le llama de jaula de ardilla o en cortocircuito porque el anillo y las barras forman en realidad una jaula.

La carcasa: por lo general se elaboran de hierro colado. En el centro tienen cavidades donde se incrustan cojinetes sobre los cuales descansa el eje del rotor. Los escudos deben estar siempre bien ajustados con respecto al estator, porque de ello depende que el rotor gire libremente, o que tenga "arrastres" o "fricciones".



### 3.3.1 Motor trifásico asincrónico.

Los motores asíncronos o motores de inducción, son las máquinas de impulsión eléctrica más utilizadas, pues son sencillas, seguras y baratas. Los motores asíncronos se clasifican según el tipo de rotor, en motores de rotor en jaula de ardilla (o motores con inducido en cortocircuito) y en motores de rotor bobinado o de anillos rozantes. [4]

Entre sus ventajas tenemos que:

- A igual potencia, su tamaño y peso son más reducidos.
- Se pueden construir de cualquier tamaño.
- Tiene un par de giro elevado y, según el tipo de motor, prácticamente constante.
- Su rendimiento es muy elevado (típicamente en torno al 75%, aumentando el mismo a medida que se incrementa la potencia de la máquina).
- Los trifásicos no necesitan bobina de arranque y por lo tanto tampoco capacitores y mucho menos interruptores centrífugos que son comunes en los motores monofásicos. Por lo que al ser más sencillos necesitan menos mantenimiento.
- Pueden cambiar el sentido de rotación con solo invertir dos de las tres líneas de entrada.
- Permiten diferentes tipos de conexiones que permite lograr configurar el sistema de arranque para reducir la corriente inicial.

### 3.4 Transformador.

El primer transformador eléctrico fue construido por Michael Faraday en 1831.

El transformador eléctrico es una máquina electromagnética que se usa para aumentar o disminuir una fuerza electromotriz (Potencial, tensión eléctrica o voltaje); también se puede usar para aislar eléctricamente un circuito. Está compuesto de dos embobinados independientes (devanados) en un núcleo de aire o material electromagnético. Su principio de funcionamiento es la inducción electromagnética y sólo funciona con C. A. o corriente directa pulsante. [5]

Los transformadores son dispositivos basados en el fenómeno de la inducción electromagnética. Recordamos que La inducción electromagnética es generar corriente eléctrica (inducida) por medio de un campo magnético

## Partes del transformador

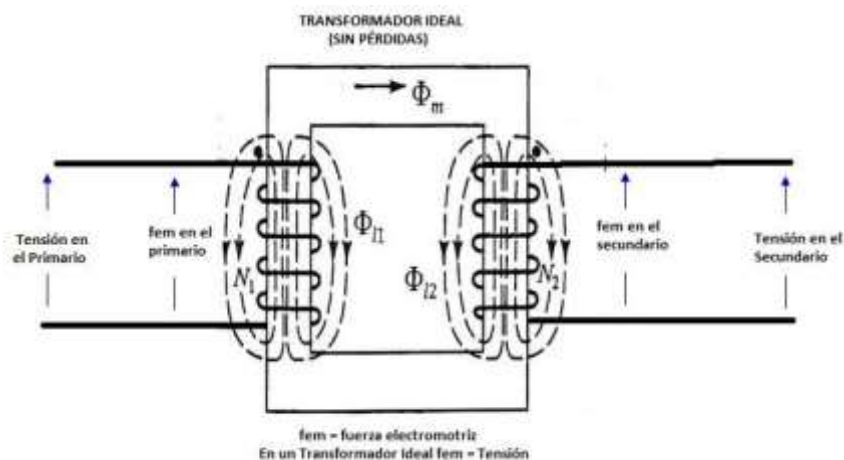
**Núcleo:** Se trata del circuito magnético en el cual van enrollado los devanados, y en el cual se genera el flujo magnético alterno.

**Devanado Primario:** Se llama devanado primario al embobinado que recibe la fem de corriente alterna que se quiere aumentar o disminuir.

**Devanado Secundario:** Recibe este nombre la bobina que proporciona el potencial transformado a una carga.

De forma muy resumida, suficiente para entender el funcionamiento del transformador: La bobina primaria recibe una tensión por lo que se crea una fuerza electromotriz (fem) en las espiras lo que provoca que circule por las espiras una corriente alterna. Esta corriente inducirá (crea) un flujo magnético ( $\Phi_{I1}$ ) en el núcleo magnético del transformador (según Oersted). Como el bobinado secundario está arrollado sobre el mismo núcleo que el del primario, el flujo magnético circulará a través del núcleo hasta llegar a las espiras del bobinado secundario.

Este flujo magnético atraviesa las espiras del Secundario ( $\Phi_{I2}$ ) generando una fuerza electromotriz (fem) en las espiras del secundario y una fuerza electromotriz (fem) en los extremos del devanado secundario (según Faraday).



Si ahora conectamos una carga (resistencia por ejemplo) en los extremos del devanado secundario, como se ha generado una tensión en sus extremos, tendremos una corriente eléctrica que circulará por la carga.

En definitiva lo que hace un transformador eléctrico es mediante una bobina de conductor inducir magnéticamente una tensión en otra bobina situada cerca de la primera.

La relación de transformación del voltaje entre el bobinado "Primario" y el "Secundario" depende del número de vueltas que tenga cada uno. Si el número de vueltas del secundario

es el triple del primario, en el secundario habrá el triple de voltaje (multiplicador). Si en el secundario hay la mitad de vueltas que en el primario, en el secundario tendremos la mitad de tensión que en el primario (reductor).

Tipos de transformador

Transformador de Subida: Se denomina así al transformador que aumenta la fem aplicada en el primario,  $e_1$ , también se le conoce como elevador. La razón de vueltas de secundario a primario  $\frac{N_2}{N_1}$  es mayor que 1, es decir, el embobinado secundario tiene más vueltas que el primario.

Transformador de Bajada: Conocido también como reductor disminuye la fem aplicada en el primario  $e_1$ , la razón de vueltas de secundario a primario  $\frac{N_2}{N_1}$  es menor que 1, es decir, el embobinado secundario tiene menos vueltas que el primario.

Transformador de Aislamiento: Este no modifica la intensidad de la fem suministrada al primario, se usa solamente para aislar eléctricamente un circuito.

### 3.5 CATIA.



CATIA v6 (siglas en inglés: Computer Aided Three Dimensional Interactive Application), es un programa que proporciona nuevas soluciones de diseño y fabricación y está ocupando un puesto de privilegio en el modelado sólido dentro del ámbito profesional.

Sus orígenes se remontan a Francia cuando Marcel Bloch, piloto, decide fabricar sus propios aviones y funda Société des Avions Marcel Bloch. Tras la Segunda Guerra Mundial Marcel Bloch cambió su nombre por Marcel Dassault, y el nombre de la empresa pas  a ser Société des Avions Marcel Dassault el 20 de diciembre de 1947. En 1990 la compa a volvió a cambiar su nombre por Dassault Aviation.

Este hombre encarga a sus ingenieros que desarrollen un software para diseñar aviones. Para ello se creó la empresa Dassault Systèmes en 1981, para el desarrollo y puesta en mercado del programa CAD de Dassault: CATIA.

Este software (CATIA) es un programa de CAD/CAM/CAE de gama alta, con una habilidad especial para crear superficies complejas que permitan definir los contornos de las alas y el

fuselaje. También las fábricas de automóviles utilizan esta habilidad del software para el diseño de carrocerías, por lo que se ha convertido en estándar de diseño en ambas industrias.

CATIA, como se ha comentado anteriormente, más que una herramienta de aplicación específica es un conjunto de utilidades que asisten al ingeniero en las distintas fases que conducen a la concepción y fabricación de un nuevo producto

A modo de ejemplo, se encuentran en CATIA asistentes para las tareas de:

- Diseño mecánico de piezas en 2D y 3D, superficies alabeadas, ensamblajes, estructuras, placas para electrónica, tuberías, cableado...
- Análisis y simulación de elementos mecánicos: simulación cinemática, cálculos estructurales por el método de elementos finitos.
- Generación automática de programas de mecanizado por control numérico
- Ayuda a la gestión del conocimiento de un estudio de diseño en ingeniería.

CATIA es una solución completa de software para diseño y desarrollo de productos 3D y PLM, el programa es usado en la industria automotriz, aeroespacial por ingenieros y diseñadores, está orientado a diseño avanzado de proyectos, su aplicación principal es el modelado avanzado de sólidos, superficies, ensamble, producción de dibujos, manufactura y análisis.

CATIA es desarrollado por Dassault Systemes, es el producto principal de su línea de aplicaciones PLM y según estadísticas recientes es el de mayor participación de mercado en diferentes industrias como transportación, aeroespacial, automotriz, embarcaciones.

