

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO

FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA ELÉCTRICA, ELECTRÓNICA Y SISTEMAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA ELÉCTRICA



**“MÓDULO DIDÁCTICO PARA EL ANÁLISIS DE SENSORES, MEDIANTE
UN PLC, CONTROLADA DESDE UN HMI, EN EL LABORATORIO DE
CONTROL Y AUTOMATIZACIÓN DE LA EPIME”**

TESIS

PRESENTADA POR:

Bach. VICTOR RAÚL CAÑAZACA LIMACHI

Bach. CESAR WILSON JAMACHI ESPILLICO

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA**

PUNO - PERÚ

2018

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO PUNO

**FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA ELÉCTRICA,
ELECTRÓNICA Y SISTEMAS**

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA ELÉCTRICA

**“MÓDULO DIDÁCTICO PARA EL ANÁLISIS DE SENSORES MEDIANTE UN
PLC, CONTROLADA DESDE UN HMI, EN EL LABORATORIO DE CONTROL
Y AUTOMATIZACIÓN DE LA EPIME”**

TESIS PRESENTADA POR:

**VICTOR RAÚL CAÑAZACA LIMACHI
CESAR WILSON JAMACHI ESPILLICO**



PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA

FECHA DE SUSTENTACIÓN: 30/11/2018

APROBADO POR EL JURADO REVISOR CONFORMADO POR:

PRESIDENTE:



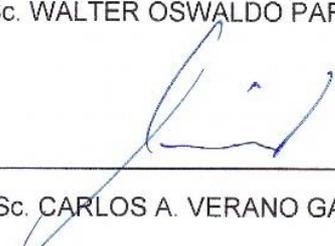
Dr. NORMAN JESÚS BELTRÁN CASTAÑÓN

PRIMER MIEMBRO:



M.Sc. WALTER OSWALDO PAREDES PAREJA

SEGUNDO MIEMBRO:



M.Sc. CARLOS A. VERANO GALINDO

DIRECTOR / ASESOR:



M.Sc. JOSÉ MANUEL RAMOS CUTIPA

Área : Control y Automatización

Tema : Instrumentación

AGRADECIMIENTO

A Dios, por darme la oportunidad de ser parte de su maravillosa creación

Mis Padres Félix Pedro Cañazaca Chambi y Basilia Limachi Trujillo, por el sacrificado esfuerzo que me han brindado hasta ahora para verme profesional y educado bajo sus Principios.

Reiteradamente muchas gracias...

A mis Padres por el esfuerzo abnegado y constante ejemplo de perseverancia Mateo Jamachi Mamani, Lorenza Espillico Ticona, mi esposa por la comprensión y apoyo incondicional luz Marina, mis hijos Gianni Liz, Jeanjfret, por impulsarme día tras día a continuar y lograr mis metas. Por dedicarme su tiempo.

Reiteradamente muchas gracias...

DEDICATORIA

A la Universidad Nacional del Altiplano y a la Escuela Profesional de Ingeniería Mecánica Eléctrica, por habernos brindado la oportunidad de estudiar e instruirnos en esta noble profesión. Nuestra inmensa gratitud a todos los Docentes quienes compartieron sus conocimientos, durante los años de mis estudios de Pregrado.

Mi reconocimiento a nuestro director M.Sc. José Manuel Ramos Cutipa, por su orientación en desarrollar del presente trabajo de investigación y al Ing. Pedro Yulian Puma Roque; quienes con sus acertados consejos, conocimientos, revisión y corrección permitieron la conclusión de la presente trabajo de tesis.

ÍNDICE GENERAL

RESUMEN	11
ABSTRACT.....	12
CAPÍTULO I	13
1.1. Introducción.....	13
1.2. Objetivos de la investigación.....	15
1.2.1. Objetivo general	15
1.2.2. Objetivos específicos.....	15
CAPÍTULO II	16
REVISIÓN DE LITERATURA	16
2.1. Antecedentes de la investigación.....	16
2.2. Marco teorico.....	18
2.3. Clasificación de los sensores	19
2.4. Sensores de proximidad.....	22
2.4.1. Sensores de proximidad inductivos	22
2.4.2. Sensores de proximidad capacitivos	30
2.4.3. Sensores de proximidad fotoeléctricos.....	32
2.4.4. Sensores de temperatura.....	37
2.4.5. Sensor de fuerza	40
CAPÍTULO III	45
MATERIALES Y MÉTODOS.....	45
3.1. materiales:.....	45
3.1.1. Interruptores de proximidad binarios	45
3.1.2. Sensor de fuerza	48

3.1.3. Sensores de temperatura	49
3.1.4. Controlador lógico programable Allen Bradley 1200	51
3.1.5. Software de programación ROCKWELL AUTOMATION.....	54
CAPÍTULO IV	58
RESULTADOS Y DISCUSIÓN	58
4.1. Modulo de sensores de proximidad binarios	58
4.1.1. Descripción del módulo de sensores de proximidad	58
4.1.2. Pruebas con el módulo de sensores de proximidad.....	61
4.2. Modulo de sensores de fuerza	64
4.2.1. Descripción del módulo de sensor de fuerza.....	64
4.2.2. Pruebas con el módulo de sensores de fuerza	67
4.3. Modulo de sensores de temperatura	71
4.3.1. Descripción del módulo de sensores de temperatura	71
4.3.2. Pruebas con el módulo de temperatura.....	75
4.3.3. Pruebas con el controlador de temperatura REX-C100	76
4.3.4. Adquisición de señales con el PLC Micrologix 1200	78
4.3.5. Pantalla HMI para la adquisición de señales.....	79
CAPÍTULO V	82
CONCLUSIONES	82
CAPÍTULO VI	83
RECOMENDACIONES	83
CAPÍTULO VII	84
REFERENCIAS.....	84
ANEXOS	85

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2.2: Diferencia entre un sensor y un transductor.....	19
Figura 2.3: Componentes de un sensor inductivo	22
Figura 2.4: Representación física y simbólica de un sensor inductivo	23
Figura 2.5: Comportamiento del oscilador de un sensor inductivo	24
Figura 2.6: Montaje de sensores inductivos	25
Figura 2.7: Conexionado de sensores inductivos de 2 hilos	26
Figura 2.8: Conexionado de un sensor inductivo de 3 hilos	27
Figura 2.9: Fuente de alimentación filtrada y rectificadas	28
Figura 2.10: Conexionado de sensores en serie	29
Figura 2.11: Conexionado de sensores en paralelo	30
Figura 2.12: Comportamiento del campo eléctrico en un sensor capacitivo ...	31
Figura 2.13: Funcionamiento de un sensor fotoeléctrico	33
Figura 2.14: Montaje de una sensor fotoeléctrico tipo barrera	34
Figura 2.15: sensor fotoeléctrico de retroreflexión	35
Figura 2.16: sensor de proximidad fotoeléctrico tipo difuso	36
Figura 2.17: Formula del coeficiente de temperatura de resistencia	38
Figura 2.18: Curva de resistencia relativa de varios metales/temperatura	40
Figura 2.19: Celda de carga	41
Figura 2.20: Celda de carga esquema de conexión	42
Figura 2.21: Funcionamiento de una celda de carga	43
Figura 2.22: Celda de carga tipo Botón	44
Figura 2.23: Celda de carga tipo S	44
Figura 3.1: Micrologix 1200 1762-L24BWA	51
Figura 3.2: Entradas y salidas incorporadas del Micrologix 1200 L24BWA	52
Figura 3.3: Conexionado de entradas y salidas Micrologix 1200	53
Figura 3.4: Módulos de expansión analógica del Micrologix 1200	54
Figura 3.5: Software de programación ladder RSLogix 500	55
Figura 3.6: Software RSLinx.....	56
Figura 3.7: Software RSView 32	57
Figura 4.1: Modulo de sensores de proximidad binarios	59
Figura 4.2: Conexionado del módulo de sensores de proximidad.....	59
Figura 4.3: Módulo de sensores de proximidad, desplazamientos	60

Figura 4.4: Componentes del módulo de sensores de proximidad.....	60
Figura 4.5: Modulo de sensores de fuerza	64
Figura 4.6: Conexionado interno del módulo de sensores de fuerza	65
Figura 4.7: Conexionado de celda de carga para registrar datos.....	66
Figura 4.8: Módulo de sensores de temperatura.....	71
Figura 4.9: Controlador de temperatura y esquema de conexionado.....	72
Figura 4.10: Conexionado del controlador de temperatura REX-C100	72
Figura 4.11: Conexionado transmisor-sensor RTD Pt100.....	73
Figura 4.12: Conexionado transmisor-sensor RTD Pt100.....	74
Figura 4.13: Multímetro, sensor de temperatura termopar tipo k.....	74
Figura 4.14: Programa Ladder para adquisición de señales	78
Figura 4.15: Ventana principal del HMI para adquisición de datos.....	79
Figura 4.16: Ventana de adquisición de señales de fuerza	80
Figura 4.17: Ventana de adquisición de datos de señales de temperatura.....	81

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2.1: Características de los elementos más utilizados como RTD	39
Tabla 3.1: Sensor de proximidad inductivo AB.....	45
Tabla 3.2: Sensor de proximidad capacitivo tipo pnp	45
Tabla 3.3: Sensor de proximidad capacitivo tipo npn	46
Tabla 3.4: Sensor de proximidad capacitivo tipo npn y pnp	46
Tabla 3.5: Sensor de proximidad fotoeléctrico tipo difuso	46
Tabla 3.6: Sensor de proximidad fotoeléctrico tipo retroreflectivo	47
Tabla 3.7: sensor de proximidad fotoeléctrico tipo barrera.....	47
Tabla 3.8: Celda de carga de 1kg	48
Tabla 3.9: amplificador de celda de carga.....	48
Tabla 3.10: Sensor de temperatura termopar tipo k	49
Tabla 3.11: transmisor de temperatura para termopar tipo K.....	49
Tabla 3.12: sensor de temperatura RTD tipo Pt100	50
Tabla 3.13: transmisor de temperatura para RTD tipo Pt100.....	50
Tabla 3.14: Controlador de temperatura Berme	50
Tabla 3.15: Relé de estado solido	50
Tabla 4.1: Pruebas realizadas con el sensor capacitivo SC1	61
Tabla 4.2: Pruebas realizadas con el sensor capacitivo SC2.....	61
Tabla 4.3: Pruebas realizadas con el sensor capacitivo SC3.....	62
Tabla 4.4: Pruebas realizadas con el sensor inductivo SC1	62
Tabla 4.5: Pruebas realizadas con el sensor fotoeléctrico SF1	63
Tabla 4.6: Pruebas realizadas con el sensor fotoeléctrico SF2.....	63
Tabla 4.7: Pruebas realizadas con el sensor fotoeléctrico SF3.....	63
Tabla 4.8: Pruebas con el sensor de fuerza salida voltaje de 5-50g	67
Tabla 4.9: Pruebas con el sensor de fuerza salida corriente de 5-50g.....	68
Tabla 4.10: Pruebas con el sensor de fuerza salida voltaje de 50-400g	69
Tabla 4.11: Pruebas con el sensor de fuerza salida corriente de 50-400g.....	70
Tabla 4.12: Pruebas con el sensor de temperatura termopar tipo k.....	75
Tabla 4.13: Pruebas con el sensor de temperatura RTD Pt-100.....	76
Tabla 4.14: Pruebas con el controlador de temperatura REX C100.....	77

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO 1: Guía de laboratorio de sensores de proximidad.....	85
ANEXO 2: Guía de laboratorio de sensores de proximidad fotoeléctricos.....	93
ANEXO 3: Guía de laboratorio sensores de fuerza	100
ANEXO 4: Guía de laboratorio de sensores de temperatura	106
ANEXO 5: Manual de operación del controlador de temperatura REX-C100	107
ANEXO 6: Manual de operación del sensor fotoeléctrico de barrera	107

RESUMEN

El presente trabajo de investigación básicamente consiste en la construcción e implementación de un módulo de sensores de proximidad binarios, fuerza y temperatura, para aplicaciones didácticos. El módulo de sensores de proximidad binarios, básicamente consta de sensores del tipo capacitivo, inductivo y fotoeléctrico en sus distintas variedades; con este módulo es posible realizar distintas pruebas relacionadas con el estudio y análisis de sensores de proximidad como por ejemplo la histéresis, regulación de alcance máximo, alcance mínimo, conector y aplicaciones. El módulo de sensor de fuerza está constituido por una celda de carga y su respectivo amplificador, con capacidad de carga de 1Kg, y salida de 0-10VDC y 4-20mA respectivamente, con este módulo se realizaron diversas pruebas obteniendo su curva de comportamiento y sus respectivas expresiones matemáticas. El módulo de sensores de temperatura está constituido por sensores tipo Pt-100(-50-150°C) y termopares (0-200°C), con sus respectivos amplificadores los cuales proporcionan una salida de 4-20mA en proporción a la temperatura entregada por la fuente de calor, también se cuenta con un controlador de temperatura consistente en un sensor y un actuador (fuente de calor), con el mencionado controlador se puede realizar pruebas en procesos de control térmico. Finalmente se ha utilizado el paquete informático Rockwell Automation para implementar mediante un PLC, el sistema HMI y visualizar en tiempo real el comportamiento de los módulos de temperatura y fuerza. Se espera contribuir con la formación en el área de instrumentación por parte de los estudiantes de la EPIME.

Palabras claves: Fuerza, HMI, proximidad, PLC, temperatura

ABSTRACT

The present research work is based on the construction and application of a module of binary proximity sensors, force and temperature, for didactic applications. The module of binary proximity sensors, suppliers of capacitive, inductive and photoelectric sensors in their different varieties; With this module it is possible to perform different tests related to the study and analysis of proximity sensors such as hysteresis, maximum range regulation, minimum range, connection and applications. The force sensor module consists of a load cell and its respective amplifier, with a load capacity of 1Kg, and an output of 0-10VDC and 4-20mA respectively, with this module refers to the different tests, obtaining its behavior curve and its respective mathematical expressions. The temperature sensor module consists of sensors type Pt-100 (-50-150 ° C) and thermocouples (0-200 ° C), with their corresponding amplifiers which respond to a 4-20mA output in proportion to the temperature Deliver by the source of heat, also has a temperature controller consisting of a sensor and an actuator, with the aforementioned controller can perform tests in thermal control processes. Finally, we used the Rockwell Automation software package to implement the HMI system using a PLC and visualize the behavior of the temperature and force modules in real time. It is expected to contribute with the training in the area of instrumentation by the students of the EPIIME.

Keywords: Sensors proximity force and temperature, PLC, HMI

CAPÍTULO I

1.1. INTRODUCCIÓN

Los avances experimentados en los últimos años en las áreas de informática, comunicaciones e instrumentación han permitido evolucionar los mecanismos en los procesos de producción, optimizándolos y permitiendo estándares de calidad cada vez mayores (Barbecho, Sarmiento, Sánchez, & Calle, 2013);

por otro lado, la automatización nació con el fin de usar la capacidad de las máquinas para llevar a cabo determinadas tareas anteriormente efectuadas por seres humanos y para controlar la secuencia de las operaciones sin intervención humana (Perez, Gonzales, & Padilla, 2005); ambos conceptos van íntimamente relacionados, tanto la instrumentación como la automatización van de la mano, debido a que la instrumentación permite obtener datos acerca del comportamiento de un determinado mecanismo, con dichos datos se puede tomar decisiones sobre cuál será la tarea a ejecutar por el mecanismo, según su estado; permitiendo de esta manera controlar grandes manufactureras, con el fin de mejorar y optimizar la calidad de producción. Estos avances exigen a los estudiantes universitarios y de tecnológicos a incrementar su preparación y actualización en dichos ámbitos, se debe reconocer de la amplitud de estudio que conlleva el control y la automatización.

En el laboratorio de control y automatización de la EPIME¹ se cuenta con diversos módulos que están constituidos por una gran diversidad de

¹ EPIME Escuela profesional de ing. Mecánica eléctrica de la UNA-PUNO

instrumentos y controladores lógicos programables e inclusive se cuenta con sistemas de control y adquisición de datos constituidos por paneles de control; sin embargo, surge la dificultad de entender el funcionamiento de estas máquinas, sin una previa preparación en el área de instrumentación, por la falta de módulos vinculados a instrumentos más utilizados en las industrias

Luego de evidenciar la necesidad de un laboratorio de instrumentación industrial en la EPIME, se acuerda la implementación de laboratorios necesarios para desarrollar adecuadamente materias de pregrado en el área de instrumentación y fortalecer el laboratorios de control y automatización industrial de nuestra escuela profesional, siendo este aporte pequeño, pero significativo se busca finalmente, contribuir con el desarrollo de la enseñanza en nuestra escuela profesional y con ello, el avance tecnológico.

En el capítulo 1: Se detalla los motivos por los cuales se ha desarrollado la presente tesis, así como los objetivos generales y específicos.

En el capítulo 2: Se detalla las fuentes de información, antecedentes y desarrollo teórico; que son el cimiento para la elaboración de la presente tesis.

En el capítulo 3: Se detalla los materiales utilizados, entre ellos los sensores de temperatura, proximidad y fuerza utilizados

En el capítulo 4: Se muestra los módulos completamente armados y las pruebas realizadas, con cada uno de ellos.

En el capítulo 5: Se muestra las conclusiones a las que se han llegado a la finalización de la presente tesis.

En el capítulo 6 y 7: Se muestra las recomendaciones y referencias bibliográficas utilizadas para el desarrollo de la presente tesis

1.2. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

1.2.1. Objetivo general

Diseñar e implementar un módulo didáctico para el análisis y estudio de sensores de proximidad, fuerza y temperatura, mediante un PLC, controlada desde un HMI², para el laboratorio de control y automatización de la EPIME.

1.2.2. Objetivos específicos

- a). Elaborar la selección y adquisición de sensores de proximidad, fuerza y temperatura, óptimas, de acuerdo a los fines didácticos que se pretende.
- b). Construir el módulo, distribuyendo de manera adecuada, cada uno de los sensores, para la elaboración de laboratorios de sensores de proximidad, fuerza y temperatura; en forma separada.
- c). Elaborar la programación en el PLC (Controlador Lógico Programable), para la adquisición de datos provenientes de los sensores (proximidad, fuerza y temperatura), y para su visualización, crear un HMI (interfaz hombre máquina) según sea la necesidad en cada caso.
- d). Analizar y estudiar, el comportamiento de los sensores de proximidad fuerza y temperatura, verificando aspectos y propiedades fundamentales en cada uno de ellos.
- e). Implementar el laboratorio de control y automatización de la EPIME, con un módulo de instrumentación, y elaborar sus respectivas guías de laboratorio.

² Interfaz Hombre Maquina (permite interactuar al usuario con la quina)

CAPÍTULO II

REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

PRIMER ANTECEDENTE:

JULIO CESAR LEMA, RICAR SANCHEZ POZO, MICHAEL ESCUDERO CRUZ, *Modulo didáctico para control y monitoreo de 3 variables nivel, temperatura, presión, implementado con sensores, PLC Flexlogix y SCADA Factory Talk(Allen Bradley)*. Universidad Politécnica Salesiana Sede Guayaquil Ecuador 2012.

En este trabajo se ha implementado a un módulo didáctico, con tres tipos de sensores temperatura, presión, y nivel se ha utilizado una red RS-232 y mediante la arquitectura Rockwell Automation se ha elaborado un sistema de control con estas tres variables, para la adquisición de datos se trabajó con un PLC Allen Bradley, para el monitoreo se ha trabajado con el software Factory Talk View.(Lema, Sanchez, & Escudero, 2012)

SEGUNDO ANTECEDENTE:

JOSÉ LUIS BUCHELI NARANJO, LENIN MAURICIO VELÁSQUEZ GARRIDO, *Diseño de implementación de un módulo didáctico con sistema HMI para el análisis y estudio de sensores y transductores de proximidad analógicos por medio de la tarjeta de adquisición de datos DAQ NI y controlada por el software Labview*. Universidad Politécnica Salesiana Sede Quito Ecuador 2014

En este trabajo se utilizó sensores de proximidad analógicos (óptico, ultrasónico, e infrarrojo), verificando su buen funcionamiento, amplio rango de

trabajo, velocidad de repuesta; para su monitoreo en el monitor de la PC se utilizó el software LabVIEW y para la adquisición de datos se ha trabajado con la tarjeta DAQ 6009 propios del fabricante de NATIONAL INSTRUMENTS.(Bucheli & Velásquez, 2014)

TERCER ANTECEDENTE:

JUAN M. BARBECHO, ANDRÉS P. SARMIENTO, RENÉ V. SÁNCHEZ y WILSON P, J CALLE *"Diseño e implementación de un laboratorio de instrumentación industrial"*. Universidad Politécnica Salesiana Ecuador, Revista De Ciencia y Tecnología Ingenius 2013.

En este trabajo se describe el proceso de diseño mecánico y la implementación del sistema eléctrico y del software de adquisición y visualización de la información de los sensores con los que cuentan seis bancos de laboratorios: banco de fuerza desplazamiento, banco de desplazamiento de objetos, banco de detección de objetos, banco de conducción no incluye metodologías de desarrollo de interfaces, el desarrollo de software y la interfaz visual, el desarrollo de librerías de registro de información proveniente de los sistemas de detección de fallos y control de las variables de la planta.(Barbecho, Sarmiento, Sánchez, & Calle, 2013)

CUARTO ANTECEDENTE

ESIS-PERÚ ERICK JOSEPH YARUPAITAN MESIAS *Automatización de una maquina refiladora³ utilizando un contómetro como sensor de distancia*. Facultad

³ Máquina que está diseñada para bobinas de distintos materiales y plástico

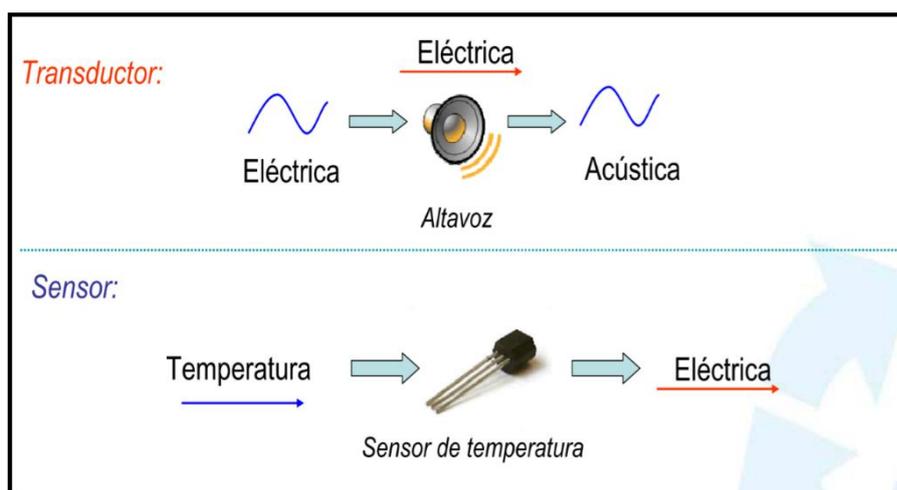
de ingeniería y arquitectura. Universidad de San Martín de Porres, Lima-Perú 2015.

En este trabajo de tesis, se ha construido una máquina refiladora automatizada, la misma que cuenta con un sistema de distribución de contómetros y que sirven como sensores de distancia con lo cual se logra agilizar y mejorar los procesos de producción que puedan atender la creciente demanda en la industria del plástico. (YARUPAITAN, 2015)

2.2. MARCO TEORICO

El término sensor se refiere a un elemento que produce una señal relacionada con la cantidad que se está midiendo. Por ejemplo, en el caso de un elemento para medir la temperatura mediante una resistencia eléctrica, la cantidad que se mide es la temperatura y el sensor transforma una entrada de temperatura en un cambio en la resistencia. Con frecuencia se utiliza el término transductor en vez de sensor. Los *traductores* se definen como el elemento que al someterlo a un cambio físico experimenta un cambio relacionado. Es decir, los sensores son transductores. Sin embargo, no todo transductor es un sensor. (Bolton, 2005)

Figura 2.1: Diferencia entre un sensor y un transductor



Fuente: (Libro Técnico FESTO, 2017)

El término sensor debe ser diferenciado del término transductor. Un transductor es un dispositivo que convierte un tipo de energía en otra; mientras que un sensor convierte cualquier tipo de energía en una señal eléctrica.

2.3. CLASIFICACIÓN DE LOS SENSORES

Los sensores de acuerdo a la señal de salida se clasifican en:

a). Sensores Binarios (señal on/off encendido y apagado), estos sensores tienen salidas tipo relé con contactos NA, COM y NC, con salida de 0 a 24V normalizada, los más conocidos son los siguientes:

- Interruptores de proximidad
- Interruptores de presión
- Interruptores de nivel
- Interruptores de temperatura

b). Sensores analógicos, tienen una representación proporcional y análoga, con una señal de salida normalizada de 0 a 4mA, los más conocidos son los siguientes:

- Flujómetros
- Sensores de temperatura
- Sensores de presión –
- Analizadores de Ph

c). Sensores digitales, tiene una representación digital industrial dotados de etapas de comunicación industrial digital, como PROFIBUS, HART, MODBUS, etc.

Los sensores, en función a la magnitud física medida se clasifican en:

a). Sensores de magnitudes dimensionales:

- Sensores de nivel
- Sensores de distancia
- Sensores de posición.

b). Sensores de presión:

- Manómetros de presión relativa
- Manómetros de presión diferencial.
- Manómetros de presión absoluta
- Vacuómetros o manómetros de presión negativa.

c). Sensores de Temperatura:

- Termopares.
- Detectores resistivos de temperatura o RTDs.

d). Sensores de Fuerza (Peso):

- Sensores de deformación

e). Instrumentos de Análisis:

- Analizadores de oxígeno disuelto •
- Analizadores de PH.
- Analizadores de turbidez.
- Densímetros nucleares.
- Analizadores de interfaz.
- Analizadores de toxicidad.

Para el presente trabajo de investigación se ha desarrollado su enfoque en el estudio de los sensores de proximidad, fuerza y temperatura; de los cuales los dos primeros son del tipo discreto es decir on/off, mientras que el último (temperatura) es del tipo analógico. Se ha considerado estos sensores debido a que son accesibles económicamente y además su uso es muy común en la industria.

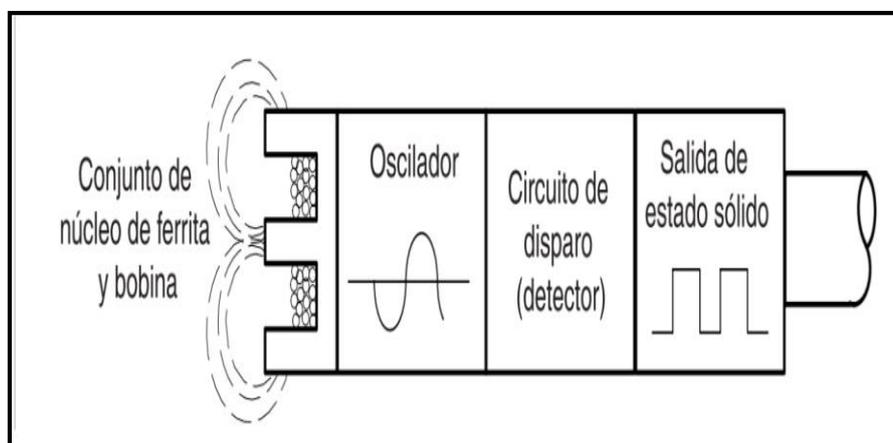
2.4. SENSORES DE PROXIMIDAD

2.4.1. Sensores de proximidad inductivos

Los sensores de proximidad inductivos son dispositivos de estado sólido diseñados para detectar objetos metálicos. Con una correcta instalación, esta tecnología sin contactos junto con la ausencia de partes móviles hace que los sensores de proximidad inductivos no estén sujetos a daños ni desgaste mecánicos. Además, funcionan bien en ambientes muy sucios, en los cuales no se ven afectados por la acumulación de contaminantes tales como polvo, grasa, aceite u hollín en la cara de detección. Esto hace de la tecnología inductiva un candidato ideal para aplicaciones industriales intensas. (Manual de Capacitación Allen Bradley, 2015)

Los sensores de proximidad inductivos son diseñados para operar generando un campo electromagnético y detectando las pérdidas por corrientes de torbellino generadas cuando metales ferrosos y no ferrosos ingresan al campo. El sensor consiste de una bobina en un núcleo de ferrita, un oscilador, un disparador detector de nivel de señal y un circuito de salida.

Figura 2.2: Componentes de un sensor inductivo



Fuente: (Manual de Capacitación Allen Bradley, 2015)

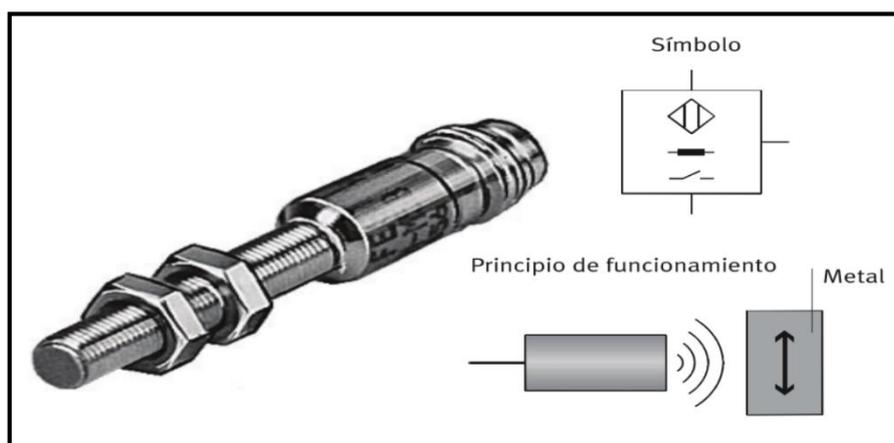
Conjunto de núcleo/ bobina: El conjunto de núcleo de ferrita y bobina genera un campo electromagnético a partir de la energía eléctrica suministrada por el oscilador.

Oscilador: El oscilador suministra energía eléctrica al conjunto de núcleo de ferrita y bobina.

Circuito activador: El circuito activador detecta cambios en la amplitud de la oscilación. Estos cambios se producen cuando un objeto metálico entra o sale del campo electromagnético irradiado desde la cara del sensor.

Salida de estado sólido: Cuando se detecta un cambio suficiente en el campo electromagnético, la salida de estado sólido proporciona una señal eléctrica para la conexión en interface con un PLC o una lógica de máquina. Esta señal indica la presencia o ausencia de un objeto metálico en el campo de detección.

