



Estructuración de una estación de trabajo para aplicaciones de Sensorica industrial para máquinas y procesos en el entorno de las prácticas de accionamiento eléctrico en las U.T.S.

Modalidad: Desarrollo Tecnológico

Álvaro Enrique Celemín Guerrero
CC 1005234480
Daniel Esteban Padilla Acevedo
CC 1005151729

UNIDADES TECNOLÓGICAS DE SANTANDER
Facultad ciencias naturales e ingenierías
Tecnología en operación y mantenimiento electromecánico
Bucaramanga 10 - 09 - 26



Estructuración de una estación de trabajo para aplicaciones de Sensorica industrial para máquinas y procesos en el entorno de las prácticas de accionamiento eléctrico en las UTS

Modalidad: Desarrollo Tecnológico

Álvaro Enrique Celemín Guerrero
CC 1005234480
Daniel Esteban Padilla Acevedo
CC 1005151729

Trabajo de Grado para optar al título de
Tecnólogo en operación y mantenimiento Electromecánico

DIRECTOR
LIC ESP. Milton Reyes Jiménez

Grupo de Investigación: Grupo de investigación en Sistemas de energía, automatización
y control GISEAC

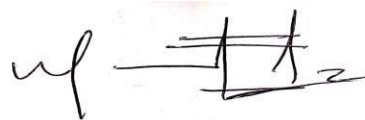
UNIDADES TECNOLÓGICAS DE SANTANDER
Facultad ciencias naturales e ingenierías
Tecnología en operación y mantenimiento electromecánico
Bucaramanga 10 - 09 - 26

Nota de Aceptación

Este informe final de trabajo de grado,
en modalidad de Desarrollo Tecnológico,
fue APROBADO en cumplimiento de uno de los requisitos
exigidos por las Unidades Tecnológicas de Santander
para optar el Título de
tecnólogo en operación y mantenimiento electromecánico,
según acta de 28 de 28 de septiembre de 2026,
del Comité de Trabajo de Grado



RICARDO PABON DULCEY
Firma del Evaluador



MILTON REYES JIMENEZ
Firma del Director

DEDICATORIA

Dedicamos este proyecto de grado, en primer lugar, a Dios, por brindarnos la fortaleza, sabiduría y perseverancia necesarias para culminar esta etapa de nuestra formación profesional.

A nuestras familias, por su apoyo incondicional, comprensión, confianza y acompañamiento durante todo nuestro proceso académico. Su motivación y respaldo fueron fundamentales para superar cada uno de los retos que se presentaron en el camino.

A todas aquellas personas que, de una u otra manera, hicieron parte de este proceso y contribuyeron a nuestro crecimiento personal y profesional.

AGRADECIMIENTOS

Expresamos nuestros mas sinceros agradecimientos a Dios, por permitirnos culminar esta etapa de nuestra formación académica y brindarnos la fortaleza y perseverancia necesaria para alcanzar este logro.

A nuestras familias, por su apoyo, comprensión y acompañamiento constante, así como por la confianza que depositaron en nosotros durante todo nuestro proceso de formación.

A la Universitaria Tecnológica de Santander (UTS), por brindarnos los conocimientos, herramientas y espacios necesarios para nuestra formación como Tecnólogos en Operación y Mantenimiento Electromecánico, contribuyendo de manera significativa a nuestro desarrollo profesional.

De manera especial, agradecemos al profesor Milton Jiménez Reyes, director de nuestro proyecto de grado, por su orientación, acompañamiento, disposición y aportes durante el desarrollo de este trabajo, los cuales fueron fundamentales para su adecuada realización.

Finalmente, agradecemos a los docentes, compañeros y demás personas que contribuyeron, directa o indirectamente, a nuestra formación y al desarrollo y culminación de este proyecto de grado.

TABLA DE CONTENIDO

<u>RESUMEN EJECUTIVO</u>	<u>13</u>
<u>INTRODUCCIÓN</u>	<u>14</u>
<u>1. DESCRIPCIÓN DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN</u>	<u>16</u>
1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	16
1.2. JUSTIFICACIÓN	18
1.3. OBJETIVOS	19
1.3.1. OBJETIVO GENERAL	19
1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	19
1.4. ESTADO DEL ARTE	20
<u>2. MARCO REFERENCIAL</u>	<u>22</u>
2.1. FUNDAMENTO TEÓRICO MANIOBRA ELÉCTRICA	22
2.2. ACCIONADORES DE INDUCCIÓN TRIFÁSICOS	23
2.3. FUNDAMENTOS DE LÓGICA CABLEADA	25
2.4. FUNDAMENTO DE SENSORES DE PROXIMIDAD	28
2.4.1. SENSORES OPTOELECTRÓNICOS DE PROXIMIDAD	28
2.4.2. SENSORES INDUCTIVOS DE PROXIMIDAD	29
2.4.3. SENSORES CAPACITIVOS DE PROXIMIDAD	32
<u>3. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN</u>	<u>35</u>
3.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN	35
3.2. MÉTODO Y TÉCNICAS DE LA INVESTIGACIÓN	35
3.3. FASES DE LA INVESTIGACIÓN	36
<u>4. DESARROLLO DEL TRABAJO DE GRADO</u>	<u>37</u>
4.1. CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS ASOCIADAS A LOS SENSORES	37
4.1.1. CORRIENTE RESIDUAL	37
4.1.2. RESIDUAL VR	37
4.1.3. ALCANCE EN SENSORES INDUCTIVOS Y CAPACITIVOS	38
4.1.4. ALCANCE NOMINAL (SN)	38
4.1.5. ALCANCE REAL (SR)	38
4.1.6. ALCANCE ÚTIL (SU)	39

F-DC-125	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO EN MODALIDAD DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN, DESARROLLO TECNOLÓGICO, MONOGRAFÍA, EMPRENDIMIENTO Y SEMINARIO	VERSIÓN: 2.0
4.1.7.	HISTÉRESIS.....	39
4.1.8.	CARRERA DIFERENCIAL (H)	39
4.1.9.	RETARDO A LA DISPONIBILIDAD	40
4.1.10.		41
4.2.	MONTAJE SENSORES.....	41
4.2.1.	SENSORES DE PROXIMIDAD INDUCTIVOS EN EL MÓDULO 1 DE LABORATORIO DE ACCIONAMIENTOS ELÉCTRICOS	41
4.2.2.	SENSORES MECÁNICOS EN EL MÓDULO 2 DE LABORATORIO DE ACCIONAMIENTOS ELÉCTRICOS	42
4.2.3.	SENSORES CAPACITIVOS 2 HILOS 220 V MÓDULO 3 DE LABORATORIO DE ACCIONAMIENTOS ELÉCTRICOS	42
4.2.4.	SENSORES CAPACITIVOS 2 HILOS 220 V MÓDULO 4 DE LABORATORIO DE ACCIONAMIENTOS ELÉCTRICOS	43
4.2.5.	SENSORES FOTOELÉCTRICOS 5 HILOS 220 V MÓDULO 5 DE LABORATORIO DE ACCIONAMIENTOS ELÉCTRICOS	44
4.3.	PRÁCTICAS DESARROLLAS	46
4.3.1.	APLICACIÓN SENSOR FOTOELÉCTRICO TIPO BARRERA COMO SEÑAL DE CONEXIÓN.	46
4.3.2.	APLICACIÓN SENSOR FOTOELÉCTRICO TIPO BARRERA CON SENSORES DE PROXIMIDAD DE C.C	47
4.3.3.	APLICACIÓN SECUENCIA DE ARRANQUE DE MOTORES TRIFÁSICOS UTILIZANDO SENSÓRICA INDUSTRIAL	48
4.3.4.	APLICACIÓN SECUENCIA DE ARRANQUE DE MOTORES CONTROL DE DOS MOTORES TRIFÁSICOS CON SEÑAL DE SENSOR CAPACITIVO Y ENCLAVAMIENTO MECÁNICO	49
4.3.5.	CONTROL DE DOS MOTORES TRIFÁSICOS CON SENSORES DE PROXIMIDAD Y TEMPORIZACIÓN A LA DESCONEXIÓN	50
4.3.6.	APLICACIÓN DE SENSORES DE PROXIMIDAD EN CONTROL DE NIVEL DE LIQUIDOS	51
4.3.7.	APLICACIÓN DEL CONTROL DE NIVEL UTILIZANDO DE SENSORES CAPACITIVOS	52
5.	<u>RESULTADOS</u>	<u>53</u>
6.	<u>CONCLUSIONES</u>	<u>55</u>
7.	<u>RECOMENDACIONES</u>	<u>57</u>
8.	<u>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS</u>	<u>59</u>
9.	<u>ANEXOS</u>	<u>60</u>

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 Simbología y nomenclatura	23
Figura 2 Motor trifásico "jaula de ardilla"	24
Figura 3 Contactos principales de un contactor	26
Figura 4 Contactos auxiliares de un contactor	26
Figura 5 Sistema de potencia de un montacargas de 3 niveles.....	27
Figura 6 Simbología	27
Figura 7 Fotocélula de cuatro hilos	28
Figura 8 Fotocélula de barrera de luz	29
Figura 9 Sensor inductivo de sección cuadrada.....	29
Figura 10 Flujo magnético generado por un sensor de proximidad inductivo	30
Figura 11 Sensor de proximidad inductivo enrasable.....	31
Figura 12 Flujo magnético generado por un sensor de proximidad inductivo no enrasable	31
Figura 13 Condensador de placas concéntricas	32
Figura 14 Campo eléctrico entre las caras de un condensador de placas concéntricas.	32
Figura 15 Efecto producido por un objeto que penetra en el campo eléctrico creado por el condensador abierto.....	32
Figura 16 Sensor capacitivo de proximidad enrasable	33
Figura 17 Sensor capacitivo de proximidad no enrasable	34
Figura 18 Corriente residual de un sensor	37
Figura 19 Circuito para determinar la Tensión residual de un sensor	38
Figura 20 Alcances de un sensor de proximidad.....	39
Figura 21 Histéresis un sensor de proximidad	40
Figura 22 Retardo a la disponibilidad de un sensor de proximidad.....	40
Figura 23 Tiempo de respuesta en un sensor de proximidad	41
Figura 24 Montaje sensores módulo de automatización con P.L.LC	41
Figura 25 Montaje finales de carrera modulo accionamientos.....	42
Figura 26 Montaje sensores de proximidad inductivos de 2 hilos modulo accionamientos	43
Figura 27 Montaje sensores capacitivos 3 hilos módulo de accionamientos.....	43
Figura 28 Montaje sensores fotoeléctrico módulo de accionamientos	44
Figura 29 Montaje sensores inductivos 2 y 3 hilos módulo de accionamientos.....	45
Figura 30 Presentación módulo de accionamiento con sensores de 2 hilos	45
Figura 31 Aplicación sensor fotoeléctrico tipo barrera y temporización on delay	46
Figura 32 Aplicación circuito de mando dos tensiones aplicando sensores de proximidad	47
Figura 33 Aplicación circuito de fuerza y mando dos motores utilizando Sensorica industrial	48
Figura 34 Control dos motores con memoria mecánica y control con Sensorica industrial	49
Figura 35 Aplicación secuencia de desconexión con retardo de motores.....	50

Figura 36 Circuitos para control automático de nivel de líquidos utilizando sensores fotoeléctricos	51
Figura 37 Aplicación sensores capacitivos en control de nivel de líquidos	52

LISTA DE TABLAS

Tabla 1 <i>Fases de la investigación</i>	36
---	----

RESUMEN EJECUTIVO

El presente proyecto tiene como propósito diseñar e implementar una estación de trabajo orientada al aprendizaje práctico de la instrumentación y sensórica aplicada a sistemas de accionamiento eléctrico. La propuesta busca integrar diferentes tipos de sensores industriales, elementos de control y dispositivos de accionamiento, permitiendo la adquisición, procesamiento y análisis de variables presentes en máquinas y procesos industriales.

