

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

AUTOMATIZACION E IMPLEMENTACION DE SISTEMA DE ALARMA Y PARO DE MAQUINA SELLADORA DE CARGADERAS

Victor Mario Londoño Tavera

Tecnología Electrónica

Johny Alvarez Salazar

INSTITUTO TECNOLÓGICO METROPOLITANO

Noviembre 17 de 2016

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

RESUMEN

El objetivo del trabajo consiste en diseñar e implementar un sistema de control electro neumático con emisión de alarma para el mecanismo de transporte de materias primas en una máquina selladora de cargaderas METALNOX SF 130, mediante la detección de materiales utilizando para ello sensores electrónicos y electromecánicos.

La metodología utilizada comienza con la selección de los sensores adecuados para la detección de las materias primas (bemis y sesgo tela) y definir la ubicación de éstos en el sistema para que operen de manera eficiente.

Una de las materias primas utilizadas por la maquina selladora metalnox es el sesgo de tela que presenta dos variables en su normal operación y son la retención física que se presenta cuando este se va a agotar y la ausencia cuando este se agota totalmente; estas dos variables se deben controlar por medio de un sistema electromecánico diseñado especialmente para tal fin.

Como siguiente paso se debe instalar el sistema de alimentación de voltaje de los sensores y acoplar la señal de salida que estos emiten para excitar las bobinas de relés; como tercer paso se toma la señal neumática de entrada de el elemento actuador que manipula el sistema de rodillos y del sistema asentador de la máquina metalnox y se acopla a un sistema control electro neumático diseñado con los contactos de los relés y un elemento final de control el cual está hecho con electroválvulas neumáticas, a continuación se instalan la fuente de alimentación de los elementos de control y se conmutan por medio de un circuito lógico electrónico diseñado para permitir accionar los diferentes elementos en el momento requerido de forma automática.

Como resultado se espera que el sistema de control aíse automáticamente los mecanismos de transporte de la máquina metalnox cada vez que uno varios materiales se agoten y que emita una alarma para ser atendida por el operario de la máquina de forma oportuna e inmediata, ello ayuda a evitar que los materiales se desperdicien y aumenta la confiabilidad de operación de la maquina selladora metalnox SF 130.

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

Palabras clave: Bemis, sesgo de tela, elementos finales de control, sensores, pie de rodillos, asentador, remanencia, actuador, enganche.

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

RECONOCIMIENTOS

A DIOS por bendecirme con tantas alegrías en la vida incluida este extraordinario conocimiento que me introduce en su maravillosa creación de la inteligencia humana.

A la universidad ITM y su grupo de profesores en el área de la ingeniería electrónica por su maravilloso programa y su gran aporte al desarrollo de la ciudad y del país.

A todos mis compañeros y amigos de la universidad por su inmensa ayuda en momentos difíciles, a ellos que por brindarme su amistad hacían mi estadía mucho más agradable a lo largo de todas mis etapas de aprendizaje.

A mis profesores por su paciencia, profesionalismo y vocación de enseñanza.

A mis jefes de trabajo, por la oportunidad y por poder facilitarme las cosas para lograr mis objetivos.

Y especialmente a mi FAMILIA por su comprensión, a mi esposa JANED por su invaluable sacrificio y largo aliento durante mi tiempo de formación, a mis pequeños hijos LAURA y FELIPE por darme fuerza, por ese tiempo que les robe y sacrificamos todos, porque también era el tiempo de ellos. Un DIOS les pague a todos ellos.

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

ACRÓNIMOS

EFC Elemento final de control

METALNOX Máquina térmica selladora de cargaderas

REMANENCIA energía acumulada en una bobina cuando se le deja de suministrar corriente eléctrica

BEMIS material sintético utilizado para fusionarse con otros materiales textiles

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

TABLA DE CONTENIDO

1	INTRODUCCION.....	8
	1.1 Generalidades.	
	1.2 Objetivos.	
	1.3 Organización de la tesis.	
2	MARCO TEORICO.....	10
	2.1 introducción a terminología en sistemas de control.	
	2.2 introducción a los automatismos.	
	2.3 Utilidad de los sensores, tipos e implementación.	
	2.4 Tipos de sensores.	
	2.5 Acondicionamiento y presentación de señales.	
	2.6 Control electro neumático.	
	2.7 Actuadores neumáticos.	
	2.8 Características de los cilindros neumáticos.	
	2.9 Válvulas de control.	
	2.10 Válvulas proporcionales.	
	2.11 El relé.	
3	METODOLOGIA.....	33
	3.1 selección de los sensores.	
	3.2 Materiales necesarios.	
	3.3 Diseño del circuito eléctrico.	
	3.4 Interfaz de los sensores.	
	3.5 Control automático de cargas.	
	3.6 Automatización del sistema de transporte de la maquina	

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

METALNOX.

3.7 Sistema eléctrico manual para el sistema de transporte de la maquina METALNOX.

3.8 Sistema eléctrico general del sistema de paro y alarma de la maquina METALNOX.

3.9 Implementación y cableado del sistema eléctrico general.

3.10 Instalación de los actuadores.

4 RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....82

4.1 control electro neumático.

4.2 Implementación de alarma.

4.3 Diseño electromecánico.

4.4 Nuevo sistema de mangueras neumáticas.

4.5 Paro del transporte.

5 CONCLUSIONES, RECOMENDACIONES Y TRABAJO FUTURO.....86

5.1 conclusiones.

5.2 Recomendaciones.

5.3 Trabajo futuro.

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

1. INTRODUCCIÓN

1.1 Generalidades

La capacidad de optimizar los recursos, el aumento de la eficiencia en el desempeño y en la productividad y el desarrollo de conocimientos, entre otros factores, hacen que las empresas puedan desarrollar fortalezas competitivas en un mercado cada vez más globalizado.

Algunas estrategias utilizadas para fortalecer dichos factores son: la inversión en tecnología, el estudio de mercados, innovación de productos, cuidado del medio ambiente, actualización de conocimientos y procurar un buen ambiente de trabajo a las personas para lograr un mejor desempeño laboral y social. En consecuencia con lo expresado anteriormente se plantea la necesidad de lograr un mejoramiento en el desempeño de la maquina METALNOX SF 130, la cual es una maquina utilizada en la elaboración de cargaderas de brasiers femeninos.

El problema a solucionar consiste en que cuando dicha maquina está siendo operada en condiciones normales y en cualquier momento una sus materias primas se agota “ya sea el bemis o el sesgo de tela” los cuales son utilizados en la elaboración de la cargadera, ésta continua su funcionamiento de forma incorrecta; ocasionando que haya desperdicio de materiales, como también que se fabriquen productos no conformes en cuanto al requerimiento de calidad, también ocasiona que algunos elementos mecánicos queden obstruidos o empavonados con material derretido, todo lo anterior conlleva a que el operario de la maquina tenga que intervenir un problema correctivo, desperdiciando así tiempo valioso e interrumpiendo la cadena productiva. Es este problema un factor tecnológico que debe ser solucionado en procura de mejorar su desempeño. En consecuencia se contribuye así al fortalecimiento productivo y competitivo.

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

1.2 *Objetivos*

General:

Diseñar e implementar un sistema de control electro neumático con emisión de alarma para el mecanismo de transporte de materia prima en una maquina selladora de cargaderas METALNOX, mediante la detección de materiales, utilizando para ello sensores electrónicos y electromecánicos

Específicos:

1. Diseñar un sistema electro neumático para controlar los mecanismos que intervienen en el sistema de transporte de materia prima en un proceso de sellado de cargaderas.
2. Implementar un dispositivo de alarma en la maquina METALNOX para indicar que la materia prima se ha agotado.
3. diseñar e implementar un dispositivo electromecánico para detectar cuando el sesgo tela se ha agotado.

1.3 *Organización de la tesis*

En los diferentes capítulos presentados a continuación se abordan temas como:

- * Introducción a terminología en sistemas de control y automatización.
- * Utilidad de los sensores, funcionamiento e implementación.
- * Control electro neumático.
- * Aplicación de los relés en la automatización.
- * Aplicación de sistemas neumáticos en la automatización.
- * Implementación de sensores, sistemas eléctricos y neumáticos para automatizar el sistema de transporte e implementar una alarma en la maquina METALNOX SF 130.

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

2. MARCO TEÓRICO

2.1 INTRODUCCION A TERMINOLOGIA EN SISTEMAS DE CONTROL

Para definir un sistema de control se requiere también definir algunas palabras básicas relacionadas con el tema, según Ogata, 1998., algunas son:

- * **Planta:** es un objeto físico que se compone de equipos e instrumentos utilizados para realizar un proceso determinado y que han de ser controlados para lograr un propósito general. Una planta puede ser un dispositivo mecánico, un electrodoméstico, una nave espacial, un centro de producción manufacturera, un vehículo terrestre entre otros. Podría definirse también como un centro de procesamiento que se compone de objetos periféricos acoplados entre sí y controlados, que a su vez forman un sistema para realizar una función determinada.
- * **Proceso:** son operaciones progresivas que transforman un objetivo determinado, se entiende como los cambios graduales y controlados que tienden a producir un resultado.
- * **Controlador:** son un conjunto de dispositivos utilizados para llevar a cabo una acción de control o de regulación en el suministro de energía que se suministra a un sistema. Esta acción de regulación de energía es suministrada a elementos consumidores del sistema que también son denominados elementos finales de control (e.f.c).
- * **Elemento final de control (e.f.c):** Es el elemento que recibe la señal del controlador y actúa en consecuencia a un error detectado o a una señal recibida para realizar una acción. Es también llamado actuador y efectúa la acción de corrección.
- * **Automatización:** acción por la cual se ejecuta un proceso de producción sin la intervención del operador de forma permanente.
- * **Sistema:** es la combinación de equipos o combinación de componentes que actúan juntos y realizan un objetivo determinado.

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

* **Sensor:** elemento primario de medición de variables de un proceso, siendo algunos utilizados para lectura e indicación y otros para transformar la variable medida en una señal eléctrica de salida; los más usados son los de velocidad, nivel, temperatura, flujo, proximidad, tensión, densidad, humedad, color, entre otros.

* **Lazo abierto:** son sistemas de control de ciclo abierto denominados también sin realimentación, son sistemas de control cuya salida no tiene efecto sobre la acción de control, en estos sistemas la señal de salida ni se mide, ni se realimenta, ni se compara con una señal de referencia deseada.

* **Lazo cerrado:** los sistemas de control de ciclo cerrado o denominados también lazo cerrado o con realimentación, son sistemas cuya señal de salida tiene efecto directo sobre la acción de control.

2.2 INTRODUCCION A LOS AUTOMATISMOS

Según CEKIT, 2002., una de las maneras de entender un concepto teórico es conociendo las aplicaciones prácticas dentro de un proceso en la vida real.

Los sistemas de control pueden ser muy amplios, variados y complejos, se puede utilizar desde un simple interruptor que controla un juguete o una bombilla, hasta un conjunto de elementos y procesos que manejan una nave espacial, una fábrica de autos o un tren de pasajeros. Un sistema de control puede ser manual o automático, de lazo abierto o de lazo cerrado, y pueden ser automatizados dependiendo de las señales que utilice y de la arquitectura de su diseño, de manera analógica, digital o híbridos (tanto analógica como digital).

Pueden ser también, dependiendo de la arquitectura de diseño, de lógica cableada o de lógica programable.

Los automatismos analógicos trabajan con señales de tipo continuo dentro de un margen específico por lo general los sensores y actuadores que pertenecen a este modo de automatización funcionan con corrientes o voltajes que varían en un rango continuo

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

específico. Entre los más usuales están los de 4 y 20ma, entre 0 a 20ma o de 10 a 50 ma. También voltajes de salida entre: +5v, +10v, +/- 5v, +/- 10v y +/- 1v, +24v.

Los automatismos digitales funcionan con señales discretizadas que se presentan en dos estados: abierto o cerrado. Es decir 1 lógico o 0 lógico. Entregan también como salidas voltajes o corrientes en forma de saltos o pulsos.

Entre los automatismos de lógica cableada se presenta un diseño o arquitectura de carácter rígido, es decir que cualquier cambio que se requiera en un futuro o cualquier cambio en el sistema implica un cambio de conexiones, rediseños o hasta el cambio total del sistema, ello es una desventaja cuando se requieran hacer actualizaciones tecnológicas en el sistema, su principal ventaja es el bajo costo ya que no requiere equipos sofisticados y costosos y se puede implementar ya sea de tipo analógico, digital o híbrido.

En cuanto los automatismos programables, estos funcionan bajo las instrucciones de un programa o software de control y utiliza equipos sofisticados, lo cual implica un aumento en los costos de aplicación en los desarrollos que se requieran realizar, entre sus ventajas esta la facilidad para rediseñar los sistemas debido a que la programación del software puede ser modificada, lo cual una ventaja en cuanto a la flexibilidad y permite desarrollar proyectos complejos y avanzados en arquitectura; Se convierte este sistema de automatización en uno de los mas aplicados en la industria moderna. La elegibilidad de cualquier sistema de automatización depende de la evaluación de diferentes factores, ya sean económicos, técnicos, flexibilidad a actualizaciones, complejidad de los desarrollos, costos de mantenimientos u operatividad entre otros.

2.3 UTILIDAD DE LOS SENSORES, TIPOS E IMPLEMENTACION

Los sensores son dispositivos electrónicos que tienen la capacidad de detectar objetos o medir variables físicas como señal de excitación en su entrada, y emiten a su vez una señal de salida como respuesta a su excitación.

Los objetos que pueden detectar los sensores son numerosos, cada objeto está compuesto de diferentes materiales, texturas, colores, pesos, transparencias, o según su estado, pueden ser líquidos, gaseosos o sólidos.

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

Según REYES CORTEZ, 2013., al igual que con los objetos, las variables físicas que los sensores pueden detectar pueden ser también: temperatura, humedad, fuerza, torque, velocidad, posición, aceleración, posición, desplazamiento, luminosidad, etc. Es entonces necesario resaltar que debido a la gran cantidad de objetos y variables se hace necesario tener un tipo de sensor especializado en cada tipo de variable u objeto a censar. Un sensor es entonces un dispositivo primario acoplado en un sistema que mide variables u objetos y nos proporciona una fuente de datos o información que una vez interpretados van a permitir tomar decisiones respecto a una acción.

Según ALCIATORE DAVID G., en su tercera edición, define los sensores como un elemento en un sistema macatrónico o de medición que detecta la magnitud de un parámetro físico y lo cambia por una señal que puede procesar el sistema. Al elemento activo de un sensor se le conoce comúnmente como transductor. En el diseño de sensores y transductores siempre involucra la aplicación de alguna ley o principio físico o químico que relaciona la cantidad de interés con algún evento de medición.

2.4 TIPOS DE SENSORES

Sensores con efectos capacitivos: según CEKIT, 2002., estos varían la constante dieléctrica a través de la separación entre placas conductoras paralelas con electrodos porosos o con filamentos entrelazados en el sustrato. Entre estos están los sensores capacitivos de desplazamiento, sensores de proximidad, presión, nivel, humedad, fuerza, inclinación, detectores de proximidad, etc. Estos últimos tienen un alcance superior al de los inductivos. Los sensores capacitivos reaccionan ante metales y no metales, pueden utilizarse para funciones de control de niveles de carga, líquidos o sólidos, papel, madera, vidrio, plástico, puede detectar incluso a través de una pared o una caja de cartón. También se



Imagen 1. Tomada de es.slideshare.net, sensores capacitivos.

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

Sensores con efectos inductivos: según CEKIT, 2002., son sensores de proximidad inductivos, utilizan detección sin contactos y utilizan circuitos de estado sólido para asegurar durabilidad en ambientes agresivos. Hay una Variación de la reluctancia, variación de las corrientes o inductancia a partir de la magnitud a medir. Cuando la tensión se convierte en información, la inducción es importante. Estos sensores detectan elementos metálicos con los cuales varían su inductancia. No existe energía mecánica que haga que el sensor cambie de estado, ya que este depende de la energía eléctrica para cambiar de estado. En algunas aplicaciones son detectores de desplazamiento, velocidad, aceleración, caudal, flujo, nivel, fuerza, etc. Los sensores inductivos son rápidos, precisos, y extremadamente resistentes.

En la imagen 2 se muestran la apariencia externa de algunos sensores inductivos.



Imagen 2. Tomada de www.pepperl-fuchs.es, sensores inductivos.

Se deben resaltar algunas ventajas y desventajas de estos tipos de sensores

VENTAJAS	DESVENTAJAS
<ul style="list-style-type: none"> * No entran en contacto directo con el objeto a censar. * No se desgastan. * Tienen un tiempo de reacción muy reducido. * Tiempo de vida largo e independiente del número de detecciones. * Son insensibles al polvo y a la humedad. * Incluyen indicadores LED de estado y tiene una estructura modular. 	<ul style="list-style-type: none"> * Solo detectan la presencia de objetos metálicos. * Pueden verse afectados por campos electromagnéticos intensos. * El margen de operaciones más corto en comparación con otros sensores.

Sensores con efectos magnéticos: según CEKIT, 2002., estos son sensores de proximidad que reaccionan cuando un campo inductivo o magnético atraviesa sus materiales ferro magnéticos, generalmente por imanes permanentes. Entre este tipo están los llamados tipo REEDS, estos se muestran en la imagen 2.1, y se ven las lengüetas flexibles que abren y cierran el circuito cuando una fuerza magnética los atrae permitiendo o no el paso de la corriente. También Se usan como detector de carrera en cilindros neumáticos. Utiliza una tecnología magneto -inductiva. Tiene una amplia distancia de detección con respecto a los inductivos. Se utilizan en la detección de posición, velocidad y corriente eléctrica.

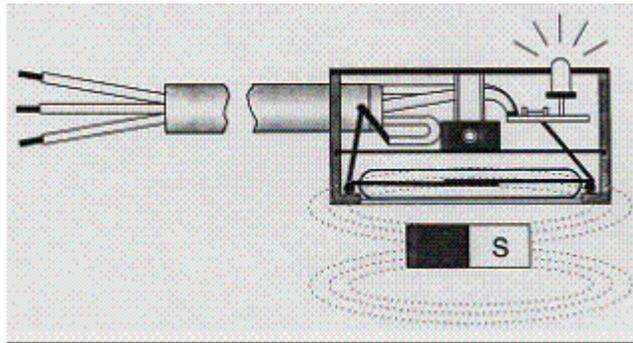
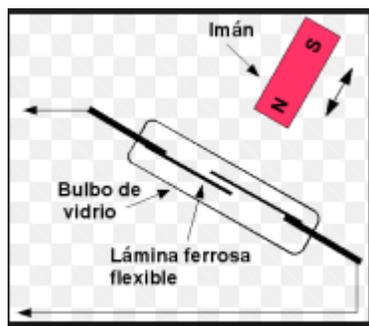


Imagen 2.1. Tomado de www.sabelotodo.org interruptores magnéticos tipo REED

Entre sus características se puede resaltar:

- * pueden detectar objetos a través de envases de plástico.
- * Puede detectar objetos en temperaturas altas.
- * puede operar en medios agresivos.

Sensores resistivos: tal como se puede consultar en PALLÁS, 2007., los sensores basados en la variación de la resistencia eléctrica de un dispositivo son probablemente de los más abundantes. Ello se debe a que son muchas las magnitudes físicas que afectan el valor de la resistencia eléctrica de un material. En consecuencia son una alternativa u opción para solucionar diferentes problemas de medida.

Por ejemplo los potenciómetros, galgas extensiométricas (fundamentadas en efecto piezoeléctrico), detectores de temperatura resistivos (RTD), termistores, magneto resistencias, foto resistencias (LDR), entre otros.

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

Sensores con efectos ópticos y electroópticos: estos sensores permiten la producción de señal eléctrica a partir de radiaciones luminosas (elementos fotovoltaicos) directamente o indirectamente por la variación de la resistencia y otros parámetros eléctricos (elementos fotoeléctricos); entre ellos tenemos algunos ejemplos como: detectores fotovoltaicos de luz, detectores de fuego, detectores de color, detectores de humo, detectores de proximidad, fotodiodos, fototransistores, optocopladores, codificadores ópticos, sensores de imagen, sensores basados en fibras ópticas. Todos estos sensores, según la revista CEKIT 2002., son muy utilizados en la actualidad en un sinnúmero de aplicaciones.

Su funcionamiento se basa en la atenuación de la luz o la transmisión de ésta la atravesar determinado medio, ello permite encontrar concentración y elementos discretos en ese medio, este interactúa entre la materia y el medio.

Un ejemplo de sensor óptico es el que se encuentra en el mouse de una computadora, también se puede observar sensores de este tipo en detectores de huellas digitales.

Sensores réflex: según CEKIT, 2002., cuando el sensor réflex emite la luz, ésta es reflejada con un reflector especial, cuya característica es que devuelve la luz en el mismo ángulo que la recibe.

Sensores auto réflex: según CEKIT, 2002., son iguales al réflex excepto que el emisor posee un lente que polariza el rayo de luz en un sentido, es decir que cuando el objeto interrumpe la señal de luz, esta se refleja solo en un sentido.

ventajas	Desventajas
<ul style="list-style-type: none"> • Son su bajo coste y alta tecnología. • Son elementos no invasivos del espacio, es decir que su campo de acción es en espacio libres y pequeños • Se pueden integrar en sistemas complejos y de alta tecnología. • Poco o nulo rozamiento contra las superficies. • También poseen alta repetitividad. 	<ul style="list-style-type: none"> • Son extremadamente delicados en ambientes húmedos. • Son sensibles a factores ambientales como el polvo.

