



**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA
CENTROAMERICANA FACULTAD DE INGENIERÍA
Y ARQUITECTURA PROYECTO DE GRADUACIÓN**

**AUTOMATIZACIÓN DE CONTADOR DE LAMINAS PARA
MAQUINAS ROLADORAS, ALUTECH**

**PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TITULO
INGENIERO EN MECATRÓNICA**

**PRESENTADO POR:
21411023 AKBAR REYES ARDON**

**ASESOR:
ING. DARWIN REYES HERNANDEZ**

**CAMPUS SAN PEDRO SULA
OCTUBRE, 2018**

Agradecimientos

A Dios, que siempre me ha acompañado y me ha permitido llegar a la meta deseada.

A mis padres, quienes me han enseñado siempre a hacer lo correcto y me han apoyado en mis estudios.

A mis abuelos y tíos, que han sido parte de mi formación desde niño, gracias por su apoyo y confianza en todo momento.

A mis profesores, a quienes han sido de gran influencia en mis estudios gracias por compartir sus conocimientos.

A todo el personal de Alutech, por darme la oportunidad de poner en práctica los estudios de ingeniero mecatrónico.

A todos los mencionados, mi más sincero agradecimiento.

Índice

I. Introducción.....	1
II. Planteamiento del problema.....	2
2.1 Antecedentes	2
2.2 Definición del problema	3
2.3 Preguntas de investigación	3
2.4 Objetivos.....	3
2.4.1 Objetivo General.....	4
2.4.2 Objetivos específicos.....	4
2.5 Justificación	4
III. Marco Teórico.....	6
3.1 Galvanizado	6
3.2 Tipos de corrosión.....	7
3.2.1 Corrosión química	7
3.2.2 Celdas de composición	8
3.2.3 Corrosión por oxígeno	8
3.2.4 Corrosión microbiológica	9
3.2.5 Corrosión por presiones parciales de oxígeno	9
3.2.6 Corrosión galvánica	10
3.2.7 Corrosión por aireación superficial	10
3.3 MÉTODOS DE PROTECCIÓN CONTRA LA CORROSIÓN.....	10
3.3.1 Recubrimientos	10
3.3.2 Elección del material	11
3.3.3 Diseño	11
3.3.4 Recubrimientos protectores.....	11
3.3.5 Reducción química (sin paso de corriente)	13
3.3.6 PROTECCIÓN CATODICA.....	13
3.4 Máquinas roladoras.....	16
3.4.1 Tipos de máquinas roladoras.....	17
3.4.2 Partes de una máquina roladora	19
3.5 Automatas	20
3.5.1 Tipos de PLC siemens.....	22
3.6 HMI.....	25

3.7 KP300 Basic mono PN.....	26
3.7.1 Descripción General	26
3.8 Entradas y salidas PLC.....	30
3.8.1 Señales de entradas	30
3.8.2 Salidas	31
3.8.3 Conexiones de salidas a transistor	32
3.9 Sensores.....	33
3.9.1 Características deseables de los transductores	34
3.9.2 Sensores inductivos.....	35
IV. Metodología.....	38
4.1 Variables de investigación.....	38
4.1.1 Variables dependientes.....	38
4.1.2 Variables independientes	38
4.2 Enfoque y Métodos	39
4.3 Técnicas e Instrumentos Aplicados	39
4.3.1 Técnicas Aplicadas.....	39
4.3.2 Instrumentos Aplicados	40
4.4 Materiales	41
4.5 Cronograma de Actividades.....	41
V. Resultados y Análisis.....	42
5.1 Instrumentación.....	42
5.2 Instalación de PLC S7-1200.....	43
5.3 Interfaz HMI.....	44
5.4 Programación Proyecto	45
5.5 Montaje de contador de láminas	49
5.6 Presupuesto del Proyecto.....	51
5.7 Aportaciones	53
VI. Conclusiones	54
VII. Recomendaciones	55
7.1 Empresa	55
7.2 Para la universidad	55
VIII. Bibliografía	56
IX. Anexos.....	59

Anexo 1_ Montaje HMI	59
Anexo 2_Montaje selectores y ventiladora.....	59
Anexo 4_Conexiones De Componentes.....	60
Anexo 5_ Máquina donde se Instaló el contador de láminas.....	61
Anexo 6_Contador de láminas en funcionamiento	61

Índice de tablas

Tabla 1. Potenciales de electrodos para soportar la corrosión	11
Tabla 2. Metales que se pueden combinar para evitar la corrosión.....	15
Tabla 3. Clasificación de los distintos tipos de controladores lógicos	20
Tabla 4. Tipos de HMI disponibles en catálogo siemens	25
Tabla 5. Teclas de control de la pantalla HMI Kp300 Basic mono PN	27
Tabla 6. Control panel de la pantalla HMI Kp300 Basic mono PN 1/2	28
Tabla 7. Control panel de la pantalla HMI Kp300 Basic mono PN 2/2	29
Tabla 8. Cronograma de actividades para realización de automatización.....	41
Tabla 9. Presupuesto del proyecto realizado	52

Índice de ilustraciones

Ilustración 1. Corrosión química mediante el uso de un líquido corrosivo	8
Ilustración 2. Corrosión estando en contacto con el oxígeno	9
Ilustración 3. Rodillos que dan la forma ondulada a la lámina	19
Ilustración 4. Arquitectura de cómo se encuentra conformado un PLC	22
Ilustración 5. Características que tiene un PLC Siemens s7-1200.....	24
Ilustración 6. Componentes que contiene una HMI Kp300 Basic mono PN	26
Ilustración 7. Conexión realizada para entradas digitales en PLC	30
Ilustración 8. Conexión realizada para entrada Analógica en PLC	31
Ilustración 9. Conexiones de salidas a transistor en PLC	33
Ilustración 10. Sensor inductivo blindado utilizado en la automatización.....	36
Ilustración 11. HMI Kp300 Basic mono PN utilizada en el contador de láminas .	43
Ilustración 12. PLC S7-1200 utilizado en la automatización.....	43
Ilustración 13. Circuit Breaker 10Amp utilizado para protección del PLC	44
Ilustración 14. Interfaz HMI para el contador de láminas	45
Ilustración 15. Programación para encendido del contador de láminas	46
Ilustración 16. Programación del sensor inductivo del contador de láminas	47
Ilustración 17. Programación del tiempo de encendido del indicador	48
Ilustración 18. Programación para mostrar paquetes en pantalla HMI	49
Ilustración 19. Realizando pruebas en contador de láminas.....	50
Ilustración 20. Conexión de componentes para el contador de láminas.....	51

