

**MÓDULO DIDÁCTICO CON AUTOMATA PROGRAMABLE PARA CONTROL DE  
MOTORES DE CORRIENTE ALTERNA**

**JULIAN MONSALVE SOFAN  
JEISON ANDRES VIDAL DURANGO**

**INSTITUCIÓN UNIVERSITARIA PASCUAL BRAVO  
FACULTAD DE INGENIERIA  
TECNOLOGÍA EN ELECTRONICA  
MEDELLÍN  
2018**

**MÓDULO DIDÁCTICO CON AUTOMATA PROGRAMABLE PARA CONTROL DE  
MOTORES DE CORRIENTE ALTERNA**

**JULIAN MONSALVE SOFAN  
JEISON ANDRES VIDAL DURANGO**

**Trabajo de grado para optar al título de Tecnólogo en Electrónica**

**Asesor**

**Edgar Alberto Betancur Cataño  
Especialista en administración de la tecnología educativa**

**Carlos Mario Moreno Paniagua  
Ingeniero eléctrico**

**INSTITUCIÓN UNIVERSITARIA PASCUAL BRAVO  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
TECNOLOGÍA EN ELECTRONICA  
MEDELLÍN  
2018**

## **Agradecimientos**

Damos gracias a nuestros padres que nos dieron la vida, la educación y sabiduría que nos permitió tener el enfoque y a si culminar este proyecto. A los ingenieros Edgar y Carlos Mario por su constante acompañamiento y orientación en este proyecto lo cual sin el conocimiento aportado por ellos este proyecto no hubiera sido posible.

## Contenido

	Pág.
Contenido .....	4
Lista de Figuras .....	6
Lista de tablas.....	7
Lista de Anexos.....	8
Resumen.....	9
Abstract .....	10
Glosario.....	11
Introducción .....	12
1. Planteamiento del problema.....	13
1.1 Descripción.....	13
1.2 Formulación.....	13
2. Justificación.....	14
3. Objetivos.....	15
3.1 Objetivo general .....	15
3.2 Objetivos específicos.....	15
4. Marco teórico.....	16
4.1. Fuentes de energía eléctrica.....	16
4.2 Fuentes de polarización .....	18
4.3 Accesorios eléctricos.....	20
4.3.1 Breakers o interruptores automáticos.....	20
4.3.2 Relé electromecánico. ....	21
4.3.3 Borneras.. ....	23
4.3.4 Contactores.....	24

4.4. El autómata AMP1-E .....	27
4.5 Software Mgdmod .....	30
4.6 Relé de estado sólido .....	31
4.7 Variador de frecuencia .....	32
4.8 Motores monofásicos.....	34
4.9 Motor eléctrico trifásico. ....	37
5 Metodología .....	40
5.1 Tipo de proyecto.....	40
5.2 Método .....	40
5.3 Población y Muestra.....	40
5.4 Instrumentos de recolección de información .....	40
5.4.1 Fuentes primarias: .....	40
5.4.2 Fuentes Secundarias .....	41
6 Resultados .....	42
7 Conclusiones .....	51
8 Recomendaciones .....	52
9 Referencias Bibliográficas .....	53
10 Anexos.....	55

## Lista de Figuras

	<b>Pág.</b>
<i>Figura 1.</i> Diagrama de bloques.....	16
<i>Figura 2</i> Corriente alterna.....	17
<i>Figura 3</i> Fuente de alimentación conmutada.....	18
<i>Figura 4</i> Breaker o disyuntor. ....	21
<i>Figura 5</i> Rele electromecánico .....	22
<i>Figura 6</i> Bornera.....	23
<i>Figura 7</i> Contactor .....	24
<i>Figura 8</i> Autómata programable AMP1-E .....	28
<i>Figura 9</i> Interfaz HMI para el AMP1-E .....	29
<i>Figura 10</i> Interfaz Mgdmod.....	30
<i>Figura 11</i> Relé de estado solido.....	31
<i>Figura 12</i> Variador de frecuencia .....	33
<i>Figura 13.</i> Diagrama de un sistema VFD .....	34
<i>Figura 14.</i> Rotor Jaula de Ardilla .....	35
<i>Figura 15.</i> Motor Monofásico de Espira en Cortocircuito .....	36
<i>Figura 16</i> Conexión de los motores trifásicos y sus potencias nominales .....	37
<i>Figura 17.</i> Rotor de un Motor.....	38
<i>Figura 18.</i> Motor Trifásico .....	39
<i>Figura 19.</i> Recuperación de Elementos .....	42
<i>Figura 20.</i> Tablero Pintado .....	43
<i>Figura 21.</i> Tablero con Componentes Fijados.....	43
<i>Figura 22.</i> Modulo Didáctico con Autómata Programable .....	44
<i>figura 23.</i> Motor monofásico .....	46
<i>Figura 24.</i> Circuito del detector de cruce cero .....	48
<i>figura 25.</i> Motor Trifásico.....	49

**Lista de tablas**

<i>Tabla 1</i> Características del motor monofásico.....	45
--	----

## **Lista de Anexos**

Anexo A. Link de descarga del MGDMOD software para programar autómata .....	55
Anexo B. Data chip autómata AMP-1E .....	56



## Resumen

### **MÓDULO DIDÁCTICO CON AUTOMATA PROGRAMABLE PARA CONTROL DE MOTORES DE CORRIENTE ALTERNA**

**JEISON ANDRES VIDAL DURANGO**

**JULIAN MONSALVE SOFAN**

El proyecto consiste en un módulo didáctico con autómata programable para que los estudiantes de la asignatura de electrónica industrial puedan realizar con mayor facilidad sus prácticas AC. Luego de observar los problemas que se presentan cuando se requiere realizar prácticas, se decidió implementar este módulo didáctico que consta de un sistema eléctrico alimentado a 220Vac, con sistemas de protección, dispositivos de entrada manuales y de teclado, un sistema electrónico de control lógico programable, una interfaz de potencia y los actuadores como motor AC monofásico y motor AC trifásico.

El modulo dispondrá de prácticas muy utilizadas cuando se trata de motores AC, también se buscó prácticas que se asemejen a lo que el estudiante encontrara en la industria, contara con un control en secuencia programado desde el autómata.

Tendrá un control por ciclos para variar la potencia de un motor monofásico, un control más interno denominado el control de fase de estática con el fin de variar la potencia de un motor monofásico y para un motor trifásico se variara la velocidad del motor con inversor de giro a través de accionamiento electromecánico y con el variador o inversor

***Palabras claves:*** energía eléctrica, accesorios eléctricos, autómata programable, actuadores

## **Abstract**

### **MÓDULO DIDÁCTICO CON AUTOMATA PROGRAMABLE PARA CONTROL DE MOTORES DE CORRIENTE ALTERNA**

**JEISON ANDRES VIDAL DURANGO**

**JULIAN MONSALVE SOFAN**

The project consists of a didactic module with programmable automata so that the students of the subject of industrial electronics can carry out their AC practices more easily. After observing the problems that arise when practical work is required, this didactic module can be implemented, consisting of an electrical system powered at 220Vac, with protection systems, manual and keyboard input devices, an electronic programmable logic control system, a power interface and the actuators as single phase AC motor and three phase AC motor.

The module has widely used practices when it comes to AC motors, it also looks for practices that resemble that the student is in the industry, is counted with a control in the sequence programmed from the PLC.

It will have a control by cycles to vary the power of a single-phase motor, a more internal control to know the phase control of the static in order to vary the power of a single-phase motor and for a three-phase motor the speed of the motor with inverter will vary of rotation through the electromechanical drive and with the inverter or inverter

**Keywords:** electric power, electrical accessories, programmable automaton, actuators

## Glosario

**Energía eléctrica:** Se denomina energía eléctrica a la forma de energía que resulta de la existencia de una diferencia de potencial entre dos puntos, lo que permite establecer una corriente eléctrica entre ambos cuando se los pone en contacto por medio de un conductor eléctrico. La energía eléctrica puede transformarse en muchas otras formas de energía, tales como la energía lumínica o luz, la energía mecánica y la energía térmica (wikipedia, wikipedia, 2018)

**Accesorios eléctricos:** Se suele llamar accesorio a todo aquel elemento que forma parte de un sistema o de una máquina, una vez definida esta como producto o subproducto básico. Sirve para que la misma ejecute o no la función para la que se prepara. También se define como aquel complemento de un sistema predeterminado (tienen que ser compatibles) y necesario para realizar funciones ejecutadas por medio de la conexión de sistema como accesorio. (wikipedia, wikipedia, 2018)

**Autómata programable:** En electrónica un autómata es un sistema secuencial, aunque en ocasiones la palabra es utilizada también para referirse a un robot. Puede definirse como un equipo electrónico programable en lenguaje no informático y diseñado para controlar, en tiempo real y en ambiente industrial, procesos secuenciales. (wikipedia, wikipedia, 2018)

**Actuador:** Un actuador es un dispositivo capaz de transformar energía hidráulica, neumática o eléctrica en la activación de un proceso con la finalidad de generar un efecto sobre un proceso automatizado. (wikipedia, wikipedia, 2018)

## Introducción

En la tecnología en electrónica de la Institución Universitaria Pascual Bravo, una de las materias más importantes consideramos que es Electrónica Industrial. Al cursar esta asignatura y ver lo importante que es para la formación de los estudiantes, empezamos a observar cómo se podría mejorar y nos dimos cuenta que en la institución no existe un módulo con autómatas programables para realizar las diferentes prácticas con motores de corriente alterna. Con lo costoso que son algunos materiales para los laboratorios de esta materia a muchos estudiantes no les era posible traerlos a clase, al ver esta problemática buscamos la forma de integrar la mayoría de componentes que se necesitan en estos laboratorios de corriente alterna, ahorrando tiempo y dinero en los laboratorios para los estudiantes.

Con la integración de un autómata programable también se profundizará a un más en la industria, logrando así que los estudiantes salgan mejor preparados al campo laboral, teniendo un conocimiento más amplio de los autómatas, sus conexiones y su programación.

Ya que dicho autómata es reprogramable, el profesor podrá modificar las prácticas planteando así problemas nuevos y con un nivel de conocimiento cada vez mayor, conocimiento que va a ir obtenido el estudiante debido al completo módulo que tendrá su disposición.

