



**UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA
SEDE GUAYAQUIL**

CARRERA DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA Y AUTOMATIZACIÓN

“Proyecto Técnico: Repotenciación de una maleta didáctica con mini LOGO! V8.3 para aplicación de arranque de motores”

**Trabajo de titulación previo a la obtención del
Título de Ingeniera en Electrónica y Automatización**

AUTORA: Silvia Yessenia Allaica Atavallo

TUTOR: Ing. Víctor David Larco Torres MSc.

GUAYAQUIL – ECUADOR

2023


CERTIFICADO DE RESPONSABILIDAD Y AUTORÍA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Yo, Silvia Yessenia Allaica Atavallo con cédula de identificación N°172721111-0 manifiesto ante ustedes que:

Soy la autora y responsable de este trabajo de titulación; y, autorizo a la Universidad Politécnica Salesiana a que sin fines de lucro pueda usar, difundir, reproducir o publicar de manera total o parcial el presente trabajo de titulación.

Guayaquil, febrero 2023

Atentamente,



Silvia Yessenia Allaica Atavallo

**CERTIFICADO DE CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR DEL
TRABAJO DE TITULACIÓN A LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA
SALESIANA**

Yo, Silvia Yessenia Allaica Atavallo con documento de identificación N°172721111-0, expreso mi voluntad y por medio del presente documento cedo a la Universidad Politécnica Salesiana la titularidad sobre los derechos patrimoniales en virtud de que soy autor del trabajo de grado titulado: **“REPOTENCIACIÓN DE UNA MALETA DIDÁCTICA CON MINI LOGO! V8.3 PARA APLICACIÓN DE ARRANQUE DE MOTORES”**, el cual ha sido desarrollado para optar por el título de: **INGENIERO EN ELECTRONICA Y AUTOMATIZACION**, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente.

En concordancia, suscribo este documento en el momento que hago entrega del trabajo final en formato digital a la Biblioteca de la Universidad Politécnica Salesiana.

Guayaquil, febrero 2023

Atentamente,



Silvia Yessenia Allaica Atavallo
C.I 172721111-0

CERTIFICADO DE DIRECCIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Yo, MSc. Víctor Larco Torres con documento de identificación N°0923270136, docente de la Universidad Politécnica Salesiana, declaro que bajo mi tutoría fue desarrollado el trabajo de titulación: **“REPOTENCIACIÓN DE UNA MALETA DIDÁCTICA CON MINI LOGO! V8.3 PARA APLICACIÓN DE ARRANQUE DE MOTORES”**, realizado por **SILVIA YESSENIA ALLAICA ATAVALLO** con documento de identificación N°172721111-0, obteniendo como resultado final el trabajo de titulación bajo la opción de proyecto técnico que cumple con todos los requisitos determinados por la Universidad Politécnica Salesiana.

Guayaquil, febrero 2023.

Atentamente,



MSc. Víctor Larco Torres

C.I 0923270136

DEDICATORIA

Mi agradecimiento va dirigido a Dios por toda la sabiduría, fortaleza y paciencia que me brinda día tras día para continuar cumpliendo cada uno de mis sueños, a mi familia por incentivar me y ser mi pilar fundamental sobre todo a mis padres Gladys Atavallo e Isidro Allaica por ser mi guía, mi inspiración para continuar en la lucha cada día, mi ejemplo de superación, la prueba de que todo en esta vida se puede lograr con trabajo, dedicación y constancia.

Silvia Allaica A.

RESUMEN

El proyecto de titulación lleva a cabo la repotenciación y la realización de prácticas de control de un motor con diferentes tipos de arranque, a través del controlador LOGO Siemens V8.3 y también su software Logo Web Editor.

La actualización de dispositivos es importante, para que los estudiantes puedan familiarizarse con las nuevas tecnologías que se van incorporando al mercado industrial. LOGO OBA07 fue el primer dispositivo de esta familia con Ethernet, lo cual le dio una gran acogida, pero para los requerimientos de la industria actual es limitado. Por esta razón es que dentro de este proyecto se opta por reemplazar el dispositivo OBA07 por el LOGO V8.3 que cuenta con una pantalla de 3 colores, físicamente tiene menor tamaño, interfaz Ethernet integrada y protocolo Modbus TCP/IP.

LOGO V8.3 también ofrece la posibilidad de trabajar con un servidor web personalizado, el cual se configura a través del software Logo Web Editor y se carga en una tarjeta de memoria micro SD misma que se inserta en la parte frontal del dispositivo.

El software de programación Logo Soft Comfort, trae una mejor apariencia y la posibilidad de trabajar en modo de diagrama y proyecto de red. En las funciones especiales se encuentran nuevas funciones, entre ellas cronómetro y reloj astronómico.

El proyecto muestra como realizar los esquemas eléctricos externos y también la lógica de programación en lenguaje FUP para realizar arranques de motores y poder tener interacción con una interfaz gráfica gratuita.

PALABRAS CLAVES:

LOGO: Micro PLC de la marca Siemens.

Ethernet: Capa física de red que utiliza direccionamiento IP y máscara de subred.

Motor: Máquina eléctrica de inducción rotativa.

Fuerza: Circuito de potencia.

Servidor web: Interfaz de operación y monitoreo a través de un navegador.

Conexión estrella: Aquella que cortocircuita los finales de las cargas en un circuito trifásico.

Conexión triángulo: Aquella conecta el final de una carga con el principio de la siguiente, cerrando el circuito en un triángulo

ABSTRACT

The degree project carries out the repowering and control practices of a motor with different types of starters, through the LOGO Siemens V8.3 controller and also its Logo Web Editor software.

Updating devices is important, so that students can become familiar with the new technologies that are being incorporated into the industrial market. LOGO OBA07 was the first device in this family with Ethernet, which was very well received, but for today's industry requirements it is limited. For this reason, within this project it is decided to replace the OBA07 device with LOGO V8.3, which has a 3-color screen, is apparently smaller, has an integrated Ethernet interface and Modbus TCP/IP protocol.

LOGO V8.3 also offers the ability to work with a custom web server, which is configured via the Logo Web Editor software and loaded onto a micro SD memory card that is inserted into the front of the device.

The Logo Soft Comfort programming software brings a better appearance and the possibility of working in diagram and network project mode. In the special functions there are new functions, among them stopwatch and astronomical clock.

The project shows how to make external electrical diagrams and also the programming logic in FUP language to start motors and be able to interact with a free graphical interface.

KEYWORDS:

LOGO: MicroPLC of the Siemens brand.

Ethernet: Physical network layer that uses IP addressing and subnet

mask. Motor: Electric rotary induction machine.

Power: Power circuit.

Web server: Operation and monitoring interface through a browser.

Star connection: The one that short-circuits the ends of the loads in a three-phase circuit.

Triangle connection: That connects the end of a load with the beginning of the next one, closing the circuit in a triangle.

ÍNDICE DE CONTENIDO

CERTIFICADO DE RESPONSABILIDAD Y AUTORÍA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN 2	
CERTIFICADO DE CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN A LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA	3
CERTIFICADO DE DIRECCIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN.....	4
DEDICATORIA	5
RESUMEN.....	6
ABSTRACT	8
KEYWORDS:	8
INTRODUCCIÓN	12
PROBLEMA	12
OBJETIVO GENERAL	13
OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	14
MARCO TEÓRICO.....	14
Automatismo eléctrico	14
Fuerza:	16
Elementos de control y protección.....	16
Lenguajes de programación:.....	23
MARCO METODOLÓGICO	26
Controlador LOGO Siemens:.....	26
LOGO Soft Comfort:	28
LOGO Web editor:.....	31
Arranque de motores trifásicos para inducción:	32
Arranque directo de un motor.....	32
DESARROLLO DE PRÁCTICAS PROPUESTAS	35
Practica # 1 Arranque directo de un motor	35
Practica # 2 Arranque con inversión de giro de un motor.....	36
Practica # 3 Arranque estrella triángulo	38
Practica # 4 Arranque estrella triángulo con inversión de giro	40
RESULTADOS	42
CRONOGRAMA.....	56
CONCLUSIONES	57

RECOMENDACIONES	58
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	60
ANEXOS.....	62

INTRODUCCIÓN

La industria evoluciona frecuentemente y así mismo la forma como se controlan sus procesos. Dentro de esa evolución, está presente la utilización de controladores lógicos programables para diferentes escalas de la instalación, pero en el caso de Siemens algo particular y es que incorporan la capa física ethernet en todos sus dispositivos actuales y el protocolo Modbus TCP/IP.

LOGO aun siendo el dispositivo más pequeño de la marca Siemens, incorpora nuevas funciones especiales, 2 lenguajes de programación y el software LOGO Web Editor, con el cual se desarrolla la interfaz gráfica de la página web personalizada y realiza el control de cada una de las diferentes prácticas en este proyecto.

El módulo permite realizar diferentes conexiones trifásicas con un motor ABB de 12 terminales. Al tener en el laboratorio una red trifásica de 220 V, se podrán utilizar únicamente 2 de sus 4 conexiones. También se cuenta con protecciones termomagnéticas de clase 10, tipo C y elementos fusibles.

Las conexiones del módulo se realizan con cables desmontables y enchufables con conectores de tipo plug, lo cual permite utilizarlo para lógica cableada y también para lógica programable.

PROBLEMA

La Universidad Politécnica Salesiana sede Guayaquil, en el laboratorio de Redes Industriales y Scada con un módulo didáctico para uso industrial, en la actualidad este módulo está equipado con un PLC LOGO! V7 del año 2014. Al día de hoy después de 8 años en el mercado se encuentra el PLC LOGO! V8.3 con mejores prestaciones.

En este anteproyecto se propone actualizar un módulo con PLC LOGO! V8.3 para repotenciar las prácticas que se encuentran diseñadas para los mismos y añadir nuevas relacionadas a comunicación inalámbrica. En la figura 1 y 2 se presenta el módulo para repotenciar.



Figura 1. Parte interior izquierda del módulo.



Figura 2. Parte interior derecha del módulo.

OBJETIVO GENERAL

Repotenciar un módulo didáctico del laboratorio de Redes Industriales y Scada de la Universidad Politécnica Salesiana sede Guayaquil, utilizando Mini PLC LOGO! versión 8.3 y conexión inalámbrica.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Establecer el listado de partes y materiales con sus características eléctricas. ➤

- Reemplazar los Mini PLC actuales LOGO! V7 de las maletas didácticas por LOGO! Siemens V8.3.

Instalar el router para conexiones inalámbricas. ➤

- Diseñar e implementar cuatro prácticas de laboratorio para poder operarlas de manera local o remota.

MARCO TEÓRICO

Automatismo eléctrico

Es el conjunto de elementos que conforman un circuito con una lógica de control que puede ser:

- Lógica cableada: Control y mando eléctrico.
- Lógica programable: Control con autómatas programables.

Dentro de un automatismo eléctrico se utilizan elementos de mando, los cuales representan las señales eléctricas captadas y los elementos de accionamiento.

Todo circuito eléctrico requiere de protecciones eléctricas para poder evitar deterioro en los diferentes elementos que conforman el circuito.

Existen dos tipos de circuitos en automatismos eléctricos y estos son:

- Control
- Fuerza

Control :

En este circuito se representan todos los elementos de mando y accionamiento, entre ellos:

- Pulsadores
- Selectores
- Fines de carrera
- Contactores
- Relés
- Luces piloto, etc

Este circuito utiliza únicamente una protección termomagnética de rango entre 1 y 2 amperios de curva tipo C.

El calibre de conductor habitual suele ser 18 AWG.