Glosario

- **Aluminio:** es blando y tiene poca resistencia mecánica, pero puede formar aleaciones con otros elementos para aumentar su resistencia y adquirir varias propiedades útiles.
- **Contador:** es una función de cómputo que permite efectuar la cuenta de acontecimientos o de impulsos.
- **Interfaz:** conexión o frontera común entre dos aparatos o sistemas independientes.
- **Materia prima:** todos aquellos recursos utilizados en la elaboración de productos.
- **Lámina:** es una hoja metálica, llamada también plancha o chapa, y en ciertos casos, cuando el grueso es reducido, papel metálico.
- **Recubrimiento:** son materiales que, al momento de ser aplicados sobre una superficie, protegen, embellecen o impiden que elementos extraños entren en contacto con la misma.
- **Sensor:** es todo aquello que tiene una propiedad sensible a una magnitud del medio, y al variar esta magnitud también varía con cierta intensidad la propiedad, es decir, manifiesta la presencia de dicha magnitud, y también su medida.
- **Sistema de control:** es un conjunto de dispositivos encargados de administrar, ordenar, dirigir o regular el comportamiento de otro sistema, con el fin de reducir las probabilidades de fallo y obtener los resultados deseados.
- **Proceso de fabricación:** es el conjunto de operaciones unitarias necesarias para modificar las características de las materias primas.
- **Productividad:** es la relación entre la cantidad de productos obtenida por un sistema productivo y los recursos utilizados para obtener dicha producción.

I. Introducción

La combinación de la inteligencia de los autómatas programables con los accionadores industriales, así como el desarrollo de captadores y accionadores cada día más especializado, permite que se automatice un mayor número de procesos, liberando al ser humano tanto de sus tareas de gran compilación intelectual como de realizar esfuerzos sustituidos por accionadores electromecánicos, neumáticos, etc. (Piedrahita,2001).

Desde que se empezó con las máquinas roladoras en alutech se ha ido mostrando deficiencias en el control de conteos de lámina por parte de los operadores ya que debido a que no hay algo automatizado que sirva de ayuda visual al operador para lograr tener un buen conteo de láminas y lograr hacer pacas de 10 láminas. El propósito de este proyecto es automatizar el control de conteo de las láminas para mejorar la eficiencia en el aspecto operacional. Ya que uno de los errores que más se ve en el proceso de conteo es que no salen paquetes de 10 láminas debido a que no hay nada que le avise al operario para llevar un conteo eficiente.

Lo que se busca con este proyecto es mejorar dicho proceso de conteo ya que como se sabe que lo más difícil de remplazar es la intervención humana por lo menos lo que se busca con esta automatización es disminuir ese error por parte de las personas y así poder hacer que los operarios sean más eficientes a la hora de lograr realizar los paquetes de láminas.

Ya que mediante la automatización de máquinas se busca mejorar la relación maquina /operario ya que así los operarios no tienen que realizar trabajos monótonos, pesados y peligrosos que afecten su seguridad y su salud.

II. Planteamiento del problema

2.1 Antecedentes

Alutech es una empresa encargada de la manufactura de los principales materiales para la construcción, derivados del acero, los distribuye en todo Centro América y el caribe a través de sus 62 tiendas. En Alutech se produce lámina galvanizada, ondulada, pre-pintada, tipo teja, capotes, canaleta, tubería y perfilera. A la vez, se distribuyen sus complementos como tabla yeso, masilla, varilla, angulares y accesorios. Todo producto pasa por un riguroso control de calidad, empezando desde la fábrica de materia prima, hasta la última línea de moldeo. Alutech manufactura y distribuye productos y complementos para la industria de la construcción.

En los últimos meses en la planta de producción de rio nance, se ha visto una desventaja en lo que es llevar un control de láminas o el conteo de láminas en el proceso de producción o en mejorar la eficiencia del conteo de láminas en máquinas roladoras por parte de los trabajadores haciendo más difícil realizar paquetes de 10 láminas.

La planta no cuenta con un contador de láminas que logre mejorar la eficiencia del conteo de láminas en máquinas roladoras y así realizar paquetes de 10 láminas. Debido a que no se cuenta con esta automatización se es difícil para la empresa y para el área de producción tener un rendimiento eficiente y no se logra un mejor control en el conteo de láminas.

2.2 Definición del problema

En la empresa Alutech, actualmente no se cuenta con un control o con una automatización en las máquinas roladoras el cual hace difícil el conteo de láminas por parte de los trabajadores, con esta automatización no se busca la eliminación de la intervención de los trabajadores, lo que realmente se quiere lograr es hacer que el conteo de láminas sea más eficiente y así realizar bien los paquetes de 10 láminas.

Este proceso se debe realizar para evitar distracciones por parte del operario, con esto se busca mejorar el rendimiento y eficiencia en el control del conteo de láminas.

2.3 Preguntas de investigación

- ¿Cuáles son las causas de la falta de eficiencia en el conteo de láminas?
- ¿Cuál es el equipo o dispositivos adecuados para las máquinas roladoras en Alutech?
- ¿Cómo se puede mejorar la eficiencia en el conteo de láminas al automatizar el control de conteo de láminas en máquinas roladoras?

2.4 Objetivos

Según Herrera, L. (2006) "Objetivo es la categoría que refleja el propósito o intencionalidad de la investigación, lo que debe lograrse, de modo que se transforme el objeto y se solucione el problema".

A continuación, se describen el objetivo general y los objetivos específicos pertenecientes al proyecto:

2.4.1 Objetivo General

Desarrollar la automatización del control de conteo de láminas en las máquinas roladoras en Alutech para mejorar la eficiencia en la formación de paquetes de 10 láminas.

2.4.2 Objetivos específicos

- Determinar las causas de la falta de eficiencia en el conteo de láminas.
- Seleccionar el equipo y dispositivos adecuados para las máquinas roladoras en Alutech.
- Establecer el proceso de instalación y programación del control de conteo de láminas en las máquinas roladoras.

2.5 Justificación

La teoría de control moderno simplificó el diseño de los sistemas de control porque se basa en un modelo del sistema real que se quiere controlar. Sin embargo, la estabilidad del sistema depende del error entre el sistema real y su modelo. Esto significa que cuando el controlador diseñado basado en un modelo se aplica al sistema real, éste puede no ser estable. Para evitar esta situación, se diseña el sistema de control definiendo en primer lugar el rango de posibles errores y después diseñando el controlador de forma que, si el error del sistema está en dicho rango, el sistema de control diseñado permanezca estable. (Ogata, 2003, p.2)

Alutech es una empresa encargada de la manufactura los principales materiales para la construcción, derivados del acero, todo producto pasa por un riguroso control de calidad, empezando desde la fábrica de materia prima, hasta la última línea de moldeo. Se hace necesario contar con un contador de láminas en las máquinas roladoras para la realización de paquetes de 10 láminas mejorando la eficiencia en el control de láminas y mejorando la eficiencia del operario ya que la mayoría de las veces no se realizan paquetes de 10 láminas por error humano.