Figura 2.3: Representación física y simbólica de un sensor inductivo

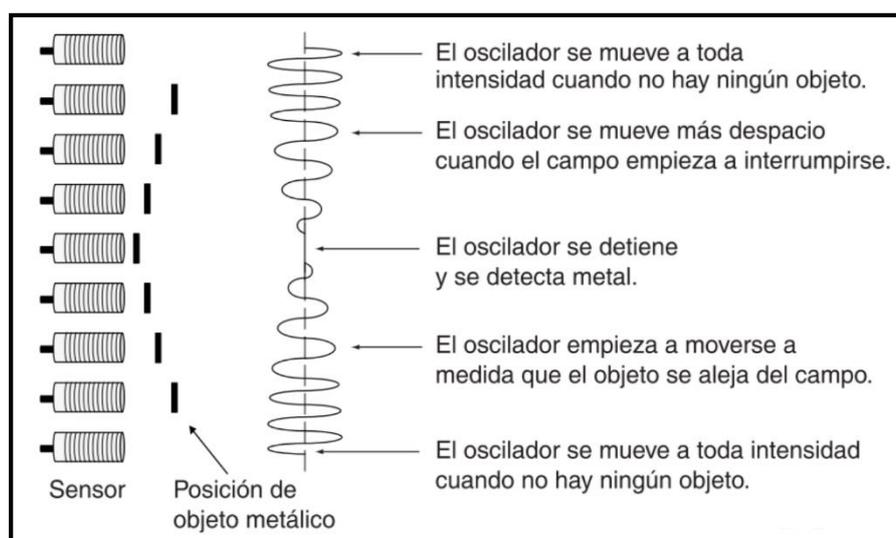


Elaboración: Propia

Cuando un objeto metálico avanza dentro del campo, las corrientes de torbellino se inducen en el objeto. El resultado es una pérdida de energía y una

muy pequeña amplitud de oscilación. El circuito detector reconoce un cambio específico en amplitud y genera una señal, la cual cambia su salida de estado sólido de ON a OFF. En la figura 4 se puede observar el comportamiento del oscilador del sensor inductivo de acuerdo a la proximidad del objeto.

Figura 2.4: Comportamiento del oscilador de un sensor inductivo



Elaboración: Propia

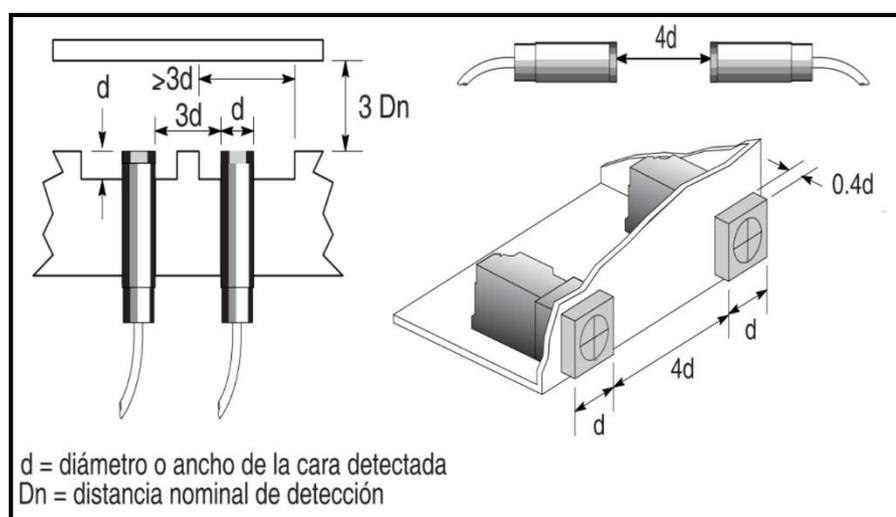
Estos sensores están diseñados para generar un campo electromagnético. Cuando un objeto metálico entra en este campo, se inducen corrientes de superficie (corrientes parásitas) en el objeto metálico, las cuales restan energía al campo electromagnético, dando lugar a una pérdida de energía en el circuito del oscilador y, por tanto, a una reducción de la amplitud de la oscilación. El circuito activador detecta este cambio y genera una señal de encendido o apagado. Cuando el objeto sale del campo electromagnético, el oscilador se regenera y el sensor vuelve a su estado normal.

2.4.1. Montaje de sensores inductivos

a). Proximidad de masas metálicas:

La proximidad de masas metálicas que no sea el objeto a detectar se traduce por la carga del oscilador aumentando su sensibilidad y disminuyendo su reproductibilidad.

Figura 2.5: Montaje de sensores inductivos



Elaboración: Propia

b). Influencia mutua entre sensores:

El no respetar las distancias entre sensores puede traducirse en perturbaciones de funcionamiento. Vea la figura 2.6.

c). Entorno térmico:

El no respetar los valores indicados en los datos técnicos conduce a modificaciones de alcance que pueden comprometer el buen funcionamiento de los sensores.

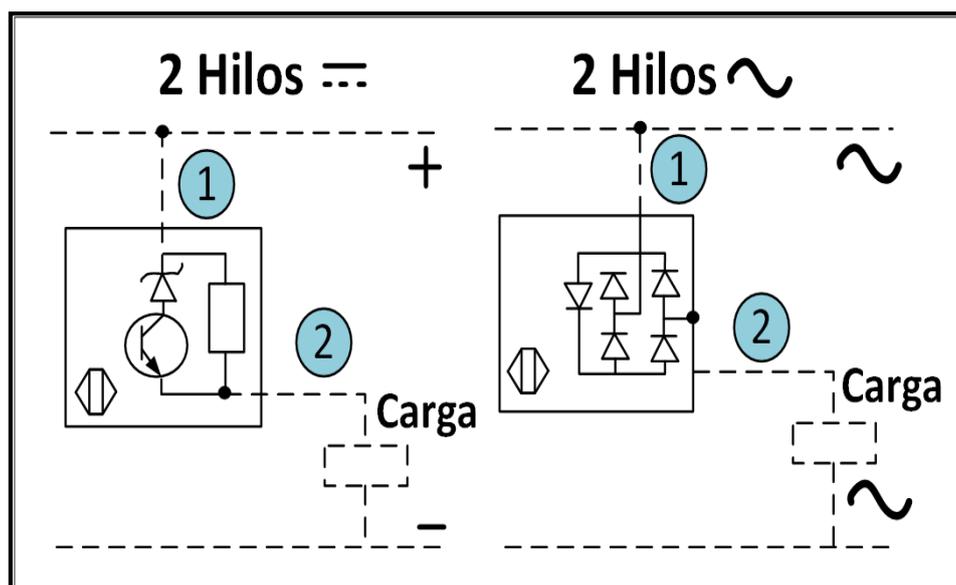
d). Entorno químico:

Los compuestos químicos utilizados en la industria son muy variados, por lo que es difícil dar una regla común para todos los sensores. Para garantizar un funcionamiento duradero, es imprescindible que los compuestos químicos que están en contacto con los sensores no puedan alterar su envoltura y por este hecho, perjudicar su funcionamiento.

2.4.1. Conexión de sensores inductivos**a). Sensores inductivos de 2 hilos**

Estos detectores de proximidad se conectan como los interruptores de posición mecánicos, se alimentan en serie con la carga a controlar. Por este hecho, los detectores están sujetos a una intensidad residual (estado abierto) y a una tensión residual (estado cerrado), (ver las características técnicas). Están disponibles para trabajar en corriente continua y alterna, se puede verificar este tipo de sensores en la figura 2.7.

Figura 2.6: Conexión de sensores inductivos de 2 hilos



Elaboración: Propia

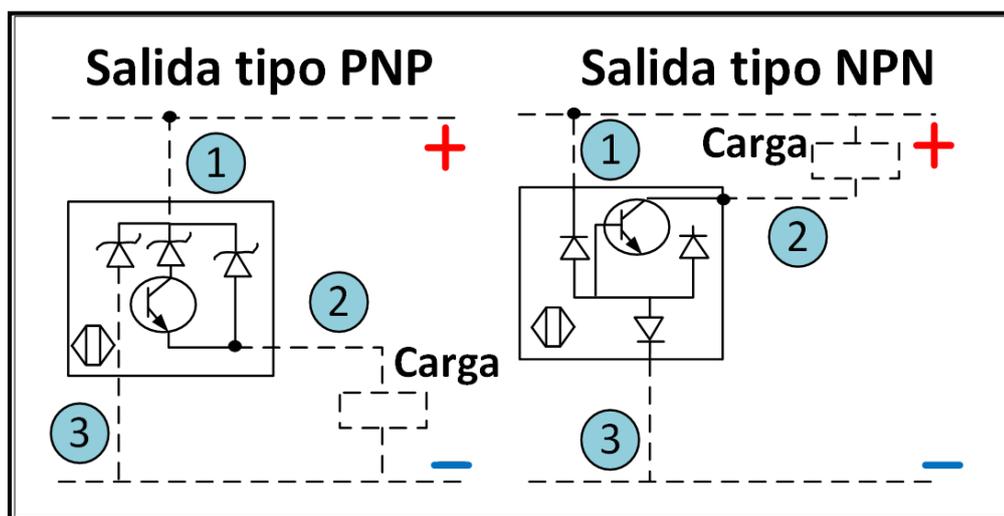
b). Sensores inductivos de 3 hilos

Estos detectores de proximidad tienen 2 hilos para la alimentación del sensor y 1 hilo para la transmisión de la señal de salida; generalmente se considera los colores marrón, negro y azul. Ver figura 2.8

- Marron (BROWN): Alimentación positiva
- Negro (BLACK): Señal(puede ser con polaridad positiva o negativo)
- Azul (BLUE): Alimentación negativo

Existen dos tipos de salida PNP y NPN⁴, siendo la diferencia entre ambos la señal de salida en el primer caso es positiva y en el segundo caso es negativa, para mayor entendimiento verificar la figura 2.8.

Figura 2.7: Conexión de un sensor inductivo de 3 hilos



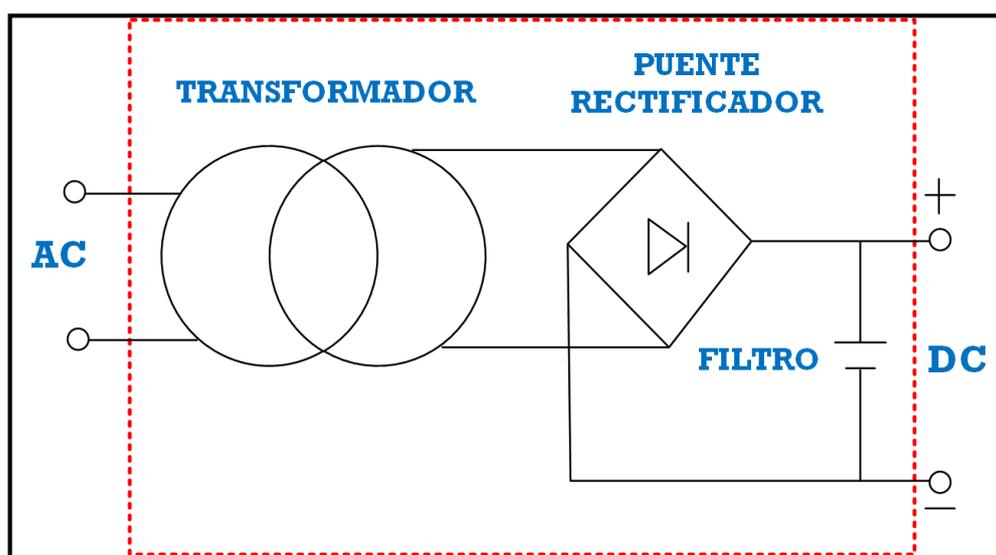
Elaboración: Propia

⁴ PNP y NPN, son transistores con salida cuya polaridad es positiva y negativa respectivamente en la figura 2.8 se puede verificar cada uno de los esquemas.

2.4.1. Alimentación eléctrica de sensores

Para los sensores de corriente continua, la alimentación debe ser conforme a los límites de utilización del sensor. Si está realizada a partir de una fuente alterna monofásica, la tensión debe ser rectificadora y filtrada

Figura 2.8: Fuente de alimentación filtrada y rectificadora



Elaboración: Propia

Respecto del cable de alimentación no se presenta ninguna limitación en las características de los sensores hasta 200 m. Sin embargo, se aconseja considerar las posibles caídas de tensión de línea.

Algunos aparatos son inmunes a las perturbaciones eléctricas encontradas en el campo industrial. En aplicaciones extremas en las que se pueden encontrar fuentes importantes de parásitos (motor, máquina de soldar, etc.), se recomienda tomar precauciones usuales: atacar los parásitos⁵ en la fuente, limitar las

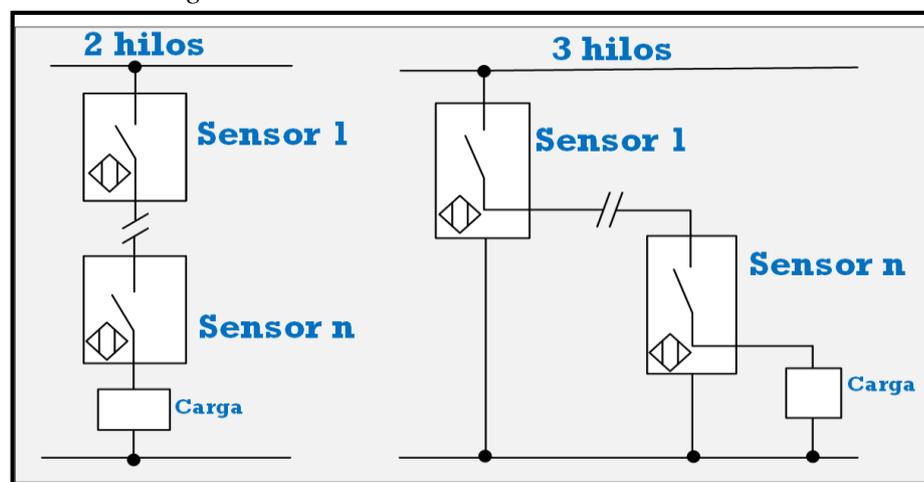
⁵ Parásitos: se refieren a la existencia de perturbaciones existentes en una señal eléctrica. La cual es perjudicial para dispositivos electrónicos.

longitudes de cable, alejar los cables de potencia de los de señal, torsear y blindar los cables de las señales de salida.

2.4.1. Asociación serie y paralelo de sensores

El conexionado en serie se utiliza tanto para sensores de dos o tres hilos, se aplican para mecanismos en donde se requiere, que para su funcionamiento se aprueben dos condiciones.

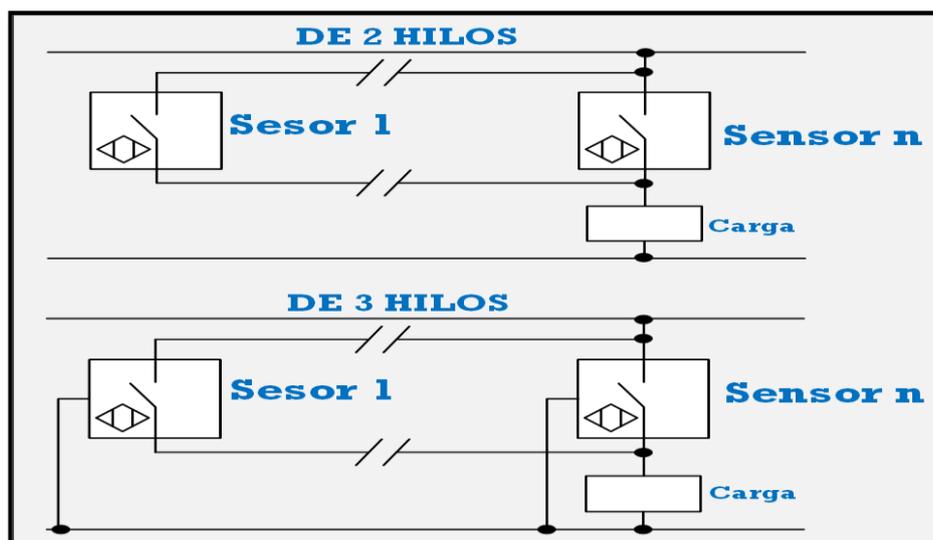
Figura 2.9: Conexionado de sensores en serie



Elaboración: Propia

Para el conexionado de sensores en paralelo, se realiza de acuerdo a la figura 2.11, tanto para dos o tres hilos.

Figura 2.10: Conexión de sensores en paralelo



Elaboración: Propia

2.4.1. Ventajas y desventajas de los sensores inductivos.

Las ventajas de los sensores de proximidad inductivos son:

- No se ven afectados por la humedad.
- No se ven afectados por el polvo o la suciedad.
- Carecen de partes móviles, por lo que no hay desgaste mecánico.
- No dependen del color.

Los inconvenientes de los sensores de proximidad inductivos son:

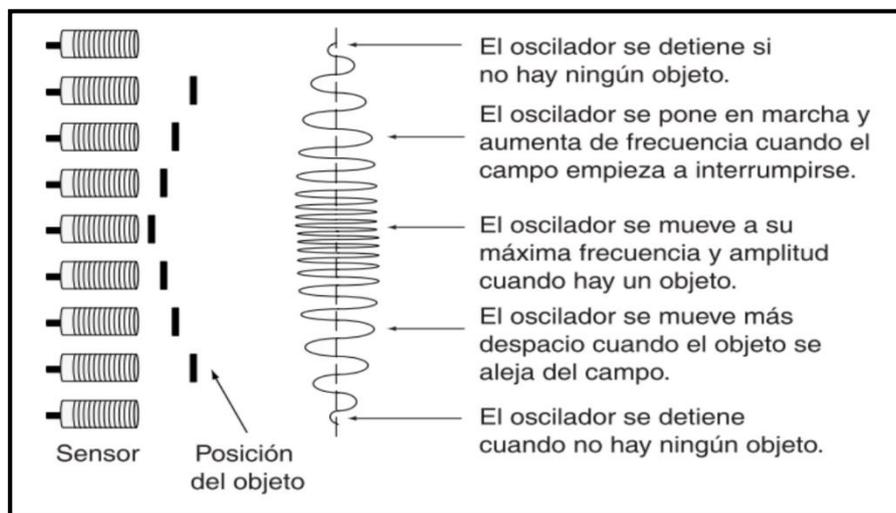
- Sólo detectan la presencia de objetos metálicos.
- El margen de operación es más corto que el de otros dispositivos de detección disponibles.
- Pueden verse afectados por campos electromagnéticos intensos.

2.4.2. Sensores de proximidad capacitivos

Los sensores capacitivos pueden detectar objetos de metal y no metal, sólidos y líquidos, son más costosos que los sensores inductivos, es por ello que

a pesar de su capacidad de detectar objetos metálicos es preferible utilizar los sensores inductivos si se requiere trabajar con objetos metálicos.

Figura 2.11: Comportamiento del campo eléctrico en un sensor capacitivo



Fuente: (Manual de Capacitación Allen Bradley, 2015)

Los sensores de proximidad capacitivos son similares a los inductivos en cuanto a su tamaño, forma y "concepto". Sin embargo, a diferencia de estos últimos que utilizan campos magnéticos para detectar objetos, los sensores de proximidad capacitivos reaccionan a alteraciones en campos electrostáticos. La sonda situada detrás de la cara del sensor es una placa condensadora. Al aplicar corriente al sensor, se genera un campo electrostático que reacciona a los cambios de la capacitancia causados por la presencia de un objeto. Cuando el objeto se encuentra fuera del campo electrostático, el oscilador permanece inactivo, pero cuando el objeto se aproxima, se desarrolla un acoplamiento capacitivo entre éste y la sonda capacitiva. Cuando la capacitancia alcanza un límite especificado, el oscilador se activa, lo cual dispara el circuito de encendido y apagado. (Manual de Capacitación Allen Bradley, 2015)

Los detectores de posición capacitivos no solamente reaccionan en presencia de materiales muy conductores (por ejemplo, metales), sino, también, en presencia de un aislante con gran constante dieléctrica (por ejemplo, plásticos, vidrio, cerámica, líquidos y madera). (Libro Técnico FESTO, 2017)

La capacidad del sensor para detectar el objeto depende del tamaño y de la constante dieléctrica del objeto, así como de su distancia con respecto al sensor. La constante dieléctrica es una propiedad del material. Todos los materiales tienen una constante dieléctrica. Aquéllos con constantes dieléctricas más altas son más fáciles de detectar que los que tienen valores más bajos. Para más información, consulte la sección “Constantes dieléctricas” en la página 5-5. Cuanto mayor es el tamaño o la constante dieléctrica del objeto, más fuerte es el acoplamiento capacitivo entre la sonda y el objeto. Cuanto más corta es la distancia entre el objeto y la sonda, más fuerte es el acoplamiento capacitivo entre la sonda y el objeto.

2.4.3. Sensores de proximidad fotoeléctricos

Un sensor fotoeléctrico es un dispositivo que detecta la presencia o alguna característica en particular de un objeto mediante luz (visible o no visible). Se pueden aplicar para detectar presencia, tamaño, color, brillo de objetos.

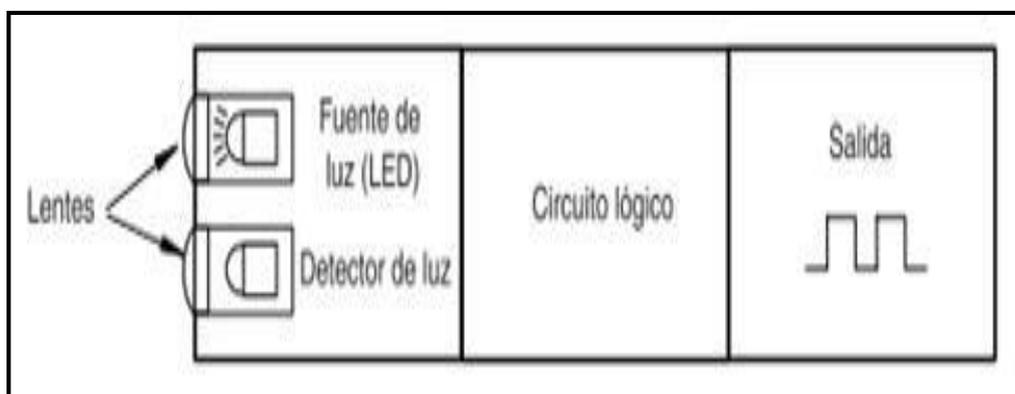
Todos los sensores fotoeléctricos operan detectando un cambio en la cantidad de luz recibida por un fotodetector. El cambio de luz permite al sensor captar la presencia o ausencia del objeto, así como su tamaño, reflectividad, opacidad, translucidez o color.

Los detectores fotoeléctricos se componen esencialmente de un emisor de luz asociado a un receptor fotosensible. La detección de un objeto es efectiva

cuando este interrumpe o hace variar la intensidad del haz de luminoso. La emisión se efectúa por un diodo electroluminiscente que emite en un campo próximo al infrarrojo, la emisión modulada garantiza una alta inmunidad a las luces parásitas, así como una duración prácticamente ilimitada.

Los sensores fotoeléctricos logran una detección precisa de objetos sin contacto físico. Existe una gran variedad de sensores fotoeléctricos, cada uno de los cuales ofrece una combinación única de funciones de detección, características de salida y opciones de montaje. Muchos sensores cuentan con funciones incorporadas de lógica o conexión en red de dispositivos que les permiten operar de manera autónoma en aplicaciones que de otra manera necesitarían circuitos lógicos externos o un controlador programable.

Figura 2.12: Funcionamiento de un sensor fotoeléctrico



Fuente: (Manual de Capacitación Allen Bradley, 2015)

2.4.3. Sensor fotoeléctrico tipo barrera

Detectan al objeto midiendo la diferencia de intensidad de la luz que se emite el emisor y la que llega al receptor.

Emisor y receptor están separados, es el sistema mejor adaptado para:

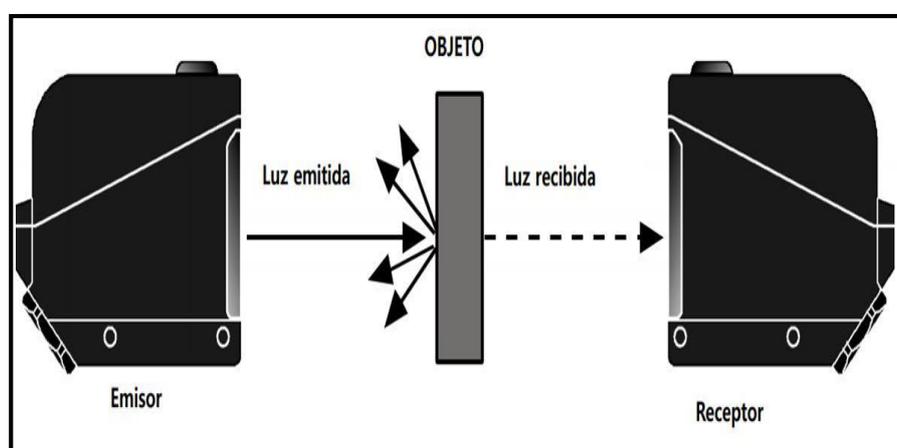
- a). La detección de materiales opacos y reflectantes.
- b). Los entornos contaminados (polvo, lluvia, contaminación, etc.)
- c). Las largas distancias
- d). El posicionamiento exacto y la detección de pequeños objetos, el contaje.

Inconvenientes:

- a). Necesidad de un alineamiento riguroso.
- b). No puede ser utilizado para la detección de materiales transparentes.

Los aparatos deben ser posicionados enfrente uno del otro y sus ejes ópticos confundidos. La fijación del emisor y receptor debe ser robusta e indeformable.

Figura 2.13: Montaje de una sensor fotoeléctrico tipo barrera



Fuente: (Libro Tecnico FESTO, 2017)

2.4.3. Sensor fotoeléctrico de retroreflexión

Usa un espejo especial (reflector) o un prisma con alta reflectividad para medir y comparar la diferencia de cantidad de luz emitida con la luz recibida a través del espejo. En el mismo cuerpo se encuentra el emisor y el receptor.

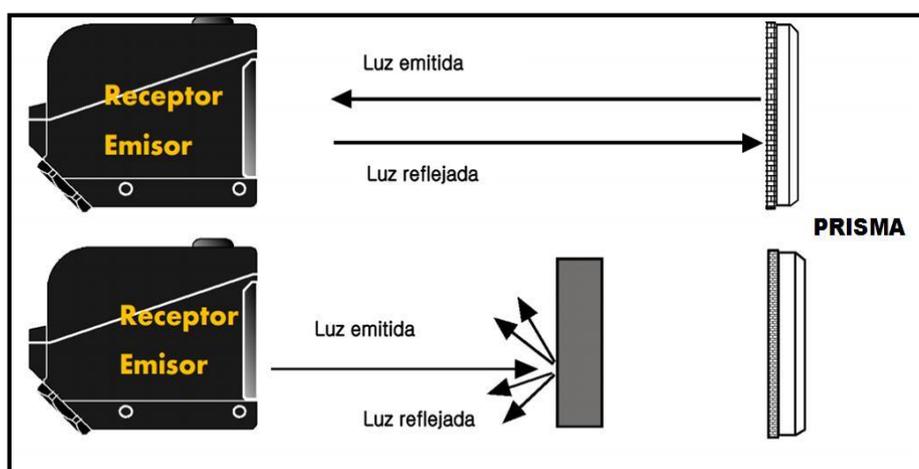
Emisor y receptor en una misma cápsula, es el sistema mejor adaptado para:

- a). Las aplicaciones en que la detección sólo es posible de un lado.
- b). Una instalación rápida y fácil; inclinación posible de un lado, respecto a la perpendicular del haz.
- c). Los entornos relativamente limpios. Es el sistema más utilizado en transportadores de cajas, cartones, etc.

Inconvenientes

- a). Para la detección de objetos lisos y reflectantes,
- b). En los entornos contaminados, para la detección de pequeños objetos.

Figura 2.14: sensor fotoeléctrico de retrorreflexión

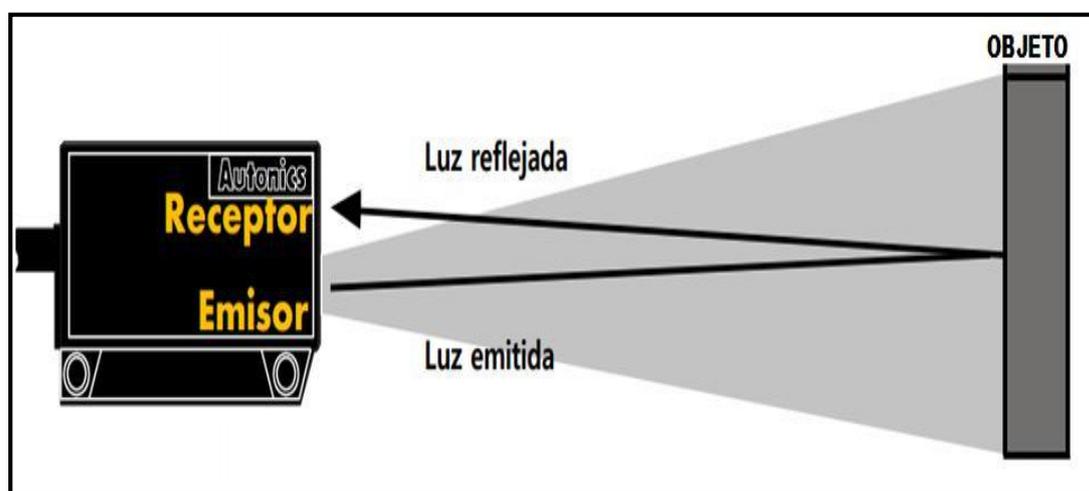


Fuente: (Libro Técnico FESTO, 2017)

El reflector debe estar situado en un plano perpendicular centrado en el eje óptico. La dimensión del reflector es función de la distancia de detección y de la dimensión del objeto a detectar. Por regla general, utilizar el reflector de mayor dimensión compatible con las condiciones de aplicación. Para evitar los riesgos de reflexiones parásitas, se aconseja utilizar una detección “en oblicuo” cuando los objetos presentan cierto brillo

2.4.3. Sensor fotoeléctrico tipo difuso

Figura 2.15: sensor de proximidad fotoeléctrico tipo difuso



Fuente: (Libro Tecnico FESTO, 2017)

Detecta recibiendo directamente la luz reflejada del objeto. En el mismo cuerpo se encuentra el emisor y el receptor en la misma cápsula, es el sistema mejor adaptado para:

- a). La detección de objetos transparentes o traslúcidos (tales como transportadores de botellas vacías), la detección de marcas.

Inconvenientes:

- b). Los alcances son función del poder reflectante y del color del objeto a detectar.
- c). Influencia posible del entorno situado detrás del objeto a detectar.
- d). Evitar su uso en entornos contaminados, para la detección de pequeñas piezas y para el posicionamiento preciso.

El objeto a detectar debe encontrarse en un plano ortogonal al eje óptico con el fin de conseguir un alcance óptimo

2.4.4. Sensores de temperatura

La medida de la temperatura es una de las más comunes y de las más importantes que se efectúan en los procesos industriales. Casi todos los fenómenos físicos están afectados por ella. La temperatura se utiliza, frecuentemente, para inferir el valor de otras variables del proceso. (Creus, 2010)

Existen diferentes sensores que se utilizan en la industria de procesos para medir la temperatura, entre los que se pueden mencionar:

- a). Termómetro de bulbo (líquido, gas y vapor).
- b). Termómetros bimetálicos.
- c). Termopares. (también llamado termocuplas)
- d). Termómetros de resistencia. (también llamado RTDs)
- e). Termistores.
- f). Pirómetros de radiación.

La selección y especificación apropiada de un instrumento de temperatura, depende mucho del conocimiento de los diferentes tipos de sensores disponibles, de sus limitaciones y de consideraciones prácticas. (Bustillos, 2001)

Para el presente trabajo de investigación se ha considerado el uso de los sensores de temperatura del tipo resistivo y del tipo termopar.

2.4.4. Sensor de temperatura termo resistivos RTD

El principio de operación de los detectores de temperatura tipo resistencia (RTD), básicamente consiste en la variación de resistencia en función de la temperatura, detectada por el sensor termo resistivo.

El material que forma el conductor se caracteriza por el llamado "coeficiente de temperatura de resistencia", la cual indica la magnitud de este cambio frente a 1 °C de cambio en la temperatura, Dicho de otra manera, es la variación de la resistencia en ohmios del conductor por cada grado que cambia su temperatura.