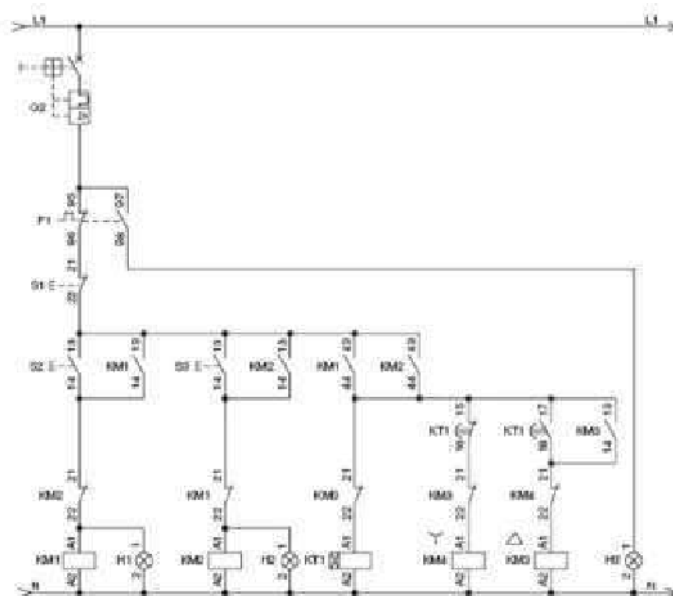


Figura 3.Circuito de control. (SANCHO, 2014)

Fuerza:

Este circuito corresponde a la parte de potencia, es decir a las protecciones, elementos de accionamiento y también las diferentes cargas inductivas, resistivas y capacitivas. Los calibres de conductores dependen de la corriente que va a circular por cada uno de ellos, como se muestra en la Figura4 de AWG, de la sección de conductor de cobre.

El circuito de fuerza puede ser monofásico, bifásico o trifásico. Figura3

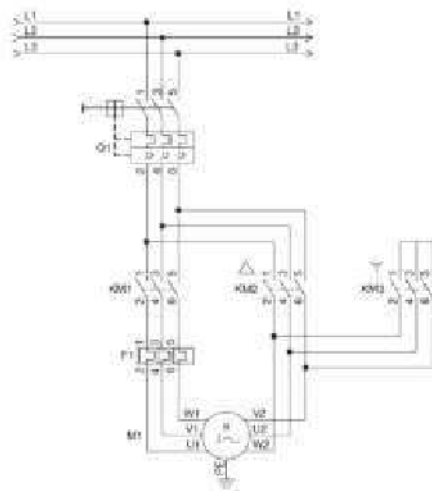


Figura4.Circuito de fuerza. (FARINA, 2018)

Elementos de control y protección

- **Pulsadores:** Son interruptores momentáneos, que cambian de estado en el instante que son accionados manualmente, pueden tener contactos normalmente abiertos o contactos normalmente cerrados. Los pulsadores con contactos normalmente abiertos se utilizan para dar marcha o arranque y los pulsadores con contactos normalmente cerrados para interrumpir el paso de la corriente o para desconectar.

Los contactos de los pulsadores tienen una numeración que permite identificar de que tipo son. 1 y 2 para pulsadores de parada, 3 y 4 para pulsadores de marcha.

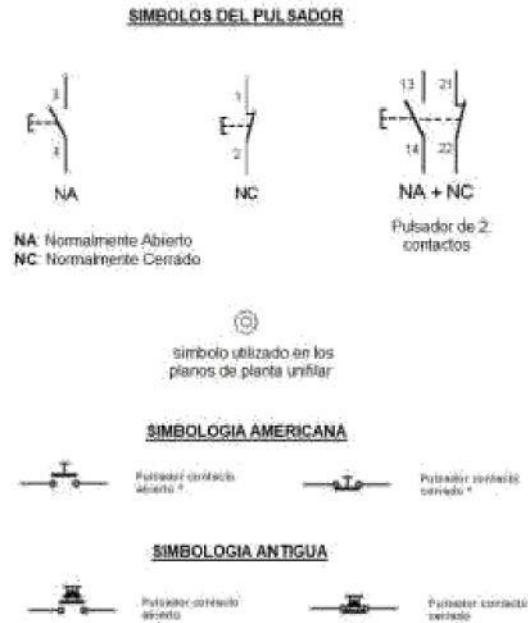


Figura 5. Simbología de pulsadores. (AREATECNOLOGICA, 2017)

Interruptor termomagnético: Constan de dos partes, la magnética para la protección contra cortocircuitos y la térmica para protección contra sobrecarga. Los más utilizados son los de curva tipo C, porque su disparo se produce al superar entre 5 y 10 veces la corriente nominal en un cortocircuito.



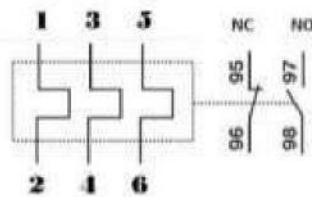
Figura6. Interruptor termomagnético (ELECTRIC, 2023)

Relé térmico: Es un elemento de protección contra sobrecargas prolongadas. La corriente de disparo es regulable, su curva es de tipo D o también conocida como clase 10, es decir que puede soportar puntas de arranque de cargas de tipo motor.

El rearme de este elemento por lo general se lo realiza de manera manual, aunque también puede ser automático. Cuenta adicionalmente con un botón para poder abrir sus contactos manualmente. Por lo general tienen un contacto normalmente cerrado con la numeración 95 y 96, el cual se utiliza para sobrecarga y el normalmente abierto con la numeración 97 y 98 que se utiliza para conectar un indicador de sobrecarga.



Figura7. Réle térmico (INGELCOM, 2002)



Elemento	Simbolo	Identificador
Relé térmico para circuito de fuerza		F
Contacto auxiliar de relé térmico NC		F
Contactos auxiliares NO y NC de relé térmico		F
Contacto auxiliar conmutado de relé térmico		F

Figura8. Simbología relé térmico (tecnologia, s.f.)

- **Guardamotor:** Este elemento es un interruptor termomagnético con curva de tipo D, es decir que se puede utilizar como protección de sobrecarga y cortocircuito para motores eléctricos. A diferencia del de curva tipo C, este si soporta las puntas de arranque producidas por cargas de tipo motor. El guardamotor por lo general cuenta solo con los contactos del circuito de fuerza, razón por la cual los contactos de control se adquieren por separado para montaje frontal o lateral. A diferencia del relé térmico, este utiliza para protección el contacto normalmente abierto y para conectar un indicador de avería, el contacto normalmente cerrado.



Figura 9. Guardamotor (INGELCOM, 2002)

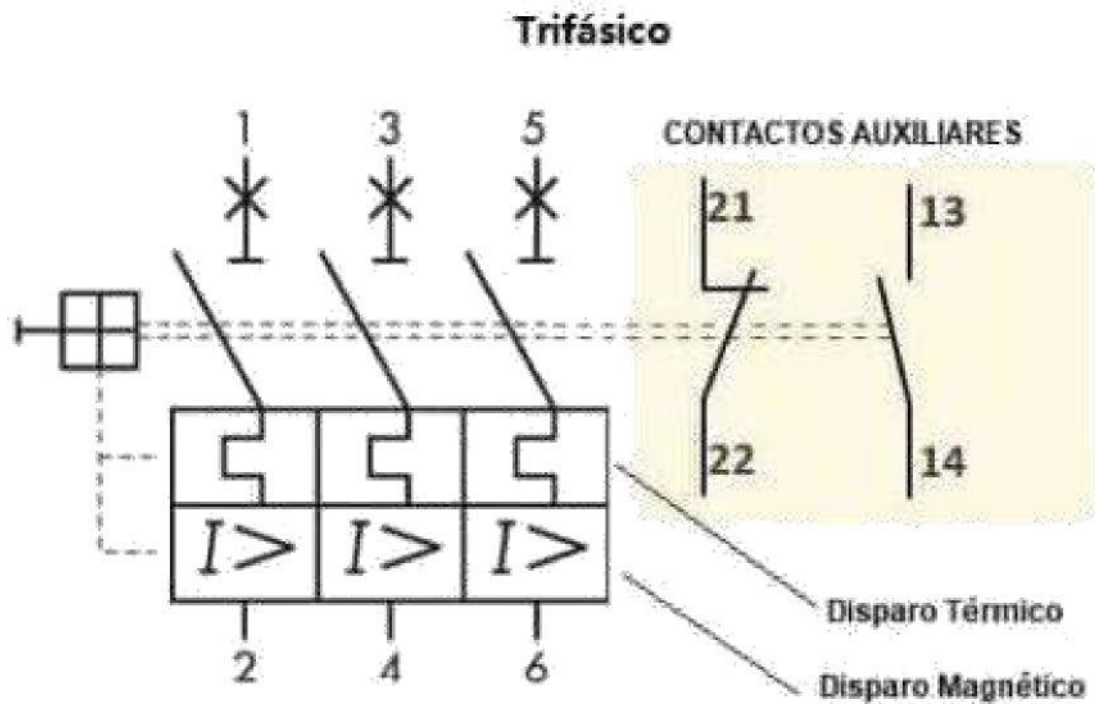


Figura 10. Simbología guardamotor. (AREATECNOLÓGICA, 2017)

El guardamotor por lo general se instala antes del elemento de accionamiento que puede ser un contactor o un arrancador suave sin protección térmica.

La corriente de disparo se regula según la intensidad a plena carga del motor, la cual puede ser calculada mediante la siguiente formula:

Donde:

P: Potencia (W) $V_{LL} =$

Voltaje de línea $\cos =$

Factor de potencia

$\sqrt{3}$ = Factor multiplicador aplicado en cálculos de cargas trifásicas.

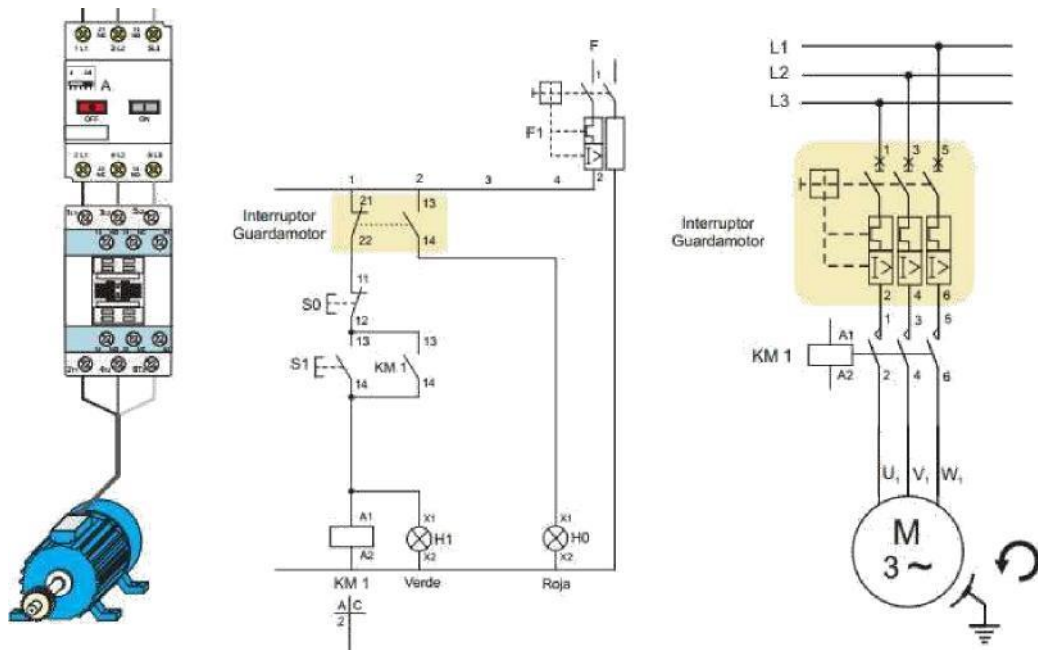


Figura 11. Ejemplo de instalación de guardamotor en arranque directo de un motor. (ELECTROFACIL-SOLTEC, 2017)

- **Contactor:** Es un elemento de accionamiento electromagnético, que al recibir tensión en su bobina atrae un mecanismo con contactos móviles. Para cargas de tipo motor se utilizan contactores AC3, los cuales cuentan con 3 contactos de potencia y en algunos casos uno o varios contactos para control. Para poderlos dimensionar es importante conocer el tipo de arranque, ya que dependiendo de este va a circular ya sea una corriente de línea o una corriente de fase.