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

Aspectos a tener en cuenta

Según CEKIT, 2002., para cada aplicación debe tenerse un estudio de diferentes factores que deben tenerse en cuenta para elegir el mejor tipo de sensor. Los factores de medida de los sensores vienen condicionado por el sensor empleado, es por ello importante destacar y describir las características de cada sensor.

Otros aspectos a tener en cuenta según PALLÁS, 2007., son:

El tamaño del objeto a detectar, el material del objeto a detectar, velocidad de detección, distancia del objeto, precisión, rango de funcionamiento, velocidad de respuesta, calibración, fiabilidad, coste, facilidad de funcionamiento, ambiente de operación, entre otros.

Entre otros aspectos importantes a tener en cuenta tenemos:

Exactitud: es la capacidad de un instrumento de medida de dar indicaciones que se aproximen al verdadero valor de la magnitud medida.

Fidelidad: capacidad de dar el mismo valor de la magnitud medida.

Histéresis: la salida del sensor para una determinada entrada varía dependiendo de qué entrada esté aumentando o disminuyendo.

Linealidad: la característica de entrada/ salida es lineal. Normalmente se evalúa la separación máxima de la línea recta.

Repetitividad: es la variabilidad de la salida ante la misma entrada.

Resolución: es el cambio más pequeño en la entrada que puede ser detectable a la salida.

Sensibilidad: un pequeño cambio en la entrada causa un pequeño cambio en la salida. Normalmente se cuantifica por la relación entre el cambio en la salida dividido por el cambio en la entrada; es la pendiente de la curva de calibración que puede ser o no constante a lo largo de la escala medida.

Ruido: es el nivel de señal espuria en la salida que no corresponde a un cambio en la entrada.

Offset: es el valor de la salida del sensor cuando la magnitud medida es cero.

2.5 ACONDICIONAMIENTO Y PRESENTACION DE SEÑALES

Según, PALLAS, 2007., los acondicionadores de señal, Adaptadores o amplificadores son elementos del sistema de medida que ofrecen la señal de salida a partir de la señal de salida de un sensor electrónico, una señal apta para ser presentada, registrada, o que simplemente permita un procesamiento posterior mediante un equipo o instrumento estándar.

Consiste normalmente en circuitos electrónicos que ofrecen entre otras funciones: amplificación, filtrado, adaptación de impedancias y modulación, demodulación.

En general siempre es necesaria una acción sobre la señal del sensor antes de su utilización final. Con el termino interfaz se designa en ocasiones, el conjunto de elementos que modifican las señales pero perteneciendo siempre al dominio eléctrico. Se denomina dominio de datos al nombre de una magnitud mediante la que se representa o transmite una información.

Según su configuración la salida y su polarización los sensores pueden ser NPN o PNP, la forma de conexión de la carga de los sensores varía según su configuración normalmente estos son sensores a tres hilos o numero de cables de conexión (+/-/out). Existen también sensores en los cuales la conexión es a dos hilos o dos cables de conexión (+/-).

En la imagen numero 3 se observa la configuración de salida para sensores según su polarización.

Fuente de corriente (PNP) com (+)

Sumidero de corriente (NPN) com (-)

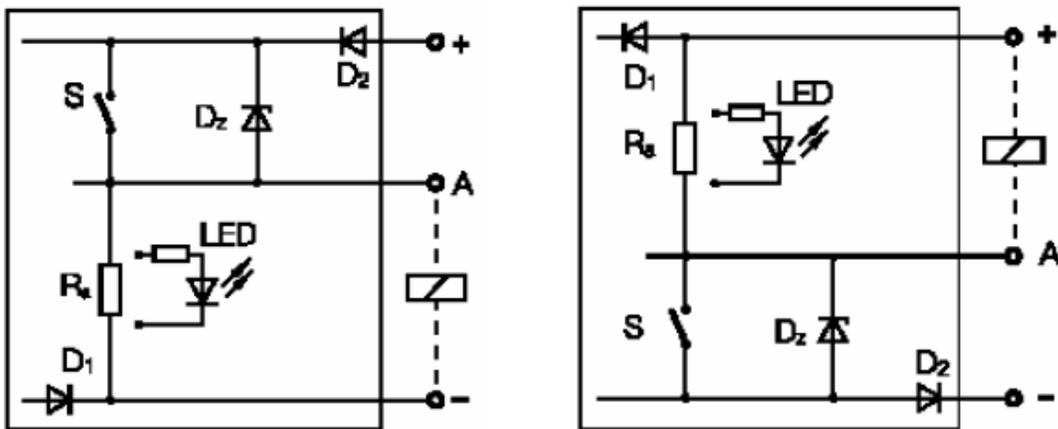


Imagen 3. Tomada de imágenes en google.com configuraron de conexión de sensores a tres hilos.

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

2.6 CONTROL ELECTRONEUMATICO

Según CEKIT, 2002., los dispositivos electro neumáticos son uno de los principales tipos de sistemas actuadores en el proceso de automatización. La electro neumática estudia los conceptos generales del control de fluidos gaseosos por medio de señales eléctricas en especial el aire a presión.

Una señal eléctrica aplicada a un dispositivo puede controlar el flujo de aire con el cual el cilindro neumático puede ejecutar un movimiento lineal, un movimiento circular, dar un golpe, retirar piezas, etc.

En cuanto a la neumática y según CEKIT, 2002., es un sistema ampliamente aplicado en sistemas de control de procesos industriales. Su principio básico se basa en generar movimiento a partir de gases o aire que pasan a través de un conducto y ejercen presión, convirtiendo ésta en fuerza.

El actuador neumático, es decir el dispositivo final de control, es generalmente un cilindro neumático el cual transforma dicha presión en un movimiento lineal o rotatorio. En los sistemas neumáticos se utilizan dispositivos de control denominados válvulas de control, las cuales liberan, bloquean o desvían el paso del fluido de acuerdo a una señal externa de control que puede ser eléctrica (electroválvulas) o de tipo neumático.

Unidades de medida

Tal como se describe en CEKIT, 2002., las unidades de medida de un sistema a presión de un gas se miden en PSI (libras por pulgada cuadrada). También se pueden medir en BAR o en PASCALES. El dispositivo que mide las unidades de presión de un gas se llama manómetro y la mayoría de ellos indican el valor en PSI o en bares. A nivel industrial una medida normal de presión en un compresor de aire oscila alrededor de 100psi.

A continuación en la tabla 1 se muestran las unidades de medida y conversión en otras.

	PASCAL	BAR	TORRICEL	PSI
PASCAL	1	0,00001	0,0075	0,00014
BAR	100.000	1	750,06	14,5
TORRICEL	133,32	0,00133	1	0,019
PSI	684,7	0,0689	51,71	1

Tabla 1. Unidades de medida y conversiones.

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

En la imagen 4 se muestra la apariencia física externa de un manómetro, se muestran los valores que se pueden medir tanto en unidades PSI como en BAR.



Imagen 4. Tomado de imágenes de google.com Manometro de medicion de presion neumatico.

En el libro CREUS, 2007., la regulacion de presion de de los sistemas neumaticos se realiza por medio de un dispositivo llamado regulador de presion, que por medio del ajuste de una llave permite regular el paso de aire comprimido hacia los elementos a los cuales se les esta suministrando. A continuacion se muestra la imagen 5 de un dispositivo regulador de presion con el tornillo regulador en su parte superior, el manometro que indica el valor de la presion y una unidad de mantenimiento para filtrar el el agua que se forma en las redes de aire.



Imagen 5. Tomado de imágenes de google.com Dispositivo regulador de presión neumático.

2.7 ACTUADORES NEUMATICOS

Tal como se detalla en CEKIT, 2002., un actuador neumático es un dispositivo que convierte la presión de un gas en un movimiento mecánico que puede ser lineal o

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

rotatorio. En la imagen 6 se puede observar la apariencia física externa de un actuador neumático, también llamado cilindro neumático, cuyo movimiento del vástago es lineal.



Imagen 6. Imagen tomada de google.com cilindro neumático lineal

En general existen un gran número de actuadores neumáticos que no alcanzaríamos a describir, cada uno de ellos diseñados para realizar diferentes aplicaciones y trabajos específicos.

2.8 CARACTERISTICAS DE LOS CILINDROS NEUMATICOS

Según CEKIT, 2002., los cilindros neumáticos son elementos que realizan un trabajo. Su función es transformar la energía neumática en trabajo mecánico de movimiento rectilíneo, que consta de carrera de avance y carrera de retroceso. La longitud de avance de los vástagos de los cilindros se llama carrera y se selecciona según la necesidad de la aplicación. Al igual que se selecciona la carrara también se selecciona el tipo de esfuerzo que debe soportar el cilindro actuador, es decir la fuerza que se debe aplicar.

El principio básico se basa en la presión que los cilindros ejercen a través de un conducto, de esa manera se convierte esa presión en fuerza si se utiliza la siguiente ecuación:

$$F = P * A \quad \text{donde}$$

F = fuerza obtenida

P = presión del gas

A = área donde se ejerce la presión

La fuerza del movimiento del cilindro depende exclusivamente de la presión del gas utilizado y del área del embolo

Según CEKIT, 2002., los actuadores neumáticos poseen características según la forma en que realizan el retroceso del vástago como por ejemplo:

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

***Cilindros de simple efecto:** según <http://instrumentacionhoy.blogspot.com.co/2015.>, el cilindro de simple efecto solo puede realizar un trabajo en un único sentido, es decir que el desplazamiento del embolo por la presión del aire comprimido tiene efecto en un solo sentido, y el retorno a su posición original se realiza por medio de un muelle recuperador que lleva el cilindro incorporado o también por la acción de fuerzas exteriores. Es por ello que los cilindros de simple efecto son utilizados cuando el trabajo deba realizarse en una sola dirección. Según la disposición del muelle los cilindros se pueden trabajar a compresión o para trabajar a tracción.

En la imagen 7 se muestra un cilindro de simple efecto con sus partes internas y sus nombres.

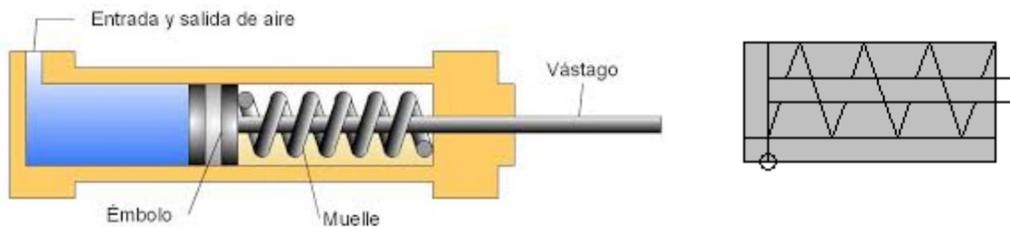


Imagen 7. Imagen tomada de google.com, cilindro de simple efecto

***Cilindros de doble efecto:** según www.instrumentacionhoy/2015, al decir de doble efecto significa que tanto el movimiento de salida como el de entrada son debidos al aire comprimido, es decir que el aire comprimido ejerce su acción en ambas cámaras del cilindro, de esta forma puede realizar trabajo en los dos sentidos del movimiento.

El campo de aplicación de estos cilindros es mucho más extenso e incluso es preferible en ciertas aplicaciones que el cilindro de simple efecto, incluso si no es necesario ejercer una fuerza en los dos sentidos.

Los cilindros de doble efecto son controlados por válvulas de diferentes tipos según la aplicación que vaya a realizar por ejemplo 5/2 (salidas/posiciones), también por válvulas 4/2 (salidas/posiciones), etc. Sobre las válvulas se mencionan más adelante.

Entre sus ventajas tenemos

- Posibilidad de realizar trabajo en los dos sentidos.
- No se pierde la fuerza para comprimir el muelle.
- No se aprovecha toda la longitud del cuerpo del cilindro con carrera útil.

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

En la imagen 8 se muestra el cilindro de doble efecto, sus partes internas y sus nombres.

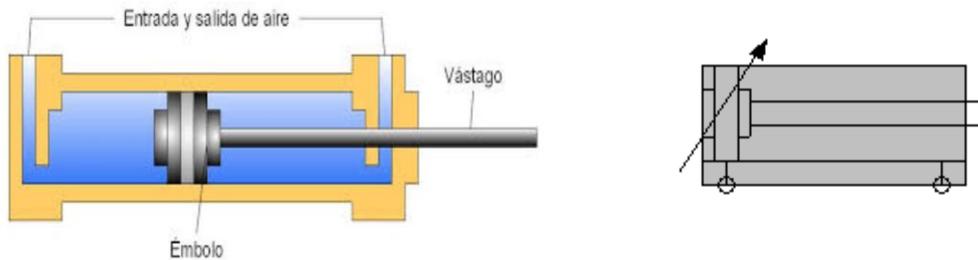


Imagen 8. Imagen tomada de google.com, cilindro neumático de doble efecto

Válvula reguladores caudal

Uno de los problemas más difíciles de resolver en la utilización en los cilindros neumáticos es la velocidad de desplazamiento. En www.instrumentacionhoy/2015/, se encuentra que: al utilizar un fluido compresible, se debe renunciar a la pretensión de obtener una velocidad uniforme a lo largo de toda la carrera. Sin embargo es posible y a menudo necesaria regular la velocidad. Para regular la velocidad de un cilindro se deben tener en cuenta muchos factores, pero entre los más básicos pueden emplearse tres métodos:

- Ajuste del caudal de alimentación.
- Ajuste del caudal de escape.
- Ajuste de la presión de escape.

Para regular la velocidad de avance de un cilindro neumático se utiliza un dispositivo llamado válvula reguladora de caudal, esta regula la velocidad solo en un sentido.

En la imagen 9, se muestra una válvula reguladora de caudal, su apariencia externa y su símbolo que se muestra contigua a ésta.

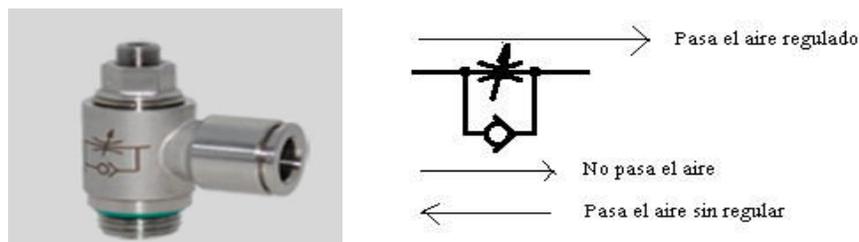


Imagen 9. Imagen tomada de google.com, válvula reguladora de caudal y su símbolo de funcionamiento interno

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

2.9 VALVULAS DE CONTROL

Según CREUS, 2007., las válvulas de control son sistemas que bloquean, liberan o regulan el flujo de aire de un sistema neumático por medio de una señal. También son llamadas válvulas distribuidoras, estas pueden ser:

- Normalmente abiertas: en reposo el paso del aire esta libre y al excitarla (accionarla) se cierra.
- Normalmente cerradas: no permite el paso del aire en posición de reposo, si se excita, se acciona y permite la circulación del aire comprimido

Sistemas de accionamiento

Las válvulas de distribución se usan para controlar los sistemas de accionamiento de los cilindros neumáticos, para regular la parada, el sentido, así como la presión o el caudal del aire de éstos.

Existen varios sistemas de accionamiento según la señal que estas reciban podrían ser manuales, mecánicas, neumáticas o eléctricas, estas últimas son denominadas válvulas electro neumáticas.

En la tabla 2 se muestran algunos accionamientos manuales y en la tabla 3 se muestran otros accionamientos mecánicos y eléctricos. Los accionamientos se representan en las líneas laterales de los cuadrados extremos que simbolizan las válvulas, mediante un pequeño símbolo.

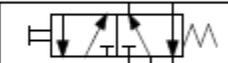
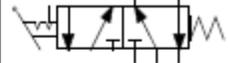
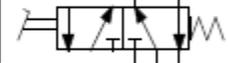
Manual		
Accionamiento en general		
Pulsador		
Palanca con enclavamiento		
Pedal		
Mecánico		

Tabla 2. Tomada de imágenes de google.com, algunos accionamientos manuales

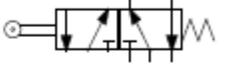
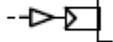
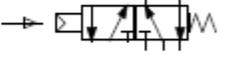
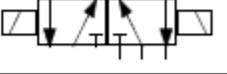
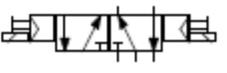
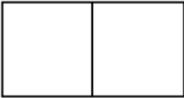
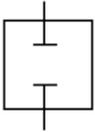
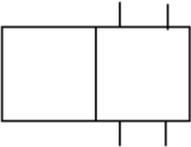
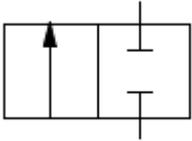
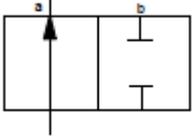
Retorno por muelle		
Centrado por muelle		
Accionado por rodillo		
Rodillo escamoteable		
Neumático		
Accionamiento neumático directo		
Accionamiento neumático indirecto (servo-pilotado)		
Eléctrico		
Accionamiento con simple bobina		
Accionamiento con doble bobina		
Combinado		
Funcionamiento con doble bobina, servo-pilotaje y pilotaje manual auxiliar		

Tabla 3. Tomada de imágenes de google.com, accionamientos mecánicos y eléctricos.

Las válvulas se clasifican según la cantidad de puertos (entradas y salidas) y la cantidad de posiciones de control que poseen.

La representación esquemática de las válvulas que se utiliza corresponde a la norma ISO 1219, que es idéntica a la norma de la comisión Europea de la Transmisiones Neumáticas y Oleo hidráulicas (CETOP).

Cada posición que puede adoptar una válvula distribuidora se representa por medio de un cuadrado. A continuación se muestra en la tabla 4 la representación esquemática.

<p>Cada posición que puede adoptar una válvula distribuidora se representa por medio de un cuadrado.</p>	
<p>El número de cuadrados yuxtapuestos indica el número de posibles posiciones de la válvula distribuidora.</p>	
<p>Las líneas representan los conductos internos de la válvula. Las flechas el sentido exclusivo o prioritario de circulación de fluido.</p>	
<p>Las posiciones de cierre dentro de las casillas se representan mediante líneas transversales.</p>	
<p>La unión de conductos internos se representa mediante un punto.</p>	
<p>Las conexiones externas (entradas y salidas) se representan por medio de trazos unidos a la casilla que esquematiza la posición de reposo inicial. Las uniones con los actuadores figuran en la parte superior y la alimentación de aire comprimido y el escape en la inferior.</p>	
<p>La posición u otras posiciones se obtienen desplazando lateralmente los cuadrados, hasta que las conexiones coincidan.</p>	
<p>Las posiciones pueden distinguirse por medio de letras minúsculas a, b, c, d...</p>	

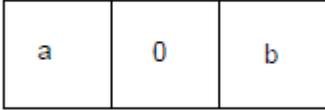
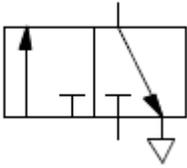
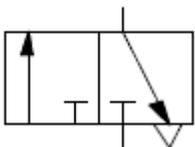
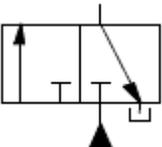
<p>Si la válvula es de tres posiciones, la intermedia es, en principio, la de reposo. Por posición de reposo se entiende, (en válvulas con dispositivo de reposición automática) aquella posición que ocupa cuando sobre la válvula no se ejerce ninguna acción. Se denomina posición estable, y la válvula se dice es monoestable.</p>	
<p>Los conductos de escape a través de un conducto se representan con un triángulo ligeramente separado del símbolo de la válvula.</p>	
<p>Los conductos de escape sin empalme de tubo, es decir cuando el aire se evacua directamente a la atmosfera se representa mediante un triángulo unido al símbolo de la válvula</p>	
<p>Si el fluido que circula es aire comprimido, es decir en neumática, el triángulo tendrá aristas negras y fondo blanco. Si se trata de aceite, o sea en oleo hidráulica, el triángulo será negro en su totalidad.</p>	

Tabla 4. Representación esquemática según norma ISO 1219.

Las conexiones externas se identifican por medio de letras mayúsculas o números:

- Tuberías con conductos de trabajo, es decir las uniones con los actuadores: A, B, ... o bien 2, 4, 6
- Conexiones con la alimentación de aire comprimido: P o 1
- Salida de purga o escape R, S, T o 3, 5, 7
- L o 9 fuga

En la imagen 10 se muestra una electroválvula distribuidora en su parte exterior. Se muestra que posee doble solenoide. El accionamiento eléctrico de una válvula distribuidora por medio de un solenoide se efectúa con la fuerza que se provoca al hacer pasar una corriente eléctrica alrededor de una bobina con núcleo de hierro desplazable en su interior, posee muchas ventajas frente al resto de accionamientos y da lugar a una tecnología conocida como electro neumática.