## 1. Planteamiento del problema

Actualmente en la asignatura de electrónica industrial II no se cuenta con módulos didácticos que integren autómatas programables, en los cuales hacer diferentes las prácticas en corriente alterna

### 1.1 Descripción

En el semestre 2018-1 en la asignatura electrónica industrial II, identificamos la necesidad de módulos didácticos de corriente alterna, si bien en el laboratorio hay existencia de módulos para laboratorios de potencia, no son tan completos para ejecutar las diferentes prácticas con corriente alterna, dado lo anterior relacionamos las principales limitaciones de la situación actual:

- a) la falta de materiales para realizar las prácticas.
- b) En la realización de los laboratorios, se requieren varias secciones para realizar una práctica exitosa.
- c) El tiempo limitado de la mayoría de los estudiantes, dado que por su jornada laboral, sitios de desplazamiento, situación económica entre otros, no logran comprar los materiales, lo cual dificulta que a la hora de la ejecución no se logre el objetivo de las prácticas de laboratorio al 100%.

### 1.2 Formulación

¿Al implementar el módulo didáctico con autómata programable para corriente alterna mejoraremos la calidad y los tiempos de las prácticas de laboratorio de la asignatura electrónica industrial II?

## 2. Justificación

Implementar este módulo beneficiaría todas las personas que van a cursar la materia de electrónica industrial II, que quieran hacer control con corriente alterna en los laboratorios del pascual bravo al poder controlar motores trifásicos y monofásicos tendríamos una práctica con un alto grado en aprendizaje gracias a que el modulo tiene integrado una autómata programable.

Buscar eficiencia y la formación completa de los estudiantes de la institución universitaria Pascual Bravo en la materia electrónica industrial II, con el mejoramiento de las prácticas de laboratorio con corriente alterna , mejorando cada una de estas prácticas en tiempo de realización ya en un bloque de 4 horas se está elaborando una práctica de laboratorio con este proyecto se desarrollarían 2 o más prácticas de laboratorio en un bloque de 4 horas y a su vez reduciendo el gasto económico con una herramienta fácil de usar y comprender para cualquier estudiante.

Los estudiantes del pascual bravo contarían con un módulo didáctico con autómata programable con elementos muy similares a los que encontramos en las industrias en general con esto se busca que los estudiantes tengan una formación optima empezar con su vida laboral.

### **3 Objetivos**

#### **3.1 Objetivo general**

Implementar un módulo didáctico de corriente alterna con autómatas programables para la asignatura de Electrónica industrial II.

#### **3.2 Objetivos específicos**

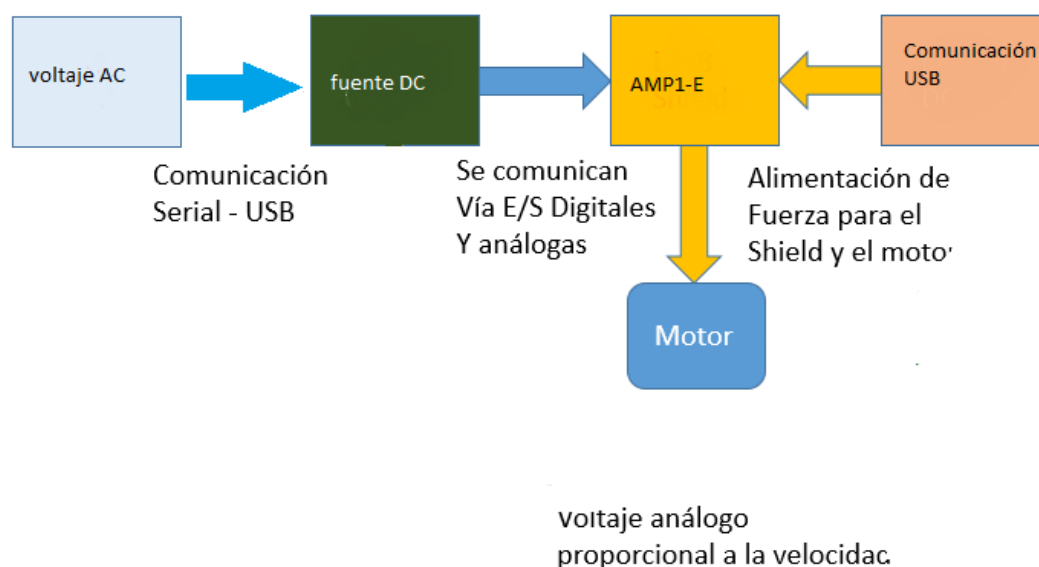
Diseñar y construir gabinete de control.

Integrar un autómata programable con un tablero de control.

Instalar sistema de interfaz hombre maquina por medio de cable usb.

## 4 Marco teórico

El módulo didáctico consiste en un gabinete de control de motores que reciben energía eléctrica AC 60Hz que llegan de un sistema de protección general para distribuir a los accesorios de potencia como son los contactores trifásicos y al relé de estado sólido AC, además alimenta la fuente de polarización en DC, para el sistema de control o autómatas y a los dispositivos como pulsadores, potenciómetros y los relés electromecánicos.



*Figura 1.* Diagrama de bloques  
Fuente: Extraído Diseño propio

### 4.1. Fuentes de energía eléctrica

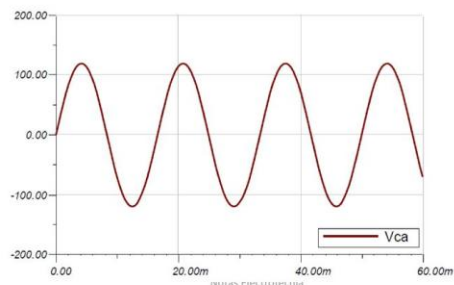
Las fuentes de energía eléctrica, una forma de energía fácilmente utilizable, pueden utilizarse varias formas, basadas en sus energías primarias. Un paradigma es utilizar energía de la naturaleza. En el transcurso de la historia, la humanidad ha logrado diversos progresos en el control, la producción y el almacenamiento de tipos o formas de energía cada vez más complejos y de mayor eficacia y que son fundamentales para el desarrollo de las actividades económicas.



Las fuentes de energía provienen de la naturaleza y, según su origen y cómo son utilizadas, se clasifican en autorrenovables, renovables con intervención humana y no renovable.

### Corriente Alterna

- Magnitud de la fuente varía de una forma definida entre dos niveles de tensión.
- Generación eléctrica AC son de ondas de tipo senoidal. En América se genera electricidad a 60Hz y en Europa a 50Hz.



*Figura 2* Corriente alterna

Fuente: Extraído de <https://slideplayer.es/slide/12263255/>

Fuentes de energía inagotables. Son elementos de la naturaleza que se renuevan permanentemente mediante procesos naturales o que por su gran abundancia se pueden considerar inagotables. Por ejemplo, la radiación solar, los vientos, el movimiento del agua (en la corriente de un río o en las mareas, las lluvias y las nevadas), el calor del interior de la Tierra. Estas fuentes son consideradas autorrenovables porque el uso continuo por parte de las actividades humanas no produce su agotamiento.

Fuentes de energía renovables sin intervención humana. Son los recursos naturales de composición orgánica – tanto vegetales como humanos-, que pueden ser renovados y acrecentados por la acción natural. Tal es el caso de biomasa, que es la cantidad de materia orgánica que constituye a los seres vivos, el metano emitido por ciertos residuos animales; por ejemplo, la biomasa que forma un bosque puede ser renovada mediante la reforestación.

Fuentes de energía no renovables. Son recursos naturales y de composición orgánica que se formaron en procesos naturales complejos y largos (durante 2 o 5 millones de años). Los más conocidos son los combustibles fósiles, como el carbón vegetal y los hidrocarburos (petróleo y gas), y otros minerales, como el uranio (que se utiliza en la producción de energía nuclear), la

oxidación de ciertos metales, procesos químicos,... Se consideran no renovables porque, a medida que se utilizan, disminuye su volumen y no es posible restablecerlo con la acción humana o en procesos naturales que duren menos que los tiempos geológicos para que puedan ser utilizados por las personas. (wikipedia, wikipedia, 2018)

## 4.2 Fuentes de polarización

También son llamadas fuentes de alimentación, son un dispositivo que convierte la tensión alterna de la red de suministro, en una o varias tensiones, prácticamente continuas, que alimentan los distintos circuitos del aparato electrónico al que se conecta (ordenador, televisor, impresora, router, etc.).

Las fuentes de alimentación, para dispositivos electrónicos, pueden clasificarse básicamente como fuentes de alimentaciones lineales y conmutadas. Las lineales tienen un diseño relativamente simple, que puede llegar a ser más complejo cuanto mayor es la corriente que deben suministrar, sin embargo su regulación de tensión es poco eficiente. Una fuente conmutada, de la misma potencia que una lineal, será más pequeña y normalmente más eficiente pero será más compleja y por tanto más susceptible a averías.



*Figura 3* Fuente de alimentación conmutada

Fuente: Extraído <https://silverfenix7.wordpress.com/2010/04/25/diferencias-entre-una-fuente-de-alimentacion-generica-y-una-de-calidad/>

Las fuentes lineales siguen el esquema: transformador, rectificador, filtro, regulación y salida. En primer lugar el transformador adapta los niveles de tensión y proporciona aislamiento galvánico. El circuito que convierte la corriente alterna en continua se llama rectificador, después suelen llevar un circuito que disminuye el rizado como un filtro de condensador. La regulación, o estabilización de la tensión a un valor establecido, se consigue con un componente denominado regulador de tensión. La salida puede ser simplemente un condensador. Esta corriente abarca toda la energía del circuito, esta fuente de alimentación deben tenerse en cuenta unos puntos concretos a la hora de decidir las características del transformador.

La fuente conmutada es un dispositivo electrónico que transforma energía eléctrica mediante transistores en conmutación. Mientras que un regulador de tensión utiliza transistores polarizados en su región activa de amplificación, las fuentes conmutadas utilizan los mismos conmutándolos activamente a altas frecuencias (20-100 Kilociclos típicamente) entre corte (abiertos) y saturación (cerrados). La forma de onda cuadrada resultante es aplicada a transformadores con núcleo de ferrita (Los núcleos de hierro no son adecuados para estas altas frecuencias) para obtener uno o varios voltajes de salida de corriente alterna (CA) que luego son rectificadas con diodos rápidos) y filtrados inductores y condensadores para obtener los voltajes de salida de corriente continua (CC). Las ventajas de este método incluyen menor tamaño y peso del núcleo, mayor eficiencia y por lo tanto menor calentamiento.

