

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	
		Versión	01
		Fecha	2014-09-16

# **EVALUACION MECANICA ELECTRICA Y ELECTRONICA DE UN MOLINO ABIERTO PARA PROCESAMIENTO DE CAUCHO**

**Estudiantes:**

**ANDRES FERNANDO MESA RIOS**

**DIOMER ALEJANDRO AVENDAÑO SILVA**

**Asesor:**

**LUIS ALBERTO GARCIA**

**INSTITUTO TECNOLOGICO METROPOLITANO  
MEDELLIN  
2014**

 Institución Universitaria	<b>INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO</b>	Código	
		Versión	01
		Fecha	2014-09-16

## TABLA DE CONTENIDO

AGRADECIMIENTO.....	4
INTRODUCCION.....	5
1 IDENTIFICACIÓN DEL PROBLEMA.....	6
2 OBJETIVOS.....	7
2.1 OBJETIVO GENERAL.....	7
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	7
3 JUSTIFICACIÓN.....	8
3.1 IMPORTANCIA DEL PROYECTO PARA EL ITM.....	8
3.2 IMPORTANCIA DEL PROYECTO PARA LOS ESTUDIANTES.....	8
4 MARCO TEÓRICO.....	9
5 MARCO METODOLÓGICO.....	12
6 RESUMEN EJECUTIVO.....	13
7 PROBLEMÁTICA.....	14
8 PROPUESTA.....	15
9 IMPLEMENTACION DE LA PROPUESTA.....	16
9.1 INTRODUCCION AL CONTROL.....	16
9.1.1 ETAPAS DE UN SISTEMA DE MEDIDA Y DE CONTROL.....	18
9.1.2 TRANSDUCCION.....	18
9.1.3 ACONDICIONAMIENTO DE SEÑAL.....	19
9.1.4 CONVERSION ANALOGICA Y DIGITAL.....	19
9.1.5 TRANSMISION DE DATOS.....	19
9.1.6 PROCESADO.....	20
9.1.7 VISUALIZACION Y REGISTRO.....	20
9.1.8 TRANSMISION DE ORDENES.....	20
9.1.9 CONVERSION DIGITAL ANALOGICA.....	20
9.1.10 ACONDICIONAMIENTO DE SALIDA.....	21
9.1.11 ACTUACION.....	21
9.1.12 TIPOS DE SISTEMA DE MEDIDA Y DE CONTROL.....	21
9.2 SENSORES Y ACTUADORES.....	23
9.2.1 INTRODUCCION.....	23
9.3 AJUSTE DEL ESPACIO ENTRE RODILLOS.....	24
9.3.1 DETECTOR DE PROXIMIDAD.....	25
9.3.2 AJUSTE MOTORIZADO DE LA APERTURA DEL LAMINADO.....	25
9.4 CONTROL POR MEDIO DE PLC.....	26
9.4.1 DIAGRAMA ELECTRICO.....	33
9.4.1 DIAGRAMA DE PID.....	36
9.5 ENFRIAMIENTO MEDIANTE AGUA DE LOS RODILLOS.....	37
9.5.1 MAQUINADO DE RODILLOS POR MEDIO DE MAQUINARIA CNC.....	38
9.6 INSTRUMENTOS DE MEDIDA DE TEMPERATURA.....	46
9.7 ELEMENTOS DE SEGURIDAD.....	46
10. CONCLUSIONES.....	47
11. BIBLIOGRAFIA.....	48

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	
		Versión	01
		Fecha	2014-09-16

## **AGRADECIMIENTOS**

Agradecimientos al profesor Luis Alberto García. Gracias por su tiempo y buena disposición en la elaboración del proyecto.

El Instituto Tecnológico Metropolitano. Gracias por su buena enseñanza y dedicación por una sociedad preparada y capacitada para asumir los retos laborales y de vida con la mejor disposición y desempeño tanto en el conocimiento como en hacer personas.

Y a todos los contribuyentes a lograr las metas deseadas.

A la universidad de Antioquia y la empresa Inreca por su buena disposición y préstamo de equipos con bases de estudio.

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	
		Versión	01
		Fecha	2014-09-16

## INTRODUCCION

Nuestro proyecto se basa en evaluar un molino abierto de caucho, su funcionamiento mecánico, eléctrico y electrónico donde se buscara posibles mejoras, y además plantear un sistema de datos que pueden ser obtenidos dentro del proceso que es llevado a cabo.

Se recopilara información con el fin de poder ofrecer un mejoramiento en la eficiencia de la maquina y lograr una recopilación de datos por medio de controladores e instrumentos de medición y lograr tener una maquina más eficaz que arroje datos de todo su funcionamiento, como lo son temperatura, niveles, cantidades entre otros.

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	
		Versión	01
		Fecha	2014-09-16

## 1. IDENTIFICACION DEL PROBLEMA

Las maquinas moledoras de caucho actuales en nuestro país carecen de sistemas de control llevando al operario a depender solamente de un análisis de tanteo y con un margen de error más alto llevando así a las medianas y pequeñas empresas a quedarse estancadas frente a la competencia.

Estas maquinas también carecen de seguridad frente al operario, pues sus componentes no presentan protección ni medidas de seguridad que garanticen o protejan la integridad del operario.

Estas laminadoras son herramientas muy convencionales y no poseen un control que muestre datos o posee un panel para disponer de una mayor precisión.

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	
		Versión	01
		Fecha	2014-09-16

## 2 OBJETIVOS

### 2.1 Objetivo general

Evaluación eléctrica, mecánica, electrónica de un molino abierto para procesamiento de caucho, para un proceso de control por medio de la instrumentación para adquisición de datos.

### 2.2 Objetivos específicos

- Analizar el mejoramiento de procesos en cuanto a su funcionamiento mecánico.
- Analizar el mejoramiento de procesos en cuanto a su funcionamiento eléctrico.
- Proponer un proceso de control por medio de la instrumentación para adquisición de datos.

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	
		Versión	01
		Fecha	2014-09-16

### 3 JUSTIFICACIÓN

Este proyecto enriquece el conocimiento de quienes se interesan por conocer las problemáticas generadas dentro de las áreas evaluadas en una empresa de caucho; en su contexto integral tiene importancia por su aplicabilidad y funcionabilidad en la industria, así como resultado en el proceso académico en la Universidad y con los estudiantes investigadores.

#### 3.1 IMPORTANCIA DEL PROYECTO PARA EL ITM

Con el desarrollo del presente proyecto se aporta conocimiento para futuros estudiantes, que necesiten consultar o aprender sobre la aplicación de procesos electromecánicos. La aplicación de esta herramienta aportar a la base de datos, de las empresas que hoy en día tiene la universidad como respaldo a este modelo. En la práctica este modelo posibilita aplicarse de manera exitosa, ello conduce en el mediano y largo plazo beneficios comunes, tanto para las empresas en actualizar y evaluar sus áreas críticas, como para la Universidad, la cual podrá aplicar el modelo en otras empresas del mismo sector con problemáticas similares.

#### 3.2 IMPORTANCIA DEL PROYECTO PARA LOS ESTUDIANTES

Este estudio permite de manera concreta aplicar y evaluar procesos y conocimientos adquiridos durante la carrera, pues fue indispensable fundamentar las bases sobre información secundaria, apoyada en textos, además de las asesorías y distintas asignaturas en las que se profundizaron temas específicos del modelo. Esta evaluación es un aporte importante al conocimiento propio, y una oportunidad para en el futuro adoptarlo en las diferentes empresas o inclusive en iniciativas de emprendimiento personal.

	<b>INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO</b>	Código	
		Versión	01
		Fecha	2014-09-16

#### **4 MARCO TEORICO**

El caucho natural, proviene principalmente del árbol Hevea brasilienses del que se obtiene una resina líquida denominada látex, la cual, luego de ser procesada, puede adoptar dos presentaciones básicas: líquida ó sólida conocidas como látex y caucho seco respectivamente. El látex puede clasificarse como cremado o centrifugado según el método de obtención empleado, mientras que el caucho sólido o seco cuenta con diferentes presentaciones dentro de las cuales se encuentran las láminas secas al aire (ADES), láminas ahumadas (RSS), el caucho granulado que puede presentarse tanto laminado, como en bloques compactos (TSR-20) de dimensiones universalmente normalizadas y el ripio considerado un caucho de menor calidad.

Según las características fisicoquímicas evaluadas en el caucho, estos pueden ser técnicamente especificados, de acuerdo con la clasificación propuesta por la norma ASTM D2227 de 1996.

El mercado de caucho en el mundo está conformado tanto por el caucho natural obtenido de especies vegetales como por el caucho sintético derivado del petróleo.

En su lugar de origen, el centro y sur de América, el caucho ha sido recolectado durante mucho tiempo. Desde mucho antes de la llegada de los europeos y su afán mercantilista, ciertos indígenas de las amazonas lo llamaban cautchouc, o "árbol que llora", y lo usaron para hacer vasijas y láminas a prueba de agua.

En 1839, por accidente, un inventor de Boston, Charles Goodyear dejó caer una mezcla de caucho y de azufre sobre una estufa caliente. Fue el principio de la vulcanización, el proceso que hizo el caucho inmune a los elementos, transformándolo de rareza en producto esencial de la era industrial.

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	
		Versión	01
		Fecha	2014-09-16

Para 1925 se abarató el proceso usando butadieno, que a su vez se obtenía del butano y butileno, subproductos del petróleo que se convirtió en la principal materia prima para la obtención del caucho. Posteriormente se descubrieron otras clases de cauchos sintéticos. A partir de 1945 la producción de caucho sintético supera la de caucho natural, el cual sin embargo ha permanecido en el mercado, logrando importancia en épocas de precios altos del petróleo.

Antes de usarse la Hevea brasilienses para fabricar caucho se usó la especie asiática Ficus elástica.

Uno de los procesos para la elaboración del caucho es la mezcla que se realiza en un molino compuesto de 2 rodillos que al girar lo homogenizan volviendo la mezcla un solo compuesto. Estos molinos poseen unos elementos principales que son un par de rodillos, cuerpo y motor, catalina y la bandeja, y un chiller o sistema de refrigeración.

