

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
FACULTAD DE ELECTROTECNIA Y COMPUTACIÓN
DEPARTAMENTO DE ELECTRÓNICA



“Automatización de los Sistemas de Control de los Juegos Mecánicos de la
Empresa Nica Park”

**TRABAJO MONOGRÁFICO PARA OPTAR AL TÍTULO DE INGENIERO
ELECTRÓNICO**

PRESENTADO POR:

Br. Jadher Antonio Báez Espinoza

Br. Gerardo Ismael Pérez Fonseca

Tutor:

Ing. Álvaro Antonio Gaitán

Managua – Nicaragua

31 de Agosto de 2017

Dedicatoria

Dedico esta tesis a Dios quien me ha guiado por el camino correcto, me ha dado fuerzas para poder seguir adelante y no desmayar en los problemas que se me han presentado, enseñándome a confrontar las adversidades sin perder jamás la dignidad ni desfallecer en el intento.

A mis padres por su apoyo incondicional, por estar siempre conmigo, por enseñarme a crecer, a ser una persona de bien y que si caigo debo levantarme, por guiarme y ser bases en mi vida, por los consejos que me han brindado, la confianza, paciencia, comprensión, por los valores que me han transmitido, mis principios y por ayudarme a llegar hasta aquí.

Jadher Báez Espinoza

Dedico este trabajo a mis hermanos.

Gerardo Pérez Fonseca

Agradecimientos

Primeramente le damos gracias a Dios por el don de la vida y permitirnos culminar esta etapa, por todas las personas que ha puesto en el camino y han aportado a nuestro crecimiento de una forma directa o indirecta.

Le damos gracias a nuestros padres por el apoyo incondicional en toda nuestra existencia, por sus sabios consejos, por los valores que nos han dado y por enseñarnos a estar firmes en los momentos difíciles para poder alcanzar nuestras metas.

Le damos gracias a nuestro tutor Ing. Álvaro Gaitán quien nos ha apoyado a lo largo de la elaboración del trabajo monográfico.

Le damos gracias al Sr. José Inés Pérez Martínez por todo el apoyo que nos ha brindado, por su amabilidad y darnos la oportunidad de realizar este proyecto monográfico para su empresa.

Resumen

El presente documento muestra los resultados obtenidos de la Automatización de los Sistemas de Control para los Juegos Mecánicos de la Empresa Nica Park. El prototipo es un modelo estándar que puede ser utilizado en cualquiera de los juegos, haciéndole variaciones mínimas. La alimentación del sistema es monofásica, pero los juegos operan con motores trifásicos, esto es posible por el diseño del sistema, que está controlado por un LOGO! 230RC.

Es un sistema de fácil manipulación para el operador, quien se libera de estar alerta a los tiempos de arranque de los motores, ya que estos están previamente programados, esto garantiza un mejor aprovechamiento de la vida útil de cada uno de los componentes del sistema, principalmente de los motores.

Abstract

This document shows the results obtained from the Automation of Control Systems for the Mechanical Games of the Nica Park Company. The prototype is a standard model that can be used in any of the games, making minimal variations to it. The system power is single phase, but the games operate with three-phase motors, this is possible by system design, that is controlled by a LOGO! 230RC.

It is a system of easy manipulation for the operator, who is freed from being alert to the start times of the motors, since these are previously programmed, this guarantees a better use of the useful life of each of system components, mainly of the motors.

Tabla de Contenido

Introducción.....	1
Objetivos	2
Objetivo General	2
Objetivos Específicos.....	2
Justificación.....	3
Capítulo 1: Marco Teórico	4
1.1. Automatización.....	4
1.1.1. Niveles de Automatización.....	6
1.2. Sistemas de Control	7
1.3. Sistemas de Protección de Motores.....	8
1.4. Controlador Lógico Programable (PLC)	13
1.4.1. Lenguajes de Programación	19
1.5. LOGO! 230RC.....	21
1.6. Accionadores.....	23
1.7. Motores Eléctricos.....	23
1.7.1. Motores de Corriente Alterna.....	24
1.8. Arranque de Motores Trifásicos	26
1.8.1. Arranque de Motor Directo.....	26
1.8.2. Arranque de Motor estrella-triángulo.....	27
1.8.3. Arranque de Motor con Conexión Steinmetz	28
1.9. Contactores	30
1.10. Pilotos de Señalización	31
1.11. Capacitores.....	31
1.11.1. Capacitor de Arranque y Permanente	31
1.12. LOGO!SoftComfort.....	32
1.13. Automation Studio.....	36
1.13.1. Programación	36
Capítulo 2: Análisis y Presentación de Resultados	38
2.1. Etapa de Análisis.....	38
2.2. Etapa de Diseño.....	43

2.2.1. Sistema de Control con Microcontrolador	44
2.2.2. Sistema de Control con Relé Temporizado	46
2.2.3. Sistema de Control con Variador de Frecuencia	47
2.2.4. Sistema de Control con LOGO! 230RC	47
2.3. Etapa de Implementación.....	54
2.4. Etapa de Evaluación.....	56
2.4.1. Resultados.....	58
Capítulo 3: Conclusiones y Recomendaciones	59
3.1. Recomendaciones.....	60
Referencias Bibliográficas	61
Anexos	A
Anexo A: Acuerdo con la Empresa Nica Park	B
Anexo B: Proformas de los Componentes del Sistema.....	E
Anexo C: Normativa NEMA 250.....	L
Anexo D: Rúbricas de Desempeño	O
Anexo E: Manual de Usuario del Sistema de Control.....	T
Anexo F: Hojas de Datos	U

Lista de Figuras

Figura 1 Modelo Estructural de un Sistema Automatizado.....	5
Figura 2 Descripción de un Guardamotor.....	12
Figura 3 Estructura Básica de un PLC.....	16
Figura 4 Modelo de Conexión Steinmetz.....	29
Figura 5 LOGO!Soft Comfort V7.0.....	32
Figura 6 Bloque de Entrada LOGO!Soft Comfort.....	34
Figura 7 Bloque de Retardo a la Desconexión LOGO!Soft Comfort.....	34
Figura 8 Bloque de Compuerta NOT LOGO!Soft Comfort.....	34
Figura 9 Bloque de Salida LOGO!Soft Comfort.....	34
Figura 10 Bloque de Compuerta OR LOGO!Soft Comfort.....	34
Figura 11 Bloque de Compuerta NOR LOGO!Soft Comfort.....	35
Figura 12 Bloque de Relé Autoenclavador LOGO!Soft Comfort.....	35
Figura 13 Bloque de Compuerta AND LOGO!Soft Comfort.....	35
Figura 14 Bloque de Marcas LOGO!Soft Comfort.....	35
Figura 15 Caja Estándar del Sistema de Control Encontrado.....	39
Figura 16 Elementos con Corrosión del Sistema de Control.....	40
Figura 17 Deterioro de Conexiones.....	41
Figura 18 Mediciones en Caja de Control Estándar.....	42
Figura 19 Descripción General del Sistema.....	43
Figura 20 Graficet del Sistema de Control.....	50
Figura 21 Diagrama del Sistema de Control.....	51

Figura 22 Primer Diseño de Programación.....	52
Figura 23 Segundo Diseño de Programación.....	53
Figura 24 Pruebas con Luces Led.....	54
Figura 25 Pruebas del Sistema Previas al Montaje en el Juego.....	55
Figura 26 Montaje del Sistema de Control en el Juego Mecánico.....	56

Lista de Ecuaciones

Ecuación 1 Cálculo de Condensador para Conexión Steinmetz.....	29
--	----

Lista de Tablas

Tabla 1 Presupuesto con Microcontrolador.....	45
Tabla 2 Presupuesto con Relé Temporizado.....	46
Tabla 3 Presupuesto con Relé Temporizado Doble.....	46
Tabla 4 Presupuesto con Variador de Frecuencia.....	47
Tabla 5 Presupuesto con LOGO! 230RC V8.....	48
Tabla 6 Propuestas de los Sistemas de Control y su Valor Estimado.....	48
Tabla 7 Componentes Adquiridos.....	49
Tabla 8 Tiempos de Arranque Necesarios de Cada Juego.....	53

Introducción

En el presente documento se describe los diferentes procesos para la automatización de los sistemas de control en los juegos mecánicos, previamente operaban de manera manual, con alimentación monofásica, pulsando dos botones uno de enclavado y otro de arranque, durante diferentes tiempos (dependiendo del juego) hasta lograr el arranque de los motores, exponiendo la vida útil o el daño de ciertos componentes, si no se presionaban adecuadamente, generando pérdidas económicas a la empresa.

El propósito del proyecto consistió en desarrollar un sistema de control semiautomático, el cual, está compuesto por un programa que gobierna una cantidad determinada de componentes físicos interconectados entre sí, que al pulsar únicamente un botón el juego mecánico inicia a funcionar y al pulsar otro el juego se apaga, el nuevo sistema es seguro, ya que, va a salvaguardar la vida útil que tienen los diferentes componentes del sistema y se evitó la dependencia tecnológica que se tiene con otros países debido a que en la nación no hay empresas que se dediquen específicamente a suplir estas necesidades.

Objetivos

Objetivo General

Automatizar los sistemas de control de los juegos mecánicos de la Empresa Nica Park utilizando Controladores Programables con el fin de extender la vida útil de los equipos.

Objetivos Específicos

- 1) Evaluar el sistema actual haciendo observaciones, entrevistas y mediciones para determinar sus errores y posibles mejoras.
- 2) Diseñar el sistema de control utilizando las herramientas necesarias para crear un algoritmo que facilite la programación del controlador así como la interfaz del sistema que permita al operador manejar el juego de manera segura e indicarle acerca de su funcionamiento.
- 3) Realizar las simulaciones correspondientes del sistema en el software pertinente para corroborar que funcione adecuadamente antes del montaje
- 4) Realizar el montaje de los nuevos sistemas de control para los juegos mecánicos y verificar su funcionamiento.

Justificación

Nica Park es una empresa de juegos mecánicos, comprometida con los ciudadanos nicaragüenses, a brindar un servicio seguro y de calidad por todos los sitios del país a los cuales viaja durante todo el año, sobre todo en las festividades de cada lugar, cabe destacar que son juegos hechos en Nicaragua.

En la actualidad en el mercado nicaragüense no existe ninguna empresa que se especialice en la implementación de sistemas de control para juegos mecánicos. Debido a las necesidades que la empresa Nica Park presentaba, ha pedido desarrollar mejoras a sus sistemas para hacerlos más eficientes y duraderos. El mantenimiento preventivo y correctivo de los juegos que crea la empresa es más económico en comparación con cualquier juego que sea importado del extranjero.

El impacto esperado con este proyecto es minimizar las pérdidas económicas en los juegos mecánicos, haciendo que la manipulación del control sea más asequible como prioridad para proteger la vida útil de los motores, los cuales, son los más vulnerables a dañarse. La ventaja de realizar este proyecto es que el sistema pueda trabajar con alimentación monofásica que es la red más común en los lugares donde laboran los juegos mecánico independientemente que los motores que poseen sean trifásicos. Este proyecto posibilitaría la creación de una empresa que se dedique a diseñar, construir e implementar sistemas de control de motores para cualquier campo, desarrollando nuevas oportunidades de empleos.

Capítulo 1: Marco Teórico

1.1. Automatización (Moreno E. G., 1999)

La automática se define como el conjunto de métodos y procedimientos para la sustitución del operario en tareas físicas y mentales previamente programadas. De esta definición original se desprende la definición de la automatización como la aplicación de la automática al control de procesos industriales.

Proceso es aquella parte del sistema en que, a partir de la entrada de material, energía e información, se genera una transformación sujeta a perturbaciones del entorno, que da lugar a la salida de material en forma de producto.

Objetivos de la Automatización (Canto, s.f.)

- Mejorar la productividad de la empresa, reduciendo los costes de la producción y mejorando la calidad de la misma.
- Mejorar las condiciones de trabajo del personal, suprimiendo los trabajos penosos e incrementando la seguridad.
- Realizar las operaciones imposibles de controlar intelectual manualmente.
- Mejorar la disponibilidad de los productos, proveyendo las cantidades necesarias en el momento preciso.
- Simplificar el mantenimiento de forma que el operario no requiere grandes conocimientos para la manipulación del proceso productivo.
- Integrar la gestión y producción.

Modelo Estructural de un Sistema Automatizado (Moreno E. G., 1999)

La estructura de un Sistema Automatizado (ver figura 1) puede clasificarse en dos partes claramente diferenciadas: por un lado lo que denominaremos Parte Operativa (fuerza), formada por un conjunto de dispositivos, máquinas o

subprocesos, diseñados para la realización de determinadas funciones de fabricación; de forma específica pueden tratarse de máquinas herramienta para la realización de operaciones de mecanizado más o menos sofisticadas o bien de subprocesos dedicados a tareas tales como destilación, fundición etc. Por otro lado tenemos la Parte de Control o Mando, que, independientemente de su implementación tecnológica electrónica, neumática, hidráulica etc., es el dispositivo encargado de realizar la coordinación de las distintas operaciones encaminadas a mantener a la Parte Operativa bajo control.

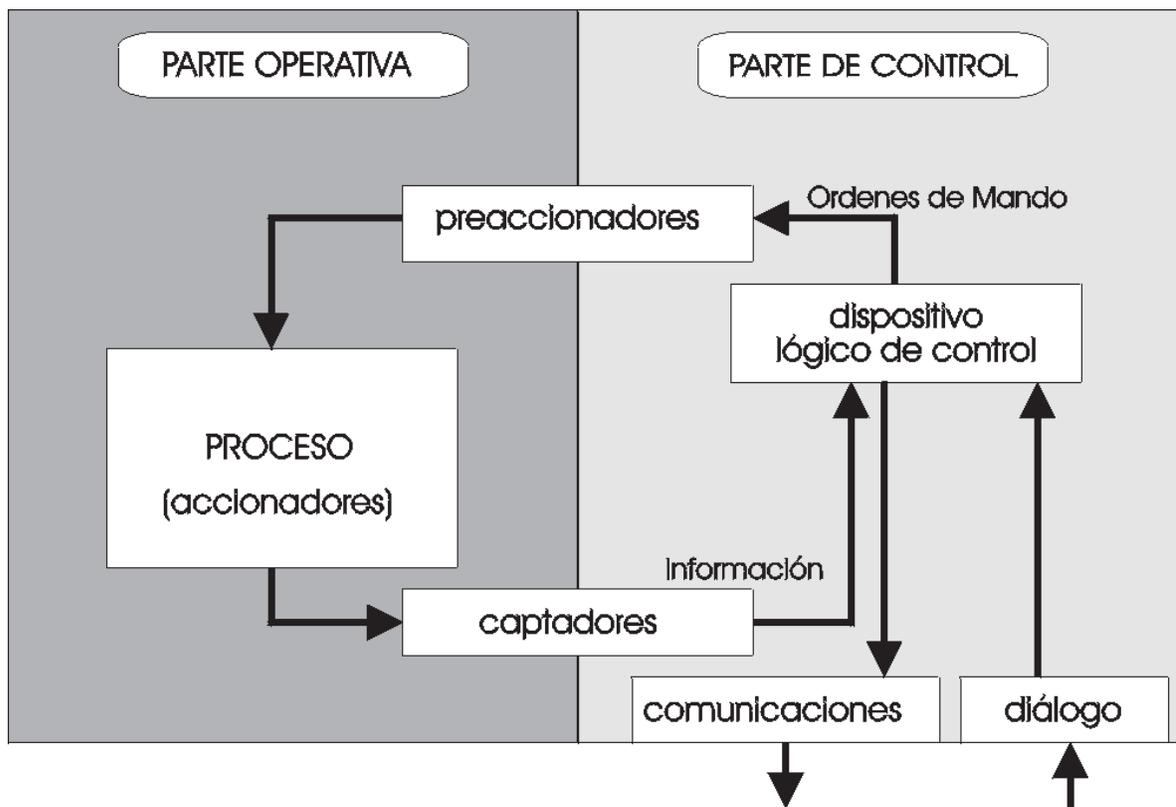


Figura 1. Modelo Estructural de un Sistema Automatizado. (Moreno E. G., 1999)

Con un mayor grado de especificidad, las funciones más comunes de la Parte de Control son:

- Gestión de las entradas/salidas.
- Tratamiento de ecuaciones lógicas.
- Tratamiento de funciones de seguridad.
- Tratamiento secuencial.

- Funciones de regulación.
- Funciones de cálculo para la optimización.
- Gestión de herramientas.
- Control de calidad.
- Gestión de mantenimiento.
- Operaciones de Supervisión: monitorización y diagnóstico de fallos.
- Seguimiento de la producción.

1.1.1. Niveles de Automatización

❖ Nivel elemental

Se corresponde con el asignado a una máquina sencilla o parte de una máquina, asignándole tareas de vigilancia de tiempos muertos, posicionamiento de piezas y funciones de Seguridad.

En el nivel elemental, se distinguen tres grados de automatización:

- Vigilancia.
- Guía operador.
- Mando.

❖ Nivel intermedio

Automatización de un conjunto máquinas elementales o de una máquina compleja.

❖ Tercer nivel

Un proceso completo que además del control elemental se agregan: Supervisión, Optimización, Gestión de Mantenimiento, Control de Calidad y Seguimiento de la Producción.

❖ **Cuarto nivel**

Se corresponde con el concepto Fabricación Integrada por Computador CIM (Computer Intergrated Manufacturing) donde la gestión de la producción contempla la Gestión Empresarial, Planificación y Programación de la producción. (Moreno E. G., 1999)

1.2. Sistemas de Control (Pérez, 2008)

Un sistema de control es un arreglo de componentes físicos conectados o relacionados de tal manera que formen una unidad completa o que puedan actuar como tal y que así el arreglo pueda comandar, dirigir o regular, asimismo o a otro sistema. Estos sistemas comandan dirigen o controlan dinámicamente, en otras palabras es una combinación de componentes que actúan conjuntamente, con un determinado objetivo a cumplir.

Los sistemas de control trabajan fundamentalmente con la información facilitada por los sensores, y tras su procesado electrónico o informático, activan o desactivan actuadores.

El uso constante de técnicas de control automático de procesos ha dado origen a la evolución de las distintas tecnologías de medición y también de control que en su mayoría son aplicadas al campo de la industria.

❖ **Tipos de Sistemas de Control**

De lazo abierto: son aquellos donde la acción de control no depende de la salida, es decir la señal de salida del sistema no influye en la entrada.

De lazo cerrado: son aquellos donde la acción de control depende en cierta parte de la salida, o sea que una parte de la señal de salida que se trata de manera adecuada, es realimentada y se introduce al sistema como otra entrada más.

1.3. Sistemas de Protección de Motores (González, 2010)

La protección de motores es una función esencial para asegurar la continuidad del funcionamiento de las máquinas. La elección de los dispositivos de protección debe hacerse con sumo cuidado.

Los fallos en los motores eléctricos pueden ser, como en todas las instalaciones, los derivados de cortocircuitos, sobrecargas y los contactos indirectos. Los más habituales suelen ser las sobrecargas, que se manifiestan a través de un aumento de la intensidad absorbida por el motor, así como por el aumento de la temperatura de este.

Cada vez que se sobrepasa la temperatura normal de funcionamiento, los aislamientos se desgastan prematuramente. Los efectos negativos no son inmediatos, con lo que el motor sigue funcionando aunque a la larga estos efectos pueden provocar las averías antes expuestas.