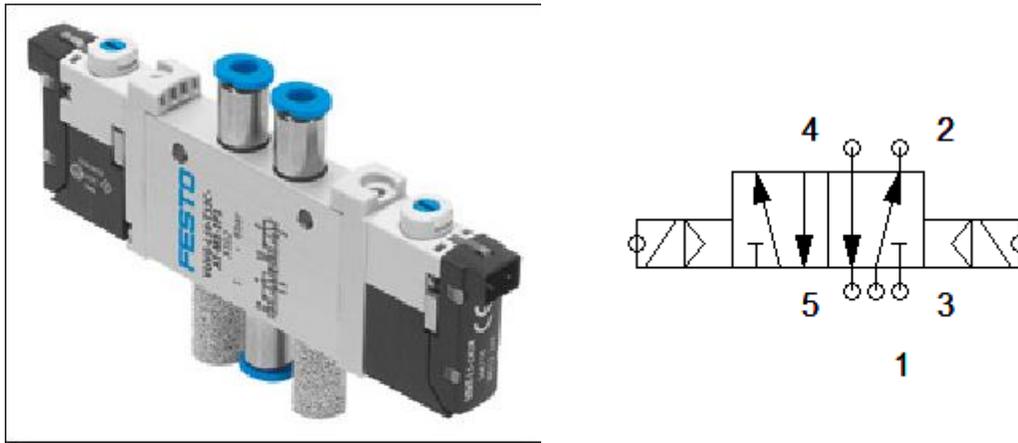


Imagen 10. Tomada de google.com, vista externa e interna de válvula distribuidora electro neumática 5/2.

Válvula distribuidora 3/2

Según www.edu.xunta.gal/centros/iesfelixmuriel/system/.../neumática_ejercicios.pdf una válvula de accionamiento 3/2 tiene tres orificios y permite dos posiciones diferentes, en la imagen numero 11 se muestra una válvula 3/2 acoplada con el cilindro que controla, el cual es de simple efecto. Esta válvula posee un accionamiento mecánico, tiene tres salidas al exterior y dos posiciones, también muestra el suministro de aire comprimido y el retorno por medio de un resorte mecánico. La válvula posee también un sistema de escape llamado exosto por donde se libera el aire remanente en cada cámara.

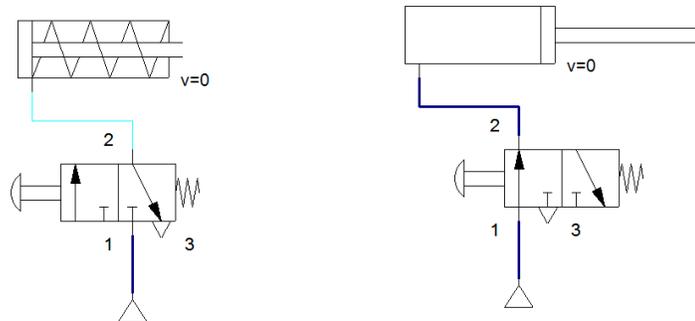


Imagen numero 11. Válvula 3/2 acoplada a cilindro simple efecto.

Válvula distribuidora 4/2

Según www.edu.xunta.gal/centros/iesfelixmuriel/system/.../neumática_ejercicios.pdf la válvula 4/2, la cual es una válvula con cuatro salidas al exterior y dos posiciones posibles.

En la imagen numero 12 puede observarse una válvula de este tipo y que controla un cilindro de doble efecto

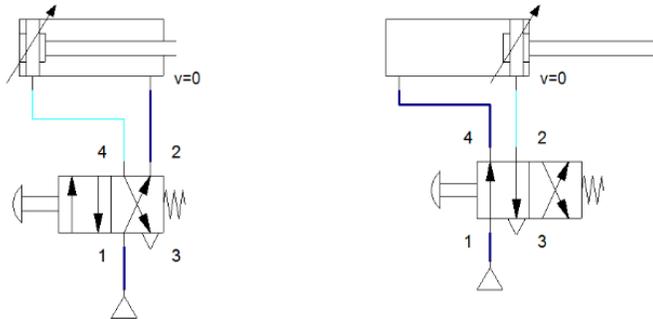


Imagen numero 12. Válvula 4/2, con cilindro doble efecto.

Válvula distribuidora 5/2

Según [www.neumatica e hidraulica – tecnología.](http://www.neumatica e hidraulica - tecnologia), la válvula 5/2, en la imagen numero 13, la cual es de las más típicas de encontrar en las aplicaciones, es muy útil puesto que permite accionar a distancia un cilindro de doble efecto, mediante las señales neumáticas en la válvula 5/2 del cilindro. Esta válvula funciona exactamente igual a la válvula 4/2 anterior tratándose también de una válvula normalmente cerrada, en la posición 1 el vástago se encuentra recogido y cuando pase al posición 2 este sale fuera de la cámara.

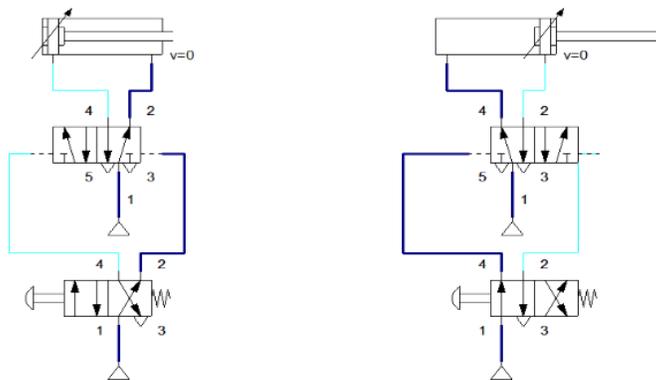


Imagen numero 13. Válvula 5/2, válvula 4/2 y cilindro doble efecto.

Existen muchos tipos de válvulas solo se pero solo se mencionan algunas. Los ejemplos anteriores ilustran los funcionamientos y el control que las válvulas pueden ofrecer.

2.11 EL RELE

Según GARCIA, 2000., el relé es un dispositivo dotado de una bobina y un grupo de contactos. Se describe también como un dispositivo que consta de dos circuitos diferentes un circuito electromagnético (electroimán) y un circuito de contactos al cual se conecta el circuito a controlar. Se simboliza en un circuito eléctrico o en varios circuitos eléctricos como se muestra en la imagen 14.



Imagen 14. Tomada de alfonso cardenal.wordpress.com, símbolo eléctrico de un relé con uno o varios contactos.

Según SCHNEIDER, 1999., define Remanencia: un contactor remanente es un contactor que permanece cerrado cuando las bornes de su bobina ya no están bajo tensión.

Según la real academia de ingeniería, la remanencia magnética es la capacidad de un material para retener el magnetismo que le ha sido aplicado o inducido.

Según www.aulaelectronica.es , el relé es un interruptor cuya conexión se realiza (y se mantiene) por medio de una corriente eléctrica y un electroimán. Si se observa la imagen 15 al accionar el interruptor "I" se crea un campo magnético que desplaza el eje "E" que abre y cierra los 4 contactos principales. De tal forma que si el campo magnético tiene corriente y desplaza a "E", los contactos 1 y 2 se cerraran y los contactos 3 y 4 se abrirán; cuando se deje de dar corriente al electroimán los contactos 1 y 2 se abrirán y los contactos 3 y 4 se cerrarán. Se puede también observar que según su posición mecánica los contactos son normalmente abiertos "NO" o normalmente cerrados "NC".

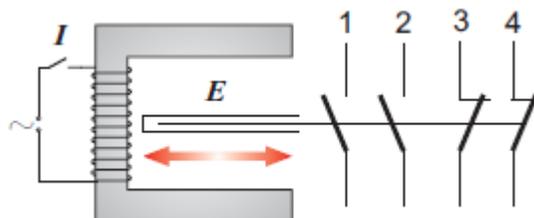


Imagen 15. Tomada de google.com, relé con contactos N.O y N.C

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

La gran ventaja de los relés electromagnéticos es la completa separación de entre la corriente de accionamiento y que circula por la bobina y los circuitos controlados por los contactos, ya que permiten manejar altos voltajes o potencias elevadas.

Relé tipo armadura: según www.meri.hol.es/relés/ El relé tipo armadura pese a ser muy antiguos se sigue aplicando en múltiples aplicaciones, cuando el bobina es excitada por una corriente, un electro imán o núcleo magnético provoca la basculación de pivote cerrando o abriendo los contactos. Se puede observar un relé de este tipo en la imagen 16.

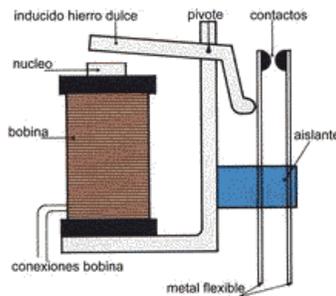


Imagen 16. Tomada de www.electronicafácil.net relé de armadura.

VENTAJAS	DESVENTAJAS
<ul style="list-style-type: none"> • Un relé puede accionar más de un circuito con una única señal al mismo tiempo • Las señales de salida están completamente aisladas y son independientes de la entrada • La tensión del control de la bobina puede ser mucho menor que la de los contactos de salida • Un relé puede controlar señales DC a través de tensión AC y viceversa • Bajo costo • Tecnología conceptual simple 	<ul style="list-style-type: none"> • Contactos defectuosos por oxidación de los mismos • Creación de arco voltaico con efecto de abrasión o destrucción de los contactos • Baja frecuencia de conmutación de los contactos • Genera ruido al conmutar los contactos • Son frágiles a los choques y vibraciones

Circuito de enganche de un relé: tal como lo explica <http://platea.pntic.mec.es> el circuito de enganche consiste en establecer un camino alternativo para que le siga llegando la corriente a la bobina cuando se deja de accionar el pulsador que lo activa. Para ello se utiliza un polo más de los que se utiliza para controlar el dispositivo que sea, (motor, bombillo, etc.), ya que es a través de uno de los polos del relé como la bobina seguirá recibiendo corriente cuando se deje de accionar el pulsador. En las imágenes numero 17 a continuación se puede observar y se explica el comportamiento del circuito de enganche.

Se puede observar que la corriente procedente del borne positivo de la pila puede llegarle a la bobina a través del cable que tiene el pulsador P1 (de tipo NO) y a través del cable que conecta el borne positivo de la pila con uno de los polos del relé, así como del cable que conecta el contacto abierto correspondiente a ese polo con el terminal de entrada de la bobina. Este segundo camino es el circuito de enganche que, como se puede observar, incluye un pulsador P2, (de tipo NC) cuya función es desactivar el circuito.

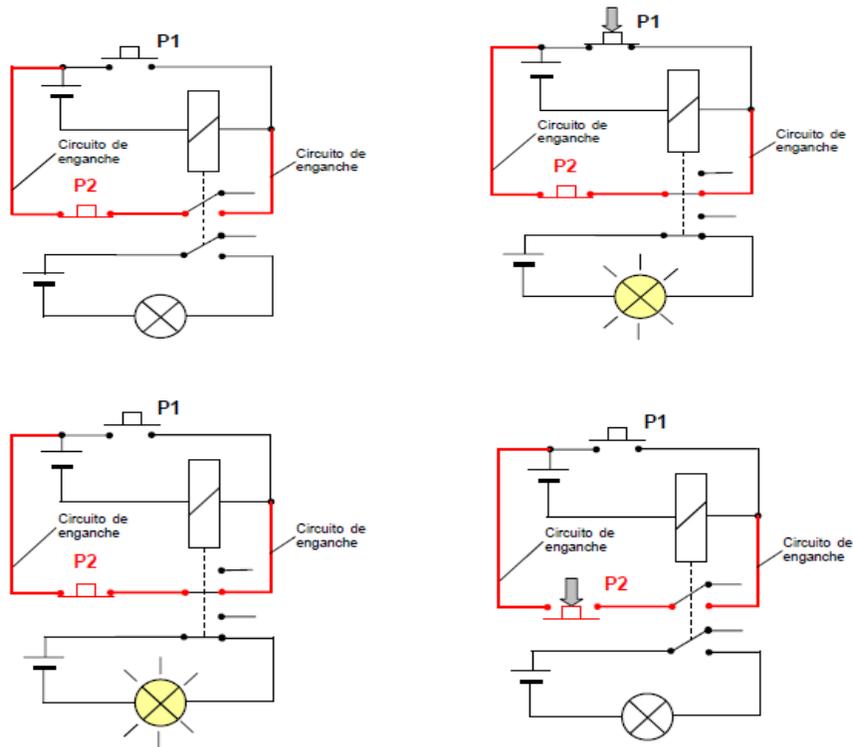


Imagen 17. Tomada de es.slideshare.net, circuito de enganche de un relé.

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

3. METODOLOGÍA

En cuanto a la metodología aplicada se toma como punto de partida el análisis de las posibles alternativas que se tienen para seleccionar el tipo de sensor adecuado para los materiales a censar, ya que según lo expuesto en capítulos anteriores, según el tipo de materiales, son éstos el punto de partida para seleccionar los sensores; también se analiza la posible y adecuada ubicación de los sensores procurando un buen desempeño de estos.

La metodología utilizada comienza entonces con la selección de sensores para el bemis y se continúa con el diseño del sensor electromecánico para el sesgo de tela. Esta es la primera etapa en la automatización de la maquina metalnox.

Después de la selección de los sensores se procede con el diseño esquemático para la conexión eléctrica de estos.

La segunda etapa consiste en realizar un diseño esquemático del acople de los sensores a un circuito interfaz para el control de las cargas o actuadores, los cuales serán los encargados de controlar el mecanismo de transporte de la maquina METALNOX SF 130, así como también debe controlar la alarma. También en esta etapa se debe realizar una lista de materiales e implementos necesarios para la implementación y desarrollo del proyecto de automatización de la máquina metalnox.

Se diseña luego la tercera etapa, en la cual se diseña el esquema eléctrico para el control y la potencia de cada uno de los controladores o cargas que controlan cada elemento actuador del sistema mecánico del sistema de transporte de la máquina metalnox los cuales son el sistema de pie de rodillos y el sistema asentador, estos deben ser controlados de forma lógica según el funcionamiento requerido para el correcto funcionamiento de la máquina metalnox. En consecuencia se describe la posición de trabajo y funcionamiento de los mecanismos de transporte de la maquina metalnox.

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

Como cuarta etapa se diseña el esquema eléctrico para implementar la alarma y el sistema eléctrico de seguridad.

Como quinta etapa se toman las etapas anteriormente desarrolladas y se procede a realizar el esquema eléctrico general.

El esquema general eléctrico general debe integrar todos los esquemas que se habían diseñado de forma independiente para cada carga o controlador de los mecanismos de transporte, alarma y sistema de seguridad. Todos ellos constituyen el sistema principal de control del transporte de la maquina metalnox, con implementación de alarma, utilizando sensores y un sistema electromecánico para detectar el sesgo de tela.

El sistema neumático para los actuadores se diseña después de haber realizado el diseño eléctrico de los controladores, esta se puede enumerar como la sexta etapa o paso a seguir.

El diseño del esquema del sistema neumático se integra al esquema del sistema eléctrico y se conforma así el esquema del sistema electro neumático para control del transporte de la máquina metalnox, con emisión de alarma.

El esquema electro neumático diseñado se simula en el programa fluid sim y debe cumplir las condiciones lógicas de funcionamiento requeridas para que la máquina METALNOX SF 130 funcione correctamente.

La implementación física del sistema se realiza después de tener el esquema electro neumático diseñado y simulado en el programa fluid sim.

En cuanto a la implantación física, se puede clasificar como el séptimo paso o etapa, en ésta se debe contar primero con los elementos necesarios para realizar el proyecto, se anexó simultáneamente una lista con elementos requeridos como también su cotización del valor comercial para tener un control de gastos, con el propósito de cumplir con el presupuesto contemplado en la realización del proyecto.

La implementación física del proyecto se realiza también por etapas, primero con la parte eléctrica, ésta se realiza sin interferir con la maquina, es decir que el diseño eléctrico y la conexión de sus elementos puede realizarse independientemente, instalarse

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

independientemente e incluso probarse eléctricamente sin parar la producción de la máquina.

La implementación del sistema neumático es la última etapa del proyecto, en esta etapa si se requiere parar el funcionamiento de la máquina metalnox. Se requiere desinstalar el antiguo sistema neumático, instalar y reemplazar el nuevo sistema y conectarlo a los controladores electro neumáticos que ya habían sido instalados en las etapas anteriores.

La prueba del funcionamiento debe corresponder y ser idéntica a la simulación realizada en el programa fluid sim.

3.1 SELECCION DE LOS SENSORES

Para saber cuando la materia prima “bemis” y “sesgo de tela” se acaba durante el proceso de operación de la máquina metalnox, es necesario utilizar un instrumento de detección, este es el primer paso para iniciar el proceso de automatización de dicha máquina. Se utiliza entonces un sensor que detecte cuando el bemis esté ausente y cuando el sesgo de tela se acaba o se atasca.

Sensores para el bemis: La selección de los sensores va relacionada con varios factores a tener en cuenta:

- **El tipo de material:** en este caso se tiene dos tipos de materia prima siendo procesados en las máquinas METALNOX, el primero de ellos es el bemis, este es un material siliconado transparente adherido a un papel de color blanco, su tamaño oscila entre 8mm y 35mm de ancho.
- **el lugar de ubicación:** este material está dispuesto en la parte superior de la máquina ya que es por donde se le suministra naturalmente a la máquina.
- **Velocidad de operación:** al ser una cinta su continuidad de suministro es constante ya que la longitud del rollo de bemis es de aproximadamente 50mts, la velocidad de suministro del bemis hacia la máquina es menor a 100cms/min por lo tanto el sensor no estará sometido a una constante conmutación ni a alta frecuencia de conmutación.

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

- **ambiente de operación:** debe ser limpio, seco y silencioso, este debe operar en la temperatura ambiente.
- **Distancia de detección:** el sensor deberá detectar el objetivo a una distancia de no más de 10cms de distancia.
- **amplitud de detección:** el bemis tiene un acho que oscila entre 8mm y 35mm.

Según los aspectos antes mencionados se ha seleccionado para el proceso de automatización de la máquina METALNOX y para la detección del bemis el sensor auto réflex modelo BJ1-DDT, marca: Autonics. Cuyas Sus características y especificaciones técnicas son las siguientes:

- tipo de censado: difuso reflectivo.
- distancia de censado: 1mt, papel blanco no brillante.
- censado de objetivo: translucidos, materiales opacos.
- Tiempo de respuesta: 1ms.
- Histéresis: máx. 20% ha censado a distancia.
- Fuente de alimentación: 12-24 VDC
- Consumo de corriente: Max 30 mA
- Modo de operación: luz encendida/ luz apagada. Seleccionable.
- Ajuste de sensibilidad: construido en VR.
- Control de salida: NPN salida de colector abierto, voltaje de carga Max 26.4 VDC, corriente de carga Max 100mA
- Protección de circuito: circuito de polaridad inversa, función de prevención de interferencia, protección de circuito de salida contra corto circuito.
- Indicador luminoso: indicador de operación: rojo, indicador de estabilidad: verde.
- Ambiente de iluminación: luz solar: Max 11,000/x, lámparas incandescentes: Max 3,000/x
- Temperatura ambiente: -25~55°C, almacenamiento: -40~70°C

AJUSTES Y SENSIBILIDAD DEL SENSOR:

El sensor BJ1M-DDT es un sensor auto réflex que puede detectar materiales difusos, es por ello que este es apropiado para censar la superficie difusa y la transparencia de éste. En la imagen 18 se muestra la señal lumínica enviada al objetivo, a la vez el objetivo se convierte en una especie de reflector o espejo que refleja el rayo nuevamente hacia el emisor, el rayo no se refleja en otra cosa que no sea el objetivo a censar, ello se puede lograr calibrando o ajustando la perilla de ajuste tal como se muestra en la imagen 19. En la imagen 20 se muestra el aspecto real del sensor.

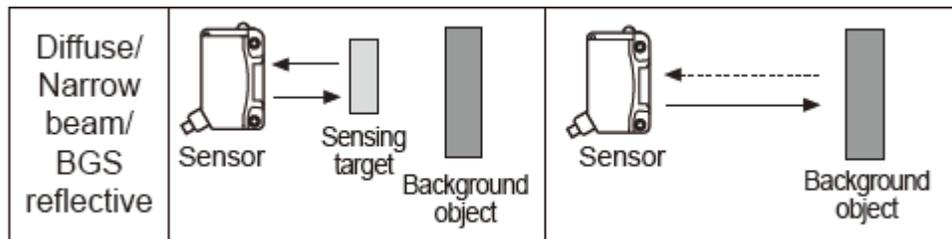


Imagen 18. Tomada de www.autonics.co.kr, reflejo del rayo detector del objetivo del sensor BJ1M-DDT, difuso reflectivo.

■ Sensitivity Adjustment

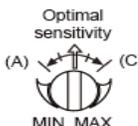
Order	Position	Description
1		Turn the adjustment VR to the right of min. and check position (A) where the operation indicator is turned ON in "Light ON status".
2		Turn the adjustment VR more to the right of position (A), check position (B) where the operation indicator is turned ON. And turn the adjustment VR to the left, check position (C) where the operation indicator is turned OFF in "Light OFF status". ※ If the operation indicator is not turned ON although the adjustment VR is turned to the max. position, the max. position is (C).
3		Set the adjustment VR at the center of (A) and (C). To set the optimum sensitivity, check the operation and lighting of stability indicator with sensing target or without it. If the stability indicator is not turned ON, please check the sensing method again because sensitivity is unstable.