Es decir que hay dos cosas importantes que se deben indicar al momento de seleccionar el contactor, el voltaje de la bobina y la corriente de la carga.

El mecanismo de los contactos móviles tiene un resorte que permite una vez que se deja de aplicar tensión en la bobina, estos regresen a su posición inicial. Su construcción está dada de esta forma debido a que pueden manejar grandes tamaños y pesos.



Figura12. Contactor. (AUTYCOM, 2018)

- **Luz piloto:** Son elementos indicadores. Actualmente se utilizan de tipo led por su durabilidad. Estas pueden de varios colores para dar indicación de diferentes estados funcionales:

Marcha: Verde

En espera: Amarillo

Paro o desconexión por avería: Rojo

Azul: Bomba de agua



Figura13. Luces piloto. (TEISA, 2023)



Figura14. Luz piloto. (SEE, 1998)

Lenguajes de programación:

Ladder: es uno de los lenguajes más usa en programación de controladores lógicos, ya que es una representación de contactos que se asemeja a los esquemas de control y mando eléctrico, por ende su interpretación es mas simple, aunque a nivel avanzado no es recomendable debido a la cantidad de recursos que se pueden necesitar para grandes escalas.

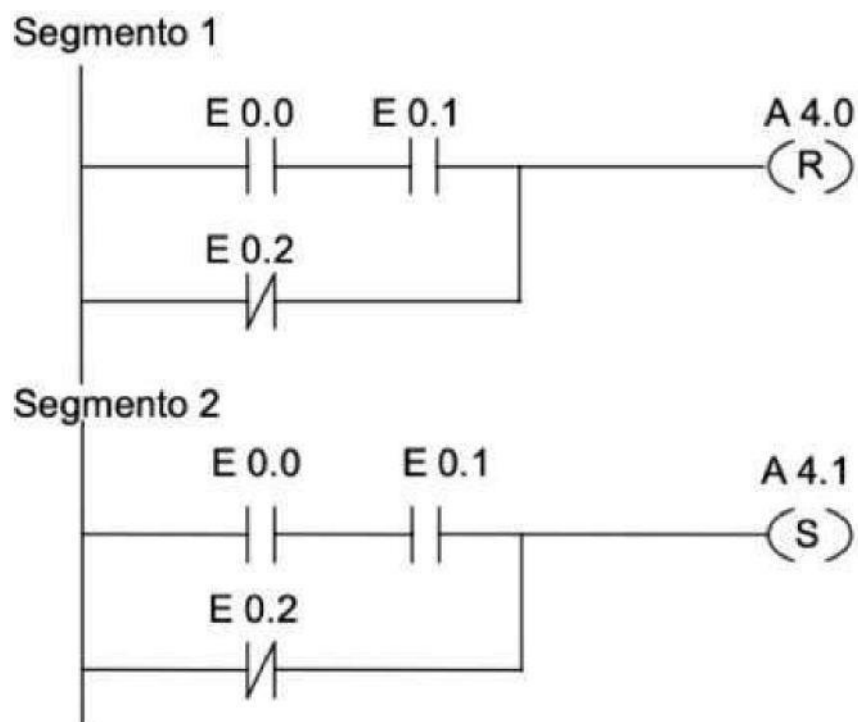


Figura 15. Lenguaje Ladder. (A.BRUMETE,P.SAN SEGUNDO,R.HERRERO, 2018)

Bloque de funciones: Es un lenguaje mucho mas abreviado que el Ladder. Este utiliza compuertas lógicas e instrucciones de programación en forma de bloque. Para su interpretación es indispensable conocer sobre las operaciones de algebra booleana.

Network 1 TÍTULO DE SEGMENTO (una línea)

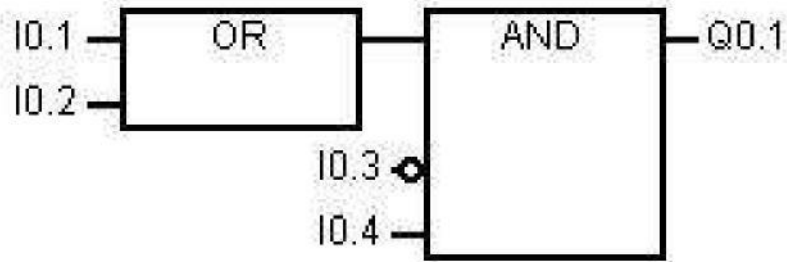


Figura16. Lenguaje de bloque de funciones. (AUTOMATAS, 2006)

Texto estructurado: Este puede estar basado en dos arquitecturas, lenguaje de ensamblador (AWL) y también lenguaje basado en Pascal (SCL). Cada uno de ellos maneja una estructura distinta para configurar las diferentes instrucciones de programación. En la actualidad es muy poco utilizado el AWL, pero el lenguaje SCL si es usado para simplificar con un código lo que seria un esquema o un programa en bloques.

```

OBI : Control de motor
Segm. 1: Marcha temporizador
  U   E   0.0
  L   S5T#5S
  SE  T   0
  U   A   2.0
  R   T   0
  NOP 0
  NOP 0
  NOP 0

Segm. 2: Marcha motor
  U(
  O   T   0
  O   A   2.0
  )
  UN  E   0.1
  =   A   2.0

```

Figura 17. Lenguaje AWL. (EUITI-Eibar)

```

9 //Ejemplos SCL (C) REEA 2013
10 //Activar una salida (Set)
11 IF "Entrada1"=true THEN
12     "Salida1" := true;
13 END_IF;
14 //Desactivar una salida (Reset)
15 IF "Entrada2"=true THEN
16     "Salida1" := false;
17 END_IF;

```

Figura18. Lenguaje SCL. (REVISTA DE ELECTRICIDAD, 2013)

MARCO METODOLÓGICO

Controlador LOGO Siemens:

Es un micro PLC de la marca Siemens, actualmente considerado el mejor dentro de su gama por contar con ethernet integrado y protocolo Modbus TCP/IP, además con conexión a la nube AWS y con un editor web gráfico gratuito.



Figura19. Logo Siemens. (AULA21, 2023)

Este controlador dispone de ocho entradas digitales y también cuenta con cuatro salidas digitales integradas. Su alimentación viene en dos versiones, la 24 RCE a 12 y 24 YDC con la ventaja de que 4 de sus entradas digitales se pueden utilizar como analógicas. La otra versión es la 230 RCE donde la tensión de alimentación puede estar en el rango 100-250 YAC.

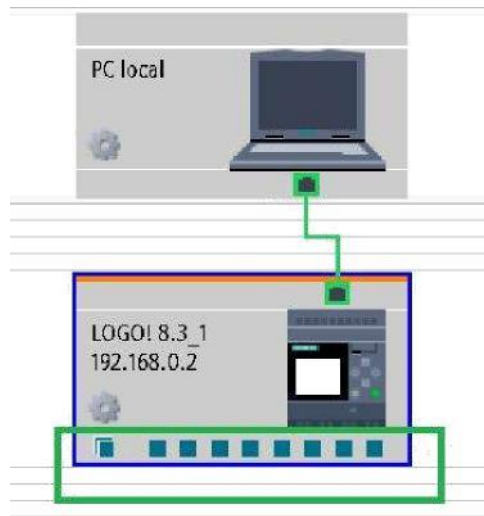


Figura20. Conexiones de red disponibles para LOGO.

A la hora de conectar a LOGO Siemens es importante considerar que las entradas trabajan al mismo voltaje de alimentación del autómatas y las salidas son relés independientes. Se recomienda instalar fusibles como protección en la alimentación del autómatas.

Para realizar la carga del programa al dispositivo LOGO es necesario utilizar un cable de red ethernet con estándar tipo B.

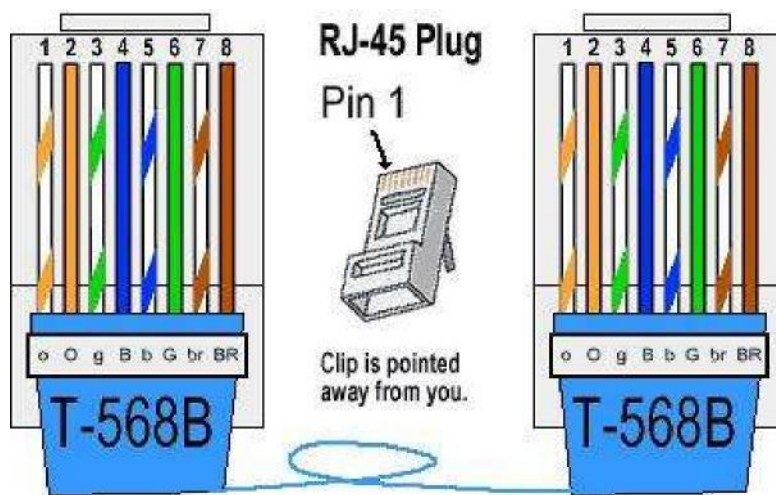


Figura22. RJ45 estándar B. (VÉLEZ, 2019)

LOGO en su versión de Firmware 8.3 tiene la posibilidad de conexión a la nube de Amazon Web Services, la cual si requiere de pagos por los servicios contratados.



Figura23. LOGO Siemens y conexión con AWS. (PLC, 2021)

LOGO Soft Comfort:

Este software es de programación para el autómata programable LOGO! Siemens, el cual ha cambiado con el tiempo incorporando el modo de diagrama y también proyecto de red.

El modo de diagrama se utiliza cuando se programa únicamente un autómata y se puede seleccionar el lenguaje KOP o el FUP.

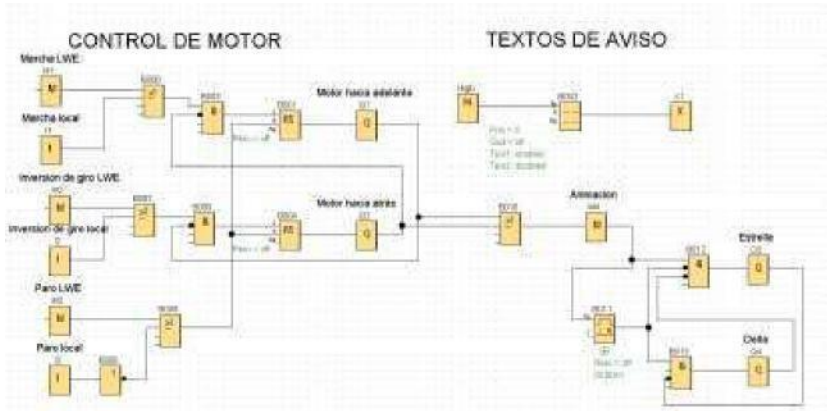


Figura24. Modo de diagrama FUP.