Para la empresa resulta de gran importancia contar con un sistema de este tipo ya que con esta automatización se busca mejorar el rendimiento en la producción y lograr disminuir el error por parte de las personas y así poder hacer que los operarios sean más eficientes al realizar los paquetes de 10 láminas.

III. Marco Teórico

El presente capítulo contiene el sustento teórico del proyecto. Se define la importancia de la automatización, los materiales utilizados para el proceso galvanizado, los diferentes tipos de corrosión y otros temas en relación a la empresa Alutech.

“El grado de desarrollo de la cadena metalmeccánica es un determinante del progreso industrial de un país, dada su estrecha vinculación con las actividades económicas de los sectores minero, energético, industrial y de construcción. Los diferentes subsectores que componen la cadena productiva metalmeccánica son complementarios e indispensables para el desarrollo de los sectores de construcción, eléctrico, plástico y calzado, entre otros”. (López, 2005)

La manera en la que ha ido avanzando la industria metalmeccánica ha llevado a que la empresa alutech produzca y distribuya materiales de construcción derivadas del acero ya que los materiales de construcción derivados del acero son el principal producto terminado que ofrece alutech a sus clientes.

3.1 Galvanizado

Paz & Gómez (2007) afirman: “Un proceso es cualquier actividad o grupo de actividades mediante las cuales uno o varios insumos son transformados y adquieren un valor agregado, obteniéndose así un producto para un cliente”

El Galvanizado es un proceso mediante el que se obtiene un recubrimiento de zinc sobre hierro o acero, por inmersión en un baño de zinc fundido, a una temperatura aproximada de 450° C. A esta operación se la conoce también como galvanización por inmersión o galvanización al fuego. El proceso de galvanizado tiene como principal objetivo evitar la oxidación y corrosión que la humedad y la contaminación ambiental pueden ocasionar sobre el hierro.

La corrosión se define como el deterioro de un material a consecuencia de un ataque electroquímico por su entorno. De manera más general, puede entenderse como la tendencia general que tienen los materiales a buscar su forma más estable o de menor energía interna. Siempre que la corrosión esté originada por una reacción electroquímica (oxidación), la velocidad a la que tiene lugar dependerá en alguna medida de la temperatura, de la salinidad del fluido en contacto con el metal y de las propiedades de los metales en cuestión. Otros materiales no metálicos también sufren corrosión mediante otros mecanismos. El proceso de corrosión es natural y espontáneo. (Díaz ,2014, p.1)

El proceso de galvanizado en alutech es de gran importancia ya que se busca proteger de la oxidación el material que se utiliza para las láminas para que al realizar el corte de las láminas en las máquinas roladoras la lámina no sufra rayones o manchones por eso este proceso es de gran importancia en la empresa.

von Bockelmann & von Bockelmann (2001) afirma: "la garantía de calidad también da como resultado un nivel de confianza que el fabricante tiene en la calidad del producto que comercializa directa o indirectamente al consumidor".

3.2 Tipos de corrosión

3.2.1 Corrosión química

En la corrosión química un material se disuelve en un medio corrosivo líquido y este se seguirá disolviendo hasta que se consuma totalmente o se sature el líquido. Las aleaciones base-cobre desarrollan un barniz verde a causa de la formación de carbonato e hidróxidos de cobre, esta es la razón por la cual la Estatua de la Libertad se ve con ese color verdusco. Como se puede observar en la Ilustración 1 se muestra el proceso en el que consiste la corrosión química que consiste en un material se disuelve o se satura en un líquido corrosivo.

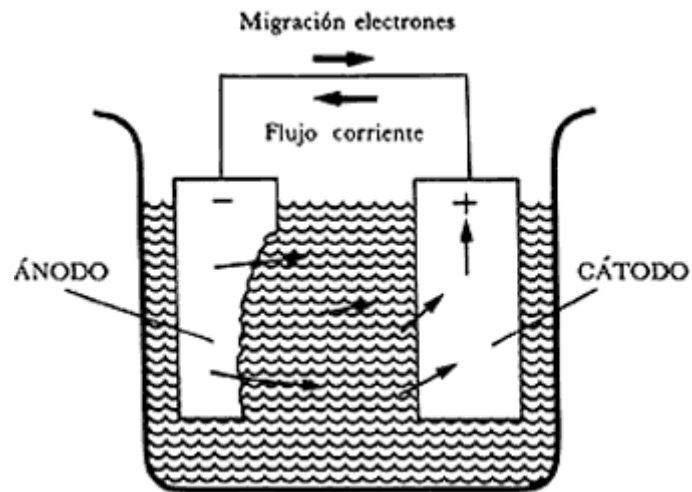


Ilustración 1. Corrosión química mediante el uso de un líquido corrosivo

Fuente:(Libro de Corrosión, Melvin Díaz)

3.2.2 Celdas de composición

Se presentan cuando dos metales o aleaciones, tal es el caso de cobre y hierro forma una celda electrolítica.

Con el efecto de polarización de los elementos aleados y las concentraciones del electrolito las series fem quizá no nos digan qué región se corroerá y cual quedara protegida. (Diaz,2014, p.10)

Lo que se logra al tener una celda electrolítica es que suceda una reacción química de oxidación-reducción mediante el cual se descompone una sustancia química dando lugar a la electrólisis.

3.2.3 Corrosión por oxígeno

Este tipo de corrosión ocurre generalmente en superficies expuestas al oxígeno diatómico disuelto en agua o al aire, se ve favorecido por altas temperaturas y presión elevada (ejemplo: calderas de vapor). La corrosión en las máquinas térmicas (calderas de vapor) representa una constante pérdida de rendimiento y vida útil de la instalación. En la Ilustración 2 se puede apreciar el comportamiento de la corrosión por oxígeno ya sea en presencia de agua o con aire.

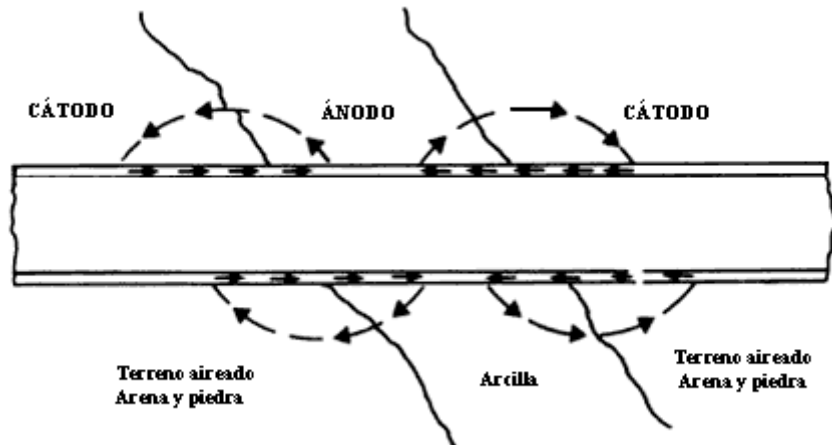


Ilustración 2. Corrosión estando en contacto con el oxígeno

Fuente: (Libro de corrosión, Melvin Díaz)

3.2.4 Corrosión microbiológica

Es uno de los tipos de corrosión electroquímica. Algunos microorganismos son capaces de causar corrosión en las superficies metálicas sumergidas. Se han identificado algunas especies hidrógeno-dependientes que usan el hidrógeno disuelto del agua en sus procesos metabólicos provocando una diferencia de potencial del medio circundante.