Imagen 19. Tomada de www.autonics.co.kr botones de ajuste y calibración del sensor BJ1M-DDT



Imagen 20. Aspecto real del sensor BJ1M-DDT, se observan las perillas de ajuste.

DIAGRAMA DEL CIRCUITO DE SALIDA DEL SENSOR

El circuito de salida del sensor BJ1M-DDT seleccionado para el censado del bemis en la máquina METALNOX lo da el fabricante y depende de la polaridad de conexión, en este caso es NPN, y es de colector abierto, o sea la señal de salida es por el colector de un transistor y se muestra en la imagen 21. Se muestra como debe ser conectada la carga y el voltaje que puede conducir, en este caso es 24VDC y la carga se conecta entre la señal de salida y el voltaje positivo. Se muestra también la corriente Max que puede tener o consumir la carga que se va a conectar en este caso es 100mA

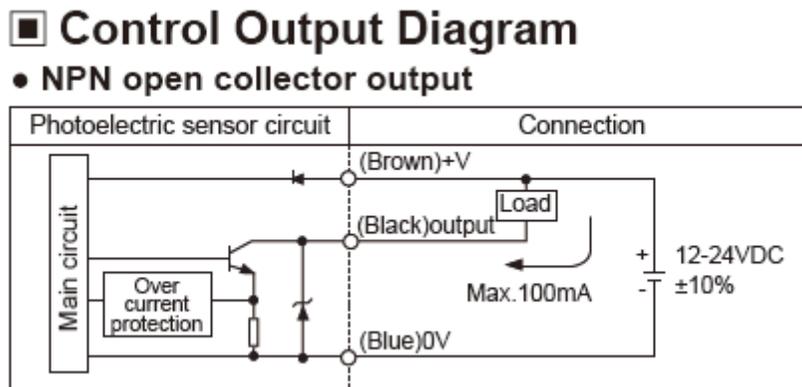


Imagen 21. Tomada de www.autonics.co.kr diagrama de control de la señal de salida BJ1M-DDT

UBICACIÓN DE LOS SENSORES DEL BEMIS:

Una de los aspectos importantes cuando se automatiza es la ubicación de los sensores, de ello depende también que estos puedan operar en condiciones optimas.

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

Como ya se ha expuesto anteriormente el sensor debe tener un ambiente de trabajo bajo las condiciones técnicas establecidas, el sensor BJ1M-DDT debe operar en un lugar seco y temperatura ambiente entre -25~55°C, el lugar donde está ubicada la maquina metalnox cumple con este rango de temperatura ambiente, al igual que el de humedad ya que no existen allí vapores de agua, ni líquidos de aceite o lubricantes que el sensor y lo puedan estropear, la iluminación del lugar está en un rango normal de trabajo para las personas que allí laboran y está iluminado con lámparas LED.

Cumplidas estas condiciones se investiga el mejor lugar de ubicación en la máquina para ubicar los sensores de los materiales. Se observa que la trayectoria del bemis al suministrarlo al mecanismo de transporte es por la parte superior; también se tiene en cuenta que como la función del sensor es detectar cuando el bemis se acaba, este bemis debe ser reemplazado cuando ello ocurra, lo que implica volver a reponer el material faltante y hacerlo de la forma como la maquina técnicamente lo requiere. Esta observación conlleva a ubicar los sensores cerca al lugar del depósito del bemis con el fin que cuando el material se acabe y sea detectado por los sensores se pueda reponer fácilmente añadiendo el material nuevo a la punta del material que está a punto de terminarse.

Esta decisión de poner los sensores cerca al depósito del material ofrece varias ventajas:

1. Facilita que la reposición del material nuevo sea más rápida.
2. Detecta en forma oportuna que el material se acabó.
3. El camino natural que recorre la materia prima no ve afectado ni cambiado.
4. El aspecto estético no tiene gran impacto, debido al tamaño de los sensores.
5. El enhebrado del material a lo largo de la máquina se mantiene y no hay que hacerlo nuevamente ya que cuando se detecta el que el material se ha agotado solo se realiza un empate con el nuevo material justo donde están ubicados los sensores.

Este era uno de los problemas que se enfrentaba cuando se pensó en el proyecto de automatización.

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

Para llevar a cabo la ubicación de los sensores de los bemis, se diseñó un nuevo soporte para los depósitos y en él se ubicó un soporte adicional para la instalación de los sensores; se diseñó también una guía o carril por donde deberá pasar el bemis para ser expuesto y detectado por el rayo lumínico del sensor. En las imágenes 22, 23, 24 y 25 se muestran el anterior soporte, el nuevo soporte y el carril o guía diseñado para la detección del bemis.



Imagen 22. Antigo soporte de los depósitos del bemis.

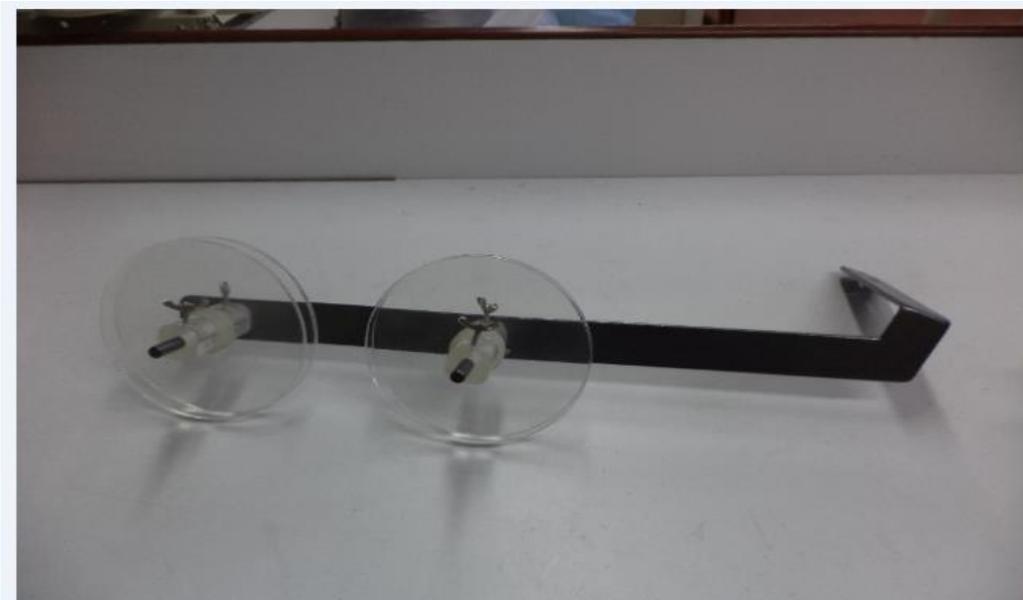


Imagen 23. Nuevo soporte para los depósitos del bemis.



Imagen 24. Se ven las nuevas guías para los bemis, en donde serán detectados.



Imagen 25. Nuevo soporte de depósitos con soporte para sensores y guías para bemis.

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

SELECCIÓN DEL SENSOR PARA EL SESGO DE TELA:

Ya seleccionados los sensores para el material del bemis, se procede con el siguiente paso, seleccionar el sensor para el material del sesgo de tela. El material del sesgo de tela posee dos variables o problemas a controlar los cuales son: la retención o atascamiento que se produce cuando este se va a terminar y la ausencia cuando este se acaba.

Teniendo en cuenta los dos problemas anteriores se investigan los posibles sensores adecuados para controlar dichos problemas y se concluye que para cada problema se necesitaría un sensor diferente, lo cual aumentaría los costos del proyecto, al igual que también haría más robusto el diseño electrónico. Se tiene la idea de diseñar un sistema electromecánico que satisfaga o solucione los dos problemas que se presentan.

Se comienza entonces a diseñar un prototipo que combina un sistema de palancas y un dispositivo electromagnético que emite una señal eléctrica para ser registrada y como resultado se obtiene un dispositivo practico y eficiente que cumple con las siguientes condiciones:

1. Se activa cuando el sesgo se atasca o queda sostenido.
2. Se activa cuando el sesgo se termina.
3. Emite una señal eléctrica cada vez que cualquiera de los dos problemas sucede.

FUNCIONAMIENTO DEL SENSOR DEL SESGO DE TELA:

El dispositivo ha sido pensado para solucionar dos tipos de problemas: la tensión del sesgo de tela y ausencia de este.

Se diseñaron dos palancas oscilantes que están montadas sobre un eje, también se puso una platina de apoyo soldada a un bastidor, que sirve como apoyo para el sesgo y la vez protege una de las palancas para que su movimiento solo se dé cuando el sesgo se haya terminado. La otra palanca sirve para apoyar el sesgo cuando este está siendo halado por la maquina y a la vez sirve para moverse solo cuando el sesgo se tensiona o se atasca al final de la carreta.

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

En conclusión, cada una de las palancas hace un trabajo diferente, tal como se ha mencionado, a continuación se detalla el funcionamiento del sistema sensor de sesgo de tela:

La palanca numero 1 se activa solo cuando el sesgo se haya terminado, su funcionamiento se basa en que esta palanca está soportada sobre un eje aproximadamente en la mitad de la longitud de ésta, a un extremo de la palanca está montado un imán, lo que hace que esta quede con el peso descompensado y caiga por acción de la gravedad, para compensar este peso se monta en el otro extremo el sesgo de tela, el peso del sesgo de tela equilibra la posición de la palanca oscilante y esta se comporta como un balancín. Este estado de equilibrio se mantiene hasta que se quite uno de los pesos en los extremos del balancín o palanca.

El imán está fijado para permanecer en el lugar que se puso y no se puede mover de allí, por lo tanto el único peso que puede quitarse para desequilibrar el balancín es el del sesgo de tela; En consecuencia cuando el sesgo de tela se termine el balancín sale de su equilibrio por la acción de la gravedad.

Justo en el extremo donde está ubicado el imán de la palanca o balancín se pone frente a él un dispositivo electromagnético que se activa por la acción del campo magnético del imán. El dispositivo electromagnético es el DMR 0.900.000.533 marca MICRO, el cual se describe más adelante.

La palanca numero 2, es oscilante, pero esta está mantenida en su posición de equilibrio mediante un muelle o resorte, el muelle mantiene la palanca encajada en un punto de sujeción de tal forma que una pequeña fuerza aplicada a la palanca es la única que puede sacarla del punto de fijación y quedar en desequilibrio. La fuerza que se produce en el sesgo de tela cuando es sostenido o se atasca al final de la carreta en el cual esta enrollado hace que este se tense, dicha tensión hace que el sesgo pierda la curva de la palanca1 haciendo que esta se desestabilice también. Como resultado el imán ubicado en el extremo del balancín 1 saldrá del área de excitación del interruptor electromagnético este se abrirá y no dejara pasar corriente a través de él.

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

En las imágenes a continuación Se puede observar el dispositivo electromecánico diseñado para censar el sesgo de tela, sus partes y sus posiciones de activación o desactivación:

Imagen 26, se observa una vista superior del dispositivo diseñado para censar el sesgo de tela, en esta imagen se describen los nombres de las partes del dispositivo y se muestra la ubicación de cada una de ellas.

camino por donde se desplaza y empieza a enderezarse (templarse), y empieza a ejercer una fuerza sobre la palanca, haciendo que la palanca se desplace del lugar de fijación, cuando ello ocurre el peso del sesgo de tela se quita del lugar de equilibrio del balancín o

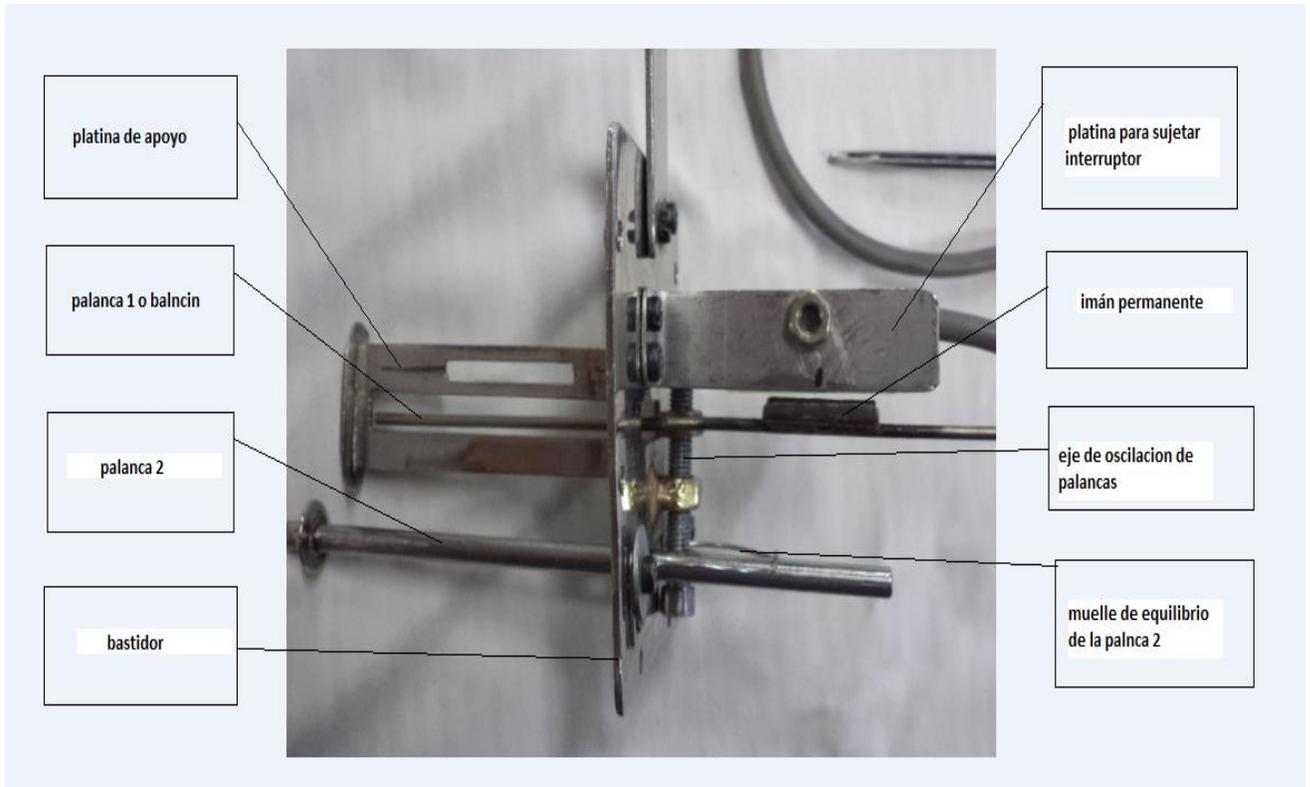


Imagen 26. Vista superior del dispositivo de censado del sesgo de tela.

En la imagen 27 se muestra la vista lateral izquierda, se ve el balancín 1 desequilibrado debido a que solo tiene el peso del imán en un extremo, se puede observar también el muelle de fijación del equilibrio de la palanca 2, también puede observarse la ubicación

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

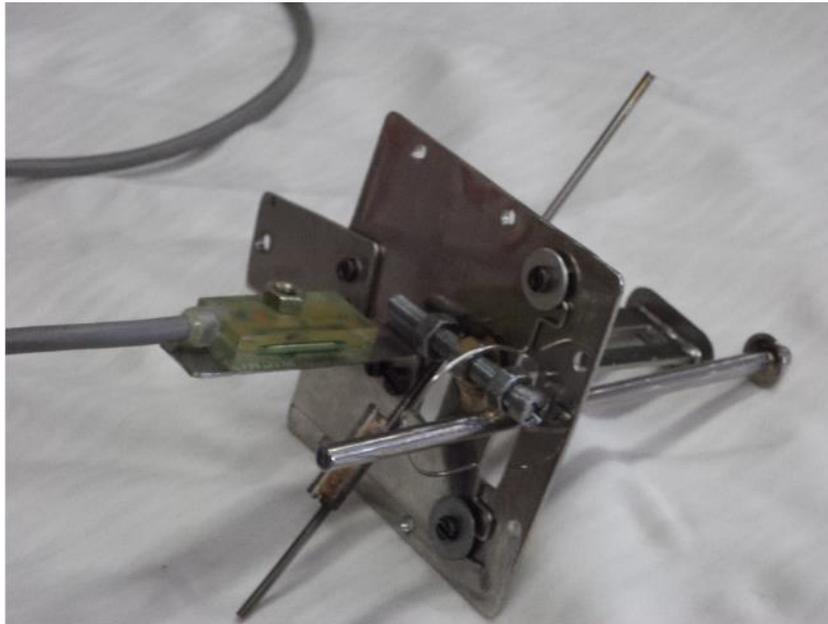


Imagen 27. Vista lateral del dispositivo electromecánico de censado del sesgo de tela.

En la imagen 28 se ve todas las palancas desequilibradas con respecto a la platina de apoyo del sesgo de tela; en la imagen 29 equilibradas con respecto a la platina de apoyo



Imagen 28. Palancas desequilibradas.

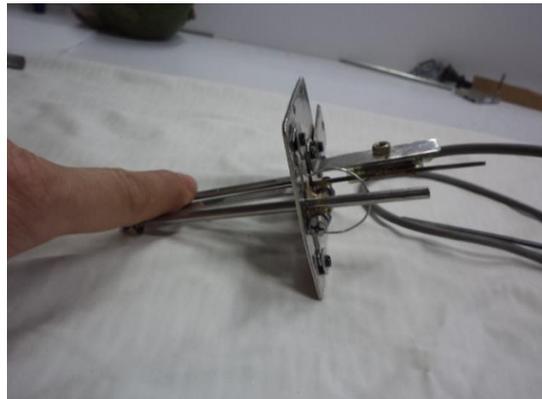


Imagen 29. Palancas equilibradas.

EL INTERRUPTOR ELECTROMAGNETICO:

Son interruptores eléctricos que se accionan magnéticamente. Son utilizados entre otras aplicaciones en detección de posiciones intermedias o de finales de carrera en cilindros

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

neumáticos. El interruptor electromagnético es de tipo Reed, el cual cierra un circuito bajo los efectos de un campo magnético generado por un imán permanente. Su estado ON / OFF se indica mediante un LED luminoso.

Para la implementación del sensor de sesgo de tela se ha seleccionado un interruptor electromagnético de la marca MICRO cuya referencia es DMR 0.900.000.533; Cuyas características técnicas se describen a continuación:

1. Tipo: contacto Reed normalmente abierto (NA)
2. Conexión: cable bipolar flexible
3. Potencia máxima de conmutación: 10W / 10VA
4. Tensión de conexión: 5... 250 Vcc / AC
5. Corriente de conexión Max: 500 mA (sin sobrepasar la potencia máxima)
6. Frecuencia de conmutación: 500Hz
7. Protección contra inversión de polaridad: en el caso de corriente continua el sensor funcionará normalmente pero el LED no encenderá
8. Tiempo de conexión Max: 0.6 ms
9. Campo de temperatura: -25...80°C

En la imagen 30 se observa el sensor DMR 0.900.000.533 marca MICRO. Su conexión de alimentación se realiza con dos polos (+/-).

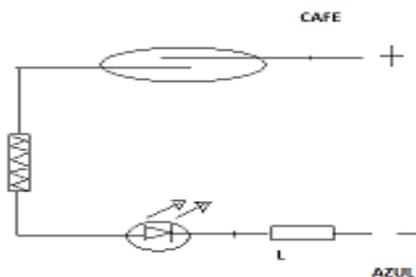


Imagen 30. Interruptor electromagnético tipo REED.

UBICACIÓN DEL DISPOSITIVO ELECTROMECHANICO PARA SENSAR EL SESGO DE TELA:

La ubicación de dispositivo electromecánico diseñado para censar el sesgo de tela se decide teniendo en cuenta algunos aspectos:

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

1. Que se pueda ahorrar el enhebrado del material una vez fuese detectada la ausencia.
2. que se pueda aprovechar el comportamiento del sesgo una vez se tense para activar con ello el dispositivo electromecánico.
3. Que sea de fácil acceso para el operario de la maquina.
4. Que no modifique el natural recorrido del material hacia el mecanismo de transporte de la máquina.

Mencionados tales factores se instaló el dispositivo por debajo de la máquina y cerca del depósito materia prima del sesgo de tela. En la imagen 31 y 31a, se muestra la ubicación del dispositivo y también puede verse como está instalado el material que va a ser detectado, específicamente el sesgo de tela. Se puede ver que se le puso unas tapas de acrílico al dispositivo electromecánico con el fin de protegerlo de posibles choques u golpes que puedan afectarlo, como también aislarlo de posibles elementos extraños que puedan obstruir el libre desplazamiento de las palancas.



Imagen 31. Ubicación del sensor electromecánico del sesgo de tela.



Imagen 31a. Ubicación del dispositivo electromecánico para detectar el sesgo de tela.

3.2 MATERIALES NECESARIOS

Con lo expuesto anteriormente se procede con el siguiente paso de la metodología planeada, el cual es elaborar una lista de materiales e implementos para ser cotizados y tener un control del presupuesto. La cotización de algunos de los elementos se muestra en la imagen 32 y es la siguiente:

- | | |
|--|--------|
| - Soporte nuevo para depósitos de material y bemis | 80.000 |
| - Caja de paso plástica | 30.000 |
| - Interruptor magnético MICRO | 70.000 |
| - Otros | 30.000 |

Además se suma también la cotización del proveedor CORIOLIS, cuyo valor es de 800.000.