Las desventajas comparándolas con fuentes lineales es que son más complejas y generan ruido eléctrico de alta frecuencia que debe ser cuidadosamente minimizado para no causar interferencias a equipos próximos a estas fuentes. Las fuentes conmutadas tienen por esquema: rectificador, conmutador, transformador, otro rectificador y salida. La regulación se obtiene con el conmutador, normalmente un circuito PWM Pulse Width Modulation que cambia el ciclo de trabajo. Aquí las funciones del transformador son las mismas que para fuentes lineales pero su posición es diferente. El segundo rectificador convierte la señal alterna pulsante que llega del transformador en un valor continuo. La salida puede ser también un filtro de condensador o uno del tipo LC. Las ventajas de las fuentes lineales son una mejor regulación, velocidad y mejores características EMC. Por otra parte las conmutadas obtienen un mejor rendimiento, menor coste y tamaño. (ecured, 2018)

### 4.3 Accesorios eléctricos.

**4.3.1 Breakers o interruptores automáticos.** Un Disyuntor, interruptor Automático (España), Breaker o Pastilla (México), es un aparato capaz de interrumpir o abrir un circuito eléctrico cuando la intensidad de la corriente que por e circula excede de un determinado valor o en el que se ha producido un corto circuito, con el objetivo de no causar daños a los equipos eléctricos. A diferencia de los fusibles, que deben ser reemplazados tras un único uso, el disyuntor puede ser rearmado una vez localizado y reparado el daño que causo el disparo o desactivación automática. Se fabrican disyuntores de diferentes tamaños y características lo cual hace que se ampliamente utilizado en viviendas, industrias y comercios

Los parámetros más importantes que definen un disyuntor son:

**Calibre o Corriente Nominal:** corriente de trabajo para la cual está diseñado un dispositivo. Existen entre 5 A hasta 64 A

**Tensión de trabajo:** tensión para la cual está diseñada el disyuntor. Existen monofásico (230V) o trifásico (330V).

**Poder de corte:** intensidad máxima que el disyuntor puede interrumpir. Con mayores intensidades se pueden producir fenómenos de arco voltaico, fusión y soldadura de materiales que impedirán la apertura del circuito.

**Poder de cierre:** intensidad máxima que puede circular por el dispositivo en el momento de cierre sin que esta sufra daños por choque eléctrico.

**Numero de polos:** número máximo de conductores que se pueden conectar al interruptor automático. Existen de uno, dos, tres y cuatro polos.



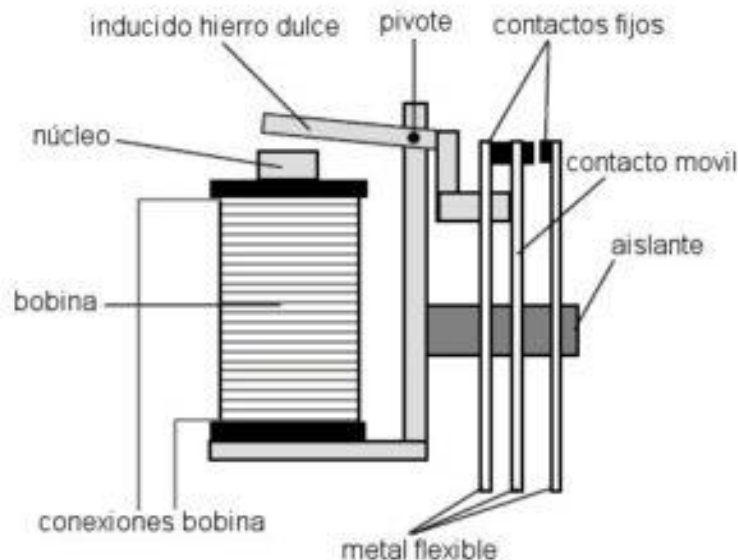
*Figura 4* Breaker o disyuntor.

Fuente: extraído <http://keenkontrol.com/breaker-bipolar/183/breaker-2-polos-32a>

El funcionamiento presente en los disyuntores térmicos y magneto térmicos. Está compuesto por un bimetálico calibrado por el que circula la corriente que alimenta la carga. Cuando esta es superior a la intensidad para la que está construido el aparato se calienta, se va dilatando y provoca que el bimetálico se arquee con lo que se consigue que el interruptor se abra automáticamente. Detecta las fallas por sobrecarga. Está conformado de un Solenoide o Electroimán, cuya fuerza de atracción aumenta con la intensidad de la corriente. Los contactos del interruptor se mantienen en contacto eléctrico por medio de un pestillo y cuando la corriente supera el rango permitido por el aparato, el Solenoide libera el pestillo separando los contactos por medio de un resorte. (scribd, 2018)

**4.3.2 Relé electromecánico.** El principal funcionamiento de un relé es el de activar, poner en marcha o encender algo mediante una señal eléctrica con una intensidad mucho menor que la intensidad que va a consumir el aparato o receptor que queremos encender o poner en marcha.

Una característica importante de los relés es que la parte que emite la señal para activar el relé está aislada de la parte del relé que pone en marcha o enciende el receptor.



*Figura 5* Relé electromecánico

Fuente: Extraído <https://www.infootec.net/rele-electromecanico/>

El relé electromagnético es uno de los relés más utilizados, las partes principales son:

La bobina - La bobina de este relé es la encargada de generar una corriente inducida en el bobinado crear un campo magnético.

Conexiones de la bobina - Mediante estas conexiones daremos tensión a la bobina, normalmente serán tensiones de 12 voltios o 24 voltios en corriente continua.

Núcleo - El núcleo está situado en el interior de la bobina y se magnetiza con la intención de atraer la parte metálica llamada hierro inducido.

Hierro inducido - El hierro inducido se moverá atraído por el núcleo y provocará la unión de los contactos abiertos.

Contactos abiertos - Los contactos abiertos los utilizaremos para dar tensión al receptor que queramos hacer actuar. (infootec, infootec, 2018)

**4.3.3 Borneras.** Por definición, los bornes o bornas de conexión eléctrica son los contactos que se utilizan para derivar la energía producida por una pila hacia dispositivos como baterías, motores o u otros aparatos eléctricos. De este modo, los cables alimentan con electricidad a los terminales para permitir su funcionamiento óptimo. Las bornas de derivación son bornas especialmente diseñadas para redes eléctricas y sistemas de cableado de baja tensión que permiten la derivación de la corriente eléctrica hacia otro cable.



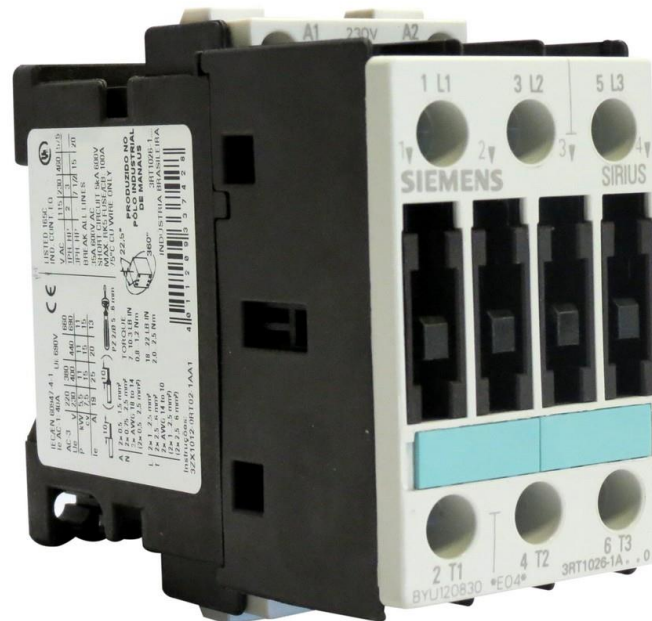
*Figura 6* Bornera

Fuente: Extraído <http://www.disai.net/producto/bornas-de-conexion/>

Las características de los conectores de perforación facilitan la creación de instalaciones muy seguras y eficientes. Estos dispositivos pinchan el cable sin necesidad de pelarlo y están fabricados con termoplástico reforzado con fibra de vidrio y junta de estanqueidad para resistir sin problemas la conexión eléctrica y las condiciones de intemperie.

Dependiendo de la borna de conexión elegida, ésta se podrá sumergir o únicamente se podrá mojar, conteniendo todas ellas tornillería sin potencial muy resistente a la corrosión. Las bornas subterráneas pueden ser sumergidas y tienen una mayor resistencia que las aéreas. (todoelectrico, 2018)

**4.3.4 Contactores.** Un contactor es un dispositivo con capacidad de cortar la corriente eléctrica de un receptor o instalación con la posibilidad de ser accionado a distancia, que tiene dos posiciones de funcionamiento: una estable o de reposo, cuando no recibe acción alguna por parte del circuito de mando, y otra inestable, cuando actúa dicha acción. Este tipo de funcionamiento se llama de "todo o nada".



*Figura 7* Contactor

Fuente: extraído <https://www.vidri.com.sv/producto/58303/Contactor-sirius-25-amperios.html>

Se clasifica de la siguiente manera:

- Contactores electromagnéticos. Su accionamiento se realiza a través de un electroimán.
- 
- Contactores electromecánicos. Se accionan con ayuda de medios mecánicos.
- 
- Contactores neumáticos. Se accionan mediante la presión de un gas.



- 
- Contactores hidráulicos. Se accionan por la presión de un líquido.

Un Contactor electromagnético está constituido de la siguiente manera:

Contactos principales. Son los destinados a abrir y cerrar el circuito de potencia. Están abiertos en reposo.

- Contactos auxiliares. Son los encargados de abrir y cerrar el circuito de mando. Están acoplados mecánicamente a los contactos principales y pueden ser abiertos o cerrados.

- 

- Bobina. Elemento que produce una fuerza de atracción (FA) al ser atravesado por una corriente eléctrica. Su tensión de alimentación puede ser de 12, 24 y 220V de corriente alterna, siendo la de 220V la más usual.

- 

- Armadura. Parte móvil del contactor. Desplaza los contactos principales y auxiliares por la acción (FA) de la bobina.

- 

- Núcleo. Parte fija por la que se cierra el flujo magnético. Es un muelle encargado de devolver los contactos a su posición de reposo una vez cesa la fuerza FA. tico producido por la bobina.

El funcionamiento de un contactor consiste en que los contactos principales se conectan al circuito que se quiere gobernar. Asegurando el establecimiento y cortes de las corrientes principales y según el número de vías de paso de corriente, será bipolar, tripolar, tetra polar, etc. realizándose las maniobras simultáneamente en todas las vías.

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

Cuando la bobina del contactor queda excitada por la circulación de la corriente, mueve el núcleo en su interior y arrastra los contactor principales y auxiliares, estableciendo a través de los polos el circuito entre la red y el receptor. Este arrastre o desplazamiento puede ser:

- Por rotación, pivote sobre su eje.
- 
- Por traslación, deslizándose paralelamente a las partes fijas.
- 
- Combinación de movimientos, rotación y traslación.

Cuando la bobina deja de ser alimentada, abre los contactos por efecto del resorte de presión de los polos y del resorte de retorno de la armadura móvil.