La función de estos molinos o laminadoras es mezclar la pasta para la elaboración del caucho homogeneizándola, como se aprecia en la ilustración 1, hasta poseer las propiedades que debe tener el caucho. Este proceso consiste en dos rodillos de acero calentados que giran ha sentido inverso a velocidades diferentes que comprimen la pasta amasándola aglomerando las partículas separadas, estos rodillos y la maquina poseen un sistema de refrigeración (chiller) para enfriar todo el sistema y evitar sobrecalentamientos.

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	
		Versión	01
		Fecha	2014-09-16

Ilustración # 1. Molino abierto para mezcla de caucho



- Fuente: (Agenda prospectiva de investigación y desarrollo tecnológico para la cadena productiva de caucho natural y su industria en Colombia - Industria del caucho Louis D. Beliczky y John Fajen).

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	
		Versión	01
		Fecha	2014-09-16

## 5 MARCO METODOLÓGICO

En la realización del mejoramiento de un molino para caucho como trabajo de grado, se realizó una visita a la universidad de Antioquia en el bloque de ingeniería, en el laboratorio de materiales poliméricos, donde se observó un molino para vulcanizado del caucho y en la empresa Inreca el cual nos ofreció sus instalaciones para el estudio. Se le tomó fotos y se hizo un análisis de estas posibles mejoras.

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	
		Versión	01
		Fecha	2014-09-16

## 6 RESUMEN EJECUTIVO

El presente trabajo fue desarrollado por Andrés Fernando Mesa Rios y Diomer Alejandro Avendaño con la ayuda del profesor Luis Alberto Garcia del instituto tecnológico metropolitano Medellín, Antioquia.

Este desarrollo argumentativo es el resultado de la labor mediante diagnóstico e intervención, y se presenta en forma de propuestas para el mejoramiento de procesos en áreas como:

- Mecánica: Evaluar posibles mejoras en sus partes mecánicas.
  
- Eléctricas: Proponer un control electrónico para obtención de datos.
  
- Innovación y desarrollo: Proponer un proceso de control por medio de la instrumentación para adquisición de datos.

	<b>INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO</b>	Código	
		Versión	01
		Fecha	2014-09-16

## 7 Problemática

El molino funciona y cumple su desempeño pero al evaluarlo encontramos problemas y desventajas que al ser evaluadas darían soluciones y mejoras, una de ellas son las altas condiciones de riesgo de salud ocupacional que corre el operario ya que no cuenta con los suficientes implementos de seguridad y mucho menos con un sistema de emergencia en la maquina en caso de accidente puesto que el molino no cuenta con ningún sistema de automatización que active un bloqueo o un apague al momento del accidente.

Fuera de eso la producción será cualificada y cuantificada mostrando que el caucho producido esta siendo trabajado a determinada velocidad en el rodillo principal y de igual manera en el rodillo opresor, además un nivel de automatización con un grado de confiabilidad que la maquina genera después de la trazabilidad brindando unas cartas de proceso.

Sin ningún aviso de su estado, estas maquinas poseen el problema de no informar a su operario que fuerza está ejerciendo, a qué velocidad esta girando, que presión está ejerciendo, que torque está generando y que temperatura posee.

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	
		Versión	01
		Fecha	2014-09-16

## 8 Propuesta

La propuesta a la mejora de un molino abierto para caucho es equipar la maquina con una serie de componentes para procesamiento y muestra de datos. Por medio de un control se podrá tener la información necesaria para una mayor productividad, mantenimiento y cuidado de la maquina.

También se espera equipar un método de refrigeración para los rodillos para ser más autónoma la vulcanización del caucho, Los molinos poseen diales para ajuste del cierre de los rodillos, se le puede poner paneles para mirar la proximidad de los rodillos y saber con más precisión el cierre que posee.

Disminuir el consumo de energía por el arranque directo con que funciona el motor.

Disminuir el ruido y el estrés que genera la maquina al momento del arranque.

Ilustración #2: laminadora de caucho de la universidad de Antioquia.



 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	
		Versión	01
		Fecha	2014-09-16

## 9 Implementación de la propuesta

Por lo primero que empezaremos es con toda la información que se utilizara para poder plantear unas propuestas.

### 9.1 Introducción al control

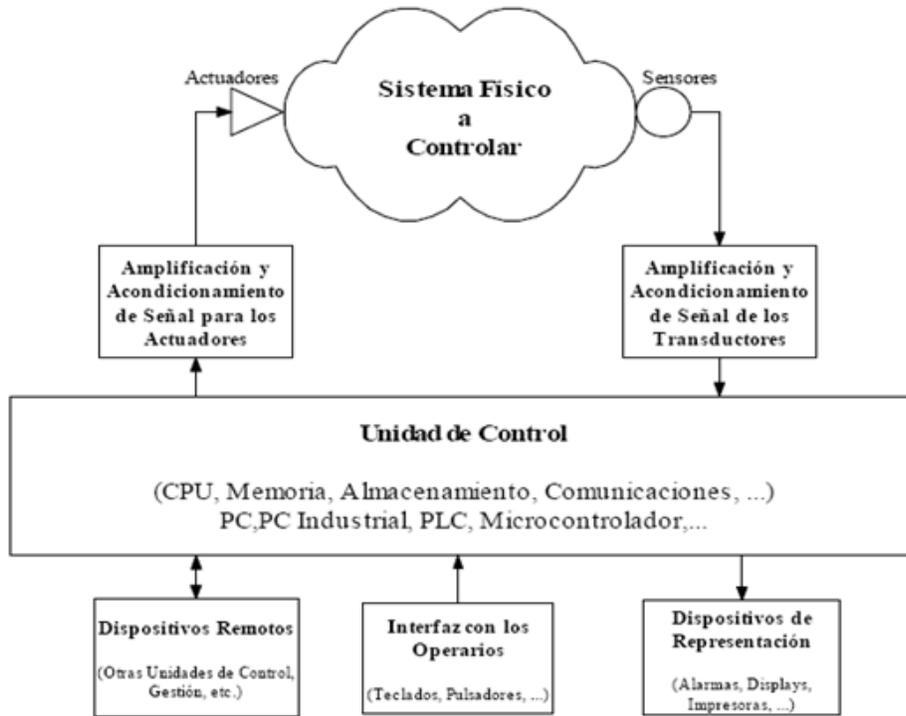
La palabra Sistema se utiliza en muy diversas áreas, pero en todas ellas su definición podría ser: "Conjunto de dos o más elementos interconectados entre sí para formar un todo unificado que tiene por objeto realizar una o varias funciones".

El Sistema de Medida y Control es aquel que realiza funciones de medición de magnitudes físicas, químicas, biológicas, procesando estas informaciones para regular el funcionamiento del sistema físico que pretende controlar, según los datos obtenidos en el proceso de adquisición de datos y medición.

Algunos ejemplos de medida a efectuar por un sistema de control pueden ser: medida de la temperatura interna de un horno, medida de la posición o del esfuerzo en un brazo robot, etc.

Un esquema general para la gran mayoría de los sistemas de control se puede observar en la Ilustración # 3:

Ilustración #3 : Esquema general de un sistema de medida y control



En primer lugar el sistema de control capta las magnitudes del sistema físico (presión, temperatura, caudal) mediante los Transductores (también denominados de una forma no muy exacta, Sensores). Los transductores generan una señal eléctrica que será amplificada y acondicionada para su correcta transmisión a la Unidad de Control. Para que la transmisión sea más inmune al ruido, normalmente se hace de forma digital, lo que requiere una conversión previa Analógica/Digital. Una vez recibidos, los datos serán tratados por la unidad de control (PC, autómatas programables, micro controlador), que generará unas actuaciones de acuerdo con los objetivos previstos para el sistema. Ya que estas señales son de baja potencia se amplifican y envían a los Actuadores. La transmisión hacia los actuadores también puede ser digital, lo que requeriría de una conversión Digital/Analógica. (introducción a la instrumentación – sagrario Beltrán)

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	
		Versión	01
		Fecha	2014-09-16

### 9.1.1 Etapas de un Sistema de Medida y Control

Las etapas fundamentales de un Sistema de Medida y Control son:

- 1) Transducción
- 2) Acondicionamiento de Señal
- 3) Conversión Analógica Digital
- 4) Transmisión de Datos
- 5) Procesado
- 6) Visualización y Registro
- 7) Transmisión de Órdenes
- 8) Conversión Digital Analógica
- 9) Acondicionamiento de la Salida
- 10) Actuación

Cada uno de los puntos anteriores supone un sistema completo que puede llegar a alcanzar una enorme complejidad. A continuación se van a describir someramente y en los temas posteriores se estudiarán más a fondo.

(Introducción a la instrumentación – sagrario Beltrán)

### 9.1.2 Transducción

Un Transductor es aquel dispositivo que transforma una magnitud física (mecánica, térmica, magnética, eléctrica, óptica, etc.) en otra magnitud, normalmente eléctrica. Es necesario diferenciar el elemento sensor del transductor, ya que este último es un dispositivo más complejo que puede incluir un amplificador, un conversor A/D, etc. El Sensor es el elemento primario que realiza la transducción, y por tanto, la parte principal de todo transductor.

La señal de salida de los transductores suele ser eléctrica, ya que esto supone una serie de ventajas:

1) Debido a la estructura electrónica de la materia, cualquier variación de un parámetro no eléctrico de un material vendrá acompañada de la variación de un parámetro eléctrico. Escogiendo un material adecuado a cada caso, es posible realizar transductores con salida eléctrica para medir cualquier magnitud física.

2) Dado que no es conveniente absorber energía del sistema a medir, es muy ventajoso la utilización de transductores de salida eléctrica, que puede ser amplificada posteriormente.

3) Las señales eléctricas pueden ser filtradas, moduladas, etc. gracias al gran número de circuitos integrados que facilitan estos recursos.

	<b>INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO</b>	Código	
		Versión	01
		Fecha	2014-09-16

Instrumentación y Control Industrial 6 Antonio Javier Barragán Piña  
<http://www.uhu.es/antonio.barragan>

4) Existen multitud de recursos para registrar y presentar información de forma electrónica (Leeds, displays, bancos de memoria, PCS).

5) La transmisión de señales eléctricas es más versátil que la de otro tipo de señales, como las neumáticas o hidráulicas, que requieren equipos más costosos y difíciles de mantener. No obstante, se utilizarán estos sistemas en lugares donde el riesgo de incendio o explosión lo requieran.