La estación de trabajo estará diseñada para facilitar el desarrollo de prácticas académicas relacionadas con la medición y supervisión de variables como posición, velocidad, temperatura, proximidad, nivel y otras magnitudes de interés industrial. Asimismo, permitirá comprender la interacción entre sensores, actuadores, sistemas de control y motores eléctricos, fortaleciendo las competencias de los estudiantes en áreas como automatización industrial, control de procesos, instrumentación y accionamientos eléctricos.

Con la implementación de esta estación se pretende disponer de un recurso didáctico flexible, seguro y adaptable a diferentes actividades prácticas, que facilite la experimentación y el análisis de sistemas reales o simulados. De esta manera, el proyecto contribuirá al fortalecimiento de los procesos de enseñanza-aprendizaje en las U.T.S.

PALABRAS CLAVE. Sensorica, inductivo, capacitivo, fotoeléctrico

INTRODUCCIÓN

El área de control y accionamiento eléctricos dentro del plan de estudio de la tecnología en operación y mantenimiento electromecánico de las UTS

La sensoria establece un papel importante en los circuitos modernos de automatización y control eléctrico, para obtener información precisa sobre el estado y comportamiento de diferentes equipos y procesos. En el entorno de la maniobra eléctrica, los sensores son utilizados para detectar variables como presencia, posición, temperatura, presión, nivel, velocidad y corriente, proporcionando señales que permiten controlar y supervisar motores, contactores, relés y otros dispositivos eléctricos.

La aplicación de la sensoria en la maniobra eléctrica contribuye a mejorar la seguridad, eficiencia y confiabilidad de los sistemas, al permitir que las operaciones se realicen de manera automática y bajo condiciones previamente establecidas. Además, facilita la detección de fallas y condiciones anormales, reduciendo los tiempos de respuesta y evitando posibles daños en los equipos o riesgos para los operadores.

Por esta razón, la integración de sensores con circuitos de maniobra, controladores y sistemas de automatización constituye una herramienta esencial en la industria actual. Su implementación permite optimizar procesos, disminuir errores humanos y aumentar la productividad, convirtiendo la sensoria industrial en un elemento clave para el desarrollo de sistemas eléctricos más inteligente

F-DC-125

INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO EN MODALIDAD DE PROYECTO
DE INVESTIGACIÓN, DESARROLLO TECNOLÓGICO, MONOGRAFÍA,
EMPRENDIMIENTO Y SEMINARIO

VERSIÓN: 2.0

ELABORADO POR:
Docencia

REVISADO POR:
Sistema Integrado de Gestión

APROBADO POR: Líder del Sistema Integrado de Gestión
FECHA APROBACIÓN: Octubre de 2023

1. DESCRIPCIÓN DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

De qué manera la estructuración de una estación de trabajo orientada a la sensórica industrial puede mejorar la comprensión, aplicación y uso de sensores de proximidad fotoeléctricos, inductivos y capacitivos en las prácticas de accionamiento eléctrico de las UTS

En el entorno de la formación tecnológica e ingenieril, específicamente en las Unidades Tecnológicas de Santander (U.T.S.), las prácticas de accionamiento eléctrico constituyen un componente fundamental para el desarrollo de competencias en control de máquinas y procesos industriales. Sin embargo, se evidencia que el abordaje de la sensórica industrial, en particular de los sensores de proximidad fotoeléctricos, inductivos y capacitivos, se realiza de manera limitada o fragmentada, careciendo de una integración práctica estructurada dentro de dichas prácticas.

La ausencia de una estación de trabajo dedicada a la sensórica industrial dificulta que los estudiantes comprendan de forma clara aspectos esenciales como el principio de funcionamiento, criterios de selección, tipos de montaje, formas de conexión, alcance operativo y aplicabilidad real de estos sensores en entornos industriales. Esta situación genera brechas entre la teoría impartida en el aula y la realidad de los procesos automatizados utilizados en la industria.

En consecuencia, surge la necesidad de diseñar y estructurar una herramienta práctica y didáctica que permita integrar de manera efectiva los sensores de

proximidad en las prácticas de accionamiento eléctrico, facilitando así el aprendizaje significativo y el fortalecimiento de las competencias técnicas de los estudiantes en el área de automatización y control de procesos industriales

1.2. JUSTIFICACIÓN

La presente investigación se justifica desde los ámbitos académico, técnico y formativo, debido a la creciente demanda de profesionales con competencias sólidas en automatización industrial y control de procesos.

Desde el punto de vista académico, la estructuración de una estación de trabajo para sensórica industrial permitirá fortalecer el proceso de enseñanza-aprendizaje mediante la articulación efectiva entre teoría y práctica, facilitando la comprensión de conceptos fundamentales relacionados con sensores industriales y su integración en sistemas de control.

Desde el enfoque técnico, el proyecto proporciona una herramienta que replica condiciones reales de la industria, permitiendo a los estudiantes familiarizarse con dispositivos ampliamente utilizados en procesos industriales, sus configuraciones de montaje, conexión eléctrico y aplicaciones típicas en máquinas y sistemas automatizados.

Finalmente, desde el ámbito institucional, este proyecto contribuye al fortalecimiento de los laboratorios de prácticas de las U.T.S., generando un recurso pedagógico reutilizable que puede ser empleado en futuras cohortes, mejorando la calidad de la formación técnica y tecnológica ofrecida por la institución.

1.3. OBJETIVOS

1.3.1. OBJETIVO GENERAL

Desarrollar una herramienta práctica para la utilización, conexión, aplicación y alcances de los detectores de proximidad fotoeléctricos, inductivos y capacitivos, en el entorno de prácticas estructuradas de accionamiento de motores o procesos eléctricos de las U.T.S

1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Contextualizar el funcionamiento y aplicabilidad de sensores fotoeléctricos, inductivos y capacitivos en el entorno de los sistemas y procesos de control automático; dependiendo de características técnicas de montaje, conexonado alcance y aplicabilidad.
- Desarrollar el montaje de los sensores fotoeléctricos, inductivos y capacitivos en prácticas de accionamiento eléctricos que permitan la aplicación de la asignatura en situaciones de entornos industriales.
- Validar un manual práctico de conexonado y aplicabilidad de los sensores de proximidad fotoeléctricos, inductivos y capacitivo que permita al estudiante de la asignatura complementar sus conocimientos en el área del control de procesos y maquinas industriales

1.4. ESTADO DEL ARTE

Sistema de detección de proximidad mediante sensor ultrasónico

Este tipo de proyecto utiliza sensores ultrasónicos, como el HC-SR04, para detectar objetos a determinadas distancias mediante la emisión y recepción de ondas de ultrasonido. En proyectos tecnológicos se ha empleado principalmente en sistemas de estacionamiento, robots móviles, dispositivos de asistencia y sistemas de alarma. Su principal ventaja es el bajo costo y la facilidad de integración con plataformas como Arduino. Como limitación, su funcionamiento puede verse afectado por superficies inclinadas, materiales absorbentes y condiciones ambientales.

Detección de proximidad mediante sensores infrarrojos

Los sensores infrarrojos permiten detectar la presencia o cercanía de objetos utilizando la emisión y reflexión de radiación infrarroja. Han sido implementados en proyectos de grado relacionados con robots seguidores de línea, sistemas de seguridad, automatización y control de acceso. Se caracterizan por su bajo consumo energético y facilidad de implementación. Sin embargo, factores como la iluminación ambiental, el color y las características de la superficie del objeto pueden modificar la precisión de la detección.

Sistema de proximidad basado en tecnología RFID

La tecnología RFID permite identificar objetos o personas mediante etiquetas y lectores que utilizan radiofrecuencia. En proyectos tecnológicos se ha utilizado para desarrollar sistemas de control de acceso, identificación de usuarios, inventarios y automatización. A diferencia de los sensores ultrasónicos e infrarrojos, RFID no depende directamente de la distancia física mediante reflexión de una señal, sino de la comunicación entre una etiqueta y un lector. Su principal aporte consiste en

combinar identificación y detección de presencia, aunque requiere etiquetas y lectores compatibles.

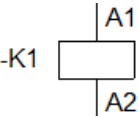
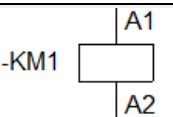
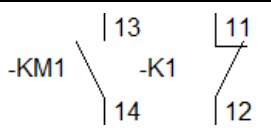
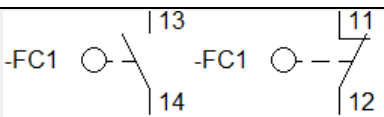
Sensores de proximidad capacitivos para automatización

Los sensores capacitivos detectan objetos a partir de variaciones en un campo eléctrico, por lo que pueden identificar materiales metálicos y no metálicos. En proyectos de grado de tecnología se han utilizado en procesos de automatización industrial, conteo de objetos, detección de niveles y sistemas de clasificación. Una de sus ventajas es que permiten detectar materiales que otros sensores pueden tener dificultades para identificar. No obstante, su alcance suele ser reducido y su funcionamiento puede verse influenciado por la humedad y las características del material detectado.

2. MARCO REFERENCIAL

2.1. Fundamento teórico Maniobra Eléctrica

- Pulsadores: Estos elementos resorte cumplen la función de accionar o desenergizar un circuito mediante una fuerza externa aplicada por el operario (SALTOS, 2015).
- Finales de carrera: Son dispositivos ubicados en los extremos de un recorrido, cuya operación garantiza el control de una máquina respecto a su posición. La ampliación de estos dispositivos a nivel industrial permite una fácil instalación, además de no alterar su funcionamiento frente a campos electrostáticos (SALTOS,2015).
- Relevos: Se emplean para abrir o cerrar circuitos en diferentes espacios. Están compuestos principalmente por cobre junto a una aleación de plata, evitando la oxidación cuando circula la corriente a través del mismo (SALTOS, 2015).

• Símbolo	Grupo	Nombre
	1	Bobina de relé eléctrico K1
	2	Bobina de contactor principal. Km1
	3	Contactos normalmente abiertos (No) o cerrados (Nc). Llevan el mismo nombre de la bobina que los acciona.
	4	Final de carrera normalmente abiertos (No) o normalmente cerrados (Nc).