La bobina está concebida para resistir los choques mecánicos provocados por el cierre y la apertura de los contactos y los choques electromagnéticos debidos al paso de la corriente por sus espiras, con el fin de reducir los choques mecánicos la bobina o circuito magnético, a veces los dos se montan sobre amortiguadores.

Si se debe gobernar desde diferentes puntos, los pulsadores de marcha se conectan en paralelo y el de parada en serie.

Los bornes de conexión de los contactores se nombran mediante cifras o códigos de cifras y letras que permiten identificarlos, facilitando la realización de esquemas y las labores de cableado.

Los contactos principales se referencian con una sola cifra, del 1 al 16.

Los contactos auxiliares están referenciados con dos cifras. Las cifras de unidades o cifras de función indican la función del contacto:

- 1 y 2, contacto normalmente cerrados (NC).
- 
- 3 y 4, contacto normalmente abiertos (NA).

- 
- y 6, contacto de apertura temporizada.
- 
- y 8, contacto de cierre temporizado.

La cifra de las decenas indica el número de orden de cada contacto en el contactor. En un lado se indica a qué contactor pertenece.

Las bobinas de un contactor se referencian con las letras A1 y A2. En su parte inferior se indica a qué contactor pertenece.

El contactor se denomina con las letras KM seguidas de un número de orden.  
(profesormolina, 2018)

#### **4.4. El autómata AMP1-E**

Es un dispositivo micro electrónico versátil y de alto grado de conectividad, a continuación se describen las especificaciones que indica el fabricante:

- Basados en microcontrolador NXP de 8 y de 32 bits con almacenamiento no volátil.
- Entradas universales (Npn, Pnp, 4-20 mA, Vdc, Vac) configurables desde el software.
- Varias opciones de salidas (Transistor, Relevo, Triac) continuas (PWM) o discretas.
- Comunicaciones RS485 Modbus y programación por este mismo bus.
- Expansión con control centralizado y/o distribuido vía RS485 Mgdexp (Propietario).
- Comunicación con interfaz HMI vía cable ribbon 2x3 (Permite utilizar Tablet, PC, HMI).
- Alimentación de voltaje entre 7 y 35 VDC (Disponible fuente 110/220vac – 12V 3A)
- Módulos de enrutamiento RS485 a USB, Zigbee, Bluetooth, Wifi, Ethernet, GPRS.
- Encerramiento plástico flameproof de alta resistencia mecánica.
- Indicación por led de entradas, salidas, alimentación y comunicaciones.
- Posibilidad de encargar interfaces para aplicaciones especiales con autoría registrable.

- Cable de programación universal RS485 a USB (Incluido con el autómata)
- Modelos de 8 entradas / 8 salidas, 12 entradas / 4 salidas.



*Figura 8* Autómata programable AMP1-E

Fuente: extraído <http://www.tecvolucion.net/wp/a6mp1-e/amp1-e-2/>

Los autómatas programables AMP1-E son dispositivos micro electrónicos que se programan desde el software Mgdmod. Los AMP1-E tienen las siguientes características:

- Programación a través de máquinas de estado tipo UML.
- Entradas universales con operación analógica y/o digital.
- Salidas con transistor que operan en forma digital y/o modulada.
- Comunicación serial RS485 con protocolo Modbus.
- Posibilidad de expansión para aumentar la cantidad de E/S.
- Amplia gama de funciones especializadas



*Figura 9* Interfaz HMI para el AMP1-E

Fuente: extraído [http://www.tecvolucion.net/wikimgd/doku.php?id=mgd\\_hmi](http://www.tecvolucion.net/wikimgd/doku.php?id=mgd_hmi)

Dicho autómatas tendrá en su primera sección de memoria una programación elaborada por los creadores del proyecto, la cual tiene como finalidad el cambio de giro de motores trifásicos y motores monofásicos, también se podrá controlar la velocidad de dichos motores.

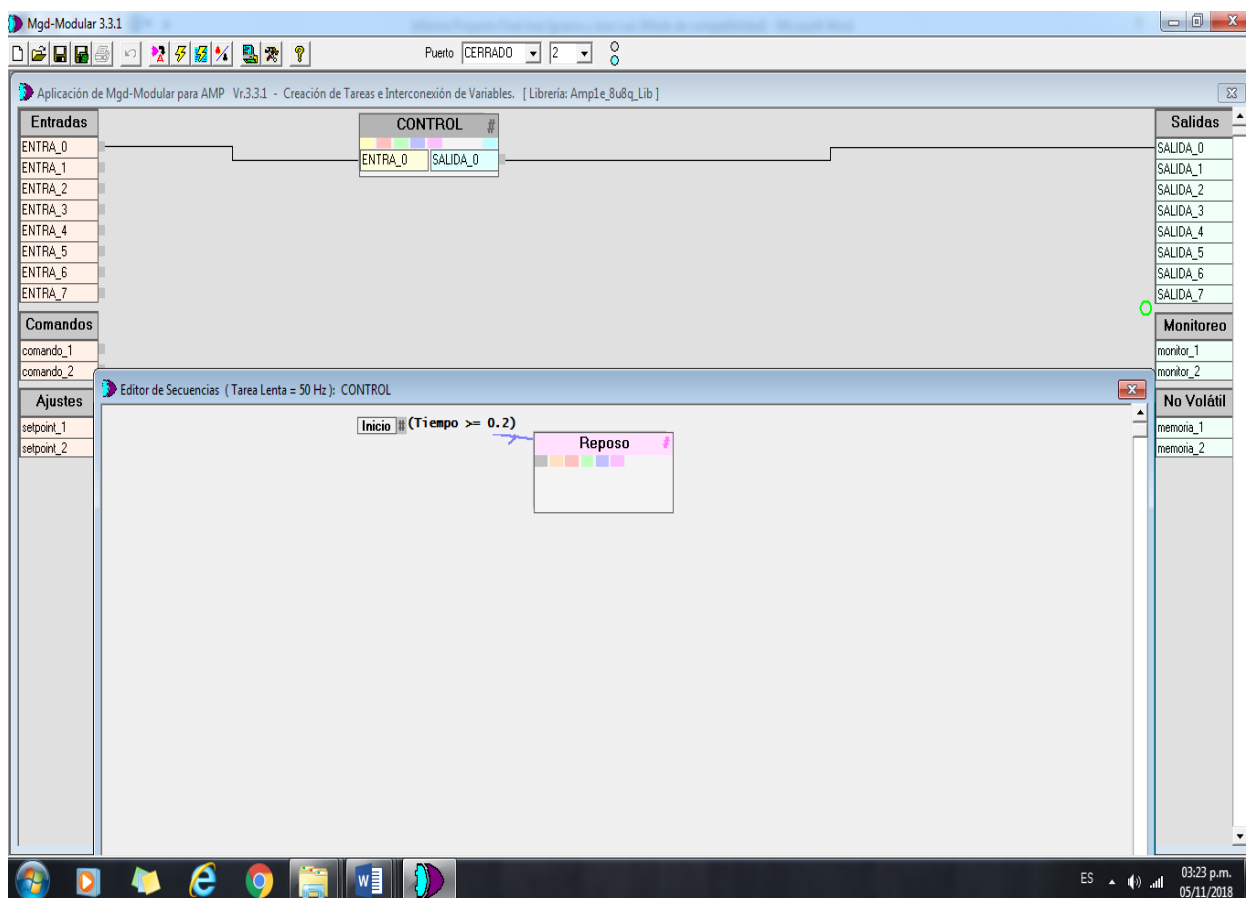
Las protecciones eléctricas para la conservación de la vida útil de este tablero se hará por medio de breaker y fusibles los cuales detectan sobre cargas, corto circuitos y se abrirán de inmediato para impedir daños o lesiones a las personas que lo manipularan.

En el momento de realizar prácticas será mucho más cómodo ejecutar los procesos y la identificación de elementos utilizados. También será posible la programación del autómatas por los estudiantes gracias a secciones de memoria ubicadas en el autómatas y a la interfaz (hombre maquina) a través de un puerto usb al cual se conectarán equipos como pc, portátiles o tabletas inteligentes. (tecvolucion, 2018)

## 4.5 Software Mgdmod

El Mgdmod: es el software el cual utilizaremos para programar el AMP1, es un software muy útil, rápido y un software libre y permite adaptarse a las necesidades de los clientes.

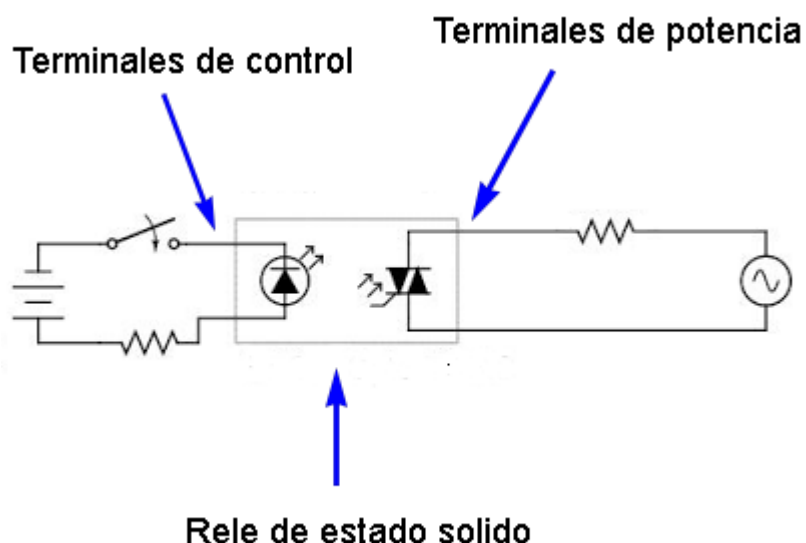
Este software mgdmod es fácil de manejar, esto permite realizar diversas configuraciones de control para manejar distintos procesos. Para conectar el pc con el autómatas se utiliza el conversor de USB a RS485 basado en el chip CH340.



*Figura 10* Interfaz Mgdmod  
Fuente: extraído captura de pantalla

## 4.6 Relé de estado sólido

El relé de estado sólido (SSR) lo utilizamos para poner en funcionamiento dispositivos eléctricos o electrónicos mediante una señal de control.



*Figura 11* Relé de estado solido

Fuente: extraído <https://www.infootec.net/rele-estado-solido/>

Una de las principales características de un relé de estado sólido es que entre la corriente del circuito de control y la corriente del circuito de potencia no existe ningún punto donde se conecten, se unan o interfieran una con la otra. Esto es de suma importancia para independizar el circuito de control del de potencia.