Todo da un total de \$ 1010000.

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

ESPECIALISTES EN INSTRUMENTACION Y CONTROL  SUMEJOR ALIADO		INSTRUMENTACION AUTOMATIZACION MONTAJES DESARROLLO DE PRODUCTOS NIT: 900.277.579-6		SOLICITUD DE COTIZACION 2820-EC-06-28-2016		
				TEL: 444 89 94 CEL: 316 874 31 06 - 22 CARRERA 41 No. 38A SUR - 34 ENVIGADO-COLOMBIA e-mail: coriolissoluciones@gmail.com www.coriolessoluciones.com		
COMPANIA	LEONISA			SOLICITUD NUMERO		
CIUDAD	MEDELLIN	ATENCION	victor londoño	2820-EC-06-28-2016		
TELEFONO		CARGO	mantenimiento	EMISION OFERTA	06/29/2016	
FAX		ZONA		ACEPTADA/RECHAZADA		
DIRECCION		E-MAIL	jjramirez@leonisa.com	REFERENCIA		
ITEM	DESCRIPCION DEL PRODUCTO			CANTIDAD	VALOR UNI	VALOR TOTAL
1	SENSOR FOTOELECTRICO AUTOREFLEX 1M NPN-NA 12-24VDC BJ1M-DDT			2	\$ 147,150	\$ 294,300
2	FUENTE SW 24VDC/24W RIEL UL 43070			1	\$ 82,000	\$ 82,000
3	11 PULS EMERG PLAST HON 30mm 22mm NC S2ER-E2RB			1	\$ 17,280	\$ 17,280
4	18 PULS PLAST NA + LED VERD 12-24 VDC/AC 22mm S2PR-P3GAD			1	\$ 20,304	\$ 20,304
5	SEL MUL PLAST 2 POS C/LED VERDE 240V 1NA+1NC 20420			1	\$ 16,900	\$ 16,900
6	SEL MUL PLAST 2 POS C/LED AMA 240V 1NA+1NC 20422			1	\$ 16,900	\$ 16,900
7	CAJA 4H 22mm PLAS 25884			1	\$ 10,400	\$ 10,400
8	V SOL 5/2 ANC 22mm 1/4 NPT 24VDC AC PIL 1 SOL 91542			2	\$ 60,000	\$ 120,000
9	control de flujo derecho de 1/4X8 mm 86751			6	\$ 7,600	\$ 45,600
10	SILENCIADOR 1/8 86624			4	\$ 2,960	\$ 11,840
11	MINI RELEVO 24VDC 14 PINES PLANOS UL 51155			2	\$ 14,200	\$ 28,400
12	BASE 14P P/PLANA UL 51616			2	\$ 12,900	\$ 25,800
				SUBTOTAL		\$ 689,724
FORMA DE PAGO	30 DIAS FECHA DE FACTURA		TIEMPO ENTREGA	IVA 16%		\$ 110,356
VALIDEZ OFERTA	15 DIAS			RTF/ FTE		
INSTALACION				TOTAL		\$ 800,080
ATENTAMENTE, Juan Camilo Vanegas Posada Ing. en Instrumentacion y control Asesor tecnico y comercial			OBSERVACIONES CUALQUIER INQUIETUD NO DUDE EN COMUNICARSE CON NOSOTROS			

Imagen 32. Cotización y lista de materiales para desarrollo del proyecto.

Una vez elaborado y solicitado el listado de materiales y accesorios necesarios se procede con el diseño esquemático del circuito eléctrico y neumático.

3.3 DISEÑO DEL CIRCUITO ELECTRICO

FUENTE DE VOLTAJE.

El diseño comienza con la alimentación de voltaje de los sensores de los materiales:

Los sensores del bemis, o sea el sensor auto réflex modelo BJ1-DDT se alimenta con un voltaje Max de 24 VDC, también posee un consumo de corriente Max de 30mA. Se selecciona y se implementa una fuente de alimentación swicheada que tenga la capacidad

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

de suministrar dichos valores; Además también tiene la capacidad de alimentar otros elementos del sistema eléctrico.

La fuente seleccionada es la LP1025D-24S cuya marca es: EBCHQ, sus características técnicas son:

- AC input : 100-240 Vac
- 0.5A Max
- 50-60Hz
- Output: 24 DC
- 1.0 Amp Max
- Voltaje DC adj

Se muestra a continuación la imagen 33 de la fuente seleccionada.



Imagen 33. Fuente de alimentación DC.

Una vez implementada la fuente de alimentación de los sensores, se concluye la etapa de implementación de sensores para los bemis y el diseño del sistema electromecánico para el sesgo de tela, los cuales eran dos de los objetivos trazados en el proyecto de automatización, se procede a diseñar la segunda etapa del proyecto del circuito con las señales de salida que emiten cada uno de los sensores, esta etapa es llamada circuito de interfaz.

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

3.4 INTERFAZ DE LOS SENSORES

En esta segunda etapa se realiza el circuito interfaz de los sensores de material. El circuito interfaz es necesario para poder acoplar los instrumentos de detección al sistema de control y potencia.

Los sensores son también llamados transductores, el sensor auto réflex BJ1M-DDT convierte la señal de entrada que se produce cuando detecta un objeto en su campo de luz, en una señal de salida que puede ser acoplada a otro instrumento eléctrico. El funcionamiento del campo lumínico del sensor auto réflex se caracteriza por que posee un diodo emisor de luz que transmite un rayo lumínico en un área específica, cuando dicho rayo de luz es interrumpido por un objeto, éste actúa como fondo y dicho rayo se refleja en dicho objeto, haciendo que la señal emitida por el emisor se refleje o cambie de sentido contrario hacia un diodo receptor ubicado junto al diodo emisor en el mismo encapsulado del sensor.

Cuando el sensor detecta un objeto emite una señal de salida (output) cuyo valor es de 100 mA, esta señal no se puede acoplar, ni controlar directamente a un actuador, ya que dadas las características técnicas y de capacidad del sensor afectaría el buen funcionamiento de este o simplemente no podría controlarlo, se utiliza entonces un instrumento para acoplar la señal llamado interfaz.

Tal instrumento de interfaz interactúa en un circuito primario con la señal de salida del sensor, para poder accionar un circuito secundario que controla un actuador.

El instrumento de interfaz utilizado para el sensor del bemis, en este caso será el relé tipo armadura.

Este relé posee una bobina en un circuito primario o llamado circuito de control que al ser excitada por una pequeña corriente, genera un campo magnético que atrae unos contactos mecánicos y permiten cerrar un circuito secundario para que la corriente pueda pasar. Esto permite controlar el funcionamiento de uno o varios actuadores que funcionan

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

con valores de voltaje muchos mayores que el circuito primario, es también llamado circuito de potencia.

CARACTERISTICAS DEL RELÉ:

El relé utilizado para el acoplamiento de la señal del sensor es el MY4N 24DC, sus características técnicas son:

- Tipo de relé : electromagnético
- Tensión nominal del inductor: 24v CC
- Capacidad de carga de los contactos AC (a carga resistiva): 5A/220 VAC
- Capacidad de carga de los contactos DC (a carga resistiva): 5A/24 VDC
- Corriente Max de contactos: 5A
- Versión del relé : industrial
- Montaje : soporte
- Corriente del inductor: 37.7 mA
- Durabilidad mecánica: 100000000ciclos
- Tiempo de funcionamiento: 20ms
- Tiempo de apagado : 20ms
- Configuración de contactos: 4PDT
- Temperatura de trabajo: -55...70°C
- Resistencia de contactos: 100mohms

La configuración de los contactos son: la imagen 34 muestra la configuración de 12 contactos, se ven los NA y los NC. Y en la imagen 35 se ve el relé de forma física.

Los polos de la bobina del relé vienen marcados como: A1 y A2.

En la carcasa del relé se puede observar un diagrama con la configuración y numeración de los contactos para una mejor identificación

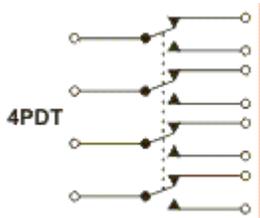


Imagen 34. Configuración de los contactos

Imagen 35. Apariencia física del relé.

Cada relé debe ir montado en un soporte o socket, donde los contactos quedan conectados a través de líneas internas, el socket debe concordar con el mismo número de contactos. Es de tenerse en cuenta que el numero de contactos puede variar entre modelos, por lo tanto la escogencia del numero de contactos va ligada al necesidad de cada aplicación, el seleccionado en este caso es de 12 contactos, se puede observar en la imagen 36.

El montaje del socket se realiza en un riel tipo omega, el cual casa perfecto y la instalación es fácil ya que dispone de un diseño especial para ello. Se muestra en la imagen 37.

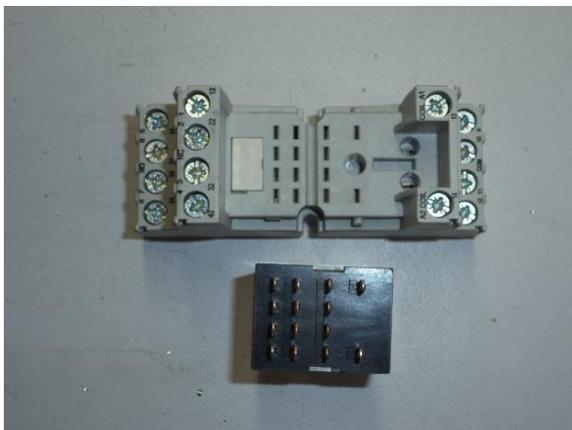


Imagen 36. Socket o base del relé.

Imagen 37. Montaje del socket en riel omega.

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

Conociendo las características técnicas del relé y del sensor, se puede afirmar que la señal del sensor auto réflex BJ1M-DDT puede ser conectada a la bobina del relé M4YN, dado que el sensor posee una capacidad de salida de 100mA y la bobina solo consume 37.7mA, lo cual es más que suficiente en cuanto a capacidad de suministro de corriente.

ESQUEMA DE CONEXIÓN DE LA CARGA DE LOS SENSORES:

- 1) El esquema de conexión eléctrica del sensor auto réflex BJ1M-DDT con el relé se realiza como se muestra en el esquema de la imagen 41.

Dado que la alimentación (V_{in}) del sensor es a 24VDC entre sus polos negativo y positivo, el voltaje de salida (V_{out}) del sensor entre el polo positivo de alimentación y el canal de salida (colector abierto del transistor) es también a 24VDC.

Se resalta que la configuración de la conexión del sensor es NPN; como ya se había expuesto anteriormente, la carga del sensor debe ir conectada entre el canal de salida y el polo positivo de la fuente de alimentación. Por lo tanto la carga (la bobina del relé) quedara alimentada a dicho voltaje. En la imagen 38 se muestra el circuito interfaz conectado al sensor.

Se cumplen así dos condiciones fundamentales en la conexión del circuito interfaz, voltaje de alimentación y capacidad de corriente.

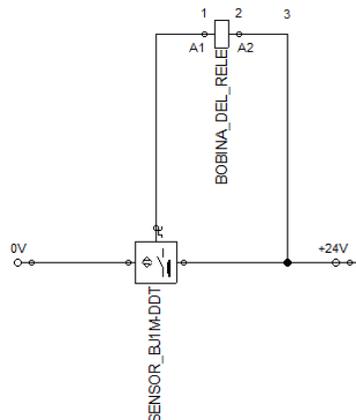


Imagen 38. Circuito de interfaz.

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

2) El interruptor tipo REED puede permitir valores de voltaje entre 5...250 VDC/VAC, este tipo de interruptor se conecta en serie con la carga y se polariza +/-, tiene un indicador luminoso que tiene polarización y debe ser conectado de + a – para que pueda encender. El interruptor solo se cierra al exponerlo ante un campo magnético. El esquema de conexión del interruptor magnético DMR 0.900.000.533, se realiza como se muestra en la imagen 39

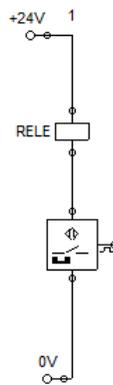


Imagen 39. Conexión en serie del interruptor magnético

Una vez se tiene diseñado el circuito de control, se puede diseñar el circuito secundario a ser controlado.

Para diseñar el circuito secundario se debe tener claro que es lo que se pretende controlar, que problema se va a solucionar o qué efecto se quiere obtener, que trabajo debe hacer el circuito y que elementos actuadores son los que se van a utilizar.

En la tercera etapa de la metodología desarrollada se trata el tema de control de cargas así como la automatización del sistema de transporte de la máquina metalnox, además se plantea de forma lógica los requerimientos técnicos de trabajo exigidos y necesarios, para el correcto funcionamiento del sistema de control de la máquina metalnox.

Lo que el proyecto pretende realizar es automatizar y controlar el sistema de paro de la máquina metalnox e implementar una alarma. Se finaliza así la etapa del circuito de

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

interfaz y se comienza con el siguiente paso el cual es control automático de los controladores y la alarma.

3.5 CONTROL AUTOMATICO DE CARGAS

Como tercera etapa en la automatización del sistema de transporte de la maquina metalnox, se procede a controlar las cargas o controladores del sistema. Los relés poseen contactos normalmente abiertos (NA) y contactos normalmente cerrados (NC) cuando no están energizados, se concluye que aún cuando la bobina del relé no está energizada algunos contactos (NC) pueden dejar que la corriente pase a través de ellos, lo cual indica que aún cuando un relé se encuentre des energizado ya está controlando.

Si se energiza la bobina de un relé los contactos mecánicos cambian de posición debido a la atracción electromagnética que se produce en la bobina, ello indica también que cuando la bobina se energiza también controla el paso de corriente entre los contactos.

El planteamiento de lo que se quiere obtener en el control debe ser claro.

Como punto de partida se describe el estado normal de la maquina METALNOX en su operación de trabajo.

Cuando la máquina selladora de cargaderas METALNOX, se encuentra en su estado de trabajo, es decir se encuentra sellando las cargaderas, el sistema de transporte se encuentra activado o abajo, si se agota el material el sistema de transporte debe ser desactivado o alzado mediante el accionamiento de unas válvulas neumáticas manuales o también llamado controlador manual.

Dicho controlador manual permite accionar un elemento actuador, el cual es un cilindro neumático de doble efecto que al accionarse activa o desactiva el transporte de la máquina es decir levanta o baja el sistema de transporte. El sistema de transporte de la máquina consta de un sistema de pie de rodillos y de un sistema asentador, el cual es un rodillo también.

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

Cuando se observa el estado trabajo de un sistema o planta, se concluye que uno varios actuadores de un sistema están activados; Por ejemplo los cilindros neumáticos, para que estos actuadores estén activados se requieren de unas válvulas o de unas electroválvulas cuya función es controlarlos mediante un esfuerzo manual o una señal eléctrica.

Cuando se utiliza por ejemplo una electroválvula, para que la corriente que alimenta a la bobina de ésta pueda llegar a energizarla, se requiere que el camino que recorre la corriente esté sin interrupción, es decir que los interruptores estén cerrados; si se requiere que la bobina de desenergice o que el sistema cambie de estado entonces los interruptores se abren o cambian de estado (ON, OFF).

Es entonces pertinente utilizar los estados de NA y NC de los contactos de los relés para controlar el estado de los actuadores que intervienen en un sistema.

El sistema de transporte de las máquinas METALNOX puede ser automatizado y controlado mediante la implementación de relés electrónicos, para reemplazar su sistema actual, el cual es manual.

3.6 AUTOMATIZACION DEL SISTEMA DE TRANSPORTE DE LA MAQUINA METALNOX

Este paso del proyecto hace parte de la tercera etapa de la metodología para la automatización de la máquina metalnox, en esta etapa se diseñan los esquemas eléctricos de cada elemento de control del transporte, así como también de la implementación de la alarma. Esto es necesario para poder controlar los mandos de los actuadores automáticamente.

AUTOMATIZACION DEL PIE DE RODILLOS

Cuando las máquinas METALNOX están sellando las cargaderas, el cilindro actuador de doble efecto que sube o baja el pie de rodillos deben estar con su vástago en retroceso, por lo tanto el pie de rodillos que está articulado con éste debe estar abajo; y el estado de uno de los contactos del relé que interactúa con el controlador debe estar cerrado por la acción del efecto electro magnético que actúa sobre él. Es decir que el contacto es NA por

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

la acción mecánica; se conectan entonces los cables conductores de los conectores abiertos para que cuando el contacto se cierre por la acción electromagnética puedan conducir.

Ello permite que la corriente pueda conducir solo cuando la bobina del relé se energice y que el voltaje al cual está alimentado el actuador pueda alimentarlo. El actuador al cual nos referimos es una electroválvula neumática que va a accionar el cilindro que sube y baja el sistema de rodillos.

En consecuencia, cuando la bobina del relé deje de estar energizada el contacto se abrirá y el contacto queda en su estado normal, el cual es NA, y la carga dejara de funcionar, así como también el cilindro actuador que sube o baja el pie cambiara la posición de su vástago y quedara en posición de avance. En la imagen 40 y41 respectivamente puede observarse el circuito diseñado y simulado en el programa FLUID SIM, en él se detalla el contacto normalmente abierto (NA), cómo éste cierra el circuito solo cuando la bobina esta energizada y como se abre cuando a la bobina se le interrumpe el paso de la corriente; también puede observarse como puede controlarse el voltaje hacia la carga o actuador.

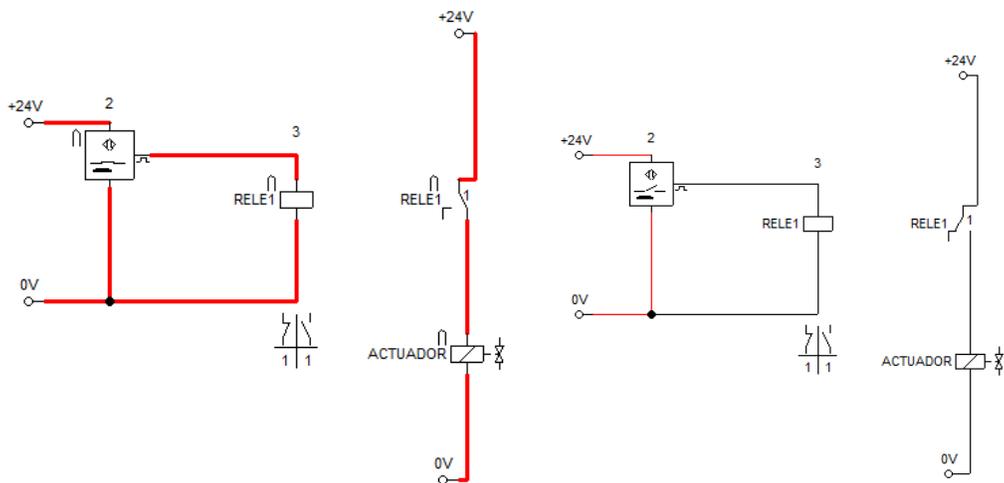


Imagen 40. Bobina energizada y contacto cerrado.

Imagen 41. Bobina desenergizada.

Y el sistema control del pie rodillos ON

y el sistema control rodillos OFF

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

El esquema de la imagen 42, nos muestra la conexión eléctrica, pero se deben tener en cuenta los valores de corriente y voltaje de la carga, así como también la capacidad del relé de conducir dichos valores.

La carga que se va a conectar al circuito es una electro válvula neumática modelo 0 000 200 923 de la marca MICRO, cuyos valores de consumo son:

- Potencia: 1W
- Voltaje: 24 Vcc

EL relé debe tener la capacidad de conducir y soportar dichos valores, y como ya se había expuesto el relé que se va a utilizar tiene unas características técnicas de: 24VDC, 5Amp.

Dado que los relés poseen varios contactos ya sean NA o NC, se pueden controlar varias cargas con el mismo relé, ya se expuso el control de la carga del mecanismo del pie de rodillos de la maquina METALNOX utilizando solo dos contactos; ahora se debe controlar el mecanismo asentador de la máquina METALNOX, así como implementar el sistema de alarma con el resto de contactos disponibles del relé.

AUTOMATIZACION DEL ASENTADOR

El mecanismo asentador consta de un cilindro de doble efecto cuyo vástago debe estar en posición de avance (contrario a la posición de retroceso del cilindro del pie de rodillos) y el rodillo abajo cuando la máquina METALNOX se encuentra en la posición de trabajo o sea que está sellando las cargaderas, en ese momento el estado de uno de los contactos del relé que interactúa con el controlador debe estar cerrado por la acción del efecto electro magnético que actúa sobre él. Es decir que el contacto es NA por la acción mecánica, se conectan los cables conductores de los conectores abiertos para que cuando el contacto se cierre por la acción electromagnética puedan conducir.

Ello permite que la corriente pueda de conducir a través de éstos solo cuando la bobina del relé se energice y que el voltaje al cual está alimentado el actuador pueda alimentarlo. El actuador al cual nos referimos es una electroválvula neumática que va a accionar el cilindro que sube y baja el sistema asentador.