La acción de la corrosión microbiológica está asociada al pitting (picado) del oxígeno o la presencia de ácido sulfhídrico en el medio. En este caso se clasifican los ferros bacterias. (Díaz,2014)

Este tipo de corrosión es causada por microorganismos cuando una superficie metálica se encuentra sumergida en agua.

3.2.5 Corrosión por presiones parciales de oxígeno

El oxígeno presente en una tubería, por ejemplo, está expuesto a diferentes presiones parciales del mismo. Es decir, una superficie es más aireada que otra próxima a ella y se forma una pila. El área sometida a menor aireación (menor presión parcial) actúa como ánodo y la que tiene una mayor presencia de oxígeno

(mayor presión) actúa como un cátodo y se establece la migración de electrones, formándose óxido en una y reduciéndose en la otra parte de la pila.

Díaz (2014) afirma: "que este tipo de corrosión es común en superficies muy irregulares donde se producen obturaciones de oxígeno".

3.2.6 Corrosión galvánica

Smith (2006) afirma: "Una celda galvánica macroscópica puede construirse con dos electrodos metálicos distintos, cada uno sumergido en una solución de sus propios iones".

Es la más común de todas y se establece cuando dos metales distintos entre sí actúan como ánodo uno de ellos y el otro como cátodo. Aquel que tenga el potencial de reducción más negativo procederá como una oxidación y viceversa aquel metal o especie química que exhiba un potencial de reducción más positivo procederá como una reducción. Este par de metales constituye la llamada pila galvánica. En donde la especie que se oxida (ánodo) cede sus electrones y la especie que se reduce (cátodo) acepta los electrones.

3.2.7 Corrosión por aireación superficial

También llamado efecto Evans se produce en superficies planas, en sitios húmedos y con suciedad. El depósito de suciedad provoca en presencia de humedad la existencia de un entorno más electro negativamente cargado.

3.3 MÉTODOS DE PROTECCIÓN CONTRA LA CORROSIÓN

3.3.1 Recubrimientos

Estos son usados para aislar las regiones anódicas y catódicas e impiden la difusión del oxígeno o del vapor de agua, los cuales son una gran fuente que inicia la corrosión o la oxidación.

3.3.2 Elección del material

La primera idea es escoger todo un material que no se corroa en el ambiente considerado. Se pueden utilizar aceros inoxidable, aluminios, cerámicas, polímeros (plásticos), FRP, etc. La elección también debe tomar en cuenta las restricciones de la aplicación (masa de la pieza, resistencia a la deformación, al calor, capacidad de conducir la electricidad, etc.). La Tabla 1 muestra el potencial de los electrodos a la corrosión.

Tabla 1. Potenciales de electrodos para soportar la corrosión

	Reacción de oxidación (corrosión)	Potencial del electrodo (E°) (voltios contra electrodo de hidrógeno estándar)
Más catódico (menos tendencia a la corrosión)	$\text{Au} \rightarrow \text{Au}^{3+} + 3e^-$	+1.498
	$2\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{O}_2 + 4\text{H}^+ + 4e^-$	+1.229
	$\text{Pt} \rightarrow \text{Pt}^{2+} + 2e^-$	+1.200
	$\text{Ag} \rightarrow \text{Ag}^+ + e^-$	+0.799
	$2\text{Hg} \rightarrow \text{Hg}_2^{2+} + 2e^-$	+0.788
	$\text{Fe}^{2+} \rightarrow \text{Fe}^{3+} + e^-$	+0.771
	$4(\text{OH})^- \rightarrow \text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O} + 4e^-$	+0.401
	$\text{Cu} \rightarrow \text{Cu}^{2+} + 2e^-$	+0.337
	$\text{Sn}^{2+} \rightarrow \text{Sn}^{4+} + 2e^-$	+0.150
	$\text{H}_2 \rightarrow 2\text{H}^+ + 2e^-$	0.000
Más anódico (mayor tendencia a corroerse)	$\text{Pb} \rightarrow \text{Pb}^{2+} + 2e^-$	-0.126
	$\text{Sn} \rightarrow \text{Sn}^{2+} + 2e^-$	-0.136
	$\text{Ni} \rightarrow \text{Ni}^{2+} + 2e^-$	-0.250
	$\text{Co} \rightarrow \text{Co}^{2+} + 2e^-$	-0.277
	$\text{Cd} \rightarrow \text{Cd}^{2+} + 2e^-$	-0.403
	$\text{Fe} \rightarrow \text{Fe}^{2+} + 2e^-$	-0.440
	$\text{Cr} \rightarrow \text{Cr}^{3+} + 3e^-$	-0.744
	$\text{Zn} \rightarrow \text{Zn}^{2+} + 2e^-$	-0.763
	$\text{Al} \rightarrow \text{Al}^{3+} + 3e^-$	-1.662
	$\text{Mg} \rightarrow \text{Mg}^{2+} + 2e^-$	-2.363
	$\text{Na} \rightarrow \text{Na}^+ + e^-$	-2.714

Fuente (Smith,2006)

3.3.3 Diseño

El diseño de las estructuras del metal, estas pueden retrasar la velocidad de la corrosión. Protección de barrera: pinturas (Líquida o en polvo), deposito electrolítico (cincado, cromado, estañado etc.) y metalizados.

3.3.4 Recubrimientos protectores

Estos recubrimientos se utilizan para aislar el metal del medio agresivo. Veamos en primer lugar aquellos recubrimientos metálicos y no-metálicos que se pueden aplicar al metal por proteger, sin una modificación notable de la superficie metálica.

Díaz (2014) sostiene: Cabe recordar que no existen materiales absolutamente inoxidables; hasta el aluminio se puede corroer. En la concepción, hay que evitar las zonas de confinamiento, los contactos entre materiales diferentes y las heterogeneidades en general. Hay que prever también la importancia de la corrosión y el tiempo en el que habrá que cambiar la pieza (mantenimiento preventivo).