Por ejemplo por los terminales de control podemos estar trabajando con una tensión de 24 voltios en corriente continua, mientras que los terminales de potencia pueden estar trabajando con una tensión de 230 voltios en corriente alterna. Cuando en la imagen de arriba cerramos el interruptor y hacemos pasar una corriente por el circuito de control actuará el led interno del relé emitiendo fotones y haciendo actuar el tiristor en la parte de potencia del relé, la función del tiristor será de dejar pasar la corriente de potencia al recibir los fotones del led.

La corriente de potencia tiene una tensión en este caso de 230 voltios de corriente alterna independientemente de la tensión de trabajo de la parte de control, que es de 24 voltios en corriente continua

Es importante saber que la respuesta desde que el circuito de control actúa hasta que actúa el circuito de potencia solo transcurren milisegundos, del orden de 50 a 100 milisegundos.

Existe una ventaja importante entre los relés de estado sólido y otro tipo de relés, como por ejemplo los relés electromecánicos. La ventaja a favor de los relés de estado sólido es el deterioro de las partes internas del relé puesto que en estos relés no existe deterioro al no tener partes mecánicas como en los relés electromecánicos.

También es importante tener en cuenta la independencia del circuito de control con el circuito de potencia, gracias a esta separación todas las corrientes extras o defectuosas no se verán interferidas unas con otras. (infootec, infootec, 2018)

#### **4.7 Variador de frecuencia**

Un variador de frecuencia (siglas VFD, del inglés: Variable Frequency Drive o bien AFD Ajustable Frequency Drive) es un sistema para el control de la velocidad rotacional de un motor de corriente alterna (AC) por medio del control de la frecuencia de alimentación suministrada al motor. Un variador de frecuencia es un caso especial de un variador de velocidad. Los variadores de frecuencia son también conocidos como drivers de frecuencia ajustable (AFD), drivers de CA o microdrivers. Dado que la tensión (o voltaje) se hace variar a la vez que la frecuencia, a veces son llamados drivers VVVF (variador de voltaje variador de frecuencia).





*Figura 12* Variador de frecuencia

Fuente: extraído [https://es.wikipedia.org/wiki/Variador\\_de\\_frecuencia](https://es.wikipedia.org/wiki/Variador_de_frecuencia)

Los dispositivos variadores de frecuencia operan bajo el principio de que la velocidad síncrona de un motor de corriente alterna (CA) está determinada por la frecuencia de AC suministrada y el número de polos en el estator, de acuerdo con la relación:

$$RPM = \frac{120 * F}{p}$$

Donde RPM = Revoluciones por minuto, f = frecuencia de suministro AC (Hercio), p = Número de polos.

Las cantidades de polos más frecuentemente utilizadas en motores síncronos o en Motor asíncrono son 2, 4, 6 y 8 polos que, siguiendo la ecuación citada, resultarían en 3600 RPM, 1800 RPM, 1200 RPM y 900 RPM respectivamente para motores sincrónicos únicamente y a la frecuencia de 60 Hz, y 3000 RPM, 1500 RPM 1000 RPM y 750 RPM para 50Hz. Dependiendo de la ubicación geográfica funciona en 50Hz o 60Hz.

En los motores asíncronos las revoluciones por minuto son ligeramente menores por el propio asincronismo que indica su nombre. En estos se produce un desfase mínimo entre la velocidad de

rotación (RPM) del rotor (velocidad "real" o "de salida") comparativamente con la cantidad de RPM's del campo magnético (las cuales si deberían cumplir la ecuación arriba mencionada tanto en Motores síncronos como en motores asíncronos ) debido a que sólo es atraído por el campo magnético exterior que lo aventaja siempre en velocidad (de lo contrario el motor dejaría de tener par en los momentos en los que alcanzase al campo magnético). (wikipedia, wikipedia, 2018)

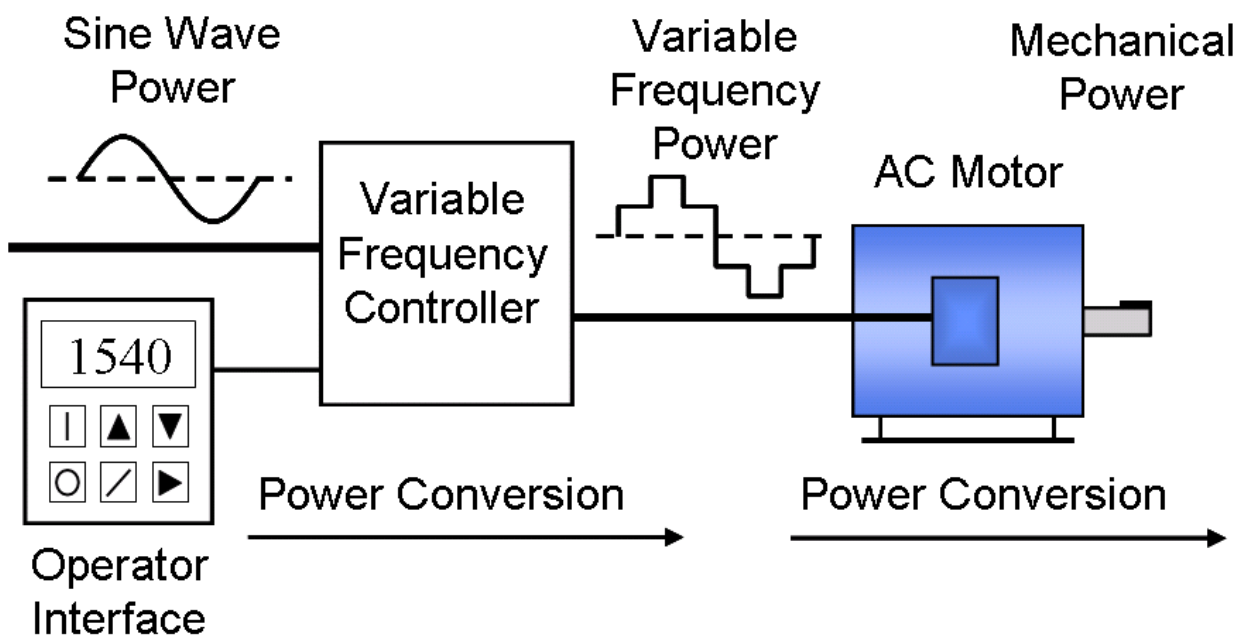


Figura 13. Diagrama de un sistema VFD

Fuente: extraído [https://es.wikipedia.org/wiki/Variador\\_de\\_frecuencia](https://es.wikipedia.org/wiki/Variador_de_frecuencia)

#### 4.8 Motores monofásicos

La jaula de ardilla en el rotor son simplemente unas barras de aluminio que están en cortocircuito mediante unos anillos. Estas barras son conductores eléctricos, que si tuviéramos un campo magnético giratorio en el estator al conectarlo a la tensión monofásica, este campo magnético al girar cortarías las barras del estator, creándose en ellas una fem (fuerza electromotriz o tensión) según descubrió Faraday. Como las barras están en cortocircuito, la fem se transforma en una corriente de cortocircuito por las barras. A su vez, según descubrió oersted, esta corriente por los conductores (barras) crea un campo magnético a su alrededor cuya polaridad depende si

la corriente inducida entra o sale por la chapa. Si las chapas están unidas en forma de espira, la interacción del campo giratorio del estator, con el campo magnético inducido en el rotor crean pares de fuerza. Estos pares de fuerzas hacen que el rotor gire.



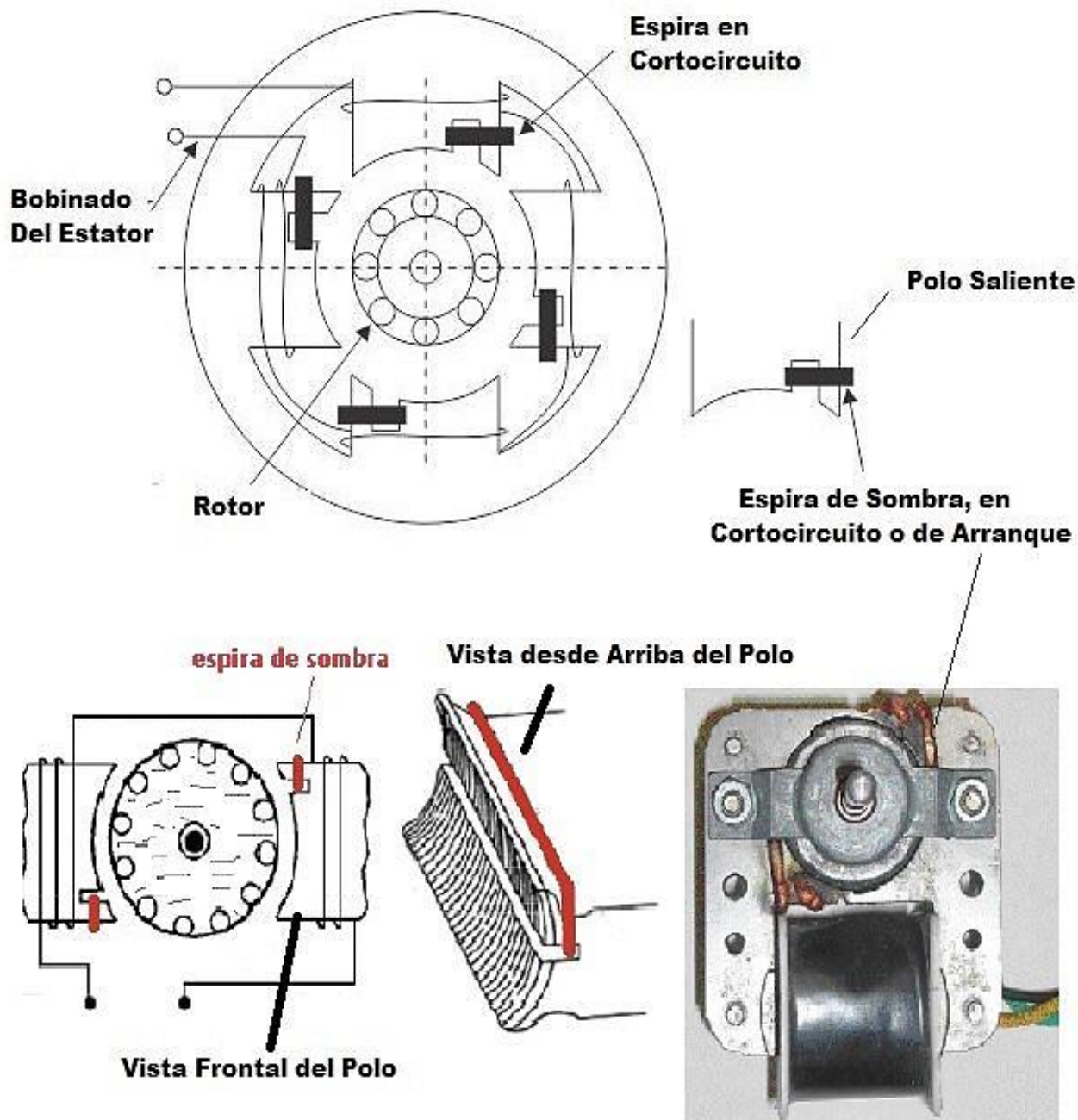
*Figura 14.* Rotor Jaula de Ardilla

Fuente: extraído <http://www.areatecnologia.com/electricidad/motores-monofasicos.html>

Los motores monofásicos de espira en cortocircuito o espira de sombra son motores de muy pequeña potencia, normalmente inferiores a 300w por lo que su uso es muy limitado. Se usa donde los requisitos de potencia son pequeños, como relojes, secadores de pelo, ventiladores pequeños, etc.