(Introducción a la instrumentación – sagrario Beltrán)

### 9.1.3 Acondicionamiento de Señal

Los Acondicionadores de Señal o adaptadores, son los elementos del sistema de medida y control que reciben la señal de salida de los transductores y la preparan de forma que sea una señal apta para usos posteriores (principalmente su procesado en un PLC o PC Industrial).

Los acondicionadores no sólo amplifican la señal, sino que también pueden filtrarla, adaptar impedancias, realizar una modulación o demodulación, etc.

(Introducción a la instrumentación – sagrario Beltrán)

### 9.1.4 Conversión Analógica Digital

La mayoría de sensores generan una señal de salida analógica. Si el controlador es un sistema digital, por ejemplo un PC, un autómatas programable o un micro controlador, habrá que digitalizar las señales para que éste pueda interpretarlas.

La conversión analógico-digital se realiza en dos etapas: primero se cuantifica la señal (representar la magnitud de la señal mediante un número finito de valores) y posteriormente, se codifica (representar el valor mediante un código determinado: binario, Gray)

### 9.1.5 Transmisión de Datos

Una vez que las lecturas de los sensores han sido adaptadas al sistema de transmisión, se envían mediante éste al sistema de control para su procesamiento.

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	
		Versión	01
		Fecha	2014-09-16

La transmisión puede realizarse mediante líneas independientes o por buses. En función de la complejidad el sistema de control, la transmisión puede ser a corta distancia o incluso a nivel mundial a través de redes WAN (Wide Area Network) e Internet.

### 9.1.6 Procesado

Una vez que los datos han sido recogidos del sistema y enviados al sistema de control, éste los analiza y calcula las actuaciones necesarias para cumplir los objetivos que se hayan especificado.

Dada la potencia de los sistemas actuales, se pueden controlar sistemas mediante métodos de control avanzados, realizar cálculos matemáticos altamente complejos, aplicar redundancia al sistema de control en casos críticos, etc.

### 9.1.7 Visualización y Registro

La visualización del estado del sistema y su registro es una tarea fundamental en todo sistema de instrumentación. La visualización de variables importantes del proceso permite a un operario cualificado valorar la calidad del control que está realizando el sistema, reajustarlo o tomar decisiones de otra índole. La presentación de alarmas de forma clara y llamativa permitirá a los operarios tomar medidas al respecto a la mayor brevedad posible.

El registro permite analizar la evolución del sistema más detalladamente para modificar estrategias, hacer estudios de rendimiento, etc.

### 9.1.8 Transmisión de Órdenes

Una vez que las actuaciones han sido calculadas, éstas han de enviarse al sistema para que sean aplicadas por los actuadores. Al igual que en la transmisión de datos, las órdenes pueden enviarse a los actuadores mediante líneas independientes, por buses específicos, o por los mismos buses utilizados para la transmisión de datos.

### 9.1.9 Conversión Digital Analógica

Si el controlador está implementado con un sistema digital, puede ser necesario (dependiendo de la naturaleza del actuador) una conversión previa de la señal.

	<b>INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO</b>	Código	
		Versión	01
		Fecha	2014-09-16

### 9.1.10 Acondicionamiento de la Salida

Normalmente esta etapa está compuesta por un amplificador de potencia que adapta la señal de salida del controlador al actuador.

### 9.1.11 Actuación

Los actuadores o accionadores son aquellos elementos que realizan una conversión de energía con objeto de actuar sobre el sistema a controlar para modificar, inicializar y corregir sus parámetros internos.

La actuación es la etapa final del proceso de control. Las órdenes son enviadas por el controlador y se aplican al sistema físico a través de los actuadores. Esta actuación modificará el estado del sistema, que volverá a ser medido por los transductores para realizar un nuevo bucle de control.

### 9.1.12 Tipos de Sistemas de Medida y Control

Dependiendo del criterio que se utilice para clasificar los sistemas de instrumentación, estos pueden ser:

a) Atendiendo a la Naturaleza de las Señales:

- Analógico.- El controlador es un sistema analógico, normalmente electrónico. Las ventajas principales de los controladores analógicos son su velocidad y robustez. Su principal inconveniente es la imposibilidad de controlar sistemas complejos e implementar controladores avanzados.

- Digital.- El controlador es un computador digital, normalmente un PC industrial o un autómata programable (PLC). La potencia de los sistemas digitales actuales permite que estos sistemas de control sean extremadamente eficientes, ya que se pueden resolver problemas de gran complejidad. Los sistemas digitales posibilitan la utilización de sistemas de registro como discos duros, cintas magnéticas, así como dispositivos de representación como displays, monitores, etc.

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	
		Versión	01
		Fecha	2014-09-16

- Híbrido.- Los controladores híbridos intentan aprovechar las grandes ventajas de los sistemas digitales y la velocidad y robustez de los analógicos. Esta cohabitación se consigue mediante la jerarquización del sistema de control, es decir, se divide el problema de control en distintas capas que siguen una estructura piramidal, de forma que las capas inferiores realizan un control más sencillo partiendo de los parámetros y ajustes enviados por las capas superiores a ellas.

b) Atendiendo al Bucle de Control:

- Bucle Abierto.- No existe realimentación con el sistema y, por tanto, no se ajusta el controlador a la evolución del sistema físico. Los sistemas en bucle abierto se emplean para la monitorización o registro del sistema a controlar, pero no para su control.

- Bucle Cerrado.- La señales medidas por los transductores es comparada con una señal de referencia deseada, de forma que la discrepancia de estas señales implica la acción que debe tomar el controlador. Los controladores siempre deben ser en bucle cerrado para que se adapten a la evolución real del sistema.

c) Atendiendo a la Distribución del Sistema

- Centralizado.- El procesamiento y control corren a cargo de un único elemento central al cual han de llegar todas las medidas y del cual parten todas las actuaciones.

- Descentralizado.- El procesamiento se realiza en varios elementos coordinados entre sí, encargándose cada uno de ellos de un sector o zona.

- Distribuido.- La descentralización es aún mayor, siendo los sectores que controlan cada elemento mucho menores. La comunicación entre cada uno de estos controladores resulta fundamental.

(Introducción a los sistemas de medida – universidad politécnica de Cartagena)

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	
		Versión	01
		Fecha	2014-09-16

## 9.2 Sensores y Actuadores

### 9.2.1 Introducción

Los sensores y actuadores son los dispositivos del sistema de medida y control que interactúan con el sistema físico que se pretende estudiar o controlar: los primeros permiten la toma de medidas de las distintas magnitudes físicas que se van a analizar; mientras que los actuadores posibilitan la modificación de dicho sistema.

Aunque es habitual emplear indistintamente los términos ‘sensor’ y ‘transductor’ hay que tener en cuenta que no son lo mismo. Un sensor es un dispositivo que a partir de la energía del medio, proporciona una señal de salida que es función de la magnitud que se pretende medir.

Se denomina sensor primario al dispositivo que transforma la magnitud física a medir en otra magnitud transfusible. Un transductor es el dispositivo que transforma una magnitud física (mecánica, térmica, magnética, eléctrica, óptica, etc.) en otra magnitud, normalmente eléctrica.

El concepto de transductor es más amplio, ya que un transductor puede incluir, por ejemplo, un sensor y un acondicionador de señal o un convertor analógico-digital. Para obtener una determinada medida en un sistema físico puede utilizarse un sensor, un transductor o una combinación de un sensor primario con un transductor. Por ejemplo, una posible solución para medir la altura del agua de un depósito sería utilizar un flotador como sensor primario (convertiría el nivel de agua del depósito en un desplazamiento) y un potenciómetro como transductor (Convertiría el desplazamiento en una variación de resistencia).  
(Introducción a los sistemas de medida – universidad politécnica de Cartagena)

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	
		Versión	01
		Fecha	2014-09-16

### 9.3 Ajuste del espacio entre rodillos

Se pretende un ajuste de los rodillos más precisos aparte de lo que se puede visualizar por medio del dial o la volante. (Véase en la Ilustración #4)

Esto se realizara por medio de un instrumento electrónico digital situado en el panel de control para realizar lecturas en incrementos de 0.1 mm y sensores de proximidad el cual arrojen la información en el panel de control el espacio que hay en los rodillos y poseer este dato con precisión para agilizar la vulcanización del caucho.

Ilustración # 4: molino de la empresa Inreca



	<b>INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO</b>	Código	
		Versión	01
		Fecha	2014-09-16

### 9.3.1 Detectores de proximidad

Un sensor es un dispositivo que detecta una determinada acción externa. Un sensor de proximidad recibe un estímulo o señal *sin contacto físico* con el objeto que lo provoca y responde con una señal eléctrica. También se conocen con el nombre de detectores o interruptores de proximidad (en el caso de los que tienen salida digital).

Los más comúnmente usados son:

- Magnéticos
- Inductivos
- Capacitivos
- Fotoeléctricos u ópticos
- Ultrasónicos

### 9.3.2 Ajuste motorizado de la apertura del laminado

Con lector digital electrónica de la distancia de la apertura de laminado en el panel de control. El ajuste de la apertura de laminado se realiza presionando un botón

en el panel de instrumentos. Es controlado con un PLC conectado al escáner que mide la distancia. Las expansiones termale son automáticamente compensadas por introduciéndose el punto de consigna de la temperatura de rodillo en el instrumento. Esto garantiza una alta precisión de la distancia entre los rodillos sin la necesidad de una calibración manual a cada temperatura de procesa.

El servomotor está dimensionado para permitir ajustar también bajo pesadas cargas mientras la laminadora funciona. Rango de ajuste desde 0.1 mm hasta 5.0 mm y con sistema de parada de emergencia para prevenir que los rodillos se toquen mutuamente. La lectura digital se incrementa con rangos de 0.01

Ilustración #5: rodillos del molino de la empresa inreca



	<b>INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO</b>	Código	
		Versión	01
		Fecha	2014-09-16

#### 9.4 Control por medio de PLC

El proceso de automatización es el siguiente:

- Al presionar un pulsador se enciende la bomba de refrigeración, el motor de giro de rodillos y el servomotor que hace mover el carro del rodillo principal.
- Si se presiona el botón de mando derecha el carro del rodillo principal se mueve hacia la derecha si se deja de presionar el pulsador el carro para.
- Si se presiona el botón de mando izquierda el carro del rodillo principal se mueve hacia la izquierda si se deja de presionar el pulsador el carro para.
- Posee un pulsador tipo hongo para un paro de emergencia que desenergiza por completo la máquina.