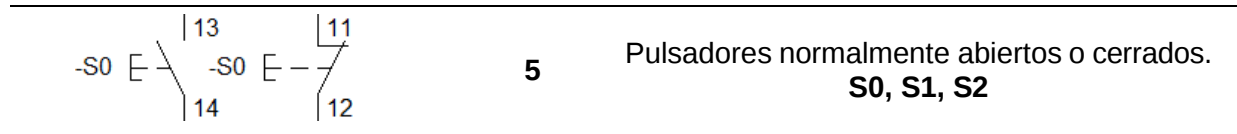


Figura 1 Simbología y nomenclatura

Fuente: (SALTOS, 2015)

2.2. Accionadores de inducción trifásicos.

Los motores en forma de jaula de ardilla son un motor de inducción de corriente alterna (CA) que se emplea usualmente dentro del área industrial y comercial, esto, por su esencia de uso práctico y sencillo, durabilidad, rentabilidad y facilidad para realizarle mantenimiento. Es fundamental resaltar que, en aras de desarrollar nuestra investigación que, este particular motor pertenece a la categoría de motores de inducción, debido a que se estructura se evidencia a manera de un diseño de rotor que se asemeja al de una jaula de ardilla, de ahí su nombre:

El motor de inducción o motor asíncrono es el motor eléctrico más ampliamente utilizado en la industria, abarcando aproximadamente un 85% del total de las cargas eléctricas. Consta de una parte fija, denominada estator, y una parte giratoria, denominada rotor, incorporando cada una de ellas una serie de devanados formados por un conductor eléctrico, y separadas por una capa de aire denominada entrehierro. A diferencia de la máquina de corriente continua y de la máquina síncrona, en este caso ambos devanados son alimentados por corriente alterna sinusoidal. Esta corriente alterna es suministrada al estator directamente de la red de alimentación, mientras que al devanado del rotor se le suministra por el fenómeno de inducción electromagnética. (Mora, 2015)

Respecto a sus partes, hace referencia Mora (2015) que, el estator está ubicado en la parte fija del motor. Y dentro de él está ubicado el devanado principal, el cual lo conforman bobinas de alambre, respecto al conductor repartida en compartimientos del núcleo de hierro laminado. Entonces, al aportar energía hacia el devanado, se tiene como efecto un campo magnético rotatorio.

En cuanto al rotor, se refiere a ella como la parte móvil del motor, y en ella está ubicado el devanado secundario y dentro de ello están las barras conductoras de aluminio o cobre conectadas a partir de cortocircuito por anillos en ambos extremos. Así mismo, se debe tener en cuenta que, los inconvenientes que se presentan a menudo en el rotor dentro del motor de jaula de ardilla son difíciles de detectar “debido a que no disponemos de conexión eléctrica con el mismo y la dificultad de medir las corrientes de baja frecuencia que en él se inducen, por lo cual un diagnóstico preciso es difícil de obtener con métodos tradicionales” (Mora, 2015, p.10).

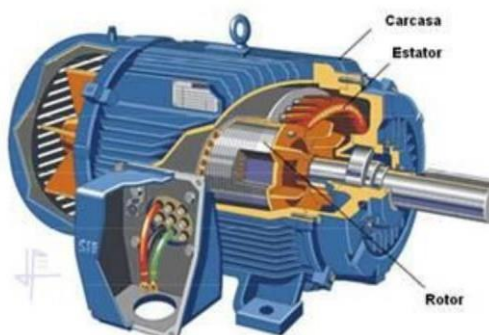


Figura 2 Motor trifásico "jaula de ardilla"
Fuente: Mora (2015).

El encargado de proteger al motor internamente es la carcasa, y sus materiales suelen ser hierro fundido, aluminio o plástico. Y, de igual modo, entre sus partes principales también están el eje, rodamiento, ventilador. Su funcionamiento y respecto de sus conexiones se evidencia que, “está constituido por un imán, solidario con un eje central a, que puede girar libremente, y un disco metálico de cobre, hierro o aluminio solidario de otro eje a’ y que, como el anterior puede también girar. Si imprimimos al imán un movimiento de rotación, por ejemplo en el sentido 7 indicado por la flecha, se observa un curioso fenómeno: el disco metálico inicia un movimiento circular cuyo sentido es el mismo del imán, que se mantendrá hasta que cese la rotación del mismo” (Mora, 2015).

Respecto al montaje de conexión en las cargas eléctricas, las cargas suplementarias, que en consecuentemente se traducen como cargas para el alternador, están compuestas por el regulador de voltaje electrónico y una bombilla incandescente para automóviles, situada en la parte trasera del alternador. Estas, presentan conexiones a través del cable flexible N° 16.

2.3. Fundamentos de lógica cableada

Referencian Valencia y Carvajal (2015) que, un contactor principal se refiere al mecanismo por medio del cual se logra abrir o cerrar circuitos eléctricos, diseñado específicamente para soportar operaciones frecuentes dentro de los límites operativos regulares y en casos de sobrecarga. En cuanto al contactor principal, argumentan que es “Son los que actúan directamente con la carga cerrando o abriendo el circuito de fuerza o potencia” (Valencia y Carvajal, 2015, p.16).

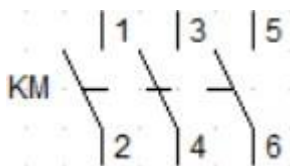


Figura 3 Contactos principales de un contactor
Fuente: Mora (2015).

Carvajal (2015). De igual modo, en cuanto al contactor auxiliar, se menciona que “Son los que actúan cerrando o abriendo el circuito de mando. Están acoplados mecánicamente con los contactos principales y pueden ser abiertos o cerrados

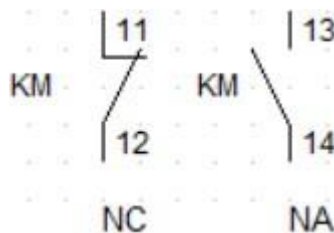


Figura 4 Contactos auxiliares de un contactor
Fuente: Valencia y Carvajal (2015).

Yunga e Hidalgo (2023) al diseñar y simular en factory I/O de un tanque de agua con sensores de nivel utilizando un mini PLC logo! V8, aseveran que el pulsador en estado abierto es aquel encargado de interrumpir el flujo de corriente por medio del circuito cuando está en su posición predeterminada o inactiva, dado que “da la energización global del sistema” (Yunga e Hidalgo, 2023, p.25). En cambio, el

pulsador en estado cerrado permite el paso de flujo de corriente a través del circuito cuando está en su estado predeterminado.

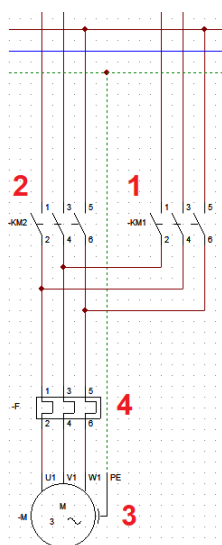


Figura 5 Sistema de potencia de un montacargas de 3 niveles

Fuente: (SALTOS, 2015)

Símbolo	Grupo	NOMBRE
	1 y 2	Contactores principales involucrados en la inversión de giro del motor.
	4	Térmico encargado de proteger al motor de sobrecargas.
	3	Motor trifásico

Figura 6 Simbología

Fuente: (SALTOS, 2015)

2.4. Fundamento de Sensores de proximidad

2.4.1. Sensores optoelectrónicos de proximidad

Los sensores optoelectrónicos de proximidad detectan la presencia de un objeto mediante fenómenos relacionados con la luz. Suelen recibir diferentes nombres, entre los que cabe citar las fotocélulas (Photoelectric Switches or photocells), detectores optoelectrónicos (Optoelectronic detectors), sensores de proximidad Ópticos (Optical proximity sensors) y detectores de proximidad fotoeléctricos (Proximity photoelectric detectors). Se componen, en general, de un emisor y un receptor. El emisor genera un rayo de luz dentro del espectro visible, infrarrojo cercano o láser. El receptor recibe o no el rayo emitido por el emisor, o lo recibe con algún cambio específico de sus características, según que en su trayectoria encuentre o no el objeto a detectar. Existen numerosas formas de realizar los sensores optoelectrónicos de proximidad, lo que da lugar a un gran número de variantes.

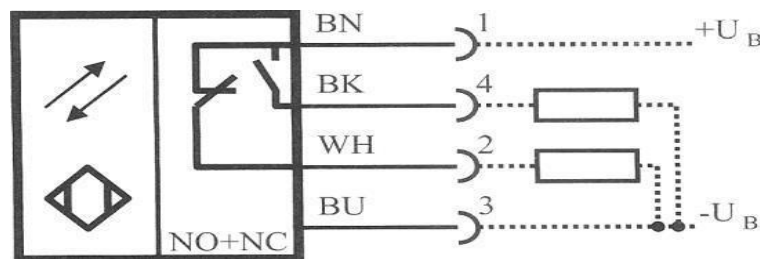


Figura 7 Fotocélula de cuatro hilos

Fuente: Autómatas Programables (Mandado, Acevedo, Silva, Quiroga 2009)

Las fotocélulas constan de un elemento emisor de luz y otro receptor de luz, que pueden estar montados sobre la misma carcasa o sobre carcasas diferentes. Además de los dispositivos y circuitos electrónicos, las fotocélulas poseen, en

general, lentes, filtros de luz, etc., utilizando como ejemplo una fotocélula de barrera de luz, los elementos que componen una fotocélula, que se describen a continuación.

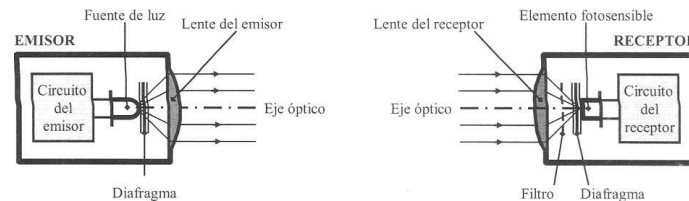


Figura 8 Fotocélula de barrera de luz.

Fuente: Autómatas Programables (Mandado, Acevedo, Silva, Quiroga 2009)

2.4.2. Sensores inductivos de proximidad.

Los sensores inductivos de proximidad se pueden clasificar de acuerdo con el formato externo y con la forma constructiva. Según el formato externo los sensores inductivos de proximidad pueden ser cilíndricos o cúbicos. En ambos casos la forma de operación es la misma. Según la forma constructiva los sensores inductivos de proximidad pueden ser enrasables y no enrasables que se describen a continuación.

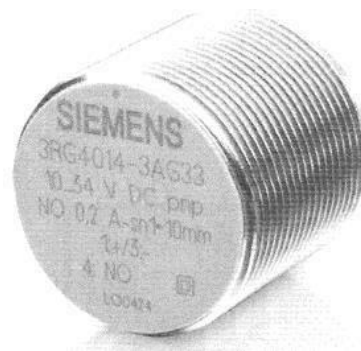


Figura 9 Sensor inductivo de sección cuadrada

Fuente: Autómatas Programables (Mandado, et al, 2009)

➤ Sensores enrasables

Los sensores enrasables o apantallados (*Shielded*) son sensores inductivos de proximidad en los que el cuerpo metálico que rodea a los distintos bloques que constituyen el sensor, se prolonga hasta la bobina censura. Esto evita la dispersión del flujo electromagnético y lo concentra en la parte frontal. De esta forma se anula prácticamente el efecto de los metales circundantes y las interferencias mutuas cuando se instalan varios sensores inductivos de proximidad contiguos. La figura 9 muestra un sensor de proximidad inductivo enrasable de la familia 3RG4014.

➤ Sensores no enrasables

Los sensores no enrasables son sensores cuyo recubrimiento metálico externo no llega hasta el borde de la cabeza sensora, es decir no están apantallados (*unshielded*), lo que hace que el flujo se disperse por los laterales de la misma tal como se indica en la figura 10. Debido a ello el sensor no se puede enrasar con el soporte metálico que lo sustenta porque lo detecta y estaría siempre activado. La figura muestra un sensor de este tipo de la familia 3RG4024.

