 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-27

DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN MÓDULO DE SENSÓRICA PARA ENTRENAMIENTO EN EL CONTROL DE PROCESOS CÁRNICOS.

Johan Camilo Giraldo Gallón.

Tecnología en Electromecánica.

Director(es) del trabajo de grado.

Manuel Alejandro Ospina Alarcón

INSTITUTO TECNOLÓGICO METROPOLITANO

MEDELLÍN

Marzo de 2016

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

RESUMEN

En este trabajo se presenta el diseño e implementación de un módulo de sensorica para el entrenamiento de personal en el control de procesos en la Industria de Alimentos Zenú S.A.S, con el fin de enseñar los diferentes tipos de sensores más utilizados en la maquinaria de los procesos cárnicos, contando así con una herramienta útil para la generación de espacios de formación tanto para el personal técnico como operativo. De esta manera se fortalecen las competencias en el área de automatización de procesos en la industria del procesamiento de cárnicos y se da cumplimiento a la filosofía de Mantenimiento Productivo Total (TPM por sus siglas en inglés) implementada por la compañía para formar a sus operarios en el mantenimiento autónomo de sus equipos.

De acuerdo con el estudio realizado de los equipos y al presupuesto asignado, los sensores utilizados son de tipo: inductivo, capacitivo, mecánico, magnético, auto-réflex y réflex tipo horquilla; estos junto con los materiales estructurales tales como madera, aluminio, acrílico; además de los componentes eléctricos como fuente de alimentación, luz piloto de indicación, cableado, pulsadores y relevadores, se acoplan en un módulo didáctico, el cual cuenta con una lámina de acrílico transparente que facilita la enseñanza y la seguridad del personal técnico y operativo. El diseño realizado hace que el módulo sea compacto, de fácil manejo y pueda ser transportado con mayor facilidad.

Al finalizar el diseño del módulo de sensorica se pudo comprender la necesidad de su implementación para el entrenamiento del personal; Las herramientas y los materiales indicados para la implementación; así como las normas de seguridad que involucra la realización de cualquier tarea de tipo industrial. Además, se notó una mejoría en las condiciones de estos elementos en la maquinaria y una mayor utilización de sensores en el mejoramiento propuesto por la industria cárnica.

Palabras clave: sensor inductivo, sensor capacitivo, sensor mecánico, sensor magnético, auto-réflex, tipo horquilla, entrenamiento, TPM, módulo de sensorica, implementación, instrumentación industrial.

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

RECONOCIMIENTOS

Agradezco a la Industria de Alimentos Zenú S.A.S. por el aporte tan importante que realizo para la implementación de este proyecto en materia prima y componentes, por facilitar sus instalaciones y suministrar las herramientas adecuadas y necesarias. Haciendo énfasis en el auto cuidado.

A mi director de trabajo Ph. D Manuel Alejandro Ospina Alarcón, por guiarme con su experiencia en cada uno de los pasos que permitieron el correcto desarrollo y máximo aprovechamiento de este proyecto.

Al Instituto Tecnológico Metropolitano ITM por sus instalaciones y facilitar la investigación para el desarrollo de este proyecto.

Un especial y profundo reconocimiento a mi familia y a todos mis seres más queridos que por su apoyo incondicional hicieron posible el lograr una de mis metas como es conseguir un título profesional.

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

ACRÓNIMOS

- AC Corriente Alterna.
- DC Corriente Continua.
- TPM Mantenimiento Productivo Total.
- A Amperio.
- V Voltio.
- C Permitividad Eléctrica.
- E Permitividad Eléctrica (del material).
- D Distancia entre Electrodo.
- A Área de Electrodo.
- I Corriente Eléctrica.
- NO Normalmente Abierto.
- NC Normalmente Cerrado.

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

TABLA DE CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN	6
1.1. Generalidades.....	6
1.2. Objetivos.....	6
1.3. Organización del trabajo.....	7
2. MARCO TEÓRICO	8
2.1. ¿Qué es un sensor?.....	8
2.2. Tipos de sensores.....	8
3. METODOLOGÍA	13
3.1. Diseño y fabricación de piezas.	13
3.2. Selección de componentes eléctricos.....	16
3.2.1. Sensores.....	16
3.2.2. Fuente de alimentación.	18
3.2.3. Plano Eléctrico.	19
3.2.4. Resultados Obtenidos.....	22
4. CONCLUSIONES, RECOMENDACIONES Y TRABAJO FUTURO	23
4.1. Conclusiones	23
4.2. Recomendaciones.....	24
4.3. Trabajos Futuros	24
REFERENCIAS	25

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

1. INTRODUCCIÓN

Éste documento busca mostrar el diseño e implementación de un módulo de sensórica para el entrenamiento del personal técnico y operativo en el control de equipos usados en los procesos cárnicos. Para el desarrollo de éste módulo, se comenzó por determinar cuáles eran los sensores más usados en los equipos, para lo cual se realizó un proceso investigativo, lo que nos llevó a utilizar los sensores mencionados a lo largo de este proyecto; de acuerdo a esta información se realiza un diseño de cada una de las piezas que conforman la estructura del módulo teniendo la ubicación más adecuada para cada sensor y el espacio requerido para los componentes eléctricos del mismo, garantizando así un módulo compacto y de fácil manejo.

1.1. Generalidades.

El desarrollo de este proyecto trata sobre el diseño e implementación de un módulo de sensórica el cual servirá para el entrenamiento de personal técnico y operativo en el control de procesos propios de la Industria de Alimentos Zenú S.A.S En el cual los sensores y las indicaciones están dispuestos de forma ordenada en una lámina de acrílico transparente la cual facilita el desarrollo de la enseñanza del mismo.

La necesidad de implementar un módulo de sensórica nace de la política de formación del personal técnico y operativo implementada por la filosofía TPM de la Industria de Alimentos Zenú S.A.S y un análisis realizado al historial de reporte de anomalías en los equipos el cual evidenció el escaso reporte de las mismas en estos componentes y las averías de las máquinas relacionadas con sensores, mostrando el poco conocimiento que tiene el personal técnico y operativo frente a este tema.

1.2. Objetivos.

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

General.

- Diseño e implementación de un módulo de sensórica para el entrenamiento del personal técnico y operativo en la industria del procesamiento de cárnicos.

Específicos.