A continuación se detallan las protecciones consideradas a utilizar:

❖ Cortacircuitos Fusibles (Eléctricas, s.f.)

Los cortacircuitos fusibles son el medio más antiguo de protección de los circuitos eléctricos y se basan en la fusión por efecto de Joule de un hilo o lámina intercalada en la línea como punto débil.

Los cortacircuitos fusibles o simplemente fusibles son de formas y tamaños muy diferentes según sea la intensidad para la que deben fundirse, la tensión de los circuitos donde se empleen y el lugar donde se coloquen.

El conductor fusible tiene sección circular cuando la corriente que controla es pequeña, o está formado por láminas si la corriente es grande. En ambos casos el material de que están formados es siempre un metal o aleación de bajo punto de fusión a base de plomo, estaño, zinc, etc.

La intensidad nominal de un fusible, así como su poder de corte, son las dos características que definen a un fusible.

La intensidad nominal es la intensidad normal de funcionamiento para la cual el fusible ha sido proyectado, y el poder de corte es la intensidad máxima de cortocircuito capaz de poder ser interrumpida por el fusible.

❖ **Interruptores Magnéticos** (Eléctricas, s.f.)

Son interruptores automáticos que reaccionan ante sobre-intensidades de alto valor, cortándolas en tiempos lo suficientemente cortos como para no perjudicar ni a la red ni a los aparatos asociados a ella.

Para iniciar la desconexión se sirven del movimiento de un núcleo de hierro dentro de un campo magnético proporcional al valor de la intensidad que circula.

❖ **Interruptores Térmicos** (Eléctricas, s.f.)

Son interruptores automáticos que reaccionan ante sobre-intensidades ligeramente superiores a la nominal, asegurando una desconexión en un tiempo lo suficientemente corto para no perjudicar ni a la red ni a los receptores asociados con él.

Para provocar la desconexión, aprovechan la deformación de una lámina bimetalica, que se curva en función del calor producido por la corriente al pasar a través de ella.

❖ **Interruptores Magneto-térmicos** (Eléctricas, s.f.)

Generalmente, los interruptores automáticos combinan varios de los sistemas de protección descritos, en un solo aparato. Los más utilizados son los magneto-térmicos.

Poseen tres sistemas de desconexión: manual, térmico y magnético.

Cada uno puede actuar independientemente de los otros, estando formada su curva de disparo por la superposición de ambas características, magnética y térmica.

Si comparamos los fusibles con los magneto-térmicos, veremos cómo estos últimos presentan una mayor seguridad y prestaciones ya que interrumpen circuitos con más rapidez y capacidad de ruptura que los fusibles normales. Después, a la hora de restablecer el circuito, no se precisa ningún material ni persona experta, basta presionar un botón o mover un resorte que se halla perfectamente aislado y visible.

Por contra, un fusible requiere el gasto de compra de un cartucho nuevo, su colocación en la base, sometida a tensión y una persona lo bastante capacitada para efectuar estas operaciones. Estas molestias ocasionadas por la fusión de un fusible, llevan en muchas ocasiones a colocar cartuchos inadecuados, por personas inexpertas, ignorando el peligro que esto puede ocasionar a las personas y aparatos que con él van asociados.

❖ **Interruptor Automático de Motor** (Eléctricas, s.f.)

Los interruptores automáticos de motor utilizan el mismo principio de protección que los interruptores magneto-térmicos. Son aparatos diseñados para ejercer hasta 4 funciones:

- Protección contra sobrecargas.
- Protección contra cortocircuitos.
- Maniobras normales manuales de cierre y apertura.
- Señalización.

Este tipo de interruptores, en combinación con un contactor, constituye una solución excelente para la maniobra de motores, sin necesidad de fusibles de protección.

Como ya hemos dicho, estos interruptores disponen de una protección térmica. Cada uno de los tres polos del interruptor automático dispone de un disparador térmico de sobrecarga consistente en unos bimetales por los cuales circula la intensidad del motor. En caso de una sobrecarga el disparo se produce en un tiempo definido por su curva característica. La intensidad de disparo térmico es regulable dentro de ciertos límites.

La protección magnética o disparador magnético de cortocircuito consiste en un electroimán por cuyo arrollamiento circula la corriente del motor y cuando esta alcanza un valor determinado se acciona bruscamente un núcleo percutor que libera la retención del mecanismo de disparo, obteniéndose la apertura de contactos en un tiempo inferior a 1 ms. La intensidad de funcionamiento del disparador magnético es de 11 a 18 veces la intensidad de reglaje, correspondiente a los valores máximo y mínimo del campo de reglaje.

Otra característica interesante en este tipo de aparatos es la limitación de la corriente de cortocircuito por la propia resistencia interna del interruptor, correspondiente a los bimetales, disparadores magnéticos y contactos. Este efecto disminuye a medida que aumenta la intensidad nominal del aparato.

Gracias al diseño optimizado de las piezas de los contactos y de las cámaras de extinción, estos aparatos tienen un poder de corte muy elevado.

❖ **Guardamotor** (Guardamotors, 2010)

Los guardamotors son interruptores que se usan para maniobrar simultáneamente todos los polos de un motor, al mismo tiempo que se le protege contra la destrucción por fallo del arranque, sobrecarga, disminución de la tensión de la red, falla de fases y avería de un conductor en redes trifásicas.

Disponen de un mecanismo de disparo térmico para proteger el devanado del motor (protección contra sobrecarga) y, generalmente, de un mecanismo de disparo electromagnético (protección contra cortocircuito).

Como todos los interruptores de protección, tienen un mecanismo de desenganche permanente.

Se puede montar dispositivos suplementarios en los guardamotores, por ejemplo, mecanismos de disparo por disminución de la tensión o de corriente de trabajo, conmutadores auxiliares y avisadores de disparo.

Los guardamotores que protegen contra sobrecarga al motor, y contra cortocircuito y sobrecarga a la línea de alimentación y al motor, tienen que estar conectados al principio de la línea de alimentación del motor.

Los guardamotores con disparo electromagnético que pueden dominar con seguridad las corrientes de cortocircuito que se puedan producir en el circuito en el que estén conectados, es decir, que sean capaces de conmutar también en caso de cortocircuito, se pueden utilizar sin intercalar un fusible antes de la red.

En la figura 2 se puede observar un guardamotor y sus partes:

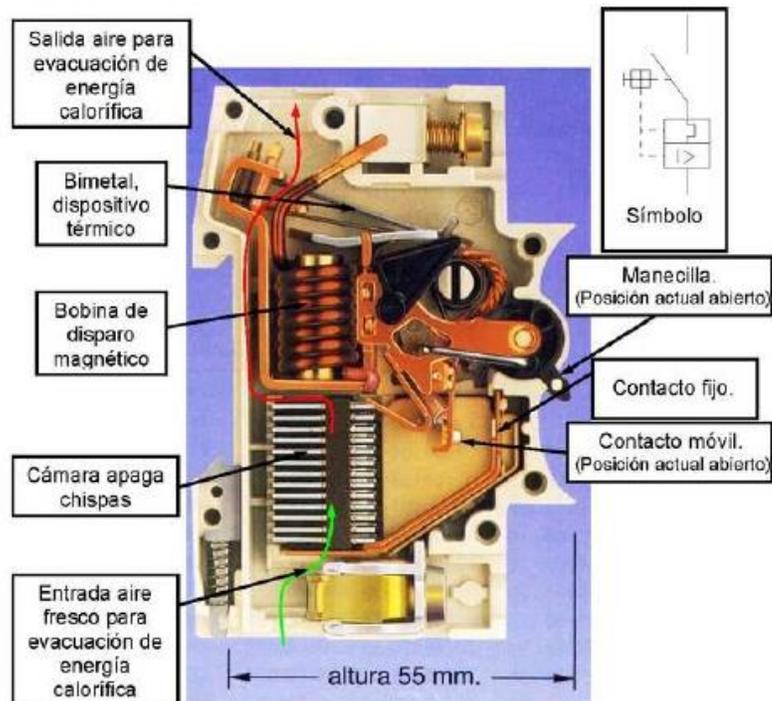


Figura 2. Descripción de un Guardamotor. (Guardamotores, 2010).

En cada circuito del guardamotor hay un mecanismo de disparo bimetálico y otro electromagnético en serie. Cuando el guardamotor está ajustado para valores de corriente bajos, la resistencia propia del mecanismo de disparo bimetálico es lo

suficientemente grande para limitar la corriente de cortocircuito a valores menores que la capacidad de corte del guardamotor.

1.4. Controlador Lógico Programable (PLC) (Moreno M. , s.f.)

Según lo define la Asociación Nacional de Fabricantes Eléctricos de los Estados Unidos un PLC – Programable Logic Controller (Controlador Lógico Programable) es un dispositivo digital electrónico con una memoria programable para el almacenamiento de instrucciones, permitiendo la implementación de funciones específicas como ser: lógicas, secuenciales, temporizadas, de conteo y aritméticas; con el objeto de controlar máquinas y procesos.

También se puede definir como un equipo electrónico, el cual realiza la ejecución de un programa de forma cíclica. La ejecución del programa puede ser interrumpida momentáneamente para realizar otras tareas consideradas más prioritarias, pero el aspecto más importante es la garantía de ejecución completa del programa principal. Estos controladores son utilizados en ambientes industriales donde la decisión y la acción deben ser tomadas en forma muy rápida, para responder en tiempo real.

Los PLC son utilizados donde se requieran tanto controles lógicos como secuenciales o ambos a la vez.

❖ Campos de Aplicación

El PLC por sus especiales características de diseño tiene un campo de aplicación muy extenso. La constante evolución del hardware y software amplía constantemente este campo, para poder satisfacer las necesidades que se detectan en el espectro de sus posibilidades reales.

Su utilización se da fundamentalmente en aquellas instalaciones en donde es necesario un proceso de maniobra, control y señalización. Por tanto, su aplicación

abarca desde procesos de fabricación industriales de cualquier tipo a transformaciones industriales, o control de instalaciones, entre otras.

Sus reducidas dimensiones, la extremada facilidad de su montaje, la posibilidad de almacenar los programas para su posterior y rápida utilización, la modificación o alteración de los mismos, hace que su eficacia se aprecie principalmente en procesos en que se producen necesidades tales como:

- Espacio reducido
- Procesos de producción periódicamente cambiantes
- Procesos secuenciales
- Maquinaria de procesos variables
- Instalaciones de procesos complejos y amplios
- Chequeo de programación centralizada de las partes del proceso

Ejemplos de aplicaciones generales:

- Maniobra de máquinas
- Maquinaria industrial de plástico
- Máquinas transfer
- Maquinaria de embalajes
- Maniobra de instalaciones: instalación de aire acondicionado, calefacción
- Instalaciones de seguridad
- Señalización y control

❖ **Ventajas e Inconvenientes**

Sabemos que no todos los autómatas ofrecen las mismas ventajas sobre la lógica cableada, ello es debido, principalmente, a la variedad de modelos existentes en el mercado y las innovaciones técnicas que surgen constantemente. Tales consideraciones obligan a referirse a las ventajas que proporciona un autómata de tipo medio.

Ventajas

- Menor tiempo empleado en la elaboración de proyectos, debido a que no es necesario dibujar previamente el esquema de contactos, es preciso simplificar las ecuaciones lógicas, ya que por lo general la capacidad de almacenamiento del módulo de memoria es lo suficientemente grande.
- La lista de materiales queda sensiblemente reducida, y al elaborar el presupuesto correspondiente eliminaremos parte del problema que supone el contar con diferentes proveedores, distintos plazos de entrega.
- Posibilidad de introducir modificaciones sin cambiar el cableado ni añadir aparatos.
- Mínimo espacio del tablero donde se instala el autómata programable.
- Menor costo de mano de obra de la instalación.
- Economía de mantenimiento. Además de aumentar la fiabilidad del sistema, al eliminar contactos móviles, los mismos autómatas pueden indicar y detectar averías.
- Posibilidad de gobernar varias máquinas con un mismo autómata.
- Menor tiempo para la puesta en funcionamiento del proceso al quedar reducido el tiempo de cableado.
- Si por alguna razón la máquina queda fuera de servicio, el autómata sigue siendo útil para otra máquina o sistema de producción.

Inconvenientes

- Como inconvenientes podríamos hablar, en primer lugar, de que hace falta un programador, lo que obliga a adiestrar a uno de los técnicos en tal sentido. Esta capacitación puede ser tomada en distintos cursos, inclusive en universidades.
- El costo inicial.

❖ Estructura Básica de un PLC

La estructura básica de un PLC está compuesta por:

- La CPU.
- Las interfases de entradas.
- Las interfases de salidas.

Esta estructura se puede observar en la siguiente figura:

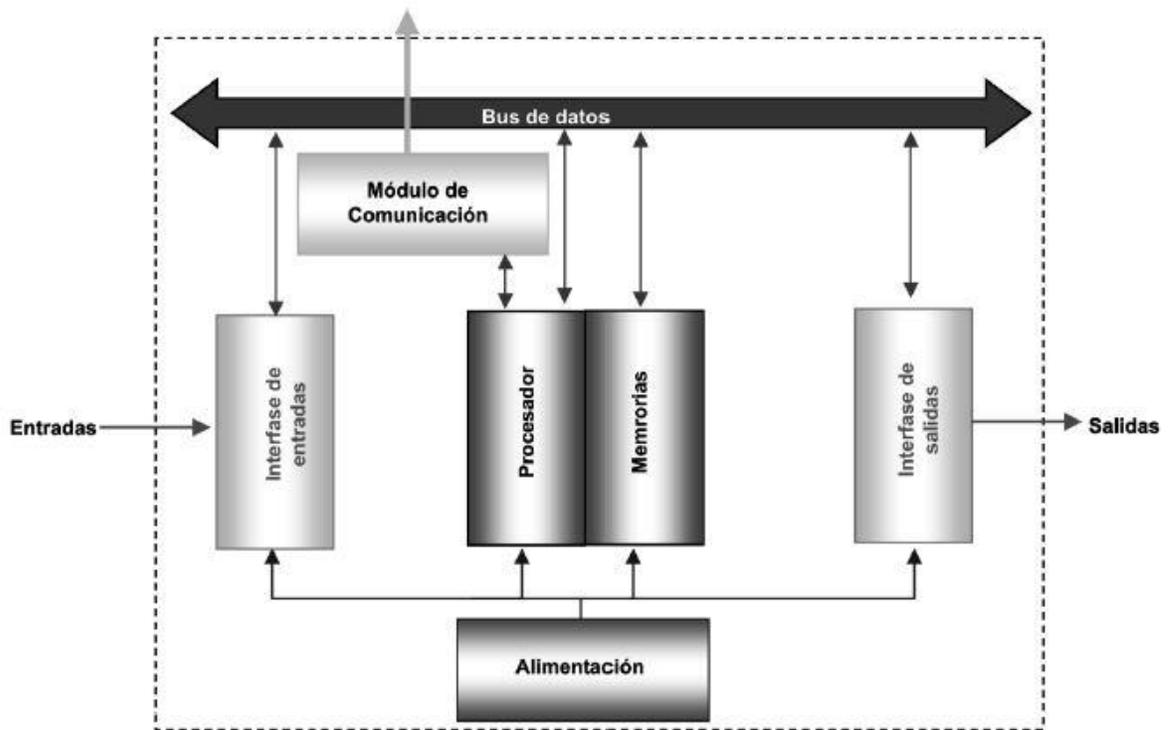


Figura 3. Estructura Básica de un PLC. (Moreno. M, s.f.)

Procesador

El procesador es el “cerebro” del PLC, el responsable de la ejecución del programa desarrollado por el usuario.

Tareas Principales:

- Ejecutar el programa realizado por el usuario.

- Administración de la comunicación entre el dispositivo de programación y la memoria, y entre el microprocesador y los bornes de entrada/ salida.
- Ejecutar los programas de autodiagnósticos.

Memoria

Los PLC tienen que ser capaces de almacenar y retirar información, para ello cuentan con memorias. Las memorias son miles de cientos de localizaciones donde la información puede ser almacenada. Estas localizaciones están muy bien organizadas.

En las memorias el PLC debe ser capaz de almacenar:

Datos del Proceso:

- Señales de entradas y salidas.
- Variables internas, de bit y de palabra.
- Datos alfanuméricos y constantes.

Datos de Control

- Instrucciones de usuario, programa.
- Configuración del autómata.

Tanto el sistema operativo como el programa de aplicación, las tablas o registros de entradas/ salidas y los registros de variables o bits internos están asociados a distintos tipos de memoria.

La capacidad de almacenamiento de una memoria suele cuantificarse en bits, bytes (grupo de 8 bits), o words (grupo de 16 bits).

Entradas y salidas

Dispositivos de entrada:

Los dispositivos de entrada y salida son aquellos equipos que intercambian (o envían) señales con el PLC.

Cada dispositivo de entrada es utilizado para conocer una condición particular de su entorno, como temperatura, presión, posición, entre otras.

Entre estos dispositivos podemos encontrar:

- Sensores inductivos magnéticos, ópticos, pulsadores, termocuplas, termoresistencias, encoders, etc.

Dispositivos de salida

Los dispositivos de salida son aquellos que responden a las señales que reciben del PLC, cambiando o modificando su entorno.

Entre los dispositivos típicos de salida podemos hallar:

- Contactores de motor
- Electroválvulas
- Indicadores luminosos o simples relés

Generalmente los dispositivos de entrada, los de salida y el microprocesador trabajan en diferentes niveles de tensión y corriente. En este caso las señales que entran y salen del PLC deben ser acondicionadas a las tensiones y corrientes que maneja el microprocesador, para que éste las pueda reconocer. Ésta es la tarea de las interfases o módulos de entrada o salida.

Alimentación

La fuente de alimentación proporciona las tensiones necesarias para el funcionamiento de los distintos circuitos del sistema. La alimentación a la CPU

frecuentemente es de 24 Vcc, o de 110/220 Vca. En cualquier caso es la propia CPU la que alimenta las interfaces conectadas a través del bus interno.

La alimentación a los circuitos E/S puede realizarse, en alterna a 48/110/220 Vca o en continua a 12/24/48 Vcc.

1.4.1. Lenguajes de Programación

Cuando se habla de los lenguajes de programación se hace referencia a diferentes formas de poder escribir el programa usuario.

Los softwares actuales permiten traducir el programa usuario de un lenguaje a otro, pudiendo así escribir el programa en el lenguaje que más convenga.

La creciente complejidad en la programación de los autómatas programables requiere más que nunca de la estandarización de la misma. Bajo la dirección del IEC el estándar IEC 1131-3 (IEC 65) para la programación de PLC ha sido definido. Alcanzó el estado de estándar internacional en agosto de 1992. Con la idea de hacer el modelo adecuado para un gran abanico de aplicaciones, cinco lenguajes han sido definidos en total:

❖ Gráfico Secuencial de Funciones (Grafcet)

El gráfico secuencial de funciones (SFC o Grafcet) es un lenguaje gráfico que proporciona una representación en forma de diagrama de las secuencias del programa.

Soporta selecciones alternativas de secuencia y secuencias paralelas. Los elementos básicos son pasos y transiciones. Los pasos consisten en piezas de programas que son inhibidas hasta que una condición especificada por las transiciones es conocida.

Como consecuencia de que las aplicaciones industriales funcionan en forma de pasos, el SFC es la forma lógica de especificar y programar el más alto nivel de un programa para PLC.