Para la visualización del cierre se utilizara un sensor de proximidad con un panel digital.

Ilustracion



La automatización se realizo en el programa de siemens simatic s7 el cual se verá en las siguientes ilustraciones:

Ilustración #6: simatic s7

Segm. 1: Título:

EN ESTE SEGMENTO SE MANTIENE ACTIVA LA MARCA M0.0 POR MEDIO DE UN ENCLAVAMIENTO

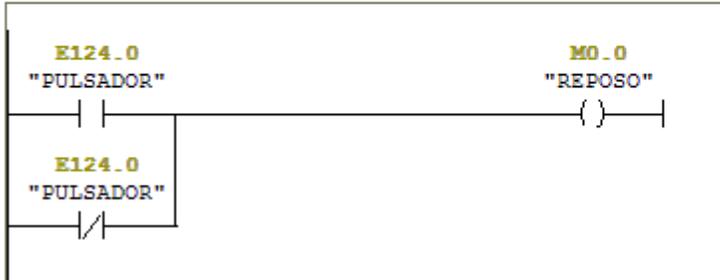
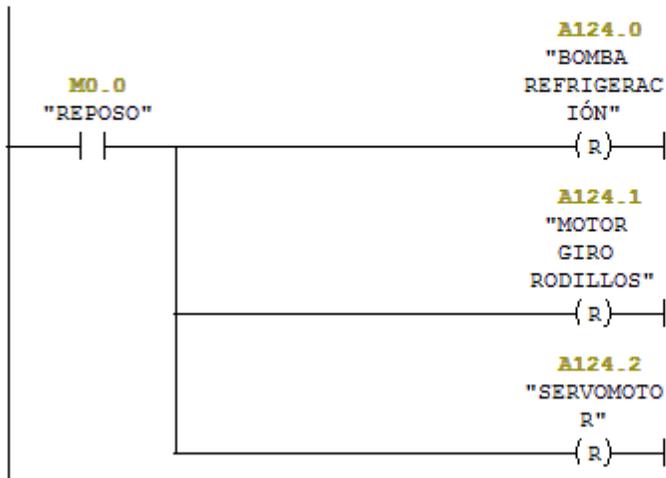


Ilustración #7: simatic s7

Segm. 1 : ESTADO REPOSO

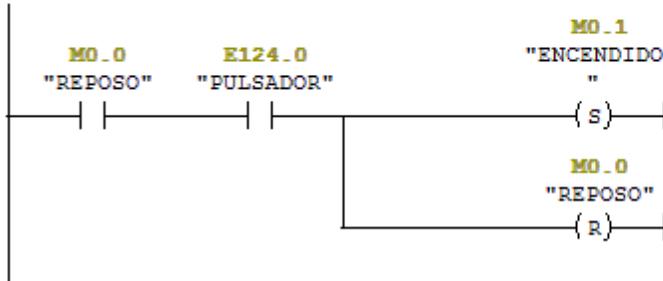
EN EL ESTADO DE REPOSO TODAS LAS SALIDAS SE RESETEAN.



### Ilustración #8: simatic s7

Segm. 2 : ACTIVAR ENCENDIDO

SI ESTÁ EN REPOSO Y SE PRESIONE UN PULSADOR SE ACTIVA EL ESTADO DE ENCENDIDO M0.1.



### Ilustración #9: simatic s7

Segm. 3 : ENCENDIDO SALIDAS.

EN M0.1 SE ENCIENDE UNA BOMBA, EL MOTOR QUE HACE GIRAR LOS RODILLOS Y UN SERVOMOTOR.

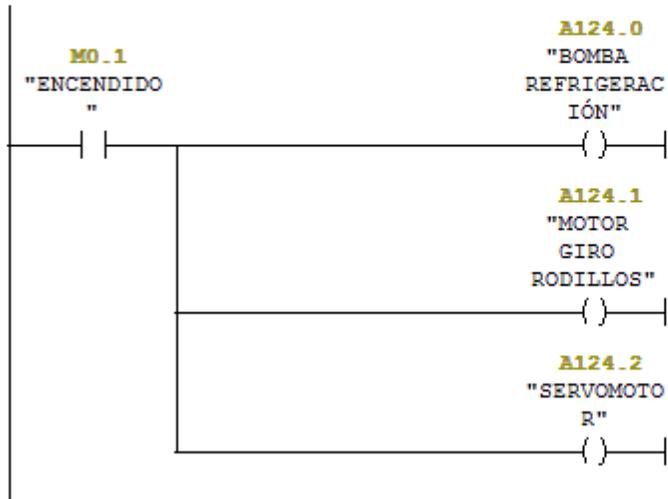


Ilustración #10: simatic s7

Segm. 4 : ACTIVACION ESTADO M0.2

SE ACTIVA EL ESTADO AVANZAR Y SE RESETEA EL ESTADO M0.1.

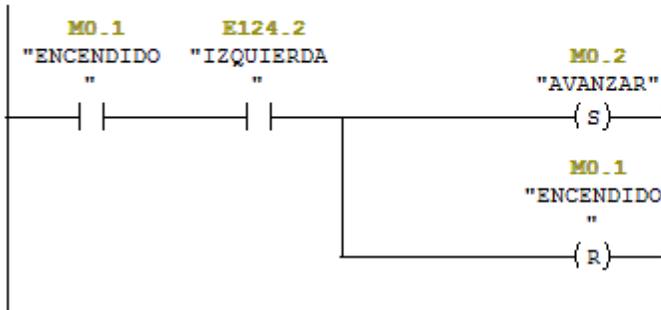


Ilustración #11: simatic s7

Segm. 5 : ENCENDIDO MOTOR IZQUIERDA

SI EL ESTADO AVANZAR ESTÁ ACTIVO, GIRA EL MOTOR A LA IZQUIERDA, MIENTRAS ESTÉ PULSADO EL AVANCE, SI ESTE SE DEJA DE PULSAR O SE ACTIVA EL FINAL DE CARRERA, EL MOTOR PARA.

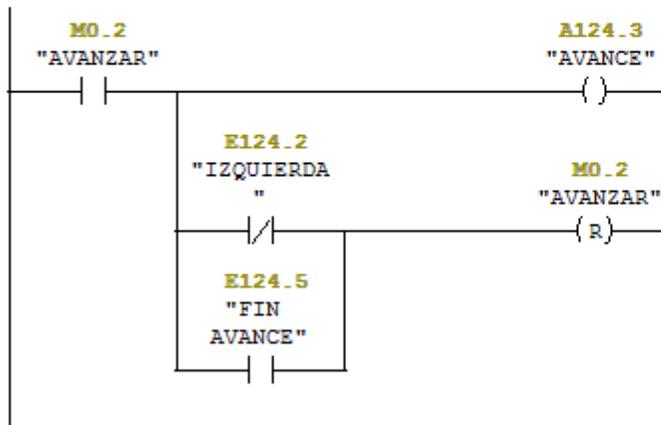


Ilustración #12: simatic s7

Segm. 6 : ACTIVACION ESTADO M0.3

SE ACTIVA EL ESTADO RETROCESO Y SE RESETEA EL ESTADO M0.1.

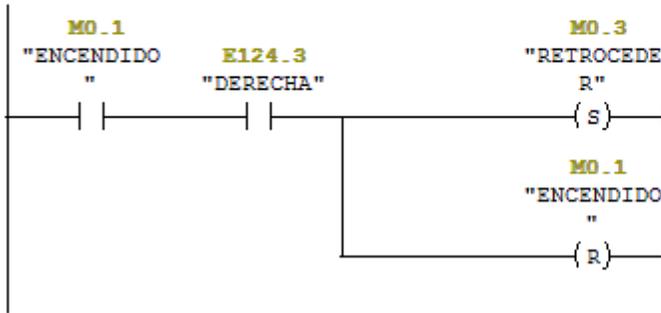
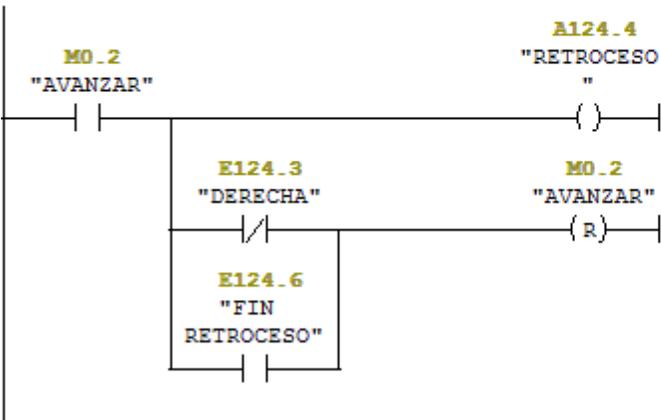


Ilustración #13: simatic s7

Segm. 7 : ENCENDIDO MOTOR IZQUIERDA

SI EL ESTADO RETROCEDER ESTÁ ACTIVO, GIRA EL MOTOR A LA DERECHA, MIENTRAS ESTÉ PULSADOR DERECHA ACTIVO, SI ESTE SE DEJA DE PULSAR O SE ACTIVA EL FNAL DE CARRERA, EL MOTOR PARA.



 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	
		Versión	01
		Fecha	2014-09-16

Ilustración #14: simatic s7

Segm. 8 : INDICADOR FIN CARRERA

SI SE ACTIVA EL FINAL DE CARRERA DEL AVANCE, SE ENCIENDE UN INDICADOR QUE MUESTRA QUE YA ESTÁ AL TOPE.