La función de los recubrimientos protectores es de recubrir el material metálico para que este sea duradero y no se corroa fácilmente.

3.3.4.1 Recubrimientos no-metálicos

Podemos incluir dentro de éstos las pinturas, barnices, lacas, resinas naturales o sintéticas. Grasas, ceras, aceites, empleados durante el almacenamiento o transporte de materiales metálicos ya manufacturados y que proporcionan una protección temporal.

3.3.4.3 Recubrimientos metálicos

Pueden lograrse recubrimientos metálicos mediante la electro deposición de metales como el níquel, cinc, cobre, cadmio, estaño, cromo, etcétera.

3.3.4.3.1 Propiedades físicas de los recubrimientos metálicos

Refiriéndonos al caso del acero como el material de más amplia utilización, la selección de un determinado recubrimiento metálico se puede efectuar y justificar sobre la base de una de las siguientes propiedades físicas. (Díaz,2014)

cuando se trata de proteger de una manera eficaz y económica la superficie del acero en condiciones determinadas:

- Impermeabilidad, esto es, que el recubrimiento sea continuo y de espesor suficiente, lo cual permitirá aislar la superficie del acero de los agentes agresivos.

- Resistencia mecánica de los metales utilizados en los recubrimientos, para garantizar una buena resistencia a los choques, rozamientos ligeros o accidentales, etc.
- Buena adherencia al acero.
- Posibilidad de facilitar superficies pulidas o mates, capaces de conferir a los objetos un acabado con fines decorativos.

3.3.5 Reducción química (sin paso de corriente)

Diaz (2014) afirma: que por ese procedimiento se pueden lograr depósitos de níquel, cobre, paladio, etc. Recubrimientos formados por modificación química de la superficie del metal. Los llamados recubrimientos de conversión consisten en el tratamiento de la superficie del metal con la consiguiente modificación de la misma.

Entre las modificaciones químicas de la superficie del metal podemos distinguir tres tipos principales:

3.3.5.1 Recubrimientos de fosfato

El fosfatado se aplica principalmente al acero, pero también puede realizarse sobre cinc y cadmio. Consiste en tratar al acero en una solución diluida de fosfato de hierro, cinc o manganeso en ácido fosfórico diluido. Los recubrimientos de fosfato proporcionan una protección limitada, pero en cambio resultan ser una base excelente para la pintura posterior.

3.3.5.2 Recubrimiento de cromato.

Se pueden efectuar sobre el aluminio y sus aleaciones, magnesio y sus aleaciones, cadmio y cinc. Por lo general, confieren un alto grado de resistencia a la corrosión y son una buena preparación para la aplicación posterior de pintura

3.3.6 PROTECCIÓN CATODICA.

La protección catódica (CP) es una técnica para controlar la corrosión galvánica de una superficie de metal convirtiéndola en el cátodo de una celda

electroquímica. El método más sencillo de aplicar la CP es mediante la conexión del metal a proteger con otro metal más fácilmente corrosible al actuar como ánodo de una celda electroquímica. Los sistemas de protección catódica son los que se usan más comúnmente para proteger acero, el agua o de combustible el transporte por tuberías y tanques de almacenamiento, barcos, o una plataforma petrolífera tanto mar adentro como en tierra firme.

3.3.6.1 CP galvánica

Actualmente, el ánodo galvánico o ánodo de sacrificio se realiza en diversas formas con aleación de zinc, magnesio y aluminio. El potencial electroquímico, la capacidad actual, y la tasa de consumo de estas aleaciones son superiores para el aluminio que para el hierro. ASTM International publica normas sobre la composición y la fabricación de ánodos galvánicos (Diaz,2014).

Los ánodos galvánicos son diseñados y seleccionados para tener una tensión más "activa" (potencial electroquímico más negativo) que el metal de la estructura (en general acero). Para una CP eficaz, el potencial de la superficie de acero a estar polarizado más negativo hasta que la superficie tenga un potencial uniforme. En este momento, la fuerza impulsora para la reacción de corrosión se elimina. El ánodo galvánico se sigue corroyendo, se consume el material del ánodo hasta que finalmente éste debe ser reemplazado. La polarización es causada por el flujo de electrones del ánodo en el cátodo. La fuerza impulsora para el flujo de CP actual es la diferencia de potencial electroquímico entre el ánodo y el cátodo.

3.3.6.1.1 Acero galvanizado

Galvanizado generalmente se refiere a de galvanizado en caliente, que es una forma de recubrimiento de acero con una capa de zinc metálico. recubrimientos galvanizados son muy duraderas en la mayoría de entornos, ya que combinan las propiedades de barrera de una capa con algunos de los beneficios de la protección catódica. Si la capa de zinc está rayado o dañado a nivel local y el acero está expuesto, cerca de recubrimiento de zinc forma una pila galvánica con

el acero expuesto y protegerlo de la corrosión. Esta es una forma de protección catódica localizada – el zinc actúa como un ánodo de sacrificio.

La estrecha relación competitividad y productividad ha llevado a que la automatización sea considerada como una estrategia y ventaja competitiva. (Rueda, 2010).

Para que la protección catódica pueda funcionar, el ánodo debe tener un potencial menor (es decir, más negativo) que el potencial del cátodo (la estructura a proteger). La Tabla 2 muestra qué metales se pueden combinar para proteger un material de la corrosión.

Tabla 2. Metales que se pueden combinar para evitar la corrosión

Metal	Tensión
Acero inoxidable tipo 316 (inactivo)	-0,05
Monel	-0,08
Tipo de acero inoxidable 304 (inactivo)	-0,08
Plata	-0,13
Titanio	-0,15
Aleación de Inconel 600	-0,17
Acero inoxidable tipo 316 acero inoxidable (activo)	-0,18
Bronce de silicio	-0,18
Níquel 200	-0,20
Cobre	-0,24
Cuproníquel 70/30	-0,25
Bronce de manganeso	-0,27
Latón	-0,29
Cobre	-0,36
Tipo de acero inoxidable 304 (activo)	-0,53
Plomo	-0,55
Fundición gris	-0,61
Acero al carbono	-0,61
Aluminio	-0,75
Cadmio	-0,80
Alumini3003	-0,94
Zinc	-1,03
Hierro galvanizado	-1,05
Aleación de magnesio	-1,6

Fuente: (Melvin Diaz,2014)

3.4 Máquinas roladoras

Una máquina es un agrupamiento de elementos sólidos, la mayoría rígidos, adecuadamente dispuestos a mantenerse en contacto permanente y permitiendo el movimiento relativo entre ellos, siendo capaz de transmitir movimientos y esfuerzos desde unos elementos a otros. (Prada, 2014).