❖ **Lista de Instrucciones**

Utiliza instrucciones derivadas de las operaciones del álgebra de Boole, combinadas con otras que permiten representar funciones como temporizadores, contadores, movimientos de datos en la memoria y cálculos (suma, resta, multiplicación, división, raíz cuadrada, cálculo de porcentaje, cambios en el sistema de numeración, etc.)

Cada instrucción está formada por un mnemónico o código, (abreviatura que representa una función), y uno o varios argumentos (variables que indican la dirección de memoria sobre la que se va a trabajar)

Como puede imaginarse existe una equivalencia o correspondencia entre la lógica de escalera y el listado de instrucciones. En muchos PLC esta equivalencia se puede ver en forma inmediata sólo con activar un icono de la pantalla de programación.

❖ **Texto Estructurado**

El texto estructurado (structured text o ST) es un lenguaje de alto nivel estructurado por bloques que posee una sintaxis parecida al PASCAL. El ST puede ser empleado para realizar rápidamente sentencias complejas que manejen variables con un amplio rango de diferentes tipos de datos, incluyendo valores analógicos y digitales. También se especifica tipos de datos para el manejo de horas, fechas y temporizaciones, algo importante en procesos industriales. El lenguaje posee soporte para bucles como REPEAT UNTIL, ejecuciones condicionales empleando sentencias IF-THEN-ELSE y funciones como SQRT() y SIN().

❖ Diagrama de Contactos o Lógica de Escalera o Ladder Logic

Tradicionalmente los diagramas de lógica de escalera están compuestos por dos líneas verticales que representan las líneas de alimentación, mientras que los renglones contienen los cableados, los arreglos de contactos y las bobinas de relés.

En los PLC, los diagramas de Lógica de Escalera o Ladder Logic son una manera fácil de dibujar los programas. Una ventaja importante es que los símbolos básicos están normalizados según NEMA y son empleados por todos los fabricantes.

No obstante, los lenguajes de programación más empleados en la actualidad son: el listado de instrucciones y el esquema de contactos o Ladder Logic.

❖ Diagrama de Bloques Funcionales

El diagrama de funciones (function block diagram o FBD) es un lenguaje gráfico que permite programar elementos que aparecen como bloques para ser cableados entre si de forma análoga al esquema de un circuito. El uso de FBD es adecuado para muchas aplicaciones que involucren el flujo de información o datos entre componentes de control.

1.5. LOGO! 230RC (Logo, 2014)

El LOGO! 230RC es programado manualmente con el lenguaje de diagrama de bloques funcionales.

¿Qué es un Siemens LOGO! 230RC?

Es un módulo lógico, es decir, un controlador programable que permite que sin intervención humana, las máquinas hagan un trabajo. Pero la palabra clave e importante es programable, que no programado. Por tanto es necesario programar el LOGO! 230RC para que este haga una tarea.

Básicamente funciona de la siguiente manera: al LOGO! 230RC se le dan como datos de entrada una serie de señales, las cuales van a ser procesadas en el programa, y el LOGO! 230RC va a dar unos datos de salida.

Esto en el mundo real se traduce en unos pulsadores, sensores etc (datos de entrada), un procesamiento en el LOGO! 230RC y una activación o no de salidas de relé (datos de salida).

Técnicamente un LOGO! 230RC es un PLC ya que el término PLC no es más que el acrónimo en inglés de Programmable Logic Controller, es decir, un controlador lógico programable, lo que viene siendo un LOGO! 230RC. Lo que ocurre es que el acrónimo PLC se usa para controladores programables de mayor capacidad.

Las Ventajas de un LOGO! 230RC son:

- Son aparatos asequibles en precio.
- Por ser programable, es flexible y versátil. Puedes hacer muchas cosas con ellos.
- Ahorra mucho cableado.
- Es mucho más fácil de mantener en caso de tener que realizar modificaciones.
- Es escalable: se pueden añadir más o menos entradas y salidas.
- Puede tener una pantalla asociada de mando.

Los Inconvenientes de un LOGO! 230RC son:

Básicamente tiene uno:

- Hay que saber programarlos.

1.6. Accionadores (Sánchez, 2008)

Los accionadores eléctricos son los más extendidos y los que poseen un mayor campo de aplicación dada la fácil disponibilidad de la energía eléctrica a través de las redes de distribución. Un accionador es un elemento o dispositivo de una máquina, encargado de suministrar energía, para que el actuador funcione, recibe la orden de un controlador y da una salida necesaria para activar a un elemento final de control, los actuadores eléctricos son usados para manejar aparatos mecatrónicos.

Además son altamente versátiles debido a que se utilizan cables eléctricos para transmitir señales de control y la electricidad, por lo que prácticamente no hay restricciones respecto a la distancia entre la fuente de poder y el actuador.

1.7. Motores Eléctricos (Arenales, 2006)

Los motores eléctricos son máquinas que convierten la energía eléctrica en energía mecánica por medio de lo que son interacciones electromagnéticas.

Tanto los motores de corriente alterna como los de corriente continua están basados en el mismo principio de funcionamiento donde el magnetismo produce una fuerza física, si por un conductor circula una corriente eléctrica y este se encuentra dentro de la acción de un campo electromagnético, el conductor va a tender a desplazarse de forma perpendicular a las líneas de acción del campo magnético, un conductor tiende a comportarse como un electroimán por la corriente eléctrica que circula en el mismo y de esta manera obtiene propiedades magnéticas que producen el movimiento circular en el rotor del motor provocado por la interacción con los polos situados en el estator. En el rotor está un cableado que recibe el nombre de bonina donde su campo magnético es el opuesto al de la parte fija del motor.

❖ **Criterios de Selección de Motores Eléctricos** (Sánchez, 2008)

Los factores que debemos tener en cuenta para elegir un tipo de motor u otro son los siguientes:

- Par resistente de la carga.
- Velocidad de funcionamiento.
- Potencia (hay que tener en cuenta que la potencia será igual al par nominal de la aplicación por la velocidad nominal de la aplicación).
- Variaciones en la carga y en la velocidad (hay que tener en cuenta que hay motores que pueden llegar a pararse si la variación de la carga es excesiva).
- Par de arranque (en ocasiones hará falta el uso de un arrancador para poner en marcha un motor).
- Ciclo de trabajo (arranque, funcionamiento, parada).
- Voltaje de operación.
- Factores ambientales.
- Tipo de energía disponible.

1.7.1. Motores de Corriente Alterna (Arenales, 2006)

Existen 2 tipos de motores que se alimentan con corriente alterna:

❖ **Motores Síncronos**

El nombre de motores síncronos se debe a que la velocidad a la que gira el motor es la de sincronismo, que se impone por la frecuencia de la red, por lo mismo puede ser usado como motor o como generador.

En si es un alternador trifásico que funciona de manera inversa, los imanes del campo se ponen sobre un rotor y estos se excitan a través de corriente continua,

las bobinas del armazón se dividen en 3 partes y se alimentan con corriente alterna trifásica.

❖ **Motores Asíncronos**

La variación que hay en las 3 ondas de corriente en el armazón causa una reacción magnética que cambia con los polos de los imanes del campo, esto hace que el campo pueda girar con velocidad constante la cual está determinada por la frecuencia de la corriente en la línea de la potencia de corriente alterna.

En este tipo de motor no hay corriente conducida a uno de sus devanados típicamente al rotor. La corriente que pasa por el devanado del rotor es causada por la fuerza electromotriz inducida en él por el campo giratorio, por dicha razón a los motores asíncronos también se les denomina motores de inducción.

El nombre de motores asíncronos se debe a que la velocidad a la que gira el motor no es la de sincronismo, que se impone por la frecuencia de la red. Por el constante avance de la electrónica de potencia en el control de velocidad de estos motores en la actualidad su uso está aumentando considerablemente.

Dentro de la familia de motores asíncronos existen 2 tipos básicos:

- **Motores de Jaula de Ardilla**

Los devanados que tiene el rotor en un motor de jaula de ardilla generalmente son de barras de aluminio o de aleación de cobre y sus extremos los tienen expuestos en cortocircuito por 2 anillos que se les unen a través de fundición o soldadura.

La forma de las barras y la resistencia de la aleación utilizada en su construcción influyen en las características de torque y velocidad del motor.

Los motores de Jaula de Ardilla comerciales se clasifican en A, B, C, D y F. Su clasificación se da según determinadas propiedades de construcción eléctrica y mecánica del rotor.

- **Motores de Rotor Bobinado**

Su rotor tiene un devanado que está constituido por un bobinado trifásico parecido al del estator con igual número de polos. Este motor a igual potencia y tipo de protección tiene un mayor costo, es menos robusto y requiere de un mantenimiento mayor que uno de jaula de ardilla, pero contra este tiene 2 ventajas fundamentales: desde el exterior se pueden modificar a cada instante las características del circuito eléctrico del rotor y que la intensidad y tensión del rotor son directamente accesibles al control electrónico.

1.8. Arranque de Motores Trifásicos (Eaton, 2011)

Existe diversidad en los modos de alimentación para el arranque y el control de los motores trifásicos. Para facilitar una descripción simplificada, los arranques de motor más conocidos e importantes serán descritos a continuación. Con entrada de alimentación trifásica en AC, neutro y toma de tierra (3 / N / PE / 50/60 Hz).

Cuando se alimenta un motor trifásico, los datos de la placa del motor deben corresponderse con la tensión y la frecuencia de alimentación. La conexión está implementada a través de los tornillos (versión estándar) en el cajetín (placa) de conexiones del motor y debemos hacer una distinción entre dos tipos de conexión, la conexión en estrella y la conexión en triángulo.

1.8.1. Arranque de Motor Directo

El arranque de motor directo es el método más sencillo para arrancar un motor trifásico asíncrono. Los devanados del estator están conectados directamente a la red eléctrica por un proceso de conmutación simple.

Como resultado de esta aplicación obtendremos altas corrientes de arranque (corriente de sobrecarga) que a su vez causan molestas caídas en la tensión de red. Por este motivo, las compañías eléctricas suelen limitar la potencia nominal de los motores conectados a la red. Este valor límite puede variar de una red a

otra. En redes eléctricas públicas, estas limitaciones por lo general se cumplen cuando en el arranque la potencia aparente del motor trifásico no excede de 5.2kVA o cuando es de mayor potencia aparente pero la corriente de arranque no excede de 60 A.

1.8.2. Arranque de Motor estrella-triángulo

Con un arranque de motor estrella-triángulo, la puesta en marcha del motor trifásico asíncrono se realiza mediante una transición entre los devanados. Los puentes en el cajetín de bornes del motor se omiten, y las 6 conexiones de los devanados se conectarán a la red eléctrica mediante una conmutación llamada estrella-triángulo (conmutación manual o automática de los contactores).

Durante el funcionamiento, los devanados del motor están conectados en triángulo. El voltaje del devanado (U_W), por lo tanto debe ser igual a la tensión de fase (L_{SN}) del sistema trifásico.

Debido a la reducción del par en el arranque, la configuración en estrella-triángulo sólo es adecuada para aparatos con un par de carga baja o un par de carga (M_L) que aumenta con la velocidad, como es el caso de bombas y ventiladores (ventiladores / extractores). También se utilizan en unidades que solo están sujetas a una carga después de haber acelerado de velocidad, por ejemplo, con prensas y centrífugas.

Con el cambio de configuración de estrella a triángulo, la corriente cae a cero, y la velocidad del motor se reduce en función de la carga. El paso a triángulo provoca un aumento espectacular de la corriente, así como la aplicación de toda la tensión de red en los devanados del motor. Esto provocará caídas de tensión en sistemas de suministro de red poco fiables o débiles. El par motor también sube a un valor más alto durante la transición, lo que causa una carga adicional sobre todo el sistema.

La transición automática de estrella a triángulo generalmente se realiza mediante un relé temporizador en el contactor de línea. El tiempo requerido para el arranque

en estrella depende de la carga del motor y debe continuar hasta que el motor haya alcanzado cerca del 75 al 80% de su velocidad de funcionamiento (n_N) para garantizar la post-aceleración necesaria para el cambio a triángulo.

1.8.3. Arranque de Motor con Conexión Steinmetz (Cruz, s.f.)

Conexión Steinmetz o transformación de un motor trifásico para que funcione en una red monofásica.

En los motores de jaula de ardilla simple, se puede cablear un circuito denominado Steinmetz. En dicho circuito se alimenta el motor con dos fases, y entre una de las fases y la fase que queda libre, se coloca un condensador. De esta manera, se logra desfasar en 90° la fase compartida, de otra forma no se produciría el par de arranque necesario para hacer funcionar el motor.

El funcionamiento es idéntico a un arranque en estrella, puesto que las dos fases estarían en serie actuando como un devanado principal, y la tercera fase, estaría adelantada 90° .

Esta técnica, solamente es útil usarla para motores de jaula de ardilla simple de baja potencia. Hay que tener en cuenta, que el motor pierde un 25% de su potencia. El par de arranque se ve reducido entre el 40 y el 50% del par nominal. La capacidad del condensador sería de $70\mu\text{f}$ para 230V y 50Hz, esta medida se multiplica por cada Kw de potencia del motor. Es decir, si el motor es de 10 Kw de potencia, sería $70 * 10 = 700 \mu\text{f}$. Para una tensión de red de 400 V y 50 Hz; serán $20 \mu\text{f}$ por cada Kw de potencia.

La potencia que se puede desarrollar es del 80% con respecto a la que tendría conectado en trifásico. El par de arranque sería, aproximadamente, del 70 % de la que tendría en motor funcionando como trifásico. El condensador que tenemos que instalar debe ser 1,15 veces la tensión nominal de la red monofásica con un mínimo de 250 V y el valor de la capacidad del mismo se calcula con la siguiente ecuación empírica:

$$C = 50 * P * \left(\frac{220}{VI}\right)^2 * \frac{50}{f}$$

Ecuación 1 Cálculo de Condensador para Conexión Steinmetz

Donde:

C=Capacidad del condensador en μF .

P=Potencia del motor trifásico en Cv.

VI=Tensión de la red monofásica en voltios.

F=Frecuencia de la red en hercios.

❖ Funcionamiento de la Conexión Steinmetz

Se puede observar el Modelo de Conexión Steinmetz en la siguiente figura:

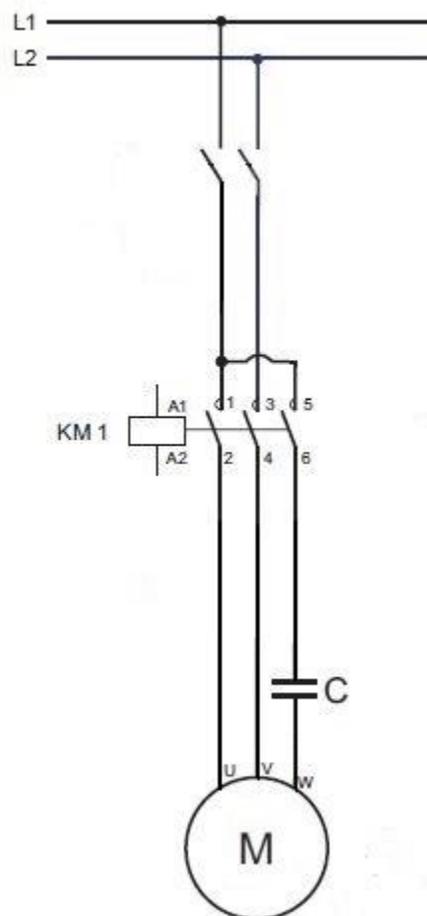


Figura 4. Modelo de Conexión Steinmetz

El funcionamiento básico de esta conexión, suponiendo la conexión en triángulo, es la siguiente; la fase y el neutro de la red (u otra fase) alimentan el devanado U1-U2 y los otros dos devanados quedan conectados en serie y realizan la función de devanado auxiliar como si se tratase de un motor monofásico, pero el devanado U1-U2 respecto a los devanados conectados en serie no están desfasados físicamente 90° grados, como se daría en el caso en un motor monofásico, es por eso que se conecta el condensador para producir el adelanto de la corriente que proporciona sobre una fase y así producir el suficiente par para que pueda girar el motor. En la conexión en estrella el funcionamiento es el mismo.

1.9. Contactores (Ortega, 2010)

Los contactores son interruptores electromecánicos que es accionado por un electroimán o bobina con corriente. Se utiliza para permitir o interrumpir automáticamente el flujo de corriente a través de motores monofásicos y trifásicos de mediana y alta potencia.

Al aplicar una tensión a la bobina, a través de esta circula una corriente y se produce en su interior un campo magnético, el cual es concentrado e intensificado por el núcleo fijo. Este campo a su vez, ejerce una fuerza sobre la culata móvil, superior a la fuerza ejercida por el resorte. Como resultado la culata es atraída por núcleo, cerrándose el circuito magnético y el resorte se comprime. Esto último causa que los contactos se cierren. Esta situación se mantendrá mientras permanezca energizada la bobina. Al retirar la tensión, cesa la corriente, se extinguen el campo magnético y la fuerza atractiva, y el resorte retorna los contactos a su posición original.

Los relés y los contactores son componentes parecidos y hacen la misma función (abrir y cerrar contactos), pero para distintas potencias, es decir hay que saber diferenciar entre relé y contactor. Básicamente los relés son para comandar pequeñas potencias o potencias de control, suelen representarse por la letra R. Por el contrario los contactores son relés que disponen de contactos de potencia,

es decir que tienen la capacidad de abrir y cerrar contactos por los que circula mayor intensidad. Suelen representarse por la letra K.

1.10. Pilotos de Señalización (Ortega, 2010)

Los pilotos de señalización se utilizan para indicar si un contacto y una carga (motor) está o no operando. Sirven además para llamar la atención sobre el correcto funcionamiento de una máquina o equipo, facilitando su control y mantenimiento, y por ende aumentando la seguridad de los operarios. Existen de diferentes colores y usa dependiendo de su funcionalidad o señalización.

1.11. Capacitores

El capacitor o condensador es un dispositivo eléctrico almacenador de energía formado esencialmente por dos conductores llamadas placas del condensador aisladas y separadas por el medio vacío o por un dieléctrico. Sobre las placas se distribuyen cargas iguales y opuestas. (García O. V., 2008)

1.11.1. Capacitor de Arranque y Permanente (Pernía, 2011)

Como medio de mejorar el par relativamente bajo del motor se agrega un capacitor al devanado auxiliar para producir una relación casi real de 90° entre las corrientes de los devanados de arranque y de marcha, en lugar de aproximadamente 30° , elevando el par de arranque a los límites normales del par nominal.

Un motor trifásico puede emplearse en una red monofásica, con la ayuda de un condensador de arranque y otro permanente. Aunque es naturalmente imposible obtener las mismas condiciones originales de funcionamiento, este sistema permite ampliar el campo de aplicación de determinado tipo de herramientas y maquinaria.

El motor produce un par de arranque elevado si se utiliza un condensador de arranque C_A y un condensador de servicio C_M . Mediante la capacidad de ambos condensadores se puede incrementar el par de arranque hasta un valor que sea 2 a 3 veces superior al par nominal. Una vez que el motor se haya acelerado, se desconecta el condensador de arranque quedando sólo el condensador de servicio o de marcha. Los capacitores de arranque son referidos por sus microfaradios en rangos que pueden ser muy variados, los capacitores de trabajo, a diferencia del de arranque, están diseñado para un servicio continuo. El capacitor siempre está en el circuito cuando el motor está trabajando.