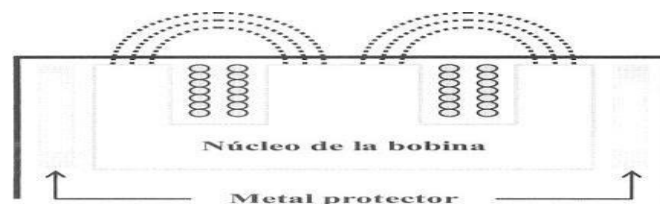


Figura 10 Flujo magnético generado por un sensor de proximidad inductivo
Fuente: Autómatas Programables (Mandado, et al, 2009)



Figura 11 Sensor de proximidad inductivo enrasable
Fuente: Autómatas Programables (Mandado, et al, 2009)

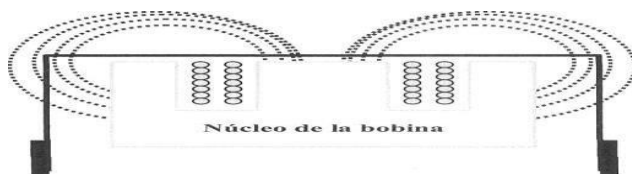


Figura 12 Flujo magnético generado por un sensor de proximidad inductivo no enrasable
Fuente: Autómatas Programables (Mandado, et al, 2009)

Se debe tener en cuenta que, en un sensor enrasable el flujo magnético es bastante restringido, lo que provoca una disminución de la distancia de detección. Para detectar el objeto a la misma distancia con un sensor enrasable que con uno no enrasable, la superficie de detección del primero debe ser aproximadamente el doble que la del segundo.

Campo de trabajo

El campo de trabajo o rango de operación (*Sensing range*) es la zona, situada en las proximidades de la cara activa del sensor, en la que el campo electromagnético creado por la bobina es suficientemente intenso para que el fabricante garantice que el sensor detecta el objeto normalizado o patrón, que es un cuadrado de acero ST37 de un milímetro de espesor y un lado de longitud igual al diámetro de la cara sensible del sensor (la mayoría de los que se utilizan en la industria son cilíndricos) o a tres veces la distancia de detección nominal del sensor (el mayor de ambos).

2.4.3. Sensores capacitivos de proximidad

Los sensores capacitivos de proximidad (*Capacitive proximity sensors*) basan su funcionamiento en la interacción que se produce entre el campo electrostático que ellos mismos generan y el objeto a detectar. Su principio de funcionamiento es análogo al de los inductivos y se diferencian de ellos en que el elemento sensor es un condensador.

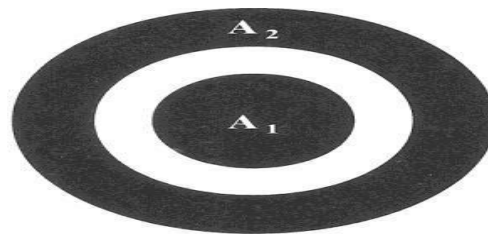


Figura 13 Condensador de placas concéntricas
Fuente: Autómatas Programables (Mandado, et al, 2009)

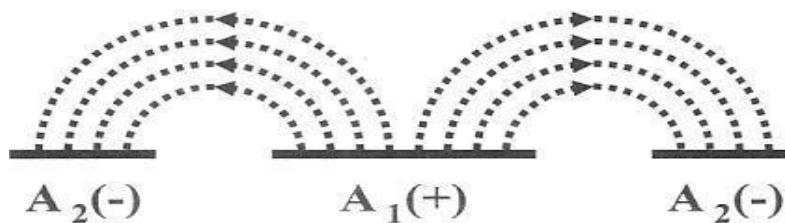


Figura 14 Campo eléctrico entre las caras de un condensador de placas concéntricas.
Fuente: Autómatas Programables (Mandado, et al, 2009)



Figura 15 Efecto producido por un objeto que penetra en el campo eléctrico creado por el condensador abierto
Fuente: Autómatas Programables (Mandado, et al, 2009)

➤ Sensores enrasables

Los sensores enrasables, también denominados blindados como en el caso de los inductivos, se fabrican con una malla metálica alrededor de la cara activa del sensor. Esto concentra el campo electrostático del condensador abierto en la parte frontal del sensor, lo que permite montarlo a ras del material que lo rodea sin que el sensor lo detecte. Debido a la alta concentración del campo electrostático, este tipo de forma constructiva es adecuada también para detectar objetos implementados con un material de baja permisividad. Por la misma razón los sensores enrasables son sensibles a la suciedad y a la humedad depositada en la cara activa del sensor, lo que puede dar lugar a activaciones erróneas de la señal de salida del sensor.

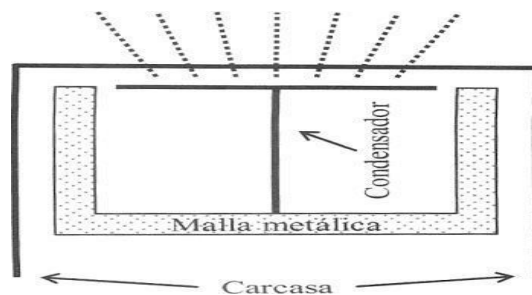


Figura 16 Sensor capacitivo de proximidad enrasable
Fuente: Autómatas Programables (Mandado, et al, 2009)

➤ Sensores no enrasables

En este tipo de sensores, también denominados no blindados como en el caso de los inductivos, el campo electrostático no está tan concentrado como en los enrasables. Por ello son adecuados para la detección de materiales de elevada permitividad y también para discriminar entre materiales de alta y baja permitividad. Este tipo de sensores incluyen frecuentemente un condensador auxiliar que compensa el efecto de las condiciones ambientales que modifican la capacidad del

sensor, con el objetivo de que funcione correctamente incluso en presencia de agua pulverizada, polvo, suciedad, etc. Además, el campo electroestático de compensación es de baja intensidad y en consecuencia solo existe en las proximidades de la cara activa del sensor. Esto hace que mediante dicho campo se detecte la suciedad, humedad, etc., que se deposita sobre la cara activa del sensor, pero que no se detecte el objeto. La figura 17 muestra un sensor capacitivo no enrasable con el condensador de compensación incorporado.

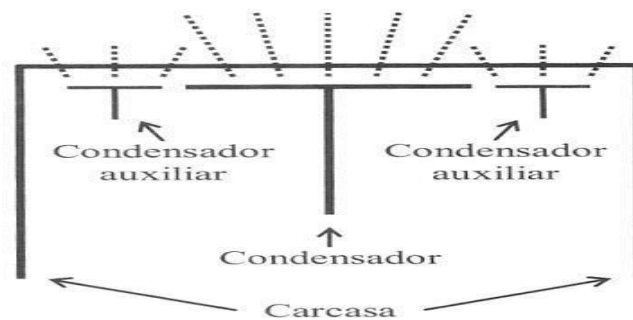


Figura 17 Sensor capacitivo de proximidad no enrasable.
Fuente: Autómatas Programables (Mandado, et al, 2009)

3. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. Tipo de Investigación

La investigación desarrollada en el presente proyecto es de tipo exploratoria informal, la cual es apoyada en fuente de datos secundarios que se encuentran revisando la literatura y la recopilación de documentación para comprender y dar solución a la problemática de la investigación, la exploración mantiene un enfoque cuantitativo que define la descripción de las cualidades de la problemática como lo es “la probabilidad de actualizar y mejorar herramientas prácticas en el área de control industrial del programa de tecnología en operación y mantenimiento electromecánico como es la caracterización y aplicación de los sensores de proximidad electrónicos, en aplicaciones industriales en concordancia requerimientos en el sectores productivos.

El enfoque cualitativo, cuyo objetivo general será la descripción de las cualidades de la solución a la problemática que se estudia, para así mismo comprender la importancia a tener en cuenta esta información, empleando técnicas de revisión que se encuentran en los manuales y técnicas de las diferentes formas de programación del convertidor Inverterk que se utilizan en el proyecto, bibliografía de la investigación y de artículos especializados.

3.2. Método y Técnicas de la Investigación

El método (observación, inductivo, deductivo o análisis), las técnicas (Experimentos medidas programación prueba y error).

3.3. Fases de la Investigación

Tabla 1

Fases de la investigación

FASE	ACTIVIDADES
Fase 1.	En esta fase se recopila la documentación de las variables a analizar y se procede con la adquisición de los equipos y componentes necesarios para la ejecución del proyecto. Además, se llevará a cabo la adecuación del espacio de trabajo destinado a la investigación, asegurando que esté correctamente equipado y adaptado para el desarrollo de las actividades experimentales.
Fase 2.	Implementar, una estación práctica de Sensorica industrial para el control de aplicaciones en área del control industrial.
Fase 3.	Estructurar aplicaciones de control de un motor de inducción trifásico, utilizando sensores de proximidad inductivos, capacitivos y fotoeléctrico como herramienta básica y fundamental en el control y automatización industrial

4. DESARROLLO DEL TRABAJO DE GRADO

4.1. Características técnicas asociadas a los Sensores

4.1.1. Corriente residual.

Corriente eléctrica que circula por el sensor de estando energizado sin detección.

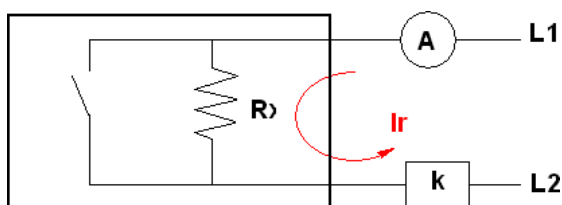


Figura 18 Corriente residual de un sensor
Fuente: Autores

4.1.2. Residual V_r

Voltaje medido en los Bornes de alimentación del sensor sin estar detectando, significa la caída o consumo de tensión que presenta el sensor cuando está detectando, esta característica se debe tener en cuenta cuando se conectan varios sensores de 2 hilos en serie, con el fin que la caída de voltaje no afecte el voltaje que requiere la carga a alimentar.

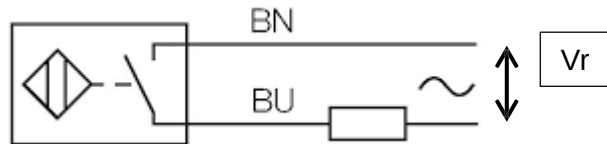


Figura 19 Circuito para determinar la Tensión residual de un sensor.
Fuente: Autores

4.1.3. Alcance en sensores inductivos y capacitivos.

El concepto de alcancé en sensor se especifica como la distancia de detección; es importante aclarar que estos alcances están definidos, por ejemplo, los sensores inductivos y capacitivos el máximo alcancé en una determinada referencia es de 4 cms; diferente a los fotoeléctricos en los cuales se logran alcances hasta de 80 metros.

Generalmente los pequeños alcances se ven afectados por algunas características técnicas como lo es la tensión de alimentación y la temperatura ambiente; como se relaciona en la continuación

4.1.4. Alcance Nominal (S_n)

Valor convencional que sirve para designar el aparato, no tiene en cuenta dispersiones de fabricación, temperatura y tensión. (Alcance ordinario).

4.1.5. Alcance Real (S_r)

Este rango se mide a tensión nominal y temperatura ambiente nominal; debe estar entre 90% y 110% dentro del rango práctico.

4.1.6. Alcance útil (S_u)

Está dentro de los límites admisibles y específicos de tensión de alimentación y temperatura ambiente. Está comprendido entre un 90 o 110% del alcance real.