- Identificar en la maquinaria de la Industria, cuáles son los sensores más usados.
- Diseñar el módulo con la ubicación de los diferentes sensores identificados.
- Elaborar el plano de conexiones eléctricas del módulo.
- Implementación y puesta a punto del módulo.

1.3. Organización del trabajo.

Básicamente este proyecto fue desarrollado en tres etapas. En la primera parte está la información necesaria para el entendimiento del módulo y el desarrollo del mismo lo que se expresa en el marco teórico. Seguidamente se expone la metodología usada para el diseño, elaboración e implementación del módulo. Culminando con la discusión de los resultados obtenidos y conclusiones obtenidas a partir de los objetivos planteados para este proyecto. Además de algunas recomendaciones para trabajo futuros.

2. MARCO TEÓRICO

Para tener claro que es un módulo didáctico se necesita un grupo central de conceptos y teorías que se presentan a continuación:

2.1. ¿Qué es un sensor?

Un sensor es un dispositivo diseñado para reaccionar ante estímulos o acciones externas y a su vez responder ante dichas acciones, estos son capaces de convertir magnitudes física y químicas en una señal eléctrica, ya sea en forma análoga o digital, por ejemplo, temperatura, distancia, entre otras variables incluso más sencillas de evaluar.

2.2. Tipos de sensores

Sensores de proximidad inductivos: Como su nombre lo dice el sensor de proximidad inductivos (Figura 1) detecta solo elementos metálicos ferrosos y no ferrosos induciendo un campo magnético por medio de un oscilador de alta frecuencia y una bobina ubicada en el extremo del sensor, este campo magnético genera en la superficie conductora de los elementos a detectar unas corrientes parasitas o de Foucault, las cuales absorben energía de la bobina generando un descenso en la amplitud de la onda del circuito oscilador y del campo magnético del sensor. En este momento se hace la detección de los elementos por parte del sensor generando una señal que es usada por un sistema de control.

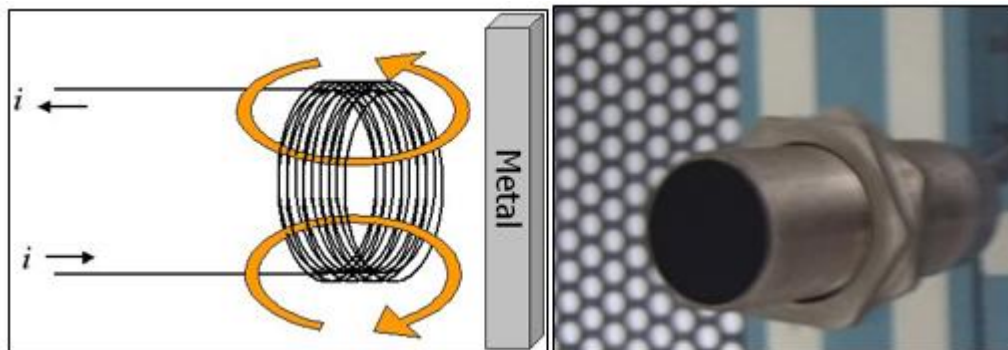


Figura 1. Sensor Inductivo

Adaptado de: http://www.skillten.com/cursos/sensredcpi/semana2/inductivos_funcionamiento.pdf
(El 6 de febrero de 2016)

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

Sensores de Proximidad Capacitivos: Al igual que los sensores de proximidad inductivos estos funcionan con un oscilador de alta frecuencia, con la diferencia que los sensores capacitivos (Figura 2) trabajan con un condensador o capacitor abierto en su extremo, que crea un campo electromagnético entre sus electrodos y cuando algún objeto de cualquier material es acercado al campo electromagnético este se ve alterado ya que cambia su permitividad eléctrica. $C = E \cdot \frac{A}{d}$ Siendo E la permitividad eléctrica (esta depende del material a detectar). A el área de los electrodos y d la separación entre los electrodos, cuando el objeto es acercado al campo electromagnético cambia la permitividad eléctrica por ende la capacitancia varia, cambiando la amplitud de la señal del oscilador generando la detección del elemento.

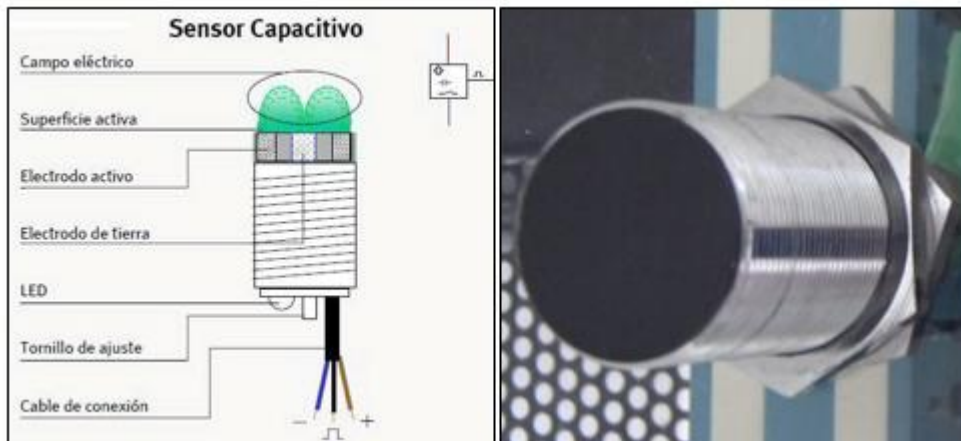


Figura 2. Sensor Capacitivo

Adaptado de: <http://www.skillten.com/cursos/matter001/capacitivos.pdf>

(El 7 de febrero de 2016)

Sensores magnéticos: Los sensores magnéticos tipo Switch (Figura 3) se caracterizan por tener la capacidad de detectar campos magnéticos, su principio de funcionamiento es simple, consiste en dos láminas de un material ferro-magnético, las cuales en presencia de un campo magnético se unen cerrando el contacto y dando continuidad a la corriente, se usan generalmente como sensores de posicionamiento, velocidad y corriente eléctrica, se caracterizan además por permitir mayores distancias de detección. Generalmente los objetos a detectar son imanes (casi siempre permanentes).

La detección puede realizarse a través de muchos materiales que permiten el paso de los campos magnéticos. Esto resulta en una considerable ventaja en la detección, ya que no se necesita tener una exposición directa con el objeto a detectar.