### **3.6 Perfiles de aluminio**

Los perfiles de aluminio son subproductos normalmente utilizados para propósitos estructurales. Es posible distinguir tres tipos de perfiles de acuerdo a su uso: construcción, arquitectónicos e industriales.

Perfiles de construcción: Estos perfiles ofrecen grandes rigideces a tensiones de corte y torsión a pesar de su bajo peso. Con estos perfiles se producen estructuras para paneles solares, plataformas de trabajo, escenarios, etc.

Perfiles arquitectónicos: En esta categoría se incluyen perfiles cuyas aplicaciones requieren un determinado acabado superficial. Estos perfiles se utilizan para la producción de marcos de puertas, ventanas y muros cortina.

Propósitos industriales: En la industria los perfiles de aluminio son utilizados para varios propósitos donde no es tan importante la rigidez o la calidad superficial, pero requieren una buena combinación de ambas junto con otras características del material, como la conductividad. Esto proporciona una amplia variedad de usos en la industria para este subproducto. Algunos ejemplos pueden ser: sistemas de canales para cables, disipadores de calor, aire acondicionado, armarios y mobiliario industrial, etc. [6]

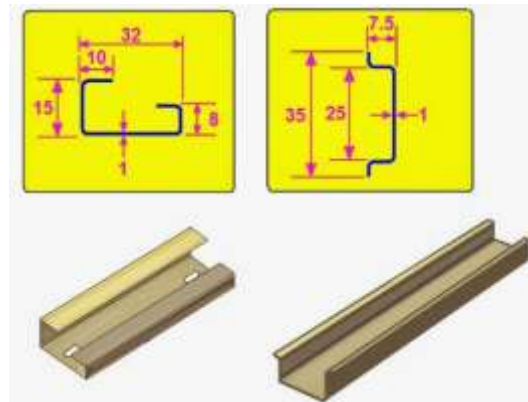




La utilización industrial del aluminio ha hecho de este metal uno de los más importantes, tanto en cantidad como en variedad de usos, el aluminio aleado con otros metales, se utiliza para la creación de estructuras portantes.

### 3.7 Riel DIN

Lo rieles DIN (DIN rail) (DIN siglas del Instituto Alemán de Normalización) son barras de acero laminado con un perfil normalizado que facilitan el montaje de componentes de control eléctrico. [7]

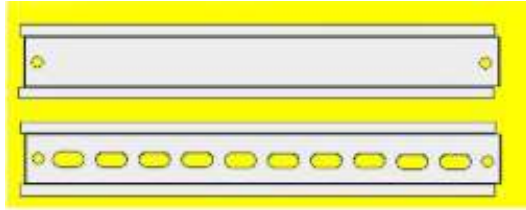


Carriles DIN

Estos perfiles pueden ser en aluminio, pero los más utilizados son los rieles de acero estos pueden tener una de las 2 protecciones anticorrosiva de acabado, bi-cromado o galvanizado estos facilitan el montaje de componentes, y su reacomodo ya que por el riel se pueden desplazar los componentes de control dos de los perfiles más usados son:

- Los carriles para bornes. de forma G
- Los carriles para componentes de control de forma de sobrero (omega)

Además se encuentran en dos versiones sin y con perforaciones en tramos de 1 y 2 metros; (las dimensiones de la perforaciones son 5.2 X 25 mm, separadas 11 mm).





### **3.8 Canaleta ranurada.**

Canaletas ranuradas, ideales para la conducción de cableados en tableros eléctricos y de comunicaciones. Apropriadas para elaborar tableros de control. Utilizado para todas las aplicaciones en cableado donde la protección del mismo es esencial, tomacorrientes, etc.



Entre sus beneficios están:

- Alta resistencia al impacto
- Con huecos paralelos en ambos lados para facilitar su corte
- Máxima temperatura de trabajo: 85°C
- Disponible en color blanco y gris
- Auto-extinguible.
- Sistema auto-deslizante.
- Posee una línea de corte para retirar los dientes sin necesidad de herramientas
- Además de una gran gama de dimensiones.

Dimensiones (mm)		18x20	25x20	33x30	42x20	42x30	42x43	42x60
Ref.	<b>Gris</b> RAL 7030	<b>18.20.77</b>	<b>25.20.77</b>	<b>30.30.77</b>	<b>40.20.77</b>	<b>40.30.77</b>	<b>40.40.77</b>	<b>40.60.77</b>
		 234	 322	 728	 586	 940	 1460	 2112
Cables V250 Cantidad de cables (Calculada con coeficiente de llenado 1,5) *	0,5 mm <sup>2</sup>	43	53	116	96	154	237	346
	0,75 mm <sup>2</sup>	28	35	77	63	102	157	229
Cables H05/07 V-K Cantidad de cables (Calculada con coeficiente de llenado 1,5) *	1 mm <sup>2</sup>	18	23	50	41	66	102	150
	1,5 mm <sup>2</sup>	14	17	37	30	49	75	110
	2,5 mm <sup>2</sup>	9	12	26	21	34	52	76

### 3.9 Disyuntor



Un disyuntor es un elemento que interrumpe de manera automática la corriente eléctrica cuando supera una cierta intensidad, se trata de un dispositivo de seguridad que, según sus características, permite proteger los aparatos eléctricos y la integridad de los usuarios. Los disyuntores tienen diferentes propiedades de acuerdo a su finalidad, puede trabajar con distintas corrientes y tensiones, soportar hasta una determinada intensidad y recibir entre uno y cuatro polos. [8]

Un disyuntor térmico es aquel que abre el circuito e interrumpe la corriente cuando detecta una sobrecarga.

Un disyuntor diferencial, por otro lado, controla que por los distintos polos circule la misma corriente, cuando la corriente tiene diferentes amperajes en los polos, el disyuntor interrumpe la circulación de forma física.

Los parámetros más importantes que definen un disyuntor son:

- ✓ Calibre o corriente nominal: corriente de trabajo para la cual está diseñado el dispositivo. Existen desde 5 hasta 64 amperios.

- ✓ Tensión de trabajo: tensión para la cual está diseñado el disyuntor. Existen monofásicos (110 - 220 V) y trifásicos (300 - 600 V).
- ✓ Poder de corte: intensidad máxima que el disyuntor puede interrumpir. Con mayores intensidades se pueden producir fenómenos de arcos eléctricos o la fusión y soldadura de materiales que impedirían la apertura del circuito.
- ✓ Poder de cierre: intensidad máxima que puede circular por el dispositivo al momento del cierre sin que éste sufra daños por choque eléctrico.
- ✓ Número de polos: número máximo de conductores que se pueden conectar al interruptor automático. Existen de uno, dos, tres y cuatro polos.

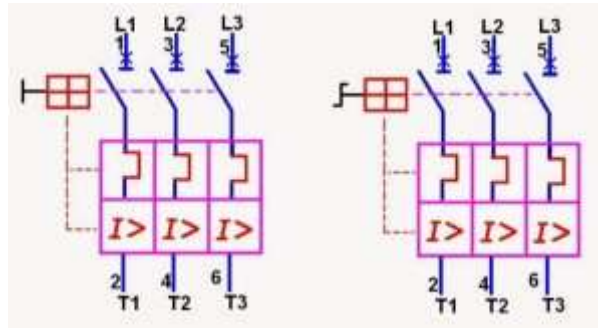
### 3.10 Guardamotor



De esta manera se puede energizar manualmente (o por línea) desde una botonera de arranque y parada. Los Guardamotores incluyen un relé de sobrecargas llamado “protector térmico” que se dispara de acuerdo a curvas de calibración apropiadas cuando la corriente alcanza valores peligrosos durante tiempos máximos bien determinados. El relé térmico (protector contra sobrecargas) es regulable entre ciertos límites [9].

Existen principalmente 3 tipos de guardamotor cada uno con diferentes características de disparo.

- Magnético. Ofrece protección contra corto circuito, Con la capacidad de ajustar el rango máximo de corriente.
- Térmico. Este tipo de disparador es ajustable y tiene protección contra sobre cargar y perdida de fase de la instalación.
- Magnetotermico. Claramente es la combinación de los 2 tipos de guardamotor. -Posee un interruptor (on-off), un relé de sobrecarga y un disparo magnético perfectamente combinados entre sí.



### 3.11 Botón paro de emergencia

Dentro del equipo eléctrico de las máquinas, a la vez que son precisos elementos para la puesta en marcha de las mismas (condición principal para la que son concebidas), deben disponer de elementos que permitan su parada en un momento determinado. Esta parada puede producirse en condiciones normales de funcionamiento una vez finalizado el trabajo o una maniobra y en condiciones anormales de funcionamiento cuando aparece una situación de peligro (emergencia) tanto para el operario como para la máquina. Los primeros se definen como dispositivos de parada normal y los segundos como dispositivos de parada de emergencia.