Ilustración #15: simatic s7

Segm. 9 : INDICADOR FIN CARRERA

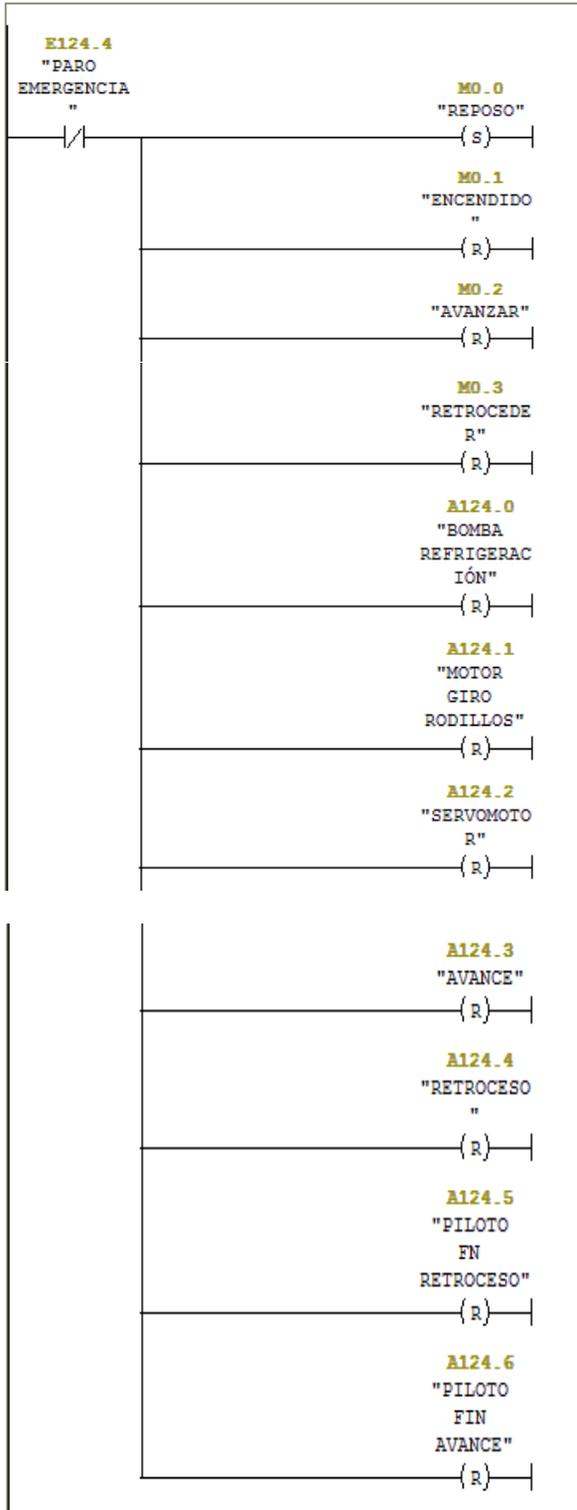
SI SE ACTIVA EL FINAL DE CARRERA DEL RETROCESO, SE ENCIENDE UN INDICADOR QUE MUESTRA QUE YA ESTÁ AL TOPE.



Ilustración #16: simatic s7

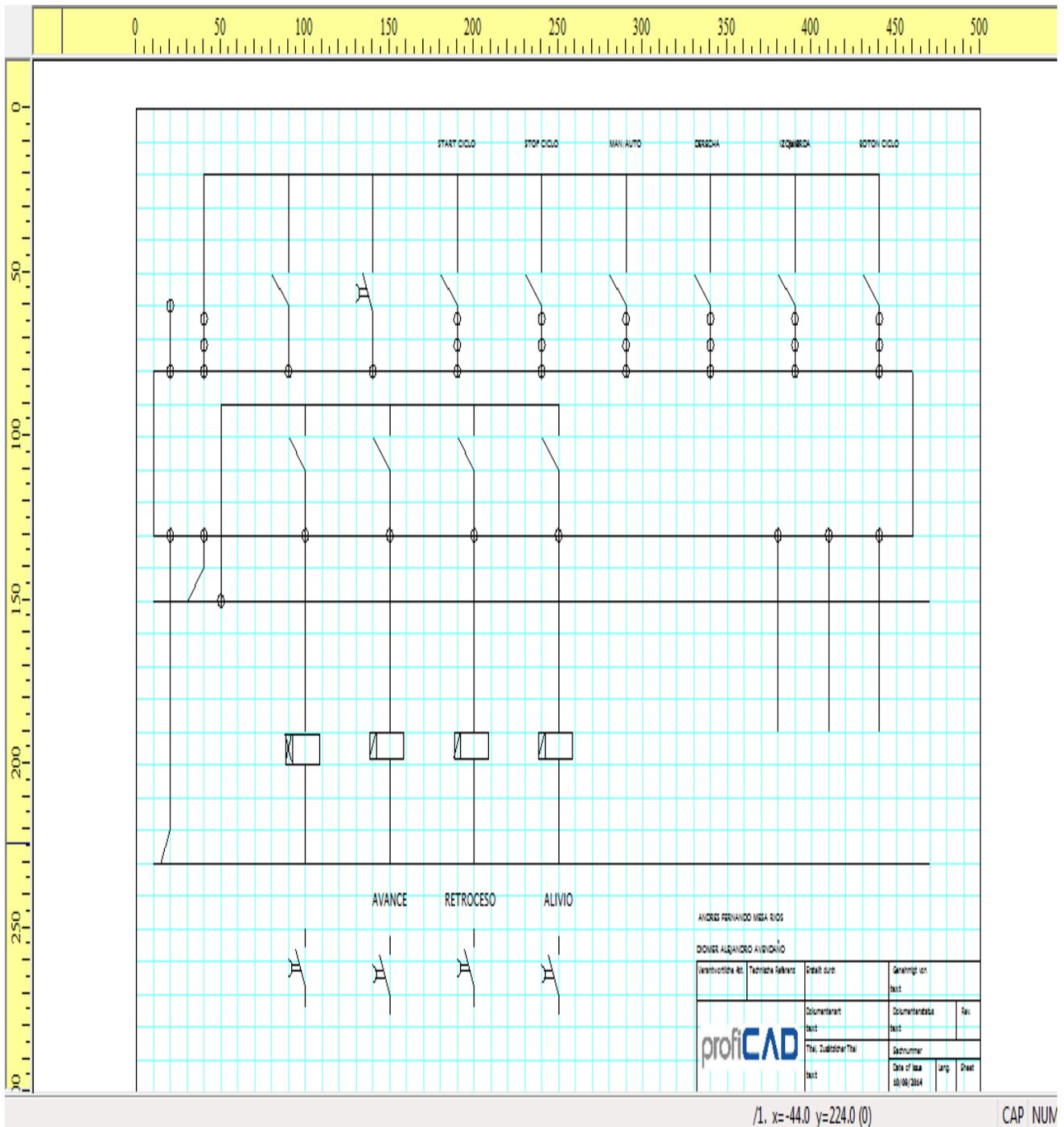
Segm. 11: PARO

PARO DE EMERGENCIA QUE VUELVE EL SISTEMA AL REPOSO O ESATDO INICIAL



### 9.4.1 Diagrama Eléctrico

Ilustración #17: proficad



/1. x=-44.0 y=224.0 (0)