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

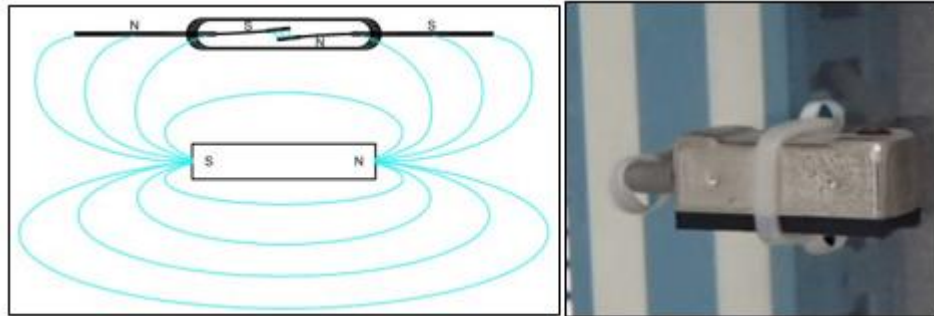


Figura 3. Sensor Magnético

Adaptado de: http://recursostic.educacion.es/secundaria/edad/4esotecnologia/quincena11/4quincena11_contenidos_3f.htm.
 (El 8 de febrero de 2016)

Sensores ópticos réflex y auto réflex: Estos sensores ópticos tienen como principio de funcionamiento los cambios en la intensidad lumínica, para su funcionamiento requieren de un emisor para emitir un rayo de luz y un receptor para recibir dicho rayo de luz, además consta de un transductor fotoeléctrico el cual se encarga de transformar la señal lumínica en una señal eléctrica para ser usada en un sistema de control.

El sensor óptico tipo réflex (Figura 4) utiliza un reflector especial que devuelve el rayo de luz con el mismo ángulo que fue recibido, lo cual genera una barrera de detección. En el momento que ésta es interrumpida genera la detección y por ende la señal al sistema de control.

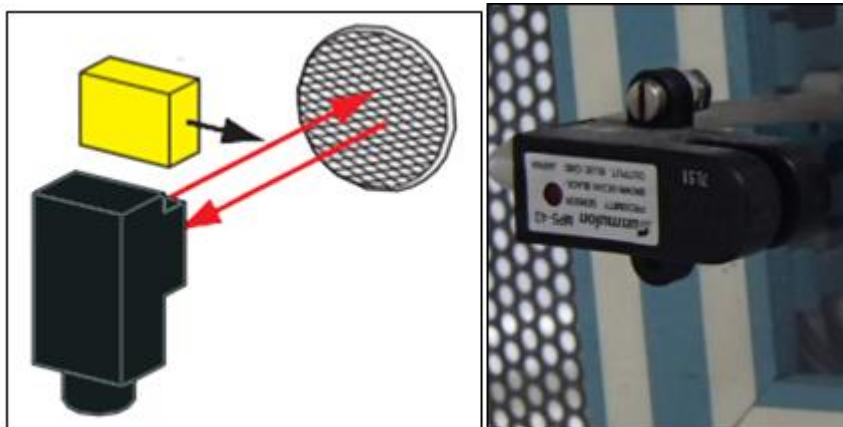


Figura 4. Sensor Óptico Réflex.

Adaptado de: <http://www.sensorstecnicas.net> (El 8 de febrero de 2016)

El sensor óptico tipo auto réflex (Figura 5) a diferencia de los del tipo réflex no necesita de ningún dispositivo que refleje el haz de luz que emite, este sensor poseen en su

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

cuerpo tanto el emisor como el receptor, en este caso el sensor emite un rayo de luz infrarrojo el cual sale del dispositivo de forma recta, este rayo tiene la capacidad de revotar en los objetos, cuando esto ocurre el receptor recibe estos rayos que provienen del objeto generando la señal de detección para ser utilizada por un sistema de control.

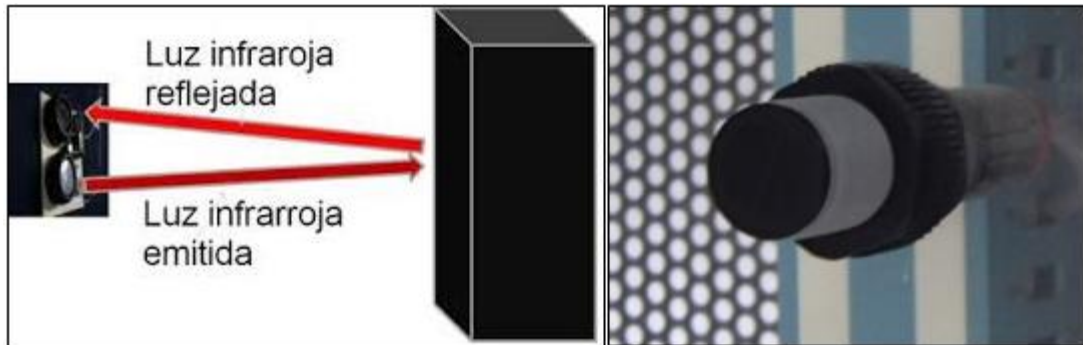


Figura 5. Sensor Óptico Auto - *réflex*

Adaptado de: <http://www.sensorstecnic.net> (El 9 de febrero de 2016)

Sensor mecánico o microswitch: Los sensores mecánicos son los más simples y sencillos, su principio de funcionamiento se basa en un interruptor que se activa o desactiva cuando un objeto o pieza mecánica está en contacto directo con él (Figura 6), identificando así la presencia o ausencia de dicha pieza en algún lugar determinado. En cuanto a la descripción de un sensor mecánico o microswitch, se compone de un conmutador de dos posiciones el cual cuenta con un retorno asistido por muelle al estado de reposo.



Figura 6. Sensor Mecánico

Adaptado de: <http://www.todoexpertos.com> (El 9 de febrero de 2016)

Para el diseño de las piezas usadas en el módulo se usa el software para diseño en 3D llamado INVENTOR PRO. Además, se usan los siguientes materiales y piezas.

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

Lámina de Acrílico: La lámina de acrílico fue usada para la elaboración de la parte o tapa frontal del módulo que sirve para soportar los sensores y los pilotos de indicación del módulo, además por sus propiedades translucidas (o transparencia) facilita el entrenamiento con el módulo y brinda seguridad al personal.