Los dispositivos de parada de emergencia deben ser instalados en todas aquellas máquinas en las cuales existan peligros de tipo mecánico durante las condiciones normales de trabajo.

La función esencial del dispositivo de parada de emergencia será la de interrumpir (en caso de peligro) el suministro de las fuentes de alimentación de energía (corriente eléctrica, aire a presión, etc.) y parar la máquina lo más rápidamente posible.

El dispositivo de mando utilizado como paro de emergencia debe reunir las características siguientes:

- Será visible y fácilmente accesible. Por lo que se colocará en un lugar donde pueda ser alcanzado rápidamente por el operario.
- Será capaz de cortar la corriente máxima del motor de mayor potencia en condiciones de arranque.
- Podrá ser accionado manualmente y será enclavable en la posición de abierto.

- Puede presentar varias formas: maneta, pedal, cuerda, botón pulsador, etc., eligiéndose la más conveniente en cada caso; en todos los casos el color será rojo.
- Si el dispositivo de mando es un botón-pulsador, éste debe ser del tipo "cabeza de seta", de color rojo y llevará como fondo un círculo de color amarillo.
- Los contactos (si se utiliza como dispositivo de mando un botón pulsador) serán de apertura forzada y completa; entendiéndose como apertura forzada aquella que lleva rígidamente unidos los bloques de contactos con el vástago guía del interruptor.
- Por apertura completa, se indica que el interruptor tendrá únicamente dos posiciones de trabajo estables (abierto o cerrado).

### **3.12 Comunicación RS-485.**

El interfaz RS-485 (también conocido como EIA / TIA-485) es un estándar de la capa física de la comunicación. La capa física es el canal de comunicación y el método de transmisión de la señal (nivel 1 del modelo de interconexión de sistema abierto OSI).

La red de comunicaciones construida en la interfaz RS-485 consta de transceptores conectados por un cable de par trenzado (dos hilos trenzados). El principio básico de la interfaz RS-485 es la transmisión de datos diferencial (equilibrada). Eso significa que la señal es transportada por dos cables. Con esto, un cable del par transmite la señal original y el otro transporta su copia inversa.

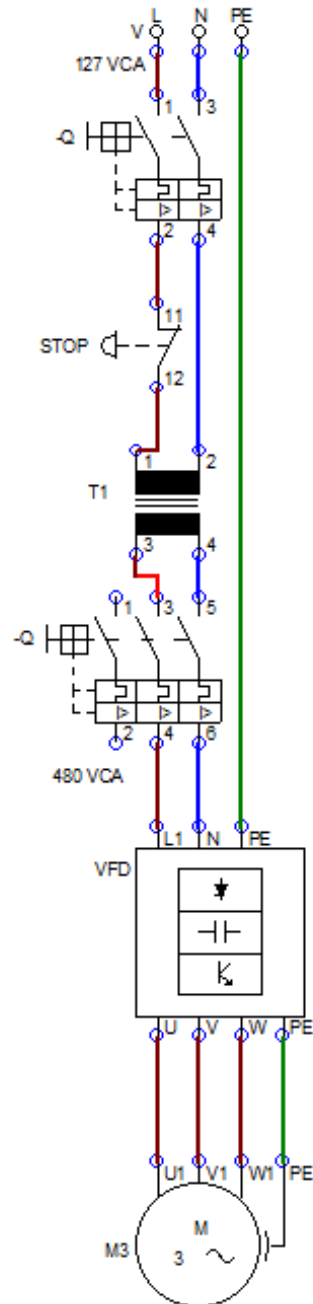
En el protocolo de comunicación RS485, los comandos son enviados por el nodo definido como maestro. Todos los demás nodos conectados al maestro reciben los datos a través de puertos RS485. Dependiendo de la información enviada, cero o más nodos en la línea responden al maestro. [10]

## CAPITULO 4

### 4.1 procedimiento y descripción de las actividades realizadas

#### 4.1.1 descripción de los circuitos realizados.

El circuito de potencia que el tablero lleva es el siguiente.



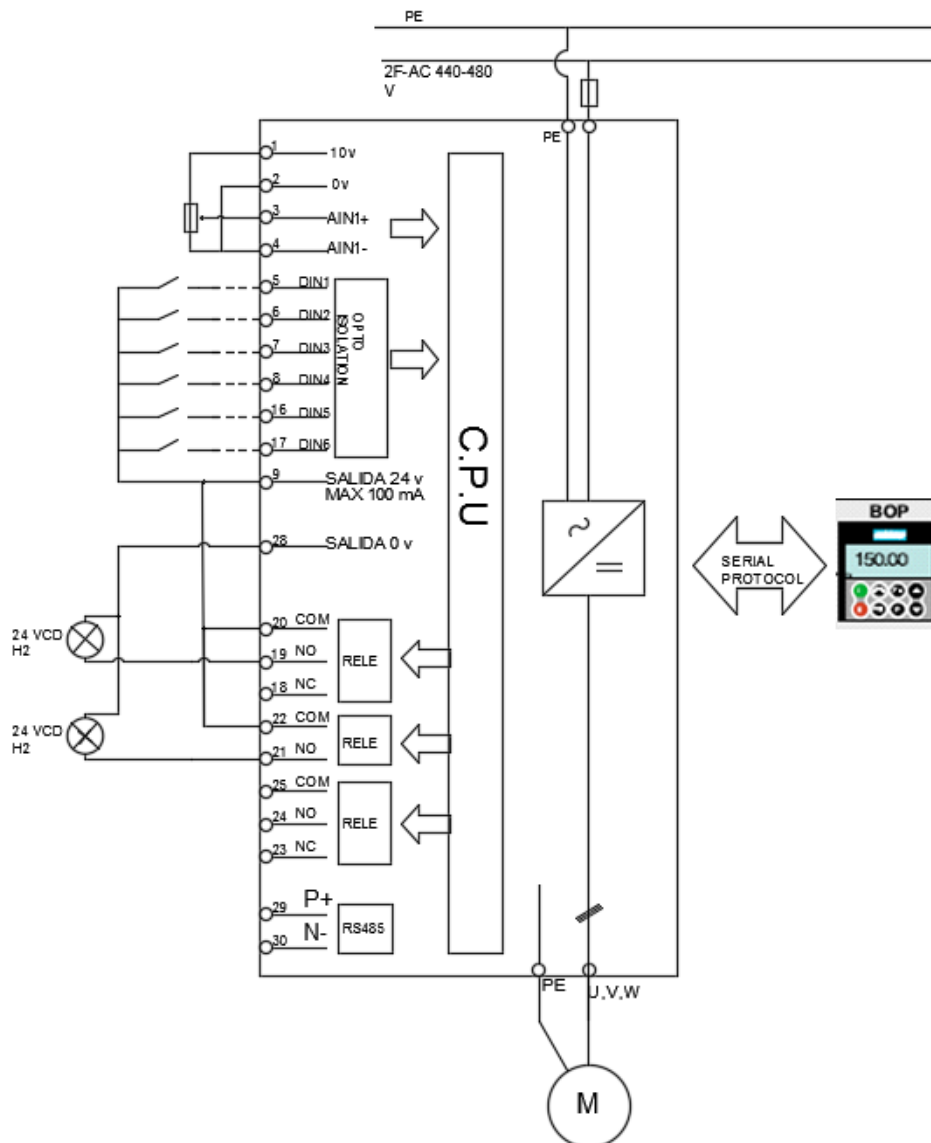
La alimentación es de 127 Vca. Ambos cables de alimentación serán protegidos por un disyuntor bi-polar de 3 A. El voltaje es elevado con un transformador de potencial de relación 1:4 así en el devanado secundario obtenemos 480 Vca. Con este valor de voltaje se alimenta

al variador de frecuencia digital MICROMASTER 440, El cual nos entrega un voltaje trifasico de 480 Vca para conectar el motor.

El motor que se tiene conectado es un motor trifasico marca WEG, con una configuracion de sus bobinas en estrella para una alimentacion de 480 Vca, un consumo de 1.04 A y un factor de potencia de 0.69.

El sistema cuenta con un boton paro de emergencia el cual nos quita la alimentaci3n de todo el sistema y un guardamotor, que nos protege contra sobrecargas y cortocircuitos.

En el circuito de control es el siguiente:





El variador de frecuencia digital puede ser operado de forma local o remota, cuando el MICROMASTER 440 este en modo local podra ser operado desde el BOP (opanel basico de operacones). Si el variador este en modo remoto es necesario que las entradas digitales y analogicas esten conectadas al variador.

En este circuito de control utilizamos 5 entradas digitales de las 6 que el MICROMASTER 440 tiene disponible, las entradas digitales son controladas por toogles swich que podran ser operadas por el usuario.