1.12. LOGO!SoftComfort (SIEMENS, LOGO! Manual de producto , 2009)

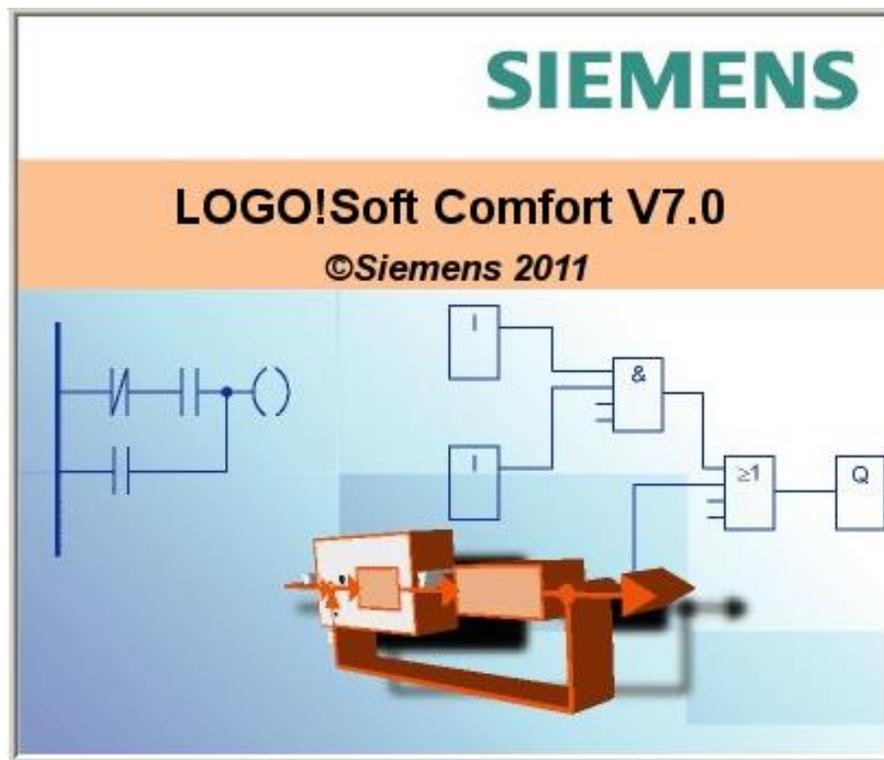


Figura 5. LOGO!Soft Comfort V7.0. (Comfort, 2013)

LOGO!Soft Comfort (ver figura 5) representa una alternativa a los métodos de ingeniería convencionales, ofreciendo numerosas ventajas:

- Puede crear el programa en el PC.
- Puede simular el programa en el PC y verificar sus funciones antes de implementarlo realmente en el sistema.
- Puede insertar comentarios en el programa y realizar copias impresas.
- Puede guardar una copia del programa en el sistema de archivos del PC para modificarlo directamente allí.
- Pulsando unas pocas teclas puede transferir el programa de la PC a LOGO y viceversa. (SIEMENS, LOGO! Manual de producto , 2009)

El programa LOGO!Soft Comfort está disponible como paquete de programación para el PC. Con el software dispondrá, entre otras, de las siguientes funciones:

- Una interfaz de usuario gráfica que permite crear programas offline en KOP (Esquema de contactos) o FUP (Diagrama de funciones)
- Simulación del programa en el PC
- Creación e impresión de un esquema general del programa
- Creación de una copia de seguridad del programa en el disco duro u otros soportes de datos
- Comparación de programas
- Configuración fácil de bloques
- Transferencia del programa en ambos sentidos:
 - de LOGO! al PC
 - del PC a LOGO!
- Lectura del contador de horas de funcionamiento
- Ajuste de la hora
- Cambio de horario de verano/invierno
- Test online: Visualización de cambios de estado y variables de proceso de LOGO! en modo RUN:
 - Estados de E/S digitales, marcas, bits de registro de desplazamiento y teclas de cursor
 - Valores de todas las E/S y marcas analógicas
 - Resultados de todos los bloques

- Valores actuales (incluyendo los tiempos) de bloques seleccionados
- Inicio y parada de la ejecución del programa vía el PC (RUN, STOP)

Los bloques de programación que se utilizaron están descritos a continuación, estos han sido tomadas de LOGO!Soft Comfort:

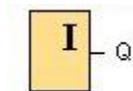


Figura 6. Bloque de Entrada

Los bloques de entrada representan los bornes de entrada de LOGO! 230RC.

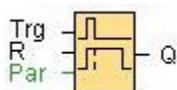


Figura 7. Bloque de Retardo a la Desconexión

La salida de retardo a la desconexión se desactiva tan sólo tras haber transcurrido un tiempo configurado, cuando la entrada Trg (Trigger) cambia su estado de 1 a 0 el tiempo de desconexión se inicia, por medio de la entrada R (Reset), el tiempo de retardo a la desconexión y la salida se ponen a 0. Reset tiene prioridad sobre Trg.

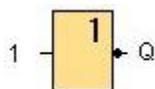


Figura 8. Bloque de Compuerta NOT

La salida adopta el estado 1 si la entrada tiene el estado 0. El bloque NOT invierte el estado de la entrada.

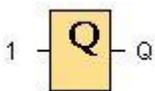


Figura 9. Bloque de Salida

Los bloques de salida representan los bornes de salida de un LOGO! 230RC.

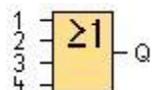


Figura 10. Bloque de Compuerta OR

La salida de la función OR adopta el estado 1 si por lo menos una entrada tiene el estado 1, es decir, si está cerrada.

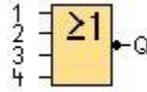


Figura 11. Bloque de Compuerta NOR

La salida de la función NOR sólo adopta el estado 1 si todas las entradas tienen el estado 0, es decir, si están abiertas. Tan pronto como se activa una de las entradas (es decir, cuando adopta el estado 1), se desactiva la salida.

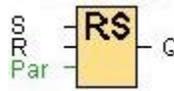


Figura 12. Bloque de Relé Autoenclavador

Una señal en la entrada S activa la salida Q. Una señal en la entrada R desactiva la salida Q.

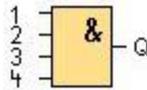


Figura 13. Bloque de Compuerta AND

La salida de la función AND sólo adopta el estado 1 si todas las entradas tienen el estado 1, es decir, si están cerradas.

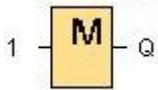


Figura 14. Bloque de Marcas

Los bloques de marcas devuelven en su salida la señal de entrada. Las recursiones pueden realizarse vía marcas.

1.13. Automation Studio (Inc., 2010)

Automation Studio™ es el único software de diseño y de simulación todo en uno capaz de cubrir todas las necesidades en hidráulica, neumática, electrotecnia, electricidad, controles, HMI y comunicación. Es fácil combinar todas estas tecnologías para diseñar, documentar y simular sistemas completos.

Automation Studio™ ofrece una combinación única de herramientas amigables para el diseño de sistemas en un ambiente de trabajo común; ofrece funciones ingenieriles avanzadas; una simulación realista y dinámica; herramientas de animación así como funcionalidades de documentación flexibles. Ofrece una nueva dimensión que permite a fabricantes, integradores y a usuarios finales optimizar el desarrollo, la implementación y el mantenimiento de sistemas.

1.13.1. Programación (Ges.m.b.H., s.f.)

La arquitectura modular y la estructura del entorno de programación mejoran el flujo de trabajo diario y aportan a los desarrolladores mayor capacidad en las competencias básicas de la máquina. Los lenguajes IEC 61131-3 integrados y estandarizados y la perfecta integración de ANSI C en el entorno IEC garantizan la facilidad de uso a cualquier usuario. Otras características integradas como Smart Edit y las marcas de edición facilitan el funcionamiento y aumentan la productividad.

Todos los lenguajes pueden acceder a los mismos tipos de datos y utilizan las mismas librerías y variables. Además, Automation Studio permite una programación sencilla y segura.

Programación sencilla y completa a través de:

- Arquitectura modular y estructuración de subprogramas en tareas con diferentes prioridades.

- Estructuración de subprogramas en rutinas de inicialización y ciclo, cada una con un lenguaje de programación diferente.
- Estructuración de programas mediante acciones IEC en todos los lenguajes IEC y Automation Basic.
- División de las variables globales y locales.
- Cualquier combinación de idiomas posible en las clases de proyecto y tiempo.
- Dependencias con hardware y librerías administradas por Automation Studio.
- Lenguajes IEC 61131-3, CFC y ANSI C integrados.
- Librerías implementables en cualquier lenguaje: IEC.
- Librerías estándar.
- Librerías ampliadas de B&R.

Capítulo 2: Análisis y Presentación de Resultados

En este capítulo se detalla la metodología utilizada en la automatización del sistema de control, se evalúan las diferentes tecnologías existentes en el mercado local, así como las ventajas y desventajas de cada una. El tipo de investigación que se ejecuta en este proyecto es tecnológica porque su finalidad no es descubrir nuevas leyes, sino reconstruir procesos en función de tecnología existente. Se realiza haciendo uso del método experimental basado en cuatro etapas que son: análisis, diseño, implementación y evaluación. Se describe cada proceso desarrollado a continuación:

2.1. Etapa de Análisis

Inicialmente en esta etapa se entrevistó al Sr. Isaac Abraham Pérez Noguera administrador de la empresa Nica Park para definir el problema presente en los sistemas de control, el cual, se traducía en pérdidas económicas a causa de la negligencia del operario que cuando usaba o descuidaba el control del juego (era totalmente manual) y pulsaba los botones inadecuadamente afectaba directamente al motor, de tal manera que algunos se quemaban parcial o totalmente, generando egresos cuando los enviaban a rebobinarlos, y el tiempo que el juego pasaba sin motor no generaba divisas lo que también eran pérdidas para la empresa, por esto se estableció un acuerdo donde se da la concesión del proyecto, el uso de las instalaciones y la facilitación de los componentes, respetando algunos términos como los horarios, y dar justificación de los materiales utilizados.¹

Los parámetros que la empresa estableció para la realización del proyecto son los siguientes:

- a) El sistema debe operar con alimentación monofásica.
- b) El funcionamiento del juego debe activarse al oprimir un botón, y desactivarse al presionar otro botón.

¹ Ver Anexo A

- c) El tiempo de funcionamiento debe ser automático.
- d) El sistema debe funcionar en cualquier juego de la empresa.
- e) Se debe dejar una salida donde se puedan conectar las luces de los juegos.

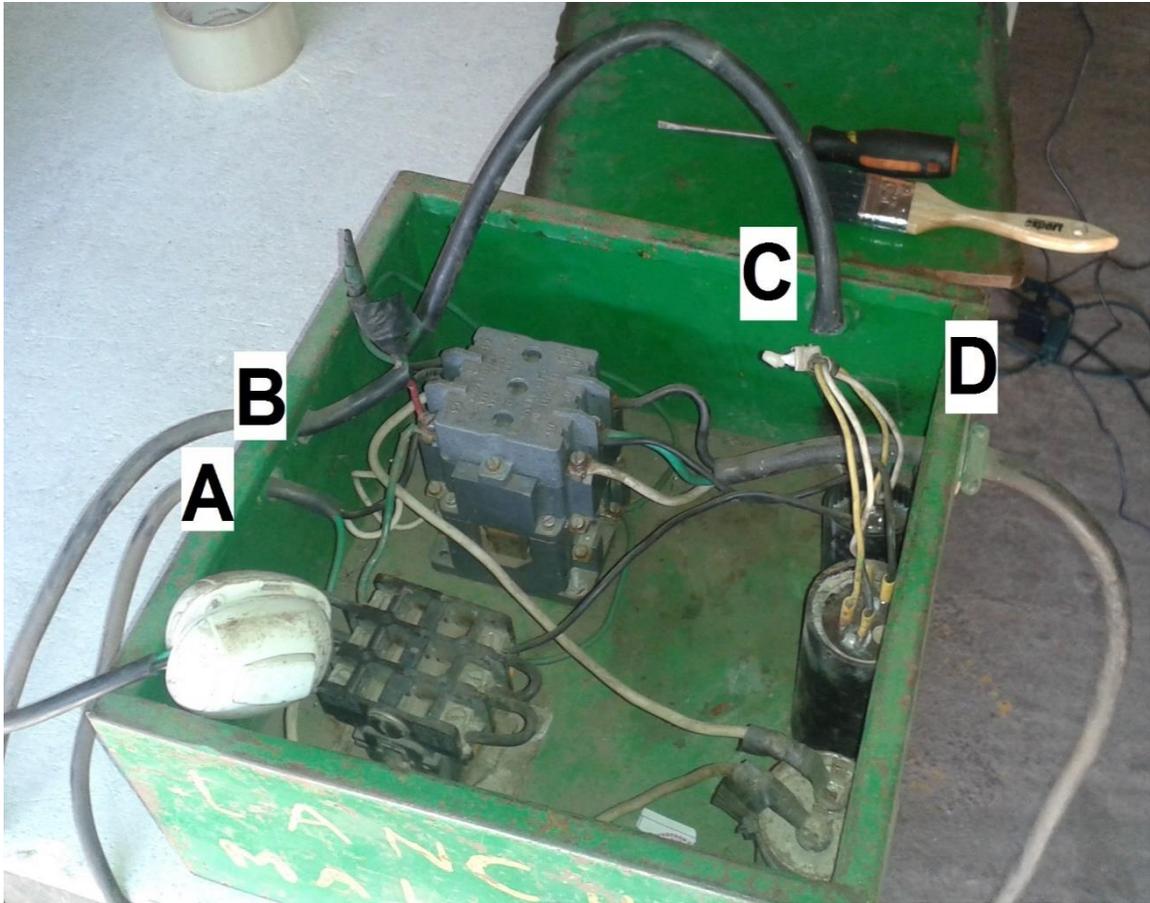


Figura 15. Caja Estándar del Sistema de Control Encontrado. A. Entrada de mando. B. Entrada de suministro eléctrico. C. Salida para iluminación. D. Salida para el motor.

Se realizó una segunda visita a la empresa y se evaluó las condiciones existentes de los sistemas, se revisaron 6 juegos distintos, estos no presentaban diferencias en el diseño (ver figura 15), tenían 2 entradas, la entrada de suministro eléctrico de la red, y la entrada de mando, donde estaban los pulsadores, y 2 salidas, una donde se conectaba el motor y otra para la iluminación del juego, lo que sí variaba eran las magnitudes de los componentes como: la potencia del motor de cada juego en dependencia de la carga a la que está sometido y proporcionalmente variaban los capacitores de arranque y permanente, también variaban los contactores respecto a su corriente nominal.

El uso de los componentes en su mayoría han excedido su vida útil incluso algunos estaban corroídos (ver figura 16) y con conexiones inadecuadas, los capacitores en varias de las cajas no estaban fijados a ellas, posibilitando que en cualquier momento causaran un cortocircuito poniendo en peligro la vida de las personas que manipulan el juego (operario) y de los clientes que hacen uso de este servicio.



Figura 16. Elementos con Corrosión del Sistema de Control

Algunos cables se recalentaban y sus empalmes estaban deteriorados (ver figura 17), la falta de señalización hacían complicadas las conexiones, también con cada conexión y desconexión en periodos de tiempos cortos se realizaban gastos de cables, cinta adhesiva térmica.

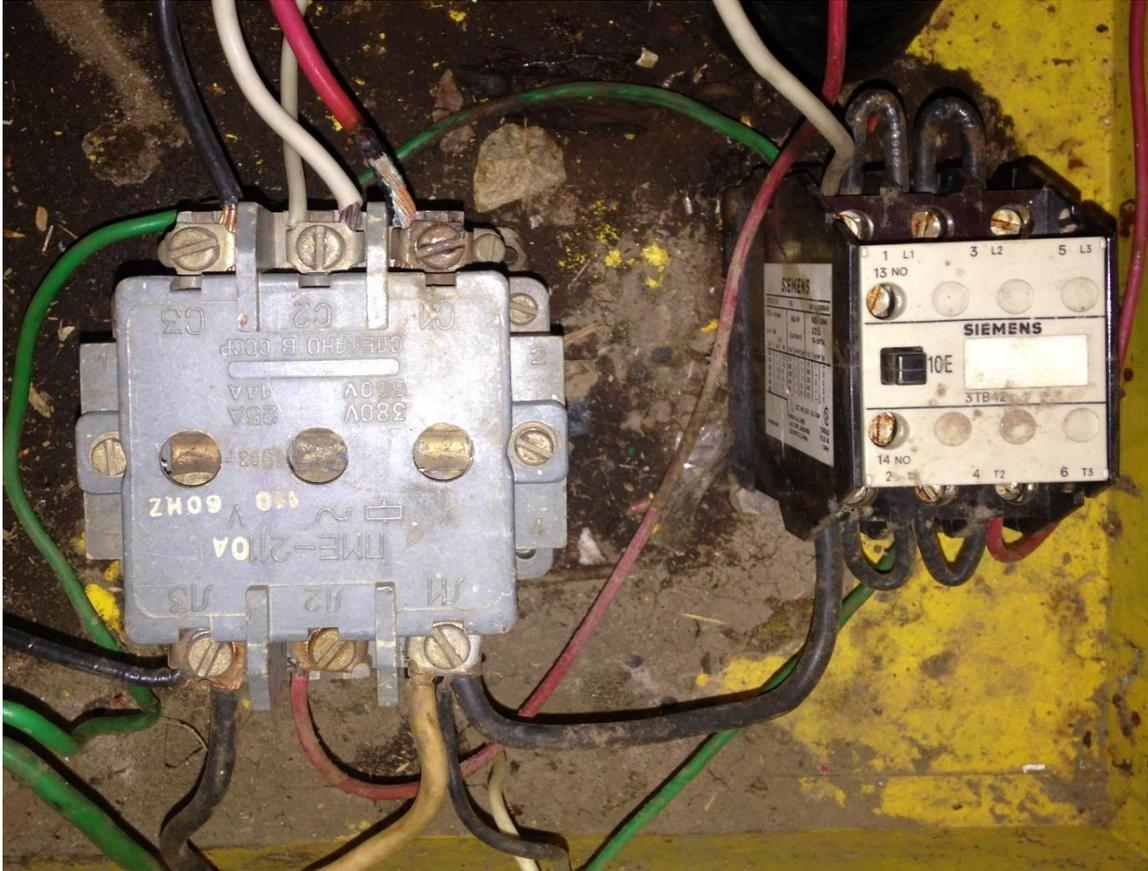


Figura 17. Deterioro de Conexiones

Se observó que la alimentación de los sistemas eran con 220Vac, y los motores que se utilizaban son trifásicos de baja potencia conectados en triángulo, esto era posible por el modelo de conexión Steinmetz que la empresa utiliza porque en muchos de los lugares donde operan los juegos mecánicos no existen conexiones trifásicas y la empresa no cuenta con una planta eléctrica para alimentar directamente a los motores.

Por último se hicieron mediciones de campo con una caja de control (ver figura 18) donde el capacitor permanente (C_p) era de $45\mu\text{F}$, el capacitor de arranque (C_a) era de $400\mu\text{F}$, aquí encontramos una discrepancia con respecto al valor recomendado por Steinmetz, el cual explica que para conseguir que el par de arranque sea igual a una conexión trifásica, es posible si durante el tiempo de arranque, se conecta un condensador en paralelo con capacidad doble del

capacitor permanente usado en el circuito. Una vez arrancado el motor, el segundo condensador de arranque ha de ser desconectado.