La relación entre estos factores puede verse en la siguiente expresión lineal mostrada en la figura

Figura 2.16: Formula del coeficiente de temperatura de resistencia

$$R_t = R_0 (1 + \alpha \cdot T)$$

Rt: Resistencia en ohms a la temperatura T.
Ro: Resistencia en ohms a la temperatura de referencia (generalmente 0°C).
 α : Coeficiente de resistencia de temperatura.

Fuente:(Creus, 2010)

El "coeficiente de resistencia de temperatura" Para la gran mayoría de los metales puros, este es constante dentro de un rango de temperatura.

El elemento consiste, usualmente, en un arrollamiento de hilo muy fino del conductor adecuado bobinado entre capas de material aislante y protegido con un revestimiento de vidrio o de cerámica.

Los metales con mayor uso en la fabricación de detectores de resistencia son: platino el cual tiene un coeficiente de 0,00392 Ohms/ Ohms °C y se utiliza para medir temperaturas en el rango de -263 °C a + 545 °C, y níquel, el cual tiene un coeficiente de 0,0063 Ohms/ Ohms °C, utilizado para medir temperaturas en el rango de -190 °C a + 310 °C. Otros materiales utilizados son:

plata, tungsteno, cobre y oro. Las características principales de los elementos utilizados como detectores de resistencia, están listados en la siguiente tabla:

Tabla 2.1: Características de los elementos más utilizados como RTD

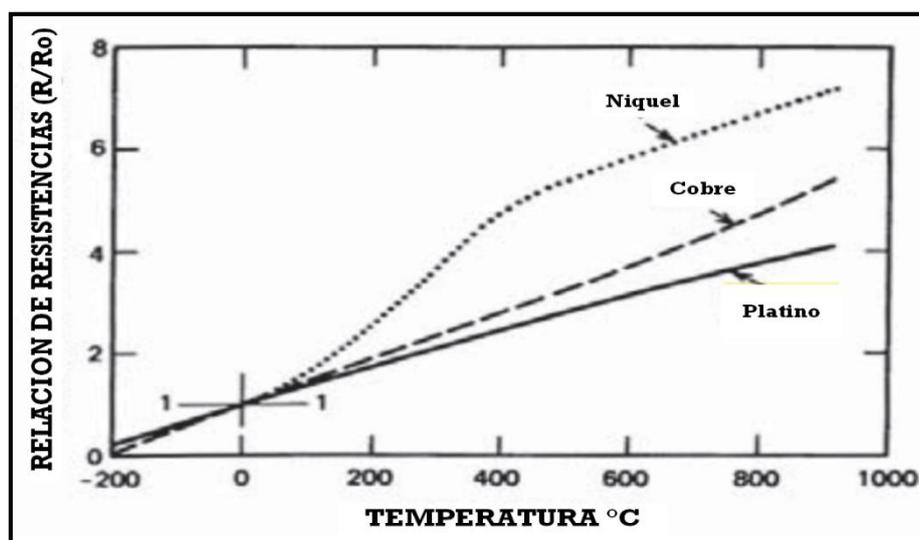
Material	Coefficiente de Temperatura (a) entre 0° y 100 °C Ohms/Ohms °C	Resistividad a 0°C μOhms cm.	Rango útil de Temperatura °C
Platino (Pt)	0,00392	9,81	-220 ~ +850
Cobre (Cu)	0,0043	1,529	- 70 ~ +150
Niquel (Ni)	0,00681	5,91	-100 ~ +300

Fuente: (Bustillos, 2001)

En general, la sonda de resistencia de platino es la más utilizada en la industria tiene una resistencia de 100 ohmios a 0 °C., Las formas de los elementos de platino son de bobina El sensor de película metálica es de pequeño tamaño y responde, rápidamente, a las variaciones de temperatura

En la figura 17 pueden verse las curvas de resistencia relativa de varios metales en función de la temperatura, por su comportamiento lineal el sensor de temperatura de tipo RTD es el más utilizado ya que posee mejores cualidades en comparación con otros sensores de su mismo tipo.

Figura 2.17: Curva de resistencia relativa de varios metales/temperatura



Fuente: (Creus, 2010)

2.4.4. Sensor de temperatura tipo termopar

El termopar se basa en el efecto, descubierto por Seebeck en 1821, de la circulación de una corriente en un circuito cerrado formado por dos metales diferentes cuyas uniones (unión de medida o caliente y unión de referencia o fría se mantienen a distinta temperatura

Esta circulación de corriente obedece a dos efectos termoeléctricos combinados, el efecto Pelter (año 1834) que provoca la liberación o absorción de calor en la unión de los metales distintos cuando una corriente circula a través de la unión y el efecto Thomson (año 1854), que consiste en la liberación o absorción de calor cuando una corriente circula a través de un metal homogéneo en el que existe un gradiente de temperaturas.

2.4.5. Sensor de fuerza

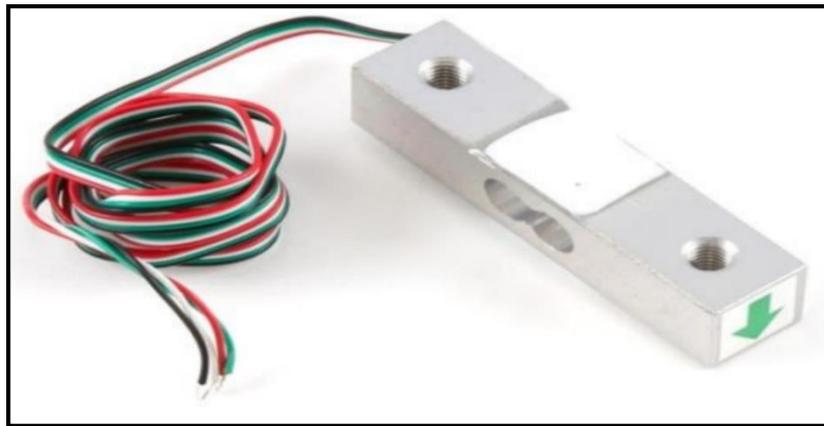
Existen distintos tipos de sensores de fuerza en el mercado, cada uno de ellos varían en su precio, y su capacidad de carga como también en su principio de funcionamiento, para el presente trabajo de investigación se ha utilizado una

celda de carga, por tal motivo en adelante se detalla sus características, conexionado y funcionamiento.

2.4.5. Celda de carga

Una celda de carga es un transductor que sirve para convertir una fuerza en una señal eléctrica. Esta conversión empieza a partir de un dispositivo mecánico, es decir, la fuerza que se desea medir, deforma la galga extensiométrica o extensómetro, con lo que producirá una variación en su resistencia eléctrica, debido a una propiedad que tienen ciertos materiales de cambiar el valor nominal de su resistencia proporcionalmente a la deformación presentada.

Figura 2.18: Celda de carga



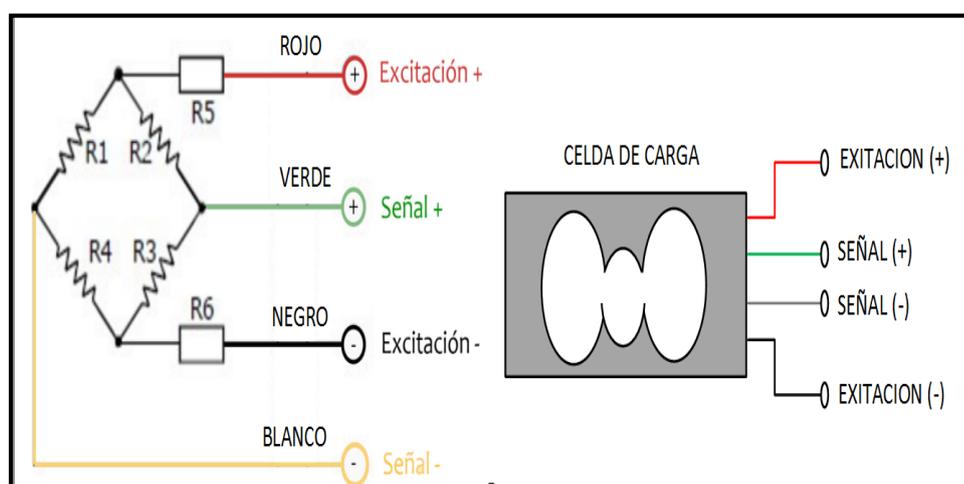
Fuente: (Cuaderno Tecnico Electrónica Estudio, 2015)

2.4.5. Funcionamiento de una celda de carga

Las celdas de carga convierten la carga que actúa sobre ellos en señales eléctricas. La medición se realiza con pequeños patrones de resistencias que son usados como indicadores de tensión con eficiencia, a los cuales llamamos medidores. Los medidores están unidos a una viga o elemento estructural que se deforma cuando se aplica peso, a su vez, deformando el indicador de tensión.

Cuando se deforma el medidor de deformación la resistencia eléctrica cambia en proporción a la carga. Esto se logra por medio de un puente Wheastone, (figura 2.20) el cual se utiliza para medir resistencias desconocidas mediante el equilibrio de “brazos” del puente. Estos están contruidos por cuatro resistencias que forman un circuito cerrado. En el caso de las celdas de carga las resistencias son los medidores de deformación.

Figura 2.19: Celda de carga esquema de conexión



Elaboración: Propia

2.4.5. Tipos de celda de carga y su uso

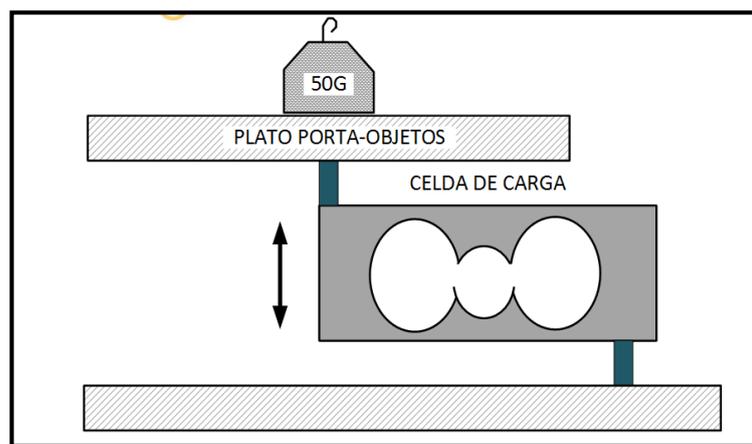
Existen diferentes tipos de celda de carga, para elegir bien, debes saber qué tipo de aplicación se puede hacer con cada una, o como ejercen su función. A continuación se expondrán los tipos de celdas básicos.

a). Celda de carga con un solo punto:

Estas celdas de un solo punto se utilizan en pequeñas escalas, como joyas, o balanzas de cocina, existen celdas de máximo 100g hasta celdas de máximo de 50kg. Esta se monta por medio de pernos hacia abajo en cada extremo de la celda de carga, donde los cables se unen, y la aplicación de la fuerza debe ser

en el sentido de la flecha lateral. Donde se aplica la fuerza, no es una zona crítica, ya que esta celda de carga mide un efecto de elasticidad sobre la viga, no la flexión de la viga. De tal manera que si se monta una pequeña plataforma en la celda de carga, como se haría en una pequeña escala, (verificar figura 2.21) esta celda proporcionaría lecturas precisas, independientemente de la posición de la carga en la plataforma.

Figura 2.20: *Funcionamiento de una celda de carga*



Fuente: (Cuaderno Tecnico Electrónica Estudio, 2015)

b). Celda de carga tipo botón:

Esta celda de botón de carga se utiliza en aplicaciones que requieren un factor de forma más delgada, ya que esta, atornillada por la parte de abajo, debe presentar la fuerza de manera tangencial (empujando exactamente hacia abajo) a la superficie montada para tener una buena medición.

Figura 2.21: Celda de carga tipo Botón



Fuente: (Cuaderno Tecnico Electrónica Estudio, 2015)

c). Celda de carga tipo S:

Esta celda de carga tipo S, puede ser operada en compresión o tensión

Figura 2.22: Celda de carga tipo S



Fuente: (Cuaderno Tecnico Electrónica Estudio, 2015)

CAPÍTULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. MATERIALES:

Para el presente trabajo de investigación se ha implementado con diferentes tipos de sensores, los cuales se puede clasificar en tres grupos: sensores de proximidad binarios, sensores de temperatura y sensores de fuerza.

3.1.1. Interruptores de proximidad binarios

3.1.1.1. Sensor de proximidad inductivo

Tabla 3.1: Sensor de proximidad inductivo AB

Código	CAT 871L-B20E40-T2 Serie A	
Alimentación	20-250VAC/DC	
Distancia de sensado	20mm	
Fabricación	ALEMANA	
Corriente máxima de carga	400mA	
Numero de hilos	2, (marrón y azul)	
Tipo de conexión	En serie con la carga	

Elaboración: Propia

3.1.1.1. Sensor de proximidad capacitivo tipo PNP

Tabla 3.2: Sensor de proximidad capacitivo tipo pnp

Código	LJC30A3-H-Z/BY	
Alimentación	6-36VDC	
Distancia de sensado	25mm	
Fabricación	CHINA	
Corriente máxima de carga	300mA	
Numero de hilos	3 (marrón, negro y azul)	
Tipo de conexión	PNP	

Elaboración: Propia

3.1.1. Sensor de proximidad capacitivo tipo NPN

Tabla 3.3: Sensor de proximidad capacitivo tipo npn

Código	LJC18A3-H-Z/BY	
Alimentación	6-36VDC	
Distancia de sensado	10mm	
Fabricación	CHINA	
Corriente máxima de carga	300mA	
Numero de hilos	3 (marrón, negro y azul)	
Tipo de conexión	NPN	

Elaboración: Propia

3.1.1. Sensor de proximidad capacitivo tipo NPN y PNP

Tabla 3.4: Sensor de proximidad capacitivo tipo npn y pnp

Código	CUP-18RP-87PA	
Alimentación	10-30VDC	
Distancia de sensado	10mm	
Fabricación	KOREANA	
Corriente máxima de carga	200mA	
Numero de hilos	3 (marrón, negro y azul)	
Tipo de conexión	NPN y PNP	

Elaboración: Propia

3.1.1. Sensor de proximidad fotoeléctrico difuso

Tabla 3.5: Sensor de proximidad fotoeléctrico tipo difuso

Código	E18-B03P1	
Alimentación	6-36 VDC	
Distancia de sensado	30 cm	
Fabricación	CHINA	
Corriente máxima de carga	300 mA	
Numero de hilos	3 (marrón, negro y azul)	
Tipo de conexión	PNP, NO	

Elaboración: Propia

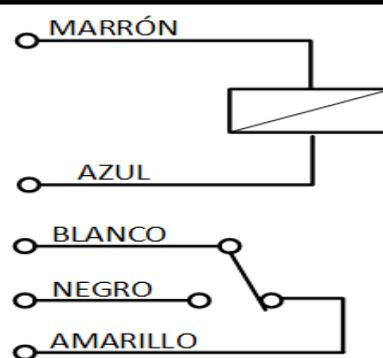
3.1.1. Sensor de proximidad fotoeléctrico difuso

Tabla 3.6: Sensor de proximidad fotoeléctrico tipo retroreflectivo



Este tipo de sensor requiere para su funcionamiento de un prisma, el cual debe ubicarse en forma alineada respecto del sensor.

Código	E3JK-R2M1
Alimentación	6-36 VDC
Distancia de sensado	5 m
Fabricación	CHINA
Corriente máxima de carga	300 mA
Numero de hilos	3 (marrón, negro y azul)
Tipo de conexión	NPN y PNP



Elaboración: Propia

Tabla 3.7: sensor de proximidad fotoeléctrico tipo barrera

Código	-----
Alimentación	9-16 VDC/AC
Distancia de sensado	Menor igual a 15 m
Fabricación	CHINA
Corriente máxima de carga	1 A
Numero de hilos emisor	4 (rojo, negro, blanco y amarillo)
Numero de receptor	2 (rojo y negro)



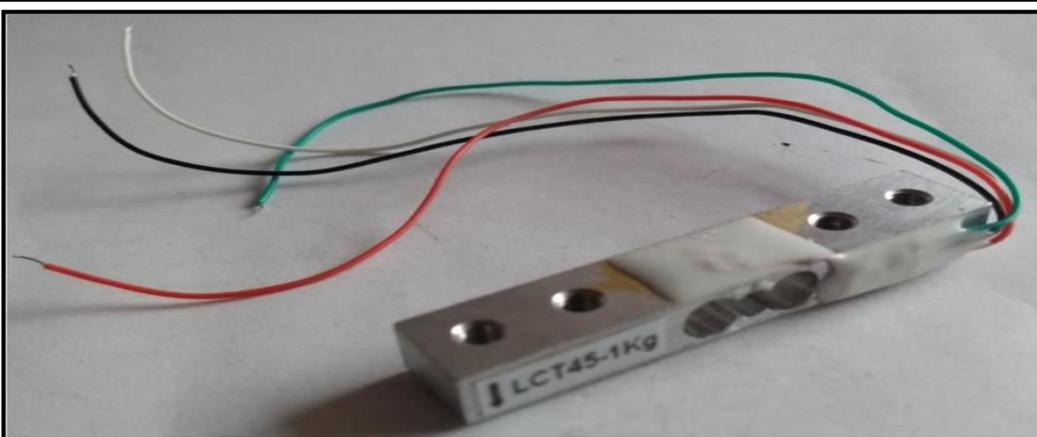
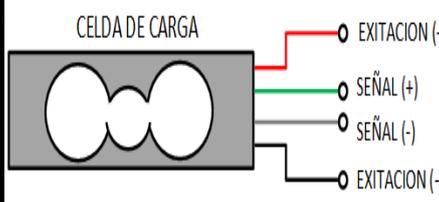
El conexionado de este sensor, así como los datos específicos en forma más detallada se adjuntan en los anexos del presente trabajo de investigación.

Elaboración: Propia

3.1.2. Sensor de fuerza

El módulo de sensores de fuerza está constituido por dos elementos la celda de carga y el amplificador.

Tabla 3.8: Celda de carga de 1kg

		
Rango de carga	1kg	
Alimentación	3-14 VDC	
Material	Aleación de aluminio	
Fabricación	CHINA	
Grado de protección	IP 65	
Salida nominal	1-0.15mV	
Rango de temperatura	-20- 60°C	
<p>Debido a que la celda de carga trabaja con niveles de voltaje muy pequeños es necesario contar un amplificador, el cual se encarga de alimentar a la celda de carga y a la vez amplificar la señal de salida, con niveles de tensión y corriente estandarizados.</p>		

Elaboración: Propia

Tabla 3.9: amplificador de celda de carga

Código	RW-ST01A	
Alimentación	24VDC	
Salida	0-5V/0-10VDC; 4-20mA	
Fabricación	CHINA	
Marca	SMOWO	
Grado de protección	IP 65	

Elaboración: Propia

3.1.3. Sensores de temperatura

Para el presente trabajo de investigación. Se ha considerado dos tipos de sensores de temperatura los cuales son:

- Termocupla o termopar tipo K
- Transmisor de temperatura para termopar tipo k
- RTD tipo pt 100
- Transmisor de temperatura para RTD Pt100
- Controlador de temperatura

Tabla 3.10: Sensor de temperatura termopar tipo k

Nombre	Teromopar tipo k	
Rango de temperatura	0 a 500°C	
Salida	Voltaje (mV)	
Fabricación	CHINA	
Numero de hilos	2; positivo y negativo	
Longitud de cable	1 M	

Elaboración: Propia

Tabla 3.11: transmisor de temperatura para termopar tipo K

Código	SBWR-2460	
Rango de temperatura	0 a 500°C	
Alimentación	24VDC	
Salida	4-20mA	
Fabricación	CHINA	
Nombre	Transmisor de temperatura	

Elaboración: Propia

Tabla 3.12: sensor de temperatura RTD tipo Pt100

Nombre	RTD tipo Pt100	
Rango de temperatura	0 a 150°C	
Salida	Resistencia (ohmios)	
Fabricación	CHINA	
Numero de hilos	3	
Longitud de cable	1 M	

Elaboración: Propia

Tabla 3.13: transmisor de temperatura para RTD tipo Pt100

Nombre	Transmisor de temperatura	
Rango de temperatura	-50 a 150°C	
Alimentación	24VDC	
Salida	4-20mA	
Fabricación	CHINA	
Rank	0.2%FS	

Elaboración: Propia

Tabla 3.14: Controlador de temperatura Berme

Modelo	REX-C100FK02-V*AN DA	
Rango de temperatura	0-999°C	
Alimentación	100-240V AC, 50/60HZ	
Salida	SSR(relé estado sólido)	
Fabricación	CHINA	
Numero	X14F96983	

Elaboración: Propia

Tabla 3.15: Relé de estado solido

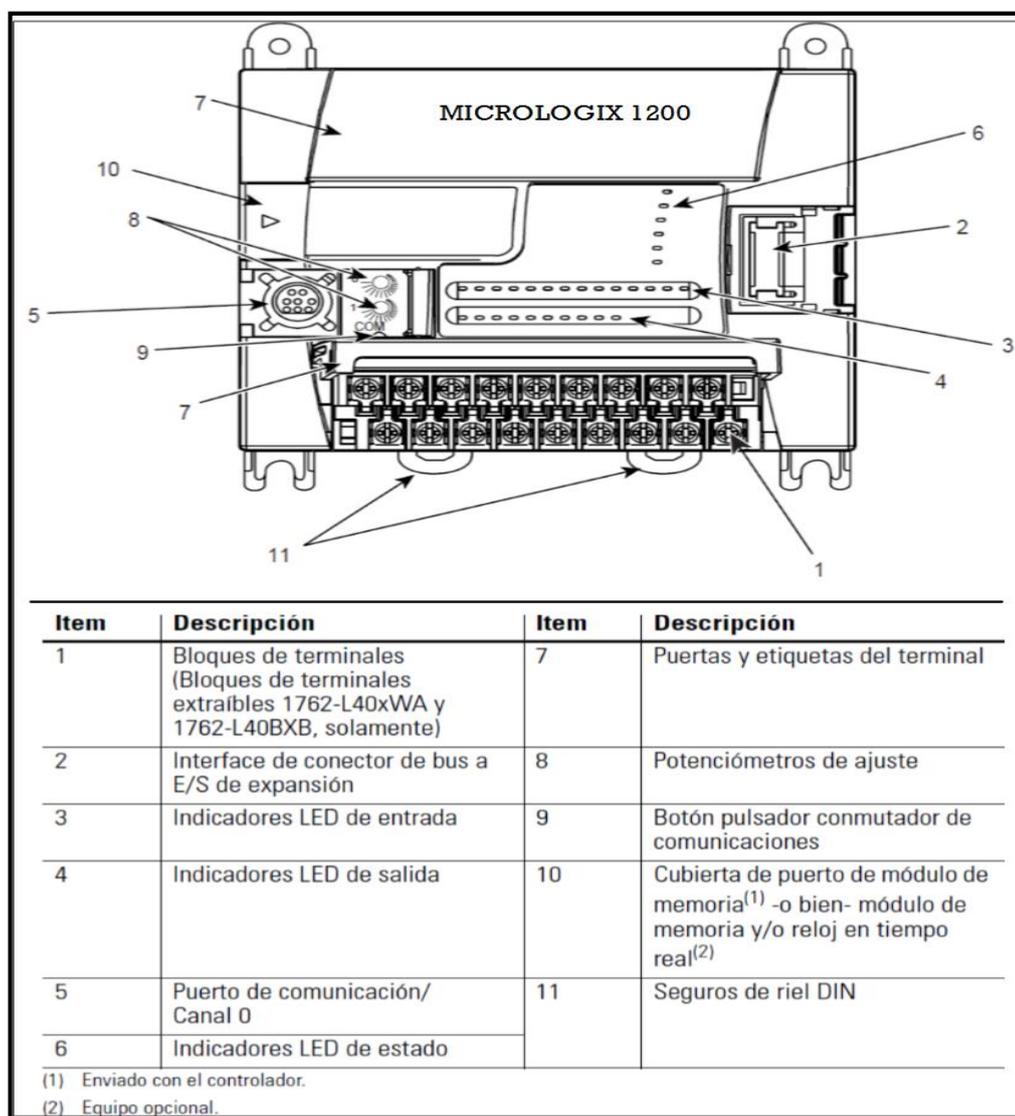
Modelo	FOTEX SSR-40 DA	
Corriente	40 A	
Alimentación	3-32VDC	
Salida	SSR, 24-380VAC	
Fabricación	CHIN24A	
Numero de hilos	4	

Elaboración: Propia

3.1.4. Controlador lógico programable Allen Bradley 1200

El controlador lógico programable Micrologix 1200 1762-L24BWA contiene fuente de alimentación integrada, circuitos de entradas, salidas y un procesador. El controlador contiene 14 Input y 10 Output que tiene una alimentación de entrada de 120/240 VAC, que para nuestro caso utilizaremos una alimentación de 220 VAC.

Figura 3.1: Micrologix 1200 1762-L24BWA

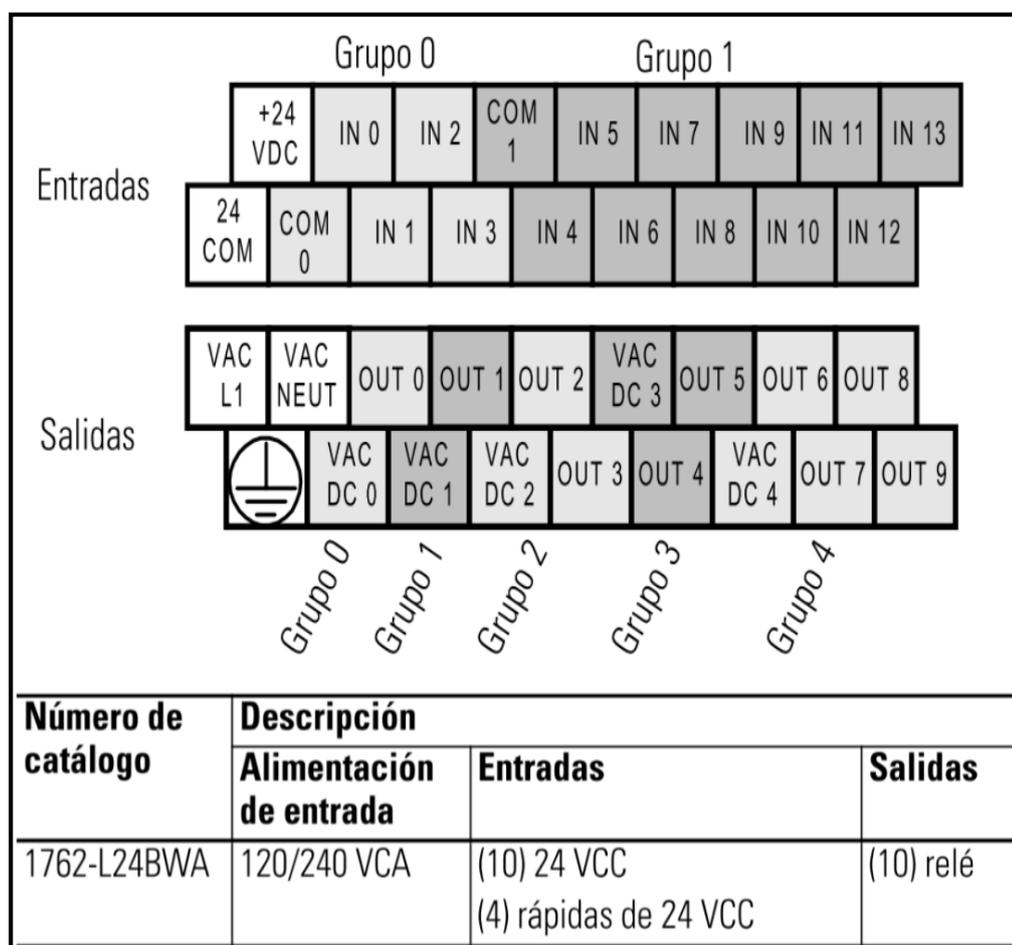


Fuente:(Manual de Usuario Rockwell-Automation, 2013)

3.1.4. Entradas y salidas del Micrologix 1200 L24BWA

En la figura se muestra el PLC micrologix 1200 modelos L24BWA donde se puede verificar las entradas y salidas incorporadas; sin embargo se requieren para el presente trabajo de investigación, un conjunto de tarjetas analógicas o módulos de expansión, tanto de entradas analógicas como de salidas analógicas, las cuales se detallaran en adelante.

Figura 3.2: Entradas y salidas incorporadas del Micrologix 1200 L24BWA

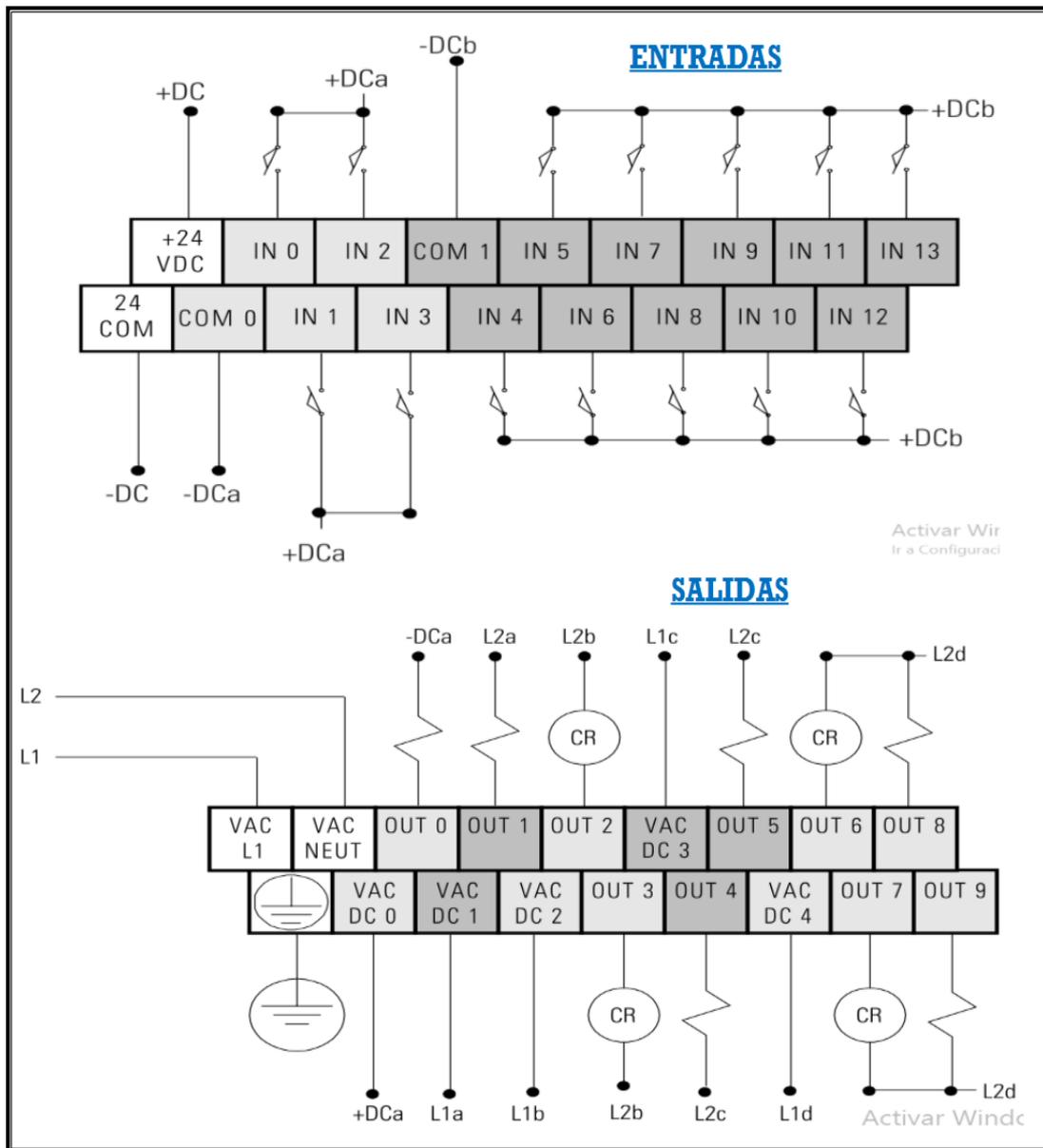


Fuente: (Manual de Usuario Rockwell-Automation, 2013)

3.1.4. Conexionado de entradas y salidas del Micrologix 1200 L24BWA

El micrologix 1200 modelo L24BWA, está constituido por 14 entradas y 10 salidas del tipo discreto, el conexionado se muestra en la siguiente figura.