Se utiliza un resistencia variable conectada a la entrada analogica del MICROMASTER 440, esta resistencia es alimentada de 0 -10 Vcd por el mismo variador de frecuencia, con dicha resistencia variable se puede controlar la frecuencia del motor simpre y cuando este configurado de forma remota.

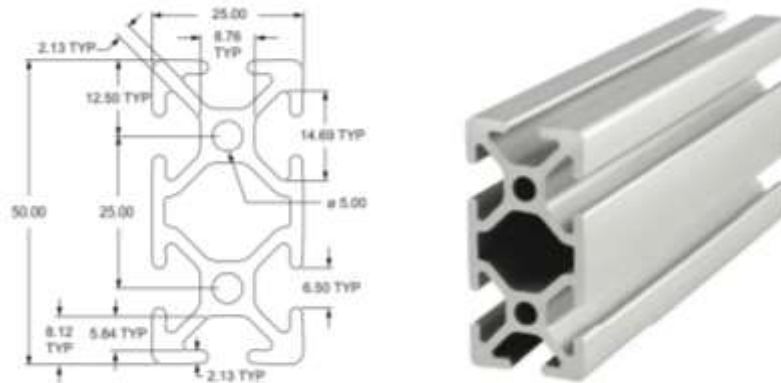
Para las salidas digitales del MICROMASTER 440 las cuales estan controlados por relevadores, se utilizaron lamparas indicatoras de 24 Vcd. Conectadas tal como se muestra en el digrama de conexión, utilizando la fuente de 24 Vcd que el MIUCROMASTER 440 nos ofrece.

#### **4.1.2 Selección del material correcto para la estructura.**

Alumino estructural.

Por sus grandes beneficos la estructura que sostiene a todo nuestros sistema, se realizo con aluminio estructural (ITEM), se opto por este material ya que es fácil reemplazar componentes en una estructura de aluminio, específicamente es un sistema de perfiles con ranura T, además de herramientas de bajo costo para el ensamble (llaves Allen, Destornilladores y posiblemente un mazo de goma). Se pueden usar herramientas de corte comunes, con una facilidad en modificaciones

Si compara el precio del material por kilo, el acero parecerá muy atractivo. Los perfiles de aluminio parecerán costar más debido al precio de los metales, pero vamos a considerar algunos otros factores. Aun cuando el acero es cerca de 2.5 veces más denso y ciertamente adecuado para aplicaciones de alta vibración y carga pesada, construir con perfiles de aluminio puede resultar en ahorro de costos por muchas razones. El tiempo es dinero, podrá completar una estructura diseñada con perfiles de aluminio más rápido que un diseño con acero y soldadura.



El perfil utilizado es un perfil de ranura T rectangular de 25 mm X50 mm de la serie 25. Con 6 ranuras en T abiertas, dos en la cara de 50 mm y un en cada cara de 25 mm. Es resistente a la suciedad y la acumulación de residuos al tiempo que es fácil de limpiar. La cavidad central del perfil se puede presurizar hasta  $1.034 \text{ N/mm}^2$ , prestandose a espacios de trabajo, protectores de maquina, pantallas y rack de montaje en panel.

Riel DIN.

El riel DIN utilizado es el de tipo “omega”, galvanizado y con perforaciones. debido a que nuestros componentes son para este tipo de riel, y así facilitar el montaje de los equipos.



#### 4.1.3 Selección del material de protección.

Botón paro de emergencia.

Según la norma EN ISO 13850, la función de parada de emergencia sirve para prevenir situaciones que puedan poner en peligro a las personas, para evitar daños en la máquina o en trabajos en curso o para minimizar los riesgos ya existentes, y ha de activarse con una sola maniobra de una persona.

Para ello se necesitan unidades de mando que estén equipadas con un pulsador tipo champiñón rojo y un fondo amarillo. La función de parada de emergencia puede utilizarse en general como medida de seguridad complementaria a las funciones de protección directas, como los interruptores de seguridad instalados que neutralizan las situaciones de peligro sin necesidad de que la persona actúe.

Disyuntor bi-polar.

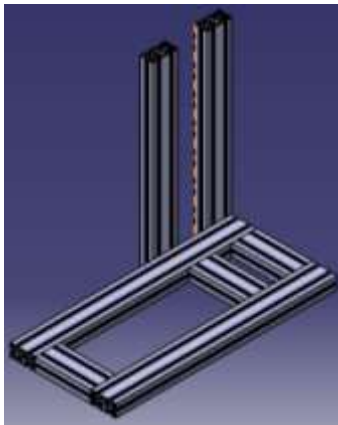
El uso de los disyuntores en la alimentación principal es de suma importancia ya que nos protege de cualquier fallo, ya sea en el motor, en el transformador o en el variador de frecuencia digital.

Se usó un disyuntor bi-polares debido a que como el tablero es portátil, es decir que se puede conectar en cualquier punto donde se tenga alimentación de 127 VCA, es necesario interrumpir ambos cables de alimentación debido a que no todas las instalaciones están normadas. Con la interrupción de ambos cables, nos aseguramos que siempre el cable de fase esté protegido, haciendo con esto nuestro sistema más seguro.

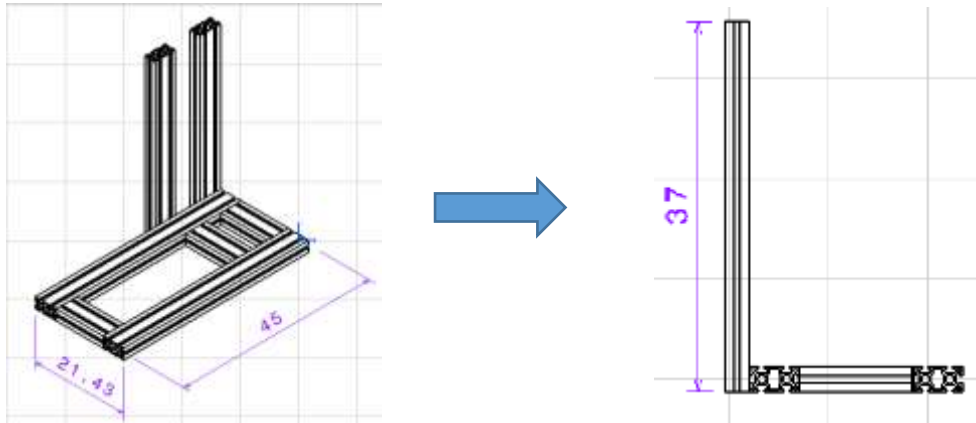
El disyuntor es de 3 A. esto debido a que nuestro motor consume 1.04 A en estado normal de operación el variador de frecuencia nos demanda una corriente de 1.5 A, por lo tanto la suma de ambos componentes es de 2.54 A. y la protección es la inmediata superior dando como resultado 3 A estos datos son tomados de la placa característica de cada componente.

#### **4.1.4 Diseño del tablero en software.**

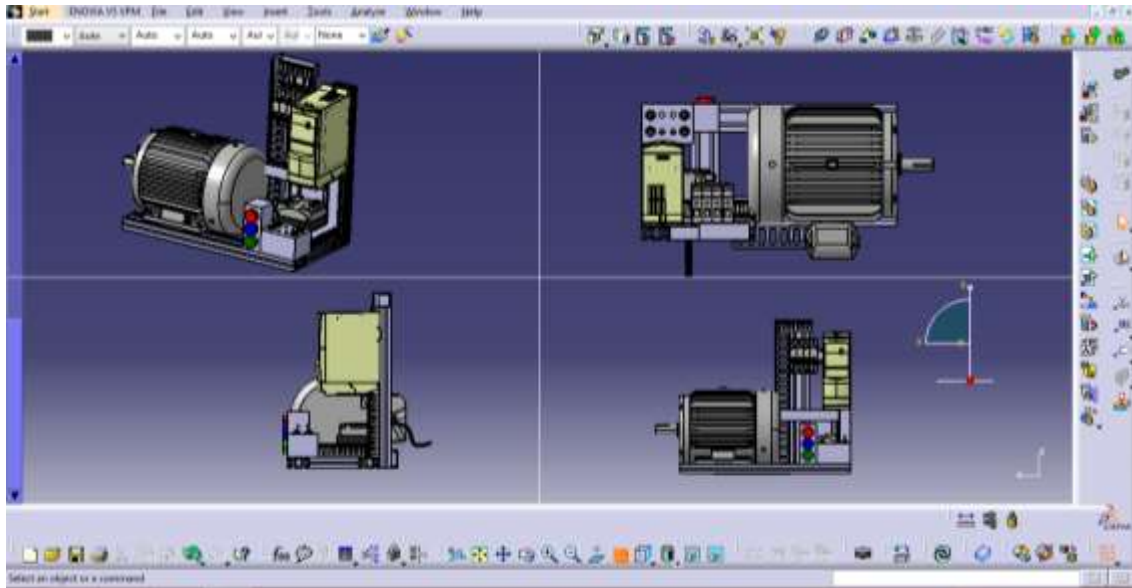
El software que se utilizó para realizar el diseño en 3D es Catia V5. En este software podemos introducir medidas reales y así poder observar el tablero armado. El primer paso fue diseñar la estructura con el aluminio estructural (ITEM), y así poder obtener las medidas para la cantidad de material requerido.