Figura 18. Mediciones en Caja de Control Estándar

Se observó que la magnitud del capacitor de arranque es aproximadamente 10 veces mayor que la recomendada, esto se debe a que el valor dado en la conexión steinmetz solo se utiliza en vacío, ósea sin carga y por el peso del juego el trabajo del motor es mucho mayor por tanto necesita más corriente durante el arranque, proporcionada por este capacitor.

Los motores tienen unas poleas que reducen las rpm y a su vez forman parte de la carga que mueven, ya que pesan más de 3 kg aproximadamente. El motor que se utilizó tenía una potencia de 2 hp, 1500 rpm y los 2 contactores de 25 A, cuando se pulsaba el botón de marcha, se accionaba el contactor de marcha, y paralelo a este se pulsaba el botón de arranque durante un tiempo inyectando una

corriente, donde se obtuvieron las diferentes corriente en las fases del motor con las magnitudes de $L1=2.5A$, $L2=4.4A$, $L3=5A$, era necesario conocer estos valores para la realización del diseño con los componentes más óptimos, también se midieron los tiempos de accionamiento del pulsador de arranque, para luego definirlo y dejarlo automático con el controlador a usarse en el arranque del motor, ya que los operarios de los juegos tenían que estar atentos a que el juego arrancara para soltar el pulsador de arranque y si estos se descuidaban con el tiempo podían llegar hasta a quemar el motor.

2.2. Etapa de Diseño



Figura 19. Descripción General del Sistema

Una vez conocido el estado de los sistemas de control se prosiguió a hacer la indagación exhaustiva de los diferentes sistemas de control desarrollados que tuviesen semejanza con la problemática existente para brindar una solución al problema que presentaba la empresa, durante este estudio se determinaron cuáles eran los sistemas más adecuados para los juegos de la empresa y

surgieron diferentes propuestas, a raíz de la descripción general del sistema presente en la figura 19.

La Etapa de Control únicamente está compuesta por un controlador que es el cerebro de todo el Sistema, y la interfaz con la cual el operador manipula el sistema. En la etapa de Potencia estarían los elementos que actúan directamente con el motor, que hace funcionar el juego.

A continuación, se presentarán cada una de las propuestas que se concibieron con los distintos componentes que había en el mercado, cabe destacar que en cada uno de los sistemas se pretendía mantener siempre la conexión Steinmetz, excepto en el Sistema de control con Variador de Frecuencia:

2.2.1. Sistema de Control con Microcontrolador

Este sistema consistía en regular los tiempos de activación y desactivación de los contactores que conectaban el motor y los condensadores que hacían posible que el motor trifásico trabajase con la alimentación monofásica de la red comercial, el controlador a usarse en este sistema era un PIC 16F54A, además debía contener una fuente de alimentación para el controlador, y una interfaz para conectar la etapa de potencia, lo que se hace con un circuito de disparo.

Las ventajas de usar este Microcontrolador son su bajo costo y que ocupa muy poco espacio, pero su desventaja es que no están diseñados para laborar en ambientes hostiles como los lugares donde trabajan los juegos mecánicos, están expuestos al polvo, diferentes condiciones climáticas, además que la empresa está en constante movimiento y el Microcontrolador es un dispositivo frágil que con un pequeño golpe puede dañarse, la tabla 1 muestra las cotizaciones realizadas para crear este proyecto.

Componentes	Modelo	Capacidad	Costo	Cantidad	Total
Controlador	PIC16F54A		\$13	1	\$13
Capacitor cerámicos			\$0.10	2	\$0.20
Cristal de cuarzo			\$1.20	1	\$1.20
Convertidor AC a DC 110V 5V 2A 10W			\$2.66	1	\$2.66
Optoacoplador	MOC3021		\$1.30	2	\$2.60
Triac	BTA24		\$2.10	2	\$4.20
Resistor		1/4W	\$0.10	10	\$1
PCB			\$6.65	1	\$6.65
Ácido férrico			\$20	1	\$20
Contactador		120Vac/16A	\$49.71	2	\$99.42
Guardamotor		5A – 16A	\$79.99	1	\$79.99
Pulsador NA		120Vac	\$5	1	\$5
Pulsador NC		120Vac	\$5	1	\$5
Capacitor de arranque		120Vac/400µF	\$15	1	\$15
Capacitor permanente		120Vac/45µF	\$15	1	\$15
Total					\$270.90

Tabla 1 Presupuesto con Microcontrolador

2.2.2. Sistema de Control con Relé Temporizado

La opción con el Relé Temporizado fue muy viable ya que puede trabajar en ambientes rudos, la desventaja que se encontró con el Relé Temporizado es que su costo es más elevado con respecto a otro sistema que también es viable y que se hará referencia de él más adelante. Se propuso utilizar 2 temporizadores o uno doble para poder controlar los dos contactores que se usan, se evalúan las ofertas con las siguientes tablas (2 y 3):

Componentes	Modelo	Costo	Cantidad	Total
Controlador Relé temporizado a la desconexión		\$120	2	\$240
Contactor	120Vac/16A	\$49.71	2	\$99.42
Guardamotor	5A – 16A	\$79.99	1	\$79.99
Pulsador NA	120Vac	\$5	1	\$5
Pulsador NC	120Vac	\$5	1	\$5
Capacitor de arranque	120Vac/400 μ F	\$15	1	\$15
Capacitor permanente	120Vac/45 μ F	\$15	1	\$15
Total				\$459.41

Tabla 2 Presupuesto con Relé Temporizado

Componentes	Capacidad	Costo	Cantidad	Total
Controlador Relé doble temporizado a la desconexión	120Vac/16A	\$180	1	\$180
Contactor	120Vac/16A	\$49.71	2	\$99.42
Guardamotor	5A – 16A	\$79.99	1	\$79.99
Pulsador NA	120Vac	\$5	1	\$5
Pulsador NC	120Vac	\$5	1	\$5
Capacitor de arranque	120Vac/400 μ F	\$15	1	\$15
Capacitor permanente	120Vac/45 μ F	\$15	1	\$15
Total				\$399.41

Tabla 3 Presupuesto con Relé Temporizado Doble

2.2.3. Sistema de Control con Variador de Frecuencia

Los Variadores de Frecuencia son la mejor opción que hay para que la empresa controle los juegos, en el mercado existen VDF que se alimentan monofásicamente y su salida ofrece una alimentación trifásica, de esta manera se independiza de la conexión Steinmetz, que disminuye la eficiencia de los motores, también con los VDF se podría regular la velocidad de los motores para otras aplicaciones más amplias, pero la gran desventaja de los Variadores de Frecuencia es que sus precios son demasiado elevados. En la tabla 4 se reúnen la cotización de este sistema.

Componentes	Capacidad	Costo	Cantidad	Total
Controlador VDF Sinamics G110	0.8 – 2.3KW	\$484.94	1	\$484.94
Pulsador NA		\$5	1	\$5
Pulsador NC		\$5	1	\$5
Total				\$494.94

Tabla 4 Presupuesto con Variador de Frecuencia

2.2.4. Sistema de Control con LOGO! 230RC

El controlador LOGO! 230RC es adecuado para el área laboral de los juegos mecánicos, un dispositivo eficiente donde se puede programar temporizaciones para conectar o desconectar los contactores, también se puede conectar directamente a una de sus salidas uno de los condensadores y se descartaría un contactor, disminuyendo el esquema del circuito, respecto al sistema con Relé Temporizado tiene la ventaja de ser más económico y no se limita a una sola función, es posible controlar dos juegos con un solo LOGO! 230RC. El presupuesto de este sistema está plasmado en la tabla 5:

Componentes	Capacidad	Costo	Cantidad	Total
Controlador LOGO! 230RC V8	AC/DC 115..240V	\$125	1	\$125
Contactador	120Vac/16A	\$49.71	1	\$49.71
Guardamotor	5A – 16A	\$79.99	1	\$79.99
Pulsador NA	120Vac	\$5	1	\$5
Pulsador NC	120Vac	\$5	1	\$5
Capacitor de arranque	120Vac/400 μ F	\$15	1	\$15
Capacitor permanente	120Vac/45 μ F	\$15	1	\$15
Total				\$294.7

Tabla 5 Presupuesto con LOGO! 230RC V8

Se le expuso al gerente las ventajas y desventajas que ofrecen cada una de las soluciones brindadas, las cuales incluían la durabilidad del sistema y el precio de sus componentes, se le hizo entrega a la empresa de las proformas de los componentes del sistema², obtenidas en los diversos sitios nacionales donde ofrecen los materiales a usarse en el sistema, y en páginas web como eBay, resumidas en la tabla 6.

Propuestas	Valor estimado
Sistema de Control con Microcontrolador	\$270.90
Sistema de Control con Relé Temporizado	\$459.41
Sistema de Control con Relé Temporizado Doble	\$399.41
Sistema de Control con Variador de Frecuencia	\$494.94
Sistema de Control con LOGO! 230RC	\$294.7

Tabla 6 Propuestas de los Sistemas de Control y su Valor Estimado

² Ver Anexo B

Una vez explicadas las soluciones a la empresa y sugerir el sistema más adecuado para sus necesidades, el dueño eligió el diseño que le parecía más óptimo para sus juegos, siendo el sistema de control con LOGO! 230RC, ya que era uno de los económicos que existía, aunque el sistema de control con microcontrolador resultaba más barato que todos, las características de esta propuesta frente al sistema del LOGO! 230RC no lo hacían eficiente, ya que la durabilidad en el ambiente de trabajo se reduciría.

Se entregó a la empresa las cotizaciones de los elementos que conformaban el diseño del sistema de control para los juegos mecánicos, el supervisor de compras de la empresa Nica Park se responsabilizó de las adquisiciones de los componentes, luego de una semana la empresa proporcionó los plasmados en la tabla 7:

Componentes	Modelo	Capacidad	Cantidad
Controlador	LOGO! 230RC V6	AC/DC 115..240V	1
Contactador	LC1D09	120Vac/25A	1
Guardamotor	EATON PKZM0-10	115-600Vac/10A	1
Pulsador NA	XA2-BA31	120Vac	1
Pulsador NC	XA2-BA42	120Vac	1
Capacitor de arranque		120Vac/400 μ F	1
Capacitor permanente		120Vac/45 μ F	1

Tabla 7 Componentes Adquiridos

Luego de recibir los componentes se elaboró un algoritmo con el cual se desarrolló el sistema de control (ver figura 20), donde se observa el comportamiento lógico del sistema.

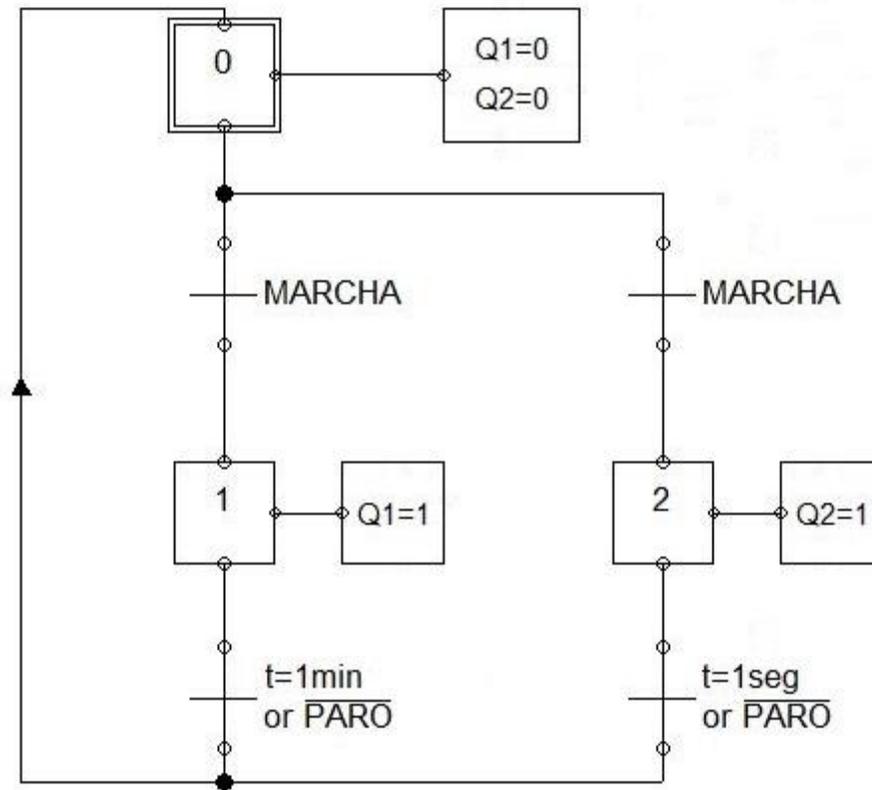


Figura 20. Grafcet del Sistema de Control

Se prosiguió a utilizar el esquema steinmetz en el diseño, controlándolo con el LOGO! 230RC, este permitió la activación y desactivación del motor de manera automática, evitando el peligro de quemar el motor, dado que los tiempos quedaron preestablecidos. Se puede observar el diagrama del sistema en la figura 21, donde la interfaz con el operador es a través de 2 pulsadores, que fueron definidos como entradas al controlador LOGO! 230RC, para marcha y paro del juego, del controlador se utilizan 2 salidas, una para activar el capacitor de arranque y otra salida para excitar la bobina del contactor, que activa el motor, con el suministro eléctrico y el capacitor permanente.

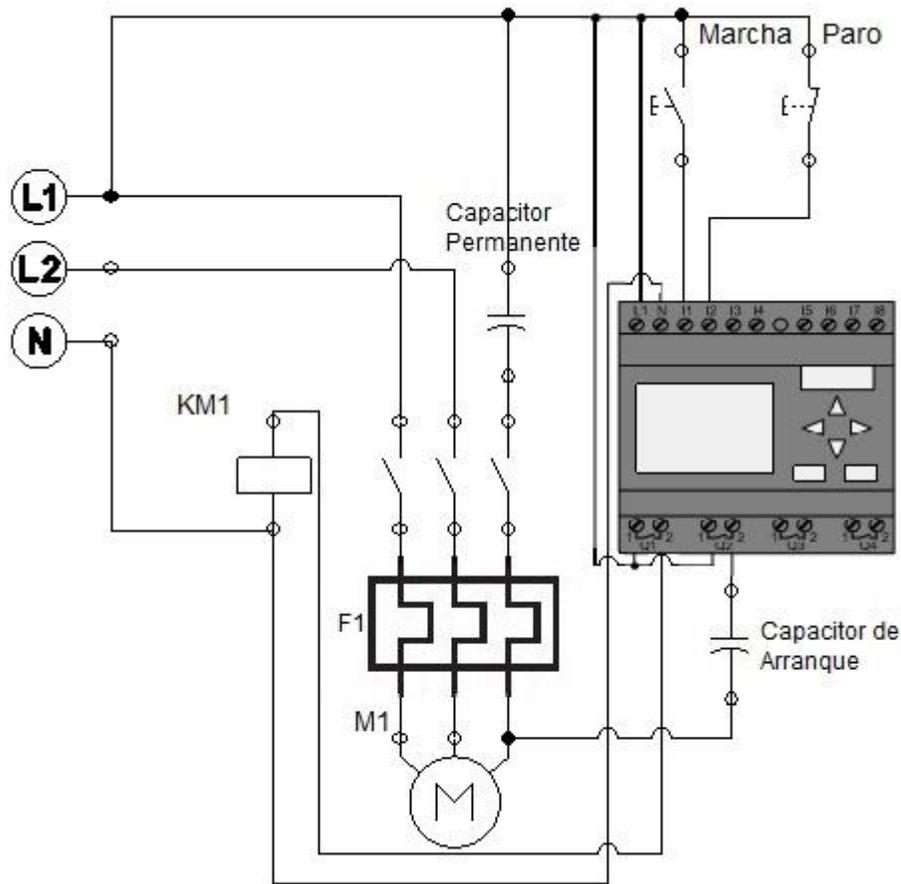


Figura 21. Diagrama del Sistema de Control

Para hacer la programación del LOGO! 230 RC se utilizó el software LOGO!Soft Comfort V7.0 de Siemens dado que este es el software proporcionado por el fabricante, así que no se requirió realizar una elección entre las opciones de los software.

La programación se hizo en lenguaje de bloques funcionales que está formado por diagrama de funciones y es una programación basada en bloques lógicos como OR, AND, etc. Se solicitó a la empresa un LOGO! 230RC V8 porque es un dispositivo electrónico al cual se puede cargar el programa diseñado en LOGO!Soft Comfort directamente a través de un cable Ethernet o también es posible programarlo manual a través de los botones, pero en cambio el que proporcionó la empresa fue el LOGO! 230RC V6 al que no se le puede cargar el

programa por medio de un cable Ethernet sino a través de un cable diseñado especialmente para él, que la empresa no compró, por lo tanto el código se programó de manera manual.

El primer código probado en LOGO!Soft Comfort fue el de la figura 22, que al pulsar el botón de la entrada I1 se hacía la activación de las dos salidas, que duraban activas Q1= 60seg para el contactor y Q2=3seg para el capacitor de arranque, el problema que presentamos era que si se volvía a pulsar el botón de arranque el sistema reiniciaba los tiempos de activación de las salidas Q1 y Q2, sumando así los tiempos y dañando el capacitor de arranque y recalentando el motor por el exceso de potencia después del arranque.

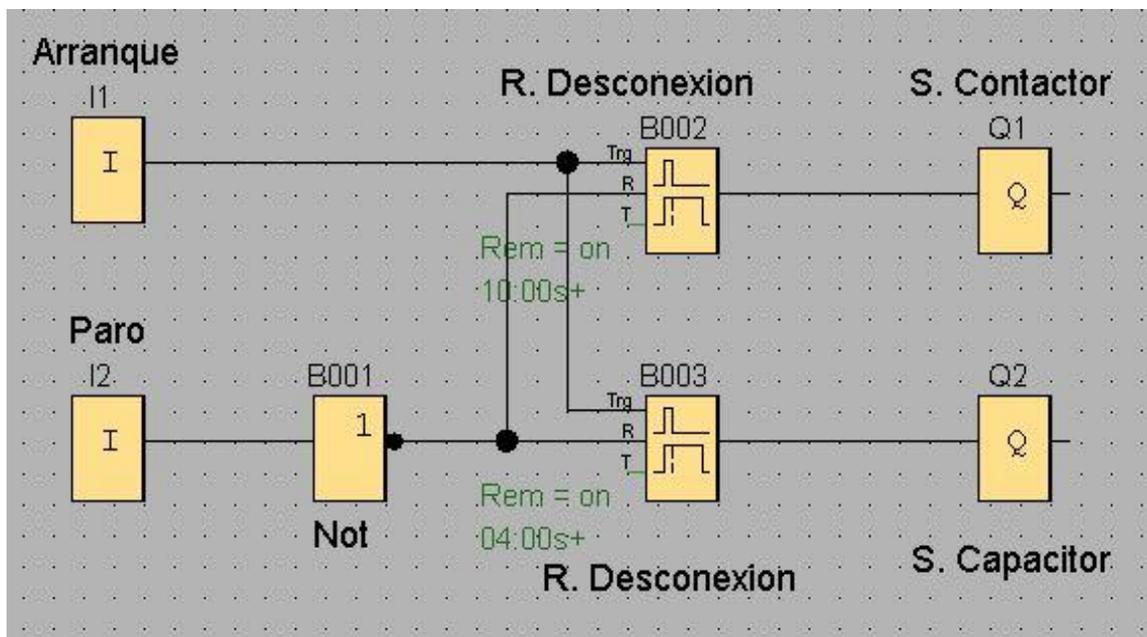


Figura 22. Primer Diseño de Programación

Por lo tanto se prosiguió a corregir esta falla y se obtuvo el código de la figura 23 que ya no presentaba tal déficit.