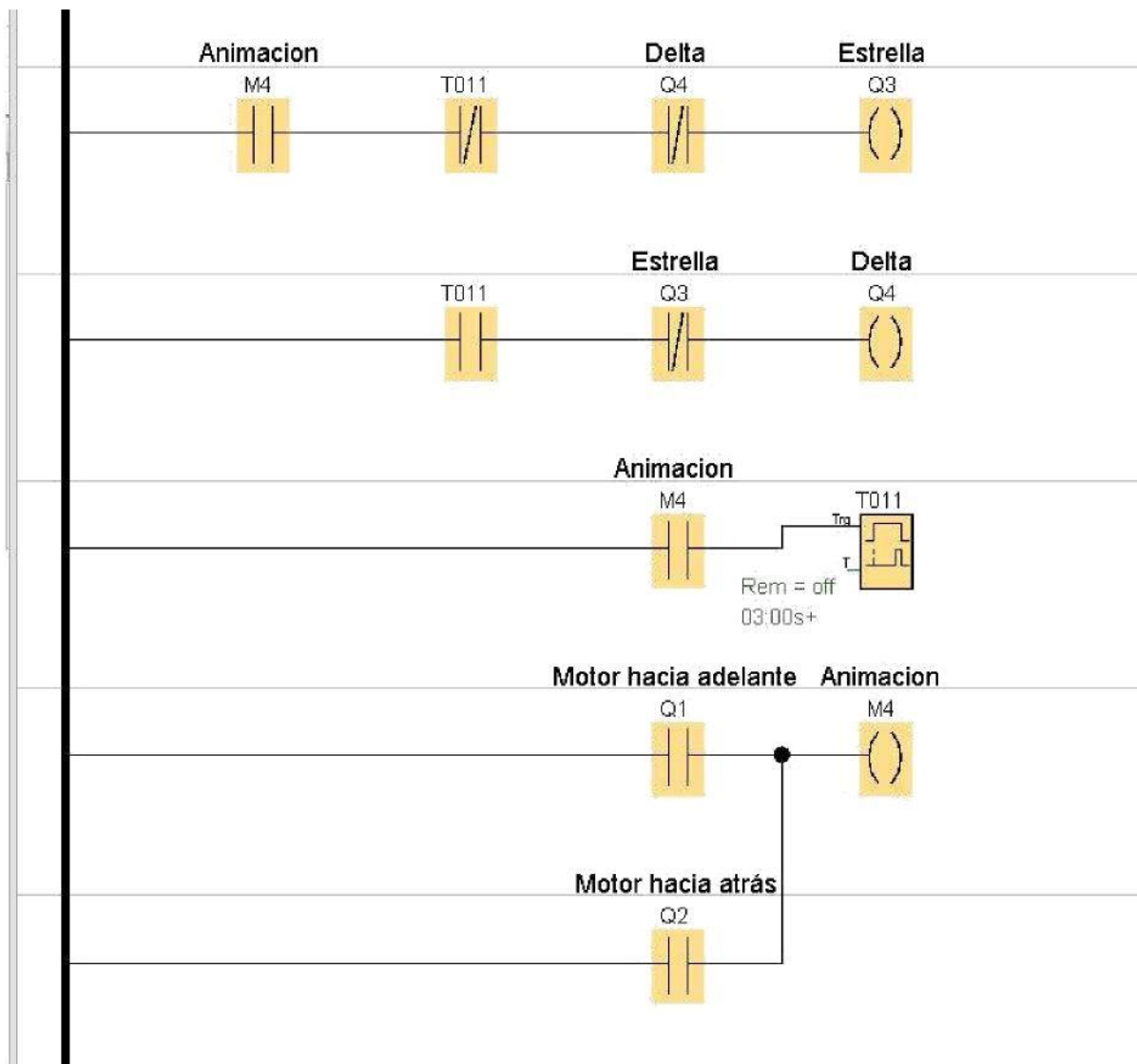


Figura25. Modo de diagrama KOP.

Logo Soft en modo de proyecto de red, permite trabajar con 3 editores de programa de manera simultánea y combinar las conexiones entre dispositivos de una manera muy práctica y simple. LOGO es un autómata mas que programable, parametrizable, ya que sus diferentes bloques abrevian lo que en un PLC utilizaría varias instrucciones, haciendo referencia al tratamiento de señales analógicas.

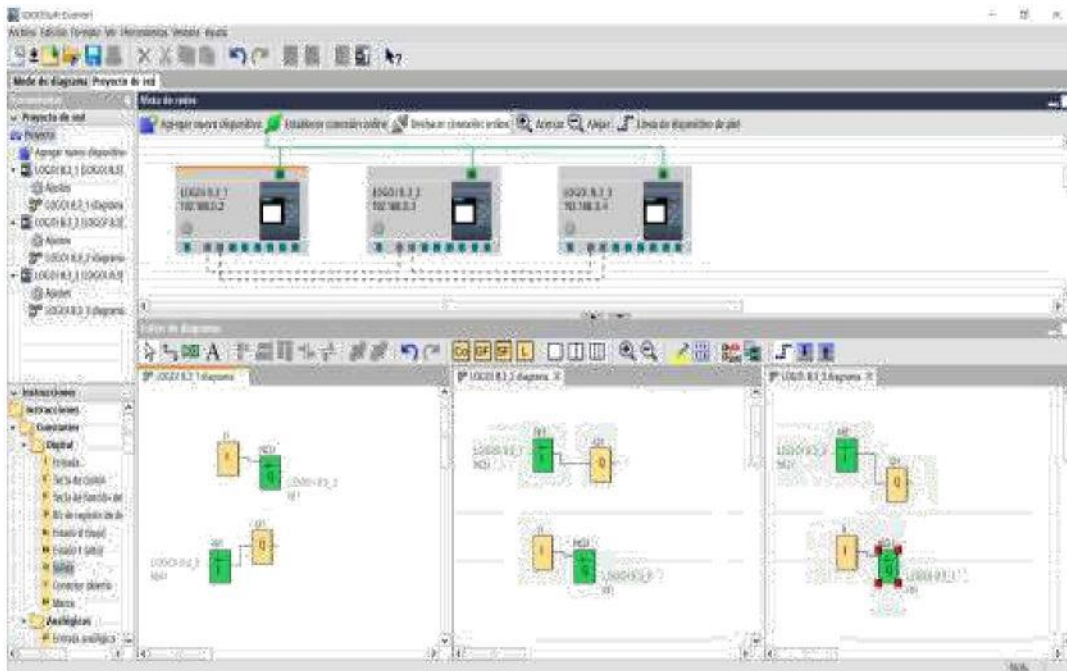


Figura26. Modo de proyecto de red.

El software permite también configurar las versiones anteriores de LOGO Siemens, evitando el tener que utilizar máquinas virtuales con versiones anteriores del software.

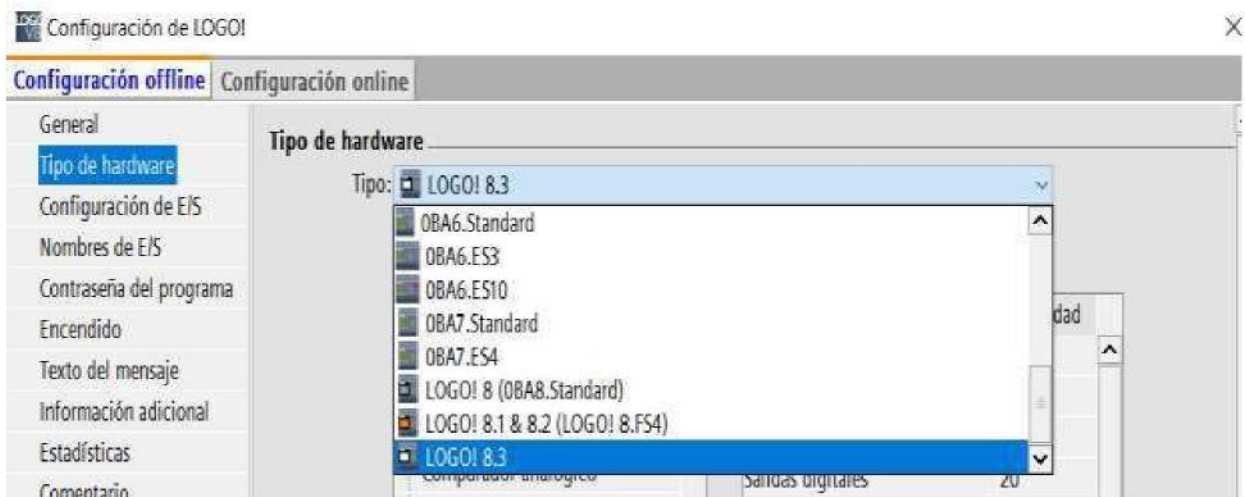


Figura27. Dispositivos LOGO.

LOGO Web editor:

Software para crear interfaz gráfica de página web personalizada. Cuenta con una librería de gráficos bastante amplia y con una muy buena apariencia para aplicaciones exigentes.

Al incorporar gráficos, el archivo de página web no se carga a la memoria interna de LOGO, sino que se requiere insertar una tarjeta Micro SD.

En su última versión permite la implementación del servidor web en la nube AWS, servicio que es pagado.

Para poder acceder desde un navegador al servidor web de LOGO es necesario habilitar este recurso en modo online.

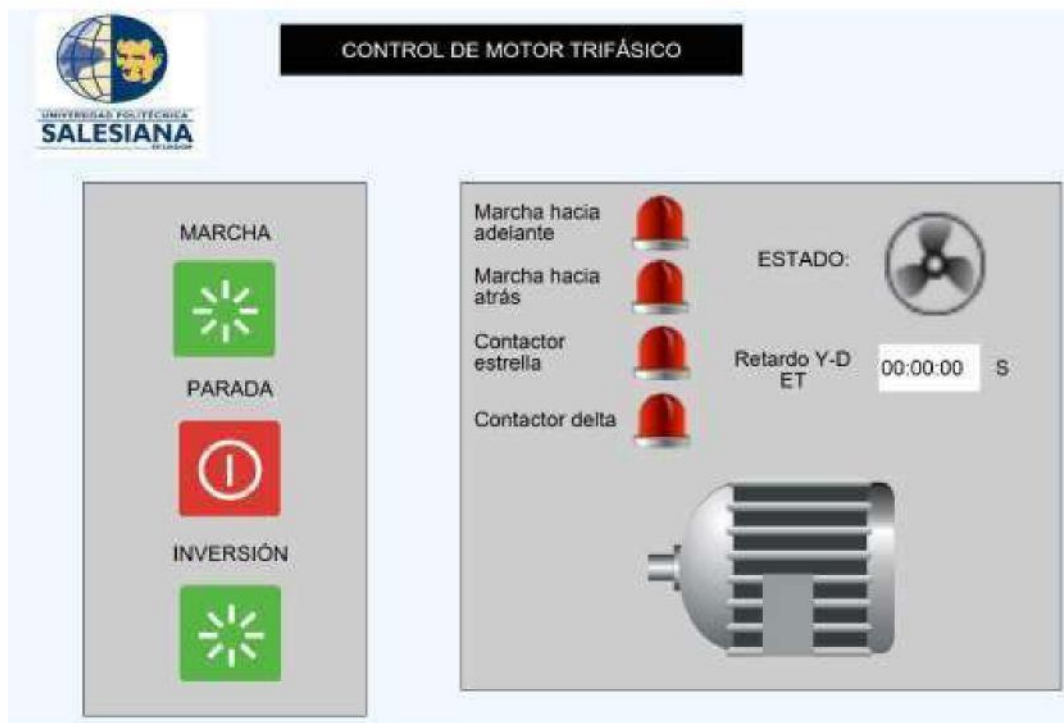


Figura 28. Página desarrollada en LOGO Web Editor.