CAP NUM

Ilustración #18: proficad

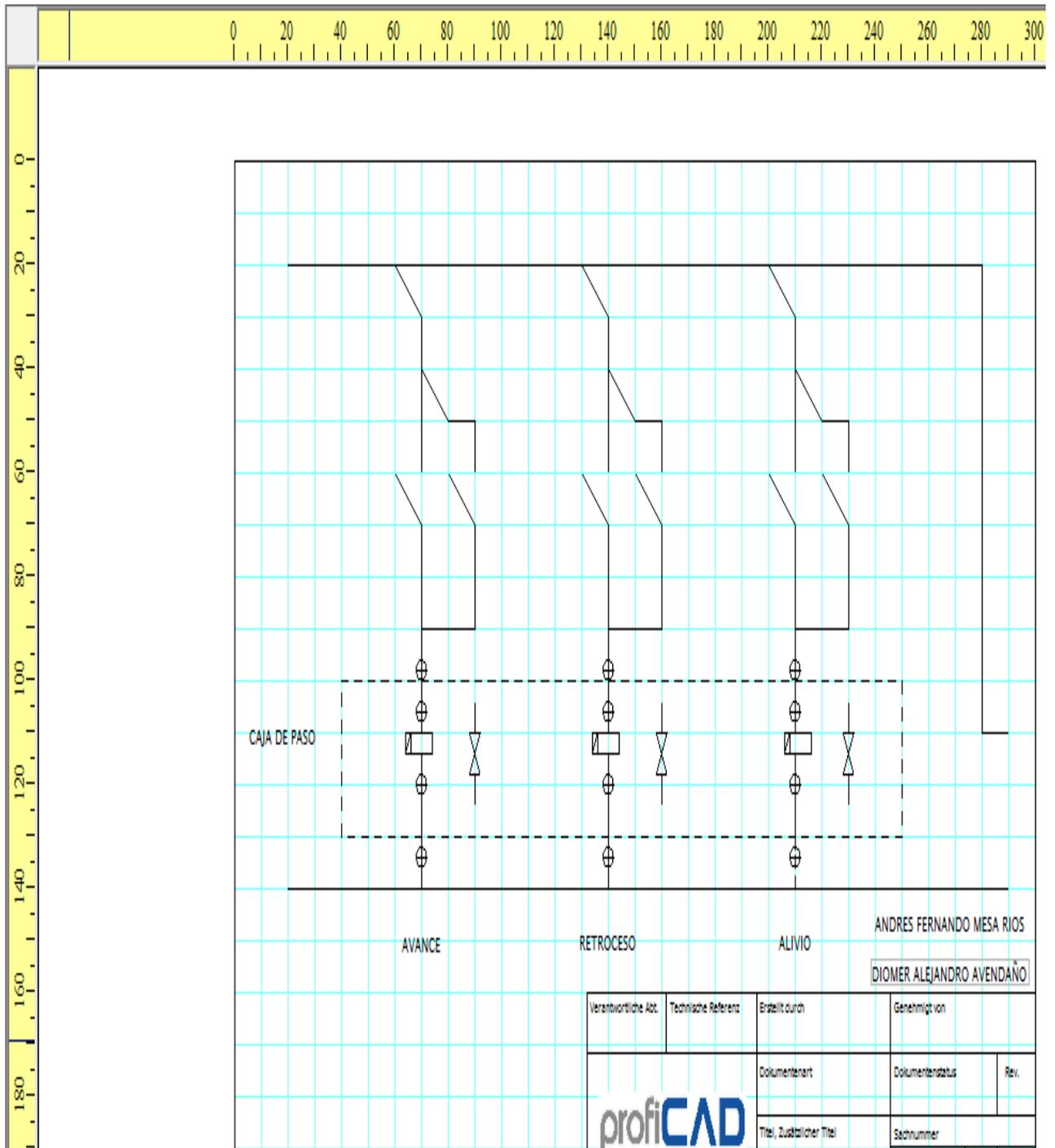
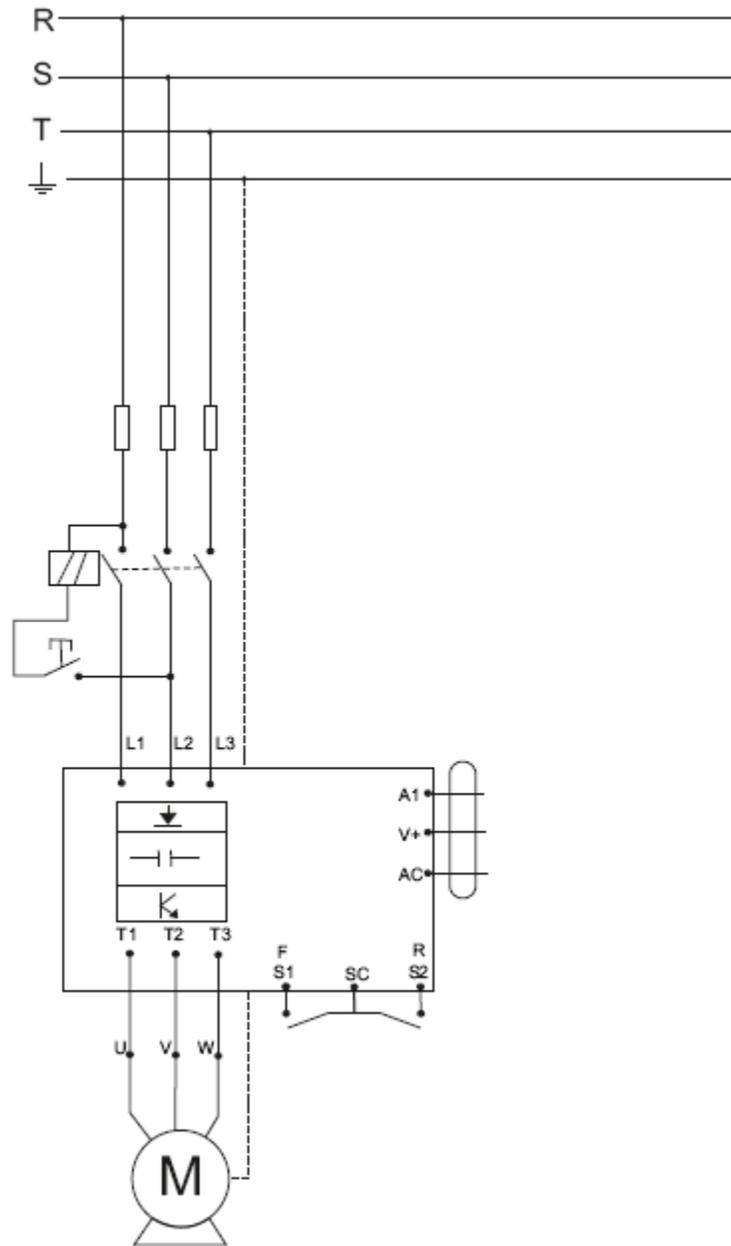
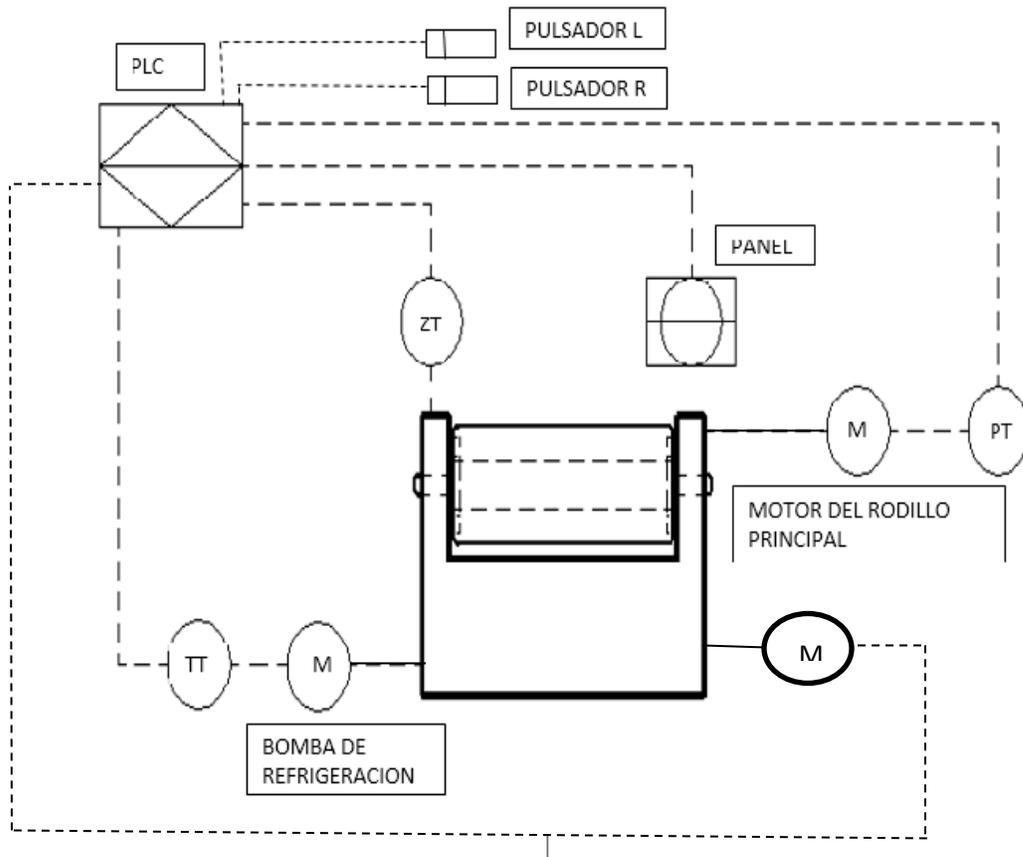


Ilustración #19



### 9.4.1 Diagramas de PID

Ilustración #20



#### Listado de sensores

- (M) ----- motor
- (TT) ----- transmisor de temperatura 
- (PT) ----- transmisor de presión 
- (ZT) ----- transmisor de proximidad 

	<b>INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO</b>	Código	
		Versión	01
		Fecha	2014-09-16

## 9.5 Enfriamiento mediante agua de los rodillos

Se le harán mecanizados a los rodillos haciéndoles canales, por el cual circulara agua para mantener refrigerado los rodillos, esta agua se impulsara mediante una bomba el cual hará un ciclo rotativo del agua por medio de los rodillos y colocándose cerca de la superficie para optimizar al máximo el proceso de enfriamiento, manteniendo una temperatura y evitando el calentamiento el cual se produce por el rozamiento entre la mezcla y el acero haciendo fricción y disipando la energía del movimiento en calor el cual hace que el proceso pierda energía.

El agua externa refrigerante está conectada a los rodillos mediante juntas rotativas. El panel de control de la laminadora está equipado con dos instrumentos digitales de lectura de la temperatura, uno para cada rodillo.

	<b>INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO</b>	Código	
		Versión	01
		Fecha	2014-09-16

### 9.5.1 Maquinado de los rodillos por medio maquinaria CNC

El siguiente programa esta para realizar en un centro de mecanizado de 3 ejes CNC, el programa se realizo en el software mastercam x5. (Véase en las siguientes ilustraciones)