El diseño representado en un plano se ve de la siguiente manera.



Una vez que se obtuvieron las medidas de la estructura, se diseñaron los componetes electricos, para montarlos en la estructura previamente diseñada.



## 4.2 Implementaciòn

### 4.2.1 Micromaster 440 con Drive Monitor.

El red de comunicaciòn con la que comunicamos el software Drive Monitor con el variador de frecuencia MICROMASTER 440 es una red RS485 que utiliza un protocolo USS de comunicaciòn esta protocolo de comunicaciòn es dise\u00f1ado por la firma Siemens AG.

En el software utilizado para la programaciòn del variador de frecuencia digital, podemos cambiar y visualizar todos los parametros del variador. Para hacer la comunicaciòn entre el software y el variador se utilizo un convertidor de se\u00f1ales de USB a RS485 como el que se muestra a continuaciòn.



Lo primero que se realizo para hacer la comunicación entre el software y el variador fue configurar en la velocidad de transferencia y la dirección USS. Estas configuraciones se realiza en los parametros del variador.

<b>P2010[2]</b>	<b>Velocidad transferencia USS</b>				Min: 4 Def: 6 Máx: 12	Nivel <b>2</b>
	EstC: CUT	Tipo datos: U16	Unidad: -			
	Grupo P: COMM	Activo: Tras Conf.	P.serv.rap.: No			

Ajuste de la velocidad de transmisión para la comunicación USS.

Posibles ajustes:

- 4 2400 baud
- 5 4800 baud
- 6 9600 baud
- 7 19200 baud
- 8 38400 baud
- 9 57600 baud
- 10 76800 baud
- 11 93750 baud
- 12 115200 baud

Índice:

- P2010[0] : Interfaz de serie enlace COM
- P2010[1] : Interfaz de serie enlace BOP

<b>P2011[2]</b>	<b>Dirección USS</b>				Min: 0 Def: 0 Máx: 31	Nivel <b>2</b>
	EstC: CUT	Tipo datos: U16	Unidad: -			
	Grupo P: COMM	Activo: Tras Conf.	P.serv.rap.: No			

Ajuste de la dirección única para cada convertidor.

Índice:

- P2011[0] : Interfaz de serie enlace COM
- P2011[1] : Interfaz de serie enlace BOP

Nota:

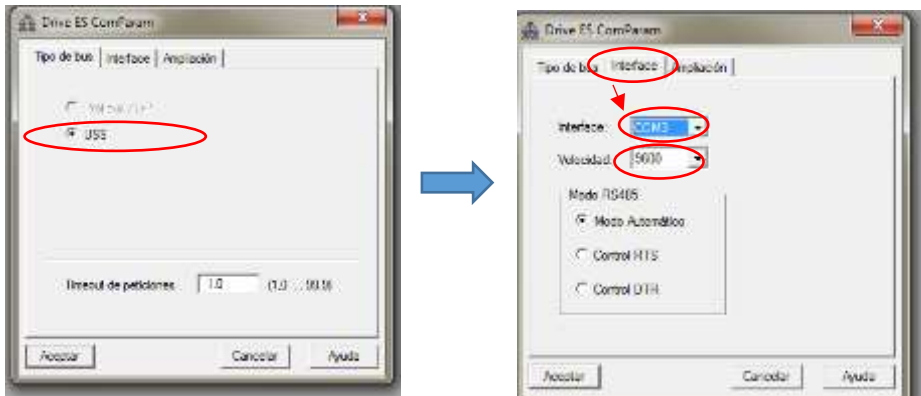
Se pueden conectar hasta un máximo de 30 convertidores a través del bus serie (es decir 31 convertidores en total) y controlarlos con el protocolo de bus serie USS.

Se configuro los parametros del variador a una velocidad de 9600 baudios (P2010) y se le asigno una direccion =2 (P2011).Estos datos son importantes debido a que en el software tambien se configura dicha velocidad.

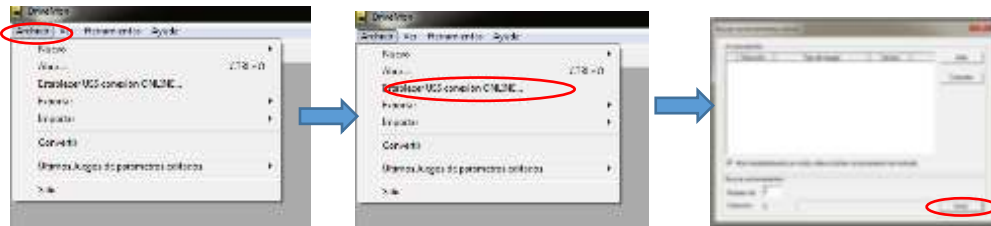
En el Drive Mon para configurar la velocidad y el puerto COM por el cual nos vamos a comunicar nos iremos a la siguiente ventana “herramientas”>>”preferencias online”



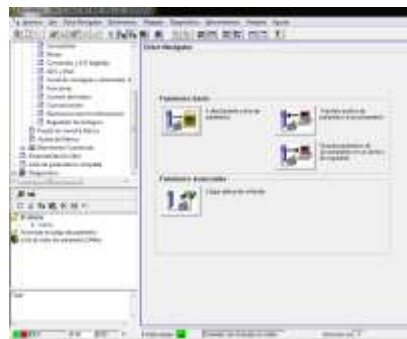
En este apartado desplegara una ventana como la siguiente en la cual, vamos a poner la dirección y el puerto COM.



Para terminar la configuración de la comunicación lo que se realizo es una búsqueda a través de la "red", como se muestra en las imágenes siguientes.

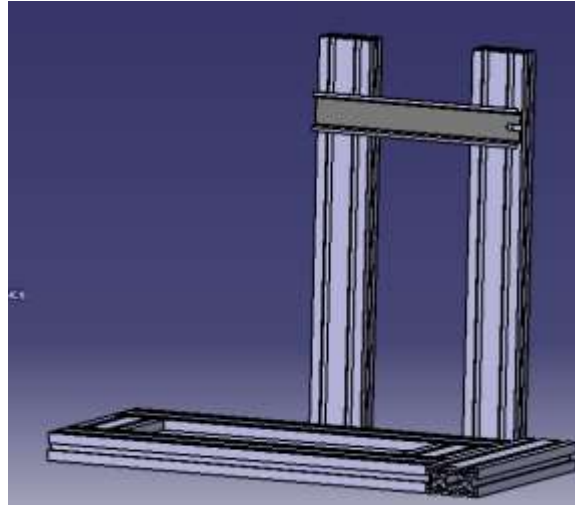


Con esto nos manda a la ventana principal y ya podemos configurar los parámetros.

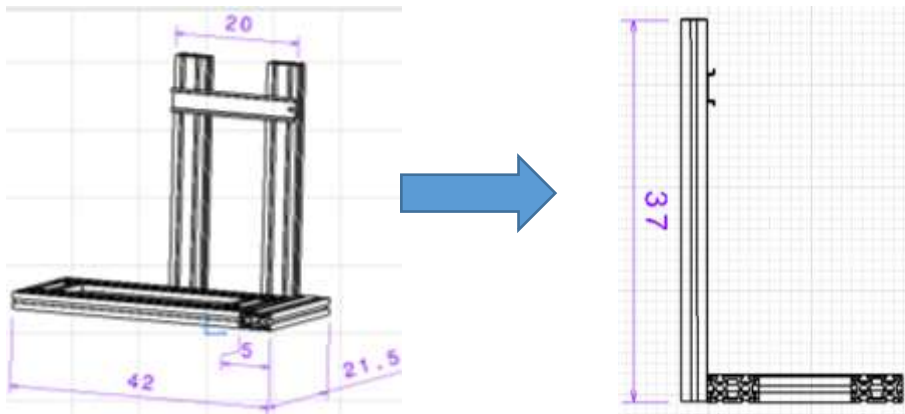


#### 4.2.2 descripción de las pruebas, correcciones y validación.

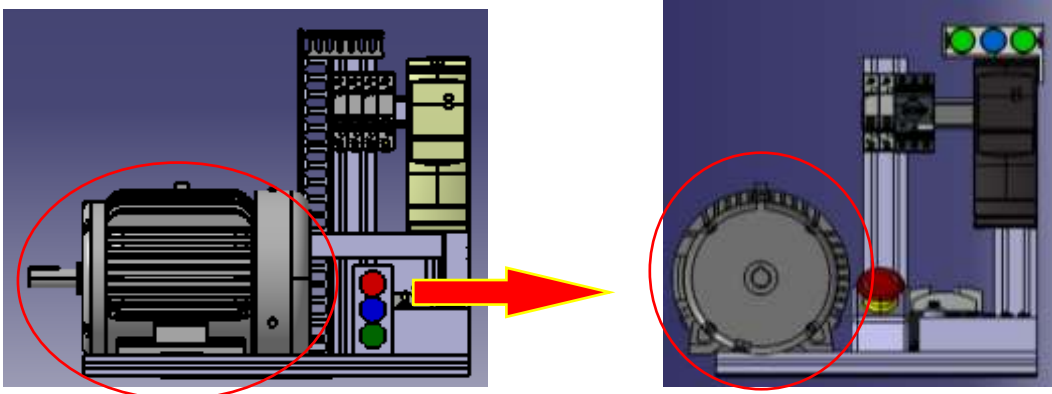
El tablero de control sufrió modificaciones, la primera en realizarse fue en el diseño físico esto con la finalidad de utilizar menos aluminio estructural (ITEM). Es decir las dimensiones del tablero se redujeron.