La máquina roladora es un equipo de curvatura que sirve para el doblado de diferentes clases de materiales metálicos en diferentes formas y tamaños. La placa u hoja de metal puede ser doblada de manera circular o cónica. Es extensamente usada en la producción de autos, máquinas, barcos, en industrias como la del petróleo, química y muchas otras. Se pueden construir también tanques de almacenamiento para líquidos o sólidos, polvos, aceite, abastecimiento de agua y otras funciones de provisión.

La máquina roladora de placa se usa para unir estructuras de acero en campos como construcción de tubería y en industrias donde se necesiten formas metálicas en cono o cúpula. Esta máquina es útil para plataformas de acero, turbinas de viento, barcos y submarinos.

Características de la Máquina Roladora

- Con la inclusión de plástico en esta máquina dobladora, la formación de placas puede realizarse con más suavidad.
- Puede formar diferentes placas en distintas formas sin necesidad de molde, incrementando la productividad sin subir el costo.
- El costo es relativamente bajo.
- Hay diferentes aparatos auxiliares en esta máquina roladora.

Trabajo Principal

Esta máquina es un tipo de aparato formador de metal. Su parte principal de trabajo son los rodillos paralelos. Esos rodillos pueden hacer un movimiento rotativo. La placa metálica se puede transferir en forma de arco o forma cilíndrica

a través del movimiento de los rodillos. Esta máquina roladora de placa (máquina dobladora de placa) también puede crear la placa metálica en forma ovalada, cuadrada o asimétrica solo cambiando la forma de rodillo o agregando un accesorio al rodillo.

3.4.1 Tipos de máquinas roladoras

3.4.1.1 Máquina Roladora de Placa con Dos Rodillos

La máquina roladora de placa con dos rodillos. Tiene un rodillo superior y un rodillo inferior. El rodillo superior es un rodillo de acero rígido y el inferior es flexible y cubierto de caucho. El rodillo flexible está cerca del rodillo rígido para crear la deformación de la pieza y convertirlo en una figura. Cuando está funcionando, debemos de instalar la placa en medio de los dos rodillos y luego ajustar la distancia entre los rodillos. La máquina roladora de placa con dos rodillos es flexible por lo que la superficie de la placa no podrá desgastarse o desgarrar fácilmente. Se puede doblar en distintas formas, como circular, elíptica, cónica y formas personalizadas.

3.4.1.1.1 Características

1. La productividad de esta máquina roladora de placa con dos rodillos es de más de 4000 piezas por día.
2. Este tipo de máquina roladora de placa con dos tornillos no daña la lámina de metal.
3. La placa perforada, grabada o agujerada deben ser perforadas sin deformación.
4. El material de rodillo varía desde el más suave hasta el más duro.
5. Tuberías de alta precisión, tubos y cilindros se puede laminar en esta máquina roladora de placas con dos tornillos.
6. Esta máquina roladora de placa es de simple estructura con dos rodillos. Es fácil de utilizar y realiza un auto funcionamiento con alta eficiencia.

3.4.1.2 Máquina roladora con tres rodillos

La máquina roladora con tres rodillos puede laminar la pieza de trabajo de diferentes materiales como el panel compuesto de aluminio, placa de aluminio puro, acero inoxidable y barra de acero. Con la ayuda del equipo auxiliar, puede laminar piezas en forma de arco. Esta máquina dobladora de placa con tres rodillos es la máquina más innovadora en el mercado. Este tipo de máquina roladora de placa es especialmente adecuada especialmente para trabajo de carga pesada de barras gruesas. La máquina roladora de placa con tres rodillos también puede perforar placas gruesas aumentando la distancia entre los rodillos inferiores laterales.

3.4.1.3 Los rodillos de placa de cuatro rodillos

Los rodillos de placa de cuatro rodillos generalmente son el único equipo con NC y CNC debido a que el cuarto rodillo proporciona acción de apriete constante, minimizando la posibilidad de deslizamiento. Los controles automáticos usan un codificador para rastrear el movimiento de la placa a través de la máquina. Si la placa se desliza, los movimientos del rodillo de doblado estarán fuera de sincronía con respecto al movimiento de rolado.

Cabe mencionar que toda máquina consta de motores y se pueden ver en máquinas de corriente continua.

Gutiérrez (2000) afirma: "La máquina de corriente continua se utiliza para generar una tensión constante cuando funciona como generador y para producir par mecánico (torque) cuando Funciona como motor" (p.237).

La máquina roladora de placa con cuatro rodillos es principalmente utilizada para producir torres de turbina eólicas. Como un producto patentado de nuestra empresa, esta máquina roladora de placa con cuatro rodillos está desarrollada a través de tecnología extranjera y combinada con características de productos nacionales. Su estructura principal consiste en un rodillo superior, rodillo inferior, rodillo lateral, aparato de manejo principal, dispositivo de equilibrio, estructura

de soporte izquierdo y derecho y asiento. Caracterizada por su alta eficiencia, poco consumo de energía y fácil de operar, su rendimiento es superior a los productos domésticos. La máquina roladora de placa con cuatro rodillos se adapta a las últimas regulaciones de la máquina roladora moderna y es el resultado del desarrollo tecnológico por varios años.

3.4.2 Partes de una máquina roladora



Ilustración 3. Rodillos que dan la forma ondulada a la lámina

Fuente: (Mekano industries, Internet)

En la Ilustración 3 se muestra el mecanismo de deformación de la lámina por acción de los rodillos sobre ella.

3.4.2.1 Freno de cornisa

Un freno de cornisa tiene una barra de sujeción sólida en todo el ancho de la máquina; por lo tanto, solo permite hacer curvas rectas.

3.4.2.2 Freno de caja y bandeja

En un freno de caja y bandeja, la barra de sujeción incluye varios bloques extraíbles, que pueden retirarse y reordenarse para permitir el doblado de áreas restringidas de una lámina de metal parcialmente formada.

3.4.2.3 Carpeta de barras

Este es un freno simplificado, usualmente mucho más pequeño que los frenos de cornisa o caja y bandeja. Típicamente, un solo mango sujeta la pieza de trabajo y hace la curva con un solo movimiento. En efecto la profundidad suele ser mucho menor que la que puede soportar una cornisa o un freno de caja.