Figura 3.3: Conexionado de entradas y salidas Micrologix 1200

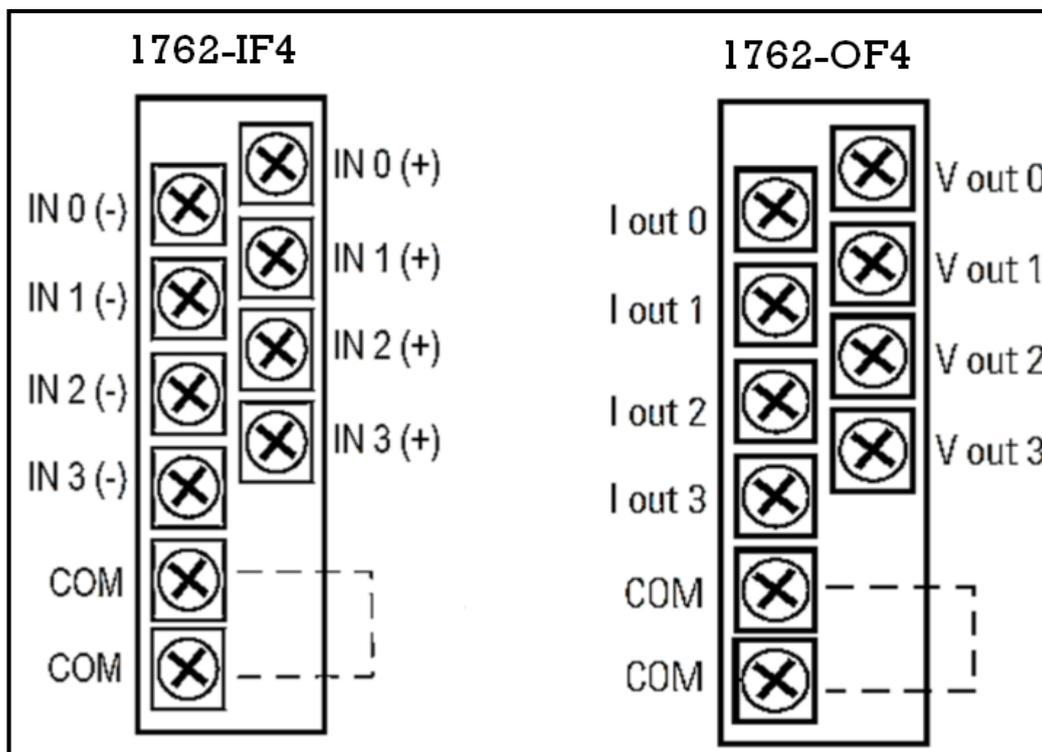


Fuente: (Manual de Usuario Rockwell-Automation, 2013)

3.1.4. Módulos de expansión de entradas y salida analógicas

Dentro de los expansores analógicos se tiene una serie de modelos tanto para entradas y salidas, el cual se usa de acuerdo a la necesidad de la instalación, en el laboratorio de control y automatización de la EPIME se cuenta con los modelos 1762-IF4 de entrada y el modelo 1762-OF4 de salida.

Figura 3.4: Módulos de expansión analógica del Micrologix 1200



Fuente: (Manual de Usuario Rockwell-Automation, 2013)

3.1.5. Software de programación ROCKWELL AUTOMATION

Rockwell Software es una línea de productos de software HMI diseñados con aspecto y navegación comunes para ayudar a acelerar la capacitación y el desarrollo de aplicaciones HMI. RSView es parte del conjunto escalable y unificado de soluciones de monitorización y control que abarcan desde aplicaciones a nivel de máquina hasta el nivel supervisor.

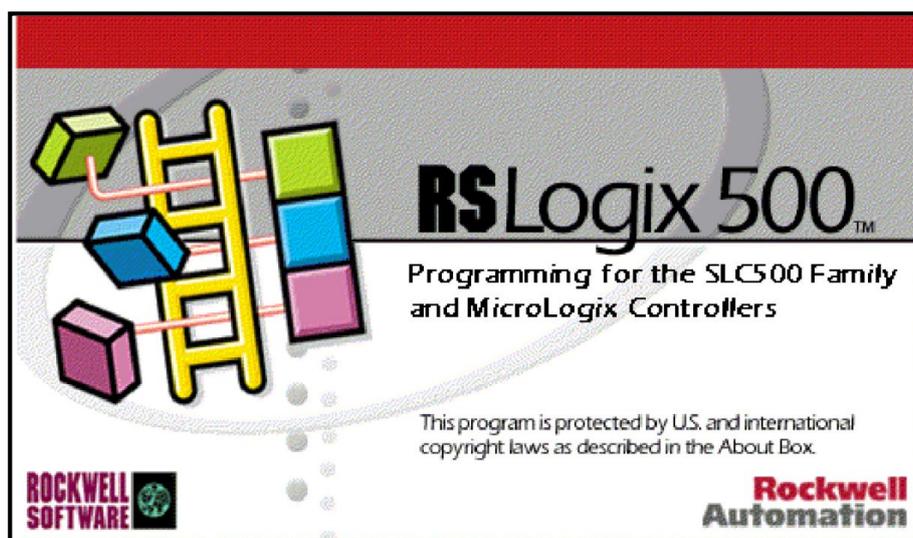
También funciona en múltiples plataformas, virtualmente en cualquier lugar de la empresa de fabricación, permitiendo ver la información adecuada, en el lugar y el momento adecuado.

Para lograr esto es necesario el conocimiento y aplicación de los siguientes programas:

- RS Logix 500
- RS Linx
- RS View 32

3.1.5. Software RS logix 500

Figura 3.5: Software de programación ladder RSLogix 500



Fuente: (Manual de Usuario Rockwell-Automation, 2013)

RSLogix es el software destinado a la creación de los programas en lenguaje de esquema de contactos o también llamado lógica de escalera (Ladder) Incluye editor de Ladder y verificador de proyectos (creación de una lista de errores) entre otras opciones. Este producto se ha desarrollado para funcionar en los sistemas operativos Windows.

Este software permite configurar y programar los PLC's que pertenezcan a la familia SLC500 de Allen Bradley, para comenzar a programar es necesario conocer los elementos de la interface que permite realizar programación

3.1.5. Software RSLinx

Existen diferentes paquetes según la funcionalidad a la que se haya de destinar el software. En nuestro caso y debido a las necesidades del proyecto se usará RSLinx Lite, que es el paquete más sencillo y económico. Éste no está disponible comercialmente pero se incluye en el RSLogix 500, el software propio de programación del autómatas. A partir de ahora nos referiremos al producto únicamente como RSLinx.

Figura 3.6: Software RSLinx



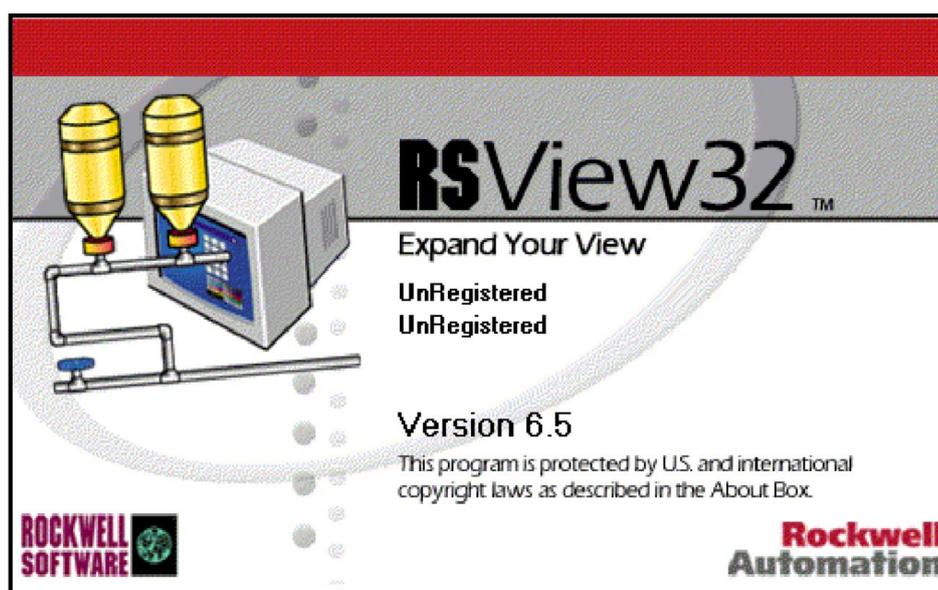
Fuente: (Manual de Usuario Rockwell-Automation, 2013)

3.1.5. Software RSView 32

El control y monitoreo de máquinas y sistemas de producción automatizadas deben de tener versatilidad y capacidad de comunicarse a una serie de tecnologías abiertas, de igual forma, al implementar scada en un sistema de producción. RSView32 ofrece una interface de operador hombre-máquina.

RSview32 al igual que toda la familia de Rockwell software trabaja bajo la plataforma de Windows

Figura 3.7: Software RSView 32



Fuente: (Manual de Usuario Rockwell-Automation, 2013)

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Conforme los objetivos planteados en el presente proyecto de investigación, se ha realizado la implementación de tres módulos:

- Módulo de sensores de proximidad binarios
- Módulo de sensores de fuerza
- Módulo de sensores de temperatura

Los mismos que se han armado con los sensores adquiridos, de acuerdo a la necesidad y considerando los costos, se debe tener en cuenta que los componentes de los módulos, en su mayoría han sido reciclados, provenientes de máquinas (fotocopiadoras, impresoras y PCs). Los cuales fueron acoplados según la necesidad.

4.1. MODULO DE SENSORES DE PROXIMIDAD BINARIOS

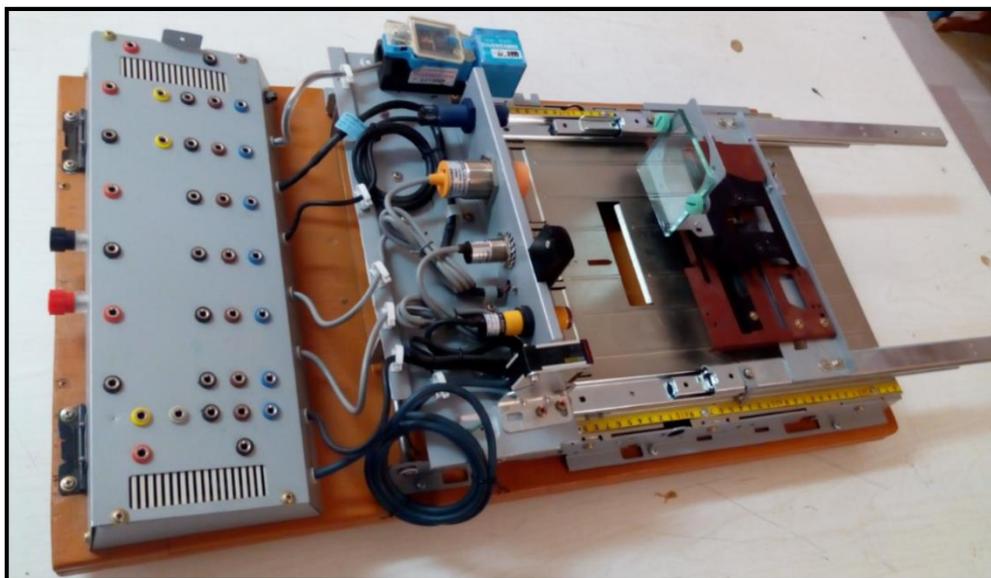
4.1.1. Descripción del módulo de sensores de proximidad

Este módulo permite realizar diferentes pruebas en sensores de proximidad fotoeléctricos, capacitivos e inductivos; básicamente se constituye de la siguiente manera:

- Sensor fotoeléctrico de retroreflexión
- Sensor fotoeléctrico de barrera
- Sensor fotoeléctrico difuso
- Sensor capacitivo tipo PNP y NPN
- Sensores capacitivo tipo PNP y NPN, sensor inductivo

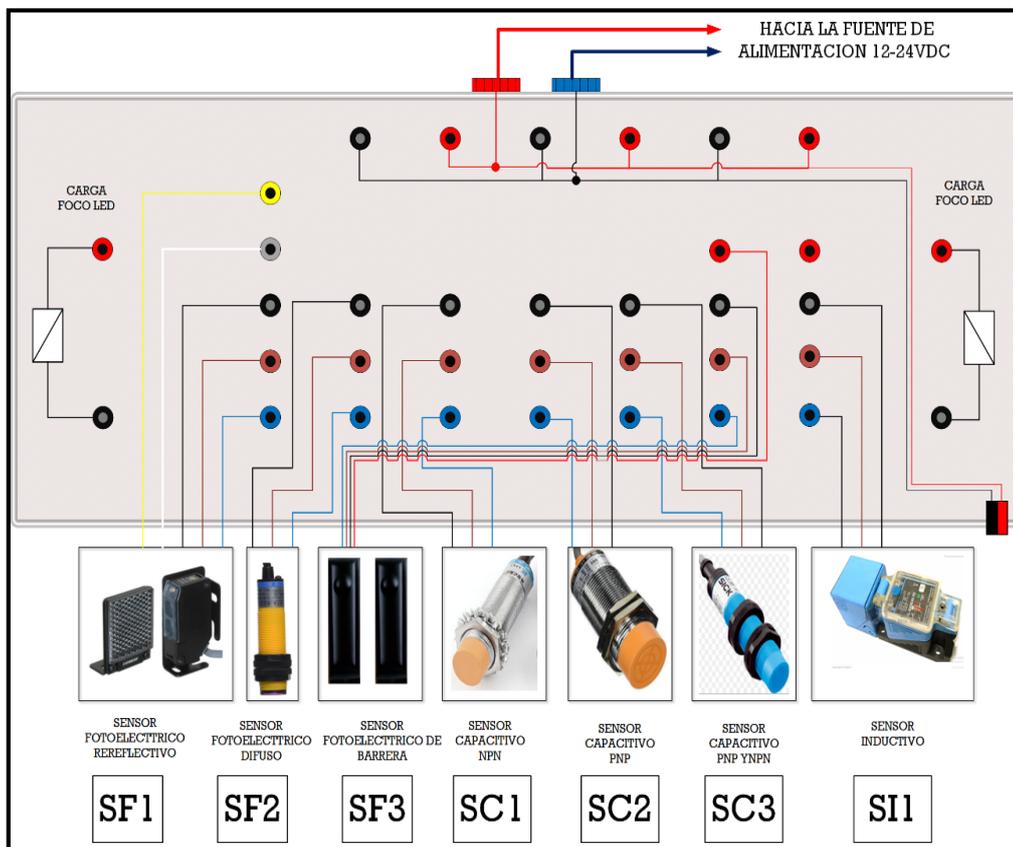
Se puede verificar este módulo en la figura 4.1

Figura 4.1: Módulo de sensores de proximidad binarios



Elaboración: Propia

Figura 4.2: Conexión del módulo de sensores de proximidad

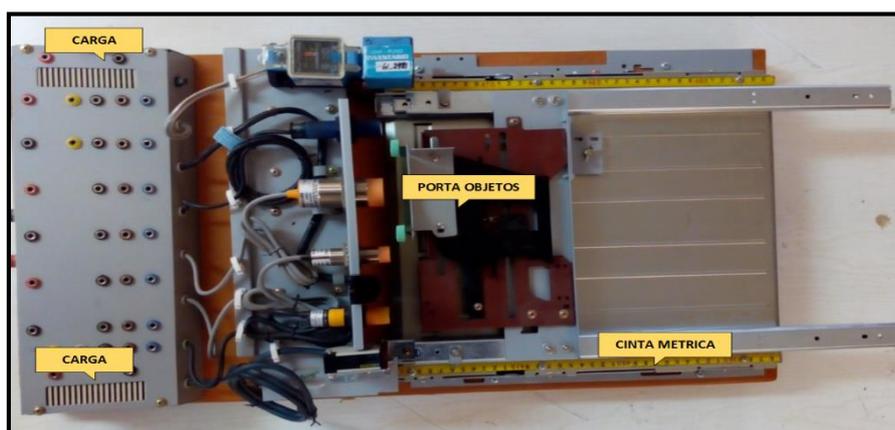


Elaboración: Propia

En la figura 4.2 se puede verificar el conexionado interno del módulo de sensores de proximidad, también se puede apreciar la distribución de los sensores a los cuales se les asigno las iniciales en la siguiente manera: SF1, SF2, SF3, SC1, SC2, SC3 y SI1.

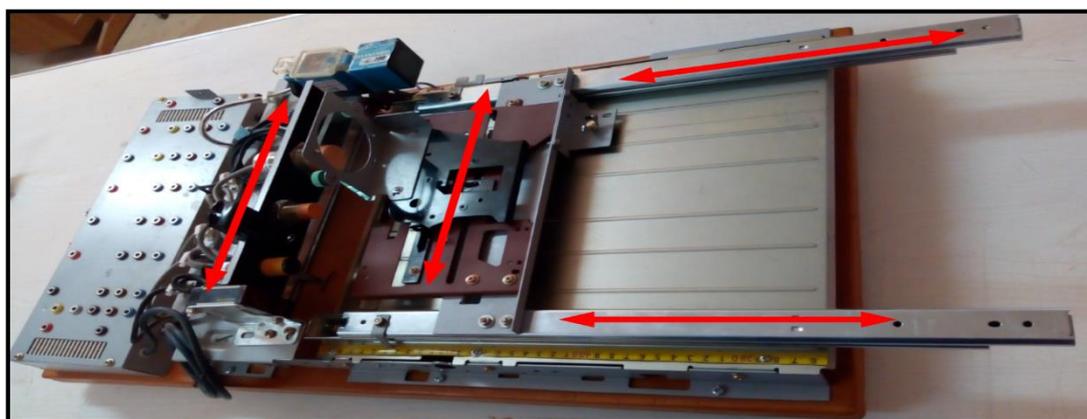
El módulo de sensores de proximidad consta también de un porta objeto, un carril que permite el desplazamiento del objeto en dos direcciones perpendiculares entre si, también consta de una cinta métrica para realizar las mediciones, por último se debe mencionar que el módulo tiene dos luces tipos led, los mismos que representan las cargas controladas por los sensores.

Figura 4.4: Componentes del módulo de sensores de proximidad



Elaboración: Propia

Figura 4.3: Módulo de sensores de proximidad, desplazamientos



Elaboración: Propia

4.1.2. Pruebas con el módulo de sensores de proximidad

4.1.2. Sensores de proximidad capacitivos e inductivos

La prueba consiste básicamente en tomar nota del punto exacto de activación y desactivación del sensor; cuando se acerca (S_R) y cuando se aleja (S_D) el objeto ya sea de naturaleza metálica o no metálica de cada uno de los sensores.

Tabla 4.1: Pruebas realizadas con el sensor capacitivo SC1

SENSOR CAPACITIVO LJC18A3-H-Z/BY CONEXIÓN NPN			
DISTANCIA NOMINAL=10mm			
MATERIAL	DISTANCIA		HISTERESIS
	S_D	S_R	
COBRE	14	13	1
HIERRO	14	13	1
ALUMINIO	18	17	1
LATON	12	10	2
CARTON	6	6	0
VIDRIO	12	12	0
PLASTICO	10	10	0

OBSERVACIONES:
 Este sensor tiene la capacidad de trabajar en conexión PNP y NPN, en ambos casos presenta un contacto normalmente abierto y normalmente cerrado de manera respectiva.
 La materia con el cual se presenta mayor histéresis viene a ser el plástico, sucediendo lo contrario con el cobre y aluminio.
 El material que detecta más rápido es el cartón, esto debido a sus propiedades dieléctricas

Elaboración: Propia

Tabla 4.2: Pruebas realizadas con el sensor capacitivo SC2

SENSOR CAPACITIVO LJC30A3-H-Z/BY CONEXIÓN PNP			
DISTANCIA NOMINAL=25mm			
MATERIAL	DISTANCIA		HISTERESIS
	S_D	S_R	
COBRE	29	27	2
HIERRO	29	26	3
ALUMINIO	38	33	5
LATON	35	33	2
CARTON	23	20	3
VIDRIO	27	27	0
PLASTICO	26	23	3

OBSERVACIONES:
 Este sensor presenta un alcance nominal de hasta 25mm, lo cual se debe a que su cabeza o área de detección es superior a los otros sensores que forman parte del módulo.
 El material con el cual se presenta mayor histéresis es el aluminio, sucediendo lo contrario con el vidrio, esto debido a sus propiedades dieléctricas.

Elaboración: Propia

Tabla 4.3: Pruebas realizadas con el sensor capacitivo SC3

SENSOR CAPACITIVO CUP-18RP-87PA NPN/PNP			
DISTANCIA NOMINAL=10mm			
MATERIAL	DISTANCIA		HISTERESIS
	S _D	S _R	
COBRE	15	15	0
HIERRO	16	14	2
ALUMINIO	8	7	1
LATON	10	9	1
CARTON	9	9	0
VIDRIO	14	12	2
PLASTICO	10	8	2

OBSERVACIONES:
 Este sensor tiene la capacidad de trabajar en conexión PNP y NPN, en ambos casos presenta un contacto normalmente abierto y normalmente cerrado de manera respectiva.
 El materia con el cual se presenta mayor histéresis viene a ser el plástico, sucediendo lo contrario con el cobre y aluminio.
 El material cuya histéresis aproximadamente es nula son el cobre y el cartón.

Elaboración: Propia

Tabla 4.4: Pruebas realizadas con el sensor inductivo SC1

SENSOR INDUCTIVO CAT 871L-B20E40-T2 Serie A			
DISTANCIA NOMINAL=20mm			
MATERIAL	DISTANCIA		HISTERESIS
	S _D	S _R	
COBRE	19	19	0
HIERRO	20	19	1
ALUMINIO	12	11	1
LATON	13	10	3

OBSERVACIONES:
 Este sensor se conecta en serie con la carga a energizar, solamente posee dos cables de color marrón y negro, se requiere que la carga no tenga polaridad
 El materia con el cual se presenta mayor histéresis viene a ser el latón , sucediendo lo contrario con el cobre

Elaboración: Propia

4.1.2. Sensores de proximidad fotoeléctricos

Para realizar las pruebas con el sensor fotoeléctrico difuso se procedió en forma similar a las pruebas efectuadas con los sensores inductivos y capacitivos cambiando la naturaleza de los objetos; considerando sus propiedades reflectantes.

Las pruebas efectuar con los sensores fotoeléctricos del tipo barrera y retroreflexion solamente se restringen a los alcances máximos y tamaño de los objetos a detectar; sin embargo es posible realizar pruebas considerando su

comportamiento en ambientes de polvo, humedad, con poca o bastante iluminación; son pruebas que deberán realizarse con el instructor del laboratorio,

Tabla 4.5: Pruebas realizadas con el sensor fotoeléctrico SF1

SENSOR FOTOELECTRICO TIPO RETROREFLEXION E3JK-R2M1	
DISTANCIA NOMINAL EMISOR-PRISMA=5m	
SEPARACION MAX ENTRE EMISOR-PRISMA	8m
AREA DE OBJETO A DETECTAR	Superior a 1cm ² ,
DESVIACION ENTRE EMISOR Y PRISMA	10cm

Elaboración: Propia

Tabla 4.6: Pruebas realizadas con el sensor fotoeléctrico SF2

SENSOR FOTOELECTRICO TIPO BARRERA	
DISTANCIA NOMINAL EMISOR-RECEPTOR=15m	
SEPARACION MAX ENTRE EMISOR-RECEPTOR	20m
AREA DE OBJETO A DETECTAR	Superior a 900cm ²
DESVIACION ENTRE EMISOR Y RECEPTOR	5cm

Elaboración: Propia

Tabla 4.7: Pruebas realizadas con el sensor fotoeléctrico SF3

SENSOR FOTOELECTRICO TIPO DIFUSO E18-B03P1			
DISTANCIA NOMINAL=30Cm			
MATERIAL	DISTANCIA		HISTERESIS
	S _D	S _R	
ESPEJO	25	28	3
NEGRO	32	25	7
BLANCO	20	25	5
COBRE	27	25	2

OBSERVACIONES:
 Este sensor es muy versátil ya que su distancia de dotación es alta en comparación con los sensores inductivos y capacitivos, mencionados anteriormente.
 El material que tiene menor alcance es el de color blanco esto se debe a que absorbe la luz emitida por el sensor.

Elaboración: Propia

4.2. MODULO DE SENSORES DE FUERZA

4.2.1. Descripción del módulo de sensor de fuerza

Este módulo ha sido construido para identificar el comportamiento de la celda de carga ante distintas masas colocadas en el plato porta objetos. Se debe considerar que para su funcionamiento se requiere de una fuente de 24VDC, básicamente está constituido por los siguientes componentes:

- Celda de carga acoplada a un plato portador de objetos
- Amplificador de celda de carga

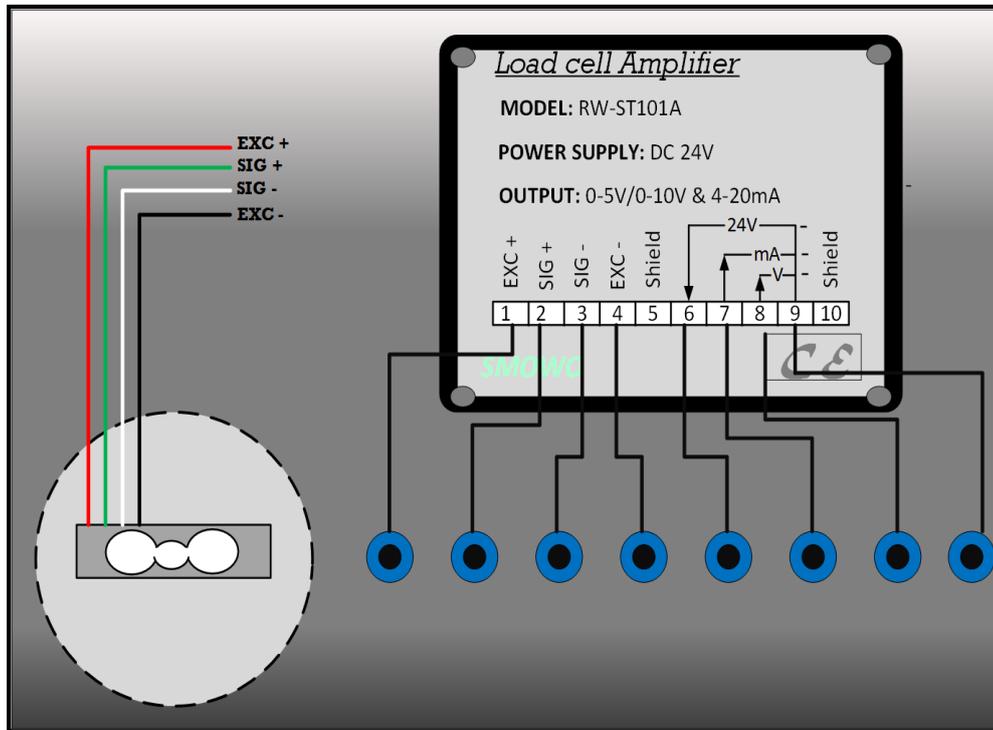
Figura 4.5: Modulo de sensores de fuerza



Elaboración: Propia

Este módulo tiene la capacidad de emitir dos tipos de señales eléctricas en forma de corriente de 4-20mA y en forma de tensión de 0-10VDC, las cuales varían en forma proporcional a la carga colocada en el plato porta objetos.

Figura 4.6: Conexión interno del módulo de sensores de fuerza



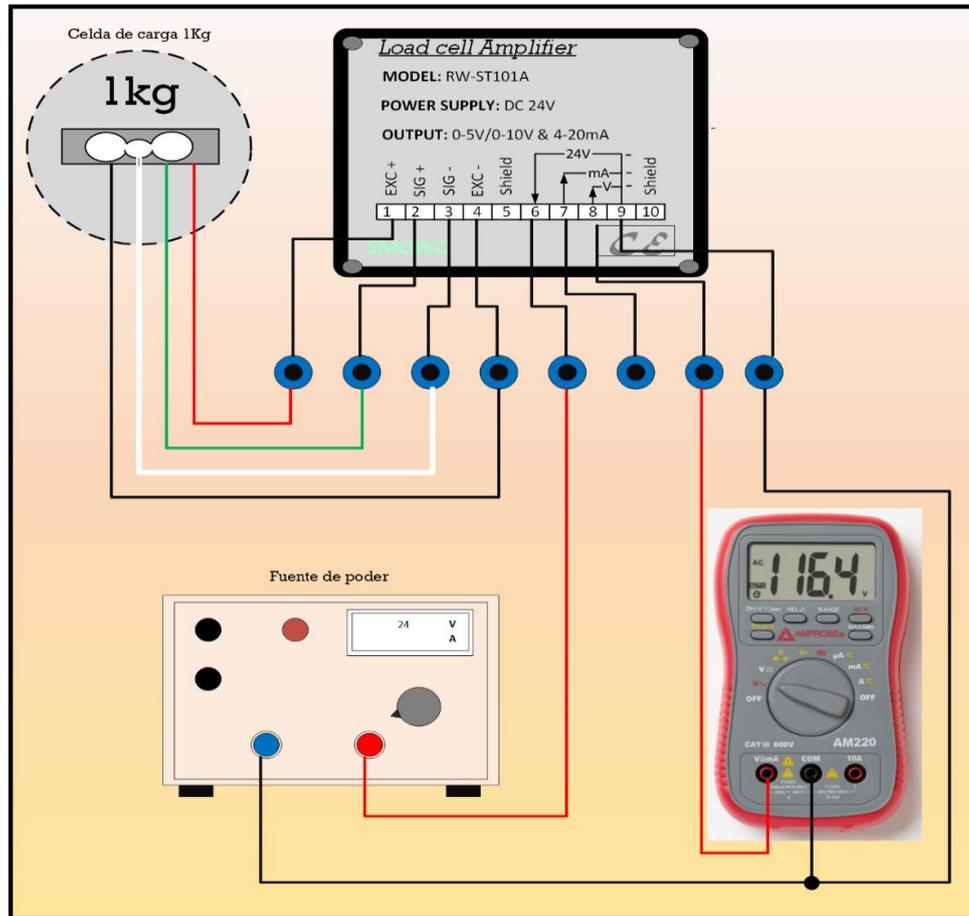
Elaboración: Propia

En la figura 4.6 se puede apreciar el esquema de conexión del módulo mostrado en la figura xx. En dicho esquema, se muestra el conexión entre el amplificador de celda de carga y las borneras de color azul, en el mismo orden de izquierda a derecha.