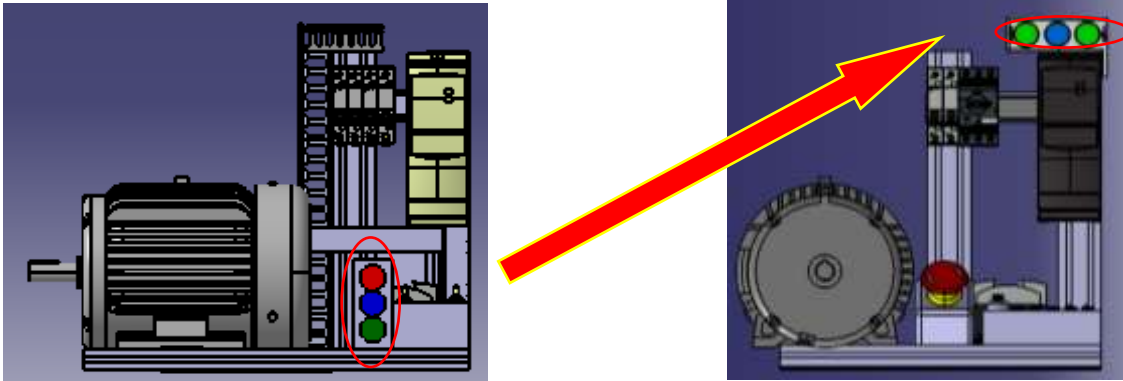
El diseño representado en un plano se ve de la siguiente manera.



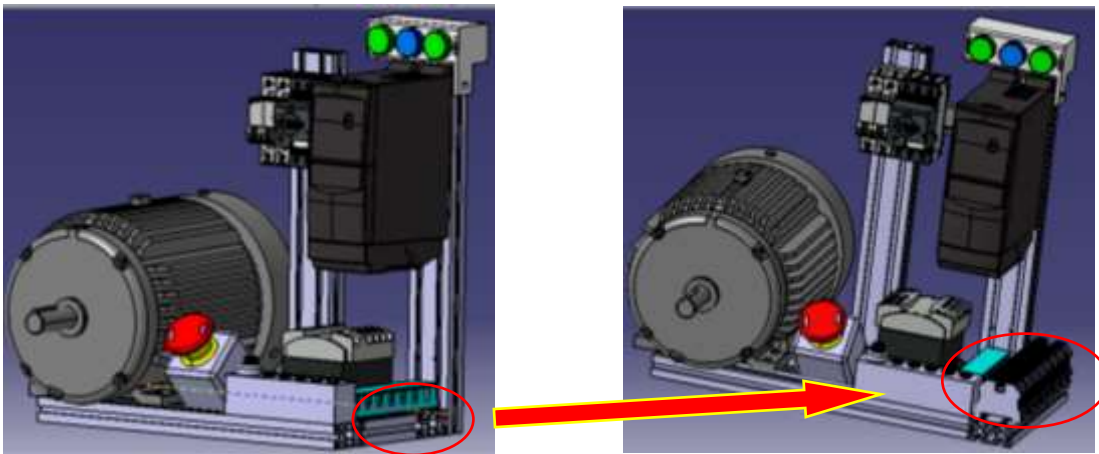
Se cambio la posición del motor quedando con esto, tal como muestra la siguiente imagen.



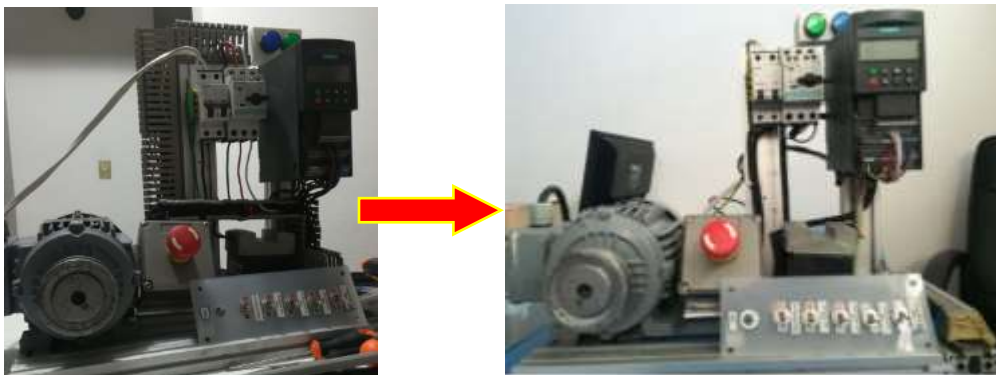
También se cambió la ubicación de las lámparas indicadoras, ubicándolas por la parte de arriba del perfil, con la finalidad de que dichas indicadores estén más visibles para el operario.



La implementación de clemas para conexión fue una modificación extra esto para que el operario del variador puede hacer modificaciones en las entradas y salidas digitales, estas clemas de conexión solo son para el área de control.



Otra modificación notable que se realizó fue reemplazar las canaletas por cable de tipo cordón por uso rudo 3X14 AWG para la etapa de potencia, mientras que para las señales de entrada y salida tanto digital como analógicas, se utilizó cable de control de 20 hilos. Al realizar estos cambios el tablero quedó más estético y se ahorró material, al no usarse las canaletas.





## Capítulo 5

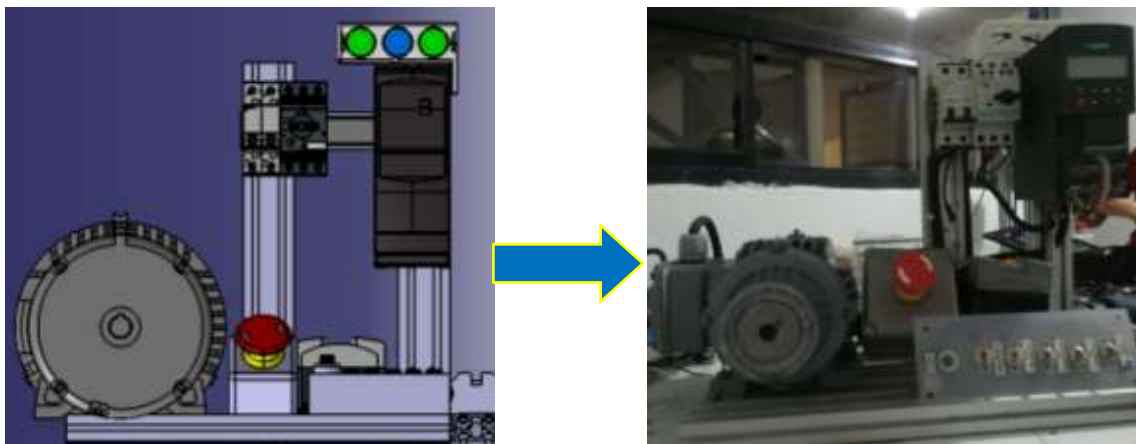
### 5.1 Resultados

El tablero de control que se realizó cumple todas las expectativas, gracias al uso del software de diseño mecánico CATIA v5, se pudo obtener las medidas exactas para que el tablero de control sea ergonómico sin descuidar la parte estética.