En caso de no subir la página a la nube AWS, se podrá acceder a ella únicamente de manera local escribiendo la dirección IP del dispositivo LOGO y la contraseña. Para poder acceder de manera remota hay otra alternativa adicional, si es que no se quiere contratar el servicio en la nube AWS y es el pedirle al proveedor de internet una dirección IP estática para poder acceder mediante un puerto. Este servicio mantendrá un costo fijo a diferencia de lo que pueda debitar AWS.

Arranque de motores trifásicos para inducción:

Arranque directo de un motor.

Se utiliza en aplicaciones de control de movimiento de un eje, cuando el motor es de baja potencia, máximo 5 HP a 220 V y hasta 10 HP a 440 V. Este tipo de arranque se puede realizar con dos tipos de elementos de mando, ya sean estos selectores o en su defecto pulsadores.

En la selección de protecciones eléctricas existen dos métodos:

- **Arranque directo con guardamotor:** Utilizando este único elemento de protección se simplifica el circuito, donde su función es actuar ante sobrecargas y cortocircuitos. La red de alimentación ingresa al guardamotor, después se conecta el contactor y por último el motor.

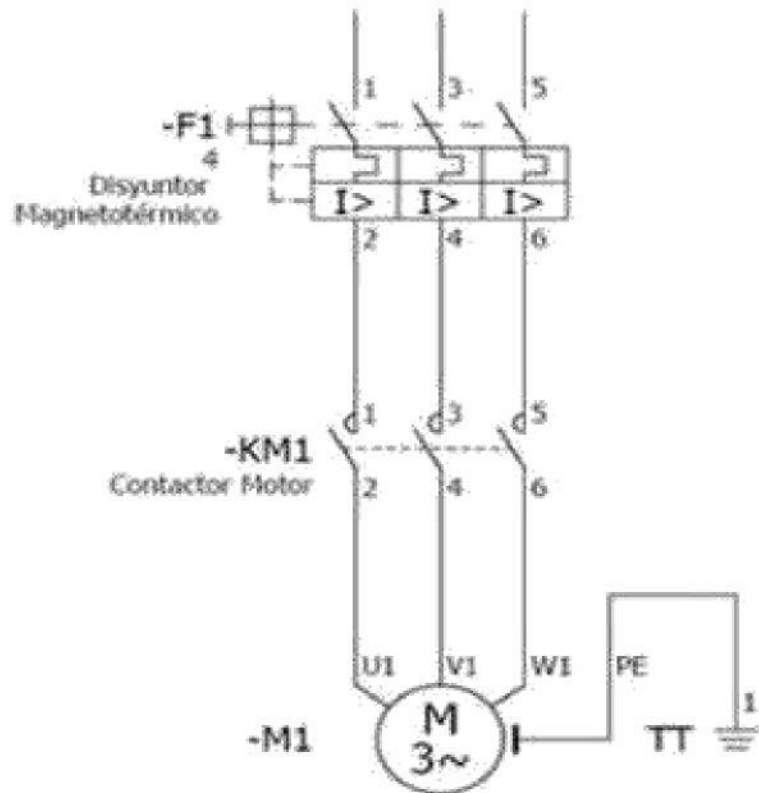


Figura29. Arranque directo utilizando guardamotor como protección. (BIRT-LH, s.f.)

- **Arranque directo con breaker y relé térmico:** En este caso se utilizan dos elementos de protección, el breaker termomagnético como elemento contra cortocircuito y el relé térmico contra sobrecarga.

La alimentación ingresa al breaker termomagnético, luego al contactor, después al relé térmico y por último al motor.

En los motores de potencias mayores se ha visto la necesidad de controlar el arranque y el método de parada, para reducir el estrés mecánico en el motor. Entre estos métodos están:

- Arranque estrella triángulo.
- Arranque estrella triángulo con inversión de giro.
- Arranque por arrancador suave.
- Arranque por variador de frecuencia.

Estos son los métodos que actualmente se utilizan, ya que hay otros que quedaron únicamente para objeto de estudio como lo son el arranque por autotransformador y el arranque por resistencias estáticas.

DESARROLLO DE PRÁCTICAS PROPUESTAS

Practica # 1 Arranque directo de un motor

		GUÍA DE PRÁCTICA DE LABORATORIO
CARRERA: Ingeniería Electrónica.		ASIGNATURA: Automatización Industrial
N° DE PRÁCTICA:	1	TÍTULO PRÁCTICA: Arranque directo de un motor
OBJETIVOS:		
OBJETIVO GENERAL.		
Realizar el arranque directo de un motor trifásico a través de LOGO y LWE.		
OBJETIVOS ESPECÍFICOS:		
<ul style="list-style-type: none"> • Realizar circuito de control y potencia • Realizar programación FUP • Realizar programación LWE 		
INSTRUCCIONES:		
<ol style="list-style-type: none"> 1. Realizar circuito de control y potencia en módulo 2. Programar autómata LOGO 3. Habilitar servidor WEB 		
ACTIVIDADES POR DESARROLLAR		
Cableado de la práctica, programación del autómata y LWE		
Pruebas de funcionamiento		
RESULTADO(S) OBTENIDO(S):		
Motor ABB en marcha a través de autómata programable LOGO. Respuesta sin retardo por parte del servidor web creado en LWE		
CONCLUSIONES:		
LWE permite el desarrollo de las paginas web personalizadas de una forma muy amigable y sobre todo sin ningún costo. La interfaz grafica cuenta con una librería muy amplia.		
RECOMENDACIONES:		
<ul style="list-style-type: none"> • Durante la operación no ubicar objetos cercanos al eje del motor, ya que este trabaja a su máxima velocidad. • No manipular las conexiones si el módulo está con tensión, siempre respetar las 5 reglas de oro para evitar choques y descargas eléctricas. 		

Practica # 2 Arranque con inversión de giro de un motor

		GUÍA DE PRÁCTICA DE LABORATORIO
CARRERA: Ingeniería Electrónica.		ASIGNATURA: Automatización Industrial
Nº DE PRÁCTICA:	2	TÍTULO PRÁCTICA: Arranque con inversión de giro de un motor
<p>OBJETIVOS:</p> <p>OBJETIVO GENERAL.</p> <p>Realizar el arranque directo con inversión de giro de un motor trifásico a través de LOGO y LWE.</p> <p>OBJETIVOS ESPECÍFICOS:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Realizar circuito de control y potencia • Realizar programación FUP • Realizar programación LWE 		
INSTRUCCIONES:	1. Realizar circuito de control y potencia en módulo	
	2. Programar autómata LOGO	
	3. Habilitar servidor WEB	
ACTIVIDADES POR DESARROLLAR		
Cableado de la práctica, programación del autómata y LWE		
Identificar sentido de rotación con cada contactor y esperar el tiempo de parada natural para inversión de giro		
Pruebas de funcionamiento con accionamiento local con pulsadores y remoto desde LWE		
<p>RESULTADO(S) OBTENIDO(S):</p> <p>Motor ABB en marcha a través de autómata programable LOGO. Respuesta sin retardo por parte del servidor web creado en LWE Control combinado, local y desde LWE</p>		

CONCLUSIONES:

Los dos modos de operación permiten realizar las practicas con seguridad, simulando que en caso de perder conexión con el servidor web, se pueden realizar las operaciones de manera manual.

RECOMENDACIONES:

- Durante la operación no ubicar objetos cercanos al eje del motor, ya que este trabaja a su máxima velocidad.
- No manipular las conexiones si el módulo está con tensión, siempre respetar las 5 reglas de oro para evitar choques y descargas eléctricas.
- Para cambiar el sentido de rotación, hay que esperar que el eje se detenga por completo y así evitar estrés mecánico en el motor.
- Utilizar contacto de bloqueo entre contactores para evitar que ambos actúen a la vez.

Practica # 3 Arranque estrella triángulo

		GUÍA DE PRÁCTICA DE LABORATORIO
CARRERA: Ingeniería Electrónica.		ASIGNATURA: Automatización Industrial
N° DE PRÁCTICA:	3	TÍTULO PRÁCTICA: Arranque estrella triángulo
<p>OBJETIVOS:</p> <p>OBJETIVO GENERAL.</p> <p>Realizar el arranque directo con inversión de giro de un motor trifásico a través de LOGO y LWE.</p> <p>OBJETIVOS ESPECÍFICOS:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Realizar circuito de control y potencia • Realizar programación FUP • Realizar programación LWE • Verificar como disminuye la corriente de arranque 		
INSTRUCCIONES:	1. Realizar circuito de control y potencia en módulo	
	2. Programar autómatas LOGO y habilitar servidor web	
	3. Medir corriente del motor en el arranque y en el cambio de conexión	
ACTIVIDADES POR DESARROLLAR		
Cableado de la práctica, programación del autómatas y LWE		
Identificar cada contactor y distribuir las conexiones de potencia para cada conexión		
Establecer el tiempo necesario para el cambio de conexión estrella a conexión triángulo		
Pruebas de funcionamiento con accionamiento local con pulsadores y remoto desde LWE		
<p>RESULTADO(S) OBTENIDO(S):</p> <p>Motor ABB en marcha a través de autómatas programables LOGO. Respuesta sin retardo por parte del servidor web creado en LWE Control combinado, local y desde LWE</p>		

Reducir intensidad en momento de arranque al utilizar esta configuración

CONCLUSIONES:

Los dos modos de operación permiten realizar las practicas con seguridad, simulando que en caso de perder conexión con el servidor web, se pueden realizar las operaciones de manera manual.

RECOMENDACIONES:

- Durante la operación no ubicar objetos cercanos al eje del motor, ya que este trabaja a su máxima velocidad.
- No manipular las conexiones si el módulo está con tensión, siempre respetar las 5 reglas de oro para evitar choques y descargas eléctricas.
- Para cambiar el sentido de rotación, hay que esperar que el eje se detenga por completo y así evitar estrés mecánico en el motor.
- Utilizar contacto de bloqueo entre contactores para evitar que el contactor estrella y triángulo actúen a la vez

Practica # 4 Arranque estrella triángulo con inversión de giro

		GUÍA DE PRÁCTICA DE LABORATORIO
CARRERA: Ingeniería Electrónica.		ASIGNATURA: Automatización Industrial
N° DE PRÁCTICA:	4	TÍTULO PRÁCTICA: Arranque estrella triángulo con inversión de giro
<p>OBJETIVOS:</p> <p>OBJETIVO GENERAL.</p> <p>Realizar el arranque directo con inversión de giro de un motor trifásico a través de LOGO y LWE.</p> <p>OBJETIVOS ESPECÍFICOS:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Realizar circuito de control y potencia • Realizar programación FUP • Realizar programación LWE • Verificar como disminuye la corriente de arranque • Verificar que el cambio de conexión se realice de manera automática en ambos sentidos de rotación 		
INSTRUCCIONES:	1. Realizar circuito de control y potencia en módulo	
	2. Programar autómeta LOGO y habilitar servidor web	
	3. Medir corriente del motor en el arranque y en el cambio de conexión	
ACTIVIDADES POR DESARROLLAR		
Cableado de la práctica, programación del autómeta y LWE		
Identificar sentido de rotación con cada contactor y esperar el tiempo de parada natural para inversión de giro		
Establecer el tiempo necesario para el cambio de conexión estrella a conexión triángulo		
Identificar cada contactor y distribuir las conexiones de potencia para cada conexión		

Pruebas de funcionamiento con accionamiento local con pulsadores y remoto desde LWE

RESULTADO(S) OBTENIDO(S):

Motor ABB en marcha a través de autómatas programables

LOGO. Respuesta sin retardo por parte del servidor web creado en LWE Control combinado, local y desde LWE

Reducción de intensidad en momento de arranque en ambos sentidos de rotación.