- EXC+: Celda de carga cable rojo
- SIG+: Celda de carga cable verde
- SIG-: Celda de carga cable blanco
- EXC-: Celda de carga cable negro

El resto de cables son de alimentación y de señal de salida, la manera correcta de realizar las conexiones se muestra en la siguiente figura 4.7.

Figura 4.7: Conexionado de celda de carga para registrar datos



Elaboración: Propia

La figura 4.7 muestra el esquema de conexionado del módulo de sensores de fuerza, con el fin de obtener datos en función del voltaje.

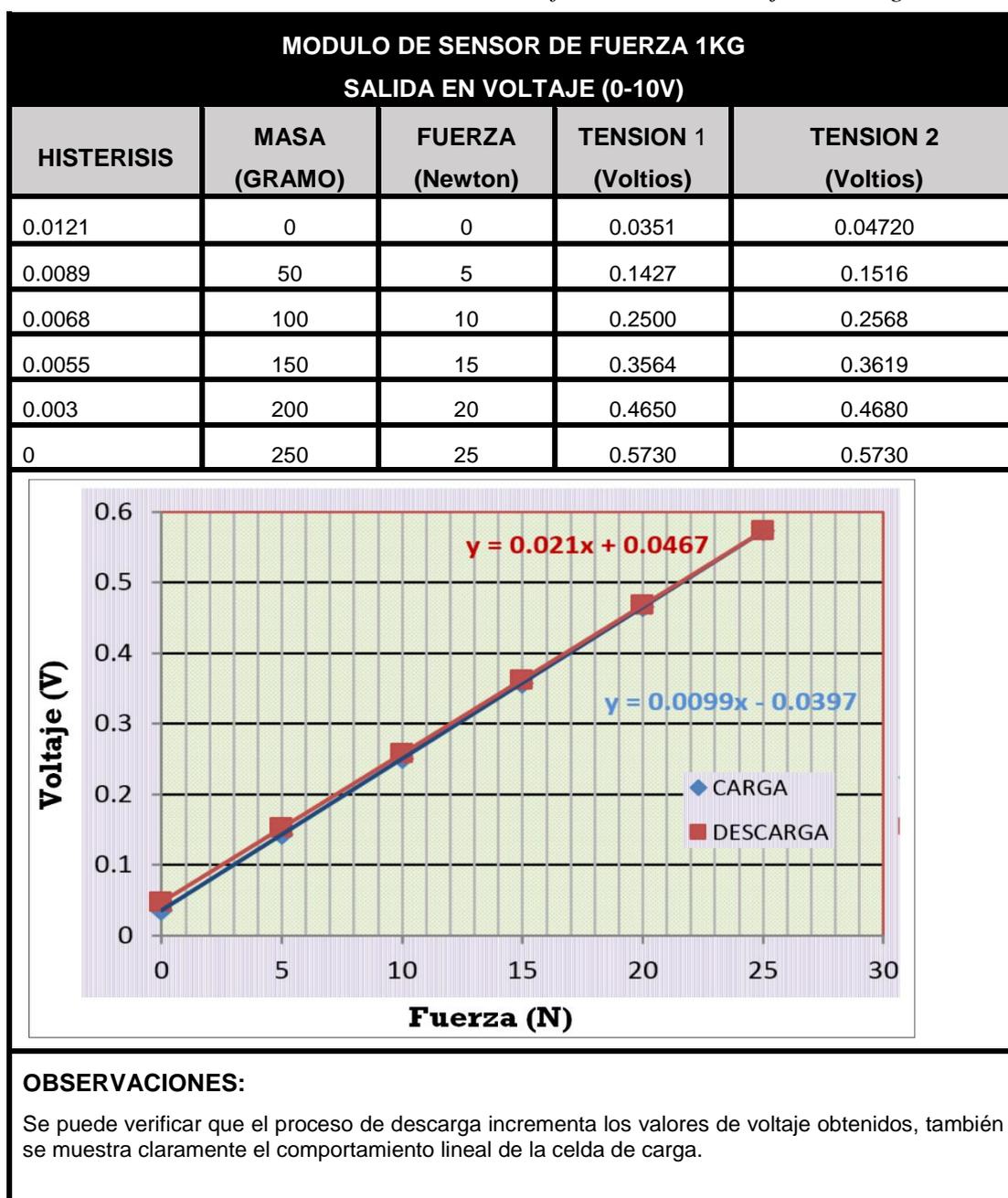
Si se desea obtener datos en función de la corriente, es necesario cambiar el cable rojo ubicado en el borne 8 hacia el borne 7, con lo cual se obtendrá una lectura en mA, no es necesario realizar cambios en el conexionado del multímetro ya que se tiene una corriente en miliamperios.

En ambos casos, corriente y tensión, es necesario configurar el multímetro, según se requiera.

4.2.2. Pruebas con el módulo de sensores de fuerza

Para la realización de pruebas se han utilizado un juego de masas obtenidas en el laboratorio de física de la UNA, tomando en consideración la salida en corriente y tensión por parte del amplificador de celda de carga, se ha obtenido los siguientes cuadros

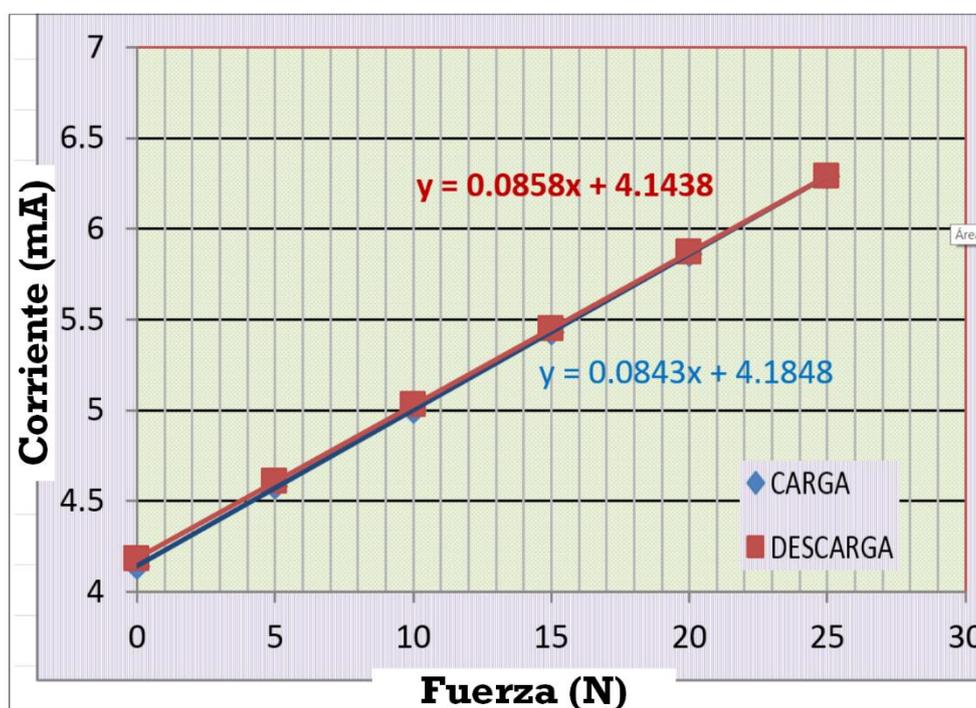
Tabla 4.8: Pruebas con el sensor de fuerza salida voltaje de 5-50g



Elaboración: Propia

Tabla 4.9: Pruebas con el sensor de fuerza salida corriente de 5-50g

MODULO DE SENSOR DE FUERZA 1KG				
SALIDA EN CORRIENTE (4-20mA)				
HISTERISIS	MASA (GRAMO)	FUERZA (Newton)	CORRIENTE 1 (mA)	CORRIENTE 2 (mA)
0.04	0	0	4.14	4.18
0.03	50	5	4.58	4.61
0.03	100	10	5.00	5.03
0.02	150	15	5.43	5.45
0.01	200	20	5.86	5.87
0	250	25	6.29	6.29



OBSERVACIONES:

Se puede verificar que el proceso de descarga incrementa los valores de corriente obtenidos, también se muestra claramente el comportamiento lineal de la celda de carga.

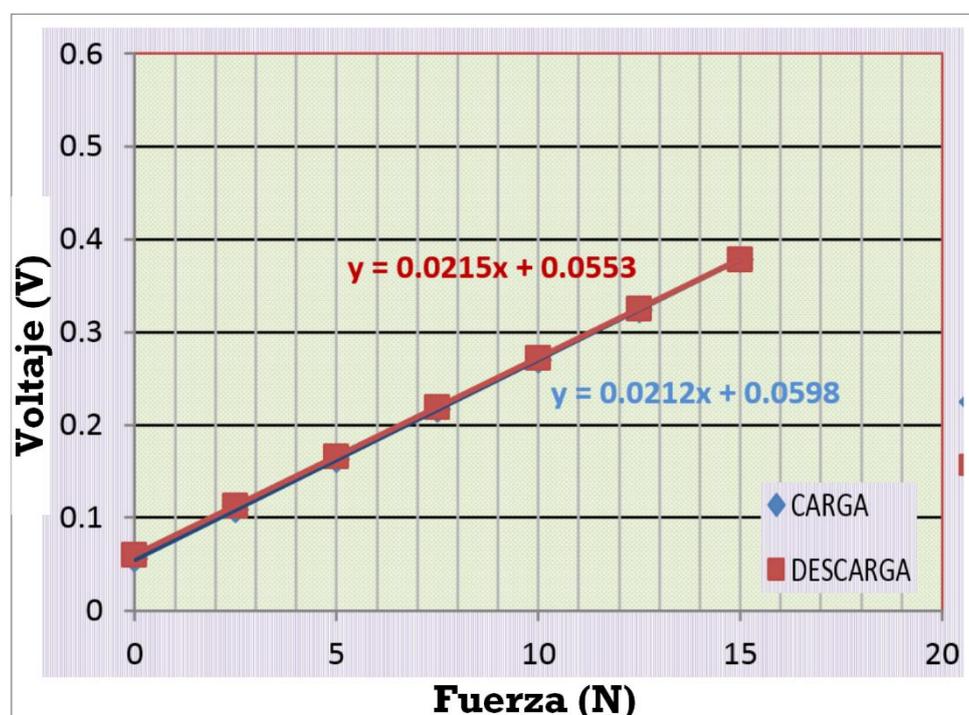
Se puede verificar también que el comportamiento tiene mayor aproximación lineal cuando se trabaja con corriente que cuando se trabaja con voltaje.

Las pendientes de las rectas tanto en proceso de carga y descarga son casi iguales debido a que la histéresis es muy pequeña

Elaboración: Propia

Tabla 4.10: Pruebas con el sensor de fuerza salida voltaje de 50-400g

MODULO DE SENSOR DE FUERZA 1KG				
SALIDA EN VOLTAJE (0-10V)				
HISTERISIS	MASA (GRAMO)	FUERZA (Newton)	TENSION 1 (Voltios)	TENSION 2 (Voltios)
0.0043	0	0	0.0557	0.6000
0.0038	25	2.5	0.1091	0.1129
0.0034	50	5.0	0.1624	0.1658
0.0024	75	7.5	0.2168	0.2192
0.0018	100	10	0.2698	0.2716
0.009	125	12.5	0.3244	0.3253
0	150	15	0.3785	0.3785



OBSERVACIONES

Se puede verificar que el proceso de descarga incrementa los valores de voltaje obtenidos, también se muestra claramente el comportamiento lineal de la celda de carga.

Prácticamente, las líneas se sobrepone, debido a que la histéresis es casi nula, las ecuaciones de las rectas en los procesos de carga y descarga son aproximadamente iguales

Elaboración: Propia

Tabla 4.11: Pruebas con el sensor de fuerza salida corriente de 50-400g

MODULO DE SENSOR DE FUERZA 1KG				
SALIDA EN CORRIENTE(4-20mA)				
HISTERISIS	MASA (GRAMO)	FUERZA (Newton)	CORRIENTE 1 (mA)	CORRIENTE 2 (mA)
0.02	0	0.5	4.23	4.25
0.02	25	1.0	4.44	4.46
0.01	50	1.5	4.66	4.67
0.01	75	2.0	4.87	4.88
0.01	100	2.5	5.08	5.69
0	125	3.0	5.30	5.30
0	150	3.5	5.52	5.52

OBSERVACIONES

Se puede verificar que el proceso de descarga incrementa los valores de voltaje obtenidos, también se muestra claramente el comportamiento lineal de la celda de carga.

Prácticamente, las líneas se sobreponen, debido a que la histéresis es casi nula, las ecuaciones de las rectas en los procesos de carga y descarga son aproximadamente iguales

Elaboración: Propia

4.3. MODULO DE SENSORES DE TEMPERATURA

4.3.1. Descripción del módulo de sensores de temperatura

El módulo de sensores de temperatura se ha construido con el fin de realizar prácticas de laboratorio relacionados con procesos térmicos. En la figura 4.8 se muestra. El modulo concluido, y con todos sus accesorios

Figura 4.8: Módulo de sensores de temperatura

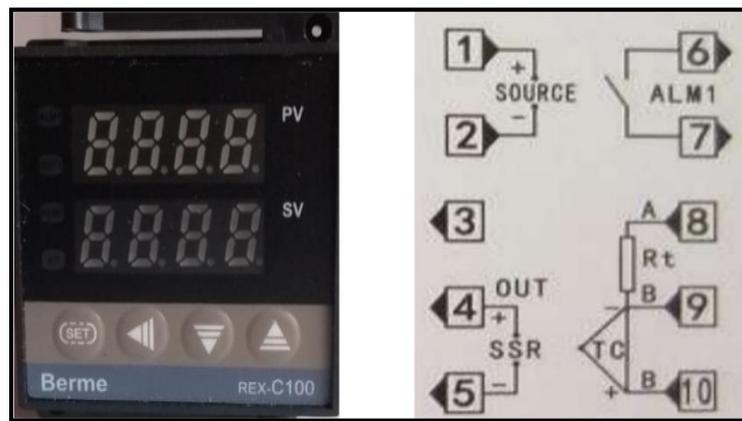


Elaboración: Propia

4.3.1. Controlador de temperatura REX-C100 + accesorios

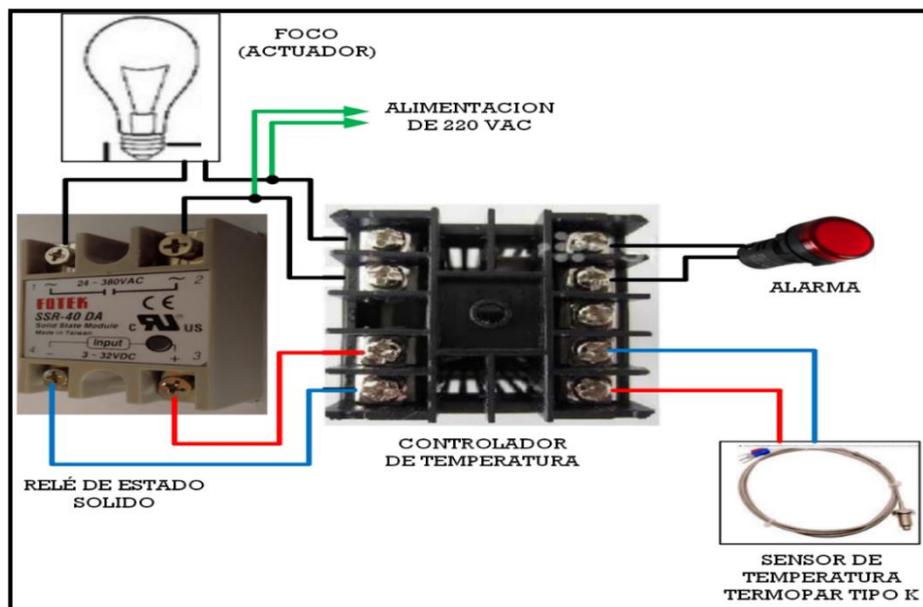
El controlador de temperatura, permite realizar pruebas relacionadas con los procesos térmicos, teniendo bastantes aplicaciones en la industria. En la figura 4.9 se muestra el plano de instalación según el fabricante del producto, y en la figura 4.10 se muestra un esquemático con las conexiones realizadas según el plano.

Figura 4.9: Controlador de temperatura y esquema de conexionado



Elaboración: Manual controlador REX-C100

Figura 4.10: Conexionado del controlador de temperatura REX-C100



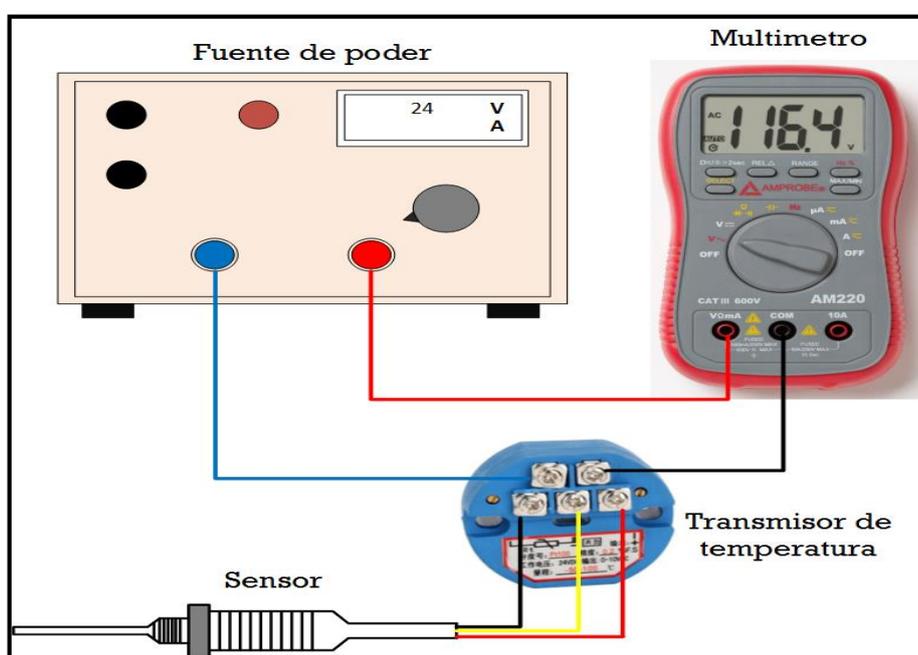
Elaboración: Propia

El sensor de temperatura proporciona información al controlador de temperatura, el cual

4.3.1. Sensor de temperatura termopar + transmisor

Para el conexionado del sensor de temperatura tipo Pt100, transmisor, multímetro (modo amperímetro mA) y fuente de poder. se debe tomar en cuenta el siguiente esquema de la figura 4.11

Figura 4.11: Conexionado transmisor-sensor RTD Pt100

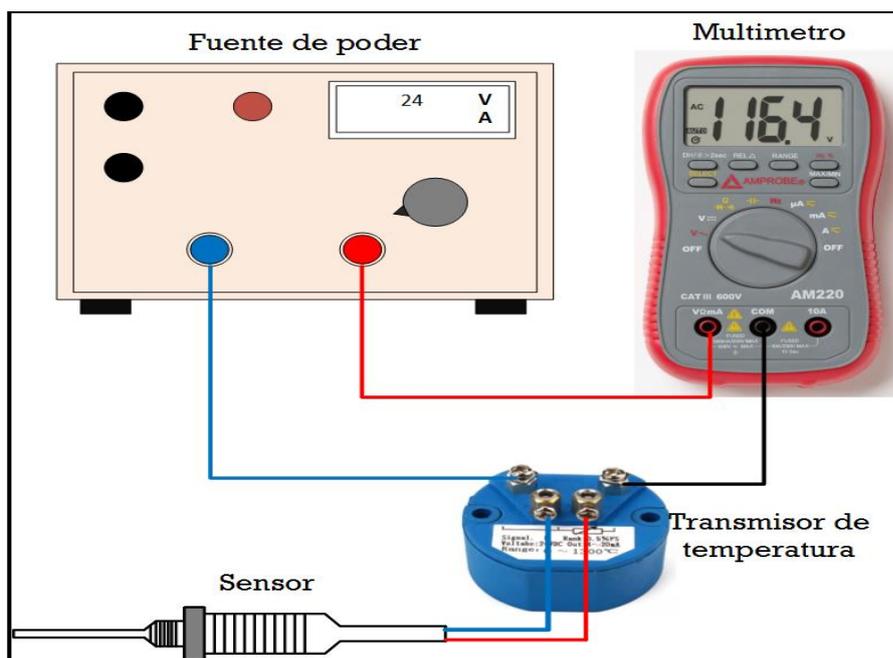


Elaboración: Propia

4.3.1. Sensor de temperatura termopar + transmisor

Para el conexionado del sensor de temperatura tipo Pt100, transmisor, multímetro (modo amperímetro mA) y fuente de poder se debe tomar en cuenta el siguiente esquema de la figura 4.12

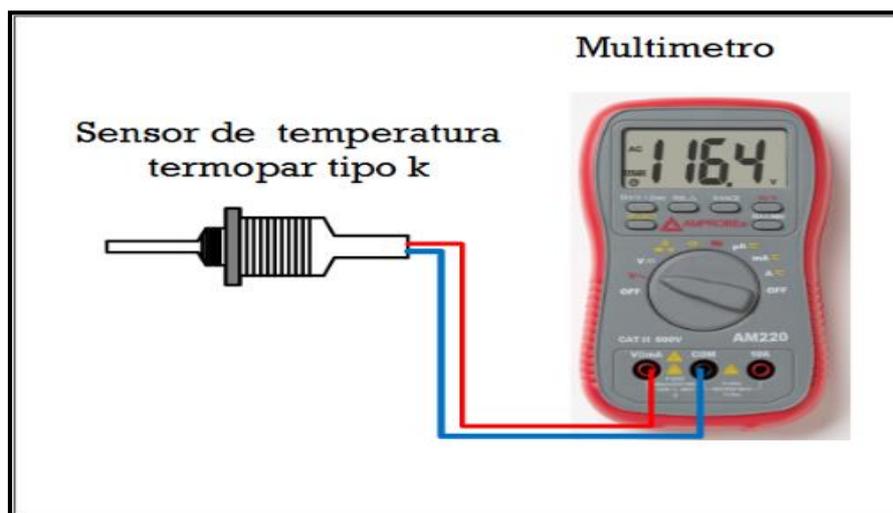
Figura 4.12: Conexionado transmisor-sensor RTD Pt100



Elaboración: Propia

Para realizar las pruebas se requiere de un sensor de temperatura que sirva como patrón de medidas. Para lo cual se ha utilizado un multímetro con capacidad de lectura de temperatura, el cual cuenta con un sensor de temperatura termopar tipo k de dos hilos el cual se muestra en la figura 4.13

Figura 4.13: Multímetro, sensor de temperatura termopar tipo k



Elaboración: Propia

4.3.2. Pruebas con el módulo de temperatura

Para realizar las pruebas se efectúa la conexión correspondiente, y se colocan juntos el sensor patrón y el sensor en estudio lo más cerca posible a una fuente de calor (foco incandescente de 100W-220VAC) tomando en cuenta el tiempo de calentamiento y de enfriamiento.

Tabla 4.12: Pruebas con el sensor de temperatura termopar tipo k

SENSOR DE TEMPERATURA TERMOPAR TIPO K		
(°C)	(mA)	
21	4.55	
25	4.55	
30	4.57	
35	4.60	
40	4.64	
45	4.69	
50	4.74	
55	4.80	
60	4.89	
65	4.97	
70	5.06	
75	5.16	
80	5.25	

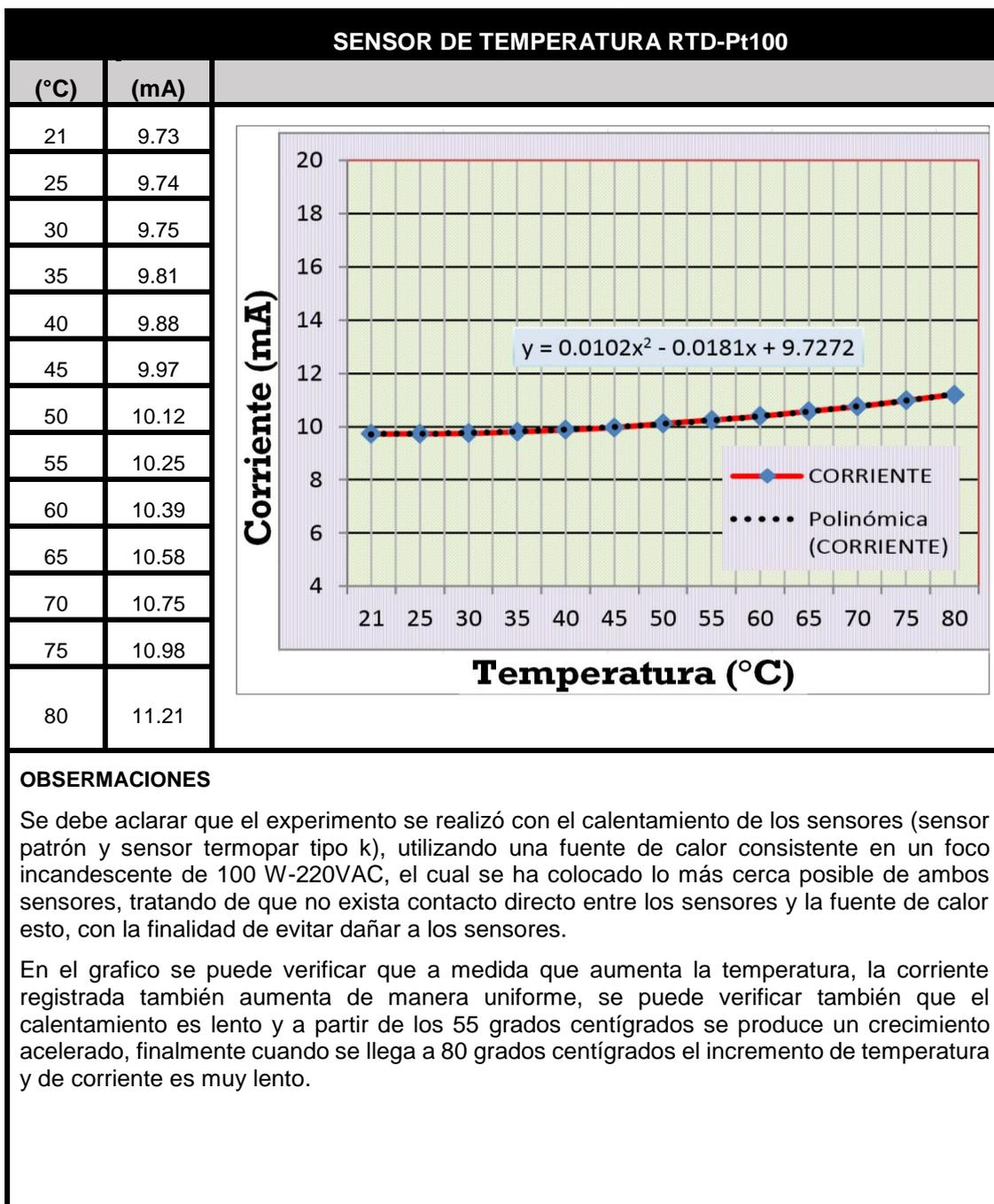
OBSERVACIONES

Se debe aclarar que el experimento se realizó con el calentamiento de los sensores (sensor patrón y sensor termopar tipo k), utilizando una fuente de calor consistente en un foco incandescente de 100 W-220VAC, el cual se ha colocado lo más cerca posible de ambos sensores, tratando de que no exista contacto directo entre los sensores y la fuente de calor esto, con la finalidad de evitar dañar a los sensores.

En el gráfico se puede verificar que a medida que aumenta la temperatura, la corriente registrada también aumenta de manera uniforme, se puede verificar también que a un inicio el calentamiento es lento y a partir de los 45 grados centígrados se produce un crecimiento acelerado, finalmente cuando se llega a 75 grados centígrados el incremento de temperatura y de corriente es muy lento.