Ilustración #20: Matercam x5 Rodillos

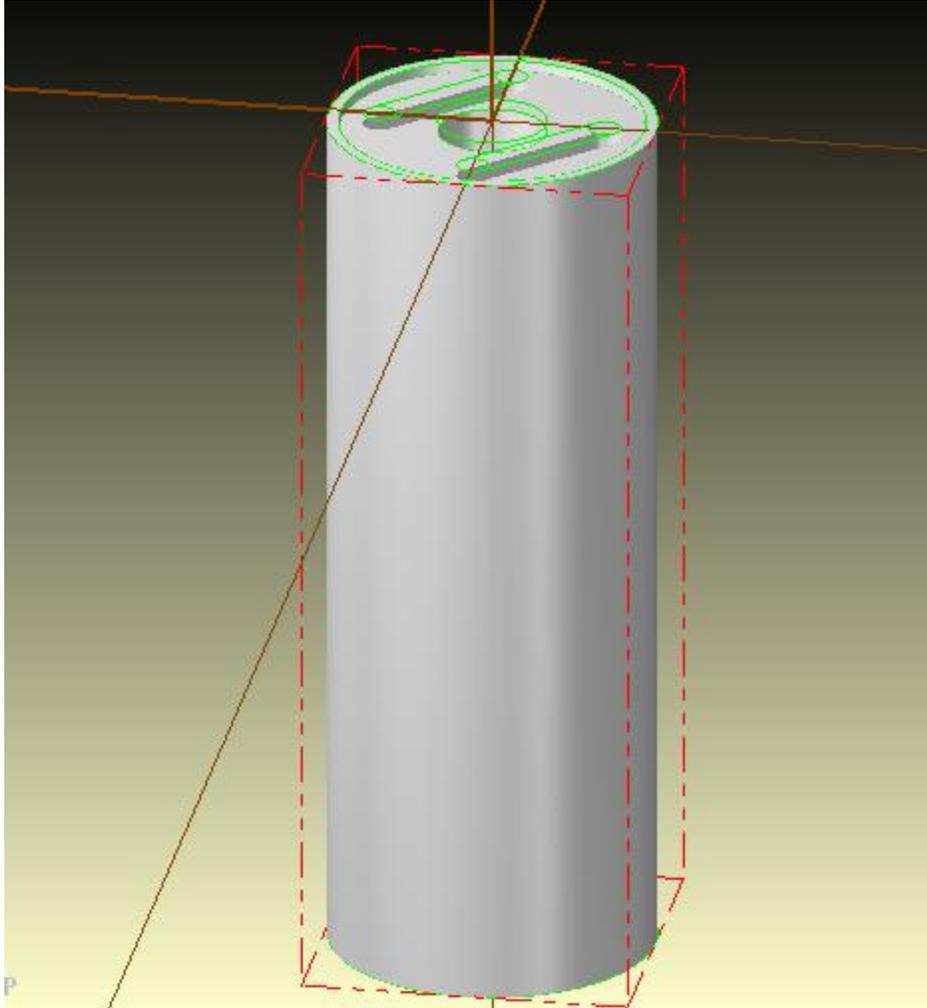


Ilustración #21: Matercam x5 Rodillos

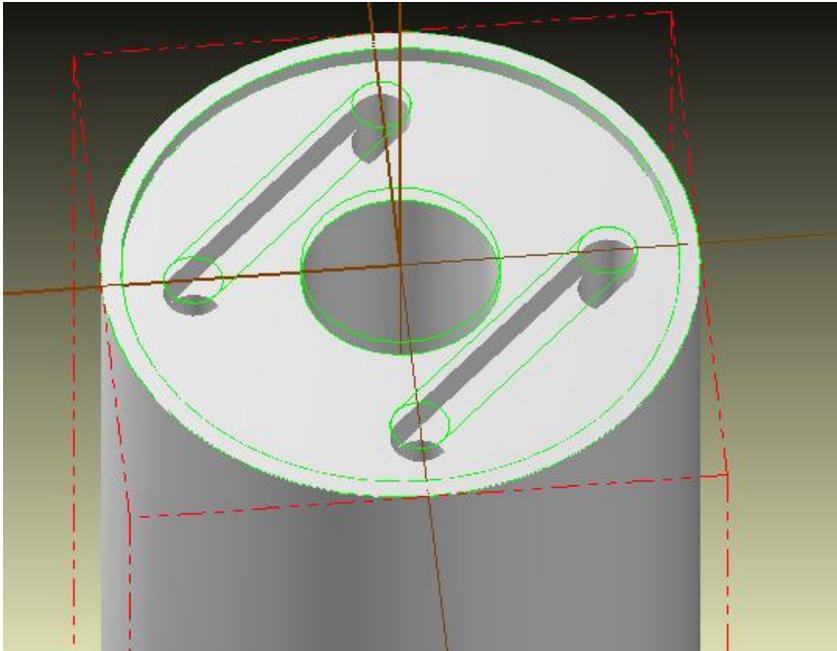
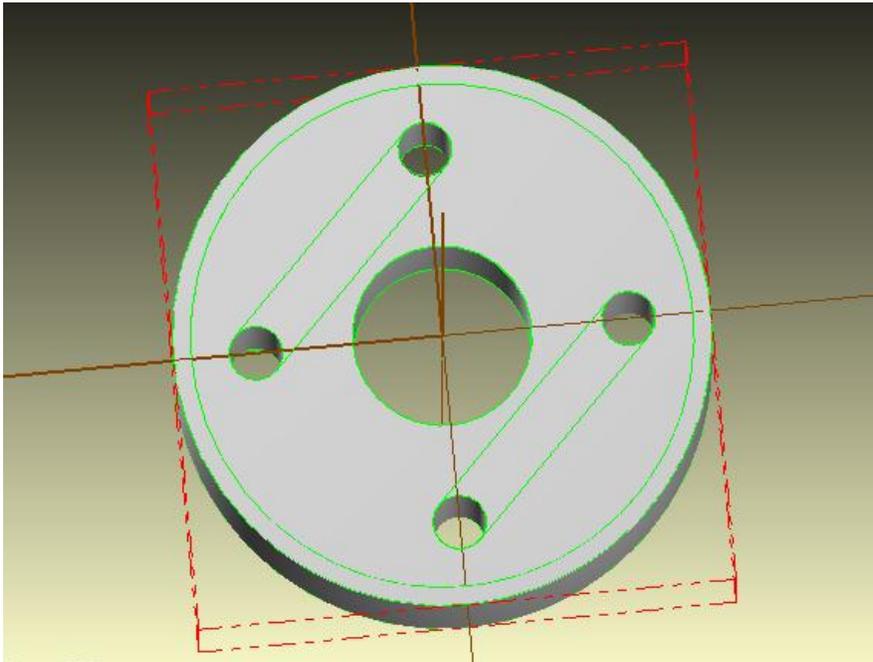


Ilustración #22: Matercam x5 Rodillos



 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	
		Versión	01
		Fecha	2014-09-16

Ilustración #23: Matercam x5 Rodillos

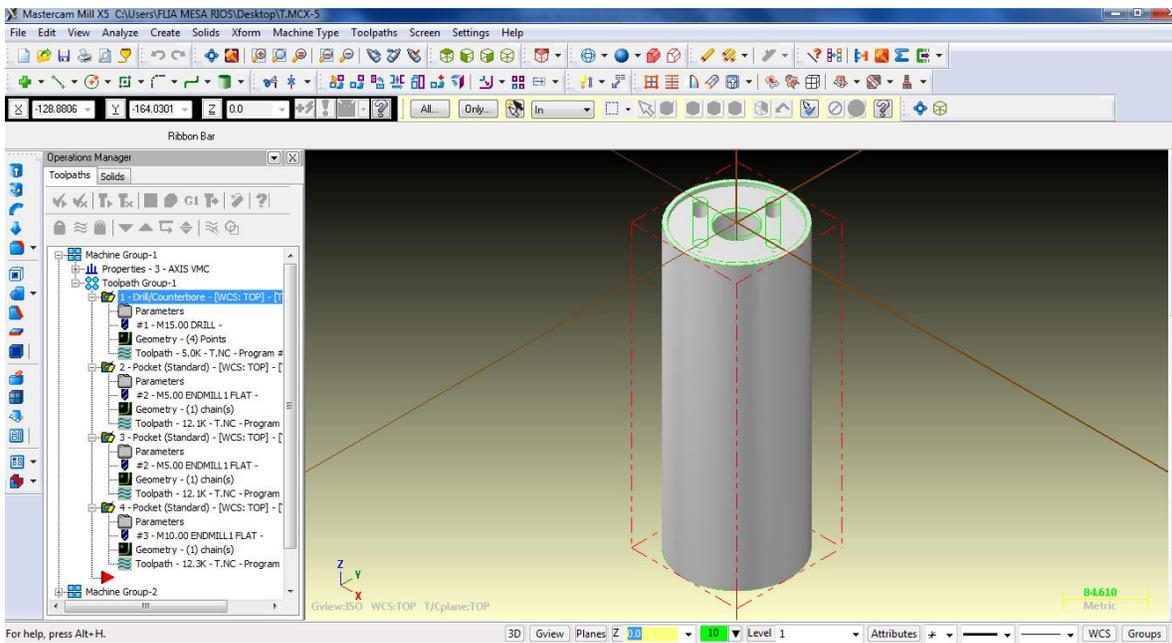
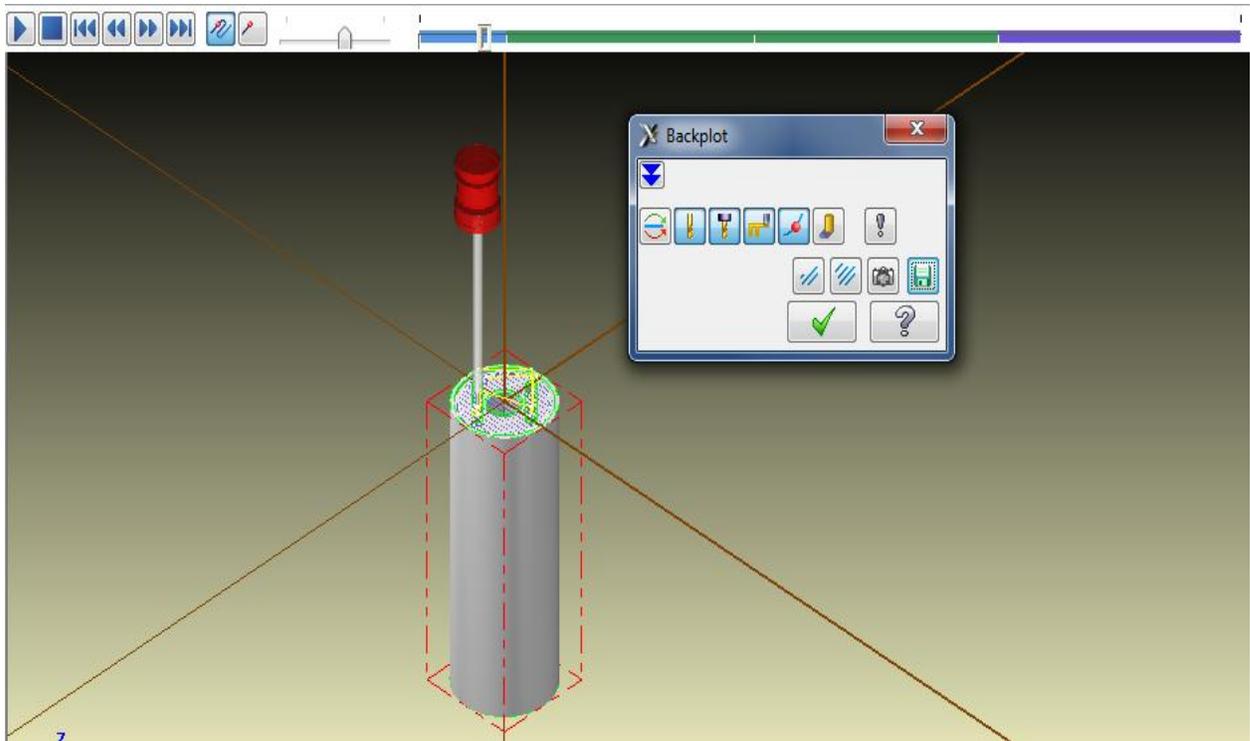


Ilustración #24: Matercam x5 Rodillos



 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	
		Versión	01
		Fecha	2014-09-16

%

Programa en codigos G:

O0000(RODILLO)  
(DATE=DD-MM-YY - 07-07-14 TIME=HH:MM - 16:19)  
(MCX FILE - C:\USERS\FLIA MESA RIOS\DESKTOP\T.MCX-5)  
(NC FILE - C:\USERS\FLIA MESA RIOS\DESKTOP\RODILLO.NC)  
(MATERIAL - ALUMINUM MM - 2024)  
( T1 || H1 )  
( T2 || H2 )  
( T3 || H3 )  
N100 G21  
N102 G0 G17 G40 G49 G80 G90  
N104 T1 M6  
N106 G0 G90 G54 X52. Y0. S0 M5  
N108 G43 H1 Z20.  
N110 G98 G81 Z-206.506 R10. F100.  
N112 X0. Y52.  
N114 X-52. Y0.  
N116 X0. Y-52.  
N118 G80  
N120 M5  
N122 G91 G28 Z0.  
N124 M01  
N126 T2 M6  
N128 G0 G90 G54 X-.022 Y-54.5 S2000 M3  
N130 G43 H2 Z20.  
N132 Z7.  
N134 G1 Z-15. F100.  
N136 X.022  
N138 G3 X2.5 Y-52. R2.5  
N140 X2.263 Y-50.937 R2.5  
N142 G1 X-4.598  
N144 X-8.161 Y-47.375  
N146 X-1.09  
N148 X-4.652 Y-43.812  
N150 X-11.723  
N152 X-15.286 Y-40.25  
N154 X-8.215  
N156 X-11.777 Y-36.687  
N158 X-18.848  
N160 X-22.411 Y-33.125  
N162 X-15.339  
N164 X-18.902 Y-29.562  
N166 X-25.973

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	
		Versión	01
		Fecha	2014-09-16

N168 X-29.536 Y-26.  
N170 X-22.464  
N172 X-26.027 Y-22.438  
N174 X-33.098  
N176 X-36.661 Y-18.875  
N178 X-29.589  
N180 X-33.152 Y-15.313  
N182 X-40.223  
N184 X-43.785 Y-11.75  
N186 X-36.714  
N188 X-40.277 Y-8.188  
N190 X-47.348  
N192 X-50.91 Y-4.625  
N194 X-43.839  
N196 X-47.402 Y-1.063  
N198 X-54.263  
N200 G2 X-52.022 Y2.5 R2.5  
N202 G1 X-51.978  
N204 G0 Z-5.  
N206 Z7.  
N208 X-27.768 Y-20.697  
N210 G1 Z-15.  
N212 X-29.536 Y-22.464  
N214 G3 Y-29.536 R5.001  
N216 G1 X-3.536 Y-55.536  
N218 G3 X5. Y-52. R5.001  
N220 X3.536 Y-48.464 R5.  
N222 G1 X-48.464 Y3.536  
N224 G3 X-55.536 Y-3.536 R5.001  
N226 G1 X-29.536 Y-29.536  
N228 G3 X-22.464 R5.001  
N230 G1 X-20.697 Y-27.768  
N232 G0 Z20.  
N234 X51.978 Y-2.5  
N236 Z7.  
N238 G1 Z-15.  
N240 X52.022  
N242 G3 X54.5 Y0. R2.5  
N244 X54.263 Y1.063 R2.5  
N246 G1 X47.402  
N248 X43.839 Y4.625  
N250 X50.91  
N252 X47.348 Y8.188  
N254 X40.277  
N256 X36.714 Y11.75

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	
		Versión	01
		Fecha	2014-09-16

N258 X43.785  
N260 X40.223 Y15.313  
N262 X33.152  
N264 X29.589 Y18.875  
N266 X36.661  
N268 X33.098 Y22.438  
N270 X26.027  
N272 X22.464 Y26.  
N274 X29.536  
N276 X25.973 Y29.562  
N278 X18.902  
N280 X15.339 Y33.125  
N282 X22.411  
N284 X18.848 Y36.687  
N286 X11.777  
N288 X8.215 Y40.25  
N290 X15.286  
N292 X11.723 Y43.812  
N294 X4.652  
N296 X1.09 Y47.375  
N298 X8.161  
N300 X4.598 Y50.937  
N302 X-2.263  
N304 G2 X-.022 Y54.5 R2.5  
N306 G1 X.022  
N308 G0 Z-5.  
N310 Z7.  
N312 X24.232 Y31.303  
N314 G1 Z-15.  
N316 X22.464 Y29.536  
N318 G3 Y22.464 R5.001  
N320 G1 X48.464 Y-3.536  
N322 G3 X57. Y0. R5.001  
N324 X55.536 Y3.536 R5.  
N326 G1 X3.536 Y55.536  
N328 G3 X-3.536 Y48.464 R5.001  
N330 G1 X22.464 Y22.464  
N332 G3 X29.536 R5.001  
N334 G1 X31.303 Y24.232  
N336 G0 Z20.  
N338 M5  
N340 G91 G28 Z0.  
N342 M01  
N344 T3 M6  
N346 G0 G90 G54 X-.112 Y-62.5 S3000 M3

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	
		Versión	01
		Fecha	2014-09-16

N348 G43 H3 Z20.  
N350 Z7.  
N352 G1 Z-5. F100.  
N354 X.112  
N356 G3 X29.412 Y-55.147 R62.5  
N358 G1 X-29.412  
N360 G2 X-40.274 Y-47.794 R62.5  
N362 G1 X40.274  
N364 G3 X47.653 Y-40.441 R62.5  
N366 G1 X-47.653  
N368 G2 X-53.023 Y-33.088 R62.5  
N370 G1 X53.023  
N372 G3 X56.956 Y-25.735 R62.5  
N374 G1 X-56.956  
N376 G2 X-59.736 Y-18.382 R62.5  
N378 G1 X59.736  
N380 G3 X61.519 Y-11.029 R62.5  
N382 G1 X-61.519  
N384 G2 X-62.392 Y-3.676 R62.5  
N386 G1 X62.392  
N388 G3 X62.5 Y0. R62.5  
N390 X62.392 Y3.676 R62.5  
N392 G1 X-62.392  
N394 G2 X-61.519 Y11.029 R62.5  
N396 G1 X61.519  
N398 G3 X59.736 Y18.382 R62.5  
N400 G1 X-59.736  
N402 G2 X-56.956 Y25.735 R62.5  
N404 G1 X56.956  
N406 G3 X53.023 Y33.088 R62.5  
N408 G1 X-53.023  
N410 G2 X-47.653 Y40.441 R62.5  
N412 G1 X47.653  
N414 G3 X40.274 Y47.794 R62.5  
N416 G1 X-40.274  
N418 G2 X-29.412 Y55.147 R62.5  
N420 G1 X29.412  
N422 G3 X.112 Y62.5 R62.5  
N424 G1 X-.112  
N426 G0 Z5.  
N428 Z7.  
N430 X-45. Y10.  
N432 G1 Z-5.  
N434 X-55.  
N436 G3 X-65. Y0. R10.

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	
		Versión	01
		Fecha	2014-09-16

N438 X65. R65.  
N440 X-65. R65.  
N442 X-55. Y-10. R10.  
N444 G1 X-45.  
N446 G0 Z20.  
N448 M5  
N450 G91 G28 Z0.  
N452 G28 X0. Y0.  
N454 M30  
%

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	
		Versión	01
		Fecha	2014-09-16

## 9.6 Instrumentos de lectura de temperatura

Un sensor de infrarrojo con un haz estrecho medirá con elevada precisión la temperatura del material que está siendo amasado en la laminadora. El sensor también dispone de un haz laser para asegurarse el correcto posicionamiento del punto de medida cuando se realiza la medición de temperatura. El sensor se hará móvil para poder proporcionar la medición de temperatura en los componentes que sean necesarios.

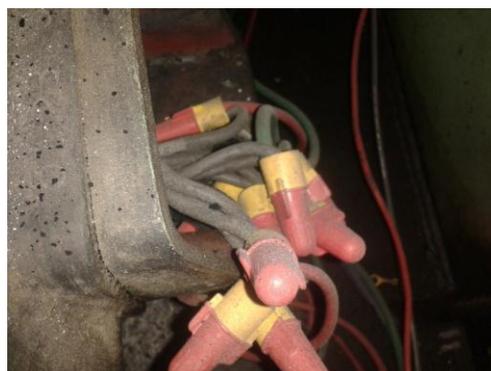
## 9.7 Elementos de seguridad

Interrupor con auto cierre de emergencia ubicado en la parte superior de la cabina de control el cual para y alternativamente hace girar a los rodillos a la inversa. También corta el suministro principal de corriente eléctrica al molino. Proponer una carcasa la cual no deje elementos rotativos ni de corriente al descubierto.

Ilustración #26



Ilustración #27



 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	
		Versión	01
		Fecha	2014-09-16

## CONCLUSIONES.

En conclusión en todos los campos de nuestra industria los avances tecnológicos hacen un mayor mejoramiento desde todos los puntos de vista, y en la industria del caucho se han ido mejorando todo el proceso que conlleva a la buena elaboración del producto.

Al mejorar y optimizar un proceso en nuestro caso la vulcanización del caucho se ha ido perfeccionando el proceso por avances tecnológicos en lo mecánico, control y automatización, que en el campo de la electromecánica debemos estar actualizando y afinando hasta tener resultados de optima calidad.

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	
		Versión	01
		Fecha	2014-09-16

## BIBLIOGRAFIA

- Agenda prospectiva de investigación y desarrollo tecnológico para la cadena productiva de caucho natural y su industria en Colombia. (Oscar Fernando Castellanos Domínguez- Sandra Lorena Fonseca Rodríguez-Marby Rocío Barón Núñez) - (Bogotá D.C 2009)
- Enciclopedia de salud y seguridad en el trabajo – Industria del caucho (Louis D. Beliczky y John Fajen)
- Laminación protocolo – facultad ingeniería industrial laboratorio de producción – escuela colombiana de ingeniería julio Garavito (2008)
- Introducción a la instrumentación – (sagrario Beltrán)
- Introducción a los sistemas de medida – (universidad politécnica de Cartagena)
- Medición de la presión – (Gustavo Patiño)
- <http://www.pslc.ws/spanish/>
- <http://www.sc.ehu.es/sbweb/webcentro/automatica/WebCQMh1/PAGINA%20PRINCIPAL/Automatizacion/Automatizacion.htm>

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	
		Versión	01
		Fecha	2014-09-16

FIRMA ESTUDIANTES \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

FIRMA ASESOR \_\_\_\_\_

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: \_\_\_\_\_