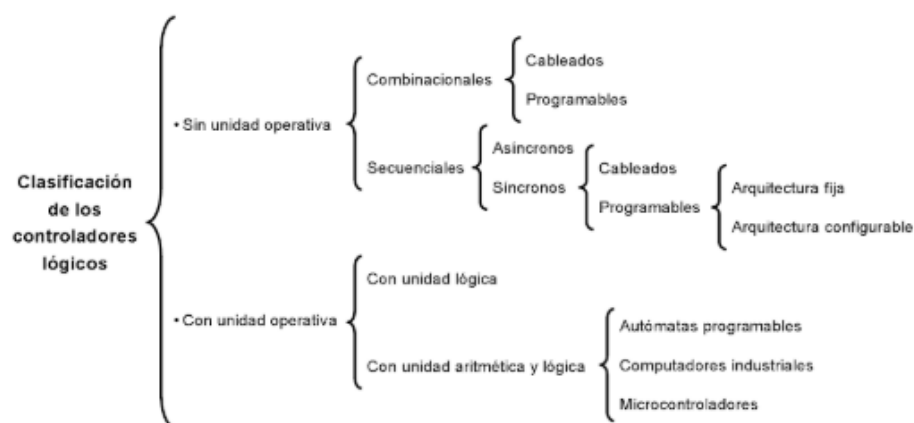
3.4.2.4 Rodillos

La función de los rodillos es dar la forma deseada a la lámina para poder trabajar una mejor forma el laminado.

3.5 Autómatas

En la Tabla 3 se muestra los distintos tipos de controladores lógicos que se pueden encontrar y se pueden utilizar para la automatización de un proceso según Pérez, Acevedo & Silva.

Tabla 3. Clasificación de los distintos tipos de controladores lógicos



Fuente: (Pérez, Acevedo & Silva, 2009)

La automatización industrial permite aumentar la producción, mejorar la calidad, la reducción de los costos y personal, cumplir con los requisitos

medioambientales, etc. La automatización se ha entendido como una tecnología en la cual se aplican los sistemas mecánicos, electrónicos y computarizados, con el fin de operar y controlar la producción, de bienes físicos de consumo, además involucra una gran variedad de sistemas y procesos que se ejecutan con mínima o ninguna intervención del ser humano. (Vaillant ,2010).

Un controlador lógico programable (PLC) es un dispositivo electrónico digital que usa una memoria programable para guardar instrucciones y llevar a cabo funciones lógicas, de secuencia, de sincronización, de conteo y aritméticas para controlar máquinas y procesos y diseñado específicamente para programarse con facilidad. Este tipo de procesadores se denomina lógico debido a que la programación tiene que ver principalmente con la ejecución de operaciones lógicas de conmutación.

W. Bolton (2013) afirma: "Los PLC tienen la gran ventaja pues permiten modificar un sistema de control sin tener que volver a alambrear las conexiones de los dispositivos de entrada y salida; basta con que el operador digite en un teclado las instrucciones correspondientes" (p.467).

En la Ilustración 4 se muestra como está conformado un controlador lógico programable como puede ser la fuente de alimentación, CPU, RAM para datos.

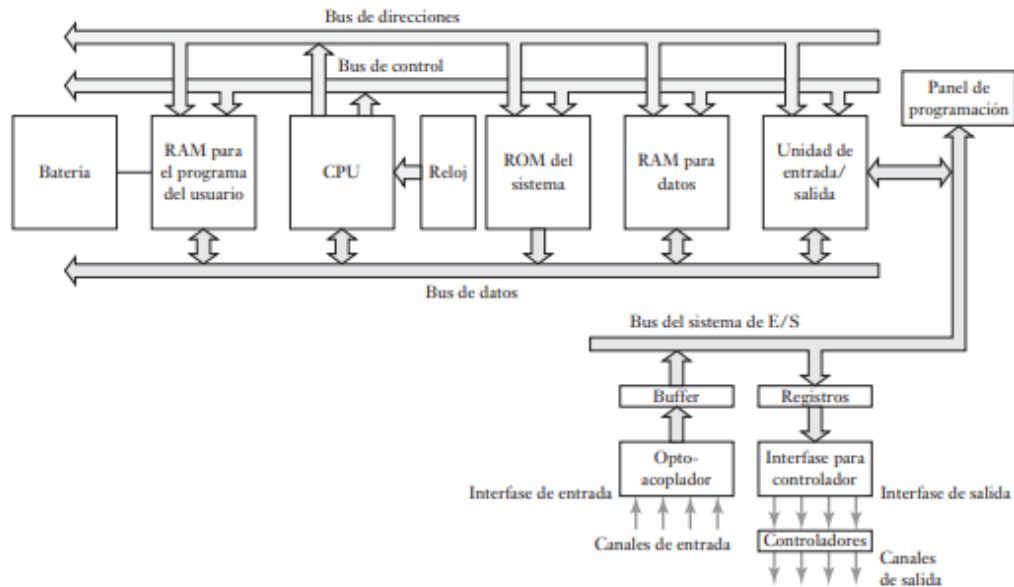


Ilustración 4. Arquitectura de cómo se encuentra conformado un PLC

Fuente: (W. Bolton,2013).

3.5.1 Tipos de PLC siemens

Los procesos industriales exigen el control de la fabricación de los diversos productos obtenidos. En todos estos procesos, es absolutamente necesario controlar y mantener constantes algunas magnitudes. Los instrumentos de medición y control permiten el mantenimiento y la regulación de estas constantes en condiciones más idóneas que las que el propio operador podría realizar (Solé, 2011).

➤ **SIMATIC S7-200**

La CPU S7--200 incorpora en una carcasa compacta un microprocesador, una fuente de alimentación integrada, así como circuitos de entrada y de salida que conforman un potente Micro--PLC. Tras haber cargado el programa en el S7--200, éste contendrá la lógica necesaria para supervisar y controlar los aparatos de entrada y salida de la aplicación.

➤ **SIMATIC S7-300**

El sistema SIMATIC S7-300 es objeto de continuas innovaciones, especialmente en el ámbito de las CPU. La CPU compacta 314C-2PN/DP compatible con PROFINET se trata de una CPU con 192 Kbytes de memoria, 0,06 microsegundos por operación de bits y las conocidas funciones tecnológicas y E/S integradas.

➤ **SIMATIC S7-400**

El S7-400 es ideal para tareas de muchos datos de la industria de procesos; la gran velocidad de procesamiento y los tiempos de reacción determinísticos reducen los tiempos de ciclo de las máquinas rápidas en la industria manufacturera. El rápido bus de fondo del S7-400 posibilita una conversión eficaz de los módulos periféricos centrales. El S7-400 se utiliza preferentemente para coordinar instalaciones completas y para controlar las líneas de comunicación subordinadas con estaciones esclavas; de ello se ocupan las interfaces integradas y la gran capacidad de comunicación.

➤ **SIMATIC S7-1200**

Este es el tipo de PLC que se utilizara para la automatización de la contadora de láminas.

La CPU incorpora un microprocesador, una fuente de alimentación integrada, así como circuitos de entrada y salida en una carcasa compacta, conformando así un potente PLC. Una vez cargado el programa en la CPU, ésta contiene la lógica necesaria para vigilar y controlar los dispositivos de la aplicación. La CPU vigila las entradas y cambia el estado de las salidas según la lógica del programa de usuario, que puede incluir lógica booleana, instrucciones de contaje y temporización, funciones matemáticas complejas, así como comunicación con otros dispositivos inteligentes.