Elaboración: Propia

Tabla 4.13: Pruebas con el sensor de temperatura RTD Pt-100

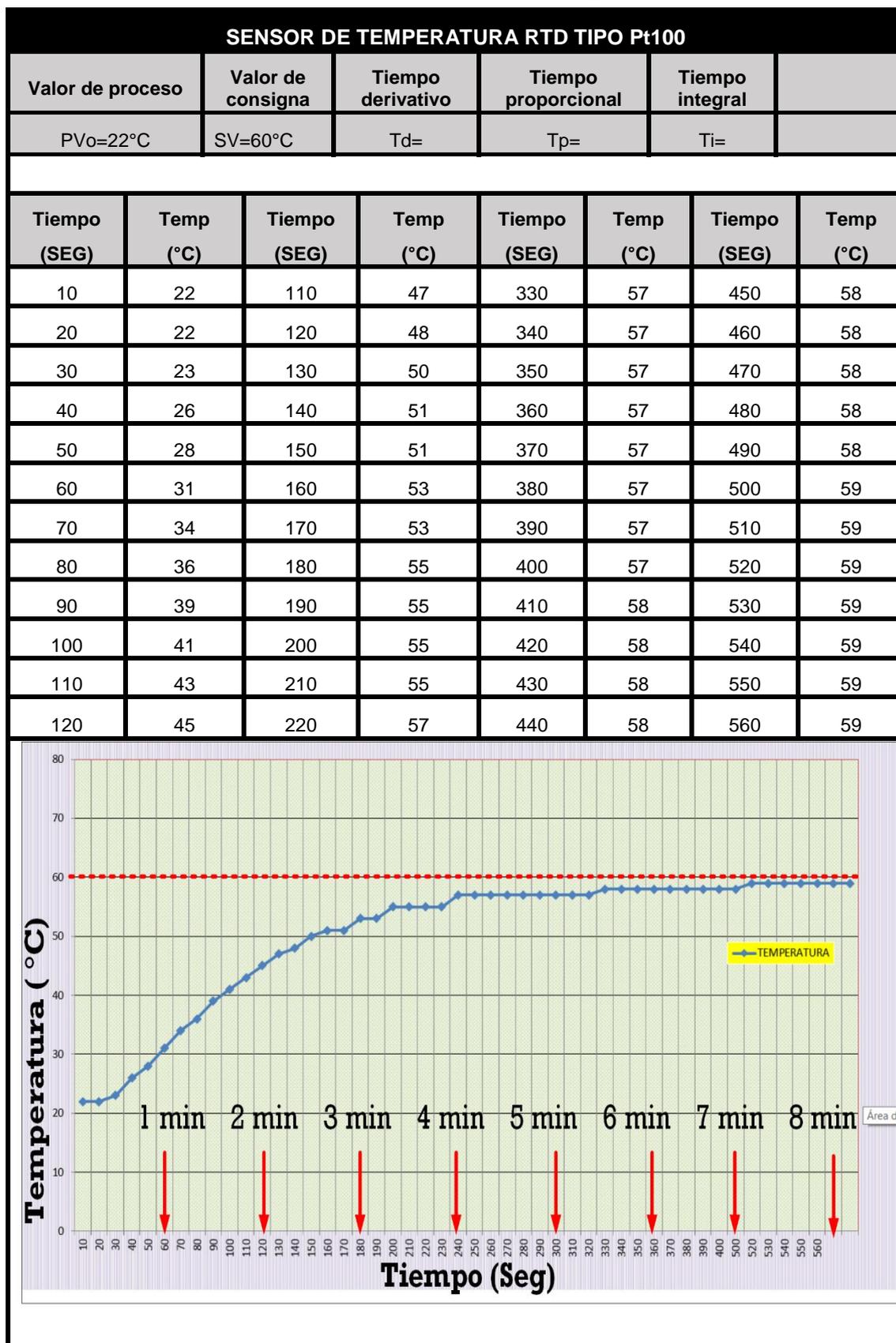


Elaboración: Propia

4.3.3. Pruebas con el controlador de temperatura REX-C100

Para realizar la prueba con el controlador de temperatura se requiere de una fuente de calor, consistente en un foco incandescente, la cual requiere para su funcionamiento 220VCA,

Tabla 4.14: Pruebas con el controlador de temperatura REX C100

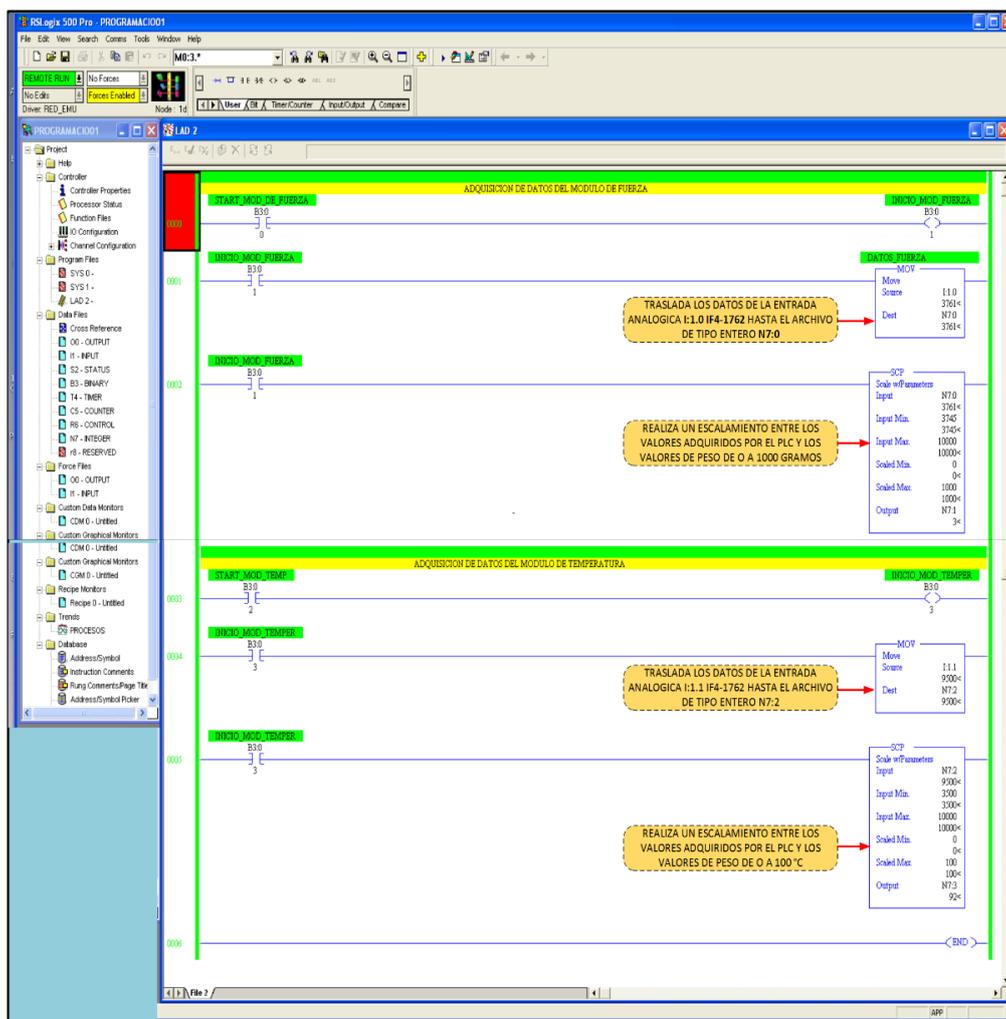


Elaboración: Propia

En la tabla 4.14 se ha establecido los parámetros de funcionamiento tales como la variable de control, variable de proceso tiempo integral, tiempo derivativo, etc., obteniendo la gráfica que básicamente se interpreta de la siguiente manera: para alcanzar el valor seteado de 60 grados centígrados el controlador se ha demorado alrededor de 8 minutos, considerando que la temperatura inicial fue de 20 grados centígrados, se considera esta última como la temperatura ambiente.

4.3.4. Adquisición de señales con el PLC Micrologix 1200

Figura 4.14: Programa Ladder para adquisición de señales



Elaboración: Propia

Para la adquisición de datos es necesario el uso del programa RSLogix 500, mediante el cual se realiza la programación Ladder, el cual se describe en la figura 4.14

4.3.5. Pantalla HMI para la adquisición de señales

Para verificar la adquisición de señales se utiliza el programa RSview 32, el cual se describió anteriormente. Para el presente trabajo de investigación se ha realizado 3 ventanas, las mismas que se describen a continuación:

Figura 4.15: Ventana principal del HMI para adquisición de datos

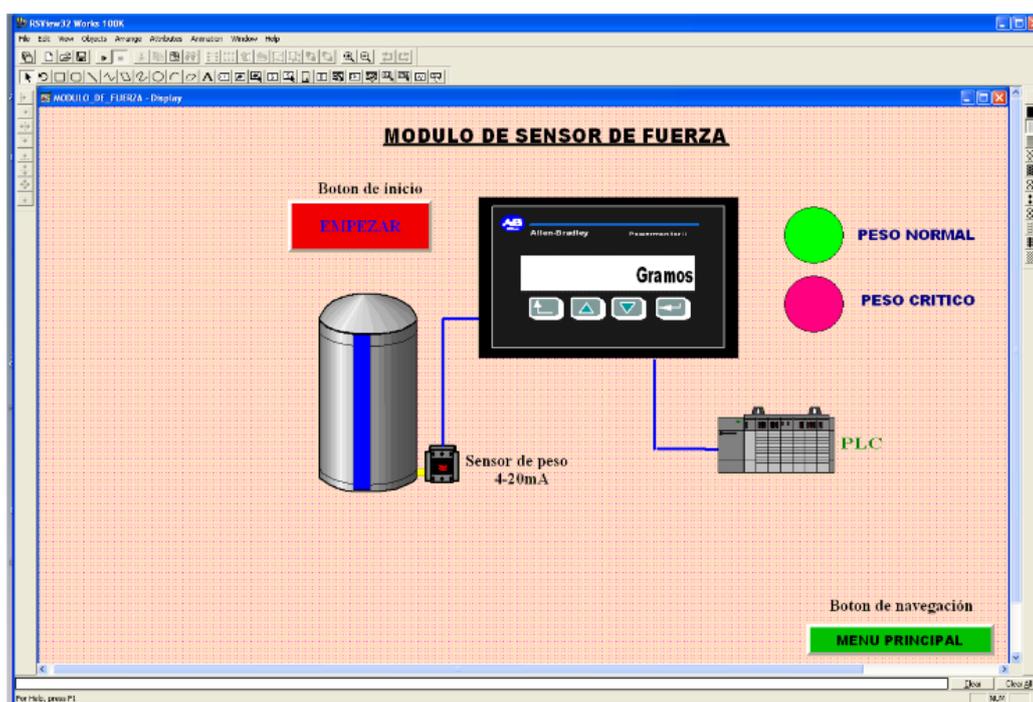


Elaboración: Propia

La ventana mostrada en la figura 4.15 representa la ventana de acceso principal de nuestro programa HMI.

La ventana de acceso nos muestra los datos principales del HMI, el título y los ejecutores de la misma, también mediante los botones de acceso es posible desplazarse hacia las otras ventanas.

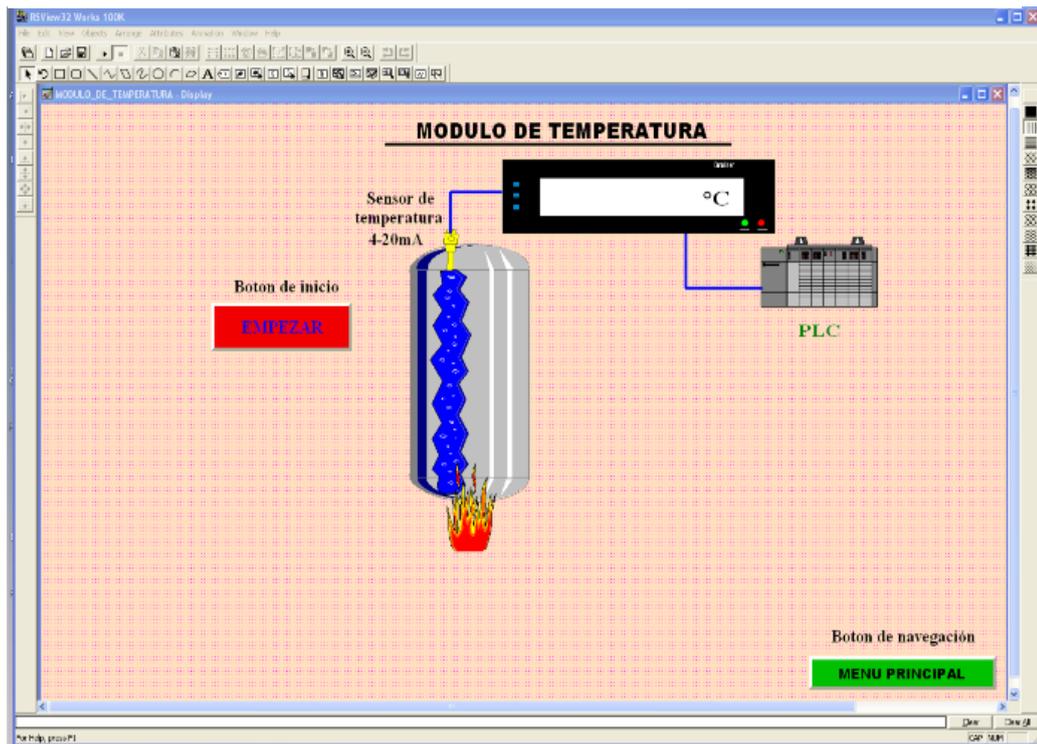
Figura 4.16: Ventana de adquisición de señales de fuerza



Elaboración: Propia

La ventana de adquisición de datos temperatura figura 4.16, muestra un esquema que representa el llenado de un tanque, la misma que representa la cantidad de peso que se le aplica a la celda de carga. El display muestra los valores obtenidos, también se puede apreciar dos círculos; verde y rosado los cuales se encenderán en el caso de peso normal y cuando se esté llegando a la capacidad máxima de carga (1000 gramos) respectivamente, se encenderá el círculo rojo con el fin de no dañar la celda de carga. También se tiene un botón que nos permite regresar a la ventana principal.

Figura 4.17: Ventana de adquisición de datos de señales de temperatura



Elaboración: Propia

La ventana de adquisición de datos de temperatura figura 4.17, muestra un esquema de un tanque al cual se lo calienta mediante una llama de fuego, la misma que representa el calor se aplica al sensor de temperatura. El display muestra los valores de temperatura en grados centígrados, se puede verificar la existencia de un botón que inicia el programa para la adquisición de datos y el otro botón en la parte inferior derecha permite retornar a la ventana principal

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES

PRIMERO: Se ha logrado realizar la adquisición, selección de sensores de proximidad binarios, sensores de temperatura y un sensor de fuerza, también se cuenta con transmisores de temperatura y celda de carga con alimentación de 24VDC y salida analógica de 0-10VDC, 4-20mA.

SEGUNDO: Se ha logrado construir un módulo de sensores de proximidad binarios (**figura 4.1**), un módulo de sensor de fuerza (**figura 4.2**), y un módulo de sensores de temperatura (**figura 4.3**); cada uno de estos módulos funcionan de manera independiente.

TERCERO: Se ha logrado implementar con el software de programación RSLogix y el PLC Micrologix 1200 un sistema de adquisición de datos, también, mediante el software RSView32 se ha implementado un HMI.

CUARTO: Se ha logrado realizar el análisis y estudio de cada uno de los sensores, verificando sus propiedades, conexiones y aplicaciones, también; se ha implementado el laboratorio de control y automatización de la EPIME con un conjunto de módulos de instrumentación y sus respectivas guías de laboratorio.

QUINTO: Se ha implementado el laboratorio de control y automatización de la EPIME, un módulo de instrumentación, y elaborar sus respectivas guías de laboratorio.,

CAPÍTULO VI

RECOMENDACIONES

PRIMERO: Para utilizar cada uno de los módulos de instrumentación, es necesario contar con los conocimientos básicos de manejo de instrumentos y de electricidad

SEGUNDO: Se debe tomar en consideración, las indicaciones de cada una de las guías de laboratorio adjuntas al presente trabajo de investigación, antes de utilizar los módulos esto, con la finalidad de no dañar los equipos

TERCERO: Es posible elaborar otras guías de laboratorio, ya que los módulos permites realizar una gran variedad de prácticas de laboratorio, todo dependerá del instructor encargado y los estudiantes del laboratorio de control y automatización de la EPIME

CUARTO: Se recomienda implementar el laboratorio de control y automatización de la EPIME, con distintos equipos de instrumentación, ya que es de fundamental importancia su estudio y análisis, considerando la existencia de los mismos en cualquier planta o industria, de tal forma que los egresados de la EPIME se encuentren preparados para afrontar cualquier situación que se presente trabajo de investigación.

CAPITULO VII

REFERENCIAS

Barbecho, J. M., Sarmiento, A. P., Sánchez, R. V., & Calle, W. P. (2013). Diseño e implementación de un laboratorio de instrumentación industrial. *Revista de Ciencia y Tecnología INGENIUS*, (11-06-2013), 65-71.

Bolton, W. (2005). Sistema de control electrónico en ingeniería mecánica y eléctrica. (Alfaomega, Ed.) (2.^a ed.).

Bucheli, N. J. L., & Velásquez, G. L. M. (2014). Diseño e implementación de un módulo didáctico con sistema HMI para el análisis y estudio de sensores y transductores de proximidad analógicos por medio de la tarjeta de adquisición de datos DAQ NI y controlada por el software LaBview. Tesis de Pregrado, Universidad Politécnica Salesiana sede Quito.

Bustillos, P. O. (2001). Instrumentación industrial. Especialización en automatización e informática industrial. Universidad de Oriente, Venezuela.

Creus, A. (2010). *Instrumentación industrial*. (Alfaomega, Ed.) (Octava). Mexico.

Cuaderno Tecnico Electrónica Estudio. (2015). Celdas de carga. Recuperado a partir de <https://www.electronicaestudio.com/>

Lema, J. C., Sanchez, P. R., & Escudero, C. M. (2012). Módulo didáctico para control y monitoreo de 3 variables nivel, temperatura, presión, implementado con sensores, PLC Flexlogix y cada factory talk (Allen Bradley). Tesis de Pre-grado, Universidad Politecnica Salesiana, Ecuador.

Libro Tecnico FESTO. (2017). Fundamentos de la tecnica de automatización, (Enero de 2008), 106. Recuperado a partir de www.festo-didactic.com

Manual de Capacitación Allen Bradley. (2015). Fundamentos del sensado o detección de presencia, (Febrero de 2015). Recuperado a partir de www.rockwell-automation.com

Manual de Usuario Rockwell-Automation. (2013). Controladores programables MicroLogix™ 1200 y E / S de expansion boletin 1762, (Boletín 1762). Recuperado a partir de www.rockwell-automation.com

Perez, R. J., Gonzales, D. G., & Padilla, Y. J. (2005). La automatizacion modular: una nueva opción para procesos automatizables. *REVISTA IMPULSO*, (Diciembre), 3-6. Recuperado a partir de <http://www.itson.mx/revistaimpulso>

Quezada, J. C., Bautizta, L. J., Flores, G. E., & Quezada, A. V. (2014). Diseño e implementación de un sistema de control y monitoreo basado en HMI-PLC para un pozo de agua potable. *Ingeniería Investigación y Tecnología*, 15(Enero de 2012), 41-50. [https://doi.org/10.1016/S1405-7743\(15\)30005-6](https://doi.org/10.1016/S1405-7743(15)30005-6)

ANEXOS

ANEXO 1: Guía de laboratorio de sensores de proximidad

<p>EPIME LABORATORIO DE CONTROL Y AUTOMATIZACION</p>	<p>SENSORES INDUSTRIALES</p>	Nro: 001	
		Página 1/8	
<p>TEMA: SENSORES DE PROXIMIDAD BINARIOS</p>		Grupo	
NOTA	APP/Nom	Lab N°	
<p>I. OBJETIVOS</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Identificar las principales características de los sensores de proximidad binarios. 2. Distinguir las diferencias constructivas, aplicativas y funcionales de los sensores binarios de proximidad de tipo capacitivo, respecto a los sensores de proximidad binarios de tipo inductivo 3. Aplicar los sensores binarios de proximidad capacitivos e inductivos a la solución de requerimientos operativos industriales 4. Montar adecuadamente sensores binarios de proximidad capacitivos e inductivos <p>II. RECURSOS</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. DISPOSITIVOS: <ol style="list-style-type: none"> a. Sensor de proximidad inductivo b. Sensor de proximidad capacitivo c. Sensor de proximidad capacitivo d. Sensor de proximidad capacitivo 2. EQUIPOS: <ol style="list-style-type: none"> a. Fuente de alimentación DC 24V b. Multímetro digital c. Objetos de distinto material para realizar las pruebas 			

EPIME LABORATORIO DE CONTROL Y AUTOMATIZACION	SENSORES INDUSTRIALES	Nro: 001
		Página 2/8

TEMA: SENSORES DE PROXIMIDAD BINARIOS

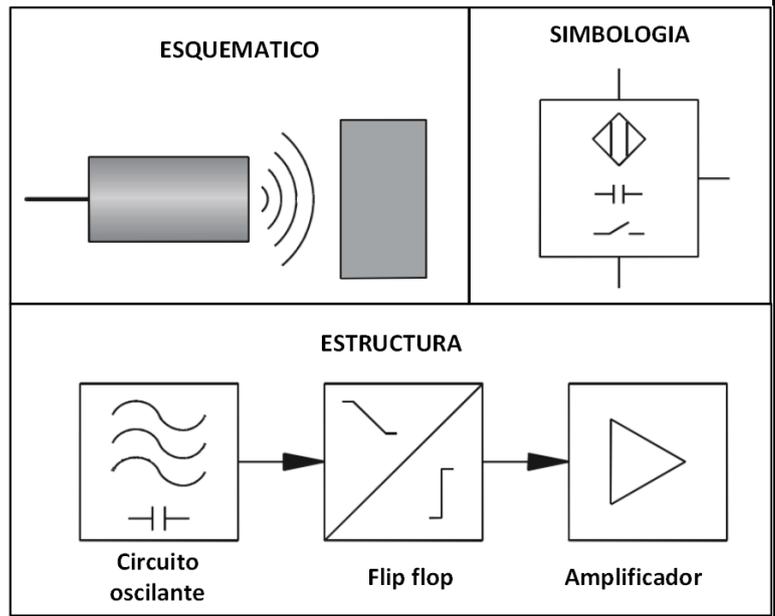
III. SEGURIDAD EN LA EJECUCION DEL LABORATORIO.

1. Tener cuidado con el tipo y niveles de voltaje que suministran a los equipos
2. Tener cuidado en la conexión y desconexión de los equipos usados
3. Leer cuidadosamente las instrucciones de conexión, verificar los manuales de uso de cada uno de los componentes
4. Preguntar cualquier tipo de duda al instructor.

IV. INFORMACION PRELIMINAR

SENSOR DE PROXIMIDAD CAPACITIVO.

Un detector de posición capacitivo consta de una resistencia eléctrica (R) y de un condensador (C) que juntos componen un circuito oscilante RC y, además, de una unidad electrónica para evaluar la oscilación.



Entre el electrodo activo y el electrodo conectado a masa del condensador, se crea un campo electrostático. En la parte frontal del detector se forma un campo de dispersión. Si una pieza entra en ese campo de dispersión, cambia la capacidad del condensador

El circuito oscilante se atenúa y la unidad electrónica conectada detrás confirma la salida. Los detectores de posición capacitivos no solamente reaccionan en presencia de materiales muy conductores (por ejemplo, metales), sino, también, en presencia de un aislante con gran constante dieléctrica (por ejemplo, plásticos, vidrio, cerámica, líquidos y madera).

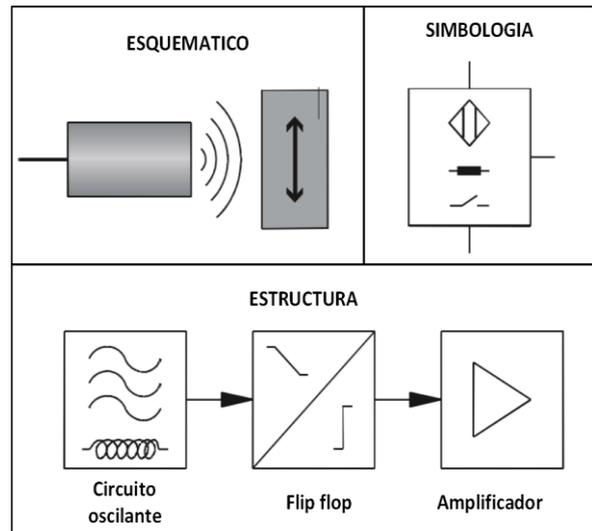
EPIME LABORATORIO DE CONTROL Y AUTOMATIZACION	SENSORES INDUSTRIALES	Nro: 001
		Página 3/8

TEMA: SENSORES DE PROXIMIDAD BINARIOS

SENSOR DE PROXIMIDAD INDUCTIVO

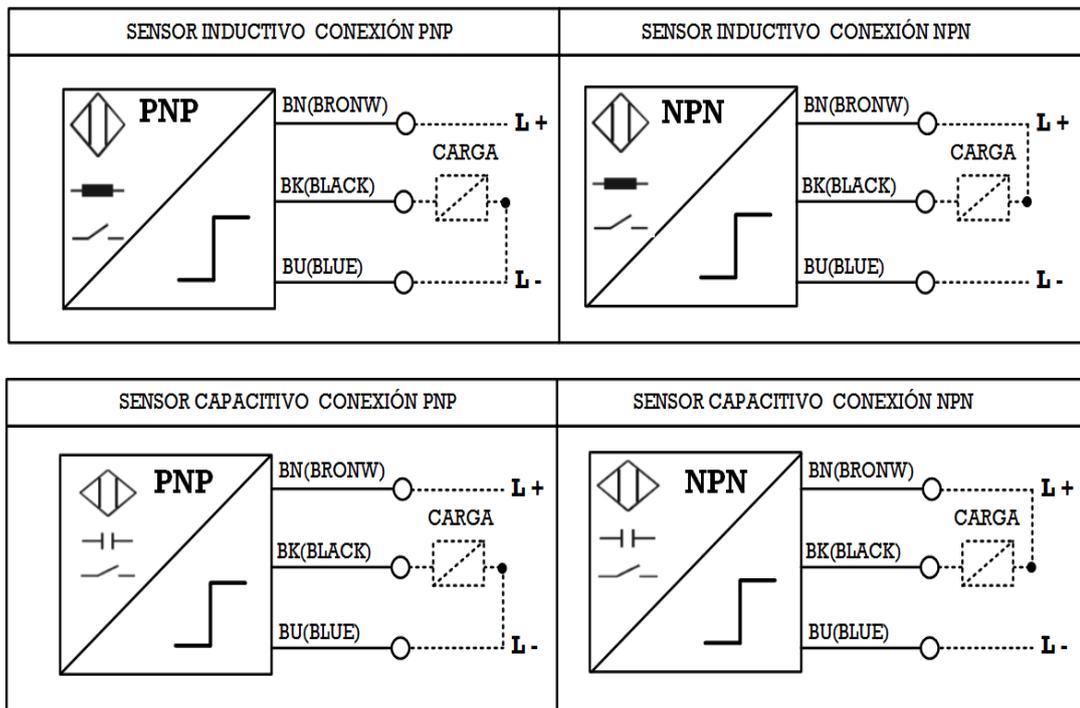
Un detector de posición inductivo está compuesto por un circuito oscilante, un flip-flop y un amplificador. Al aplicar una tensión en las conexiones, el circuito oscilante genera un campo magnético alterno (de alta frecuencia) en el frente del detector.

Un conductor eléctrico que se acerca a este campo magnético alterno provoca una «amortiguación» del circuito oscilante. La unidad electrónica conectada detrás, compuesta de flip-flop y amplificador, evalúa el comportamiento del circuito oscilante y activa la salida.



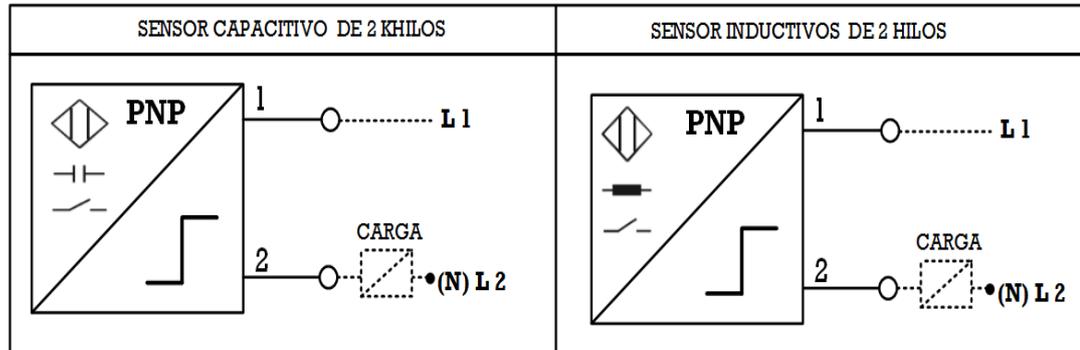
Los detectores de posición inductivos pueden utilizarse para detectar todos los materiales que son buenos conductores, es decir, metales y, también, grafito.

CONEXIONADO SENSOR CAPACITIVO E INDUCTIVO DE 3 Y 2 HILOS

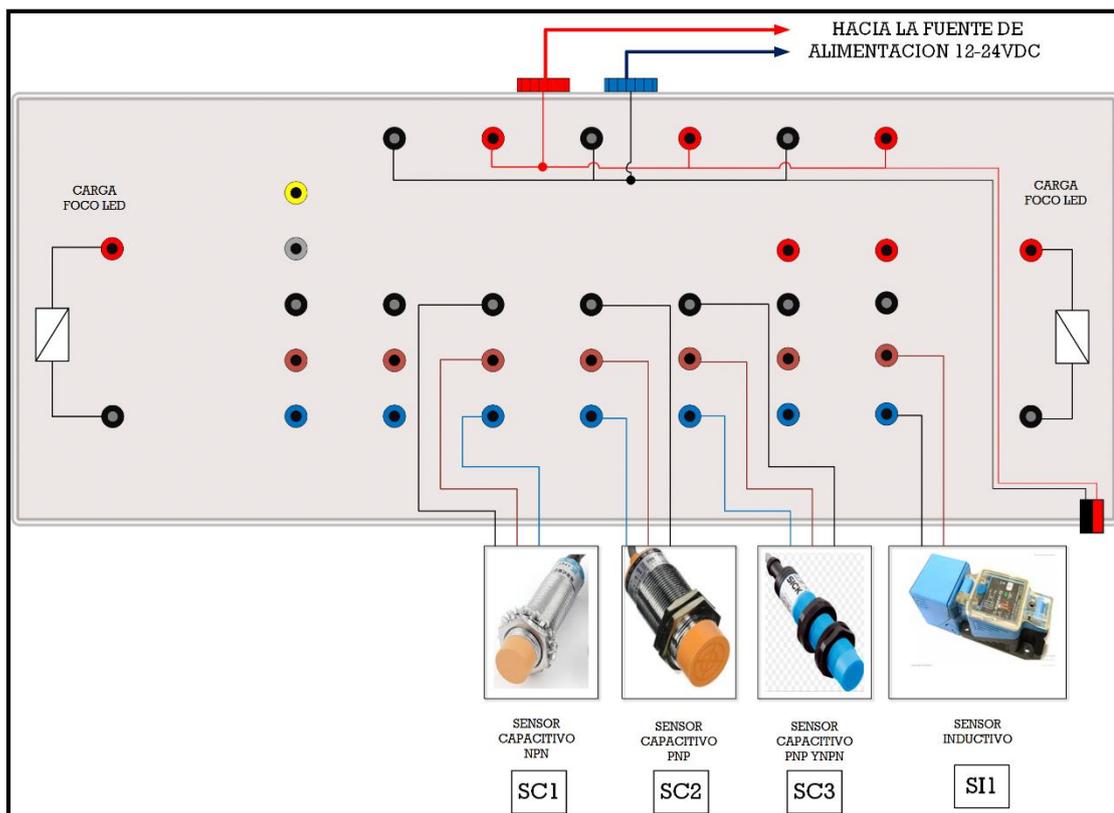


EPIME LABORATORIO DE CONTROL Y AUTOMATIZACION	SENSORES INDUSTRIALES	Nro: 001
		Página 4/8

TEMA: SENSORES DE PROXIMIDAD BINARIOS



En la figura ubicada en la parte inferior se puede verificar el módulo de sensores de proximidad (3 capacitivos y 1 inductivo). Con el conexionado desde el sensor hasta las borneras, concediendo en los colores de cable de acuerdo a la bornera.



Considerando los diagramas de conexionado estudiados en la parte teórica el estudiante deberá realizar el conexionado de cada uno de los sensores de manera separada, ubicando en la porta objetos del módulo los distintos materiales considerando de manera particular para cada uno de los laboratorios.