Este motor puede arrancarse directamente por si solo, lo que se consigue por el efecto que producen las llamadas espiras en cortocircuito o de arranque o incluso espira de sombra, que son simples aros de cobre en cortocircuito. El sistema consiste en dividir los polos del estator en dos partes desiguales y en una de esas partes colocar una espira en cortocircuito, también llamada espira de sombra. Estos motores son todos de polos salientes en el estator y con el rotor en jaula de ardilla. (areatecnologia, 2018)

## **Motor Monofásico de Espira en Cortocircuito o Espira de Sombra**



*Figura 15.* Motor Monofásico de Espira en Cortocircuito

Fuente: Extraído <http://www.areatecnologia.com/electricidad/motores-monofasicos.html>

#### 4.9 Motor eléctrico trifásico.

Los motores trifásicos se conectan a tres conductores R,S,T. La tensión nominal del motor en la conexión de servicio tiene que coincidir con la tensión de línea de la red (tensión servicio).

Conexión de servicio de los motores trifásicos y sus potencias nominales:

Ejecución del devanado (V)	Tensión de la red (V)	Devanado en	% Potencia nominal de placa	Tipo de arranque permitido
220-260 $\Delta$ /440Y <sup>1)</sup> Tamaños 71-160	220	$\Delta$	80	Directo/Y- $\Delta$
	260	$\Delta$	100	Directo/Y- $\Delta$
	380	$\Delta$	100	Directo
	440	$\Delta$	100	Directo
208 – 220 YY/ 440 Y Tamaños 71-112	208	YY	90	Directo
	220	YY	100	Directo
	440	Y	100	Directo
208-220 $\Delta\Delta$ / 440 $\Delta$ Tamaños 132-280	208	$\Delta\Delta$	90	Directo/Y- $\Delta$
	220	$\Delta\Delta$	100	Directo/Y- $\Delta$
	380	YY		Directo
	440	$\Delta$	100	Directo/Y- $\Delta$

Los motores que se arranquen en estrella-triángulo, la conexión de servicio será en triángulo.

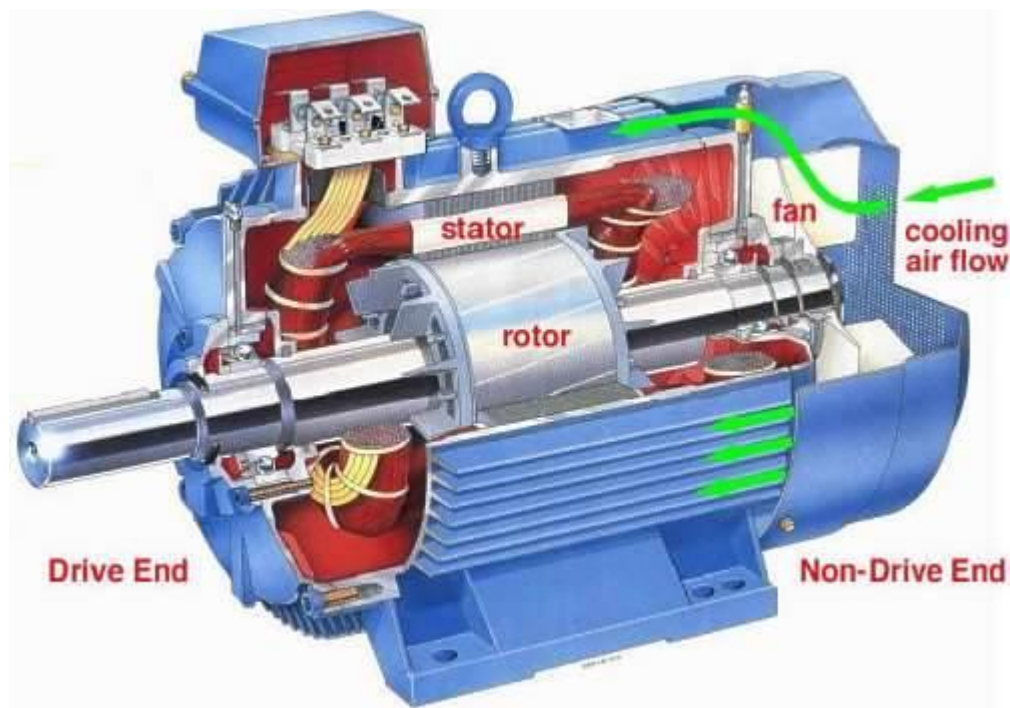
1) Esta ejecución está siendo descontinuada debido a que cada vez son más escasas las redes a 260 V en el país. Se suministra bajo pedido.

Figura 16 Conexión de los motores trifásicos y sus potencias nominales

Fuente: Extraído <https://www.monografias.com/trabajos91/motor-electrico-trifasico/motor-electrico-trifasico.shtml>

Los motores eléctricos trifásicos, se fabrican en las mas diversas potencias, desde una fracción de caballo hasta varios miles de caballos de fuerza (HP), se los construye para prácticamente, todas las tensiones y frecuencias (50 y 60 Hz) normalizadas y muy a menudo, están equipados para trabajar a dos tensiones nominales distintas. Se emplean para accionar máquinas-herramienta, bombas, montacargas, ventiladores, grúas, maquinaria elevada, sopladores, etc.

El principio de funcionamiento del motor trifásico se basa en que la corriente que atraviesa los arrollamientos de las tres fases del motor, originan un campo magnético que induce corriente en las barras del rotor.



*Figura 17. Rotor de un Motor*

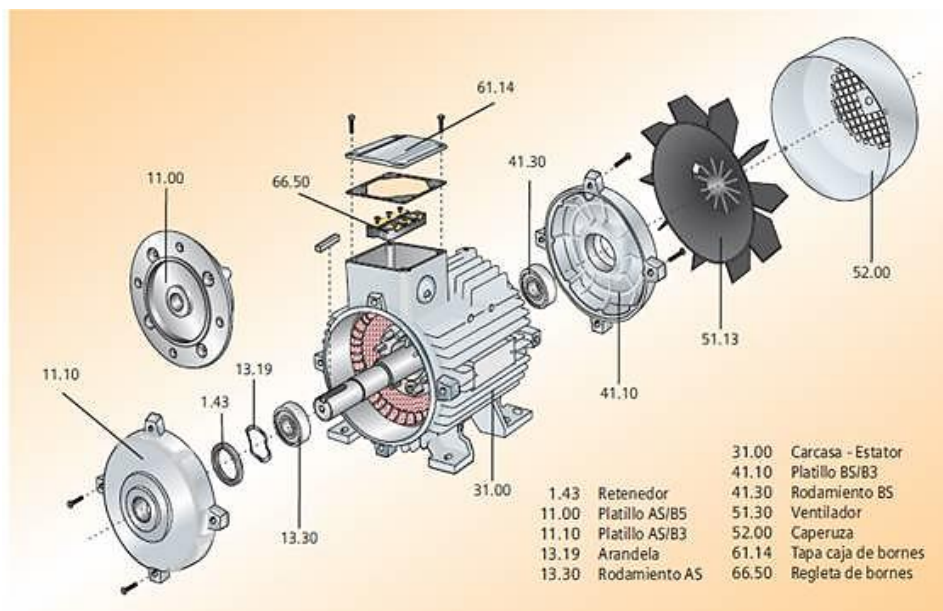
Fuente: Extraído <https://www.monografias.com/trabajos91/motor-electrico-trifasico/motor-electrico-trifasico.shtml>

Dicha corriente da origen a un flujo que al reaccionar con el flujo del campo magnético del estator, originará un motor que pondrá en movimiento al rotor. Dicho movimiento es continuo, debido a las variaciones también continuas, de la corriente alterna trifásica.

Solo debe hacerse notar que el rotor no puede ir a la misma velocidad que la del campo magnético giratorio. Esto se debe a que a cada momento recibe impulsos del campo, pero al cesar el empuje, el rotor se retrasa. A este fenómeno se le llama deslizamiento.

De esa manera vendrá un nuevo empuje y un nuevo deslizamiento, y así sucesivamente. De esta m que el rotor nunca logre alcanzar la misma velocidad del campo magnético giratorio.

Es por lo cual recibe el nombre de asíncrono o asincrónico. El deslizamiento puede ser mayor conforme aumenta la carga del motor y lógicamente, la velocidad se reduce en una proporción mayor. (monografias, 2018)



*Figura 18.* Motor Trifásico

Fuente: Extraído <https://www.monografias.com/trabajos91/motor-electrico-trifasico/motor-electrico-trifasico.shtml>

## 5 Metodología

### 5.1 Tipo de proyecto

Desarrollo de prototipo para los laboratorios de electrónica. El modulo consiste en la integración de un gabinete de control con un autómata programable para que los estudiantes del pascual bravo puedan realizar prácticas con un alto grado de aprendizaje debido a que cuenta con muchos componentes que se encuentran en la industrias.

### 5.2 Método

Inductivo: a partir de la observación de las prácticas realizadas cuando se cursó la asignatura electrónica industrial II, se detecta la necesidad de disponer de un módulo para las prácticas de motores ac; con el cual se mejoraran los tiempos de ejecución de las prácticas, al no tener que realizar cableados constantes y tener los componentes adecuados. Se tendrán prácticas con un alto grado de aprendizaje sin un costo adicional para los estudiantes.

### 5.3 Población y Muestra

**Población:** Estudiantes de la tecnología electrónica, especialmente a la asignatura de electrónica industrial II

### 5.4 Instrumentos de recolección de información

5.4.1 **Fuentes primarias:** para la propuesta de un módulo didáctico para motores de ac con tecnología de autómata incorporado, visualizamos módulos de laboratorios de eléctrica que facilitaban la conexión de la red eléctrica y su manipulación segura. Se consultaron otro tipo de modulo en instituciones tecnológicas para la conexión de motores ac y su control desde un autómata y no se encontraron desarrollos que permitieran visualizar la necesidad de implementar los módulos requeridos.