El acrílico es un polímero de metil metacrilato, con apariencia transparente, se puede producir en rangos de parámetros de transmisión y difusión de luz. Es inerte a varias sustancias corrosivas y es resistente a las condiciones del ambiente.

En la actualidad podemos encontrar un módulo de entrenamiento de sensórica en la Universidad de San Buenaventura, el cual fue implementado en el laboratorio de la facultad de ingenierías con el objetivo de mejorar el entrenamiento de los estudiantes en el control de variables, con énfasis en las variables de temperatura en los diferentes cursos dictados en la universidad que requieran de este recurso para el aseguramiento de las competencias estudiantiles¹.

Además se evidencia el uso de diversos módulos didácticos para el entrenamiento en la materia de electrónica analógica, en la universidad Tecnológica de Pereira², el cual fue implementado por estudiantes de la facultad de ingenierías: Electrónica, Física y Ciencias de la computación; con el fin de facilitar el desarrollo y entendimiento de la prácticas de la laboratorio de estas facultades, teniendo como resultado una mayor comprensión de los estudiantes frente a la revisión de los circuitos y la detección de fallas es casi que inmediata².

¹ Roosevelt A. Rubio U. & David V. Bonilla (2006). *Diseño e implementación de un módulo de entrenamiento didáctico de sensórica para el laboratorio de la facultad de Ingeniería de la Universidad de San Buenaventura* (Tesis de pregrado). Universidad de San Buenaventura. Bogotá D.C.

² Evelio L. Piedrahíta (2013). *Diseño y construcción de un módulo entrenador para apoyar la enseñanza de electrónica análoga* (Tesis de pregrado). Universidad Tecnológica de Pereira. Pereira.

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

3. METODOLOGÍA

En la implementación del módulo didáctico se utilizó la mayor cantidad de elementos y materiales reciclados para optimizar en mayor medida el presupuesto destinado para este proyecto, adoptando y cumpliendo la norma ISO 14001 sobre el medio ambiente implementada por la Industria de Alimentos Zenú S.A.S.

Por su facilidad para manejarlos, trabajarlos y mecanizarlos, los materiales escogidos en la implementación de la estructura del módulo fueron: el aluminio, el acrílico y la madera. Aportando ligereza y resistencia a este módulo.

3.1. Diseño y fabricación de piezas.

En la elaboración de la base del módulo se tomó en cuenta las dimensiones que ocupan los componentes tales como la fuente, los relevos y elementos de conexión. Para maximizar el aprovechamiento del espacio, haciendo el módulo lo más compacto posible; en la implementación de la base se dispuso de una pieza de madera laminada con unas dimensiones de 525mm de alto x 460mm de ancho y 30mm de espesor (ver Figura 7) la cual soportará y servirá de anclaje para todos los elementos de este módulo.

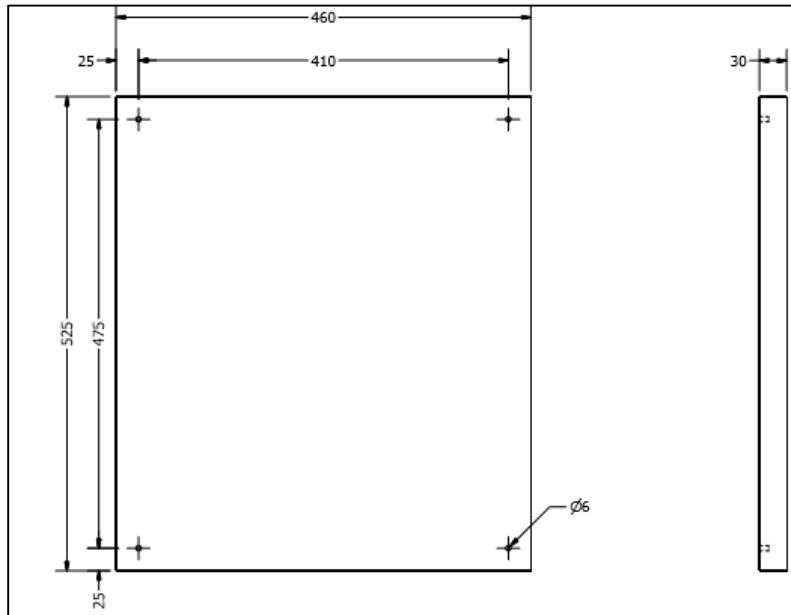


Figura 7. Base del módulo

Con la necesidad de brindarle espacio a los componentes del módulo y de anclar ambas caras del mismo, se implementaron 4 bujes de aluminio de 100mm de largo, con un diámetro de 20mm y unas perforaciones de 20mm de profundo a ambos lados del buje, cada una de las perforaciones con rosca interna de 5mm y un paso de 0.8 (M5x0.8) (Ver Figura 8) lo que nos garantizó el espacio deseado para los componentes del módulo. Para la sujeción se emplearon tornillos en acero inoxidable tipo socket de 5mm de diámetro, 20mm de largo y un paso entre dientes de 0.8mm (Ver Figura 9), esto brinda la firmeza necesaria para que este sea un módulo compacto, ligero y firme que perdure en el tiempo. Por último, se elaboró la cara del módulo que soportará a los sensores y los pilotos de indicación correspondientes, para ello se empleó acrílico transparente con unas dimensiones de 525mm de alto, 460mm de ancho y 5mm de espesor. Con perforaciones a ambos costados para la ubicación de los sensores y su indicación, además de dos pulsadores de on-off, el diámetro de cada perforación dependerá del diámetro de cada uno de los elementos. Cabe mencionar que el acrílico transparente facilitara la enseñanza y nos brindara seguridad evitando así futuros accidentes (Ver Figuras 10 y 11).