CONCLUSIONES:

Los dos modos de operación permiten realizar las prácticas con seguridad, simulando que en caso de perder conexión con el servidor web, se pueden realizar las operaciones de manera manual.

RECOMENDACIONES:

- Durante la operación no ubicar objetos cercanos al eje del motor, ya que este trabaja a su máxima velocidad.
- No manipular las conexiones si el módulo está con tensión, siempre respetar las 5 reglas de oro para evitar choques y descargas eléctricas.
- Para cambiar el sentido de rotación, hay que esperar que el eje se detenga por completo y así evitar estrés mecánico en el motor.
- Utilizar contacto de bloqueo entre contactores de línea y también entre el contactor estrella y triángulo.

RESULTADOS

La utilización de LOGO Siemens como controlador de motores es bastante amigable ya que reduce significativamente el cableado físico en el desarrollo de las prácticas.

LOGO Web Editor (LWE) permite un desarrollo con una librería de gráficos muy amplia, elementos de mando y animaciones. Se requiere de una memoria micro SD para poder cargar esta interfaz en el dispositivo LOGO. Una limitante encontrada es que LWE no soporta gráficos que tengan un tamaño mayor a 2 MB, por lo cual se requiere una edición previa de imágenes externas que se quieran insertar.

La migración de LOGO OBA07 a V8.3 si fue bastante beneficiosa ya que se liberó un poco de espacio físico en el módulo porque el autómata actual, es más pequeño. El software de programación de LOGO también ha cambiado con el pasar del tiempo y ha incorporado nuevas funciones especiales con respecto al dispositivo anterior.

La instalación de una baliza de señalización en el módulo permite al estudiante visualizar si el módulo está con o sin tensión y la instalación del router hace posible la conexión de manera inalámbrica a través de una red propia, para operación desde un servidor web.

PRÁCTICA 1:

Se desarrolló un programa en lenguaje FUP para el arranque directo de un motor, utilizando la instrucción relé auto enclavador y adicionalmente un texto de aviso que indica el estado del motor.

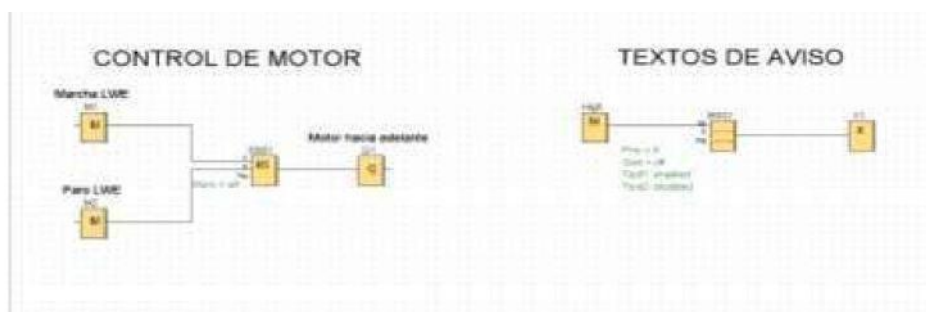


Figura30. Arranque directo FUP.

Luego de realizar la programación se elaboró en AutoCAD el diagrama eléctrico.

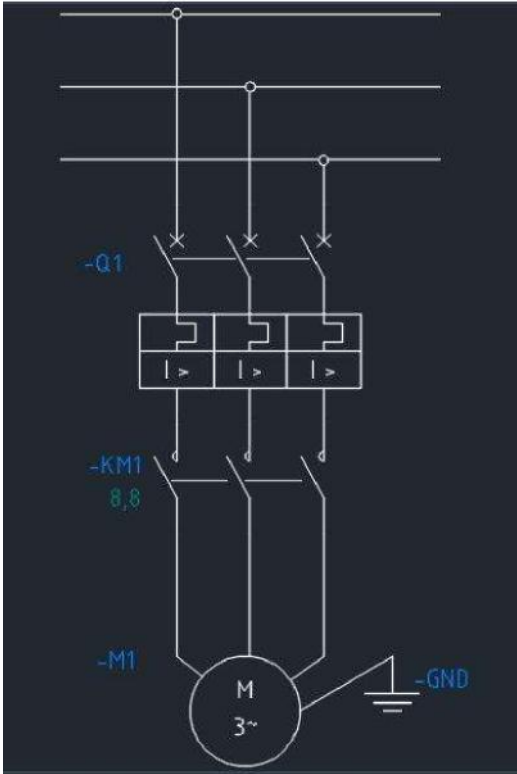


Figura31. Arranque directo, diagrama de fuerza.

Por último, se desarrolló una interfaz gráfica para la operación y control del motor trifásico, con una animación de un ventilador que rota cuando está encendido.



Figura32. Práctica 1 LWE.

Para el accionamiento se utilizaron dos botones, los cuales se los encuentra como “*Push button*”



Figura33. Push button.

Un botón para marcha y uno para parada o desconexión.

Para poderlos identificar, también se agregó un texto en la parte superior de cada botón, utilizando los colores correspondientes para marcha y paro, los cuales son verde y rojo.



Figura34. Botones de marcha y paro LWE.

Para asignar un evento a cada botón, se requiere seleccionar una variable en las propiedades de cada botón, M1 para marcha y M3 para parada.



Figura35. Propiedades botón de marcha práctica 1 LWE.



Figura36. Propiedades botón de paro práctica 1 LWE.

Por último, es importante tener un elemento de confirmación que permita visualizar el estado del motor eléctrico, en este caso un indicador luminoso que cambia de color cuando se activa la salida física Q1



Figura37.. Animación salida Q1, práctica 1.

PRÁCTICA 2:

Para la inversión de giro del motor, se utilizaron compuertas lógicas AND con entradas negadas y así evitar accionamiento de dos contactores con fase invertidas al mismo tiempo.

A través de compuertas lógicas OR, se da lugar al accionamiento combinado, ya sea desde LWE o desde las botoneras físicas

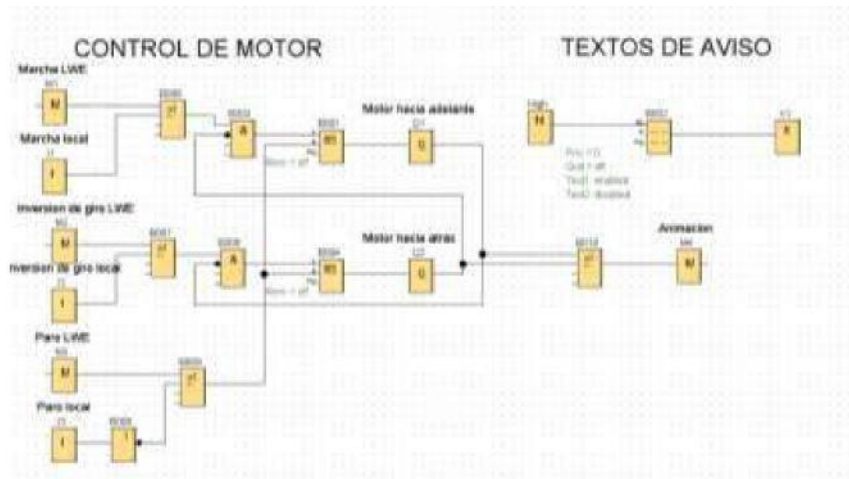


Figura38. Inversión de giro de un motor FUP.

El siguiente paso fue realizar el cableado físico, según el desarrollo del esquema eléctrico que se muestra a continuación:

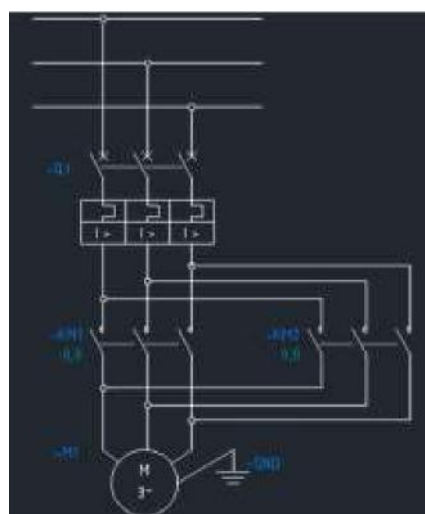


Figura39. Inversión de giro. Diagrama de fuerza.

El motor de inducción trifásico se deben de invertir en dos fases, para esto se utilizó el contactor KM2, donde las fases se encuentran invertidas en su salida. Importante mencionar que tanto en el programa como físicamente, existe un bloqueo entre ambos contactores para evitar que se accionen al mismo tiempo, ya que esto produciría un cortocircuito.

Como en todo circuito eléctrico, es importante aterrizar y así evitar descargas.

La red de alimentación es trifásica con una tensión de 220 V, razón por la cual el motor se conectó en doble triángulo.

Por último se desarrolló una interfaz gráfica en LWE con 3 botones con su respectiva nomenclatura:

- Marcha (M1)
- Inversión (M2) -
- Paro (M3)



Figura40. Inversión de giro LWE.

PRÁCTICA 3:

Los motores durante el arranque pueden consumir de 7 a 10 veces la corriente nominal, y existen aplicaciones donde por temas de potencia y par, se requiere un arranque a tensión reducida. Uno de ellos es el arranque estrella – triángulo.

Las conexiones estrella y triángulo se seleccionan según la tensión de la red. Por lo general 380 V para estrella y 220 V para triángulo. Pero al aplicar 220 V como tensión de línea al motor en conexión estrella donde los bobinados reciben 127 V durante el arranque.

Para esta práctica se utilizan 3 contactores, donde el primero es el que alimenta al motor por los terminales U,V,W. El segundo contactor o contactor de trabajo conecta al motor en triángulo uniando los terminales (U-Z), (V-X),(W-Y) y el último contactor o contactor de arranque, conecta al motor en estrella uniando los terminales X,Y,Z.

A continuación, se muestra el diagrama de fuerza hecho en AutoCAD Electrical.

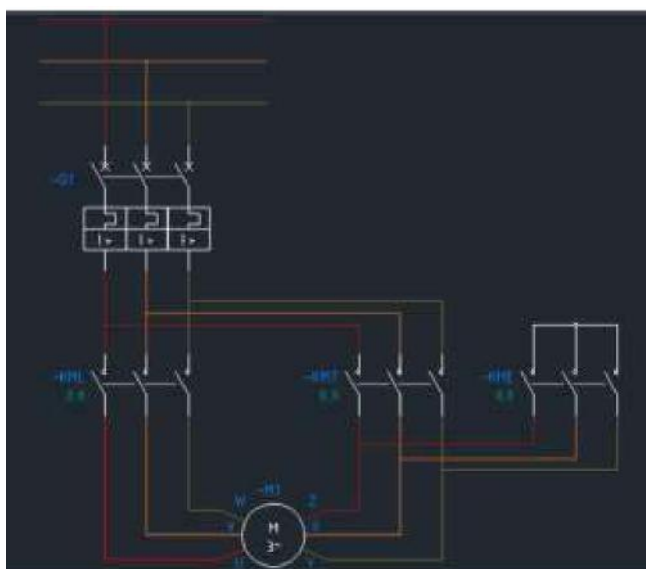


Figura41. Arranque estrella – triángulo.

Para cambiar de conexión estrella a conexión triángulo se necesita utilizar el temporizador de retardo en la conexión. Esta acción de temporización va hacer el controlador LOGO!.

Para realizar el programa en LOGO, se deben definir las variables a utilizar. Estas son:

- M1: Marcha LWE
- I1: Marcha local (N.O)
- M3: Paro LWE
- I3: Paro local (N.C)
- Q1: KML
- Q3: KME
- Q4: MDT

Para dar marcha al motor se utiliza ya sea la entrada digital I1 o también la marca M1, conectando ambas cosas a una compuerta OR y a la entrada de activar bit del relé auto enclavador.