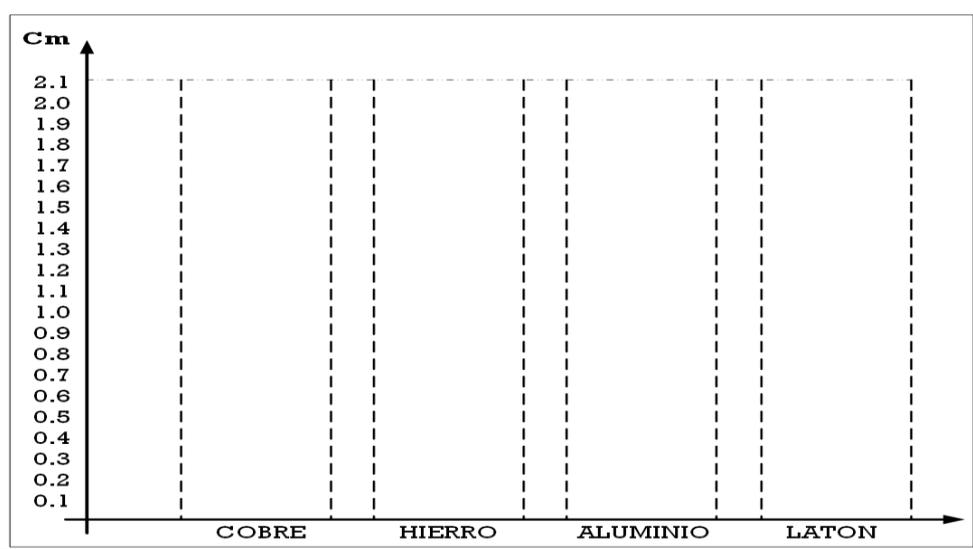
<p>EPIME</p> <p>LABORATORIO DE CONTROL Y AUTOMATIZACION</p>	<p>SENSORES INDUSTRIALES</p>	<p>Nro: 001</p> <p>Página 5/8</p>
<p>TEMA: SENSORES DE PROXIMIDAD BINARIOS</p>		
<p>V. DESARROLLO</p> <p>1. Utilizando simbología eléctrica, esquematice la conexión adecuada para activar un relé auxiliar con cada uno de los siguientes dispositivos. Determine la compatibilidad de los elementos</p>		
<p>SENSOR DE PROXIMIDAD INDUCTIVO CAT 871L-B20E40-T2 Serie A</p>		
<p>Realizar lo mismo para el siguiente sensor</p>		
<p>SENSOR DE PROXIMIDAD CAPACITIVO LJC18A3-H-Z/BY</p>		
<p>2. Con ayuda del módulo de sensores de proximidad, determine la distancia de maniobra relativa “S_r” de cada sensor de proximidad, en función al material detectado. Se recomienda tomar cuatro mediciones utilizando las hojas auxiliares y determinar el valor promedio para “S_r” y para “S_{des}”. Deduzca la histéresis a partir de estos valores. Destine las mediciones en la siguiente tabla.</p>		

<p>EPIME</p> <p>LABORATORIO DE CONTROL Y AUTOMATIZACION</p>	<p>SENSORES INDUSTRIALES</p>	<p>Nro: 001</p> <p>Página 6/8</p>
--	-------------------------------------	-----------------------------------

TEMA: SENSORES DE PROXIMIDAD BINARIOS

MATERIAL	INDUCTIVO			CAPACITIVO		
	DISTANCIA		HISTERISIS	DISTANCIA		HISTERISIS
	mm			mm		
	S_{DESAC}	S_r	mm	S_{DESAC}	S_r	mm
COBRE						
HIERRO						
ALUMINIO						
LATON						
CARTON						
VIDRIO						
PLASTICO						
GOMA						
BOT C/AGUA						

3. Haga un diagrama de barras dobles para comparar la distancia de maniobra S_r de los sensores inductivo y capacitivo en función a cada uno de los diferentes materiales. utilice color azul para el sensor binario de proximidad de tipo inductivo y rojo para el de tipo capacitivo



EPIME

LABORATORIO DE CONTROL Y AUTOMATIZACION

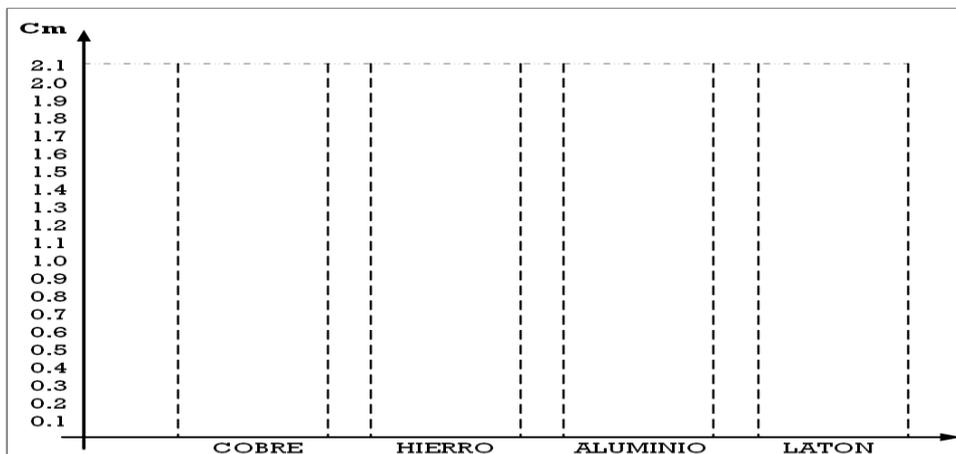
SENSORES INDUSTRIALES

Nro: 001

Página 7/8

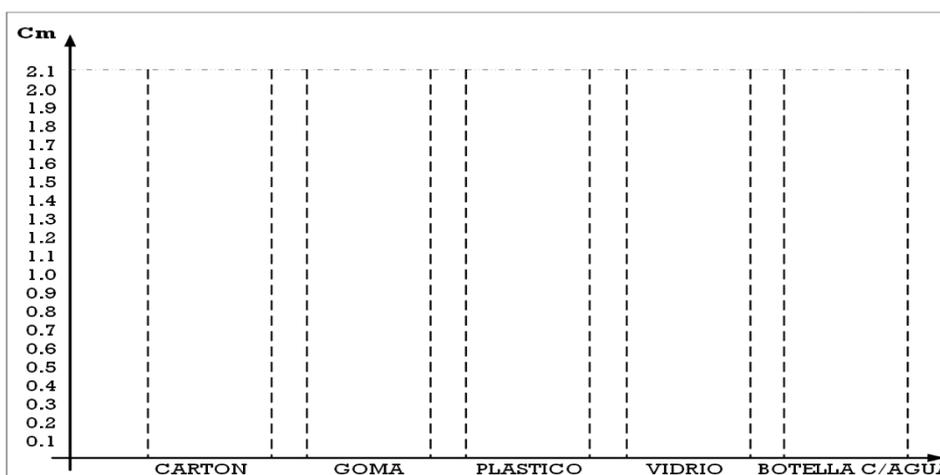
TEMA: SENSORES DE PROXIMIDAD BINARIOS

4. Haga un diagrama de barras dobles para comparar la **histéresis** de los sensores de



proximidad inductivo y capacitivo en función a cada uno de los diferentes materiales. Utilice color azul para el sensor binario de proximidad de tipo inductivo y rojo para el tipo capacitivo.

Haga un diagrama de barras dobles para comparar la distancia de maniobra S_r del sensor de proximidad capacitivo, en función a cada uno de los diferentes materiales dieléctricos.



EPIMELABORATORIO DE CONTROL Y
AUTOMATIZACION**SENSORES
INDUSTRIALES**

Nro: 001

Página 8/8

TEMA: SENSORES DE PROXIMIDAD BINARIOS

5. ¿Qué tipo de materiales detecta un sensor de proximidad de tipo inductivo?, ¿qué relación tiene la naturaleza ferromagnética del material respecto a la distancia de maniobra relativa S_r ?

6. ¿Qué tipo de materiales detecta un sensor de proximidad de tipo capacitivo?, ¿Qué relación tienen la constante dieléctrica del material respecto a la distancia de maniobra relativa S_r ?, tome en cuenta la gráfica mostrada debajo a la izquierda. Vea también la tabla debajo a la derecha.

7. ¿Qué ocurre con la histéresis en el caso de la detección de metales con el sensor binario de proximidad capacitivo?

8. Esquematice la conexión adecuada para activar un relé auxiliar, utilizando el sensor binario de proximidad inductivo modelo.

9. ¿Qué ventajas ofrece un sensor binario de proximidad de dos hilos frente a otro de tres hilos?

10. Conclusiones y recomendaciones

EPIME LABORATORIO DE CONTROL Y AUTOMATIZACION	SENSORES INDUSTRIALES	Nro: 002	
		Página 1/7	
TEMA: SENSORES DE PROXIMIDAD FOTOELCTRICOS		Grupo	
NOTA	APP/Nom	Lab N°	
<p>I. OBJETIVOS</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Identificar las principales características de los sensores de proximidad fotoeléctricos de tipo barrera, retroreflexión y difuso. 2. Reconocer a los sensores fotoeléctricos de barrera, retroreflexión y difuso como dispositivos útiles para el conteo de objetos. 3. Distinguir los sensores fotoeléctricos de tipo barrera, retroreflexión y difuso. Montar adecuadamente sensores binarios de proximidad capacitivos e inductivos. 4. Implementar sistemas de detección de objetos utilizando sensores de proximidad fotoeléctricos. <p>II. RECURSOS</p> <ol style="list-style-type: none"> 5. DISPOSITIVOS: <ol style="list-style-type: none"> a. Sensor de proximidad fotoeléctrico de barrera b. Sensor de proximidad fotoeléctrico de retroreflexión. c. Sensor de proximidad fotoeléctrico tipo difuso. 6. EQUIPOS: <ol style="list-style-type: none"> a. Fuente de alimentación DC 24V. b. Multímetro digital. c. Objetos de distinto material para realizar las pruebas. d. Módulo de sensores de proximidad fotoeléctricos. 			

EPIMELABORATORIO DE CONTROL Y
AUTOMATIZACION**SENSORES
INDUSTRIALES**

Nro: 002

Página 2/7

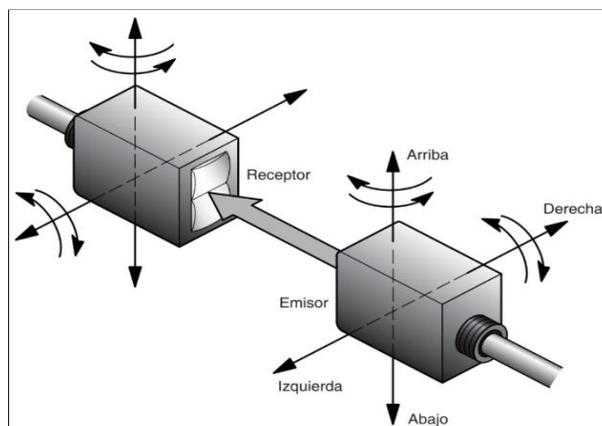
TEMA: SENSORES DE PROXIMIDAD FOTOELECTRICOS**III. SEGURIDAD EN LA EJECUCION DEL LABORATORIO.**

1. Tener cuidado con el tipo y niveles de voltaje que suministran a los equipos
2. Tener cuidado en la conexión y desconexión de los equipos usados
3. Leer cuidadosamente las instrucciones de conexión, verificar los manuales de uso de cada uno de los componentes
4. Preguntar cualquier tipo de duda al instructor.

IV. INFORMACION PRELIMINAR**1. SENSOR DE PROXIMIDAD FOTOELECTRICO TIPO BARRERA**

Emisor y receptor están separados, es el sistema mejor adaptado para:

- La detección de materiales opacos y reflectantes.
- Los entornos contaminados (polvo, lluvia, contaminación, etc.).
- Las largas distancias.
- El posicionamiento exacto y la detección de pequeños objetos, el contaje.



Inconvenientes:

- Necesidad de un alineamiento riguroso.
- No puede ser utilizado para la detección de materiales transparentes.
- Los aparatos deben ser posicionados enfrente uno del otro y sus ejes ópticos confundidos.
- La fijación del emisor y receptor debe ser robusta e indeformable.

EPIME

LABORATORIO DE CONTROL Y AUTOMATIZACION

SENSORES INDUSTRIALES

Nro: 002

Página 3/7

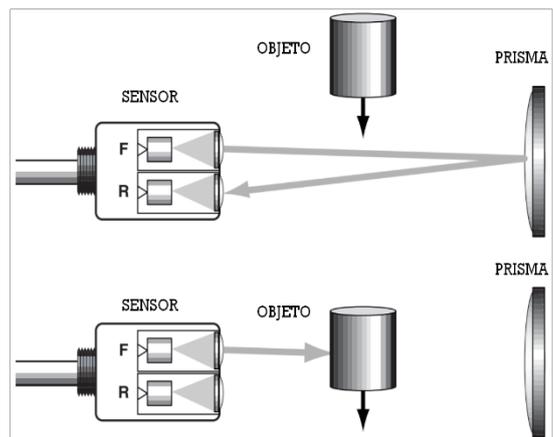
TEMA: SENSORES DE PROXIMIDAD FOTOELECTRICOS

2. SENSOR DE PROXIMIDAD FOTOELECTRICO RETRORREFLEXION

Emisor y receptor en una misma cápsula, y se requiere un objeto prismático que permita la reflexión del haz de luz, es el sistema mejor adaptado para:

Las aplicaciones en que la detección sólo es posible de un lado.

- Una instalación rápida y fácil; inclinación posible de un lado, respecto a la perpendicular del haz.
- Los entornos relativamente limpios. Es el sistema más utilizado en transportadores de cajas, cartones, etc.



Inconvenientes

- Para la detección de objetos lisos y reflectantes.
- En los entornos contaminados, para la detección de pequeños objetos.

El reflector debe estar situado en un plano perpendicular centrado en el eje óptico. La dimensión del reflector es función de la distancia de detección y de la dimensión del objeto a detectar. Por regla general, utilizar el reflector de mayor dimensión compatible con las condiciones de aplicación. Para evitar los riesgos de reflexiones parásitas, se aconseja utilizar una detección “en oblicuo” cuando los objetos presentan cierto brillo.

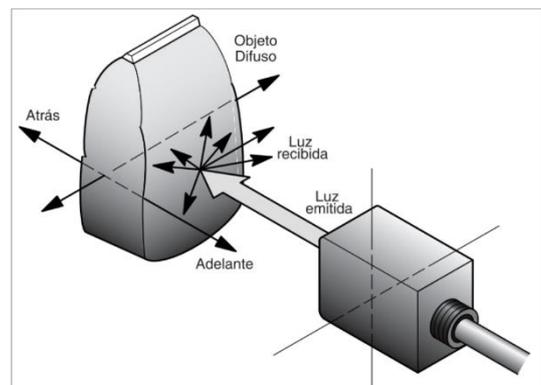
3. SENSOR DE PROXIMIDAD FOTOELECTRICO DIFUSO

Emisor y receptor en la misma cápsula, es el sistema mejor adaptado para:

- La detección de objetos transparentes o traslúcidos (tales como transportadores de botellas vacías), la detección de marcas.

Inconvenientes:

- Los alcances son función del poder reflectante y del color del objeto a detectar.



EPIME

LABORATORIO DE CONTROL Y AUTOMATIZACION

SENSORES INDUSTRIALES

Nro: 002

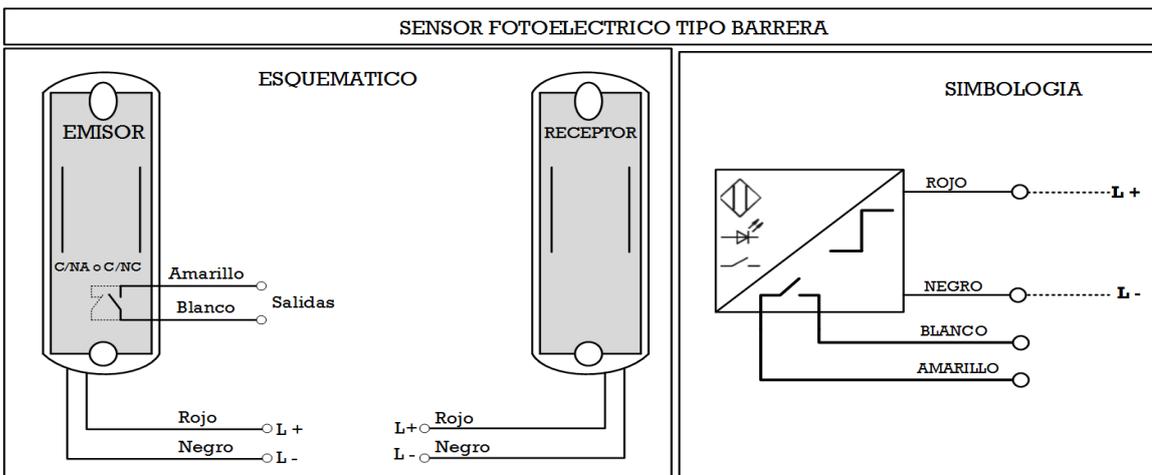
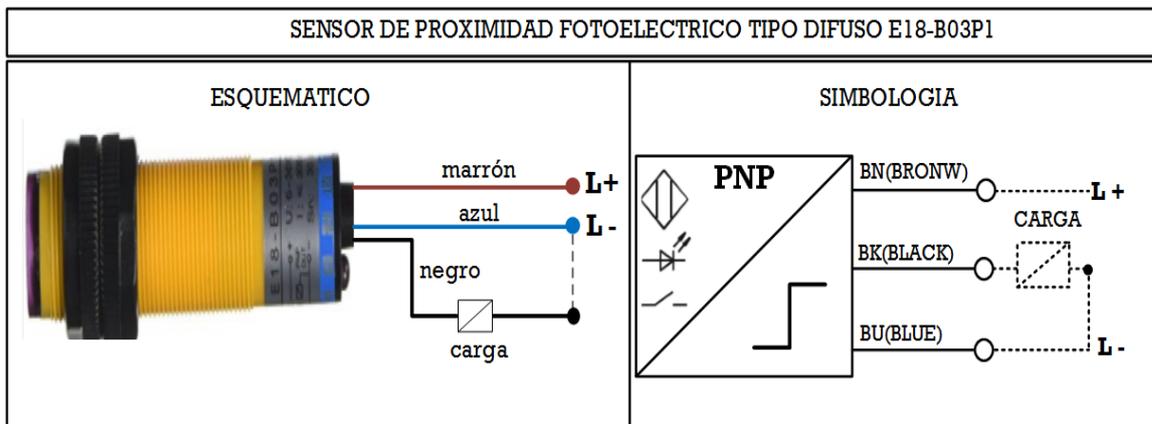
Página 4/7

TEMA: SENSORES DE PROXIMIDAD FOTOELECTRICOS

- Influencia posible del entorno situado detrás del objeto a detectar.
- Evitar su uso en entornos contaminados, para la detección de pequeñas piezas y para el posicionamiento preciso.
- El objeto a detectar debe encontrarse en un plano ortogonal al eje óptico con el fin de conseguir un alcance óptimo.

CONEXIONADO DE LOS SENSORES FOTOELECTRICO

Para el conexionado de los sensores de proximidad fotoeléctricos es similar a los sensores de proximidad capacitivos e inductivo, existiendo ligeras variaciones en las siguientes tres figuras se puede apreciar la manera correcta de realizar el conexionado de los sensores fotoeléctricos tipo barrera, difuso y de retroreflexión



EPIME

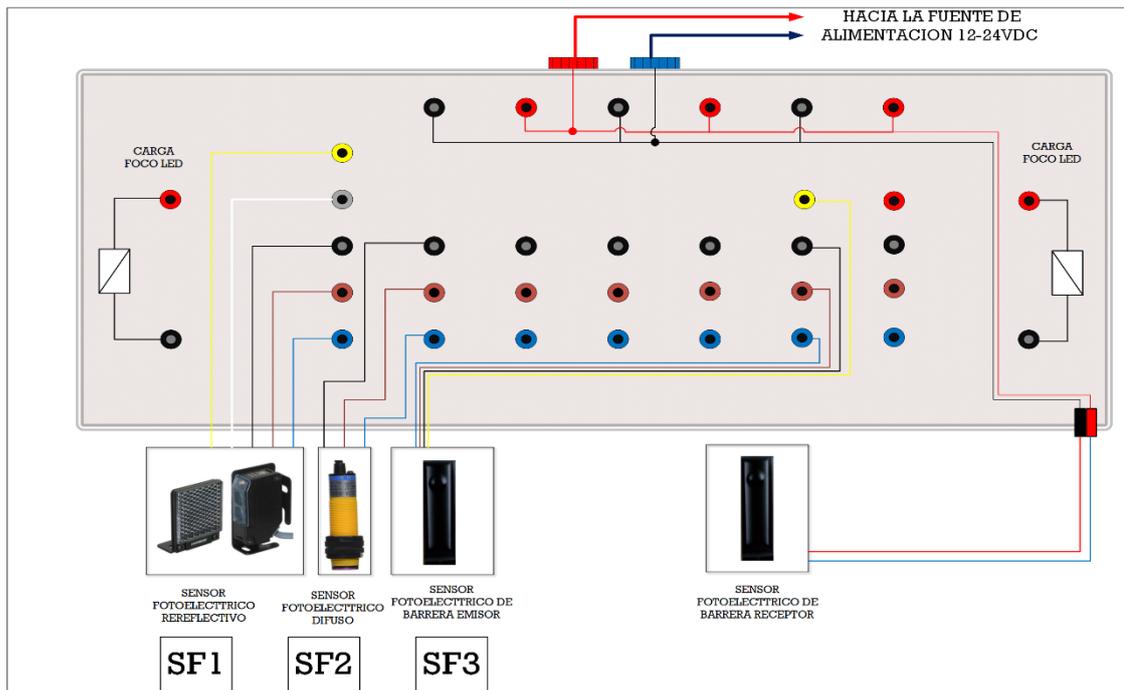
LABORATORIO DE CONTROL Y AUTOMATIZACION

SENSORES INDUSTRIALES

Nro: 002

Página 5/7

TEMA: SENSORES DE PROXIMIDAD FOTOELECTRICOS



En la figura claramente se muestra el módulo de sensores de proximidad fotoeléctricos, el cual se representa mediante un esquema gráfico, el estudiante deberá utilizar conectores, y de acuerdo a los esquemas proporcionados realizar el conexionado correspondiente.

EPIMELABORATORIO DE CONTROL Y
AUTOMATIZACION**SENSORES
INDUSTRIALES**

Nro: 002

Página 6/7

TEMA: SENSORES DE PROXIMIDAD FOTOELECTRICOS**V. DESARROLLO****SENSOR DE FOTOELECTRICO TIPO BARRERA**

1. Utilizando simbología eléctrica adecuada, esquematice la conexión para activar un relé auxiliar, cada vez que el sensor fotoeléctrico de barrera detecte un objeto. Determine la compatibilidad de los elementos. Luego conecte los dispositivos según el esquema elaborado. Energice los dispositivos solo con la aprobación del instructor
2. Determine el máximo alcance del dispositivo
3. Explique brevemente como alinee el emisor con el receptor, ilustre con un dibujo

SENSOR FOTOELECTRICO TIPO RETRORREFLEXION

1. Utilizando simbología eléctrica adecuada, esquematice la conexión para activar un relé auxiliar, cada vez que el sensor fotoeléctrico de barrera detecte un objeto. Determine la compatibilidad de los elementos. Luego conecte los dispositivos según el esquema elaborado. Energice los dispositivos solo con la aprobación del instructor
2. Determine el máximo alcance del dispositivo
3. Explique brevemente como alinee el emisor con el receptor, ilustre con un dibujo
4. Trate de detectar objetos utilizando otro reflector, ¿qué sucede?, ¿Por qué?

SENSOR FOTOELECTRICO TIPO DIFUSO

1. Utilizando simbología eléctrica adecuada, esquematice la conexión para activar un relé auxiliar, cada vez que el sensor fotoeléctrico tipo difuso detecte un objeto. Determine la compatibilidad de los elementos. Luego conecte los dispositivos según el esquema elaborado. Energice los dispositivos solo con la aprobación del instructor
- 2.

EPIME

LABORATORIO DE CONTROL Y AUTOMATIZACION

SENSORES INDUSTRIALES

Nro: 002

Página 7/7

TEMA: SENSORES DE PROXIMIDAD FOTOELECTRICOS

3. Determine el máximo alcance del dispositivo
4. Con ayuda del módulo de sensores de proximidad, determine la distancia de maniobra relativa “ S_r ” del sensor de proximidad fotoeléctrico tipo difuso, en función al material detectado. Se recomienda tomar cuatro mediciones utilizando las hojas auxiliares y determinar el valor promedio para “ S_r ” y para “ S_{des} ”. Deduzca la histéresis a partir de estos valores. Destine las mediciones en la siguiente tabla.

MATERIAL	FOELECTRICO DIFUSO		
	DISTANCIA		HISTERISIS
	mm		
	S_{DESAC}	S_r	mm
COBRE			
HIERRO			
ALUMINIO			
LATON			
CARTON			
VIDRIO			
PLASTICO			
GOMA			
BOT C/AGUA			

5. Haga un diagrama de barras dobles para comparar la distancia de maniobra S_r del sensor de proximidad fotoeléctrico tipo difuso en función a cada uno de los diferentes materiales dieléctricos.(similar al que se realizó en los con los sensores inductivos y capacitivos)
6. Recomendaciones y conclusiones

ANEXO 3: Guía de laboratorio sensores de fuerza

EPIME LABORATORIO DE CONTROL Y AUTOMATIZACION	SENSORES INDUSTRIALES	Nro: 003	
		Página 1/6	
TEMA: SENSORES DE FUERZA(CELDA DE CARGA)		Grupo	
NOTA	APP/Nom	Lab N°	
<p>I. OBJETIVOS</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Identificar las principales características de una galga extensiométrica. 2. Implementar una balanza electrónica, utilizando una celda de carga y un amplificador de instrumentación. 3. Determinar matemáticamente el comportamiento de la celda de carga en función de la corriente y tensión de salida. <p>II. RECURSOS</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. DISPOSITIVOS: <ol style="list-style-type: none"> a. Sensor de fuerza, celda de carga de 1KG. b. Amplificador de instrumentación. c. Sensor de proximidad fotoeléctrico tipo difuso. d. Juego de pesas 2. EQUIPOS: <ol style="list-style-type: none"> a. Fuente de alimentación DC 24V. b. Multímetro digital. c. Módulo de sensores de fuerza <p>III. SEGURIDAD EN LA EJECUCION DEL LABORATORIO.</p> <ol style="list-style-type: none"> 3. Tener cuidado con el tipo y niveles de voltaje que suministran a los equipos 4. Tener cuidado en la conexión y desconexión de los equipos usados 5. Leer cuidadosamente las instrucciones de conexión, verificar los manuales de uso de cada uno de los componentes 6. Preguntar cualquier tipo de duda al instructor. 			

EPIME

LABORATORIO DE CONTROL Y AUTOMATIZACION

SENSORES INDUSTRIALES

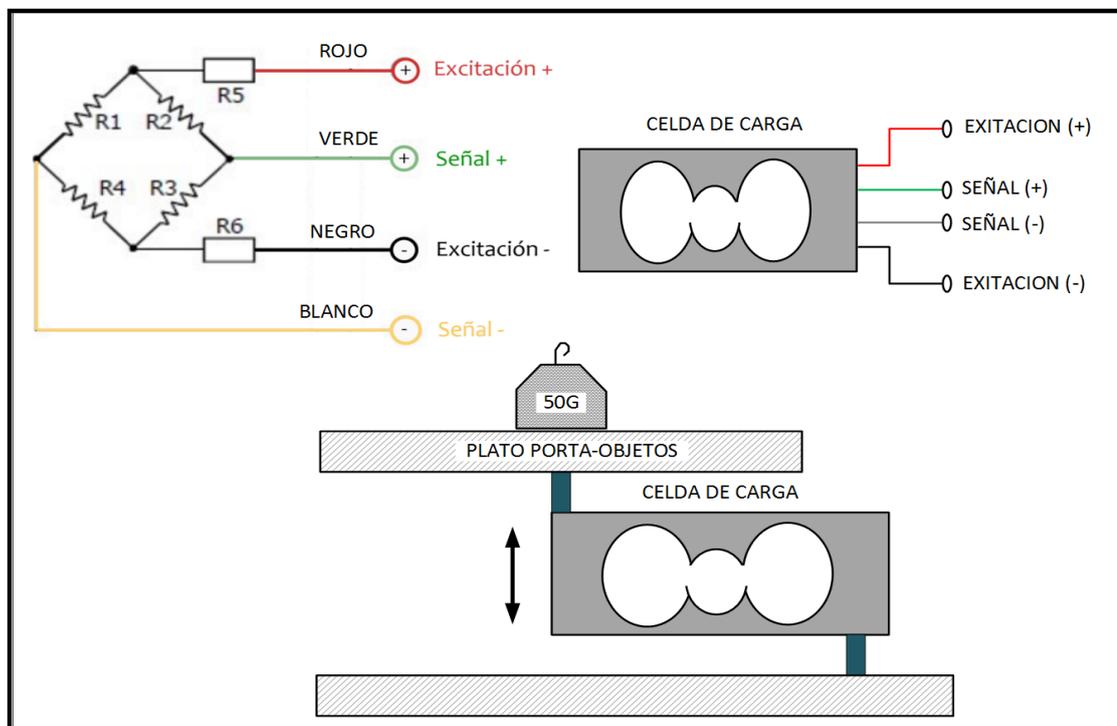
Nro: 003

Página 2/6

TEMA: SENSORES DE FUERZA (CELDA DE CARGA)

IV. INFORMACION PRELIMINAR

Las celdas de carga consisten en un metal que sufre una deformación conforme se le aplica una fuerza. Este metal se calcula para soportar un rango de fuerza (que va desde cero fuerza hasta la capacidad máxima) ya sea a tensión, compresión o ambos. La deformación se realiza en la "parte elástica", esto es lo que limita la capacidad de una celda de carga. Al momento de sobrepasar la parte elástica del metal, sufre una deformación permanente, así como un resorte que se estira de más y ya no regresa a su punto inicial (cuando detecta cero fuerzas).



Al metal, se le adhieren galgas extensométricas. Las galgas extensométricas consisten en un metal que al flexionarse varía su resistencia. Las galgas se conectan en un arreglo de puente de wheatstone, de tal forma que al alimentarse con un voltaje entregan una señal de voltaje proporcional a la fuerza aplicada. La señal de voltaje entregada es en el orden de milivolts. Éste voltaje se representa comúnmente proporcional al voltaje de alimentación y a máxima carga (capacidad de la celda), por ejemplo 2mV/V nominal. Quiere decir que si se alimentan con 10Vdc la señal que se va a tener a la capacidad máxima es de 20mV. En el caso ideal, la señal es lineal, esto es, para el ejemplo anterior si se aplica el 50% de la capacidad se tendrán 10mV y si se aplica cero fuerzas se obtendrían 0mV.