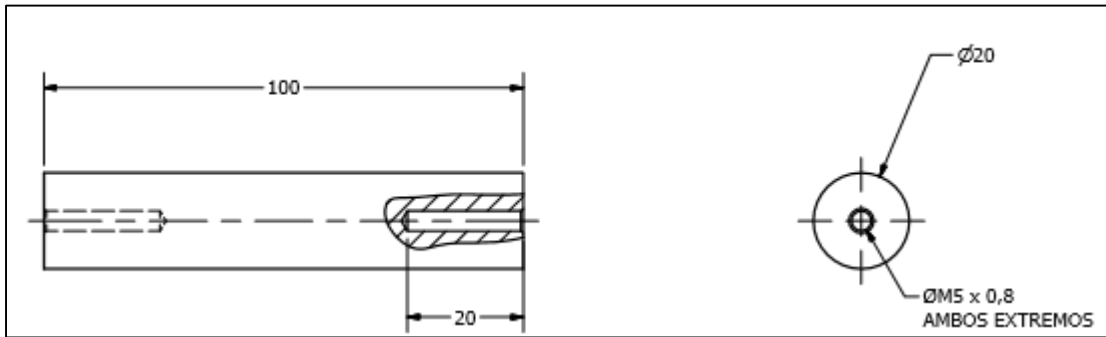


Figura 8. Bujes de separación



Figura 9. Tornillo de sujeción

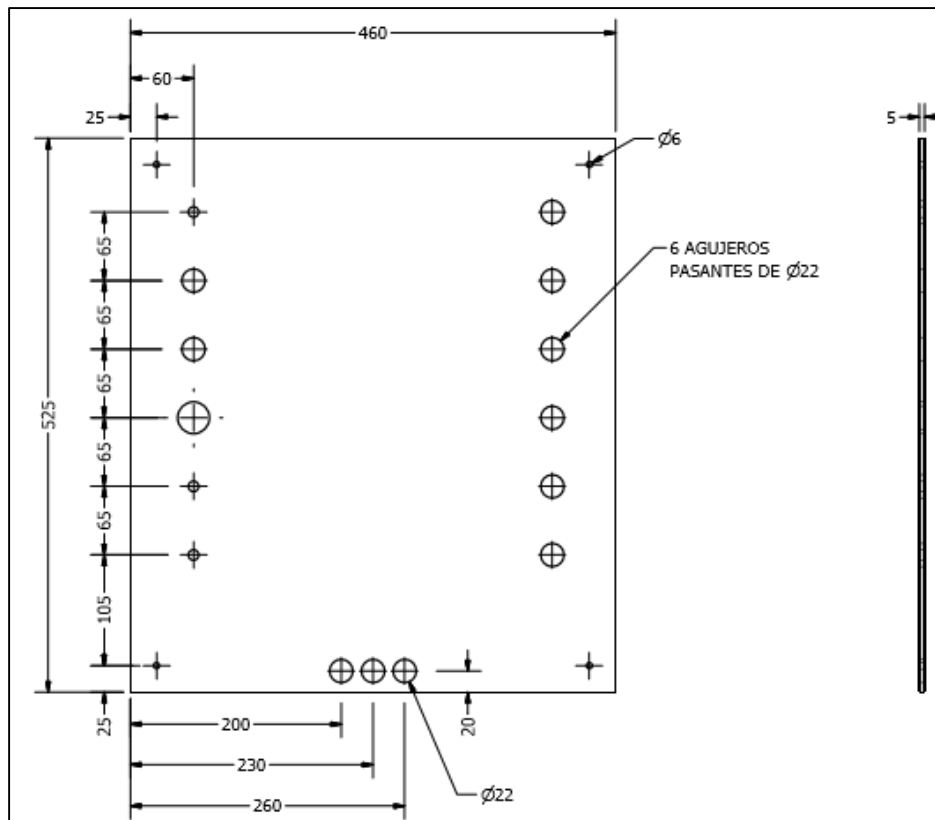


Figura 10. Lámina de Acrílico

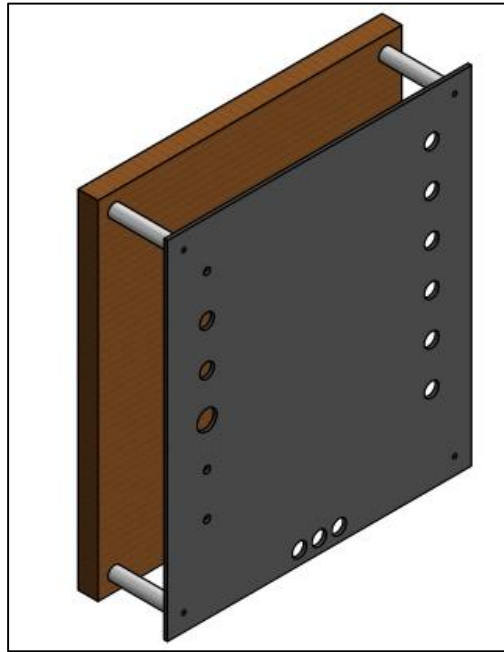


Figura 11. Ensamble de piezas

3.2. Selección de componentes eléctricos.

3.2.1. Sensores.

SENSOR INDUCTIVO: En este caso se cuenta con un sensor inductivo marca telemecanique de 2 hilos normalmente abierto (NO), M18 que indica su diámetro (ver Figura 12) y funciona con una tensión de 30-230 VAC demandando una corriente de 300mA. Este sensor se caracteriza por poseer una cubierta metálica que le brinda una protección superior a la corrosión y golpes presentes en los entornos industriales.



Figura 12. Sensor Inductivo

SENSOR CAPACITIVO: se dispone en este caso con un sensor capacitivo marca SENSORIK M30 (ver Figura 13) lo que indica el diámetro del mismo, este sensor posee de forma física

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

la opción de escoger el tipo de salida ya sea NO (normal abierta) o NC (normal cerrada), además cuenta con la capacidad de regular su distancia de detección. Demanda de una alimentación de 10-30VDC, y una corriente de 300mA.

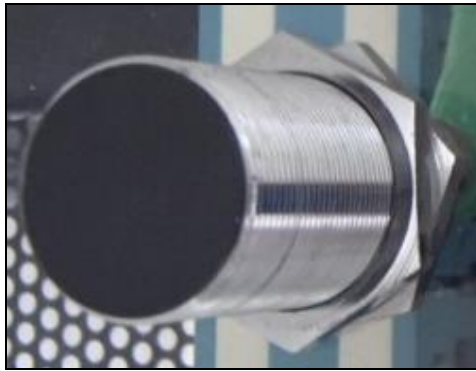


Figura 73. Sensor Capacitivo

SENSOR AUTO RÉFLEX: Para este módulo se implementó un sensor auto réflex marca FOTOSTAR M18 (ver Figura 14) que indica su diámetro, este sensor posee de forma física, la opción de seleccionar la forma de su salida ya sea NO o NC. Además, cuenta con la capacidad de regular su distancia de detección, demanda una tensión de 20-250VAC y una corriente de 300mA.