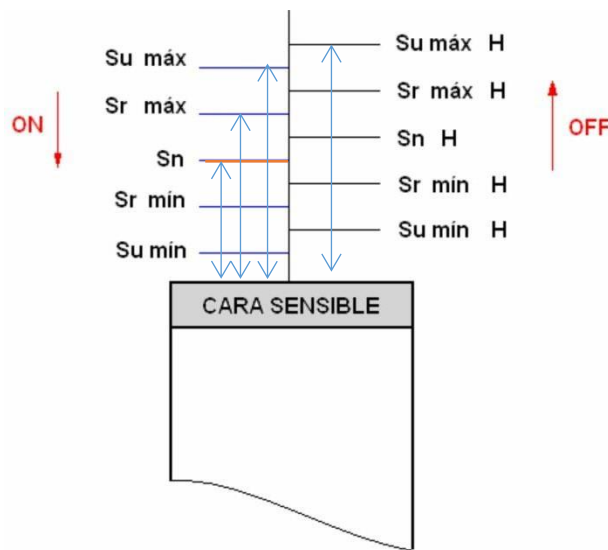


Figura 20 Alcances de un sensor de proximidad
Fuente: Autores

4.1.7. Histéresis

Elemento que sirve para calibrar la distancia del aparato. En esencia es, una placa de acero de forma cuadrada de lado igual al diámetro de la cara sensible y de 1 mm de espesor. En los sensores cilíndricos, puede utilizarse también la placa rectangular.

4.1.8. Carrera diferencial (H)

Distancia entre el punto de activación (cuando la placa de medición se acerca al sensor) y el punto de desactivación (cuando la placa de medición se aleja del sensor).

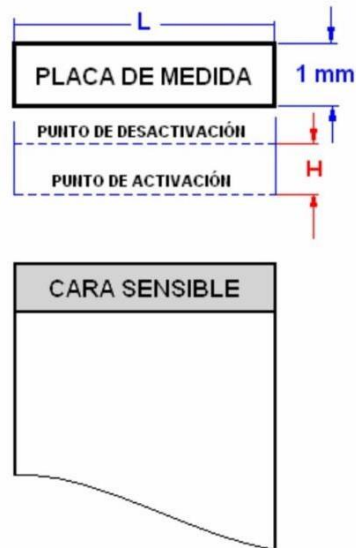


Figura 21 Histéresis un sensor de proximidad
Fuente. Autores

4.1.9. Retardo a la disponibilidad

Tiempo necesario para asegurar la explotación de la señal de salida de un detector después de la puesta en tensión

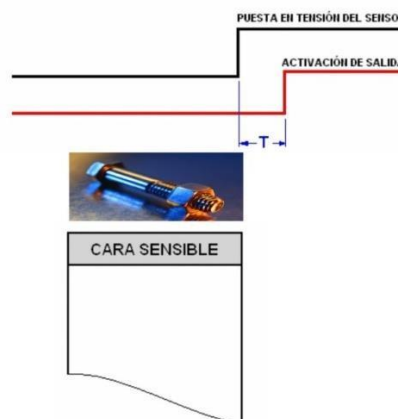


Figura 22 Retardo a la disponibilidad de un sensor de proximidad
Fuente. Autores

4.1.10 Tiempo de respuesta

Tiempo que transcurre entre el instante en que el elemento de mando (placa de medida) penetra en la zona activa y el cambio de la señal de salida. Este tiempo limita la velocidad de paso en función de las dimensiones del móvil.

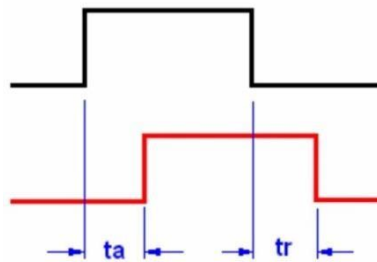


Figura 23 Tiempo de respuesta en un sensor de proximidad
Fuente. Autores

4.2. Montaje sensores

4.2.1. Sensores de proximidad inductivos en el módulo 1de laboratorio de accionamientos eléctricos

Utilizados como señales de entrada en el plc altus con conexión previa relés de estado solido

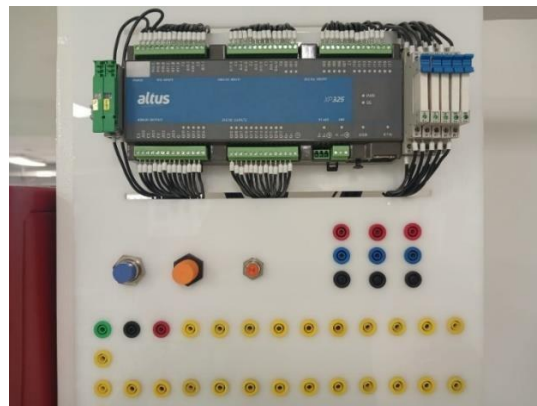


Figura 24 Montaje sensores módulo de automatización con P.L.L.C.
Fuente. Autores

4.2.2. Sensores mecánicos en el módulo 2 de laboratorio de accionamientos eléctricos

Utilizados para prácticas de inversión de sentido de giro en el circuito de mando accionador principal el motor de inducción trifásico



Figura 25 Montaje finales de carrera modulo accionamientos
Fuente. Autores

4.2.3. Sensores capacitivos 2 hilos 220 v módulo 3 de laboratorio de accionamientos eléctricos

Utilizados para prácticas de control de nivel de líquidos cuyo objetivo principal es la detección de agua en el tanque superior de giro en el circuito de mando accionador principal es una motobomba



Figura 26 Montaje sensores de proximidad inductivos de 2 hilos modulo accionamientos
Fuente. Autores

4.2.4. Sensores capacitivos 2 hilos 220 v módulo 4 de laboratorio de accionamientos eléctricos

Utilizados para diversas prácticas de control de posición y condicionamiento de objetos



Figura 27 Montaje sensores capacitivos 3 hilos módulo de accionamientos
Fuente. Autores

4.2.5. Sensores fotoeléctricos 5 hilos 220 v módulo 5 de laboratorio de accionamientos eléctricos

- Los sensores fotoeléctricos se utilizan para detectar objetos mediante un haz de luz. Algunas de sus principales aplicaciones son:
- Industria: detección y conteo de piezas en líneas de producción.
- Bandas transportadoras: detectar cuándo un objeto llega a un punto determinado.
- Puertas automáticas: detectar la presencia de personas para abrir o mantener abierta la puerta.
- Sistemas de seguridad: detectar el paso de personas u objetos en una zona protegida.
- Ascensores: detectar obstáculos para evitar que las puertas se cierren.



Figura 28 Montaje sensores fotoeléctrico módulo de accionamientos

Fuente. Autores



Figura 29 Montaje sensores inductivos 2 y 3 hilos módulo de accionamientos

Fuente. Autores

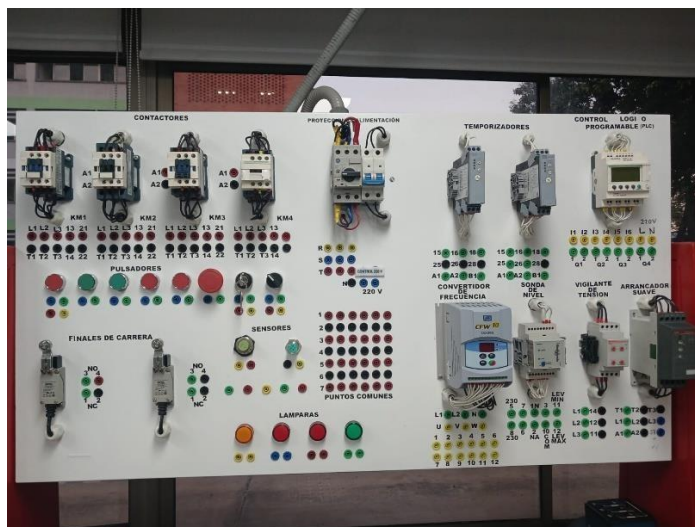


Figura 30 Presentación módulo de accionamiento con sensores de 2 hilos

Fuente. Autores

4.3. Prácticas desarrolla

4.3.1. Aplicación Sensor fotoeléctrico tipo barrera como señal de conexión.

La utilización de sensores fotoeléctricos a nivel industrial es muy versátil, sensores de proximidad fotoeléctricos barrera réflex y proximidad, en esta aplicación se observa un sensor fotoeléctrico tipo barrera el cual su emisor y receptor están separados y aplica agrandes distancias. Tanto el emisor y receptor se alimentan aun voltaje de 220 voltios, la salida relé es la que se explota para el control. Al cruzar el haz luminoso se energiza la bobina del contactor K2 la cual a su vez energiza un temporizador con retardo a la desconexión ofreciendo una salida retardada a través de la lámpara X1. LA desconexión del circuito se realiza activando el pulsador S1

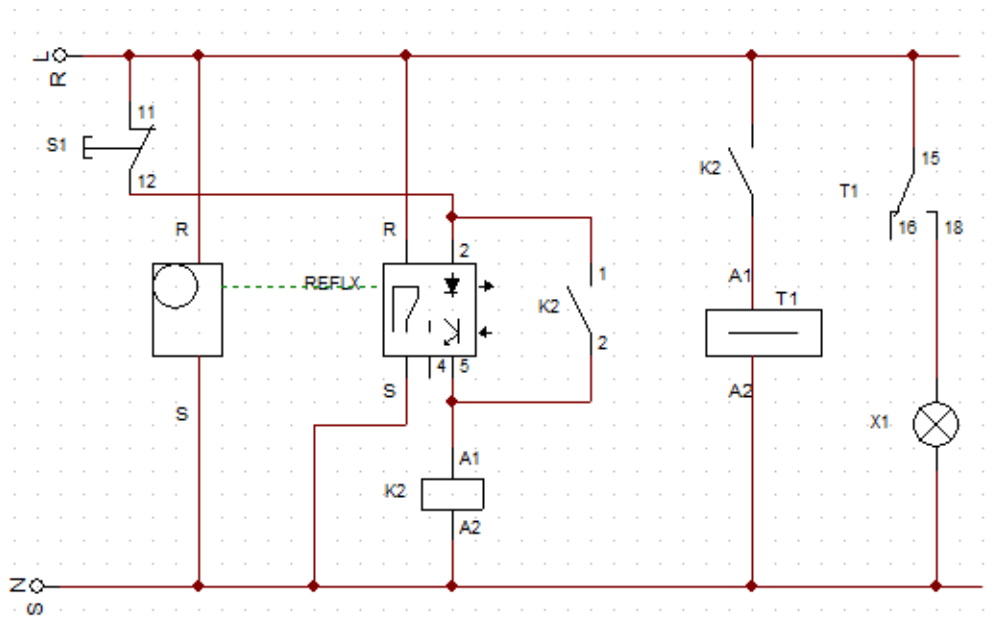


Figura 31 Aplicación sensor fotoeléctrico tipo barrera y temporización on delay
Fuente: Autores

4.3.2. Aplicación Sensor fotoeléctrico tipo barrera con sensores de proximidad de c.c.

Es máquinas y procesos de automatización industrial se utilizan a comun voltajes de 24 voltios, razón por lo cual los sensores de tres hilos se acondicionan a tableros de mando eléctrico con diferentes niveles de tensiona en cuanto al circuito de control. En el circuito que se presenta a continuación se establecen claramente dos niveles de tensión uno a 220 voltios ac y otro a24 voltios dc. El sensor de tres hilos 24 voltios se establece como señal de conexión el cual activa una bobina K0 de 24 voltios y uno de sus contactos libres de tensión energiza la bobina de 220 v K1. Para la desenergización se cruza el haz luminoso ofrecido por el sensor fotoeléctrico desenergizando completamente el circuito a través de su relé libre de tensión.