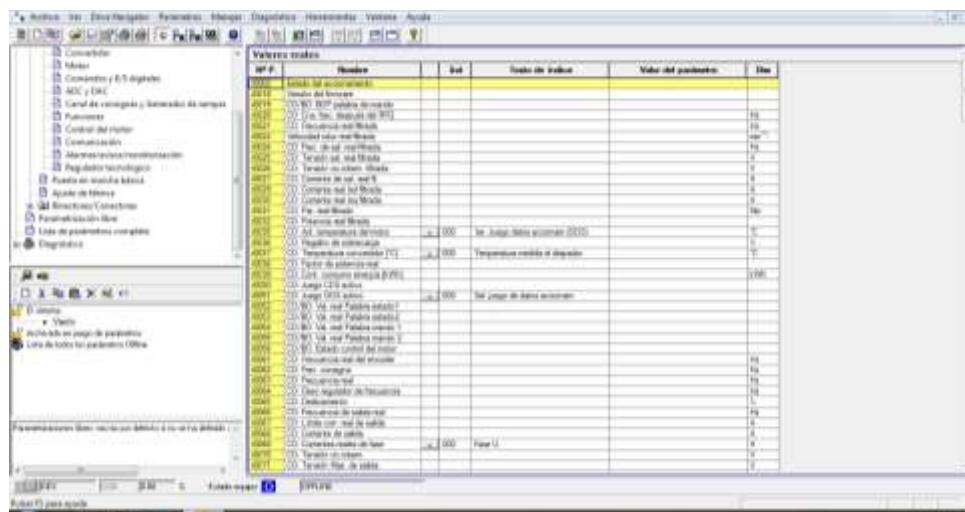
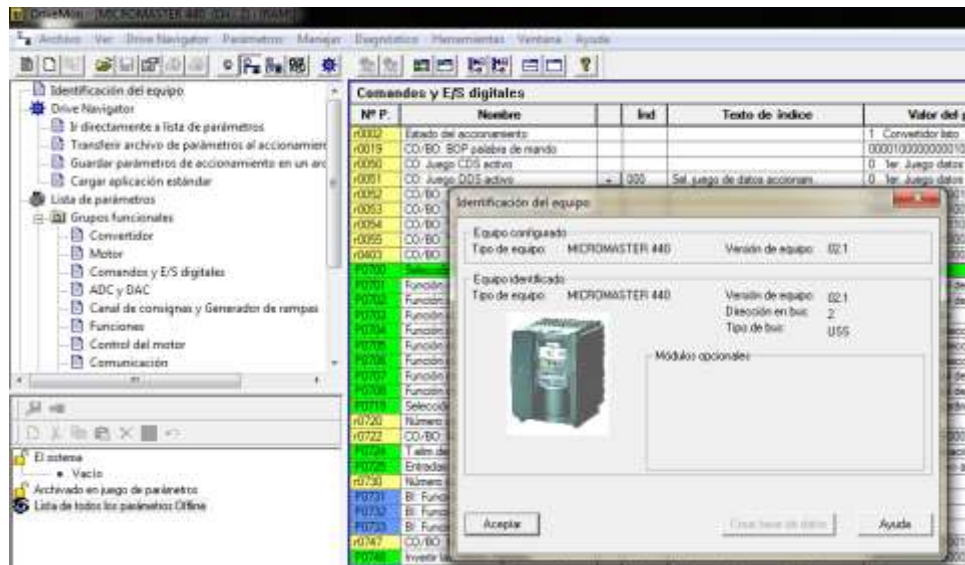
Gracias a su tamaño compacto este tablero de control puede ser transportado a cualquier lugar donde se le requiera, además que con la alimentación de todo el tablero es de 127 Vca este se puede conectar en casi cualquier lugar.

El variador de frecuencia se conectó a un motor de 0.5 HP el cual se le pueden configurar diferentes parámetros, según las prácticas o clases a las que se quiera someter esto con la ayuda del software.



Se logró la comunicación USS entre el variador de frecuencia digital y una PC para así poder parametrizar el MICROMASTER 440 desde el software Drive Monitor por medio de la interfaz RS485. La cual consiste en un adaptador de USB a RS485 en donde por medio de un par de cables de control nos conectamos a la terminal 29 y 30 del variador de frecuencia.

Desde el software es posible monitorear diferentes variables tanto del motor como del convertidor de frecuencia.



## 5.2 Conclusiones

Durante la construcción de este tablero se pudo comprobar la versatilidad que un variador nos ofrece, con las distintas aplicaciones que el operario pueda darle con la correcta parametrización del MICROMASTER 440.

El tablero desarrollado es una herramienta muy útil para el entrenamiento de los usuarios, debido a que ellos se familiarizan con los dispositivos eléctricos instalados y sus respectivas conexiones, además que explotan el potencial del MICROMASTER 440 con sus diferentes parámetros, en la forma local o remota.

Se logró comprender el funcionamiento del variador MICROMASTER 440 el uso de sus entradas y salidas digitales, la variedad de sus aplicaciones que se pueden hacer en conjunto con el motor conectado, y con esto ofrecer una mejor capacitación al usuario.

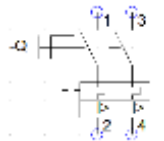
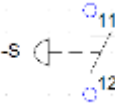


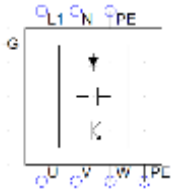

Durante el tiempo que realice mi residencia profesional obtuve experiencia en muchas áreas importantes como profesional: adaptarte a un horario de trabajo fue una de las principales al tener que cumplir con cierto número de horas por día o por semana; trabajar en equipo fue

fundamental para poder finalizar los proyectos que la empresa nos solicitaba; trabajar bajo presión es algo que a nivel laboral es súper importante saber manejar, debido a que los jefes inmediatos siempre estarán exigiendo la entrega de proyectos en tiempo y forma, para no detener algún proceso o producción.




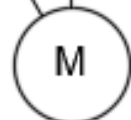

## 6. Referencias Bibliográficas.

- [1] Universidad Tecnológica Nacional de Avellaneda, *Variadores de frecuencia*, avellaneda: ingeniería eléctrica.
- [2] quiminet, «quiminet.net,» 16 jun 2011. [En línea]. Available: <https://www.quiminet.com/articulos/que-es-un-variador-de-frecuencia-y-como-es-que-funciona-60877.htm>. [Último acceso: agosto 2018].
- [3] AITOR, «ERENOVABLE.COM,» 19 noviembre 2017. [En línea]. Available: <https://erenovable.com/como-funciona-un-motor-electrico/>. [Último acceso: agosto 2018].
- [4] EcuRed, «EcuRed,» 15 MAYO 2013. [En línea]. Available: [https://www.ecured.cu/Motor\\_el%C3%A9ctrico\\_trif%C3%A1sico](https://www.ecured.cu/Motor_el%C3%A9ctrico_trif%C3%A1sico). [Último acceso: 15 11 2018].
- [5] i. B. B. Garcia, «CECYT#7,» [En línea]. Available: <http://www.academico.cecyl7.ipn.mx/FisicalV/unidad1/transformador.htm>. [Último acceso: 20 11 2018].
- [6] P. Garcias, «aluminio industrial,» 09 03 2018. [En línea]. Available: <https://aluminioindustrial.mx/como-se-fabrican-los-perfiles-de-aluminio/>. [Último acceso: 24 10 2018].
- [7] comparoman, «comparoman,» 25 04 2015. [En línea]. Available: <https://comparoman.blogspot.com/2015/04/riel-din-para-montaje-de-componentes-de.html>. [Último acceso: 24 10 2018].
- [8] J. P. Porto, 2017. [En línea]. Available: <https://definicion.de/disuntor/>. [Último acceso: 26 10 2018].
- [9] NIVIHE, «NIVIHE Distribuidor Oficial de Siemens,» [En línea]. Available: <https://motores-electricos.com.ar/que-es-un-guardamotor/>. [Último acceso: 25 10 2018].
- [10] N. G. f. Saboya, «Normas de comunicación en serie: RS-232, RS-422 Y RS-485,» *INGENIO Libre*, pp. 86-92, 2012.