Figura 14. Sensor Auto Réflex

SENSOR MAGNETICO: en este proyecto se utilizó un sensor magnético marca ATC CS1-U. (Ver Figura 15). Este sensor tiene unas dimensiones de 12.7mm x 27.9mm, se caracteriza por ser un sensor muy compacto, el voltaje de operación de este sensor esta entre 5-240V DC/AC posee la particularidad de operar ya sea con corriente directa o corriente alterna.

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22



Figura 85. Sensor Magnético

SENSOR REFLEX TIPO HORQUILLA: se dispone de un sensor réflex tipo horquilla marca SUNMULON MPS-23 (ver Figura 16). Este sensor se caracteriza por ser compacto de fácil utilización, demanda un voltaje de operación de 10-30VDC y una corriente de 300 mA.



Figura 96. Sensor Réflex tipo horquilla

SENSOR MECÁNICO O MICROSWITCH: se implementó un sensor mecánico o microswitch marca TELEMECANIQUE (Figura 17) el cual posee en su interior dos contactos uno normal abierto (NO) y otro normal cerrado (NC), este sensor al trabajar como un interruptor tiene la capacidad de funcionar con corriente alterna o corriente directa, se usan en gran medida como finales de carrera de piezas de máquinas.



Figura 17. Sensor mecánico.

3.2.2. Fuente de alimentación.

Se instaló una fuente de alimentación omron S82K-05024 (ver Figura 18) la cual posee una salida de voltaje fija de 24VDC a 2.1A, esta fuente energizará algunos sensores tales como: el sensor capacitivo, sensor magnético y el sensor réflex tipo horquilla. Además, energizará todos los pilotos de indicación del módulo. Esta fuente cuenta con unas dimensiones de

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

90mmx75mm en la base y 96mm de alto (Figura 19), lo que la hacen una fuente compacta de alto rendimiento.



Figura 18. Fuente de Alimentación

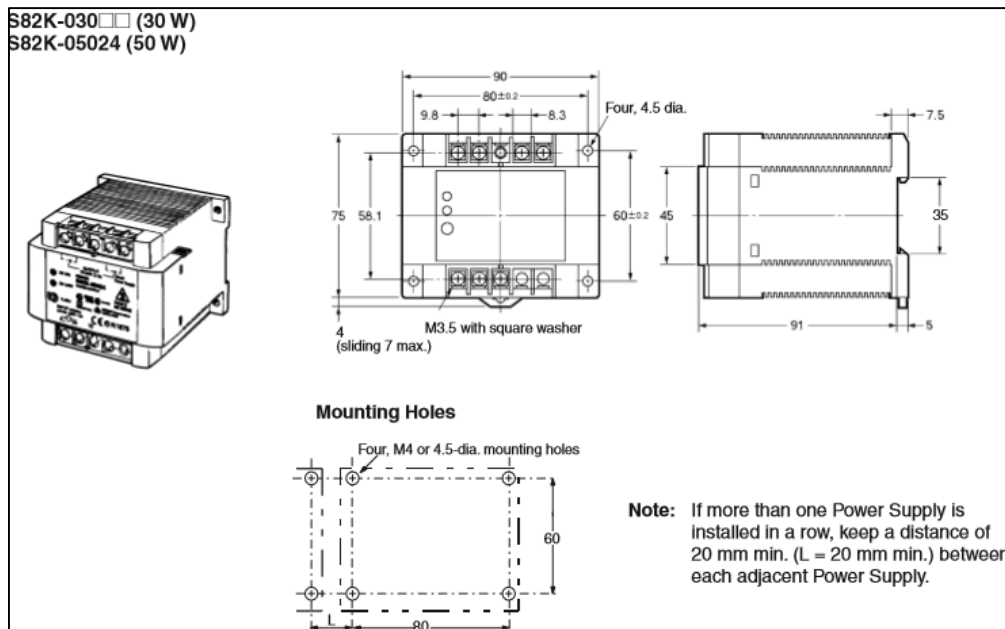


Figura 19. Dimensiones de Fuente de alimentación.