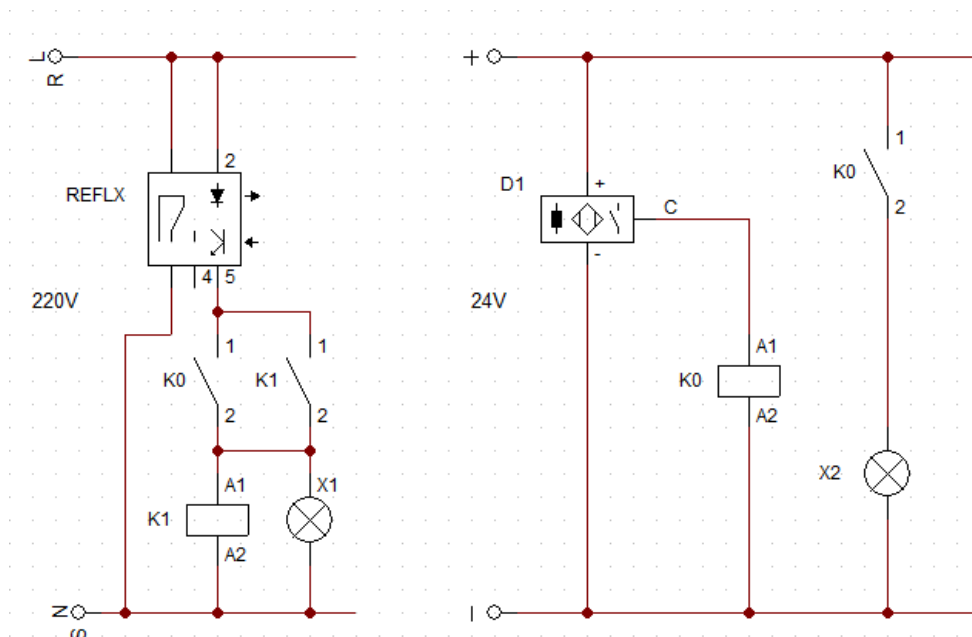


Figura 32 Aplicación circuito de mando dos tensiones aplicando sensores de proximidad
Fuente: Autores

4.3.3. Aplicación Secuencia de arranque de motores trifásicos utilizando Sensorica industrial

La independencia del cableado de los circuitos el de potencia y control es visible en la siguiente práctica. En el circuito de potencia establece dos motores de inducción trifásicos aplicados a cualquier situación de maniobra eléctrica; en circuito de mando se utilizan dos tipos de sensores uno fotoeléctrico cinco hilos 220 tipo réflex y un capacitivo dos hilos conexión serie, de igual manera la operatividad del circuito relaciona temporizadores electrónicos con la siguiente secuencia de trabajo:

Si se presenta una Señal de conexión DF1, 5 s después de la señal se energiza M1, 10 s después de M1 se energiza M2.

Al presentar una señal de desconexión DF2, 20 s después de la señal de desconexión los dos motores se detienen.

4 Debe existir señalización piloto que indique la energización de cada motor.

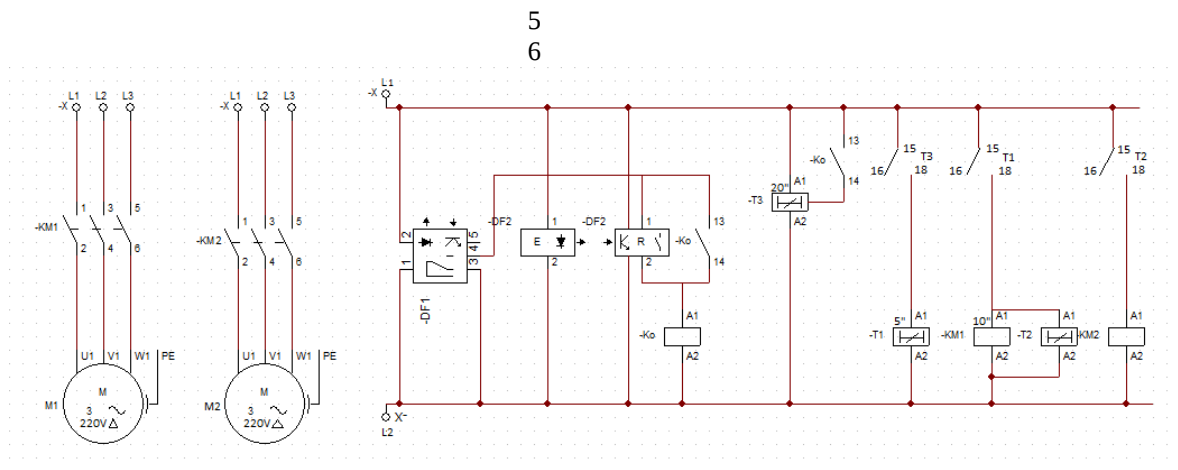


Figura 33 Aplicación circuito de fuerza y mando dos motores utilizando Sensorica industrial
Fuente: Autores

4.3.4. Aplicación Secuencia de arranque de motores Control de dos motores trifásicos con señal de sensor capacitivo y enclavamiento mecánico.

En esta práctica siguiente se establece la utilización de una memoria mecánica a través de un sensor de dos hilos carga sensor tipo capacitivo, con la siguiente secuencia de trabajo:

Al presentarse una señal de conexión D1, arranca instantáneamente M1, 20s después de arrancar M1, arranca M2 y se detiene M1, por tanto, queda trabajando de forma intermitente (Uno trabajando y otro en reposo).

Al presentarse una señal de desconexión S1, todo el sistema se desenergiza instantáneamente.

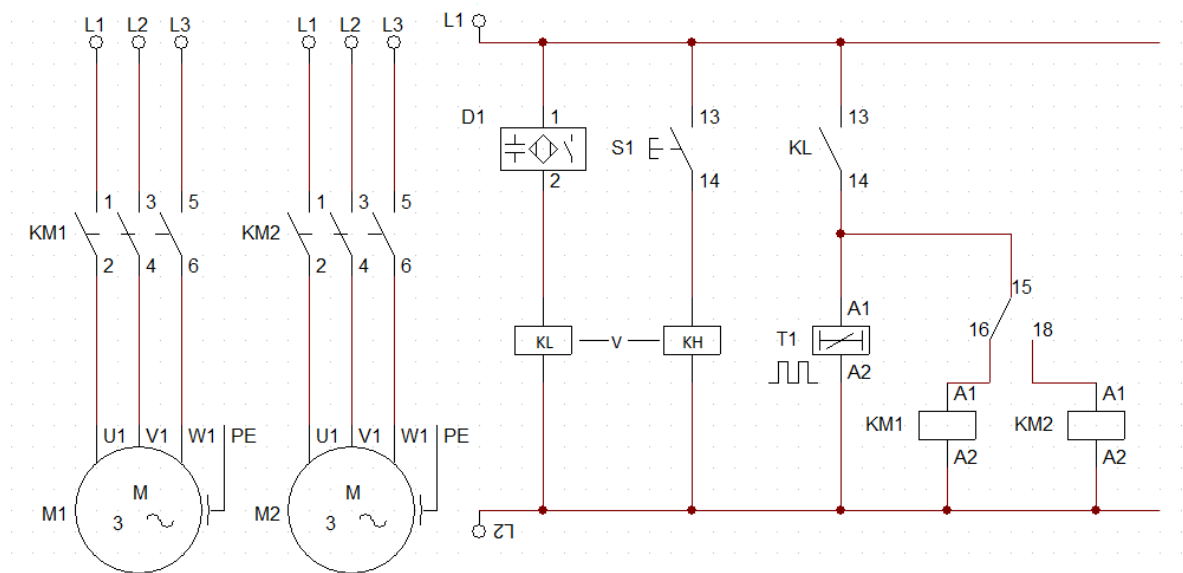


Figura 34 Control dos motores con memoria mecánica y control con Sensorica industrial

Fuente: Autores

4.3.5. Control de dos motores trifásicos con sensores de proximidad y temporización a la desconexión.

La temporización con retardo a la desconexión se aplica a situaciones específicas, la siguiente aplicación presenta varias combinaciones: Dos niveles de tensión en circuito de mando, dos tipos de sensores de proximidad y la temporización neumática con retardo a la desconexión, para la siguiente secuencia de trabajo. Al presentarse una señal de conexión D1, se energizan instantáneamente y simultáneamente los motores M1, M2.

Al presentarse una señal de desconexión, DF2, 30s después de la señal de desconexión se desenergiza M2, 20s después de desenergizarse M2 se desenergiza M1.

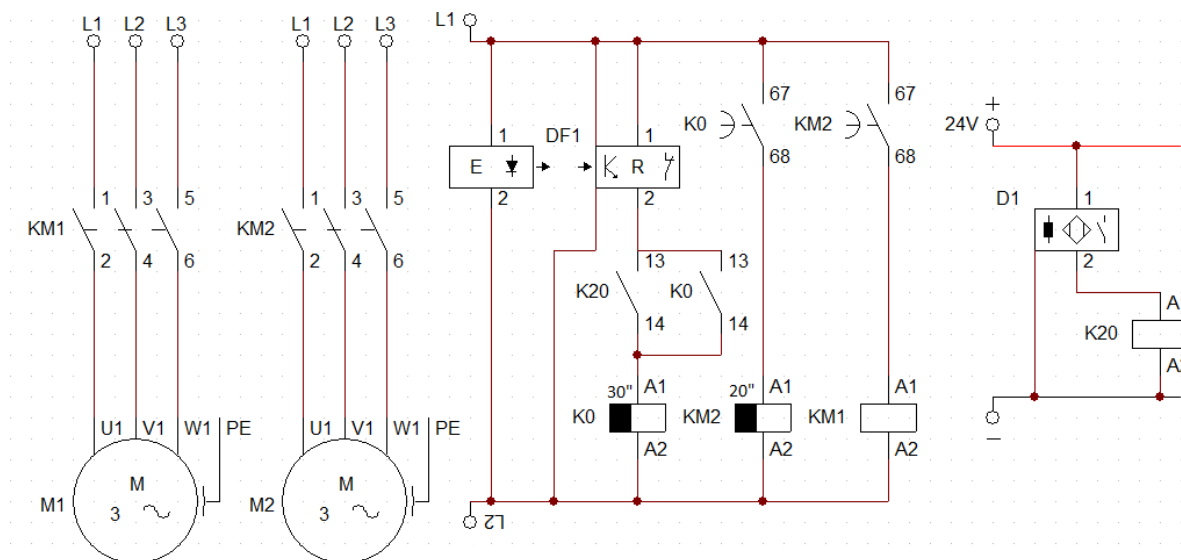


Figura 35 Aplicación secuencia de desconexión con retardo de motores

Fuente: Autores

4.3.6. Aplicación de sensores de proximidad en control de nivel de líquidos

La automatización de sistema de control de nivel de líquidos se hace necesaria para la optimización del proceso, el control de nivel se caracteriza por tener diferentes modos de equipos aplicados, boyas mecánicas sensores capacitivos, sensores ultrasónicos etc. En el circuito siguiente se utilizan dos sensores fotoeléctricos que detectan el nivel de líquido tanto superior e inferior así: Control de nivel de agua dentro de un tanque usan un interruptor para elegir entre manual y automático. En automático si el nivel es bajo enciende la bomba y cuando se presentan las señales DF1, DF2 simultáneamente se apaga la bomba de agua.