5.4.2 **Fuentes Secundarias:** recurrimos a consultar propuestas en internet y revistas técnicas que permitieran generar ideas prácticas

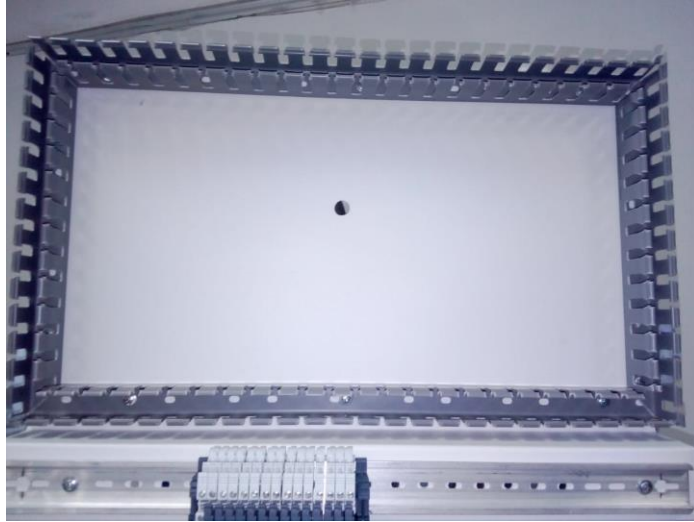
## 6 Resultados

Inicialmente nos reunimos con los asesores: Profesores Edgar Betancury Carlos Mario Moreno para planificar y mirar la mejor forma de empezar nuestro proyecto, luego se pudo gestionar la liberación de algunos elementos que ya no se utilizan en los laboratorios del Pascual Bravo. Empezamos a desmontar los elementos que nos servían para reutilizarlos y darles un buen uso.



*Figura 19.* Recuperación de Elementos  
Foto tomada por: Jeison Andrés vidal

Elegimos un tablero pequeño y portátil para que los estudiantes pudieran transportarlo a donde deseen hacer las prácticas, pensado en que si la institución desea llevarlo a regionalización lo pueda hacer sin ningún inconveniente. Instalamos la canaleta ranurada (ver figura 19 en los bordos del tablero para poder realizar un cableado cómodo y estético para los estudiantes.



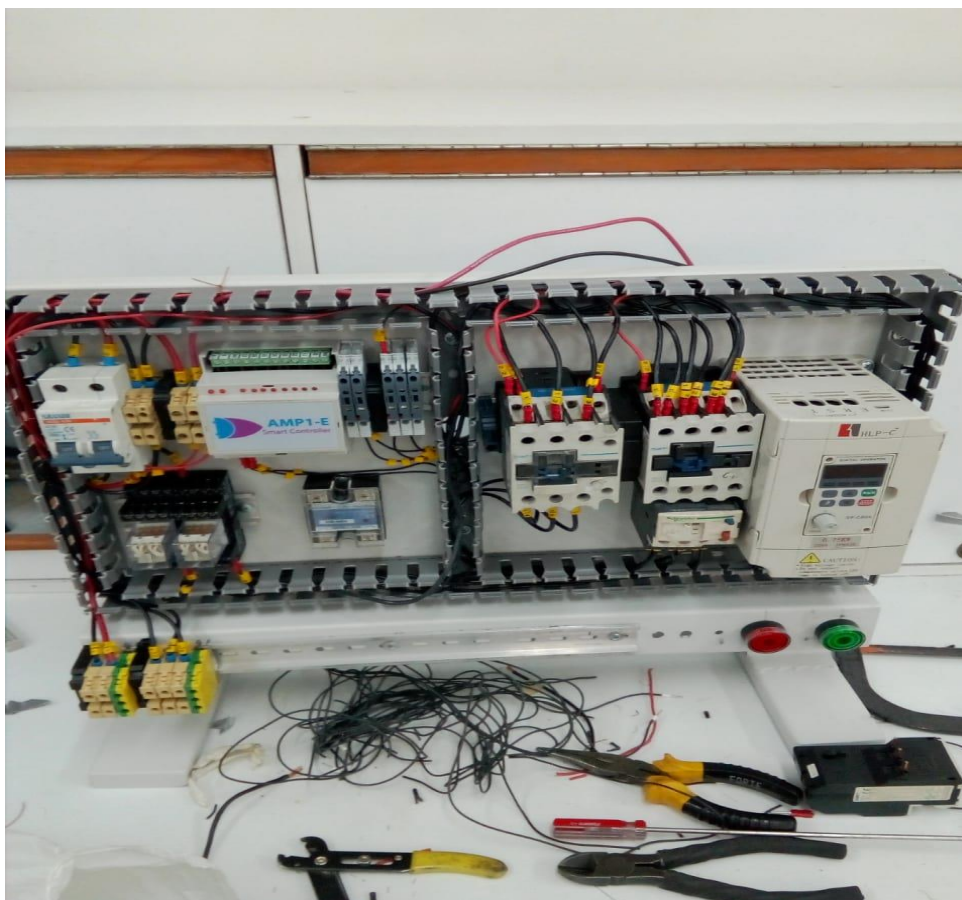
*Figura 20.* Tablero Pintado  
Foto tomada por: Jeison Andrés vidal

Colocamos todos los elementos del proyecto sobre el tablero para obtener una visualización y a si decidir cómo es la mejor manera de distribuirlos, una vez decidido la posición de los elementos empezamos a perforar para fijarlos de tal manera que no se vayan a caer durante algún desplazamiento.



*Figura 21.* Tablero con Componentes Fijados  
Foto tomada por: Jeison Andrés vidal.

En la figura 21 se ve como ya se ha cableado todo el tablero, la alimentación se lleva a los breakers que van a unas borneras las cuales alimentaran los contactores, variador y fuente de voltaje DC, esta a su vez alimentara el autómata y las bobinas de los relés y los contactos normalmente abiertos y normalmente cerrados, con esto el modulo didáctico con autómatas programable que da listo para su programación y para realizar las diferentes guías.



*Figura 22.*Modulo Didáctico con Autómata Programable  
Foto tomada por: Jeison Andrés vidal

Para la programación del autómata, se plantean prácticas para un motor monofásico, cuyas características eléctricas son:

Tabla 1

*Características del motor monofásico*

Potencia		Carcasa IEC	RPM	Corriente nominal en 220 V	Corriente con rotor trabado	Par nominal	Par con rotor trabado	Par máximo	Rendimiento			Factor de potencia coseno fi		
HP	kW								Porcentaje de la potencia nominal					
<b>2 polos, 50 Hz</b>														
0,5	0,37	71	2910	3	6,5	1,21	3	29,	52	62	68	0,66	0,76	0,82
0,75	0,55	71	2.890	4	5,2	1,82	2,2	2,3	56	63,5	69,6	0,77	0,84	0,90
1	0,75	80	2.930	5	7	2,45	3	3	70	73	76	0,66	0,76	0,88
1,5	1,1	80	2880	7,5	6	3,65	2,3	2,3	70	75	76	0,74	0,82	0,88
2	1,5	90S	2910	9,8	7,5	4,93	2	2,1	74	80	81,8	0,71	0,81	0,85
3	2,2	90L	2890	13,9	6,8	7,27	2	2,1	73,5	77	78	0,82	0,89	0,92
4	3	100L	2870	19	6,5	9,99	2,2	2,3	72	76,5	79,5	0,77	0,85	0,90
5	3,7	112M	2910	22	6,4	12,1	2,6	2,4	79	82	84	0,82	0,89	0,90
7,5	5,5	132M	2910	33	6,3	18,1	2,3	2,5	83	84	84,5	0,83	0,87	0,90
10	7,5	132M	2930	42	7	24,5	1,8	2,5	83,2	84,5	85,6	0,84	0,90	0,93
<b>4 polos, 50 Hz</b>														
0,25	0,18	71	1440	1,5	7,5	1,19	3,2	3,4	50	59	61,3	0,78	0,83	0,89
0,33	0,25	71	1440	2,2	6,2	1,66	3,6	2,4	44,7	54	64,5	0,66	0,74	0,80
0,5	0,37	71	1440	3	6	2,46	3,3	2,3	49	59	65,6	0,70	0,79	0,85
0,75	0,55	80	1450	4,4	5,5	3,62	2,3	2,4	55	63,8	69,5	0,62	0,74	0,82
1	0,75	80	1450	5,5	5,5	4,94	2,3	2,3	61	71,5	74,1	0,60	0,72	0,82
1,5	1,1	90S	1430	7,65	7	7,35	2,4	2,3	70	73,5	74,3	0,67	0,78	0,88
2	1,5	90L	1440	10,9	6	9,95	2,3	2,2	68,5	71,2	73,6	0,65	0,80	0,85
3	2,2	100L	1450	14,8	6	14,5	2,3	2,3	71,2	76,5	78	0,70	0,80	0,87
4	3	112M	1440	19	6,2	19,9	2,3	2,3	71,8	77,2	78,2	0,78	0,86	0,90
5	3,7	112M	1430	22	5,5	24,7	2,3	2,3	72	78	78,6	0,90	0,93	0,95
7,5	5,5	132M	1440	32	6,5	36,5	2,6	2,3	81	83	83,4	0,84	0,90	0,94
10	7,5	132 M	1440	42	6,6	49,8	2,4	2,4	80	82,2	83,8	0,87	0,92	0,95

Tabla 1. Datos eléctricos monofásicos estándar

Fuente: Extraído [https://www.editores-srl.com.ar/revistas/ac/10/farina\\_motores\\_electricos\\_monofasico](https://www.editores-srl.com.ar/revistas/ac/10/farina_motores_electricos_monofasico)



*figura 23.* Motor monofásico  
Foto tomada por: Jeison Andrés vidal

Para este actuador se plantean tres prácticas:

Inicialmente un sistema secuencial cíclico de paro y marcha con tiempos que pueden ser modificados por los futuros estudiantes. Este tipo de controlador, también llamado Todo o Nada, usa un algoritmo simple para solamente revisar si la variable de proceso está por encima o por debajo de un setpoint determinado. En términos prácticos la variable manipulada o la señal de control del controlador cambia entre “totalmente ON” o totalmente OFF, sin estados intermedios. Este tipo de accionamiento provoca un control muy impreciso de la variable de proceso, un ejemplo muy común es el control de temperatura con termostatos en aires acondicionados. El termostato activa el aire frío si (ON) la temperatura es mayor a la de referencia o setpoint y lo desactivan (OFF) cuando la temperatura es menor (o igual) al setpoint.