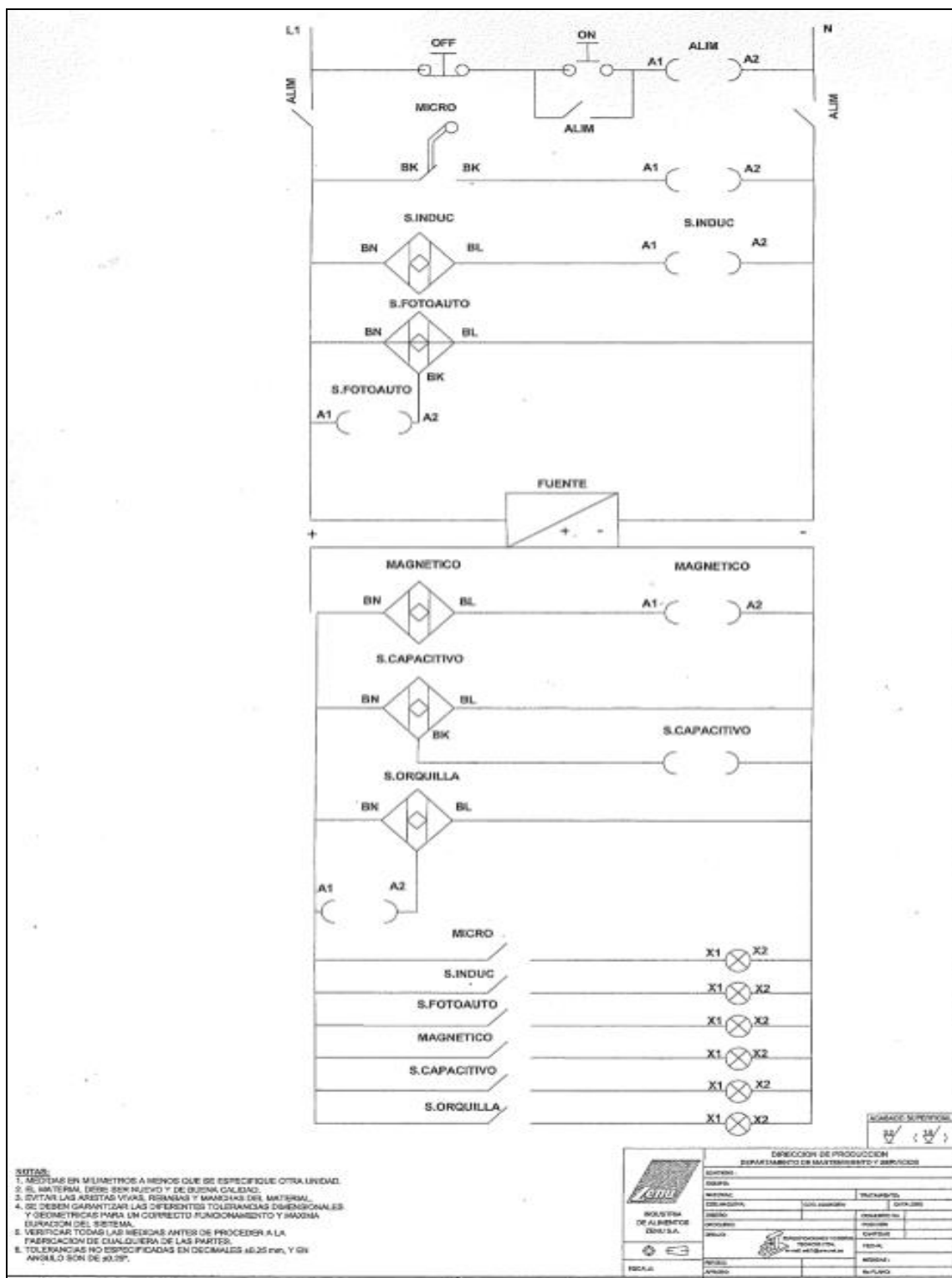
Adaptado de <http://datasheet.octopart.com/S82K-00705-Omron-datasheet-11890.pdf> (febrero 10 de 2016)

3.2.3. Plano Eléctrico.

La finalidad del plano eléctrico dentro del módulo de sensórica es permitir la correcta conexión de cada uno de los sensores en sus diferentes configuraciones, ya sea que entreguen una salida negativa o una salida positiva. Además, brindando las indicaciones que facilitan la pedagogía con el módulo (Ver Figura 20).

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

Para la implementación de este plano eléctrico se utilizaron dos pulsadores de 22 mm marca Telemecanique, uno normalmente cerrado y uno normalmente abierto, que cumplen con la función de On – Off del módulo. También se usaron siete relevadores marca Telemecanique de los cuales cuatro se energizan a 110 V AC y tres se energizan a 24 V DC, éstos dependen del voltaje que entreguen cada uno de los sensores y cumplen con la función de relevar la señal del sensor dando la posibilidad de energizar los pilotos de indicación para cada uno de los sensores, al igual que brindan la posibilidad de expandir el módulo. Por último, para lograr la conexión de cada uno de los elementos y siguiendo la lógica del plano eléctrico (Ver Figura 20) se utilizaron borneras de conexión tipo clamp, estas borneras se caracterizan por hacer la sujeción del conductor por medio de resortes en remplazo de la sujeción de conductores por medio de tornillos; esto las hace libres de mantenimiento y fáciles de utilizar; además, pueden soportar una corriente de 2 A.



NOTAS:
 1. SISTEMAS EN MILIMETROS A MENOS QUE SE ESPECIFIQUE OTRA UNIDAD.
 2. EL MATERIAL DEBE SER NUEVO Y DE BUENA CALIDAD.
 3. EVITAR LAS ARISTAS VIVAS, RESANAS Y MARCAS DEL MATERIAL.
 4. SE DEBEN GARANTIZAR LAS DIFERENTES TOLERANCIAS DIMENSIONALES Y GEOMETRICAS PARA UN CORRECTO FUNCIONAMIENTO Y LARGA DURACION DEL SISTEMA.
 5. VERIFICAR TODAS LAS MEDIDAS ANTES DE PROCEDER A LA FABRICACION DE CUALQUIERA DE LAS PARTES.
 6. TOLERANCIAS NO ESPECIFICADAS EN DECIMALES A 0,25 mm, Y SIN APLICARLO SON DE 0,25.

DIRECCION DE PRODUCCION DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO Y SERVICIOS			
ESTADO:	FECHA:	PROYECTO:	OTRO USU:
INSTRUMENTOS:	CONSTRUCION:	CONSTRUCION:	CONSTRUCION:
INSTRUMENTOS:	CONSTRUCION:	CONSTRUCION:	CONSTRUCION:
INSTRUMENTOS:	CONSTRUCION:	CONSTRUCION:	CONSTRUCION:
INSTRUMENTOS:	CONSTRUCION:	CONSTRUCION:	CONSTRUCION:
INSTRUMENTOS:	CONSTRUCION:	CONSTRUCION:	CONSTRUCION:
INSTRUMENTOS:	CONSTRUCION:	CONSTRUCION:	CONSTRUCION:
INSTRUMENTOS:	CONSTRUCION:	CONSTRUCION:	CONSTRUCION:

Figura 20. Planos eléctricos.