Una vez dada la orden de arranque y estando activado Q1, se conecta el contactor estrella y con el temporizador retardo junto al conectarse, este temporizador inicia el conteo y luego de 3 segundos realiza el cambio de conexión. Cabe recalcar que los contactores estrella y triángulo tienen que tener un bloqueo que impida que durante un intervalo de tiempo se conecten a la vez, esto a través de compuertas AND con entradas negadas.

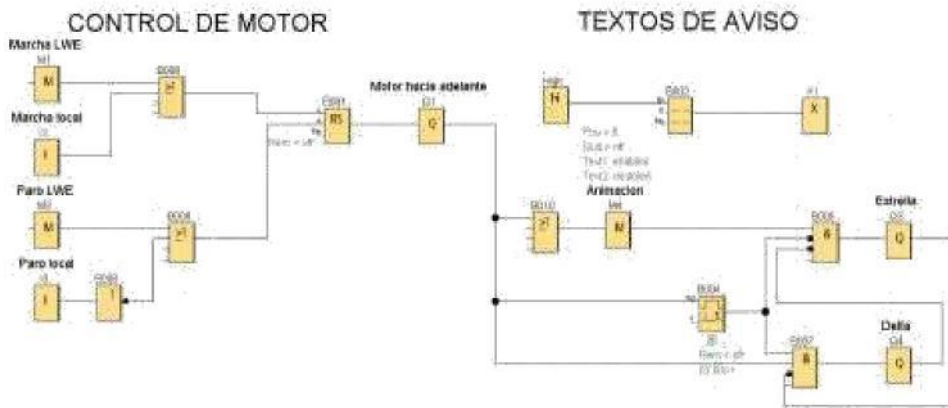


Figura42. Arranque estrella – triángulo FUP.

Durante la prueba se podrá observar que la velocidad en el inicio será, menor debido a la tensión reducida durante el arranque. Utilizando un amperímetro también se podrá observar que la corriente de arranque reduce, con respecto a cuando se realizaba un arranque directo.

El siguiente paso es mapear el valor actual del temporizador para poder verlo en LWE.

Para esto se dirige a herramientas, seleccionando la opción Mapeando parámetro V/M.



Figura43. Mapeando parámetro V/M práctica 3.

Al seleccionar, se tendrá la siguiente ventana, aquí se selecciona el bloque temporizador, el parámetro de valor actual y se escribe la dirección que estará en el formato VW.

ID	Bloque	Parámetro	Tipo	Dirección
1	B004 [Retardo a la conexión]	Valor actual	Word	0
2				

Figura44. Mapeado de temporizador práctica 3.

Ahora clic izquierdo en aceptar.

Luego se dirige al software LWE y se realiza una configuración similar al programa anterior, agregando dos indicadores luminosos para las conexiones estrella y triángulo y un componente misceláneo de escala de tiempo



Figura45. Componente de escala de tiempo LWE.

Para poder acceder al valor actual del temporizador se debe de realizar una configuración en las propiedades del componente y estas son:

- Variable (VW0)
- Unidad de tiempo (Segundos)

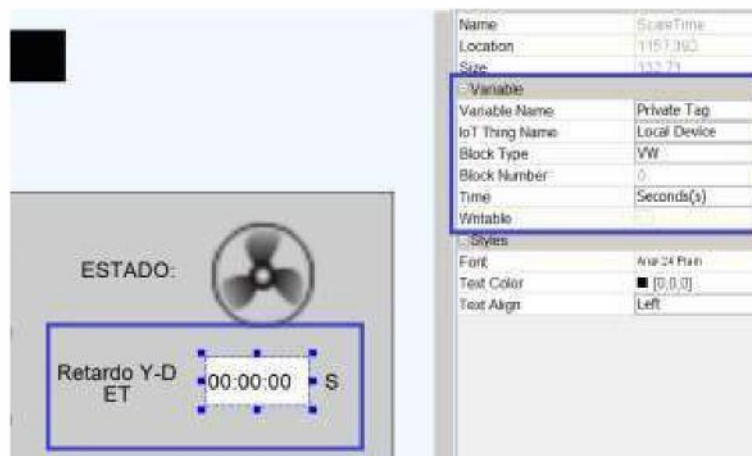


Figura46. Propiedades de componente de escala de tiempo.

Una vez agregados todos los componentes, la interfaz gráfica quedaría así:



Figura47. Arranque estrella - triángulo LWE.

PRÁCTICA 4:

Existen aplicaciones donde se tiene un alto par de arranque y se requiere trabajar en ambos sentidos de rotación.

Para este escenario existe la combinación de dos arranques:

- Inversión para giro de motor -
- Arranque estrella – triángulo.

El arranque de estrella– triángulo con inversión de giro, utiliza 4 contactores:

- Marcha hacia adelante
- Inversión para giro
- Estrella
- Triángulo

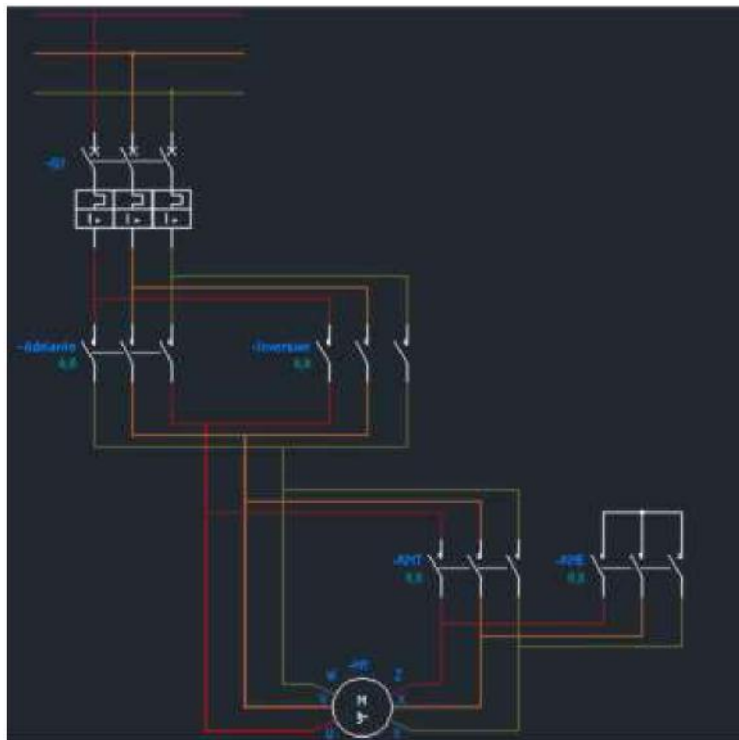


Figura48. Arranque estrella y triángulo con inversión de giro.

Como se puede observar en el diagrama, el contactor triángulo ya no va conectado directamente a la red después del guardamotor, sino que va conectado a la salida de los contactores que proporcionan la secuencia de fases para cada sentido de rotación. En la salida de los contactores de dirección, se realiza una interconexión con las fases invertidas.

En la programación de LOGO se consideraron algunas seguridades:

- Bloqueo entre contactores de línea
- Bloqueo entre contactores estrella y triángulo

Las variables de la práctica son:

- M1: Marcha LWE
- I1: Marcha local (N.O)
- M2: Inversión LWE
- I2: Inversión local (N.O)
- M3: Paro LWE
- I3: Paro local (N.C)
- Q1: Marcha hacia adelante
- Q2: Marcha hacia atrás
- Q3: KME
- Q4: MDT

Al dar marcha al motor en cualquiera de las dos direcciones de rotación, se activara el contactor que corresponde a la línea en conjunto con el contactor estrella y el temporizador de retardo a la conexión. Una vez que el temporizador termine su conteo se hace al cambio de conexión a triángulo.

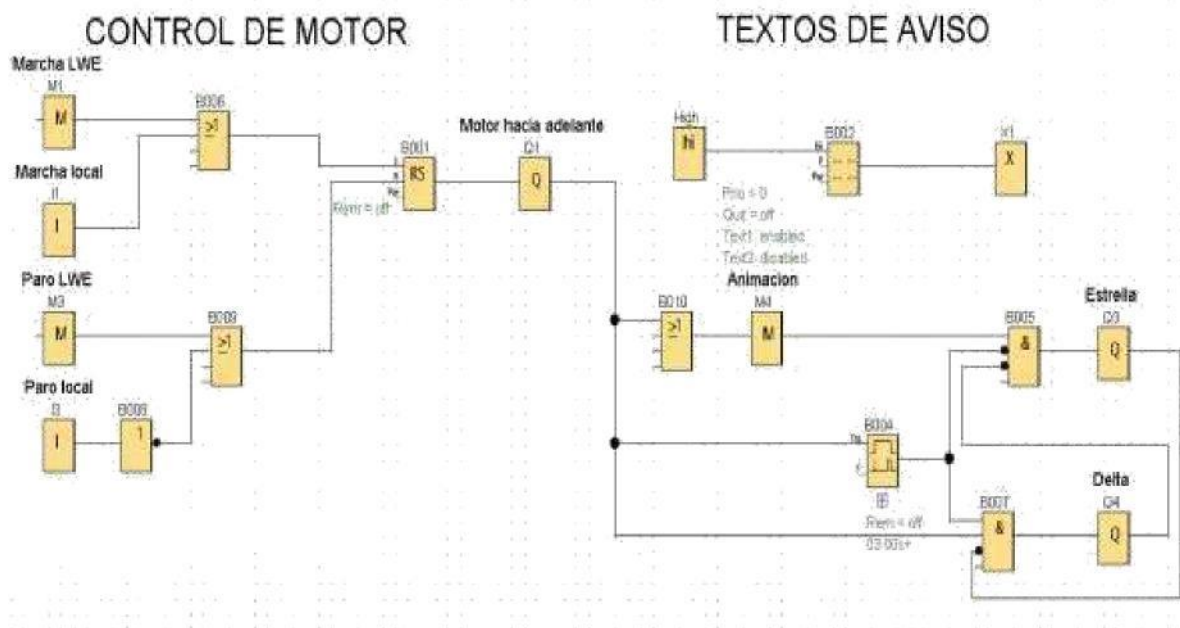


Figura49. Arranque de estrella-triángulo con inversión de giro FUP.

El siguiente paso desarrollar la interfaz gráfica en LWE donde se utilizan 3 componentes de botón para marcha, inversión y parada, según las direcciones de variable a las que corresponden.

También se agregan 4 indicadores luminosos, para conocer el estado del motor y su sentido de rotación.

La interfaz gráfica quedaría así:

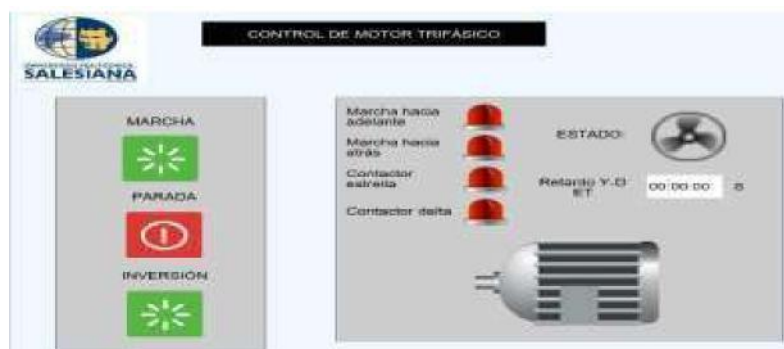


Figura50. Arranque estrella triángulo con inversión de giro.