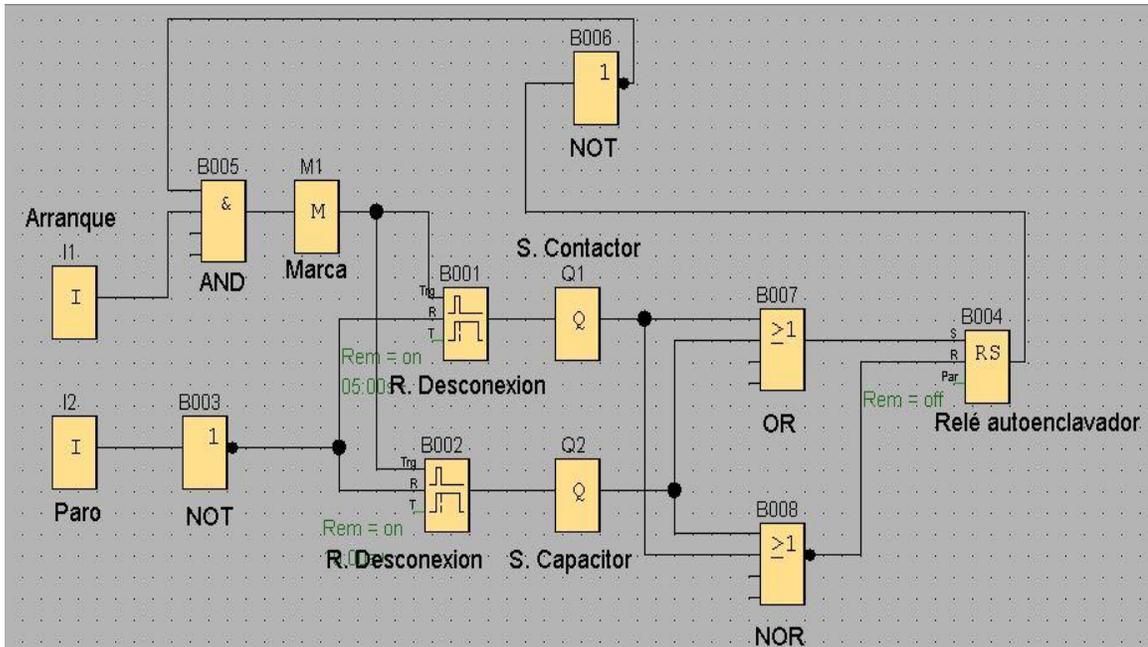


Figura 23. Segundo Diseño de Programación

Se hizo la evaluación de los tiempos necesarios para el arranque de los motores en cada juego, así como el cálculo de los capacitores de marcha a través de la ecuación 1.

Las magnitudes resultantes están mostradas en la tabla 8:

Juegos	Motor	Capacitores de Marcha	Tiempo de Arranque
Carrusel de Caballos	2HP	84.16 μ F	3Seg.
Lanchitas	1HP	42.081 μ F	1.5Seg.
Conitos Voladores	2HP	84.16 μ F	1Seg.
Naves Espaciales	2HP	84.16 μ F	2Seg.
Tazas Locas	5HP	210.405 μ F	5Sseg.
Sillas voladoras	5HP	210.405 μ F	3Seg.
Carritos	1HP	42.081 μ F	2.5Seg.

Tabla 8 Tiempos de Arranque Necesarios de Cada Juego

2.3. Etapa de Implementación

Finalizado el código de programación en la computadora, se programó en el LOGO! 230RC de manera manual y se hicieron las conexiones para probar que la codificación haya sido hecha adecuada en él, se utilizaron unos pulsadores de marcha y paro en las entradas, y a la salida se usaron 2 luces led (ver figura 24), se prosiguió a observar la activación y desactivación de las salidas, midiendo el tiempo con cronómetro, durante las pruebas se hicieron cambios dentro de la programación a los tiempo de desactivación de las salidas y así se pudo corroborar que la programación estaba correcta en el LOGO! 230RC.



Figura 24. Pruebas con Luces Led

En el taller de la empresa se prosiguió a realizar las pruebas previas al montaje con todos los componentes del diseño (ver figura 25), se utilizó el motor del juego de lanchitas, pero no se probó en el juego, se estuvo evaluando el arranque del motor y se cambió la intensidad de corriente permitida por el guardamotor para comprobar que en casos de fallas evite que el motor se dañe.



Figura 25. Pruebas del Sistema Previas al Montaje en el Juego

Cuando todo funcionaba según lo simulado, la empresa se encargó de construir la estructura donde se situaron los componentes que rigen el sistema, se le dieron recomendaciones para el gabinete según la normativa Nema 250³, luego que la empresa entregó el panel, se hizo el montaje en el juego de las lanchitas (ver figura 26).

Las conexiones de potencia se hicieron con alambre unifilar AWG 10 que soporta una corriente de 15A, aunque en esta etapa circulaban aproximadamente 5A, pero la empresa posee motores de más potencia que pueden producir en las conexiones hasta 9A, por esa razón se usó ese calibre.

³ Ver anexo C



Figura 26. Montaje del Sistema de Control en el Juego Mecánico

2.4. Etapa de Evaluación

Luego que el nuevo sistema de control estaba funcionando en el juego mecánico, se inició una evaluación en la que se visitó una plaza de la empresa Nica Park una vez por semana durante un mes, haciendo uso de rúbricas de desempeño⁴ para corroborar que el funcionamiento del sistema era el deseado.

Durante la primera semana de evaluación la rúbrica reflejó que la interfaz de operación era fácil de usar para el operador, el gabinete donde se encuentra el sistema era adecuado al ambiente laboral y protegía los elementos que contenía, el arranque del juego no se daba de manera correcta porque el tiempo de activación que se programó para el condensador de arranque excedía al requerido para que el motor arrancara, esto afectaba directamente al motor, provocando un sobrecalentamiento del mismo por exceso de corriente.

⁴ Ver anexo D

Generalmente la mayoría de los motores están hechos para alcanzar como máximo en sus carcasas 40 ó 50°C por sobre la temperatura ambiente que no debería ser mayor a 40°C los tiempos de operación se midieron con cronometro, y estos resultaron ser los preestablecidos en el programa, la respuestas que el controlador daba ante el accionamiento de los pulsadores era bastante precisa.

En los cables de conexión no existía calentamiento ya que el calibre era adecuado a la corriente que iba a circular a través de ellos, el funcionamiento general del sistema no fue el esperado porque el motor sufría de calentamiento por encima de su temperatura nominal, el guardamotor usado daba protección ante la falta de fase y cortocircuitos, desconectando automáticamente el motor para protegerlo, esto se probó quitando una fase desde el panel que suministra la corriente, la instalación y desinstalación del sistema no era tan sencilla ya que no se contaba con conectores que lo facilitaran, el funcionamiento del sistema era seguro y confiable por su diseño y las protecciones con las que contaba.

En la segunda semana de evaluación, se observó que el gabinete donde estaba el sistema tenía pequeñas filtraciones de agua debido a las perforaciones hechas y que no se les aplicó sellador, se volvió a programar el tiempo de activación del capacitor de arranque para que no excediera el requerido por el motor, dándose de esta manera una activación correcto del juego y eliminando el sobrecalentamiento del motor, se obtuvieron conectores y así se hizo más sencilla la instalación y desinstalación del sistema.

La tercera semana que se visitó la plaza de juegos, se le hicieron las mejoras al gabinete que contenía los elementos del sistema, y así se evitaron las filtraciones de agua al interior de este, y finalmente en la cuarta semana de evaluación el sistema de control no sufrió variaciones con respecto a la tercera, por lo tanto se concluye que el sistema está trabajando según lo esperado.

2.4.1. Resultados

- Como resultado de este proyecto se reestructuraron los sistemas de control de los juegos mecánicos de la empresa Nica Park y se implementó el prototipo en un juego.
- El sistema ha demostrado trabajar con precisión y estabilidad al poner en operación los motores trifásicos con alimentación monofásica de los juegos mecánicos.
- Se garantizó optimizar el funcionamiento y prolongar la vida útil de los motores respecto a la que se tenía con el sistema anterior, dado que la activación y desactivación de los capacitores de marcha y permanente quedó automática con tiempos preestablecidos en el controlador del sistema.
- La interfaz para activación y desactivación se diseñó de simple uso y de funcionamiento seguro para el operador, en consecuencia ya no hay peligro de daño para los motores.

Capítulo 3: Conclusiones y Recomendaciones

- Se determinaron los errores en los sistemas anteriores a través de entrevistas realizadas al gerente, observaciones y mediciones de campo, considerando mejoras, que posteriormente se plasmaron en la reestructuración de los sistemas, siendo concebidas por un estudio exhaustivo con problemáticas relacionadas.
- Se realizaron diferentes propuestas de diseño, y después que la empresa escogió el más óptimo, se realizó un algoritmo como guía para la programación del controlador.
- Se realizaron las simulaciones del circuito en el programa LOGO!SoftComfort y Automation Studio y se prosiguió a hacer mejoras en el sistema, luego se hicieron las pruebas físicas se programó el LOGO! 230RC de manera manual y con algunos componentes del prototipo, se corroboró el funcionamiento del proyecto.
- Se realizó el montaje del prototipo del sistema en uno de los juegos, ajustando un poco los tiempos programados y verificando que el sistema funcionó de la manera esperada, quedando la empresa satisfecha con el trabajo realizado.

3.1. Recomendaciones

- El LOGO! 230RC posee cuatro puertos de salida de los cuales se están usando dos para controlar un juego, con los dos libres es posible controlar otro juego, sólo es necesario modificar la programación del controlador.
- Si se desea controlar más de dos juegos con un solo LOGO! 230RC es posible hacerlo añadiéndole los módulos de ampliación LOGO! DM8 o LOGO! DM16.
- Para más facilidad y rapidez en la programación del LOGO! 230RC V6 se debería comprar el cable que conecta el controlador con la PC, de lo contrario lo más conveniente es comprar la versión 8 que es programado a través de un cable Ethernet.

Referencias Bibliográficas

Arenales, J. C. (2006). *Motores eléctricos*.

Caceres, O. (11 de Agosto de 2014). *SlideShare*. Recuperado el 20 de Febrero de 2017, de SlideShare:

<http://es.slideshare.net/oscarcaceres9862/tecnicas-de-investigacion-entrevista-encuesta-y-observacin>

Canto, C. (s.f.). *Automatización: conceptos generales*. San Luis de Potosí, México.

Castro, J. G. (2009). *Diseño, operación y mantenimiento de sistemas de control eléctrico*. Talca, Chile.

Comfort, L. (Septiembre de 2013). *PLC-DOC*. Obtenido de <http://www.plc-doc.com/logo-soft-comfort-v7-0/>

Cruz, N. (s.f.). *Conexión Steinmetz Trifásico*. Guatemala, Guatemala.

Delgado, I. E. (2013). *Manual de control para motores eléctricos trifásicos*. Xalapa Enríquez, México.

Eaton. (2011). *Arranque y control de motores trifásicos asíncronos*. Barcelona, España.

Eléctricas, P. (s.f.). *Ingeniería Rural*. Obtenido de https://previa.uclm.es/area/ing_rural/instalaciones/protecciones.pdf

García, E. (2016). *Simuladores en el área de la electricidad (Potencia, Control y Comunicaciones)*. Barcelona.

García, O. V. (2008). *Física General III*. Pearson.

Ges.m.b.H., B. +. (s.f.). *B&R Automation*. Obtenido de <https://www.br-automation.com/es/productos/software/automation-studio/programacion/>

González, J. C. (2010). *Instalaciones Eléctricas Básica*. España: McGraw-Hill Interamericana de España S.L. Obtenido de <http://assets.mheducation.es/bcv/guide/capitulo/8448173104.pdf>

- Grimaney, J. C. (2011). *Controles Eléctricos y Automatización*. Lima, Perú.
- Guardamotors. (Septiembre de 2010). *Scribd*. Obtenido de <https://es.scribd.com/doc/37688354/Guarda-Motor#logout>
- Hugo Javier Paucar Fernández, F. T. (2011). *Diseño de un juego mecánico (tagada) de 6 metros de diámetro y construcción de un prototipo a escala 1:5 mediante la utilización de un software de simulación y elementos finitos*. Latacunga, Ecuador.
- Inc., F. T. (2010). *Famictech*. Obtenido de <http://www.famictech.com/pdf/brochure/automation-studio/pro/automation-studio-p6-brochure-spanish.pdf>
- Logo, S. (2014). *Siemens Logo*. Obtenido de <http://siemenslogo.com/que-es-un-siemens-logo/>
- Moreno, E. G. (1999). *Automatización de Procesos Industriales*. Valencia, España: Editorial Universitat Politècnica de València.
- Moreno, M. (s.f.). *Controlador Lógico Programable (PLC)*. Buenos Aires, Argentina.
- Ortega, R. (2010). *Sensores o captors*. Talca, Chile.
- Pere Ponsa, A. G. (s.f.). *Diseño y Automatización Industrial*. Barcelona, España.
- Pérez, M. A. (2008). *Introducción a los sistemas de control y modelo matemático para sistemas lineales invariantes en el tiempo*. San Juan, Argentina.
- Pernía, M. A. (2011). *Conceptos Básicos de Motores Monofásicos*. San Cristóbal, Venezuela.
- Rojas, P. A. (2008). *Manual de uso del programa de diseño de circuitos y simulación Proteus Layout Editor*. Manizales, Colombia.
- Sánchez, R. S. (2008). *Accionamientos y actuadores eléctricos*. Huelva, España.
- SIEMENS. (2009). *LOGO! Manual de producto*. NÜRNBERG.

SIEMENS. (2014). *STEP 7 Basic V13 SP1*. Nürnberg.

Vélez, L. C. (2013). *Aprendamos electricidad y embobinados*. Obtenido de <http://aprendamoselectricidadyembobinados.com/cursos/embobinado-de-motores-trifasicos/>

Vilchis, O. B. (2009). *Automatización Industrial*. Ciudad de México.

Viloria, J. R. (2005). *Arranque y Protección de Motores Trifásicos*. Thomson-Paraninfo.

Anexos

Anexo A: Acuerdo con la Empresa Nica Park

Acuerdo

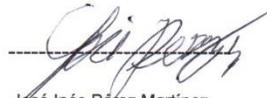
A los bachilleres Jader Antonio Báez Espinoza y Gerardo Ismael Pérez Fonseca la empresa Nica Park les presentó un problema que ha causado grandes pérdidas económicas a través del tiempo, dicho problema consiste en el daño total o parcial de los motores que operan en los juegos, debido a esto los bachilleres propusieron la "Automatización de los Sistemas de Control de los Juegos Mecánicos de la Empresa Nica Park", con el cual tanto la empresa como los estudiantes obtendrían beneficios, la empresa concede el estudio y desarrollo del proyecto bajo los siguientes términos:

1. Se pueden realizar visitas al taller de la empresa con previo aviso a la gerencia, también a las diferentes plazas de juegos para realizar cualquier tipo de medición, pruebas, consultas, entrevistas etc. respetando los horarios preestablecidos y las normas de seguridad.
2. La empresa facilitará todo material a utilizar, de no existir pedir a la administración, si la empresa no lo posee se deben entregar proformas (al menos 2) para la realización de las compras, y justificar su utilidad.
3. Los estudiantes deben realizar un estudio total del problema y brindar diferentes propuestas a la empresa, demostrando ventajas y desventajas, basadas en las deficiencias que presenten actualmente y de ser necesario pueden modificar el esquema del sistema actual argumentando su diseño, con parámetros como costos-beneficios, eficiencia y eficacia, la empresa se encargará de la elección de la propuesta que mas convenga.
4. Se debe entregar un prototipo probado y montado en uno de los juegos, así como un manual de uso del sistema y las variantes que se necesitan para utilizarlo en los otros juegos.
5. No existirá una remuneración económica a los estudiantes, ya que ambas partes obtendrán beneficios.

Regidos bajo los siguientes parámetros

- a) El sistema debe operar con alimentación monofásica.
- b) El funcionamiento del juego debe activarse al oprimir un botón, y desactivarse al presionar otro botón.
- c) El tiempo de funcionamiento debe ser automático.
- d) El sistema debe funcionar en cualquier juego de la empresa.
- e) Se debe dejar una salida donde se puedan conectar las luces de los juegos.

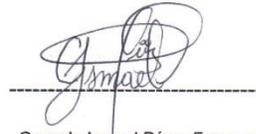
El plazo para concluir este proyecto será determinado por los estudiantes. Firman conforme el acuerdo en la ciudad de Managua a los 7 días del mes de Enero de 2017.



José Inés Pérez Martínez
Gerente general de Nica Park



Jader Antonio Báez Espinoza
Br. Egresado de Ing. Electrónica



Gerardo Ismael Pérez Fonseca
Br. Egresado de Ing. Electrónica

C.c.

Anexo B: Proformas de los Componentes del Sistema

ElectroTecnología Avanzada
SIEMENS, Schneider Electric, Eaton, Möeller, Omron.