En consecuencia cuando la bobina del relé deje de estar energizada el contacto se abrirá y quedara en su estado normal, el cual es NA, y la carga dejara de funcionar, así como también el cilindro actuador que sube o baja el asentador cambiara la posición de su vástago y quedara en posición de retroceso. El circuito es igual al de la imagen 40 y 41.

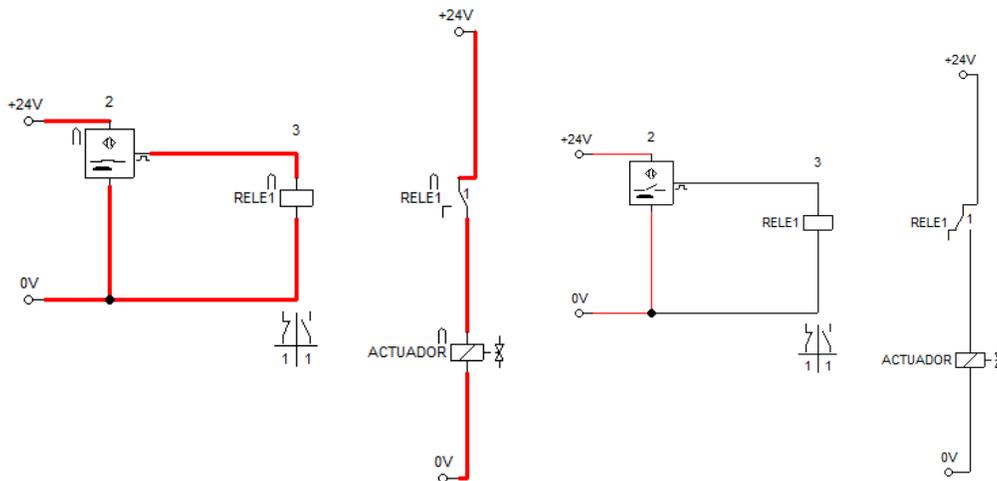


Imagen 40. Bobina energizada y contacto cerrado.

Imagen 41. Bobina desenergizada.

Y el sistema control del asentador ON

y el sistema control del asentador OFF

IMPLEMENTACION DE ALARMA AUTOMATICA

La cuarta etapa en la metodología del desarrollo del proyecto de automatización de la maquina metalnox consiste en el diseño eléctrico para implementar una alarma y un sistema de seguridad.

Tal como se planteo la metodología para el control del sistema de transporte, se plantea la metodología para implementar el sistema de control de la alarma utilizando los contactos restantes del relé que no se han utilizado.

Cuando la máquina METALNOX se encuentra en posición de trabajo, es decir se encuentra sellando cargaderas, la alarma se encuentra en estado off es decir apagada, la bobina del relé se encuentra energizada y en ese momento el estado de uno de los contactos del relé que interactúa con el controlador debe estar abierto por la acción del efecto electro magnético que actúa sobre él. Es decir que el contacto es NC por la acción mecánica, se

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

conectan entonces los cables conductores de las terminales del contacto cerrado para que cuando el contacto se abra por la acción electromagnética no conduzcan.

Ello permite que la corriente pueda conducir solo cuando la bobina del relé se desenergice y que el voltaje al cual está alimentado el actuador pueda alimentarlo. El actuador al cual nos referimos es una alarma que emite sonido y enciende y apaga una señal visual.

En consecuencia cuando la bobina del relé deje de estar energizado el contacto se cerrará mecánicamente y el contacto queda en su estado normal, el cual es NC, y la carga funcionará.

El circuito es como el que se muestra en la imagen 42 y 42^a, diseñada con en el programa FLUID SIM y se detalla el contacto del relé el cual es NC, los cables de conducción de la alarma se conectan a sus terminales y el circuito se abre cuando se energiza la bobina del relé.

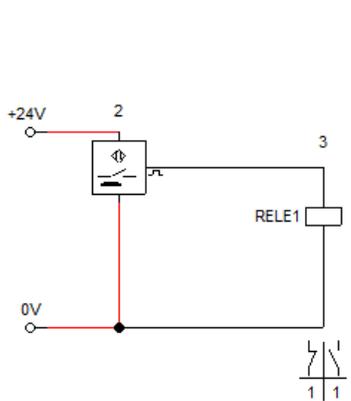
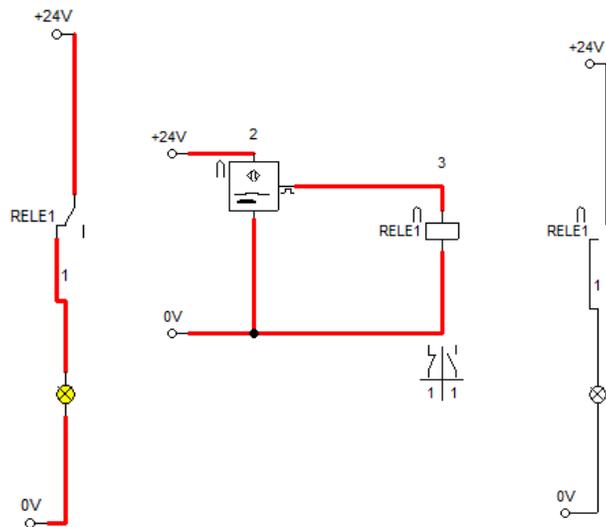


Imagen 42. Sistema alarma ON



42a. Sistema de alarma OFF.

Con los circuitos anteriores, se han automatizado tres actuadores los cuales son: electroválvula del pie de rodillos, electroválvula del sistema asentador e implementación

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

de la alarma; los tres actuadores antes mencionados se han controlado con los contactos de un solo relé.

Dado que se tienen dos sensores y un interruptor magnético (swiche electromecánico o sensor de tela), cada sensor debe controlar un relé por separado al igual que el interruptor magnético, en consecuencia serán tres reles en total, pero cada relé deberá hacer lo mismo, es decir deberán controlar todo el sistema de la misma manera; la razón es que cada sensor al detectar que el material se ha acabado debe desactivar todos los actuadores.

SISTEMA DE PARO Y SEGURIDAD

Esta paso hace parte de la cuarta etapa de la metodología planteada para el desarrollo del proyecto de automatización de la maquina metalnox.

Adicional al sistema de activación y desactivación de los actuadores por parte de los sensores, se debe tener en cuenta la seguridad del sistema y del operario de la maquina, así como de la producción que se fabrica en la máquina METALNOX.

Se debe instalar un sistema eléctrico que haga que el sistema se detenga instantáneamente cuando una eventualidad suceda, es por ello que se diseño un sistema de paro.

Cuando la maquina metalnox está en posición de trabajo, los sensores deben estar encendidos, los reles que controlan el sistema deben estar con las bobinas energizadas y cada uno de los actuadores en su posición de trabajo, si se agrega al circuito eléctrico un interruptor de seguridad que desactive las bobinas de los reles, podría entonces cambiar el estado de los contactos que controlan el paso de la corriente hacia los actuadores.

La condición que debe cumplir el sistema de seguridad es el siguiente:

- No debe apagar los sensores.
- Solo debe desactivar las bobinas de los relés.
- Una vez se interrumpa el circuito debe tener la manera de activarlo nuevamente.

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

- Cuando se desenergizan las bobinas, la alarma se activa debido a la configuración que tienen los contactos, se debe tener la manera de desactivar la alarma mientras se atiende la eventualidad.

Se diseña entonces un circuito eléctrico en serie conectado entre el polo positivo (+) de la fuente de voltaje y el polo (-) (o sea a la salida de los sensores), el cual consta de un interruptor tipo stop, un interruptor pulsador de inicio o start y las bobinas de los relés.

Se debe tener en cuenta que el interruptor de inicio o start no debe ser de dos posiciones ya que el sistema no se desactivaría automáticamente, la solución a este problema se hace con la implementación de un circuito llamado enclavamiento.

El circuito de enclavamiento permite que cuando el circuito sea puesto en marcha a través del interruptor de inicio, el cual es un pulsador, el circuito se mantenga cerrado aun cuando el pulsador se abra nuevamente al ser soltado.

El circuito de enclavamiento se hace construyendo una vía alterna al paso de la corriente, la vía alterna de la que se habla se hace con un contacto NA de cada uno de los relés, (en este caso se están utilizando tres relés), conectados en paralelo entre los bornes del botón pulsador start o inicio. El sistema de enclavamiento funciona de la siguiente manera:

Cuando el sistema de seguridad se cierre al oprimir el botón de inicio y los sensores estén detectando que hay material, el sistema energiza las bobinas de los relés; Al mismo tiempo los contactos NA que están en paralelo al botón pulsador de inicio cambian de posición y se cierran, haciendo un camino alternativo para que la corriente fluya, y dado que los contactos se accionan por la acción de la fuerza electromagnética que se crea en las bobinas estos permanecen cerrados aun cuando el botón pulsador se abra o deje de oprimirse. Este fenómeno se debe a la remanencia magnética que se forma en las bobinas cuando se les quita la corriente eléctrica.

El interruptor stop, el cual es NC y con retención, interrumpe todo el sistema al ser accionado, dado que las bobinas de los relés quedan desenergizadas, los contactos del enclavamiento o enganche cambian de posición y lo desactivan

El esquema eléctrico diseñado para este sistema de seguridad se muestra en la figura 43. Se muestra el interruptor stop NC, el pulsador de inicio NA y los contactos de enclavamiento que son NA pero se ven cerrados por que las bobina de los relés se encuentran energizadas

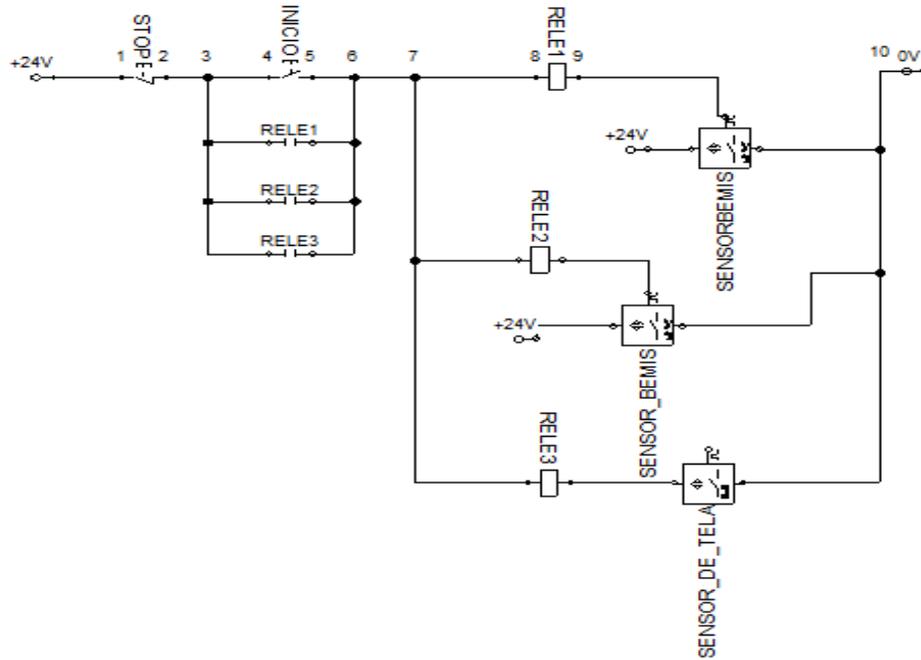


Imagen 43. Sistema de paro, enclavamiento y start o inicio de operación del sistema

3.7 SISTEMA ELECTRICO MANUAL PARA EL SISTEMA DE TRANSPORTE

Dado que el sistema de transporte de la máquina metalnox es controlado por los sensores, también existe la necesidad de ser manipulado manualmente cuando se requiera, ya sea para una intervención técnica o para una intervención operativa.

Se diseñó un circuito alternativo al automático para controlar el sistema de transporte de la máquina metalnox de forma manual.

Se conecta el sistema de electroválvulas o actuador tanto del pie de rodillos, como del asentador en serie con un interruptor entre el polo (+) y el polo (-) de la fuente de

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

alimentación de 24Vdc. En la imagen 44 se muestra la conexión manual del actuador del pie de rodillos y del sistema asentador.

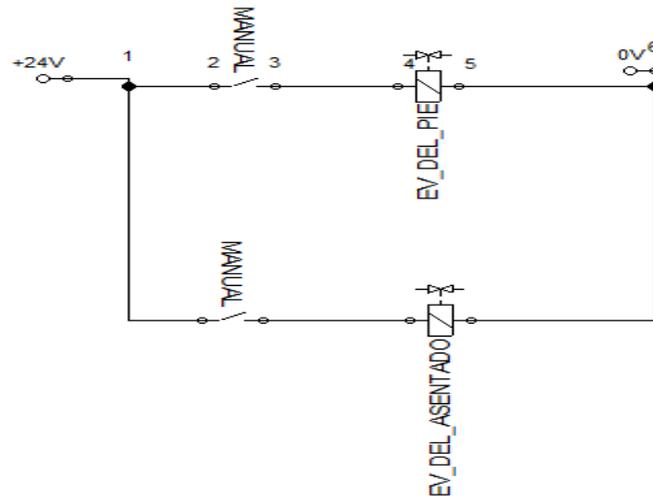


Imagen 44. Sistema eléctrico de accionamiento manual del sistema de transporte

3.8 SISTEMA ELECTRICO GENERAL DEL SISTEMA DE PARO Y ALARMA

Según la metodología planteada y adoptada para el desarrollo del proyecto de automatización de la máquina metalnox, se continúa con la quinta etapa, la cual es el diseño del esquema eléctrico general del sistema.

Ya se han mostrado las conexiones de cada uno de los sistemas de control, también se han mostrado los esquemas de conexión de potencia y de cargas, el esquema del circuito eléctrico que se muestra a continuación reúne todos los circuitos y los integra para construir así un sistema de paro e implementar una alarma que permitan controlar el mecanismo de transporte de la máquina METALNOX.

El circuito que se muestra en la imagen 45 diseñado en el programa FLUID SIM, muestra la integración de los esquemas eléctricos, incluido el sistema de alarma conectado al sistema de seguridad.

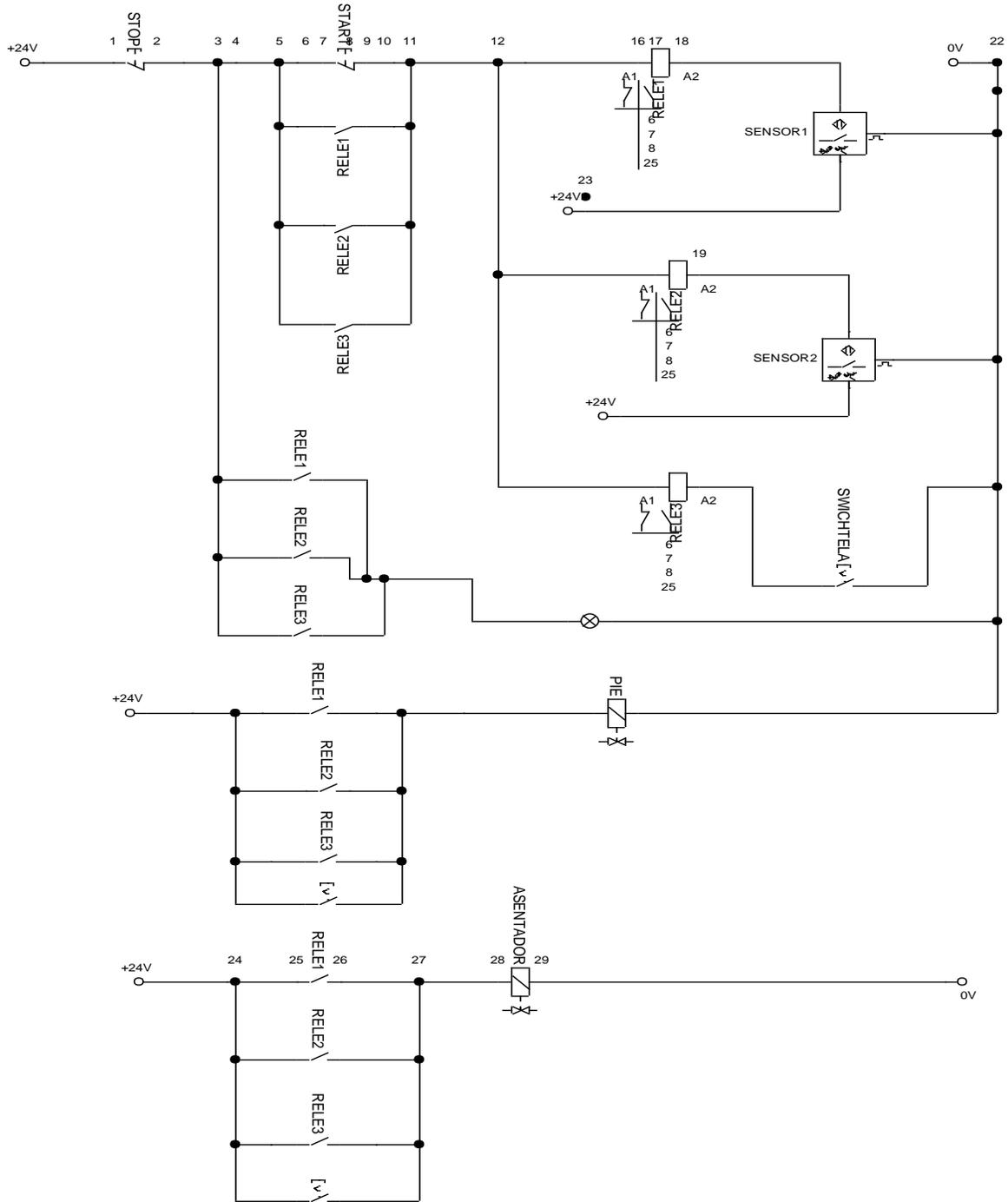


Imagen 45. Circuito eléctrico general de sistema de alarma y paro para la máquina

METALNOX

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

3.9 IMPLEMENTACION Y CABLEADO DEL SISTEMA ELECTRICO GENERAL

Una vez que se ha diseñado el esquema eléctrico general y se ha simulado en el programa FLUID SIM, se procede a hacer el montaje eléctrico de forma física; Para ello ya se había elaborado una lista de materiales y elementos necesarios para llevar a cabo dicho circuito. Se utiliza una caja de paso plástica como la que se muestra en la figura 46, en la cual se insertan los rieles omega que sirven como soporte de los relés y también para la fuente de voltaje, se hacen orificios de 22mm para insertar allí las prensas estopa, que es por donde se van insertar los cables a la caja y que además ayudan a presionar los cables para que no se muevan.



Figura 46. Caja de paso plástica, para montaje del circuito.

Se requiere también cables y terminales eléctricos tipo aguja para realizar el cableado, como se muestra en la imagen 47.

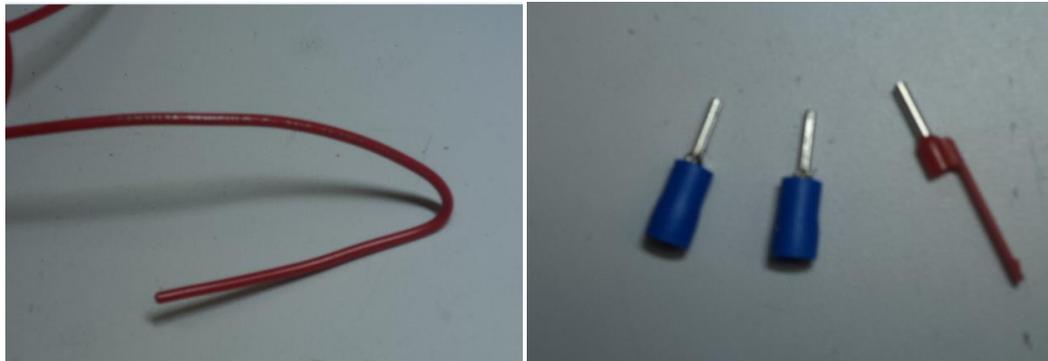


Imagen 47. Cables y terminales tipo aguja

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

Se requiere también borneras de sujeción para que los cables queden fijados con tornillos, las borneras tiene la posibilidad de anexarles un riel para empalmarlos eléctricamente uno con otro, ello se utiliza por practicidad cuando se tienen puntos comunes de conexión entre elementos eléctricos. Se muestran en la imagen 48, Tanto la bornera como el riel para empalmar con otros bornes.



Imagen 48. Bornera sobre riel omega, conexión riel para empalmar otros bornes.

Se realiza el cableado de los relés y la fuente según el esquema general diseñado.

El circuito se muestra en la imagen 49, donde están integrados los relés, borneras, fuente de alimentación, cableados a través de los orificios de la prensa estopa. Los cables que por allí salen, van hacia los sensores de los materiales, así como también hacia la alarma y los actuadores.