CRONOGRAMA

Se presenta, en la tabla 1 el cronograma de actividades para la repotenciación de este proyecto, así como también las actividades a realizar y el tiempo que se tomará para su respectiva entrega

CRONOGRAMA											
N°	ACTIVIDAD	RESULTADO PRODUCTIVO APRENDIZAJE	DICIEMBRE-ENERO				FEBRERO				
ACTIVIDADES			Semanas				Semanas				
			1	2	3	4	1	2	3	4	
1	Adquirir los materiales eléctricos y electrónicos para la repotenciación.	Elementos adecuados para cada uno de los circuitos									
2	Reconectar paneles eléctricos tales como el controlador e instrumentos que forman parte del prototipo.	Conexión correcta de cada elemento para evitar daños									
3	Instalación del logo V8.3, router y baliza	Correcto funcionamiento de cada uno de los elementos instalados.									
4	Realizar las pruebas finales del funcionamiento dl banco repotenciado.	Correcto funcionamiento del banco.									
5	Desarrollo del documento final a entregar.	Correcciones realizadas de acuerdo a lo requerido por el tutor.									

Tabla1. Cronograma de actividade

PRESUPUESTO

En la Tabla 2, se muestra el presupuesto que se utilizó para el proyecto de repotenciación de una maleta didáctica.

DESCRIPCIÓN	TOTAL
1 LOGO V8.3	\$ 200
1 Router Tplink	\$ 30,00
Herramientas de trabajo como: cautín, pinzas, desarmadores, alicates, multímetro, etc.	\$ 150,00
1 Baliza	\$ 90,00
Impresiones de nombres, logos etc.	\$ 100,00
Imprevisto	\$ 100,00
TOTAL	\$ 670,00

Tabla2. Presupuesto

CONCLUSIONES

Logo Web Editor como herramienta gratuita que sirve para crear páginas web personalizadas es realmente útil y muy fácil de utilizar.

Otro punto a favor es que esta herramienta es completamente gratuita y cuenta con una librería de gráficos bastante amplia para aplicaciones donde se requiere que la visualización sea mucho más animada.

El haber migrado de LOGO OBA07 a LOGO V8.3 permite mayores posibilidades de conexiones con otros dispositivos a través de conexión S7 y también por el protocolo Modbus TCP/IP.

El incorporar un servidor web local un tablero de control de motor, da la posibilidad a los estudiantes de realizar practicas cercanas a un nivel de industria 4.0, dando lugar a la innovación y actualización.

RECOMENDACIONES

Para trabajar con el módulo didáctico es importante tomar en cuenta algunas seguridades:

Seguridades eléctricas:

- No realizar o modificar conexiones mientras el módulo está con tensión, ya que el nivel es peligroso (220 VAC)
- Realizar un esquema eléctrico antes de hacer el cableado físico y así evitar cortocircuitos por conexiones errada.
- Revisar que los conectores de tipo plug se encuentren aislados y así evitar un contacto a tierra.
- Medir voltaje en los terminales R, S y T para verificar si la clavija está proporcionando tensión en las 3 fases.
- Utilizar los guardamotores para protección del motor, nunca conexión directa a los contactores.
- El control funciona a 120 VAC, para alimentar los elementos de dicho circuito, se requiere pasar por el transformador.
- Utilizar paro de emergencia como parte del circuito, para poder desconectar en caso de algún problema funcional.
- No desconectar el módulo de la clavija mientras se encuentra en operación, primer desconectar a través del interruptor termomagnético.

Seguridades mecánicas:

- El motor es una máquina que cuenta con un eje rotativo, por ende, no debe de existir ningún obstáculo sobre él, ni tampoco se debe de acercar ningún objeto o las manos del estudiantes, ya que este gira a su máxima velocidad.

- No cerrar la puerta del modulo mientras está en operación, ya que el eje podría enredarse con algún cable con tensión.

Recomendaciones para mejoras a futuro:

- Instalar un variador de frecuencia y un encoder para poder realizar prácticas de control de movimiento y posición.
- Incorporar un Raspberry Pi4 para aplicaciones IOT con Node-Red.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- A.BRUMETE,P.SAN SEGUNDO,R.HERRERO. (2018). Obtenido de https://www.google.com.ec/url?sa=i&url=https%3A%2F%2Fbookdown.org%2Falberto_brunete%2Fintro_automatica%2Fdiagrama-de-escalera.html&psig=AOvVaw3LCOxcMAjlpDb4G0pe0rQs&ust=1676079733740000&source=images&cd=vfe&ved=0CBEQjhqxqFwoTClIX59rpif0CFQAAAAAdAAAAABAE
- AREATECNOLOGICA. (2017). Obtenido de <https://www.google.com/url?sa=i&url=https%3A%2F%2Fwww.areatecnologia.com%2Felectricidad%2Fpulsador.html&psig=AOvVaw1l4yKxqiUI9qnkLJ0ssTVK&ust=1675389665344000&source=images&cd=vfe&ved=0CBEQjhqxqFwoTCMDixYDf9fwCFQAAAAAdAAAAABAE>
- AULA21. (2023). Obtenido de <https://www.cursosaula21.com/logo-de-siemens-que-es-ycomo-funciona/>
- AUTOMATAS. (2006). Obtenido de https://www.google.com.ec/url?sa=i&url=https%3A%2F%2Fwww.automatas.org%2Fsiemens%2Fs7-200.htm&psig=AOvVaw1ah5vlAXMfjDFhPo7pKbpY&ust=1676079911982000&source=images&cd=vfe&ved=0CBEQjhqxqFwoTCKDC0a_qif0CFQAAAAAdAAAAABAJ
- AUTYCOM. (1 de AGOSTO de 2018). Obtenido de <https://www.google.com/url?sa=i&url=https%3A%2F%2Fwww.autycom.com%2Fpara-que-sirve-un-contactor-siemens%2F&psig=AOvVaw1flmTgOeuZs7s591NuGict&ust=1676049182981000&source=images&cd=vfe&ved=0CBEQjhqxqFwoTCMCXIPP3iPOCFQAAAAAdAAAAABAE>
- BIRT-LH. (s.f.). Obtenido de https://ikastaroak.birt.eus/edu/argitalpen/backupa/20200331/1920k/es/IEA/AI/AI06/es_IEA_AI06_Contenidos/website_1_cuestiones_preliminares.html
- ELECTRIC, S. (2023). Obtenido de https://www.google.com/url?sa=i&url=https%3A%2F%2Fbposolucioneselectricas.com.ar%2Fproducto%2F1873%2Finterruptor-termomagnetico-ic60h-tripolar-10a-curva-c&psig=AOvVaw1elrAr51ZiZdtdbz0JH8UC&ust=1676046363282000&source=images&cd=vfe&ved=0CBEQjhqxqFwoTCKjK_LLt
- ELECTROFACIL-SOLTEC. (17 de MARZO de 2017). Obtenido de <http://electrofacil-soltec.blogspot.com/2017/03/disyuntor-o-guardamotor.html>
- EUITI-Eibar. (s.f.). Programación en Simatic S7. <http://www.sc.ehu.es/sbweb/webcentro/automatica/Step7/paginas/contenido/step7/7/AWL.pdf>. Obtenido de <https://www.google.com.ec/url?sa=i&url=http%3A%2F%2Fwww.sc.ehu.es%2Fsbweb%2Fwebcentro%2Fautomatica%2Fstep7%2Fpaginas%2Fcontenido%2Fstep7%2F7%2F2.9.1.1.htm&psig=AOvVaw0jBes6HEwioGyuHMnSj9H1&ust=1676080206059000&source=images&cd=vfe&ved=0CBEQjhqxqFwoTCKiljrz>

- FARINA, I. A. (AGOSTO de 2018). Obtenido de https://editores-srl.com.ar/sites/default/files/ie334_farina_motores.pdf
- IKASTAROAK. (s.f.). Obtenido de [ontenidos%2Fwebsite_2_automatismos_con_arranques_directos_de_un_motor_asncrono_t_rifsico.html&psig=AOvVaw0tMFpqGysWbl5GGjPcPisb&ust=1676118687938000&source=images&cd=vfe&ved=0CBEQjhqxqFwoTCPiDmen6iv0CFQAAAAAdAAAAABAJ](https://www.google.com/search?q=ontenidos%2Fwebsite_2_automatismos_con_arranques_directos_de_un_motor_asncrono_t_rifsico.html&psig=AOvVaw0tMFpqGysWbl5GGjPcPisb&ust=1676118687938000&source=images&cd=vfe&ved=0CBEQjhqxqFwoTCPiDmen6iv0CFQAAAAAdAAAAABAJ)
- INGELCOM. (2002). Obtenido de <https://www.google.com/url?sa=i&url=https%3A%2F%2Fwww.ingelcom.com.ec%2Fshop%2Fproduct%2Fs16067-rele-termico-14-20-amp-3ru2126-4bb0-siemens-17274%3Fcategory%3D97&psig=AOvVaw2eO1FJq3iZg8p64Ez-80V1&ust=1676046680470000&source=images&cd=vfe&ved=0CBEQjhqxqFwoT>
- PLC, I. (17 de ABRIL de 2021). Obtenido de https://www.google.com/ec/url?sa=i&url=https%3A%2F%2Fwww.infopl.net%2Fdescargas%2F218-siemens%2Fautomatas%2Flogo%2F3254-logo-8-3-conexion-nube-amazon-web-services-aws&psig=AOvVaw2kvQxcnUYW6Wt_E0QoOt38&ust=1676082495744000&source=images&cd=vfe&ved=0CBEQjh
- REVISTA DE ELECTRICIDAD, E. Y. (2013). INICIACIÓN A LA PROGRAMACIÓN EN SCL. *REEA*, 2. Obtenido de <https://www.google.com/ec/url?sa=i&url=http%3A%2F%2Ffreea-blog.blogspot.com%2F2013%2F05%2Fperdiendo-el-miedo-al-scl-i.html&psig=AOvVaw3NUOA8BsQCQkVVAj8Qe2K&ust=1676080258703000&source=images&cd=vfe&ved=0CBEQjhqxqFwoTCJi79dTrif0CFQAAAAAdAAAAABAE>
- SANCHO, J. R. (2014). Obtenido de <https://www.google.com/url?sa=i&url=https%3A%2F%2Fautomatismoindustrial.com%2Fcurso-carnet-instalador-baja-tension%2Fmotores%2F1-3-3-motores-asincronos%2Farranque-estrella-triangulo%2F&psig=AOvVaw2MDSd92B6lJyU6GEk5uCbn&ust=1675387595382000&source=images&cd=vfe&ved=0CBEQjhqxqFwoTCJi79dTrif0CFQAAAAAdAAAAABAU>
- SEE. (1998). Obtenido de <https://www.simbologia-electronica.com/simbolos-electricos/electronicos/simbolos-iluminacion.htm>
- TEISA. (2023). Obtenido de <https://www.google.com/url?sa=i&url=https%3A%2F%2Fteisapanama.com%2Fproducts%2Fled&psig=AOvVaw0p6qRGQpX8Yu27TTz5aMcf&ust=1676050677535000&source=images&cd=vfe&ved=0CBEQjhqxqFwoTCJi79dTrif0CFQAAAAAdAAAAABAU>
- VÉLEZ, N. (2019). Obtenido de https://www.google.com/ec/url?sa=i&url=https%3A%2F%2Fwww.nilovelez.com%2F2011%2F06%2Fcodigo-de-colores-del-cableado-rj45%2F&psig=AOvVaw1J6jk2X9BMXh9Om_e69li7&ust=1676081838676000&source=images&cd=vfe&ved=0CBEQjhqxqFwoTCPjMr8bxif0CFQAAAAAdAAAAABAE

ANEXOS