Una segunda practica consistente en control por ciclos, para variar la velocidad del motor retirando cierta cantidad de los 60 ciclos de un segundo.

Finalmente un sistema de control de fase estático, que consiste en intervenir al interior de un semiciclo para controlar la velocidad del motor variando el ángulo de disparo entre 0 y 180 grados, o entre 0 mseg y 8.3 mseg, con intermediación de un relé de estado sólido de AC. . En esta condición, se encuentra controlando la potencia de ac a la carga mediante la conmutación de encendido y apagado durante las regiones positiva y negativa de la señal senoidal de entrada. La acción de este circuito durante la parte positiva de la señal de entrada, es muy similar a la encontrada para el diodo Shockley. La ventaja de esta configuración es que, durante la parte negativa de la señal de entrada, se obtendrá el mismo tipo de respuesta. La forma de onda resultante para la corriente a través de la carga se proporciona en la figura “control de fase”. Al variar la resistencia R, es posible controlar el ángulo de conducción

Para la segunda y tercera practica se requiere un circuito detector de cruce por cero, que actuara como una referencia de tiempo, para ello se diseñó un circuito detector de cruce por cero con opto acopladores diodo transistor, y una resistencia que limita la corriente al orden de 10 a 15 ma, directamente desde la red y para a ser una entrada de pulsos de sincronismo de línea al autómata.

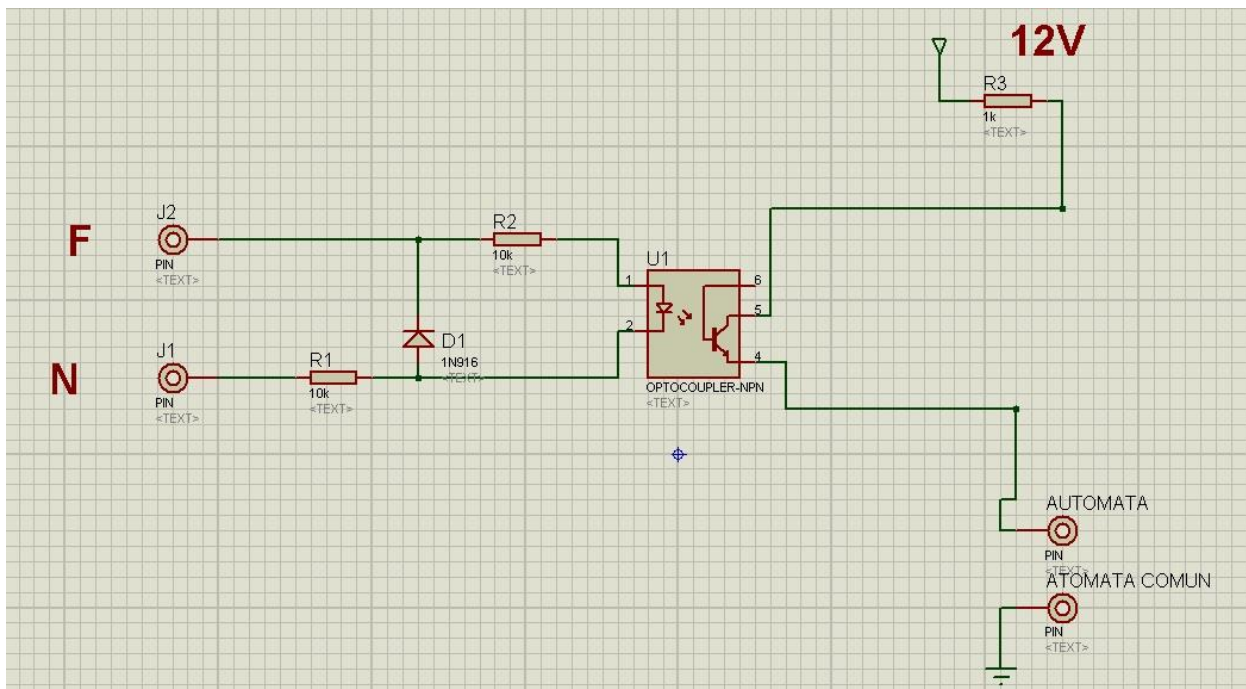


Figura 24. Circuito del detector de cruce cero

Fuente: extraído Diseño propio.

También se plantean prácticas, utilizando el sistema de control del automático para accionar un motor trifásico de inducción.





*figura 25.*Motor Trifásico

Foto tomada por: Jeison Andrés vidal

Inicialmente una práctica consiste en hacer inversión de giro utilizando accionamiento con contactores electromagnéticos. A un motor trifásico para cambiarle el sentido del giro hay que invertir dos de sus fases de entrada. Esa inversión, si es fija (que funcione siempre para un lado), se realiza en la placa de bornas, pero si queremos que funcione para un lado o para otro, esa conexión se realiza mediante contactores que modifican la entrada de corriente en el esquema de fuerza.

Los contactores usados tienen que estar enclavados ya que, si coinciden los dos al mismo tiempo, tendríamos un cortocircuito.

También se plantea un sistema de control secuencial para un paro y marcha con tiempos que puede variar el estudiante.

Finalmente, la activación del motor trifásico desde un variador de frecuencia o inversor con dos practicas: inversión de giro y control de velocidad. Esta práctica se centrará en conocer el variador de frecuencia para motores. Estudiaremos las diferentes posibilidades de configuración y funcionamiento de este variador, aplicado al control del motor. Se analizarán los parámetros que se precisa introducir en cada uno de los modos de funcionamiento y las opciones que se ofrecen para realizar diferentes tipos de control sobre un mismo motor

El variador o inversor ofrece la capacidad de disponer de 5 modos de funcionamiento. Estos son:

- Operación en lazo abierto.
- Accionamiento vectorial sin sensor en bucle abierto.
- Accionamiento vectorial en bucle cerrado.
- Servoaccionamiento en bucle cerrado.
- Unidad de regeneración

## 7 Conclusiones

Se pudo comprobar que al implementar el módulo didáctico de corriente alterna se reduce el tiempo en la realización de las prácticas de laboratorio, debido a la distribución de los elementos y su fácil interacción, permite los estudiantes realizar prácticas más ágiles, identificar componentes y lugares de conexión mucho más rápido y con nivel de aprendizaje mucho más rápido.

Al mejorar el tiempo en la realización de los laboratorios, el docente puede implementar más prácticas de las que normalmente implementa en las horas de clase, esto nutre aún más a los estudiantes de conocimientos.

Con la distribución de los materiales en el tablero el estudiante puede identificar y familiarizarse con lo que normalmente va a encontrar en la industria.

Los estudiantes tienen a su disposición 4 prácticas iniciales pregrabadas en el autómata, con las cuales los estudiantes podrán iniciar sus prácticas.

Las prácticas de laboratorios con el autómata programable están diseñadas para que una vez realizadas, el profesor pueda hacer modificaciones y aumentar su complejidad con el fin de que el estudiante amplíe su conocimiento, todos estos gracias al autómata y su fácil programación.

## **8 Recomendaciones**

El modulo debe ir conectado a 220v AC para que su variador pueda funcionar bien.

Se debe actualizar software mgdmod, ya que sus desarrolladores lo actualizan constantemente.

El autómata AMP1 trabaja a 12v así que su voltaje no debe ser manipulado, ya que podría ocasionar daños en el mismo.

Siempre contar con la presencia del profesor, durante las prácticas

## 9 Referencias Bibliográficas

areatecnologia. (05 de 11 de 2018). *areatecnologia*. Obtenido de

<http://www.areatecnologia.com/electricidad/motores-monofasicos.html>

ecured. (5 de 11 de 2018). *ecured*. Obtenido de

[https://www.ecured.cu/Fuente\\_de\\_corriente\\_directa](https://www.ecured.cu/Fuente_de_corriente_directa)

infootec. (05 de 11 de 2018). *infootec*. Obtenido de <https://www.infootec.net/rele-electromecanico/>

infootec. (05 de 11 de 2018). *infootec*. Obtenido de <https://www.infootec.net/rele-estado-solido/>

monografias. (05 de 11 de 2018). *monografias*. Obtenido de

<https://www.monografias.com/trabajos91/motor-electrico-trifasico/motor-electrico-trifasico.shtml>

profesormolina. (05 de 11 de 2018). *profesormolina*. Obtenido de

<http://www.profesormolina.com.ar/electromec/contactor.htm>

scribd. (05 de 11 de 2018). *scribd*. Obtenido de <https://es.scribd.com/doc/211562720/Breakers-O-Tacos>

slideshare. (05 de 11 de 2018). *slideshare*. Obtenido de

<https://es.slideshare.net/Sebastiankreat/tableros-de-control-elctrico>

tecvolucion. (05 de 11 de 2018). *tecvolucion*. Obtenido de <http://www.tecvolucion.net/wp/amp1-e/amp1-e-2/>

todoelectrico. (05 de 11 de 2018). *todoelectrico*. Obtenido de <https://www.todoelectrico.es/blog/39-que-son-las-bornas-de-conexion-electrica-y-para-que-sirven.html>

wikipedia. (5 de 11 de 2018). *wikipedia*. Obtenido de [https://es.wikipedia.org/wiki/Fuentes\\_de\\_energ%C3%ADa\\_el%C3%A9ctrica](https://es.wikipedia.org/wiki/Fuentes_de_energ%C3%ADa_el%C3%A9ctrica)

wikipedia. (05 de 11 de 2018). *wikipedia*. Obtenido de [https://es.wikipedia.org/wiki/Variador\\_de\\_frecuencia](https://es.wikipedia.org/wiki/Variador_de_frecuencia)

wikipedia. (10 de 11 de 2018). *wikipedia*. Obtenido de [https://es.wikipedia.org/wiki/Energ%C3%ADa\\_el%C3%A9ctrica](https://es.wikipedia.org/wiki/Energ%C3%ADa_el%C3%A9ctrica)

wikipedia. (10 de 11 de 2018). *wikipedia*. Obtenido de <https://es.wikipedia.org/wiki/Accesorio>

wikipedia. (10 de 11 de 2018). *wikipedia*. Obtenido de [https://es.wikipedia.org/wiki/Automata\\_programable](https://es.wikipedia.org/wiki/Automata_programable)

wikipedia. (10 de 11 de 2018). *wikipedia*. Obtenido de <https://es.wikipedia.org/wiki/Actuador>

## 10 Anexos

### **Anexo A. Link de descarga del MGDMOD software para programar autómeta**

Fuente: <http://www.tecvolucion.net/wp/descargas/>

Anexo B. Data chip autómata AMP-1E

Diagrama de Interconexión del Autómata AMP1-E