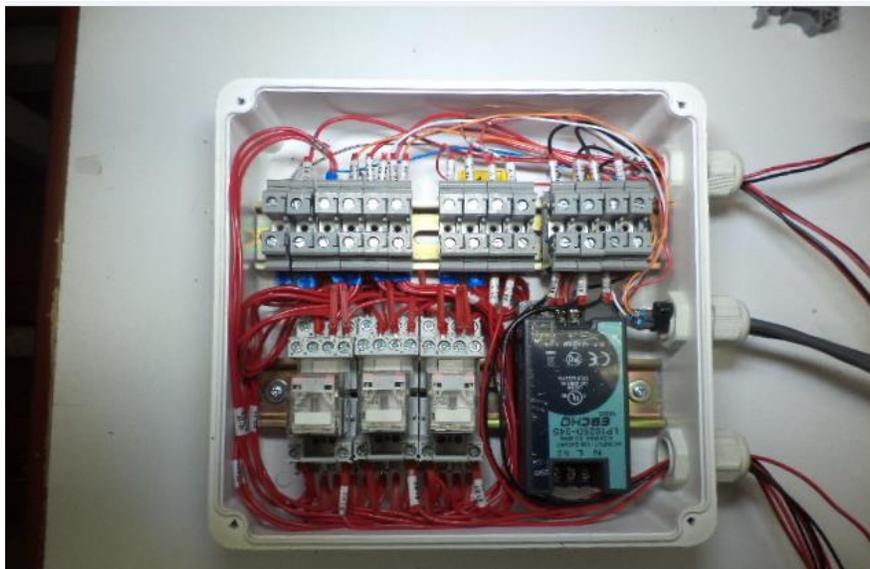


Imagen 49. Caja de paso con el circuito principal.

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

El siguiente circuito a realizar de forma física es el de los comandos de seguridad, para ello se utiliza una caja de mando de cuatro orificios de 22mm cada uno, y en cada orificio se instala un interruptor stop, un interruptor pulsador, un interruptor de dos posiciones tipo muletilla amarillo y finalmente un interruptor de dos posiciones tipo muletilla de color verde. Como se muestra en imagen 50, estos son los comandos para parar el sistema (stop), inicio del sistema (start), accionamiento manual del pie de rodillos y accionamiento manual del sistema asentador.



Imagen 50. Caja de mandos, para el stop, inicio y manual del asentador y pie de rodillos

El sistema eléctrico descrito anteriormente se hizo totalmente aparte de todos los demás sistemas eléctricos y de control que posee la máquina METALNOX, y solo se utiliza el interruptor principal para accionar todos los sistemas; el montaje del sistema eléctrico se debe montar totalmente marcado y señalizado para una fácil identificación tal como se muestra en las imágenes 51, 52 y 53.

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

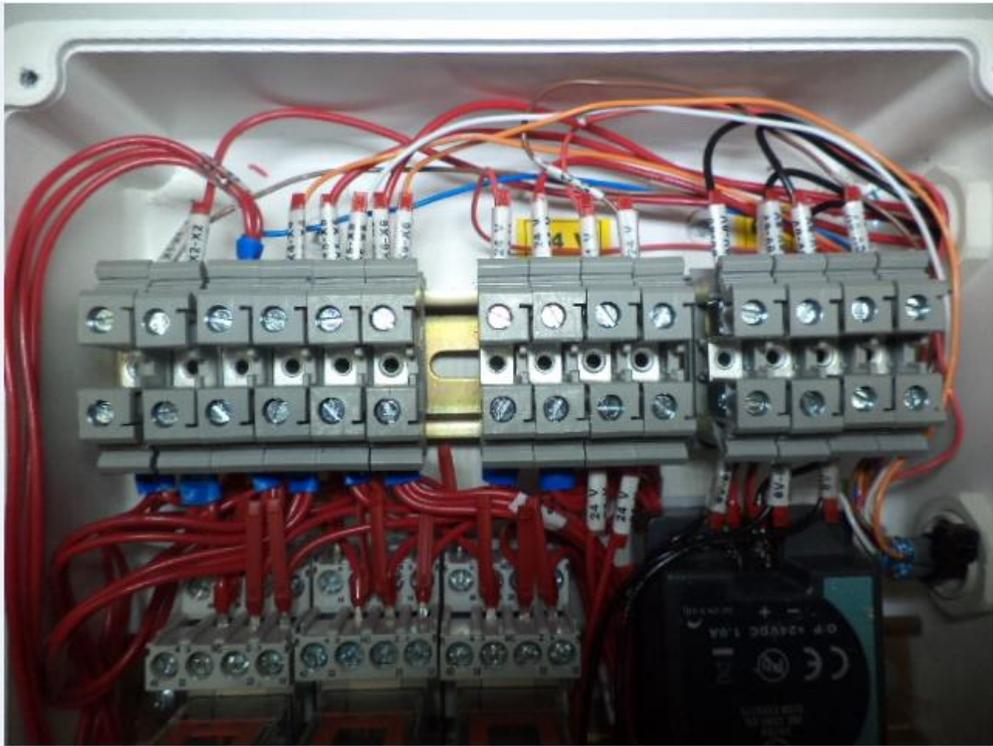


Imagen 51. Sistema eléctrico debidamente marcado.



Imagen 52. Cableado debidamente marcado.

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

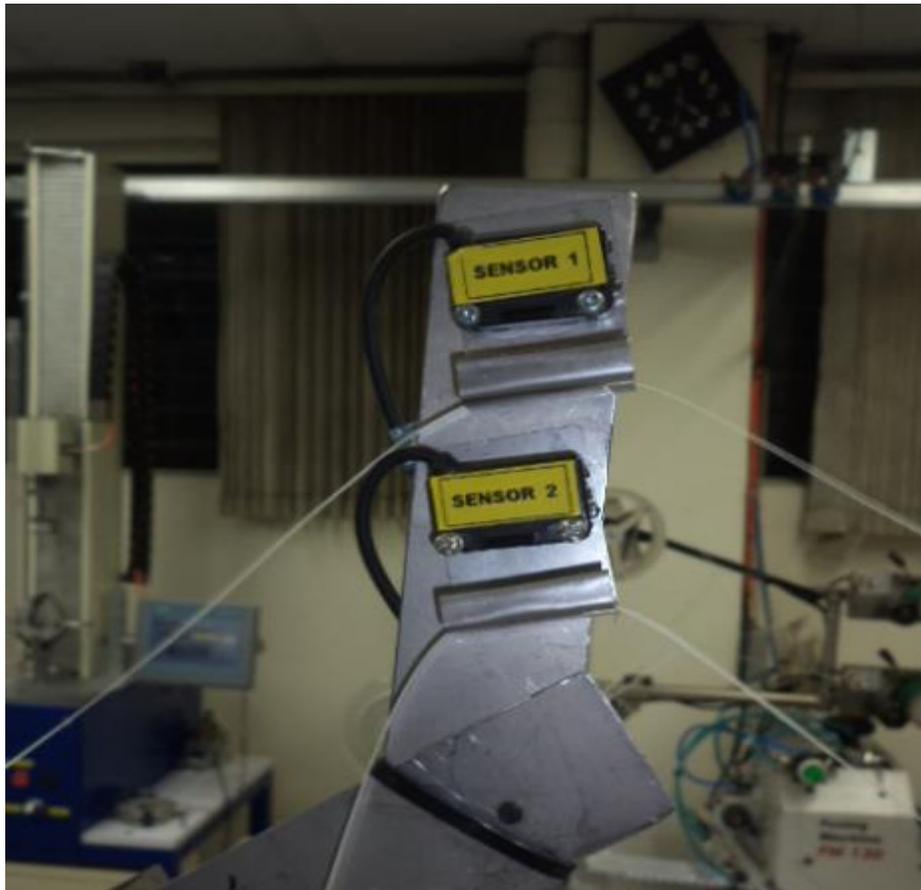


Imagen 53. Sensores marcados.

La instalación de la caja del circuito principal como de la caja de mandos se realiza de la siguiente forma.

La maquina METALNOX posee un gabinete donde están ubicados los diferentes circuitos de control que esta posee, pero allí el espacio es reducido y no se puede ubicar allí el circuito de control de transporte, razón por la cual se opto por realizar el montaje del circuito en una caja plástica de paso y ubicarla fuera del gabinete principal. En cuanto a la caja de mando, la ubicación se hizo en un lugar de fácil acceso par el operador de la maquina y alejado de posibles riesgos externos. Se muestran las imágenes: 54 del gabinete principal, 55 del lugar de instalación de la caja del circuito principal y 56 del lugar de la caja de mandos.



Imagen 54. Gabinete principal de la maquina METALNOX,



Imagen 55. Lugar de ubicación de la caja del circuito principal



Imagen 56. Ubicación actual de la caja de mando.

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

Se finaliza así la instalación de los circuitos de control del sistema de automatización e instalación del paro de la maquina METALNOX.

3.10 INSTALACION DE LOS ACTUADORES

Una vez diseñado el control electrónico de los actuadores a los que se han hecho referencia para la automatización de la maquina METALNOX, solo falta su conexión eléctrica y neumática.

Los actuadores que se van a utilizar son unas electroválvulas neumáticas y una alarma.

Las electroválvulas neumáticas o válvulas distribuidoras son sistemas utilizados para controlar el paso de aire hacia los cilindros neumáticos o actuadores.

Las máquinas METALNOX ya poseen cilindros para accionar los mecanismos de transporte, el cual está compuesto por pie de rodillos y sistema asentador.

El mecanismo del pie de rodillos cuenta con un cilindro neumático de doble efecto, con reguladores de flujo de aire los cuales son usados para controlar la velocidad de salida del vástago, en la imagen 57 se muestra el cilindro que acciona el sistema de transporte de los rodillos por medio de un balancín acoplado en su extremo. Cuando dicho cilindro neumático acciona el vástago en sentido de avance el balancín baja de un lado y hace que el lado opuesto suba el mecanismo de los rodillos haciendo que el transporte quede aislado y no pueda transportar el material que esta transportando.

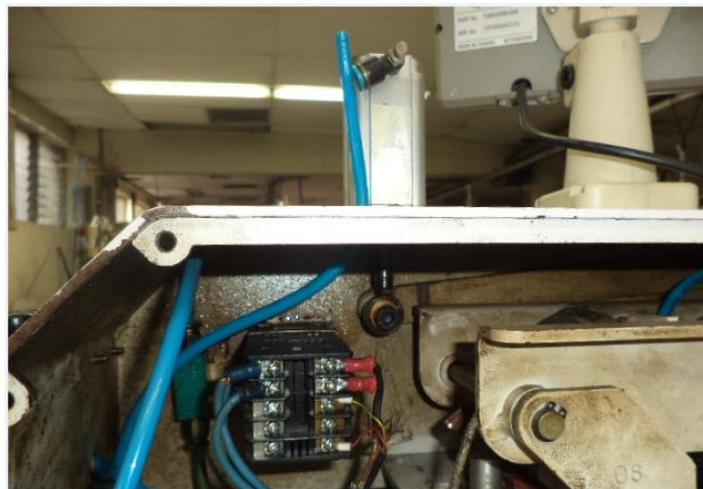


Imagen 57. Cilindro doble efecto para accionar sistema del pie de rodillos.

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

El cilindro de doble efecto se va a controlar por una electroválvula 5/2 en reemplazo de la válvula manual que antes poseía el sistema.

La electroválvula que se emplea es 5/2, esta posee una bobina que trabaja a unos valores de voltaje y potencia los cuales son:

- Voltaje: 24Vcc
- Potencia: 1 W

El relé que se ha seleccionado para activar y desactivar dicha carga debe ser capaz de soportar dichos valores.

En la imagen 58 se muestra la electroválvula seleccionada, también se muestran las entradas de aire y salidas, puede observarse también que posee silenciadores por donde escapa el aire. La entrada de aire a la electroválvula corresponde al lugar donde está conectada la manguera azul y a sus extremos se observan los silenciadores. En los racores de la parte superior de la imagen se pueden observar las salidas de aire para cada una de las dos cámaras que posee internamente la válvula, es por estas salidas por donde debe conectarse las mangueras que van conectadas al cilindro de doble efecto.



Imagen 58. Electroválvula neumática 5/2 para control del cilindro doble efecto.

El control de la electroválvula se realiza energizando o des energizando su bobina (ON/OFF).

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

MECANISMO DEL PIE DE RODILLOS

Cuando la maquina metalnox se encuentra en su posición de trabajo los sensores de material deben estar encendidos y emitiendo una señal de salida, esta señal de salida debe activar la bobina de uno de los relés y uno de los contactos del relé destinado para controlar el paso de corriente hacia la bobina de la electroválvula debe estar cerrado permitiendo que el voltaje pueda activar la electroválvula; cuando la electroválvula esta energizada permite que el aire pase hasta una de las entradas del cilindro de doble efecto a través de solo una de sus cámaras internas.

Cuando el sensor de material deja de emitir la señal de salida, la bobina de uno de los relés se desenergiza y uno de los contactos del relé destinados para controlar el paso de la corriente hacia la bobina de la electroválvula se abre por lo tanto se desenergiza la bobina de la electroválvula, ello hace que cambie la posición de las cámaras internas de la electroválvula y permite que el aire pase a través de solo una de sus cámaras hacia una de las entradas del cilindro de doble efecto.

La electroválvula del pie de rodillos es normalmente cerrada (NC) y a esta posición se le da el nombre de posición 1, el cilindro doble efecto que ésta controla debe estar con el vástago en posición de retroceso, cuando dicha electroválvula cambia a la posición 2 el cilindro de doble efecto cambia la posición de su vástago al de avance.

El pilotaje del extremo derecho de la electroválvula se hace por medio de un resorte, ya que el sistema mecánico del balancín de la máquina metalnox posee y resorte de compresión que hace el trabajo de volver el mecanismo a su posición inicial una vez que el cilindro ha dejado de hacer el esfuerzo.

En las imágenes 59 y 60 se muestran las posiciones 1 y 2 de la electroválvula y su efecto sobre el vástago del cilindro de doble efecto. Se concluye entonces que la posición del cilindro en la posición de trabajo de la maquina metalnox es en la posición 1.

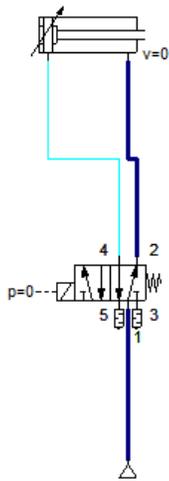


Imagen 59. Válvula en posición 1, vástago del cilindro en retroceso

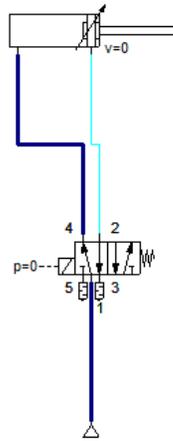


imagen 60. Válvula en posición 2, vástago del cilindro en avance

MECANISMO DEL ASENTADOR

Para el control del cilindro asentador se hace también con una electroválvula 5/2, ya que el cilindro del asentador es un cilindro de doble efecto, también posee uvas válvulas reguladoras de flujo para regular la velocidad de salida del vástago, el cilindro y la válvula reguladora de flujo se muestra en la figura 61.

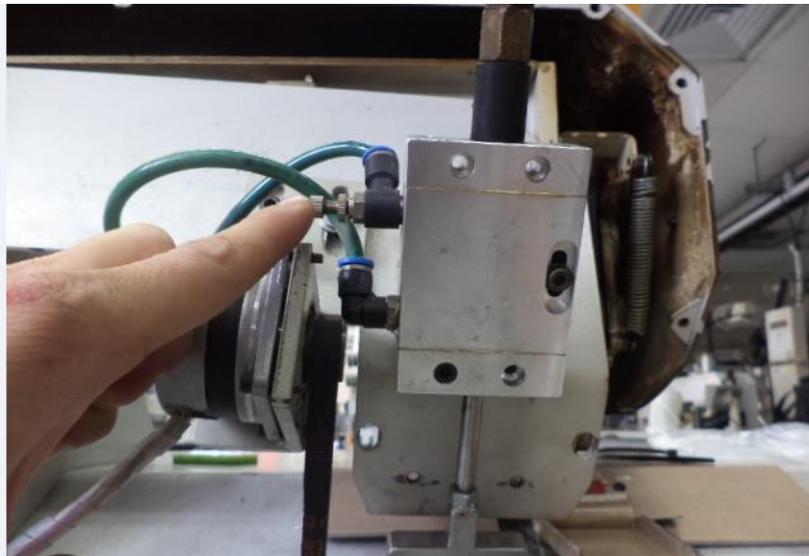


Imagen 61. Cilindro doble efecto del sistema asentador. Con regulador de flujo.

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

Cuando la maquina metalnox se encuentra en su posición de trabajo los sensores de material deben estar encendidos y emitiendo una señal de salida, esta señal de salida debe activar la bobina de uno de los relés y uno de los contactos del relé destinado para controlar el paso de corriente hacia la bobina de la electroválvula debe estar cerrado permitiendo que el voltaje pueda activar la electroválvula; cuando la electroválvula esta energizada permite que el aire pase hasta una de las entradas del cilindro de doble efecto del sistema asentador a través de solo una de sus cámaras internas.

Cuando el sensor de material deja de emitir la señal de salida, la bobina de uno de los relés se desenergiza y uno de los contactos del relé destinados para controlar el paso de la corriente hacia la bobina de la electroválvula se abre por lo tanto se desenergiza la bobina de la electroválvula, ello hace que cambie la posición de las cámaras internas de la electroválvula que controla el cilindro del asentador y permite que el aire pase a través de solo una de sus cámaras hacia una de las entradas del cilindro de doble efecto del sistema asentador.

La electroválvula del sistema asentador es normalmente cerrada (NC) y a esta posición se le da el nombre de posición 1, el cilindro doble efecto que ésta controla debe estar con el vástago en posición de retroceso, cuando dicha electroválvula cambia a la posición 2 el cilindro de doble efecto cambia la posición de su vástago al de avance.

En la imagen 62 y 63 se muestra la electroválvula que controla el cilindro doble efecto del sistema asentador y sus posiciones. Se concluye entonces que la posición del cilindro asentador en la posición de trabajo de la maquina metalnox es en la posición 2.

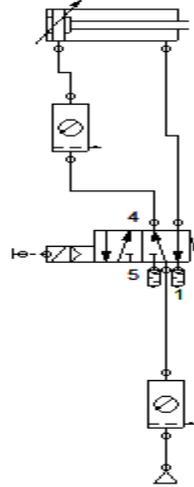
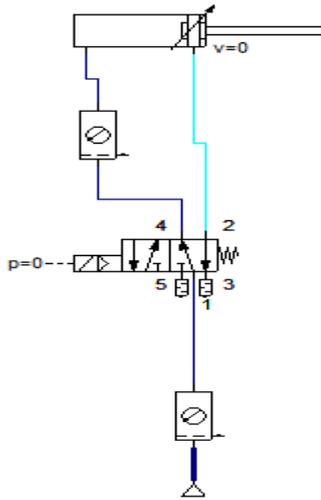


Imagen 62. Posición 2, cilindro en avance Imagen 63. Posición 1, cilindro en retroceso

Una vez se ha diseñado el esquema de control neumático procede el siguiente paso consiste en conectar los demás componentes del sistema neumático como son el regulador de presión.

En la imagen 64, se muestra el regulador de presión que la máquina metalnox posee, este regulador es el encargado de regular la presión del aire comprimido que viene desde el compresor hasta los componentes a los cuales se les está suministrando el aire. Este se coloca antes de cualquier elemento neumático del sistema, es decir es el regulador general. El valor de la presión general del sistema es de 80 psi.



Imagen 64. Regulador general de presión de la máquina metalnox.

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

Además de este regulador existe otro regulador que esta acoplado al sistema neumático del asentador y cumple la función de regular la presión que ejerce el rodillo que está conectado en el extremo del cilindro, contra el material que esta “asentando”. Se muestra en la figura 65. La regulación exigida por el departamento de calidad de la empresa para la cual trabaja la maquina metalnox es de 30 PSI. Este regulador se conecta en la línea A de entrada neumática cuando el cilindro esta en el estado de trabajo



Imagen 65. Regulador de presión para el sistema asentador se debe a 30psi
En la imagen 66 se muestra el esquema neumático para el cilindro asentador.

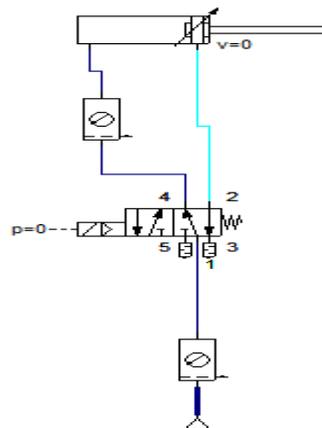


Imagen 66. Conexión neumática del sistema asentador.

Tanto la conexión neumática como la eléctrica de todo el sistema se muestran a continuación en la imagen 67 y fueron diseñadas en el programa FLUID SIM, por lo tanto puede ser simulado en dicho programa.