## Anexos

Simbología	Elemento	Descripción
	Disyuntor Bi-polar	Disyuntor bi-polar de 3A nominal marca siemens
	Botón paro de emergencia	botón paro de emergencia con un contacto normalmente cerrado
	transformador de potencial	transformador elevador de potencial: 127 V lado baja; 440 V lado alta
	Guarda-motor	guarda motor marca siemens, Sirius 3R
	Variador de frecuencia digital	variador de frecuencia digital MICROMASTER 440
	Motor	Motor asíncrono trifásico marca WEG

Anexo 1 simbología, circuito de potencia

Simbología	Elemento	Descripción
	Potenciómetro	Resistencia variable de 10K Ohms
	Toogle Switch	toogle Switch utilizados como entradas digitales y poder controlar el variador de frecuencia
	Indicadora	Luz indicadora LED de 24Vcd.
	motor	motor asíncrono trifásico marca WEG
	BOP	Panel Básico de Operaciones, se puede parametrizar al variador desde este elemento

Anexo 2 .simbología del circuito de control

### Micromaster 440



Anexo 3 variador de frecuencia utilizado



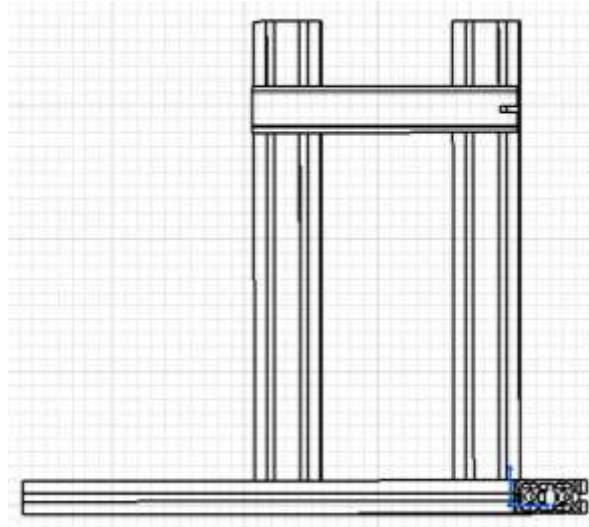
Anexo 4 Datos de placa del variador de frecuencia



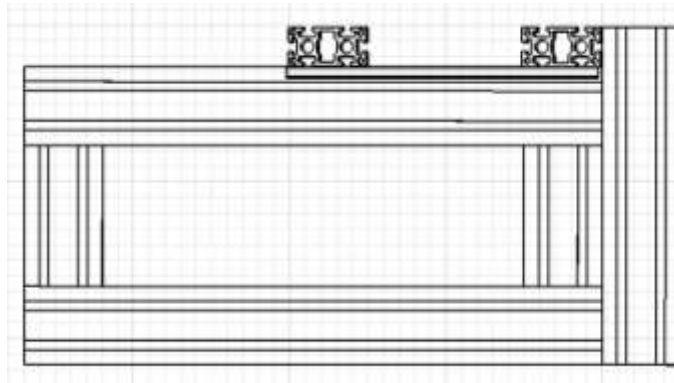
Anexo 5 Datos de placa del motor



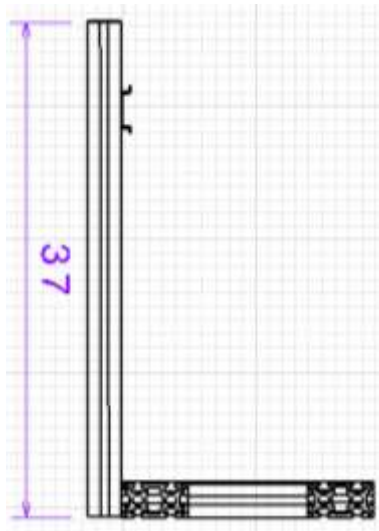
Anexo 6 Guardamotor instalado



Anexo 7 vista frontal de la estructura

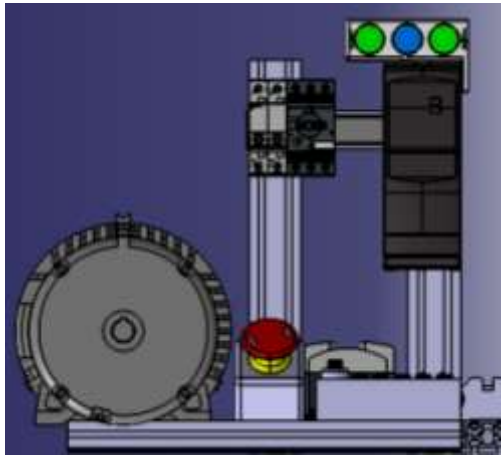


Anexo 8 Vista superior de la estructura

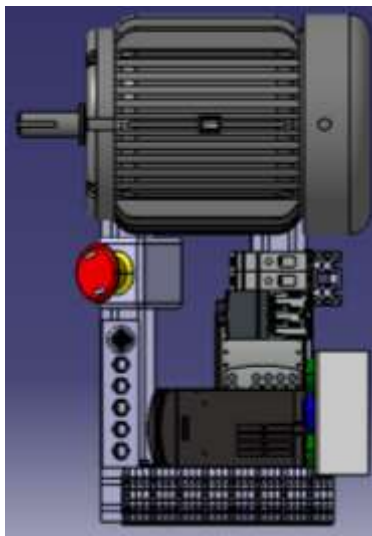


Anexo 9 vista lateral izq. de la estructura

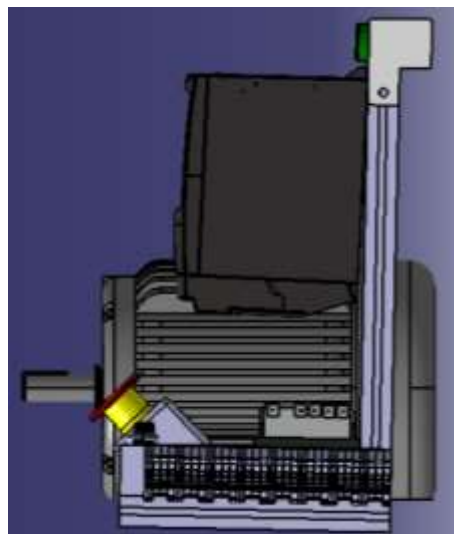




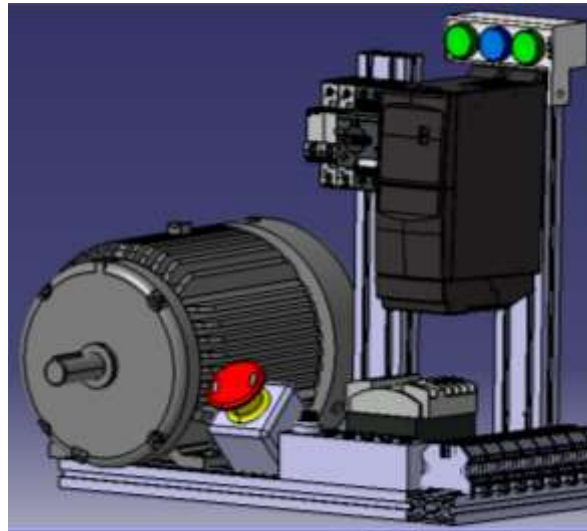
*Anexo 10 Vista frontal del tablero*



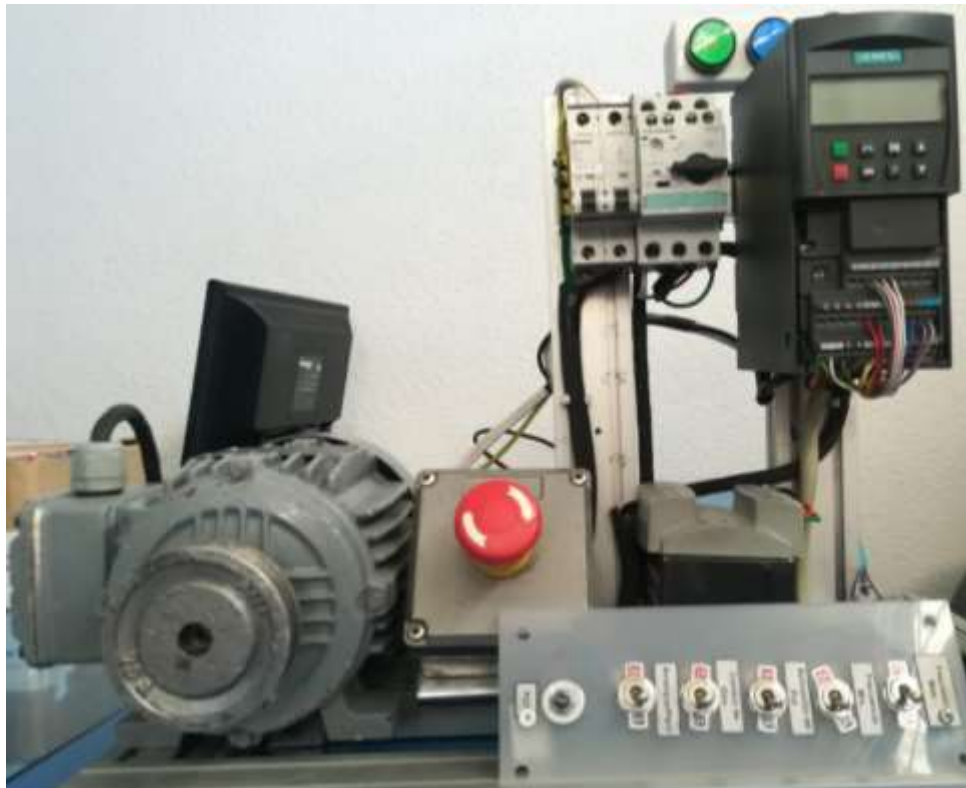
*Anexo 11 Vista superior del tablero*



*Anexo 12 vista lateral derecha del tablero*



*Anexo 13 Vista Isométrica del tablero*



*Anexo 14. Foto del tablero terminado*