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

3.2.4. Resultados Obtenidos

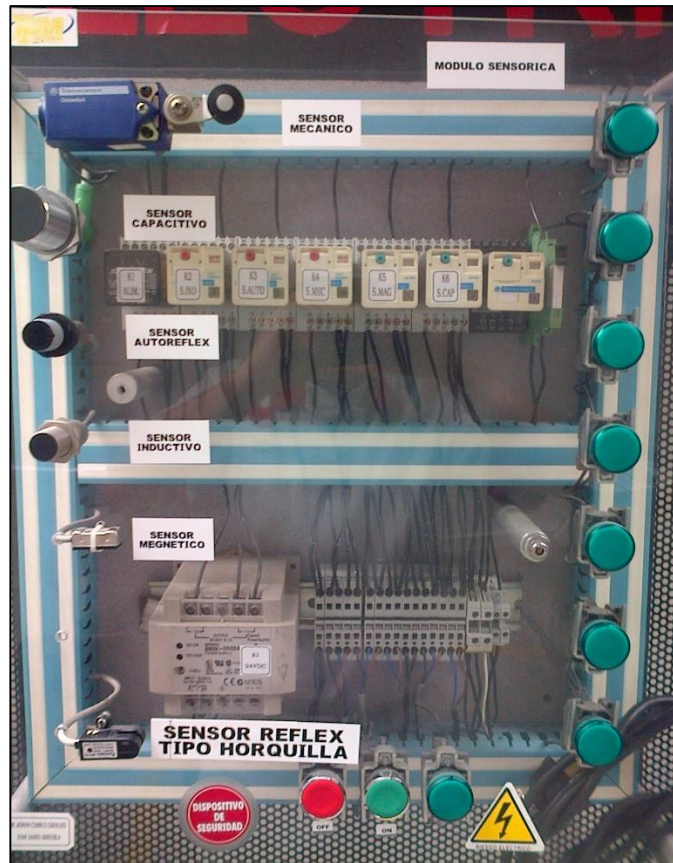


Figura 21. Módulo de Sensórica

En la figura 21 se muestra el módulo ya instalado, en la figura 21 se visualizan cada uno de los sensores usados para lograr la implementación de este proyecto, al igual que los pilotos de indicación al frente de cada uno de los sensores, los cuales cumplen con la función de indicar cuando algún elemento fue detectado por cualquiera de los sensores, además, se tienen los pulsadores que cumplen con la función de on – off y su respectivo piloto de indicación mostrando si el módulo está activo o no.

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

4. CONCLUSIONES, RECOMENDACIONES Y TRABAJO FUTURO

4.1. Conclusiones

- Con este trabajo se evidenció que es viable la implementación de un módulo de sensorica para el entrenamiento en el control de procesos productivos cárnicos, aunque el presupuesto es una limitante para el desarrollo de un módulo más completo, es posible lograr buenos resultados si se complementa con una buena pedagogía.
- La mayoría de las máquinas usadas en los procesos productivos de Zenú S.A.S. poseen sensores que les permiten desarrollar las tareas para las cuales fueron diseñados con más facilidad, permitiéndoles detectar piezas de las mismas máquinas o materiales diferentes brindándoles mayor precisión. Se evidencia que los más usados en estas máquinas son los sensores inductivos, capacitivos, magnéticos, mecánicos, réflex y auto réflex.
- Se logra diseñar un módulo compacto, ligero y resistente para perdurar en el tiempo, con una ubicación de los sensores que facilita la enseñanza del módulo (ver Figura 21).
- Se consigue elaborar un plano de conexiones eléctricas que nos permite realizar una correcta conexión de cada sensor en la ubicación deseada. Además se concibe este plano relevando cada señal de cada sensor, lo que nos permite una futura ampliación o conexión con otros módulos de entrenamientos (ver Figuras 20 y 21).
- Se finaliza el módulo con la implementación y puesta a punto de cada uno de sus componentes, pensando siempre seguir el ensamble del módulo (Ver Figura 21). Además con esta implementación se pudo capacitar al personal técnico y operativo evidenciándose una reducción en el daño de los sensores en los equipos de los procesos productivos de la industria.

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

4.2. Recomendaciones

- Ampliar la gama de sensores a utilizar en el módulo de entrenamiento.
- Implementar un módulo de entrenamiento como éstos en universidades y centros educativos para formar y fortalecer las competencias de los estudiantes en el uso correcto e implementación de sensores en procesos productivos.

4.3. Trabajos Futuros

Una buena opción para un trabajo futuro es la implementación de un controlador lógico programable para el trabajo autónomo del módulo. Además, hacer de éste una extensión para otros módulos, como, por ejemplo, combinándolo con un módulo mecánico, tratando de simular una máquina de tipo industrial.

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

REFERENCIAS

- a) Joseph J. Carr. (S.I.). Sensors and Circuits. ED PTR Prentice Hall. New Jersey.
- b) Miguel A. Pérez Gracia, Juan C. Álvarez Antón, Juan C. Campo Rodriguez, Federico J. Ferrero Martin. 2006. Instrumentación Electrónica. ED Thomson. Madrid, España.
- c) http://www.skillten.com/cursos/sensredcpi/semana2/inductivos_funcionamiento.pdf (El 10 de agosto de 2015)
- d) <http://www.skillten.com/cursos/matter001/capacitivos.pdf> (el 13 de agosto de 2015)
- e) http://recursostic.educacion.es/secundaria/edad/4esotecnologia/quincena11/4quincena11_contenidos_3f.htm (el 14 de agosto de 2015)
- f) <http://cmapspublic2.ihmc.us/rid=1H2B63T5G-1SLKJ1L-J52/Sensores%20fundamentos,%20tipos%20y%20caracter%C3%ADsticas.pdf> (el 20 de agosto de 2015)
- g) <http://www.isa.cie.uva.es/~maria/sensores.pdf> (el 20 de agosto de 2015)
- h) <http://www.slideshare.net/angelicarinconc/que-es-un-pt100-1> (el 20 de agosto de 2015)
- i) http://literature.rockwellautomation.com/idc/groups/literature/documents/pp/45lsp-pp001_es-p.pdf (el 21 de agosto de 2015)
- j) <http://esimerobotica.tripod.com/sensores.htm> (el 21 de agosto de 2015)
- k) Roosevelt A. Rubio U. & David V. Bonilla (2006). *Diseño e implementación de un módulo de entrenamiento didáctico de sensórica para el laboratorio de la facultad de Ingeniería de la Universidad de San Buenaventura* (Tesis de pregrado). Universidad de San Buenaventura. Bogotá D.C.
- l) Evelio L. Piedrahíta (2013). *Diseño y construcción de un módulo entrenador para apoyar la enseñanza de electrónica análoga* (Tesis de pregrado). Universidad Tecnológica de Pereira. Pereira.

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

FIRMA ESTUDIANTES _____

FIRMA ASESOR Manuel A. Ospina A.

FECHA ENTREGA: _____

FIRMA COMITÉ TRABAJO DE GRADO DE LA FACULTAD _____

RECHAZADO ___ ACEPTADO ___ ACEPTADO CON MODIFICACIONES ___

ACTA NO. _____

FECHA ENTREGA: _____

FIRMA CONSEJO DE FACULTAD _____

ACTA NO. _____

FECHA ENTREGA: _____