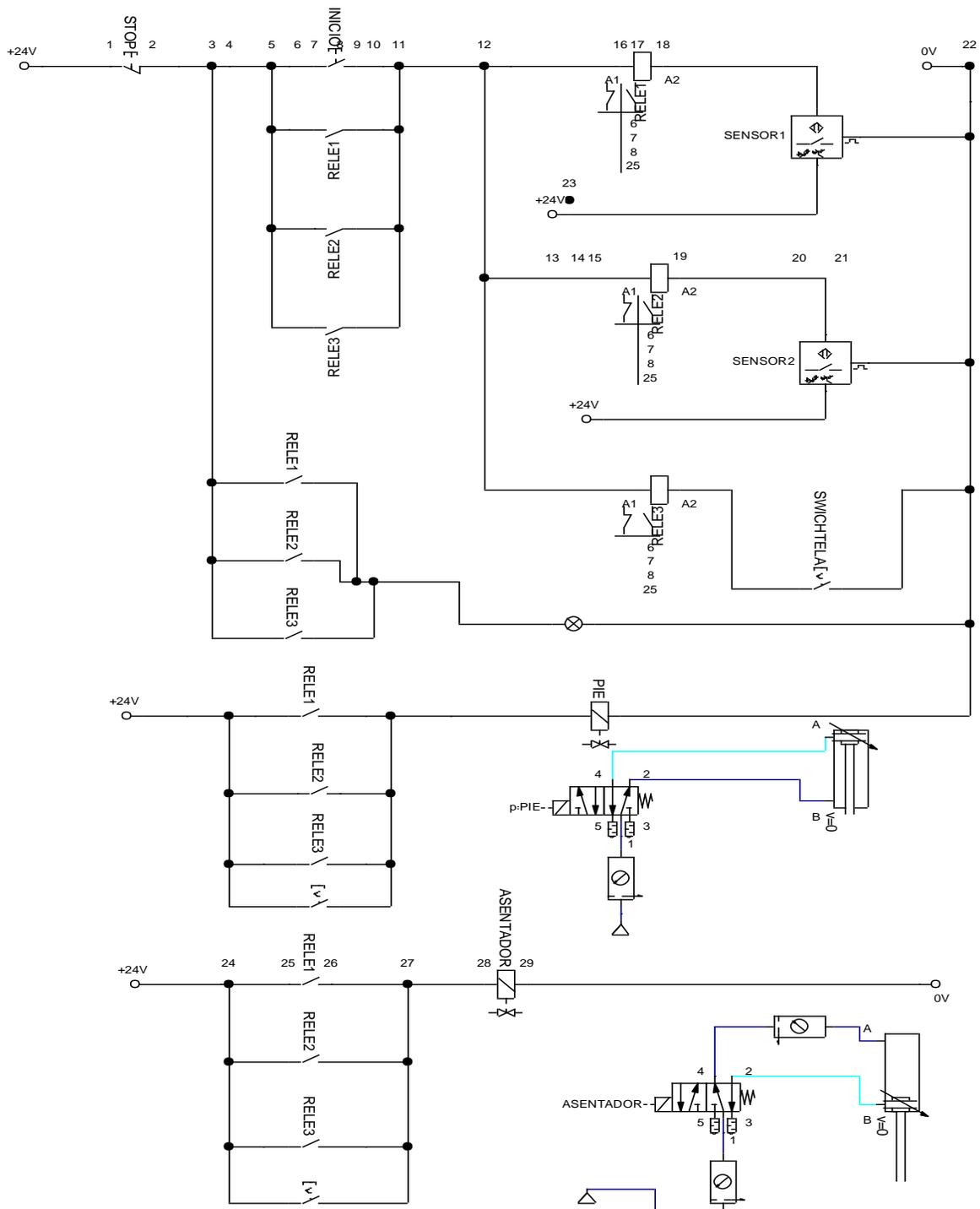


Imagen 67. Sistema electro neumático para automatización, sistema de paro e implementación de alarma en máquina metalnox.

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

Una vez diseñado el sistema electro neumático se procede a la instalación física de los componentes.

La instalación de las electroválvulas se realiza sobre rieles omega y alejado del circuito eléctrico. Se muestran en la imagen 68 y 69.

A continuación se procede al desmonte del sistema de válvulas manuales.

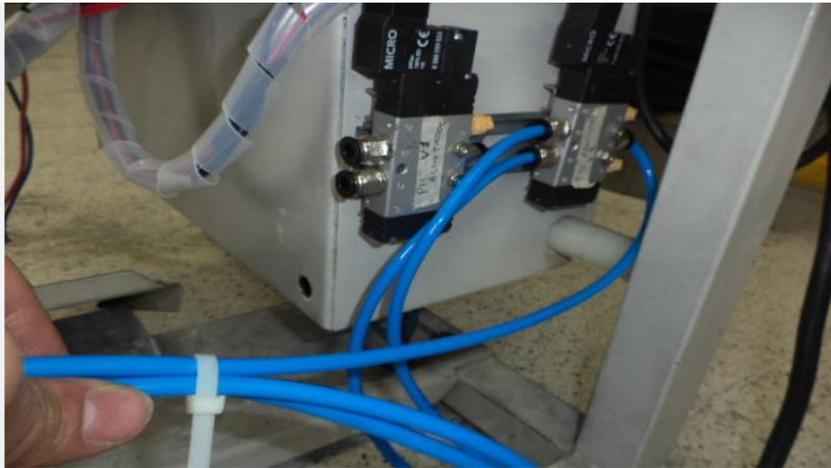


Imagen 68. Instalación de electroválvulas.

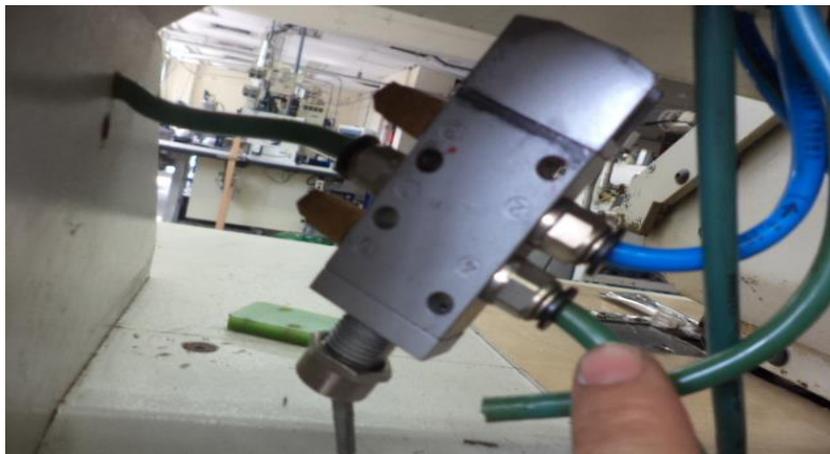


Imagen 69. Desmonte de válvulas manuales.

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

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

RESULTADOS

Como resultado final del proyecto de automatización del sistema de transporte de la maquina METALNOX se obtuvo:

- 4.1 CONTROL ELECTRONEUMATICO: Se diseñó un sistema de control electro neumático para controlar el sistema de transporte, como resultado se pudo subir y bajar los mecanismos tanto del asentador como del pie de rodillos de manera automática cuando uno de los materiales se agota o se quedo atascado. La respuesta del sistema fue inmediata y confiable. Se toma como referencia la imagen 66, el esquema general del sistema tanto electrónico como neumático.

- 4.2 IMPLEMENTACION DE LARMA: Se implemento una alarma tanto visual como sonora para indicar que uno o varios de los materiales se han agotado; se justifica lo hecho en que se dicha alarma permitio al operario saber que el material se agotó, dicha alarma fue instalada en la parte superior de la máquina metalnox para que pudiera ser observada y escuchada hasta una distancia de aproximadamente 4mts. Ello se pudo constatar al ubicarse a dicha distancia y se pudo observar la luz y escuchar el sonido que emitía la alarma cuando se terminó uno de los materiales con los cuales estaba trabajando la maquina metalnox. En la imagen 70, se observa la alarma y su ubicación en la máquina metalnox.



Imagen 70. Ubicación de la alarma en la máquina metalnox.

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

4.3 DISEÑO ELECTROMECHANICO: Se diseño un dispositivo electromecánico que detectó cuando el material de sesgo de tela se ha agotado o cuando se quedó atascado, para que desactive el transporte y active la alarma. Este mecanismo fue diseñado exclusivamente para el propósito mencionado y no existe otro igual, ya que su diseño se inspiró en la observación del comportamiento del sesgo de tela, su posición y ubicación en la maquina, la tensión que se produce en él cuando se atasca o se acaba, tales factores mencionados y comportamientos se aprovecharon para activar elementos mecánicos y eléctricos. Su efectividad se pudo constatar al ver su funcionamiento. Se anexa la imagen número 71, del dispositivo electromecánico diseñado.



Imagen 71. Dispositivo electromecánico para detectar el sesgo de tela.

4.4 NUEVO SISTEMA DE MANGUERAS NEUMATICAS: Al instalar el nuevo sistema electromecánico se cambiaron todas las mangueras neumáticas viejas que poseía el viejo sistema y se reemplazaron por mangueras neumáticas nuevas con el propósito de actualizar el sistema. Se muestran en la imagen 72.

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

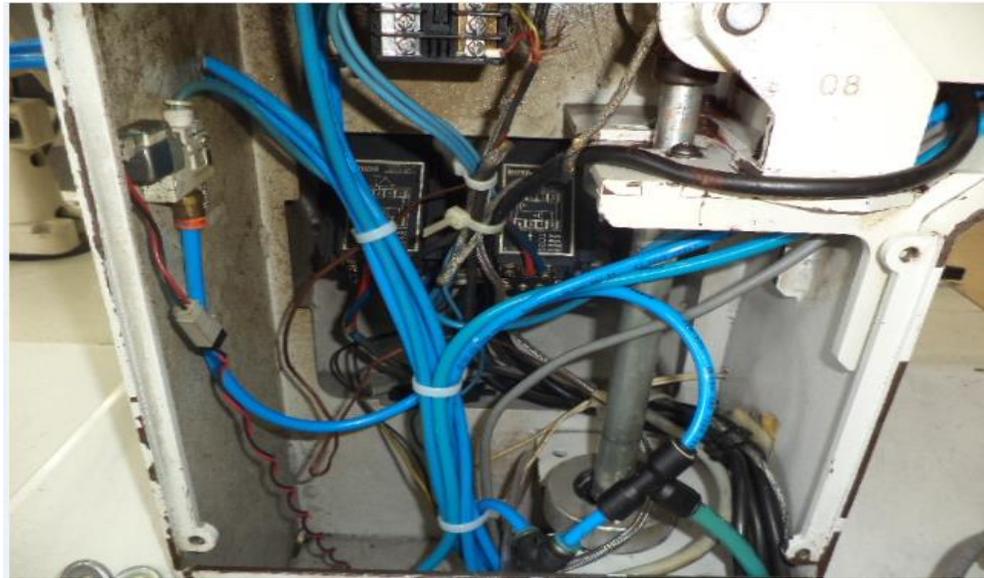


Imagen 72. Nuevo sistema de mangueras neumáticas.

- 4.5 PARO DEL TRANSPORTE: Se implemento el sistema de paro automático del transporte, ya que pudo aislarse los mecanismos que interactuaban con este, como es el pie de rodillos y el sistema asentador. Todo con el proposito de evitar el desperdicio de material.
- 4.6 REDUCCION DE PAROS MECANICOS: Ya que se implementaron sensores de materia prima, los paros mecánicos causados por el derretimiento de bemis en los mecanismos de transporte disminuyeron a cero, ya que cuando el material se acaba, el transporte se aísla automáticamente y el material queda justo donde los sensores detectaron que ya no había y esa distancia es de aproximadamente 40cms, esto no permite que ningún material entre por si solo al mecanismo de transporte. La ganancias de tiempo productivo de la maquina se aumentaron, ya que no se pierde tiempo por concepto de atención técnica por causa del derretimiento de materiales.
- 4.7 DISMINUCION DE DESPERDICO A CAUSA DEL AGOTAMINETO DE ALGUN MATERIAL: La detección a tiempo de alguno de los materiales utilizados en la elaboración de las cargaderas en la máquina metalnox ha disminuido el desperdicio de materias primas. Esto se demuestra en la medición de la velocidad del transporte con respecto al tiempo que se demora el operario de la maquina en atender el evento.

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

La velocidad de transporte de la maquina es de 50cms* min

El tiempo de atención del operario de la maquina es: no se puede calcular puede ser inmediato o puede demorarse un minuto, dos minutos o tres o cuatro minutos, todo depende de la atención prestada o el grado de tareas que esté desarrollando al mismo tiempo.

Lo que sí se puede calcular es el valor de la cargadera del brasier que se fabrica, este valor varía según el tipo de referencia que se fabrique ya que se pueden utilizar diferentes materiales de diferentes costos.

El costo promedio de una cargadera en el mercado o comercialmente comercializada oscila alrededor de los \$1500 pesos.

El tamaño de una cargadera es de aproximadamente 40cms.

El cálculo de ahorro según el tiempo de respuesta al evento en cuestión es de:

$1500 \text{ pesos} / 40 \text{ cms} = 37.5 \text{ pesos cada cm}$. Es decir que cada cm de cargadera fabricado cuesta 37.5 pesos.

Si la velocidad de transporte de la maquina metalnox es de 50cms*min, y si multiplicamos $50 \text{ cms} * 37.5$ el total es 1875 pesos.

Significa que por cada minuto de funcionamiento de forma incorrecta de la máquina metalnox se perderían 1875 pesos en materia prima.

La cantidad de eventos con que esto solía ocurrir era de aproximadamente dos veces en turno de trabajo de 8 horas. También se debe tener en cuenta que en cada intervención técnica se solía perder 35 o 40 minutos de tiempo en desarmar mecanismos, limpiar rodillos y volver a armar, este tiempo es improductivo y lo que se dejaría de producir sería:

$40 \text{ min} * 50 \text{ cms} = 2000 \text{ cms}$, esto quiere decir que se dejaría de producir 2000cms de cargadera, cuyo valor sería $2000 \text{ cms} * 37.5 \text{ pesos} = 75000 \text{ pesos}$ Cada 40 minutos.

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

5. CONCLUSIONES, RECOMENDACIONES Y TRABAJO FUTURO

5.1 CONCLUSIONES

- 5.1.1. Se diseña y se implementa un sistema de control electro neumático con emisión de alarma para el mecanismo de transporte de materia prima en una maquina selladora de cargaderas METALNOX, mediante la detección de materiales y se utiliza para ello sensores electrónicos y electromecánicos. Esto permitió la automatización de dicha máquina y contribuyó a economizar materia prima por un valor de \$1875 pesos por minuto.
- 5.1.2. Se diseña un sistema electro neumático por medio de electroválvulas conectadas a los cilindros neumáticos que la maquina METALNOX SF 130 ya poseía, tales electroválvulas se controlaron por medio de un circuito electrónico que incluyeron varios sensores. las electroválvulas controlan el mecanismo del asentador y del pie de rodillos los cuales son utilizados para sellar las cargaderas.
- 5.1.3. Se implementa una alarma indicativa tanto sonora como luminosa, para que cuando falten los materiales el colaborador pueda saber lo que sucede, esta alarma puede oírse o verse a una distancia de alrededor de 4 mts y se ubica en la parte alta de la máquina para que se pueda visualizar fácilmente. Dicha alarma posee también un sistema para desactivarse manualmente; también se diseñó un sistema de seguridad que permite desactivar todo el sistema en caso de ser necesario; adicional a esto se diseñó también un sistema de control manual para manipular las electroválvulas que controlan el sistema de transporte.
- 5.1.4. Se diseña un dispositivo electromecánico para detectar cuando el sesgo de tela se termina o se queda atascado, este dispositivo es exclusivo para este propósito, se comprueba el funcionamiento al ver que se activa cuando se tensiona el sesgo se tensiona y también se activa cuando el sesgo se acaba, por lo tanto cumple con las funciones para los cuales fue diseñado. Este dispositivo

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

electromecánico se diseña con un interruptor magnético que es excitado por un imán permanente que se encuentra acoplado a un extremo de una palanca.

5.2 RECOMENDACIONES

Se hacen las siguientes recomendaciones con el fin de mejorar el trabajo realizado

1. Debido a que el sesgo de tela se acciona por gravedad o por la fuerza que ejerce la tela sobre las palancas cuando este se tensiona, este último tramo de tela se deforma por lo que debe ser desechado, se recomienda tener en cuenta una mejora en cuanto a disminuir el desperdicio del último tramo de tela mencionada.
2. También se recomienda realizar el circuito con lógica digital con el fin de dar más flexibilidad a posibles mejoras o actualizaciones futuras.
3. Se recomienda ubicar todos los circuitos de control en un mismo gabinete por lo que sugiere conseguir uno de mayor capacidad.

5.3 TRABAJO FUTURO

Se proyecta o se visiona una mejora a toda la maquina metalnox, de tal manera que todos los instrumentos que la máquina utiliza incluyendo la automatización que actualmente se presenta, sean controlados por un PLC, también se visiona que todos los instrumentos sean montados en un solo gabinete.

La propuesta se hace con el propósito de flexibilizar actualizaciones de la planta, dotar e insertar tecnología de punta en la máquina METALNO SF 130.

También se deben hacer estudios en cuanto a la transmisión de temperatura en los materiales que la maquina METALNOX SF 130 sella, con el fin de mejorar la velocidad de las bandas con la que ésta sella los materiales.

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

REFERENCIAS

- 1) Alciatore G, David, Hestand B, Michael., (). Introduccion a La Mecatronica y a Los Sistemas de Medicion, Mac Graw Hill, 3ra edición.
- 2) Colmenar Santos, Antonio, Martin Barrio, Ricardo Antonio, Ponce Fernandez, Antonio., (2007). Manual Practico De Electricidad y Electrónica, Cultural S,A, Madrid España.
- 3) Creus Solé, Antonio., (2007). Neumatica e Hidraulica, Alfaomega Grupo Editor, 1ra edicion, México.
- 4) Garcia Moreno, Emilio., (2000). Automatizacion de Procesos Industriales, Alfa Omega Grupo Editor, Mexico.
- 5) Katsuhiko, Ogata., (1998). Ingeniería de control moderno, 3ra edición, Pearson Prentice Hill.
- 6) Merlín, Gerín., (1999). Manual Electrotécnico, Telemecanique, Schneider Electric, España.
- 7) Pallás Areay, Ramón., (2007). Sensores y Acondicionamientos de Señal, Alfa Omega Grupo Editor, 4ta edición, México.
- 8) Reyes Cortez, Fernando, Cid Mojaraz, Jaime, Soto Vargaz, Emilio., (2013). Mecatronica Control y Automatización, Alfa Omega Grupo Editor, 1ra edición, México.
- 9) Ramos, R. G., Hernandez, M.J., & Castaño, W.J., (2002). Curso práctico de electrónica industrial y automatización: Sensores y dispositivos de medición. Electrónica de control, Tomo 1. CEKIT.
- 10) Fluid Sim, (1996-2007). Festo Didactics GmbH & Co, Denkendorf, www.festo-didactic.com.
- 11) Industrias Metalnox. www.metalnox.com.br, Brasil.

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

APÉNDICE

Apéndice A: LA REMANENCIA: La remanencia de una bobina es la energía acumulada en ésta después de que el voltaje de sus bornes ya no están bajo tensión.

Apéndice B: Los contactos de un relé cambian de posición cuando son atraídos por el campo magnético que se forma en la bobina.

Apéndice C: El circuito de enclavamiento se hace haciendo un camino alterno al paso de la corriente, se aprovecha la fuerza electromagnética que se forma en la bobina de un relé por medio de la energía remanente para con dicha fuerza sostener por unos instantes los contactos de conmutación y control, aun cuando se haya quitado el voltaje en sus bornes.

Apéndice D: Los cilindros neumáticos controlados por válvulas 5/2 cinco salidas y dos posiciones se le puede posicionar su embolo, de tal manera que la entrada de fluido a cualquiera de sus cámaras se pueda realizar desde la salida A o la salida B, dependiendo de la posición 1 o 2 de la válvula.

Apéndice E: los relees pueden controlar aun con su bobina en estado OFF.

Apéndice F: METODOLOGIA

El circuito de control puede realizarse previamente e independiente al circuito de instrumentos que utiliza la maquina metalnox, de tal manera que el último paso sea solo la conexión neumática del sistema. Ello permite que la máquina este operando hasta el último minuto y solo cese su operación para instalar la red neumática, haciendo que el tiempo fuera de operación de la máquina o tiempo de paro para su actualización tecnológica sea más corto.

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

Apéndice G: AJUSTE DEL SENSOR AUTOREFLEX:

El modo de operación de conmutación puede ser puesto con el indicador iluminado u oscuro, ello puede lograrse de la siguiente manera:

Girando la perilla de ajuste en el sentido de la letra " L " si se quiere el indicador este iluminado.

Girando la perilla en sentido de la letra " D " si se quiere que el indicador este oscuro.

El indicador de operación es el LED de color rojo.

El ajuste de la sensibilidad del sensor auto réflex se hace girando la perilla VR hacia la palabra MIN, allí se verifica la posición (A), en el que el indicador de funcionamiento enciende la luz de encendido. Si se gira la perilla VR mas a la derecha de la posición (A), se debe comprobar la posición (B) donde el indicador de operación esta activado.

Si se gira nuevamente la perilla VR hacia la izquierda, se llega a la posición (C) que es cuando los indicadores de funcionamiento están apagados.

Si el indicador de funcionamiento no se enciende se gira la perilla VR de su posición, el máximo de posición es (C).

Para ajustar la óptima sensibilidad se establece la perilla VR en la mitad del recorrido entre (A) y (C) y se verifica el funcionamiento y la iluminación del led indicador de estabilidad con el objetivo a detectar o sin él. Si el indicador de estabilidad no se enciende se procede a repetir el método de detección por que la sensibilidad es inestable.

FIRMA ESTUDIANTES Victor Manuel Loraño +

FIRMA ASESOR [Signature]

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: _____