Energía y Automatización
 Dirección: De la Rotonda la Virgen 1 1/2 cuadras al lago M.D.
 RUC: 0012408670063B
 Teléfonos: 22400082 , 22442960
 Email:electrotecnologia@live.com

PROFORMA

Fecha 28 de marzo de 2017
 Cliente Yader Baez
 Atención Ellos mismos
 Teléfonos _____
 Fax _____
 Email _____

CANT.	DESCRIPCION	Costo Unit.	Total
1	LOGO!230RC version 0BA8 110-220V 8E/4S	165.22	165.22
1	Capacitor de 70mF 220V	20.00	20.00
1	Rele de Tiempo Dual 110-220V analogico 0-10s/10-60s	156.52	156.52
1	Pulsador iluminado de 22mm verde 110V	26.96	26.96
1	Pulsador iluminado de 22mm rojo 110V	26.96	26.96
1	Guardamotor de 11-16A	105.00	105.00
2	Contacto 3P 12A 110V	75.00	150.00
1	Rele de tiempo analogico multirango-multivoltaje	130.43	130.43
			-
			-
		<u>Sub-total US\$</u>	781.09
		IVA	117.16
		<u>Total US\$</u>	898.25

Tiempo de entrega: Inmediato

Favor elaborar cheque a nombre de Luisa A. Morales Nicaragua
 Retención a nombre de ElectroTecnología Avanzada

Luisa Morales
P

OFICINA PRINCIPAL

CLIENTE # : YADER BAEZ
ATENCIÓN :
DIRECCIÓN :
TELEFONO :
VENDEDOR : 00007 ; GLERY VALLEJOS ZAMORA

PROFORMA : 0003727
FECHA : 30/03/2017
VALIDEZ : 5 DIAS
FORMA DE PAGO 0 CREDITO

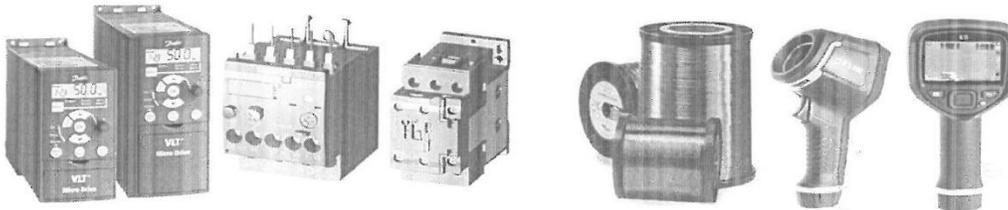
CANTIDAD	CODIGO	DESCRIPCION	P/UNIT	DESC %	P/NETO	P/TOTAL
1	3RV20214AA10	GUARDAMOTOR SIRIUS INNOVATION S0 11-16A SAC # 8536102900	2,232.75		2,232.75	2,232.75
1	6ED10521FB00	LOGO!8 SIEMENS 115/240V 8 Entrada/4 Salida Relay C/DISPLAY SAC # 9032890000	6,426.00		6,426.00	6,426.00
1	SR3B261FU 16E	ZELIO LOGIG 16E/10S SCHNEIDER;SR3B261FU	7,978.36		7,978.36	7,978.36
1	3RP25251BW30	TIMER ON DELAY 0.05 SEG-100 HORAS AC/DC 12...240V PARA AC 50/60HZ -SAC # 8536410000	2,377.13		2,377.13	2,377.13
1	3RP25401BW30	TIMER OFF-DELAY 0.05-600S W/O SIG 2CO	3,506.91		3,506.91	3,506.91
1	3RT20251AK60	CONTACTOR SIRIUS INNOVATIONS S0 1NO+1NC 120VAC 50/60HZ 17 AMP SAC # 8536507000	1,577.81		1,577.81	1,577.81
1	3SB38020AA3	CAJA PLASTICA P/PULSADOR DE 22MM 2 HORIFICIOS SAC# 8538900000	565.63		565.63	565.63
1	3SB32540AA21	PULSADOR LUMINOSO ROJO C/ LED 230V 1NC SAC # 8536509000	1,062.79		1,062.79	1,062.79
1	3SB32530AA41	PULSADOR LUMINOSO VERDE C/ LED 230V 1NA SAC # 8536509000	1,062.79		1,062.79	1,062.79
1	69-358	CONDENSADOR DE ARRANQUE 108-130 MFD 125V	178.62		178.62	178.62

DESCUENTOS NO APLICAN CON PAGOS REALIZADOS CON TARJETAS DEBITO/CREDITO

SUBTOTAL		26,968.79
10.00 % DE		2,696.88
SUB-TOTAL	C\$	24,271.91
IMPUESTO	C\$	3,640.79
TOTAL	C\$	27,912.70

Firma del Vendedor
00007 ; GLERY VALLEJOS ZAMORA

SIEMENS *Qualis* OSRAM  Autonicos **EXTECH**
A FLIR COMPANY



SINTER

MEJORES PRODUCTOS, MEJORES RESULTADOS

RUC: J0310000006660

RUC#J0310000006660 Rotonda del
Periodista 100 mts. al Sur, Managua.
Tel. (505)2255-7900

Tel.: (505)2255-7900 Fax: (505)2278-0259
www.sinter.com.ni

COTIZACION

Cliente: 99999 NICA PAR
Dirección:
Teléfono: 0
Contacto: EL MISMO

Tiempo de Entrega: INMEDIATO
Validez Oferta: 15
Formato de Pago: CONTADO

Cotización No.: 37979
Fecha: 22/03/2017
Hora de Impresión: 04:35:44p.m.
Tasa de Cambio: 29.6439
Vendedor:
CARLOS MANUEL RAMOS CHAVEZ
Tel. Vendedor: 7516-8713
Mail:

	Código	No. de Parte	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Importe	
1	6016000702	3SU1001-3AB42-0AK0	PULSADOR DOB ILUM 22MM REDONDO VERDE/ROJO	UNIDAD	1.00	9.7054	9.71	
2	6019001501	3SU1500-0AA10-0AA0	SOPORTE PARA 3 MODULOS PLASTICO	UNIDAD	1.00	1.6175	1.62	
3	6014000905	3SU1400-2AA10-1CA0	MODULO DE CONTACTOS CON 1 CONTACTO 1NC	UNIDAD	1.00	5.6615	5.66	
4	6006002701	3RT20181AP01	CONTACTOR SIRIUS INNOVATIONS S00 1NA 17A 230V	UNIDAD	1.00	39.1548	39.15	
5	6017003201	3RU21164AB0	RELE SOBRECARGA SIRIUS INNOV. S00 11...16A	UNIDAD	1.00	26.6964	26.70	
6	6014000904	3SU1400-2AA10-1BA0	MODULO DE CONTACTOS CON 1 CONTACTO 1NA	UNIDAD	1.00	5.6615	5.66	
STOCK SUJETO A CAMBIOS				DOLARES		SUB-TOTAL IVA 15% TOTAL		US\$88.50 US\$13.27 US\$101.77

Exentos de retención de IR y Alcaldía
Somos Grandes Contribuyentes

Autorizado



COTIZACIÓN

Página 1

J0310000000433

FECHA:	30/03/2017	No. Cotización:	IND0000848
PARA:		DE:	
COMPANIA:	GERARDO PEREZ	EMPRESA:	IMPELSA NICARAGUA
TELEFONO:		TELEFONO:	+ 505 2248-2908
FAX:		E-mail:	
E-mail:		FAX:	
PROY/REF.			

ITEM	CANT	DESCRIPCIÓN	UNITARIO	TOTAL
EAT0352	1	RELE CONTROL 12 ENTRADAS A 6 SALIDAS A RELE *274115, 240 VCA Marca: EATON Catalogo: EASY719-AC-RC Entrega:	C 4,766.67100	C\$4,766.67
EAT0344	1	PROTECC ARRANQUE DE MOTORPKZM0*46938 Marca: EATON Catalogo: PKZM0-16 Entrega:	C 1,670.74100	C\$1,670.74
EAT0310	1	CONTACTOR 17A 3P 1NO *277010 Marca: EATON Catalogo: DILM17-10(110V50/60HZ) Entrega:	C 754.73450	C\$754.73
EAT0018	1	ARRANCADOR XT ENCAPSULADO B-C Marca: EATON Catalogo: XTPESBOX Entrega:	C 432.23050	C\$432.23



VENTAS

NO SE ACEPTAN DEVOLUCIONES
NO SOMOS GRANDES CONTRIBUYENTES
EXENTOS DE 1% DE ALCALDIA

MITIR CHEQUE A NOMBRE DE: IMPELSA

ONDCIONES DE PAGO:

ALIDEZ DE LA OFERTA: (15) DÍAS

BSERVACIONES:

Subtotal:		C\$7,624.37
Descuento: %	0	C\$0.00
IVA:		C\$1,143.65
Otros Gastos:		C\$0.00
TOTAL:		C\$8,768.02

IMPELSA NICARAGUA
KM. 6 1/2 CARRETERA NORTE, EDIFICIO IMPELSA
MANAGUA MANAGUA

INGSERSA

INGENIERIA Y SERVICIOS,S.A

Señor (es) **JADER BAEZ**

Teléfono:

Atención:

Fax:

Managua,
marzo 30, 2017

No. RUC INGSERSA J0310000114986

Plazo de entrega: **Inmediato Salvo Previa Venta**
Condicion de pago: Contado

Su Referencia:

Estimados Señor(es):

Reciban un cordial saludo de nuestra parte, adjunto encontrará nuestra lista de precios a la fecha.

POS	CODIGO	DESCRIPCION	CANT.	P.UNIT	P.TOTAL
1	8WA10110DF21	BLOQUE DE 10 BORNES 2.5MM	1	8.20	8.20
2	3RP15251AQ30	RELE DE TIEMPO 0.5S..100H 120V ON DELAY	1	53.00	53.00
3	3RV2021-4AA10	GUARDAMOTOR SIRIUS S0 11...16A Entrega 5-7 Semanas	1	72.00	72.00
4	3RT20251AK60	CONTACTOR S0 16A 120VAC 1NA + 1NC 1000099270	1	45.20	45.20
5	3RP15401AJ31	RELÉ DE TIEMPO Off DELAY 120V LOGO! 230RCE (AC/DC) VERSION 8	1	83.20	83.20
6	6ED10521FB000BA8	1000100003	1	108.00	108.00
7	3SU1100-0AB20-1BA0	PULSADOR ROJO COMPLETO 1NC SIRIUS ACT	1	10.70	10.70
8	3SU1100-0AB40-1BA0	PULSADOR VERDE COMPLETO 1NA SIRIUS ACT	1	10.70	10.70
9	3SU1802-0AA00-0AB1	CAJA VACIA PLASTICA DOS POSICIONES	1	13.80	13.80
TOTALES					404.80
I.V.A.					\$60.72
PRECIO CON I.V.A					\$465.52

*SOLO ACEPTAMOS CHEQUES CERTIFICADOS

Tratado con: Ing. Karla Alizaga
Cel: 9E+07

Garantía: Los materiales y equipos a suministrarse gozan de una garantía normal de un año a partir de la fecha de entrega de los mismos, salvo en casos fortuitos tales como: terremotos, incendios,

Oferta válida por 15 días.

INGSERSA, Km 7 1/2 carretera norte, Gasolinera Uno Waspan 50Vrs al Este, Tel 2233-8901/ 2233-8942



Comprar por categoría ▾

Buscar...

Todas las categorías ▾

Buscar

Búsqueda avanzada

Volver a los resultados de búsqueda | Anunciado en la categoría: [Equipo y maquinaria industrial](#) > [Automatización, motores y unidades](#) > [Sistemas de control y de PLC](#) > [Procesadores de PLC](#) > [Ver más Siemens Line Filter 6sl3211-0ab23-0aa1 3kw](#)



Siemens 6SL3211-0AB23-0AA1 Sinamics G110 3.0kW AC-DRIVE INVERTER 1AC200 - 240V - mostrar título original

★★★★★ Sé el primero en escribir una reseña.

| [Agregar a Lista de favoritos](#)

Vendedor: [insystemsusa](#) (248 ★) 100% Comentarios positivos

[+ Seguir a este vendedor](#) | [Ver otros artículos](#) | [Visitar tienda: insystemsusa](#)

Estado del artículo: **Nuevo**

Cantidad: 50 disponible(s)

Precio: **US \$484.94**
Aproximadamente C\$ 14 606.19

[¡Cómpralo ahora!](#)

[Agregar al carro de compras](#)

1 lo marcaron como favorito

[Agregar a Lista de favoritos](#)

[Agregar a colección](#)

Nuevo

Usuario antiguo

Envío rápido y seguro

Envío: **USD44.68 (aprox. c\$ 1 345.74)** International Priority Shipping a Nicaragua mediante el Programa de envíos globales | [Ver detalles](#)

Ubicación del artículo: Washington, North Carolina, Estados Unidos

Realiza envíos a: Estados Unidos y muchos otros países | [Ver detalles](#)

Anexo C: Normativa NEMA 250

La norma NEMA 250 cubre gabinetes para equipo eléctrico. Puntos principales de los que se ocupa la norma NEMA 250:

- Nivel de protección contra el ingreso
- Requisitos mínimos para el diseño de gabinetes

Protección contra el ingreso. La siguiente tabla enumera las calificaciones para los distintos tipos de gabinetes:

Tipos de gabinete			
	NEMA		Calificación del gabinete
	Sólidos	Líquidos	
INTERIORES O AL AIRE LIBRE	Proporciona un grado de protección contra el acceso a piezas peligrosas y el ingreso de objetos extraños sólidos (suciedad que cae y polvo soplado por el viento)	Proporciona un grado de protección contra el ingreso de agua (lluvia, aguanieve o nieve llevada por el viento)	Tipo 3
	Proporciona un grado de protección contra el acceso a piezas peligrosas y el ingreso de objetos extraños sólidos (suciedad que cae)	Proporciona un grado de protección contra el ingreso de agua (calda de lluvia, aguanieve o nieve)	Tipo 3R
	Proporciona un grado de protección contra el acceso a piezas peligrosas y el ingreso de objetos extraños sólidos (suciedad que cae y polvo soplado por el viento)	Proporciona un grado de protección contra el ingreso de agua (lluvia, aguanieve, salpicadura de agua y agua dirigida con manguera)	Tipo 4
	Proporciona un grado de protección contra el acceso a piezas peligrosas y el ingreso de objetos extraños sólidos (suciedad que cae y polvo soplado por el viento)	Proporciona un grado de protección contra el ingreso de agua (lluvia, aguanieve, nieve, salpicadura de agua, y agua dirigida con manguera) y proporciona un mayor nivel de protección contra la corrosión	Tipo 4X
	Proporciona un grado de protección contra el acceso a piezas peligrosas y el ingreso de objetos extraños sólidos (suciedad que cae)	Proporciona un grado de protección contra el ingreso del agua (dirigido con manguera y la inmersión temporal esporádica a profundidad limitada)	Tipo 6
	Proporciona un grado de protección contra el acceso a piezas peligrosas y el ingreso de objetos extraños sólidos (suciedad que cae)	Proporciona un grado de protección contra el ingreso del agua (dirigido con manguera y la inmersión prolongada a una profundidad limitada)	Tipo 6P

Calificaciones y requisitos para las pruebas y criterios de pasa/falla para la norma NEMA 250:

	Protección	Método de prueba	Criterios para pasar	
AL AIRE LIBRE	Tipo 3	Lluvia, aguanieve, nieve y polvo soplado por el viento	Manguera para incendios, 45 galones (170 L)/min.	Sin agua adentro
	Tipo 3R	Lluvia, aguanieve y nieve	(3) boquillas de lluvia de 5 psi - 1 hora	Cantidad limitada de agua adentro; no en piezas vivas (energizadas)
	Tipo 4	Agua dirigida con manguera	Manguera para incendios, 65 galones (246 L)/min. - 5 minutos mínimos	Sin agua adentro
	Tipo 4X	Agua dirigida con manguera y corrosión	Manguera para incendios, 65 galones (246 L)/min. - 5 minutos mínimos, 200 horas de rocío salobre	Sin agua adentro
	Tipo 6	Inmersión temporal a profundidad limitada	Se sumerge a 6 pies (1.8 m) - 30 minutos	Sin agua adentro
	Tipo 6P	Inmersión prolongada a profundidad limitada	Se sumerge a 6 pies (1.8 m) - 24 horas	Sin agua adentro

Requisitos para el diseño de gabinetes

Requisito del diseño	Porqué es importante
Fortaleza	Asegura fortaleza consistente para tener seguridad y rendimiento.
Sellado	Asegura que el método de sellado se desempeñará en distintos ambientes durante la vida útil del gabinete
Material/Acabado	Asegura un alto nivel de estética, resistencia a la corrosión y protección UV para la aplicación final
Cierre	Asegura que la puerta y/o la cubierta estén correctamente selladas y limita el acceso al personal calificado
Inflamabilidad	Asegura la seguridad del equipo y del operador
Ventilación	Ayuda a aumentar la duración del equipo adentro del gabinete
Montaje	Asegura la facilidad de instalación mientras que mantiene la calificación del rendimiento del gabinete
Térmico	Asegura que el gabinete se desempeñará a alto nivel en ambientes extremos
Unión/Conexión a tierra	Asegura la seguridad del equipo y del operador

Anexo D: Rúbricas de Desempeño

Semana 1

Rúbrica de desempeño para el Sistema de Control de los Juegos Mecánicos

Criterios	Desempeño	5	4	3	2	1	0	Observaciones
La interfaz de operación es fácil de usar para el operador	✓							
La caja del sistema es adecuada al ambiente laboral	✓							
El arranque del juego se da correctamente			✓					El tiempo programado para el arranque del motor estaba sobredimensionado
Los tiempos de operación están de acuerdo con lo programado	✓							
La respuesta del controlador ante el accionamiento de los pulsadores es rápida	✓							
Existe sobrecalentamiento en el motor del juego					✓			El motor se calienta debido a que el condensador de arranque permanece más tiempo encendido que el requerido.
Existe sobrecalentamiento en los cables de conexión							✓	
El funcionamiento general del sistema es el esperado		✓						No se esperaba que el motor se calentara.
El sistema se desconecta automáticamente ante la caída de una fase del motor	✓							
La instalación y desinstalación del sistema es sencilla			✓					No se habían comprado conectores que facilitaran la instalación y desinstalación
El funcionamiento del sistema es seguro y confiable	✓							

Semana 2

Rúbrica de desempeño para el Sistema de Control de los Juegos Mecánicos

Criterios	Desempeño	5	4	3	2	1	0	Observaciones
La interfaz de operación es fácil de usar para el operador	✓							
La caja del sistema es adecuada al ambiente laboral		✓						Dado que las perforaciones hechas en la caja no poseían sellador se producían pequeñas filtraciones de agua
El arranque del juego se da correctamente	✓							
Los tiempos de operación están de acuerdo con lo programado	✓							
La respuesta del controlador ante el accionamiento de los pulsadores es rápida	✓							
Existe sobrecalentamiento en el motor del juego						✓		
Existe sobrecalentamiento en los cables de conexión						✓		
El funcionamiento general del sistema es el esperado	✓							
El sistema se desconecta automáticamente ante la caída de una fase del motor	✓							
La instalación y desinstalación del sistema es sencilla	✓							
El funcionamiento del sistema es seguro y confiable	✓							

Semana 3

Rúbrica de desempeño para el Sistema de Control de los Juegos Mecánicos

Criterios	Desempeño	5	4	3	2	1	0	Observaciones
La interfaz de operación es fácil de usar para el operador	X							
La caja del sistema es adecuada al ambiente laboral	X							
El arranque del juego se da correctamente	X							
Los tiempos de operación están de acuerdo con lo programado	X							
La respuesta del controlador ante el accionamiento de los pulsadores es rápida	X							
Existe sobrecalentamiento en el motor del juego							✓	
Existe sobrecalentamiento en los cables de conexión							✓	
El funcionamiento general del sistema es el esperado	X							
El sistema se desconecta automáticamente ante la caída de una fase del motor	X							
La instalación y desinstalación del sistema es sencilla	X							
El funcionamiento del sistema es seguro y confiable	X							

Semana 4

Rúbrica de desempeño para el Sistema de Control de los Juegos Mecánicos

Criterios	Desempeño	5	4	3	2	1	0	Observaciones
La interfaz de operación es fácil de usar para el operador	X							
La caja del sistema es adecuada al ambiente laboral	X							
El arranque del juego se da correctamente	X							
Los tiempos de operación están de acuerdo con lo programado	X							
La respuesta del controlador ante el accionamiento de los pulsadores es rápida	X							
Existe sobrecalentamiento en el motor del juego							✓	
Existe sobrecalentamiento en los cables de conexión							✓	
El funcionamiento general del sistema es el esperado	X							
El sistema se desconecta automáticamente ante la caída de una fase del motor	X							
La instalación y desinstalación del sistema es sencilla	X							
El funcionamiento del sistema es seguro y confiable	X							

Anexo E: Manual de Usuario del Sistema de Control

Manual de Usuario

Especificaciones Eléctricas del Sistema de Control:

Voltaje de Línea: 220V AC, 60Hz.

Voltaje de Salida para Motor: 220V AC, 60Hz.

Voltaje de Salida para Luces: 110V AC, 60Hz.

Corriente de Salida para Motor: 25A.

Corriente de Salida para iluminación del juego: 10A.

Instalación/Desinstalación del Sistema de Control:

En la caja de control hay 3 salidas hembras, se conectan o desconectan los cables con sus conectores machos, a cada una de las entradas-salidas, cada conector difiere en tamaño y posición de los pines, haciendo esto práctico.