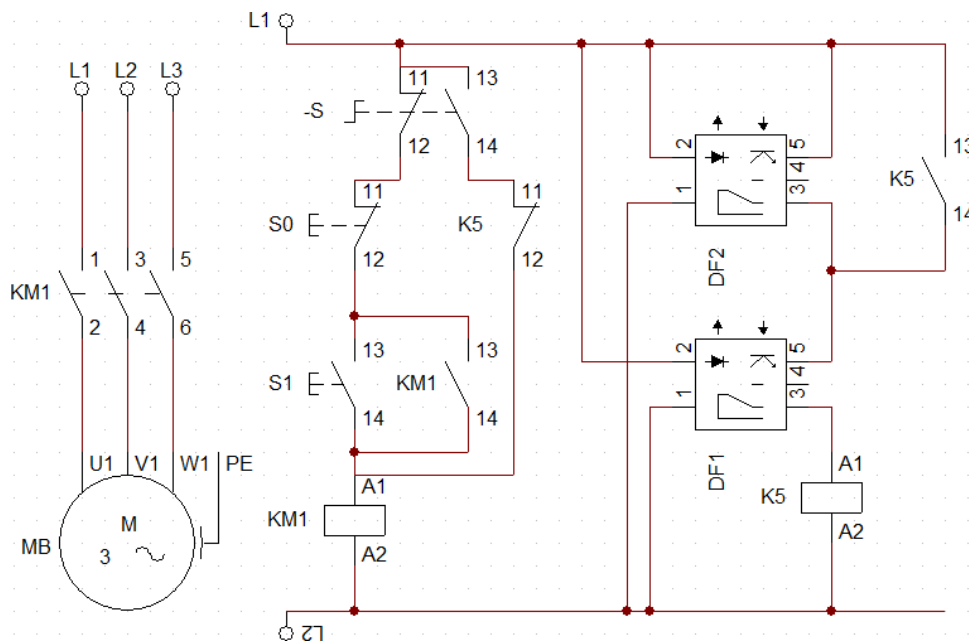


Figura 36 Circuitos para control automático de nivel de líquidos utilizando sensores fotoeléctricos

Fuente: Autores

4.3.7. Aplicación del control de nivel utilizando de sensores capacitivos.

El suiche mecánico selección manual o automática mecánico que energiza el circuito de mando para el arranque secuencial de dos motos bombas.

Por medio de dos temporizadores electrónicos se presenta una intermitencia, con los sensores capacitivos se recibe una señal D1 Y D2 que cuando ambas se cumplan se apagara las dos bombas.

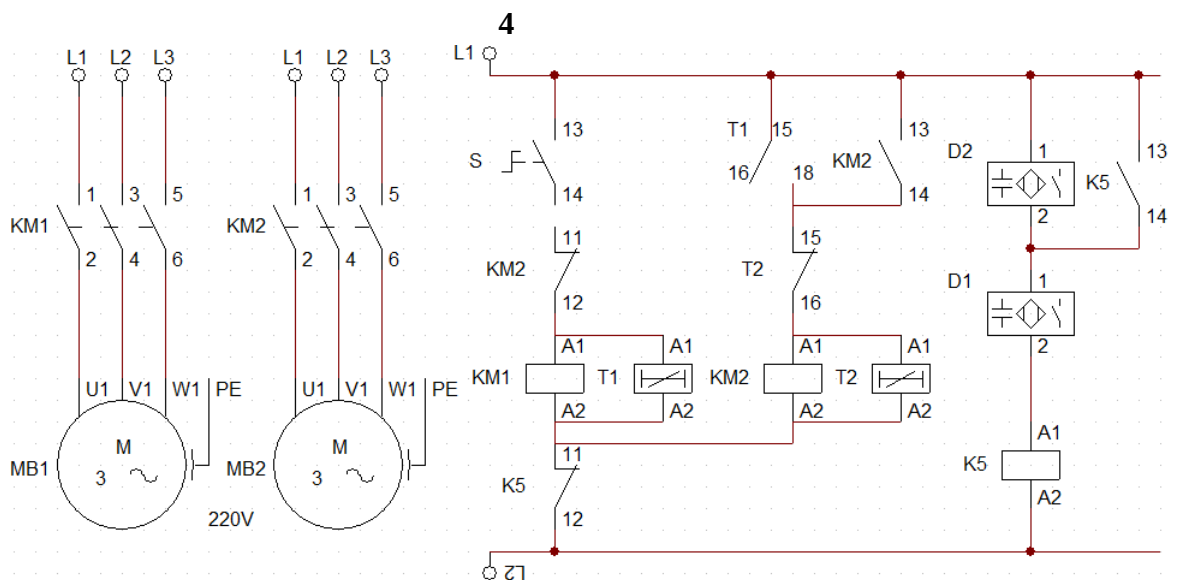


Figura 37 Aplicación sensores capacitivos en control de nivel de líquidos

Fuente: Autores

5. RESULTADOS

Validación de las pruebas de los sensores de proximidad inductivos, capacitivos y fotoeléctricos en prácticas de laboratorio de accionamiento eléctricos. Las prácticas de laboratorio con sensores industriales permiten verificar el comportamiento operativo, las distancias de conmutación y las limitaciones de cada tecnología frente a distintos tipos de materiales y condiciones ambientales. Respecto a los sensores de proximidad Inductivos, detectan exclusivamente objetos metálicos mediante la variación de un campo electromagnético de alta frecuencia, presentan máxima eficiencia y mayor distancia de alcance con metales ferrosos (como acero y hierro). Se registró una reducción en la distancia de conmutación (factor de reducción) al probar con metales no ferrosos (aluminio, cobre y latón). Son inmunes a la presencia de polvo, aceite o humedad no metálica en el área de detección.

Los Sensores de proximidad capacitivos: Detectan tanto materiales metálicos como no metálicos (plásticos, vidrio, líquidos, madera, papel) basándose en el cambio de la capacitancia del entorno. Efectivos para la detección de niveles de líquidos a través de paredes de tanques plásticos y para la presencia de objetos sólidos no metálicos. Se constató alta sensibilidad a la humedad ambiental y a la condensación superficial, lo que puede provocar falsos disparos si el potenciómetro de ajuste de sensibilidad no está calibrado con precisión.

Sensores Fotoeléctricos Comportamiento: Utilizan un haz de luz (infrarroja o visible) evaluado mediante tres configuraciones principales: barrera, retroreflectivo y difuso.

Modo Barrera: Ofreció el mayor alcance y la mayor fiabilidad ante objetos opacos, sin importar el color o brillo.

Modo Retroreflectivo: Excelente desempeño para espacios medianos utilizando un espejo reflector; sensible a superficies altamente brillantes que puedan reflejar la luz por error.

Modo Difuso: El alcance varió drásticamente según el color y la textura del objeto; las superficies oscuras o mate absorbieron la luz y redujeron la distancia de detección, mientras que las superficies claras o brillantes aumentaron el rango de respuesta.

6. CONCLUSIONES

Los sensores de proximidad, electrónicos son una notable fusión de precisión y versatilidad, ejercen una influencia indeleble y polifacética en un amplio espectro de sectores, entrelazándose a la perfección tanto con las rutinas cotidianas como con los complejos procesos industriales. Están esculpiendo un futuro en el que la precisión, la seguridad y una mayor eficiencia operativa no son meras aspiraciones, sino puntos de referencia esenciales en la búsqueda incesante de la excelencia y la innovación tecnológicas.

Las principales ventajas de los sensores de proximidad electrónicos son:

- No requieren contacto físico: detectan objetos sin tocarlos, evitando desgaste mecánico.
- Mayor duración: al tener pocas o ninguna pieza móvil, suelen tener una vida útil larga.
- Respuesta rápida: pueden detectar objetos en tiempos muy cortos, lo que es útil en procesos automatizados.
- Alta precisión: permiten detectar la presencia o ausencia de objetos de manera confiable.
- Bajo mantenimiento: requieren menos mantenimiento que los interruptores mecánicos.
- Funcionamiento automático: facilitan la automatización de máquinas y procesos industriales.
- Seguridad: reducen el riesgo de daños por contacto físico entre componentes.
- Versatilidad: existen sensores para detectar diferentes materiales, como metales, plásticos, líquidos y otros objetos.

- Resistencia: muchos están diseñados para trabajar en ambientes industriales con polvo, humedad o vibraciones.

7. RECOMENDACIONES

Selección y Ubicación

- **Tipo de sensor:** Elige la tecnología adecuada según el entorno y el material del objeto. Los inductivos son ideales para metales, los capacitivos para líquidos, plásticos o polvos, y los fotoeléctricos para objetos distantes o no metálicos.
- **Distancia de trabajo:** Configura el sensor dejando un margen de seguridad (generalmente al 70-80% de su alcance máximo nominal) para evitar falsos positivos causados por variaciones de temperatura o vibraciones.
- **Ángulo y alineación:** Asegúrate de que el objeto objetivo cruce el haz o campo de detección de manera óptima para evitar zonas ciegas o tiempos de respuesta deficientes.

Instalación y Cableado

- **Protección contra interferencias:** Utiliza cables apantallados y mantén la línea de señal alejada de cables de alta potencia, motores o variadores de frecuencia para evitar ruido eléctrico.
- **Montaje mecánico:** Fija firmemente el sensor para prevenir desalineaciones por vibración mecánica de la maquinaria. En sensores empotrables (shielded), respeta el espacio libre alrededor del cabezal indicado por el fabricante.
- **Factores ambientales:** Considera el índice de protección (IP) necesario si hay presencia de humedad, polvo, aceites o lavado a presión, así como rangos de temperatura adecuados para la zona.

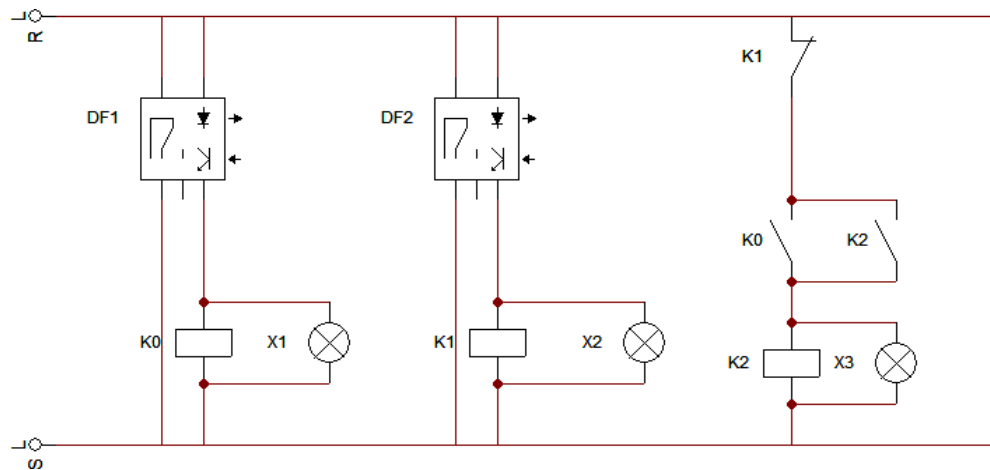
Mantenimiento y Calibración

- **Limpieza periódica:** En sensores ópticos o capacitivos, revisa y limpia la lente o la superficie de detección de acumulación de polvo, virutas o grasa que puedan atenuar la señal.
- **Verificación de voltaje:** Comprueba que la alimentación eléctrica se mantenga dentro del rango especificado por el fabricante para evitar daños internos o disparos erróneos.

8. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

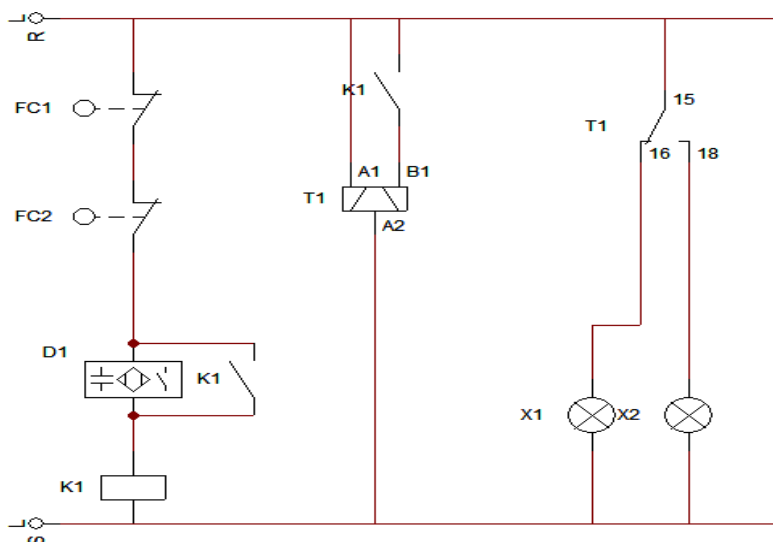
- Aguilar, E. A. B., Díaz, C. A. N., & Arrieta, L. E. P. (2001). *Rediseño, automatización y montaje del banco de pruebas de bombas de desplazamiento positivo*. 7(2), 121–172. <https://biblioteca.utb.edu.co/notas/tesis/0003579.pdf>
- Guerrero, J. C., Quezada-V, C., & Chacon-Troya, D. (2018). Design and Implementation of an Intelligent Cane, with Proximity Sensors, GPS Localization and GSM Feedback. *2018 IEEE Canadian Conference on Electrical & Computer Engineering (CCECE)*, 1–4. <https://doi.org/10.1109/CCECE.2018.8447741>
- Guo, Y.-X., Lai, C., Shao, Z.-B., Xu, K.-L., & Li, T. (2019). Differential Structure of Inductive Proximity Sensor. *Sensors*, 19(9), 2210. <https://doi.org/10.3390/s19092210>
- Ibrahim, M. A., Hassan, G., Monea, K., Hassanein, H. S., & Obaia, K. (2020). A Ferrous-Selective Proximity Sensor for Industrial Internet of Things. *ICC 2020 - 2020 IEEE International Conference on Communications (ICC)*, 1–6. <https://doi.org/10.1109/ICC40277.2020.9148958>
- Leaman, J., La, H. M., & Nguyen, L. (2016). Development of a smart wheelchair for people with disabilities. *2016 IEEE International Conference on Multisensor Fusion and Integration for Intelligent Systems (MFI)*, 279–284. <https://doi.org/10.1109/MFI.2016.7849501>
- Lo, P.-H., Tseng, S.-H., Yeh, J.-H., & Fang, W. (2013). Development of a proximity sensor with vertically monolithic integrated inductive and capacitive sensing units. *Journal of Micromechanics and Microengineering*, 23(3), 35013. <https://doi.org/10.1088/0960-1317/23/3/035013>
- Lugli, A. B., Rodrigues, R. B., & Santos, M. M. D. (2013). A new method of planar inductive sensor for industrial application. *IECON 2013 - 39th Annual Conference of the IEEE Industrial Electronics Society*, 3858–3863. <https://doi.org/10.1109/IECON.2013.6699751>
- Miranda, M. A. C., & Cisneros, J. L. L. (2013). *Diseño e implementación de un Banco de prueba dinámico - didáctico con lazos de control de presión y peso para el laboratorio de automatización de la UPS-G*. 25–30. <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/6557/1/UPS-GT000610.pdf>
- Moheimani, R., Aliahmad, N., Aliheidari, N., Agarwal, M., & Dalir, H. (2021). Thermoplastic polyurethane flexible capacitive proximity sensor reinforced by CNTs for applications in the creative industries. *Scientific Reports*, 11(1), 1104. <https://doi.org/10.1038/s41598-020-80071-0>
- Morales, C. A. M., & Salgado, E. L. (2016). *Diseño y construcción de un banco de pruebas para sensores de proximidad del laboratorio de tecnología en electricidad*. June. <https://repository.udistrital.edu.co/bitstream/handle/11349/3126/Mu%F1ozMoralesC%E9sarAugusto2016.pdf?sequence=3>

9. ANEXOS

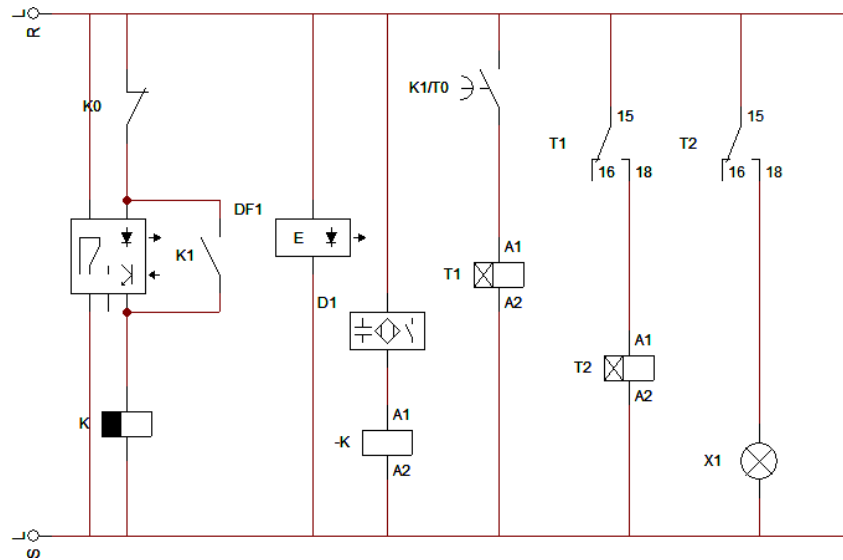


Accionando el sensor foto eléctrico reflex DF1 nos energiza el contactor K0 y se enciende la lampara X1, ala vez que se energiza el contactor K0 se cierra el rele K0 que energiza el contactor K2 y se cierra el rele K2 se mantiene la memoria y queda energizado el contactor y la lampara X3 queda encendia despues de que se suelta el sensor foto eléctrico DF1.

Cuando se acciona el sensor foto eléctrico reflex DF2 se cierra el rele K1 se energiza ala vez la lampara X2 y se abre el interruptor K1 des energizando el contactor K2 y apagando la lampara X3.

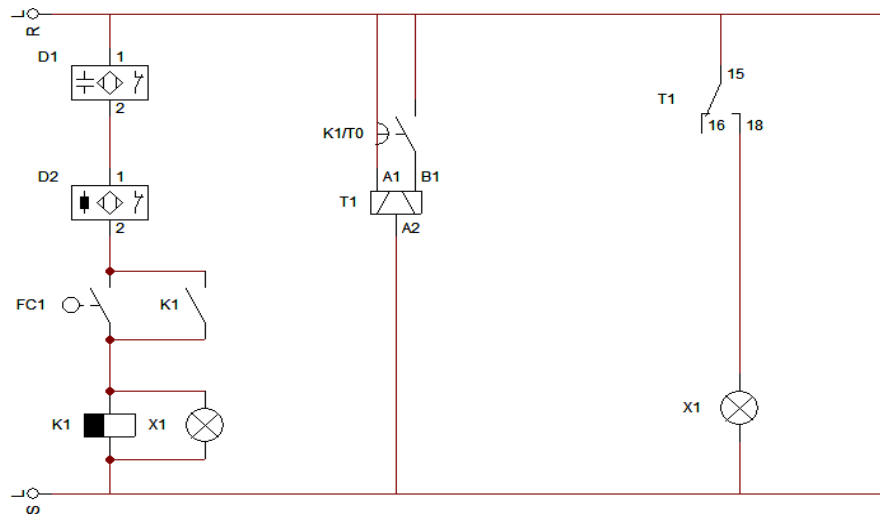


Accionando el sensor capacitivo D1 se energiza el contactor K1 y se cierra los reles K1 y queda mantenida la memoria dejando energizado K1 a la vez se cierra el otro rele K1 y con esto activando el temporizador T1, cuando se cierra el rele T1 apaga la lampara X1 y encendiendo la lampara X2, para des energizar todo se presiona el final de carrera FC1 o FC2 y asi se des energiza el contactor K1 y abriendo el temporizador T1, ala vez se enciende de nuevo la lampara X1.



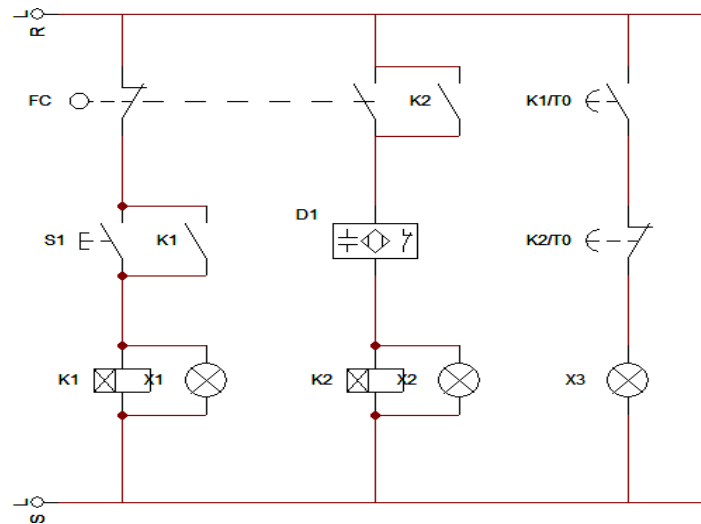
Accionando el sensor foto electrico energizamos el temporizador off delay K1 y al cabo de un tiempo me cierra el rele K1/T0 y con esto energizamos el temporizador on delay T1 que en segundos cierra el rele T1 y nos energiza el temporizador on delay T2 y en segundos cierra el rele T2 encendiendo la lampara X1.

Para desactivar la lampara X1 se acciona el sensor inductivo D1 y energizando el contactor K0 y abriendo el rele K0 con esto me abre el circuito primordial del sensor fotoelectronico.



Accionando el sensor inductivo, capacitivo y el final de carrera a la vez podemos energizar el temporizador off delay y la lampara X1, se cierra el rele K1/T0 y K1 haciendo una memoria electrica en el final de carrera, con esto se energiza el temporizador 3 hilos y contando unos segundo se cierra el rele T1 encendiendo la lampara X2.

Para apagar las lamparas solo basta con soltar el sensor inductivo.



:

Pulsando S1, energizamos el temporizador on delay K1 y la lampara X1, cuando se energizo el temporizador cerro el rele K1 armando una memoria electrica en el pulsador S1, tambien se cerro el rele K1/T0 y encendiendo la lampara X3.

Oprimiendo el fina de carrera FC se desactiva el primer circuito y energiza el segundo donde accionando el sensor capacitivo energiza el temporizador on delay y cerrando el rele K2, K2/T0 cuando se cierra el rele K2 arma una memoria electrica en el final de carrera y encendiendo la lampara X2.

Para desactivar basta con oprimir de nuevo el final de carrera apagando la lampara X2 y Si

F-DC-125

INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO EN MODALIDAD DE PROYECTO
DE INVESTIGACIÓN, DESARROLLO TECNOLÓGICO, MONOGRAFÍA,
EMPRENDIMIENTO Y SEMINARIO

VERSIÓN: 2.0

ELABORADO POR:
Docencia

REVISADO POR:
Sistema Integrado de Gestión

APROBADO POR: Líder del Sistema Integrado de Gestión
FECHA APROBACIÓN: Octubre de 2023