EPIME

LABORATORIO DE CONTROL Y AUTOMATIZACION

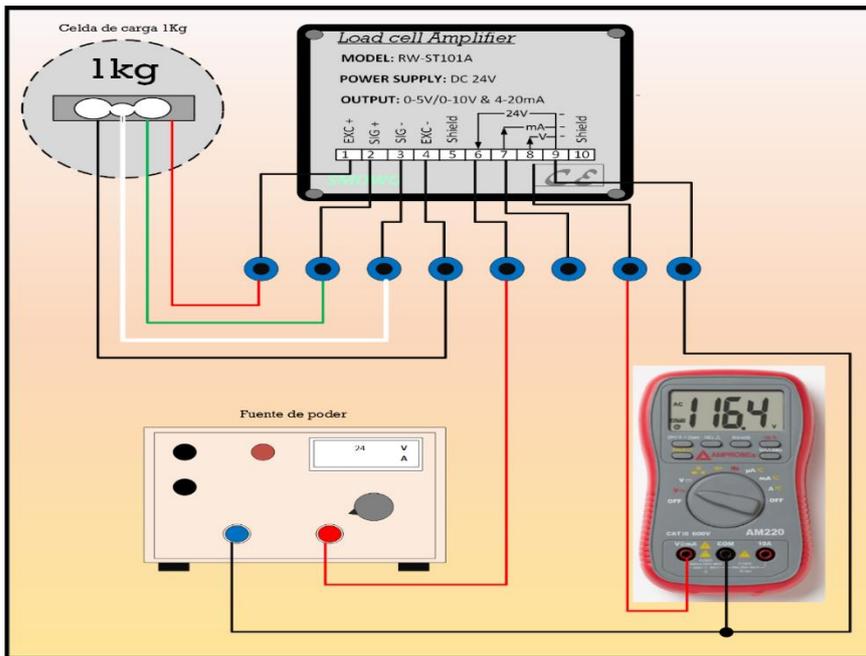
SENSORES INDUSTRIALES

Nro: 003

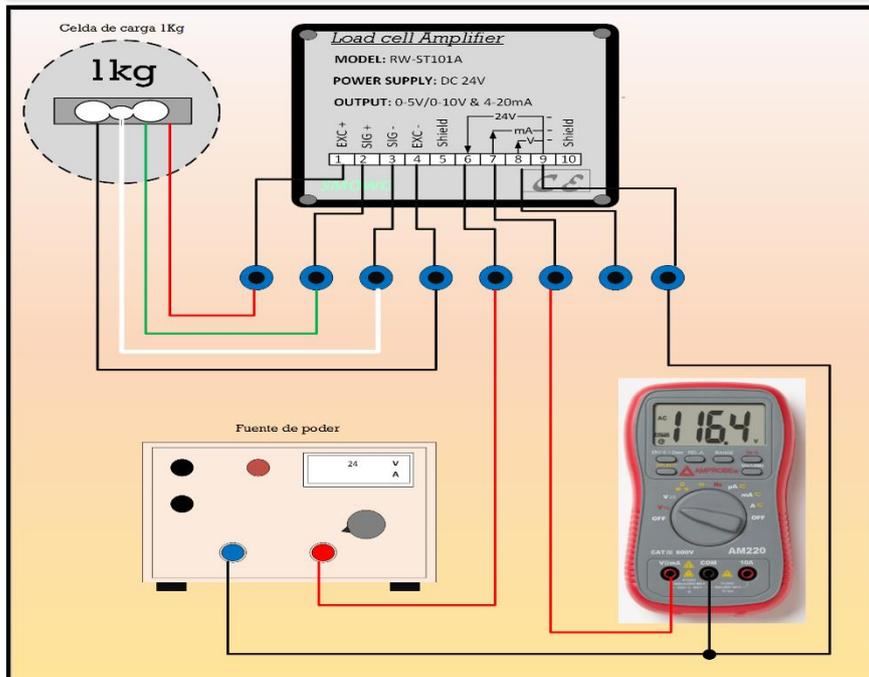
Página 3/6

TEMA: SENSORES DE FUERZA (CELDA DE CARGA)

CONEXIONADO DE MÓDULO DE SENSOR DE FUERZA PARA OBTENER SALIDA EN VOLTAJE Y CORRIENTE



La figura adyacente representa la conexión del módulo de celda de carga, con el fin de obtener una señal de salida en voltaje de 0-5VDC/10VDC, la misma que es proporcional a la carga colocada en el plato portaobjetos



La figura adyacente representa la conexión del módulo de celda de carga, con el fin de obtener una señal de salida en corriente eléctrica de 4-20mA, la misma que es proporcional a la carga colocada en el plato

EPIME

LABORATORIO DE CONTROL Y AUTOMATIZACION

SENSORES INDUSTRIALES

Nro: 003

Página 4/6

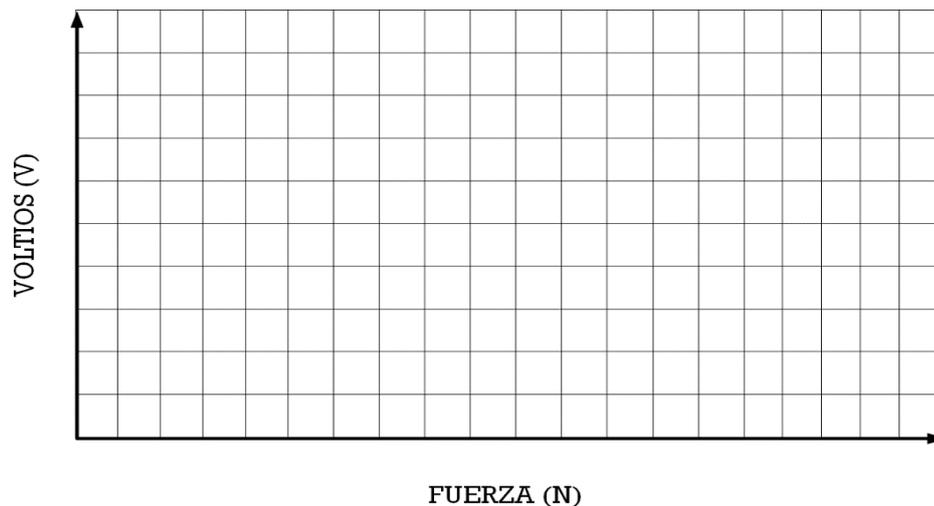
TEMA: SENSORES DE FUERZA (CELDA DE CARGA)

7. Coloque las pesas en el plato porta objetos de la celda de carga, y apunte los resultados en la columna de TENSION 1, seguidamente quiete los objetos en forma ordenada y anote los resultados de TENSION 2 en la siguiente tabla.

En ambos casos debe colocar y quitar las pesas en forma muy cuidadosa tratando de no sacudir demasiado el porta objetos.

HISTERISIS	MASA (GRAMOS)	FUERZA (Newton)	TENSION 1 (Voltios)	TENSION 2 (Voltios)
	0	0		

los 8. Con datos



obtenidos realice los gráficos correspondientes de TENSION 1 y TENSION 2 realice la comparación correspondiente.

EPIME

LABORATORIO DE CONTROL Y AUTOMATIZACION

SENSORES INDUSTRIALES

Nro: 003

Página 5/6

TEMA: SENSORES DE FUERZA (CELDA DE CARGA)

9. Coloque las pesas en el plato porta objetos de la celda de carga, y apunte los resultados en la columna de CORRIENTE 1, seguidamente quiete los objetos en forma ordenada y anote los resultados de CORRIENTE 2 en la siguiente tabla.

En ambos casos debe colocar y quitar las pesas en forma muy cuidadosa tratando de no sacudir demasiado el porta objetos.

HISTERISIS	MASA (GRAMOS)	FUERZA (Newton)	CORRIENTE 1 (mA)	CORRIENTE 2 (mA)
	0	0		

10. Con los datos obtenidos realice los gráficos correspondientes de CORRIENTE 1 y CORRIENTE 2 realice la comparación correspondiente.



EPIIMELABORATORIO DE CONTROL Y
AUTOMATIZACION**SENSORES
INDUSTRIALES**

Nro: 003

Página 6/6

TEMA: SENSORES DE FUERZA (CELDA DE CARGA)

11. Asumiendo que las curvas características de las figuras obtenidas en ambos casos es lineal, sintetice la ecuación de la recta de tendencia por medio de un análisis de regresión lineal. A partir de la ecuación de la recta de tendencia, determine para un voltaje cualquiera

12. Realice sus conclusiones y sugerencias

EPIME LABORATORIO DE CONTROL Y AUTOMATIZACION	SENSORES INDUSTRIALES	Nro: 004	
		Página 1/5	
TEMA: SENSORES DE TEMPERATURA		Grupo	
NOTA	APP/Nom	Lab N°	
<p>I. OBJETIVOS</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Identificar el principio de funcionamiento y características constructivas de un termopar. 2. Identifique el principio de funcionamiento y características constructivas de un RTD. 3. Implementar sistemas de medición de temperatura utilizando transmisores de corriente diseñados para amplificar señales de termopar (T/C) y/o RTD. 4. Calibrar transmisores y/o RTDs. 5. Interpretar tablas de referencia de termopares en general. 6. Configurar correctamente el controlador de temperatura. <p>II. RECURSOS</p> <ol style="list-style-type: none"> 7. DISPOSITIVOS: <ol style="list-style-type: none"> a. Sensor de temperatura RTD tipo Pt-100. b. Sensor de temperatura termopar tipo K. c. Transmisor de temperatura para termopar tipo K. d. Transmisor de temperatura para RTD tipo Pt-100. e. Controlador de temperatura REX-C100. 8. EQUIPOS: <ol style="list-style-type: none"> a. Fuente de alimentación DC 24V. b. Multímetro digital, termómetro c. Módulo de sensores de temperatura. d. Fuente de calor. 			

EPIME

LABORATORIO DE CONTROL Y AUTOMATIZACION

SENSORES INDUSTRIALES

Nro: 004

Página 2/5

TEMA: SENSORES DE TEMPERATURA

III. SEGURIDAD EN LA EJECUCION DEL LABORATORIO.

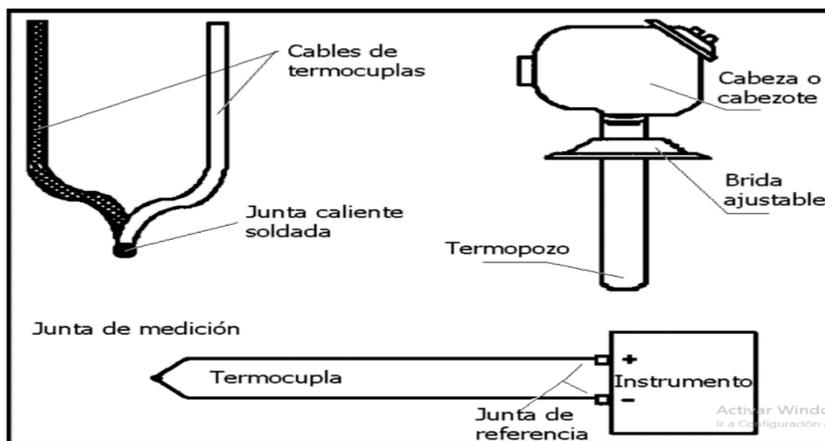
1. Tener cuidado con el tipo y niveles de voltaje que suministran a los equipos
2. Tener cuidado en la conexión y desconexión de los equipos usados
3. Leer cuidadosamente las instrucciones de conexión, verificar los manuales de uso de cada uno de los componentes
4. Preguntar cualquier tipo de duda al instructor.

IV. INFORMACION PRELIMINAR

TERMOPARES.

El termopar es uno de los sensores más comunes y simples usados para determinar la temperatura de los procesos. Básicamente, un termopar está constituido por dos metales diferentes tales como alambres de hierro y Constatan.

En 1821 T. J. Seebeck descubrió que cuando se aplica calor a la unión de dos metales diferentes, se genera una fuerza electromotriz (Fem.), la cual puede ser medida en el otro extremo de estos dos metales (conductores). Este es el principio en el cual se basa la medición de temperatura utilizando termopares, figura.



La “Junta de Medición” o “Junta Caliente” es el extremo que se coloca en el medio cuya temperatura se quiere medir. La “Junta de Referencia” o “Junta Fría” es el extremo del termopar que se conecta a los terminales del instrumento de medición.

Los conductores de un termopar forman un circuito eléctrico, por el cual fluye la corriente como resultado de la Fem. Generada. Esta Fem Es proporcional a la diferencia de temperatura entre las dos juntas. La corriente fluirá en el circuito siempre y cuando T_1 sea distinto de T_2 .

EPIME

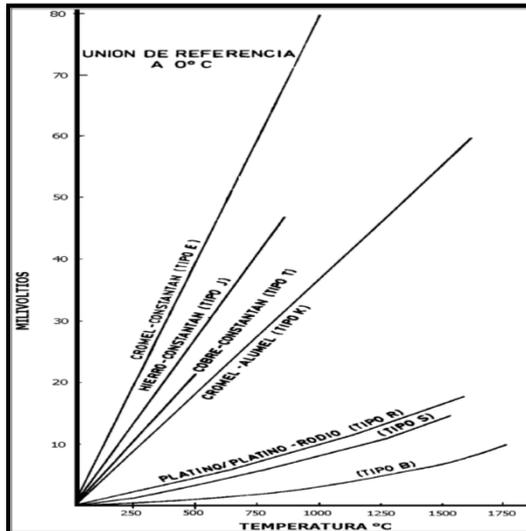
LABORATORIO DE CONTROL Y AUTOMATIZACION

SENSORES INDUSTRIALES

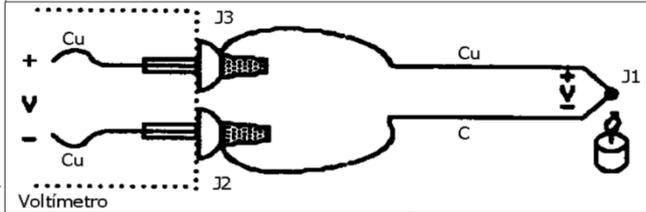
Nro: 004

Página 3/5

TEMA: SENSORES DE TEMPERATURA



Tipos de termocuplas	Metales	Cable de termocupla Color del aislante	Rango en °C
E	Chromel (+)	Morado	-100~1000
	Constantan (-)	Rojo	
J	Hierro (+)	Blanco	0~760
	Constantan (-)	Rojo	
K	Chromel (+)	Amarillo	0~1360
	Alumel (-)	Rojo	



En la figura se puede verificar la clasificación y comportamiento de las principales termopares existentes en el mercado.

$$R_t = R_0 (1 + \alpha \cdot T)$$

R_t: Resistencia en ohms a la temperatura T.
 R₀: Resistencia en ohms a la temperatura de referencia (generalmente 0°C).
 α: Coeficiente de resistencia de temperatura.

Material	Coeficiente de Temperatura (α) entre 0° y 100 °C Ohms/Ohms °C	Resistividad a 0°C μOhms cm.	Rango útil de Temperatura °C
Platino (Pt)	0,00392	9,81	-220 ~ +850
Cobre (Cu)	0,0043	1,529	- 70 ~ +150
Niquel (Ni)	0,00681	5,91	-100 ~ +300

RTD PT100.

El principio de operación de los detectores de temperatura tipo resistencia (RTD), está basado en el hecho de que la resistencia eléctrica de los metales varía directamente con la temperatura. La magnitud de este cambio frente a 1 °C de cambio en la temperatura, se conoce como el “coeficiente de resistencia de temperatura” (alpha). Para la mayoría de los metales puros, este coeficiente es constante dentro de un rango de temperatura. El cambio en la resistencia es una función del coeficiente de resistencia de temperatura y puede ser expresado por la ecuación mostrada en la figura.

Los metales comúnmente utilizados en el diseño de detectores de resistencia son: platino el cual tiene un coeficiente de 0,00392 Ohms/ Ohms °C y se utiliza para medir temperaturas en el rango de -263 °C a + 545 °C, y níquel, el cual tiene un coeficiente de 0,0063 Ohms/ Ohms °C, utilizado para medir temperaturas en el rango de -190 °C a + 310 °C. Otros materiales utilizados son: plata, tungsteno, cobre y oro. Las características principales de los elementos utilizados como detectores de resistencia, están listados en la en la siguiente tabla

EPIME

LABORATORIO DE CONTROL Y AUTOMATIZACION

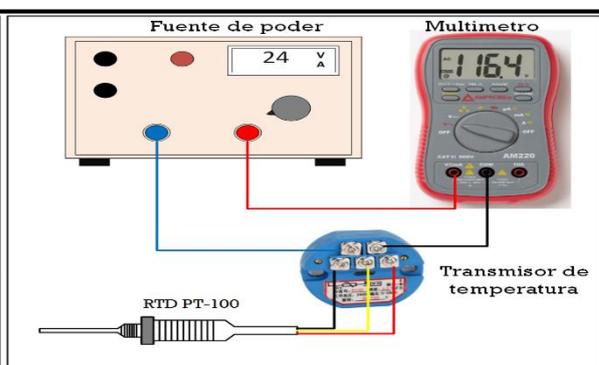
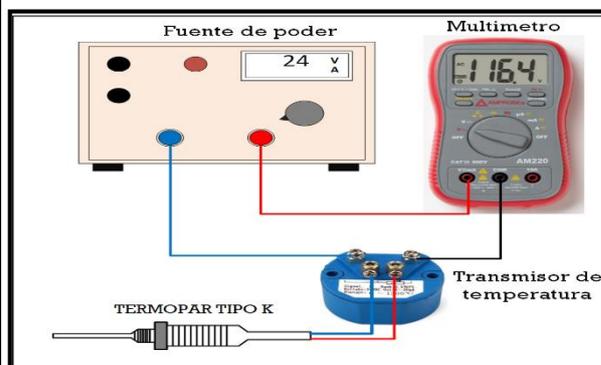
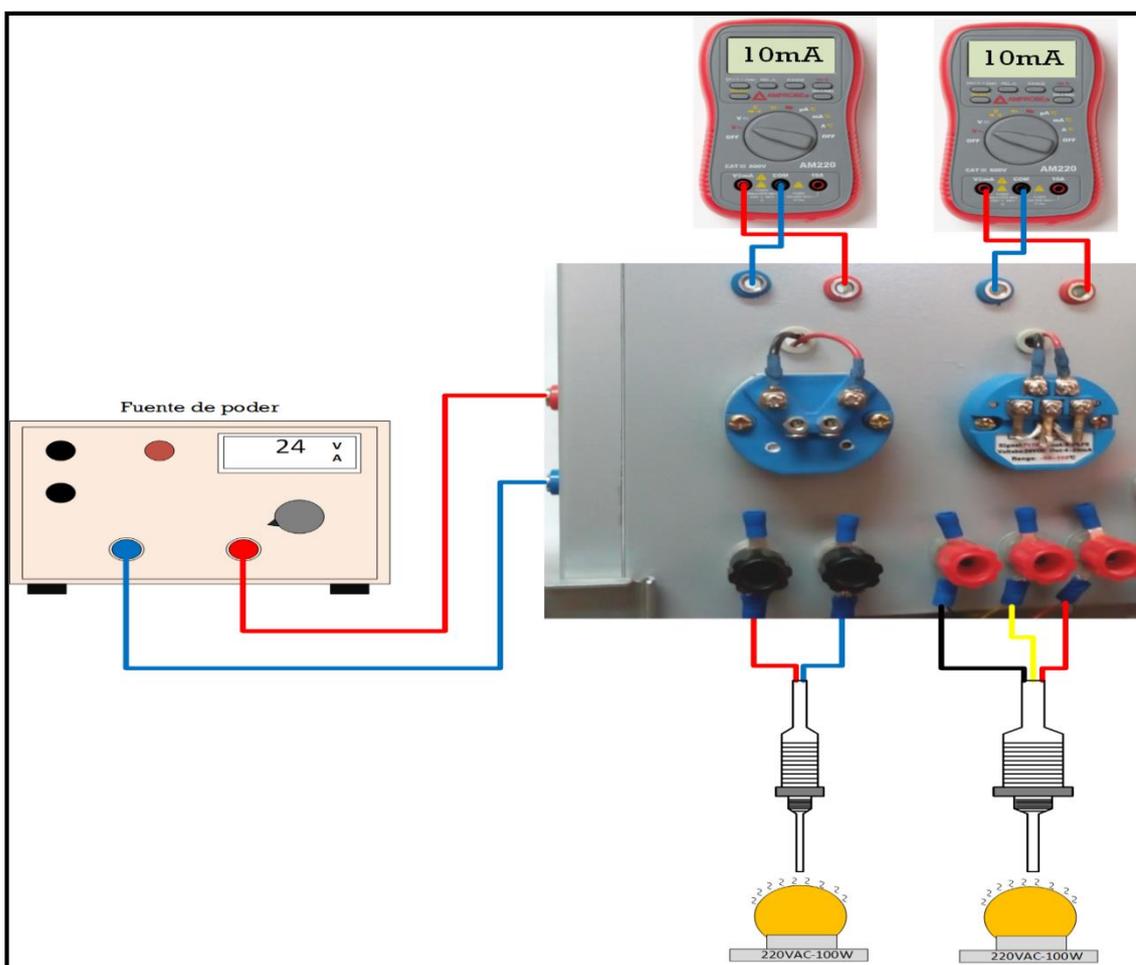
SENSORES INDUSTRIALES

Nro: 004

Página 4/5

TEMA: SENSORES DE TEMPERATURA

CONEXIONADO DE LOS SENSORES DE TEMPERATURA TERMOPAR TIPO K Y RTD PT-100 Y SUS RESPECTIVOS TRANSMISORES



ANEXO 5: Manual de operacion del controlador de temperatura REX-C100

REX Series Temperature Controller User Manual

Before using this product, please carefully read the instructions for the proper use and proper preservation.

(Please read the operating manual for the proper use of this product before using.)

Wiring warning

- To prevent instrument damage or failure, the choice of the appropriate fuse protected power cord and input / output lines to prevent the current impact.
- To prevent electric shock or instrument failure, power only after the completion of all the wiring work. Do not use near flammable gases.
- Fire, explosion or damage to the instrument, flammable, explosive gas, vapor emissions places is prohibited. Do not modify the instrument.
- To prevent the accident or instrument failure, non-altered instrument.

SUMMARY

REX-C□□□ Series Intelligent industrial accommodometer / temperature controller is dedicated microprocessor multifunction regulating instruments. It uses a switching power supply and surface mount technology (SMT), and thus the instrument is compact, reliable performance, unique self-diagnostic function, the self-tuning function and intelligent control functions, so that the operator can get good results by a simple operation. Main features: Multiple thermocouple, RTD, analog signal free to enter, free to set the range, the software tune zero full-scale, cold end separate temperature measurement, auto-zeroing amplifier accuracy of better than 0.5% FS. Fuzzy theory combined with conventional PID control fast and smooth, state-of-the-art setting program. Output optional: relay contact, logic level, SCR single-phase, three-phase over zero or phase shift trigger pulse, analog, attach Road definable alarm contact output.

The main technical indicators

1. Measurement Precision: ± 0.5%FS
2. Cold junction Compensation error: ± 2°C (0-50 °C within the software correction)
3. Resolution: 14bit
4. Sampling Period: 0.5 Secretary
5. Power Supply: AC 85-265V 50Hz
6. Control Mode: industrial-grade expert self-tuning PID technology, compared with the traditional PID control with rapid temperature control, fast response, small overshoot, high precision control
7. Insulation Resistance: >500mΩ (500VDC)
8. Dielectric Strength: 1500VCA/min
9. Power Consumption: < 10VA
10. Occasions Environment: 0-50°C, 30-85% RH non-corrosive gases

Model defined selection

Model Identification

REX-C □ □ □ □ - □ □ □ □ - □ * □ □
 ① ② ③ ④ ⑤ ⑥

- ① Meter Size (see Table 1)
- ② Control Mode
 - F: PID control and automatic speech inverse action
 - D: PID control automatically play a positive action
- ③ Input Type and Range (see Table 2)
- ④ Main Output
 - N: No output
 - M: Relay contact output
 - V: the voltage pulse output (SSR)
 - 8: Current output
 - T: SCR zero output
 - G: SCR shift like pulse output
- ⑤ The First Channel Alarm Type (ALM1)
 - N: not set alarm
 - A: upper limit deviation alarm
 - B: lower limit deviation alarm
 - C: up and down significant deviation alarm

D: range alarm

- E: with standby limit deviation alarm
- F: lower limit deviation alarm with standby
- G: lower limit deviation alarm with standby
- H: upper limit input value alarm
- J: lower limit input value alarm
- K: upper limit input alarm with standby
- L: lower limit input alarm with standby

⑥ Second Channel Alarm Type ALM2 (same as ALM1)

Table 1

Unit: mm

Model	Surface frame (W x H)	Shape (W x H x D)	Hole size (W x H)
REX-C100	48 x 48	44 x 44 x 100	(44+1) x (44+1)
REX-C400	48 x 96	44 x 92 x 100	(44+1) x (92+1)
REX-C700	72 x 72	68 x 68 x 100	(68+1) x (68+1)
REX-C900	96 x 96	92 x 92 x 100	(92+1) x (92+1)

- #1 Can not guarantee the accuracy scope of 0-399°C.
- #2 To ensure accuracy in the scope of -199-100°C.
- #3 A resistor of 250 Ω is needed between the input terminals external

INSTALLATION

Precautions

1. Instrumentation installed in the following environments
 - Atmospheric Pressure: 86-106kpa
 - Ambient Humidity: 0-60°C
 - Ambient temperature: 45-85% RH
2. Installation should pay attention to the following circumstances
 - Drastic changes in the ambient humidity may cause condensation
 - Corrosive, flammable gas
 - Direct vibration or shock theme structure
 - Water, oil, chemicals, smoke or steam pollution
 - Excessive dust, salt, or metal powders
 - Air conditioning blowing straight
 - Direct sunlight
 - The accumulation of heat radiation

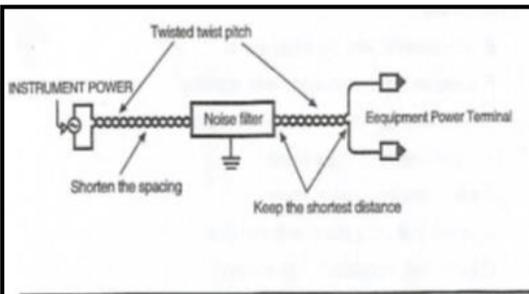
Installation Process

1. Panel cutout disk played a the rectangular square hole to install the meter.
2. Multiple instrument installation, the distance between the left and right holes should be greater than 25mm, up and down two holes distance should be greater than 30 mm.
3. Embedded in the instrument panel cutout within.
4. Instrument mounting hole into the mounting bracket.
5. Pushed tight mounting bracket to the instrument with the disk is firmly bonded to tighten the screws.

Wire Connection

Wiring

- (1) thermocouple input, you should use the corresponding compensation wire.
- (2) RTD input, you should use the same cross-sectional area of the low resistance, the same material, the same length of three wire.
- (3) input signal line should be away from the instrument power cord, power supply and load lines to avoid noise
- (4) The instrument power cord is usually not the power supply line interference, such as interference, noise filter must be used, and using a noise filter should note the following:
 - 1) shorten the power cord plug full twist pitch, the shorter the distance, the better.
 - 2) install a noise filter on the dashboard and grounded to minimize the the short noise filter output eminals, the wiring distance
 - 3) Do not install insurance, and switch the noise filter output, this will reduce the effect of the noise filter
- (5) The power is turned on after 5-6 seconds preparation time meter relay output external connection loop signal use, and with a time delay relay
- (6) Do not over tighten the terminal screws, use the appropriate terminal screw lug.

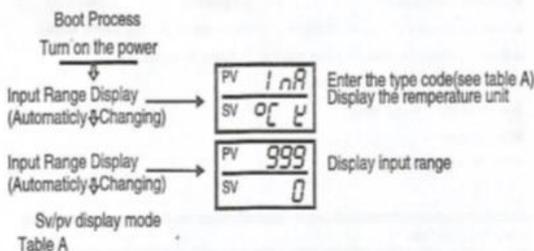


Panel Name and Ministries Function



No	Panel Description	Content Description
1	PV	Measurement Value / Mode Display Value
2	SV	Settings / Mode Content Displayed Value
3	OUT1	Output 1 Indicator
4	OUT2	Output 2 Indicator
5	AT	PID Automatic Calculation Indicator
6	ALM1	Alarm 1 Indicator
7	ALM2	Alarm 2 Indicator
8	∧	Increase the Key
9	V	Reduce the Key
10	<	Shift Key
11	SET	Set / Mode Key

Operational Processes



Setting Mode:

SV/PV normal display state, click the "SET" button, the SV display is flashing by pressing the "<" button, find the desired set temperature digits, and then click the "SET" button, the meter turn to the SV/PV Normal display state Parameter Setting Mode:

This parameter is used to set the alarm, PID constants and other parameters. Normal display mode, press and hold the "SET" button for three seconds, the PV display shows the parameter setting mode, display the corresponding values in the "SV" display parameters in the following table, press the "SET" button to display symbols:

Note:display the reply feature native When the operator parameter setting modify operation not to return to the main display mode, the instrument will return to the main display mode automatically after 30 seconds, the altered parameters are not saved.Meter read prior to use or modify the parameters, The following processes such as instrument no such function will not display this content.

Display Character	Name	Specification	Setting Range	Factory Default
	PV/SV	Measured values / settings	Full scale	
AL1	AL1	The first set of alarm settings	Full scale	
AL2	AL2	The second set of alarm settings	Full scale	
ATU	ATU	Self-tuning When the temperature effect is not ideal to use this!!!	0: off auto-tuning 1: self-tuning	0
P	P	Proportional band (see*1)	0 - full scale When set to 0 for position control	30
I	I	Integration time (sec)	0 - 3600 seconds When set to 0, no integral action	240
D	D	Derivative time (seconds)	0 - 3600 seconds When set to 0, no derivative action	60
Ar	Ar	Reference values (see*2)	AT automatically set	25
T	T	Working period (seconds)	In proportion to the time period of 0-100 seconds	(see*3)
OH	OH	The main control does not work bandwidth	1-100 unit (PV)	2
SC	SC	Measurement error correction	-200-200 unit (PV)	0
LCK	LCK	Data lock (see*4)	0000-0111	0000

- * 1: When ≠ 0, instrumentation for PID control, the need to rationalize the set values of the "I D", the first to open the "AT" self-tuning function, so that the control to achieve the best when P = 0, ON / OFF control, must be set to control the value of the return difference "OH" .
- * 2: This is the PID internal reference values ?? are not normally required to man-made, "AT" cones with the set will automatically set this value.
- * 3: The relay contact output 20 seconds 2 seconds flip-flop output / gate flow control tube output voltage pulse output / thyristor control tube drive.

ERROR message indicates

Message	Specification	Exclusion Method
Err	Equipment Error	Please send overhaul
0000	Input the disconnection polarity reversed or exceeds the input range	Please check whether the input signal error
UUUU	Input the disconnection polarity reversed or exceeds the input range	Please check whether the input signal error

The instrumentation technical parameters mode settings

After a normal power meter, according to the parameter setting mode to enter the ice to find data lock parameter "LCK" to code "1000" ,then press the "SET" button and the "two key while holding down for about 30 seconds PV display shows "GOD" = 0000 can be obtained, press the "SET" button and cycle through the following parameters:

ADJUSTABLE FREQUENCY INFRARED SENSOR

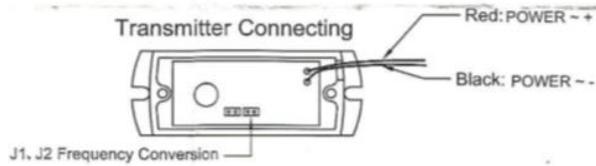
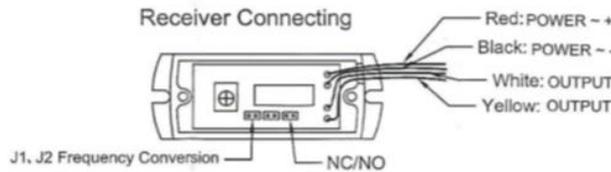
Usage manual

TECHNICAL SPECIFICATIONS



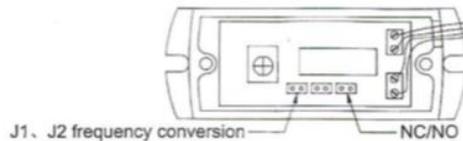
Technology	:Active infrared beam
Receiving range	:≤15m (Receiving range may reduce by 30% in bad weather conditions such as rain, more dust etc.)
Frequency	:38KHz
Input power	:9-16V DC/AC
Wave length	:940nm
Input current	:R—18mA;T—20mA
Operating temperature	:-25℃ to +55℃
Relay output	:1A 36V max
Dimensions	:69.5 x 26.4 x 22.5mm

CONNECTING THE SENSOR



Short-circuiter Adjustment Description:

J1、 J2 as frequency conversion,transmitter and receiver corresponding to 4 channels adjustable.J3 is NO/NC adjustable,when in NC status J3 is ON,when in NO status J3 is OFF.



Installation:

The best installation height should be more than 20cm,installation distance should be not less than 1m;infrared protection device should be vertically placed,and in the same horizontal line.First,please install the receiver,then the transmitter(when in a straight line,RED light of receiver goes out),then fix,connect line and complete installation.

Attention:

- 1.Avoid direct sunlight
- 2.Pay attention to the direction of installation