Caja de Control



Apagado/Encendido del Sistema:

El pulsador de emergencia está desenclavado si el piloto de señalización color rojo está encendido pero si está apagado, significa que el botón de emergencia está enclavado y no hay energía en el tablero.

Para lograr el encendido del juego se toca el pulsador de marcha (verde), y el piloto de señalización color verde se encenderá durante el tiempo automático de funcionamiento, pero si se pulsa el botón rojo, el juego se detiene.

El switch de iluminación es para controlar las luces del juego y encenderá durante el tiempo que sea necesario.

Anexo F: Hojas de Datos



LOGO! 230RC, LOGIC MODULE, DISPL. PU//O:
 115V/230V/RELAY,
 8 DI/4 DO, MEM. 200 BLOCKS,
 EXPANDABLE WITH EXTRA MODULES 230V AC/DC

Installation type/mounting	
Mounting	on 35 mm DIN rail, 4 spacing units wide
Supply voltage	
115 V DC	Yes
230 V DC	Yes
permissible range, lower limit (DC)	100 V
permissible range, upper limit (DC)	253 V
115 V AC	Yes
230 V AC	Yes
Time of day	
Time switching clocks	
Number	8
Power reserve	80 h
Digital inputs	
Number of digital inputs	8
Digital outputs	
Number of digital outputs	4 ; Relays
Short-circuit protection	No ; external fusing necessary

Relay outputs	
Switching capacity of contacts	
with inductive load, max.	3 A
with resistive load, max.	10 A
EMC	
Emission of radio interference acc. to EN 55 011	
Emission of radio interference acc. to EN 55 011 (limit class B)	Yes
Degree and class of protection	
IP20	Yes
Standards, approvals, certificates	
CSA approval	Yes
UL approval	Yes
FM approval	Yes
developed in accordance with IEC 61131	Yes
acc. to VDE 0631	Yes
Marine approval	
Marine approval	Yes
Ambient conditions	
Operating temperature	
min.	0 °C
max.	55 °C
Dimensions	
Width	72 mm
Height	90 mm
Depth	55 mm
Status	Aug 6, 2014

5

Applications		Automation systems		
				
Rated operational current	le max AC-3 (Ue ≤ 440 V)	9 A	12 A	18 A
	le AC-1 (θ ≤ 60 °C)	20/25 A	20/25 A	25/32 A
Rated operational voltage		690 V		
Number of poles		3 or 4	3 or 4	3 or 4
Rated operational power in AC-3	220/240 V	2.2 kW	3 kW	4 kW
	380/400 V	4 kW	5.5 kW	7.5 kW
	415/440 V	4 kW	5.5 kW	9 kW
	500 V	5.5 kW	7.5 kW	10 kW
	660/690 V	5.5 kW	7.5 kW	10 kW
Coil consumption		2.4 W (100 mA - 24 V)		
Operating ranges		0.7...1.25 Uc		
Operating time at 20 °C and at Uc	Closing	70 ms		
	Opening	25 ms		
Auxiliary contact block modules		1 N/C and 1 N/O instantaneous contacts incorporated in the contactors, with add-on blocks common to the whole range, comprising up to 2 N/C or 2 N/O instantaneous standard contacts		
Interference suppression		Built-in suppression as standard, by bi-directional peak limiting diode		
Contactor type	3-pole	LC1 D09	LC1 D12	LC1 D18
	4-pole	LC1 DT20/D098	LC1 DT25/D128	LC1 DT32/D188
Reversing contactor type	3-pole	LC2 D09	LC2 D12	LC2 D18
	4-pole	LC2 DT20	LC2 DT25	LC2 DT32
Pages	Contactors	5/62 to 5/67		
	Reversing contactors	5/72 to 5/75		

(1) With low consumption kit **LA4 DBL** (see page 5/83).
(2) With 2 low consumption kits **LA4 DBL** (see page 5/83).

5

Contactor type		LC1	D09...D18 DT20 and DT25	D25...D38 DT32 and DT40	D40A...D65A DT60A and DT80A	D80...D95	D115 and D150
Environment							
Rated insulation voltage (Ui)	Conforming to IEC 60947-4-1, overvoltage category III, degree of pollution: 3	V	690			1000	
	Conforming to UL, CSA	V	600				
Rated impulse withstand voltage (Uimp)	Conforming to IEC 60947	kV	6			8	
Conforming to standards			IEC/EN 60947-4-1, IEC/EN 60947-5-1, UL 508, CSA C22.2 n°14.				
Product certifications			UL, CSA (1), CCC, GOST GL, DNV, RINA, BV, LROS (pending for contactors LC1 D40A to D65A)				
Degree of protection (2) (front face only)	Conforming to VDE 0106 and IEC 60529						
	Power circuit connections		Protection against direct finger contact IP 2X				
	Coil connection		Protection against direct finger contact IP 2X				
Protective treatment	Conforming to IEC 60068-2-30		"TH"				
Ambient air temperature around the device	Storage	°C	- 60...+ 80				
	Operation	°C	- 5...+ 60				
	Permissible	°C	- 40...+ 70, for operation at U _c				
Maximum operating altitude	Without derating	m	3000				
Operating positions (3)	Without derating in the following positions						
	Positions that are not permissible		For ~ contactors LC1 D09 to LC1 D65A. 				
Flame resistance	Conforming to UL 94		V1				
	Conforming to IEC 60695-2-1	°C	850				
Shock resistance (4) 1/2 sine wave = 11 ms	Contactor open		10 gn	8 gn	10 gn	8 gn	6 gn
	Contactor closed		15 gn	15 gn	15 gn	10 gn	15 gn
Vibration resistance (4) 5...300 Hz	Contactor open		2 gn				
	Contactor closed		4 gn	4 gn	4 gn	3 gn	4 gn

(1) Contactor LC1 D95 with d. c. coil is not UL/CSA certified.
 (2) Protection provided for the cabling c. s. a.'s indicated on the next page and for connection by cable.
 (3) When mounting on a vertical rail, use a stop.
 (4) Without modifying the contact states, in the most unfavourable direction (coil energised at U_e).

Contactor type	LC1	D09 and D12 DT20 and DT25	D18 (3P)	D25 (3P)	D32	D38	D18 and D25 (4P) DT32 and DT40	D40A to D65A DT60A and DT80A (1)	D80 and D95	D115 and D150
Power circuit connections										
Screw clamp terminal connections										
Tightening			Screw clamp terminals				Connector 2 inputs	Screw clamp terminals	Connector 1 input	Connector 2 inputs
Flexible cable without cable end	1 conductor	mm ²	1...4	1.5...6	2.5...10		2.5...10	1...35	4...50	10...120
	2 conductors	mm ²	1...4	1.5...6	2.5...10		2.5...10	1...25 and 1...35	4...25	10...120 + 10...50
Flexible cable with cable end	1 conductor	mm ²	1...4	1...6	1...10		2.5...10	1...35	4...50	10...120
	2 conductors	mm ²	1...2.5	1...4	1.5...6		2.5...10	1...25 and 1...35	4...16	10...120 + 10...50
Solid cable without cable end	1 conductor	mm ²	1...4	1.5...6	1.5...10		2.5...16	1...35	4...50	10...120
	2 conductors	mm ²	1...4	1.5...6	2.5...10		2.5...16	1...25 and 1...35	4...25	10...120 + 10...50
Screwdriver	Philips		N° 2	N° 2	N° 2		N° 2	–	–	–
	Flat screwdriver Ø		Ø 6	Ø 6	Ø 6		Ø 6	–	Ø 6...Ø 8	–
Hexagonal key			–	–	–		–	4	4	4
Tightening torque		N.m	1.7	1.7	2.5		1.8	5: ≤ 25 mm ² 8: 35 mm ²	9	12
Spring terminal connections (2)										
Flexible cable without cable end	1 conductor	mm ²	2.5 (4: DT25)	4	4	4	–	10	–	–
	2 conductors	mm ²	2.5 (except DT25)	4	4	4	–	–	–	–
Connection by bars or lugs										
Bar c.s.a.			–	–	–	–	–	–	3 x 16	5 x 25
Lug external Ø		mm	8	8	10	10	8	16.5	17	25
Ø of screw		mm	M3.5	M3.5	M4	M4	M3.5	M6	M6	M8
Screwdriver	Philips		N° 2	N° 2	N° 2	N° 2	N° 2	–	–	–
	Flat screwdriver Ø		Ø 6	Ø 6	Ø 6	Ø 6	Ø 6	–	Ø 8	–
Key for hexagonal headed screw			–	–	–	–	–	10	10	13
Tightening torque		N.m	1.7	1.7	2.5	2.5	1.8	6	9	12
Control circuit connections										
Connection by cable (tightening via screw clamps)										
Flexible cable without cable end	1 conductor	mm ²	1...4	1...4	1...4	1...4	1...4	1...4	1...4	1...2.5
	2 conductors	mm ²	1...4	1...4	1...4	1...4	1...4	1...4	1...4	1...2.5
Flexible cable with cable end	1 conductor	mm ²	1...4	1...4	1...4	1...4	1...4	1...4	1...2.5	1...2.5
	2 conductors	mm ²	1...2.5	1...2.5	1...2.5	1...2.5	1...2.5	1...2.5	1...2.5	1...2.5
Solid cable without cable end	1 conductor	mm ²	1...4	1...4	1...4	1...4	1...4	1...4	1...4	1...2.5
	2 conductors	mm ²	1...4	1...4	1...4	1...4	1...4	1...4	1...4	1...2.5
Screwdriver	Philips		N° 2	N° 2	N° 2	N° 2	N° 2	N° 2	N° 2	N° 2
	Flat screwdriver Ø		Ø 6	Ø 6	Ø 6	Ø 6	Ø 6	Ø 6	Ø 6	Ø 6
Tightening torque		N.m	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7	1.2	1.2
Spring terminal connections (2)										
Flexible cable without cable end	1 conductor	mm ²	2.5	2.5	2.5	2.5	–	2.5	0.75...2.5	–
	2 conductors	mm ²	2.5	2.5	2.5	2.5	–	2.5	0.75...2.5	–
Connection by bars or lugs										
Lug external Ø		mm	8	8	8	8	8	8	8	8
Ø of screw		mm	M3.5	M3.5	M3.5	M3.5	M3.5	M3.5	M3.5	M3.5
Screwdriver	Philips		N° 2	N° 2	N° 2	N° 2	N° 2	N° 2	N° 2	N° 2
	Flat screwdriver Ø		Ø 6	Ø 6	Ø 6	Ø 6	Ø 6	Ø 6	Ø 6	Ø 6
Tightening torque		N.m	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7	1.2	1.2

(1) BTR screws: hexagon socket head. In accordance with local electrical wiring regulations, a size 4 insulated Allen key must be used (reference LAD ALLEN4, see page 5/85).

(2) If cable ends are used, choose the next size down (example: for 2.5 mm², use 1.5 mm²) and square crimp the cable ends using a special tool.

Contactor type	LC1	D09 (3P)	DT20 D098	D12 (3P)	DT25 D128	D18 (3P)	DT32 D188	D25 (3P)	DT40 D258	
Pole characteristics										
Rated operational current (Ie) (Ue ≤ 440 V)	In AC-3, θ ≤ 60 °C	A	9	12	18	25				
	In AC-1, θ ≤ 60 °C	A	25 (1)	20	25 (1)	25	32 (1)	32	40 (1)	40
Rated operational voltage (Ue)	Up to	V	690	690	690	690				
Frequency limits	Of the operational current	Hz	25...400	25...400	25...400	25...400				
Conventional thermal current (Ith)	θ ≤ 60 °C	A	25 (1)	20	25 (1)	25	32 (1)	32	40 (1)	40
Rated making capacity (440 V)	Conforming to IEC 60947	A	250	250	300	450				
Rated breaking capacity (440 V)	Conforming to IEC 60947	A	250	250	300	450				
Permissible short time rating No current flowing for preceding 15 minutes with θ ≤ 40 °C	For 1 s	A	210	210	240	380				
	For 10 s	A	105	105	145	240				
	For 1 min	A	61	61	84	120				
	For 10 min	A	30	30	40	50				
Fuse protection against short-circuits (U ≤ 690 V)	Without thermal overload relay, type 1	A	25	40	50	63				
	Without thermal overload relay, type 2	A	20	25	35	40				
	With thermal overload relay	A	See pages 6/20 to 6/22, for aM or gG fuse ratings corresponding to the associated thermal overload relay							
Average impedance per pole	At Ith and 50 Hz	mΩ	2.5	2.5	2.5	2				
Power dissipation per pole for the above operational currents	AC-3	W	0.20	0.36	0.8	1.25				
	AC-1	W	1.56	1.56	2.5	3.2				
Control circuit characteristics, a.c. supply										
Rated control circuit voltage (Uc)	50/60 Hz	V	12...690							
Control voltage limits										
50 or 60 Hz coils	Operation		-							
	Drop-out		-							
50/60 Hz coils	Operation		0.8...1.1 Uc on 50 Hz and 0.85...1.1 Uc on 60 Hz at 60 °C							
	Drop-out		0.3...0.6 Uc at 60 °C							
Average consumption at 20 °C and at Uc	~ 50 Hz	Inrush	50 Hz coil	VA	-					
			Cos φ		0.75					
	Sealed	50/60 Hz coil	50 Hz coil	VA	70					
			Cos φ		0.3					
	~ 60 Hz	Inrush	50/60 Hz coil	VA	7					
			Cos φ		0.75					
	Sealed	60 Hz coil	60 Hz coil	VA	70					
			Cos φ		0.3					
	50/60 Hz coil	60 Hz coil	60 Hz coil	VA	7.5					
			Cos φ		0.3					
	Heat dissipation	50/60 Hz	W	2...3						
	Operating time (2)	Closing "C"		ms	12...22					
Opening "O"			ms	4...19						
Mechanical durability in millions of operating cycles	50 or 60 Hz coil		-							
	50/60 Hz coil on 50 Hz		15							
Maximum operating rate at ambient temperature ≤ 60 °C	In operating cycles per hour		3600							

5

(1) Versions with spring terminal connections:
16 A for LC1 D093 and LC1 D123 (20 A possible with 2 x 2.5 mm² in parallel),
25 A for LC1 D183 to LC1 D323 (32 A possible for LC1 D183 connected with 2 x 4 mm² cables in parallel; 40 A possible for LC1 D253 and LC1 D323 connected with 2 x 4 mm² in parallel).

(2) The closing time "C" is measured from the moment the coil supply is switched on to closure of the main poles. The opening time "O" is measured from the moment the coil supply is switched off to the moment the main poles separate.



MOTOR PROTECTION, START.PKZM0



Part no. PKZM0-10
Article no. 072739
Catalog No. XTPR010BC1NL

Delivery programme

Product range				PKZM0 motor protective circuit-breakers up to 32 A
Basic function				Motor protection
Connection technique				Screw terminals
Max. motor rating				
AC-3				
220 V 230 V 240 V	P	kW	2.2	
380 V 400 V 415 V	P	kW	4	
440 V	P	kW	4	
500 V	P	kW	4	
660 V 690 V	P	kW	7.5	
Setting range				
Overload releases	I_r	A	6.3 - 10	
				
Short-circuit releases				
				
max.	I_{rm}	A	140	

Notes

Phase failure sensitivity to IEC/EN 60947-4-1, VDE 0660 part 102.
 can be snapped-on to IEC/EN 60715 top-hat rail with 7.5 or 15 mm height

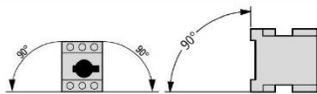


PTB 10 ATEX 3013, observe Manual MN03402003Z-DE/EN

Approvals

Product Standards	UL 508; CSA-C22.2 No. 14; IEC60947-4-1; CE marking
UL File No.	E36332
UL Category Control No.	NLRV
CSA File No.	165628
CSA Class No.	3211-05
North America Certification	UL listed, CSA certified
Specially designed for North America	No
Suitable for	Branch circuit Manual type E if used with terminal, or suitable for group installations

General

Standards		IEC/EN 60947, VDE 0660
Climatic proofing		Damp heat, constant, to IEC 60068-2-78 Damp heat, cyclic, to IEC 60068-2-30
Ambient temperature	°C	
Storage	θ	-40 - +80
Open	°C	-25 - 55
Enclosed	°C	-25 - 40
Mounting position		
Direction of incoming supply		as required
Degree of protection		
Device		IP20
Terminations		IP00
Protection against direct contact		Finger and back-of-hand proof
Mechanical shock resistance half-sinusoidal shock 10 ms to IEC 60068-2-27	g	25
Altitude	m	2000
Terminal capacity screw terminals	mm ²	

Solid
Flexible with ferrule to DIN 46228
Solid or stranded
Specified tightening torque for terminal screws
Main cable
Control circuit cables

	mm ²	1 x (1 - 6) 2 x (1 - 6)
	mm ²	1 x (1 - 6) 2 x (1 - 6)
	AWG	18 - 10
	Nm	1.7
	Nm	1

Main conducting paths

Rated impulse withstand voltage

Overvoltage category/pollution degree

Rated operational voltage

Rated uninterrupted current = rated operational current

Rated frequency

Rated frequency

Current heat loss (3 pole at operating temperature)

Lifespan, mechanical

Lifespan, electrical (AC-3 at 400 V)

Maximum operating frequency

 Max. operating frequency

Short-circuit rating

 AC

 DC

 Short-circuit rating

 Short-circuit rating

Motor switching capacity

 AC-3 (up to 690 V)

 DC-5 (up to 250 V)

U _{imp}	V AC	6000
		III/3
U _e	V AC	690
I _u = I _e	A	32 or current setting of the overcurrent release
f	Hz	40 - 60
	Hz	40 - 60
	W	6
Operations	x 10 ⁶	0.1
Operations	x 10 ⁶	0.1
	Ops/h	
	Ops/h	40
		→ Engineering
	kA	60
		60 (up to PKZM0-16) 40 (PKZM0-20 to PKZM0-32)
	kA _{rms}	
	A	32
	A	25 (3 contacts in series)

Trip blocks

Temperature compensation

 to IEC/EN 60947, VDE 0660

 Operating range

Temperature compensation residual error for T > 40 °C

Setting range of overload releases

Short-circuit release fixed

Fixed short-circuit release

Short-circuit release tolerance

Phase-failure sensitivity

	°C	- 5 ... 40
	°C	- 25 ... 55
		≡ 0.25 %/K
	x I _u	0.6 - 1
	x I _u	14
		Basic device 14 x I _u
		± 20%
		IEC/EN 60947-1-1, VDE 0660 Part 102

Technical data ETIM 5.0

Low-voltage industrial components (EG000017) / Motor protective circuit-breaker (EC000074)

Electric engineering, automation, process control engineering / Low-voltage switch technology / Circuit breaker (LV < 1 kV) / Circuit breaker motor protection

(ecl@ss8-27-37-04-01 [AGZ529012])

Setting range overload protector

A

6.3 - 10

Adjustment range undelayed short-circuit release

A

140 - 140

Phase failure sensitive

Yes

Switch off technique

Electronic

Rated operating voltage

V

690 - 690

Rated permanent current I_u

A

10

Rated operation power at AC-3, 230 V

kW

2.2

Rated operation power at AC-3, 400 V

kW

4

Connection type main current circuit

Screw connection

Device construction

Built-in device fixed built-in technique

With integrated auxiliary switch

No

With integrated under voltage release

No

Number of poles

3