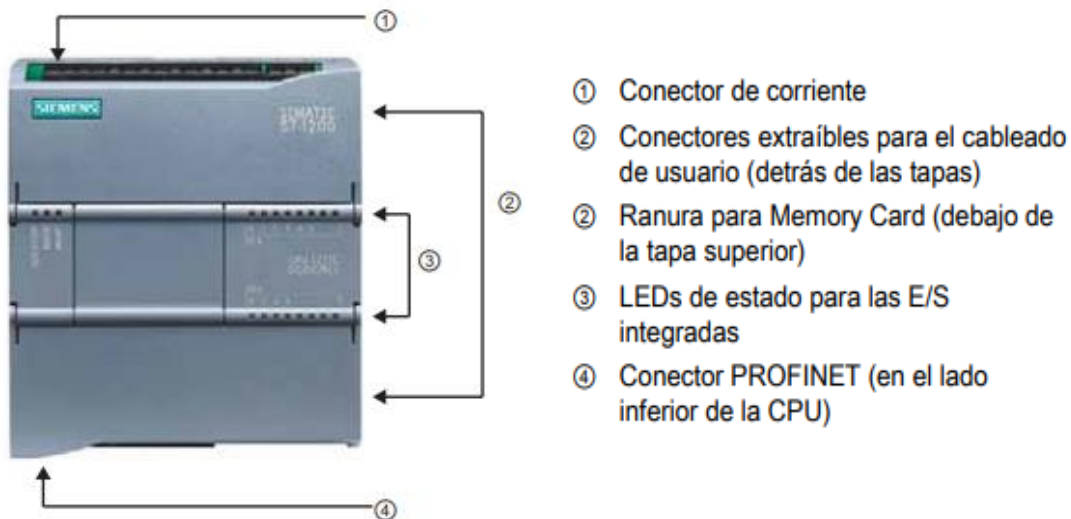


Ilustración 5. Características que tiene un PLC Siemens s7-1200

Fuente:(Manual siemens sobre PLC S7-1200)

En la Ilustración 5 se muestra las características del PLC siemens s7-1200 que fue el PLC utilizado para la automatización del contador de láminas.

Según Liptak (2003), "La medición y control de procesos son fundamentales para generar los mejores resultados posibles en lo que concierne a la utilización de recursos, máquinas, desempeño, rentabilidad, protección medioambiental y seguridad, entre otros, en una unidad productiva".

Por lo tanto, con el control de láminas utilizando el S7-1200 se está buscando obtener un mejor resultado en el conteo de láminas.

Los objetivos de un automatismo son mejorar la eficiencia del proceso incrementando la velocidad de ejecución de las tareas, la calidad y la precisión, disminuyendo además los riesgos que se podrían tener si las mismas fuesen manuales. (Daneri,2009, p.13).

➤ **SIMATIC S7-1500**

El sistema de automatización SIMATIC S7-1500 ofrece la flexibilidad y el rendimiento necesarios para un elevado ancho de banda de las aplicaciones de

control en la construcción de instalaciones y máquinas. La estructura escalable permite adaptar el controlador a las condiciones locales. Además de las funciones tecnológicas y de control de movimiento existentes de forma estándar en S7-1500, las CPU tecnológicas de SIMATIC S7-1500 ofrecen características adicionales, como las funcionalidades avanzadas de sincronismo y de perfil de leva. El sistema de automatización SIMATIC S7-1500 está homologado para el grado de protección IP20 y previsto para la instalación en un armario eléctrico en un entorno seco.

3.6 HMI

Penin (2007) afirma: "La interfase HMI (Interfase Humano-Maquina) se ha centrado principalmente en la interacción entre el operario y el ordenador, punto de contacto entre la persona y la tecnología".

3.6.1 tipos de HMI

Tabla 4. Tipos de HMI disponibles en catálogo siemens

Nombre del equipo SIMATIC HMI	Tipo de equipo	Tipo de interfaz	Configurable con	
KP300 Basic mono PN	Panel con teclado	Basic Panel PN	WinCC (TIA Portal) a partir de V11	
KP400 Basic color PN			WinCC (TIA Portal) a partir de V11 SP2 Update 2 con HSP Basic 4" color	
KTP400 Basic mono PN	Panel táctil con teclas de función	Basic Panel PN	WinCC flexible y WinCC (TIA Portal) a partir de V11	
KTP400 Basic color PN			WinCC (TIA Portal) a partir de V11 SP2 Update 2 con HSP Basic 4" color	
KTP600 Basic mono PN			Basic Panel DP	WinCC flexible y WinCC (TIA Portal) a partir de V11
KTP600 Basic color DP				
KTP600 Basic color PN				
KTP1000 Basic color DP				
KTP1000 Basic color PN		Basic Panel PN		
TP1500 Basic color PN		Panel táctil	Basic Panel PN	

Fuente:(Basic Panel HMI, siemens)

En la Tabla 4 se dan a conocer los diferentes tipos de HMI haciendo posible cual sería la HMI aceptable para utilizarla en la automatización del contador de láminas.

3.7 KP300 Basic mono PN

Este tipo de HMI es la que se utilizará en el proyecto del conteo de láminas a continuación se especificaran los detalles de la pantalla. A continuación, en la Ilustración 6 se muestran los componentes que tiene una pantalla Kp300 Basic mono PN.

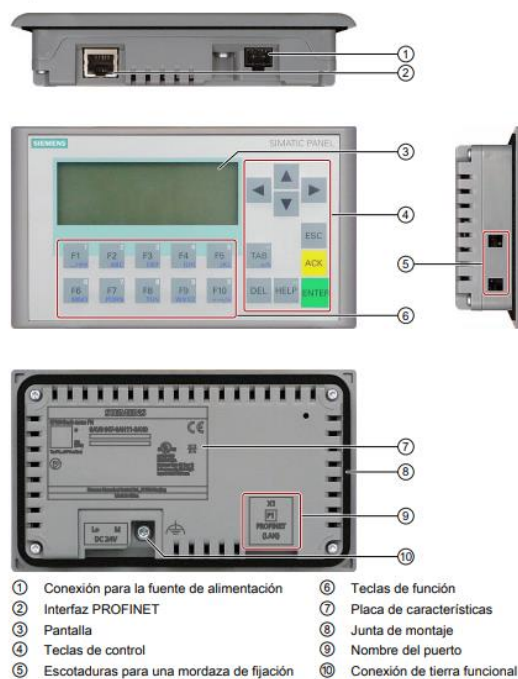


Ilustración 6. Componentes que contiene una HMI Kp300 Basic mono PN

Fuente:(Basic Panel HMI, siemens)

3.7.1 Descripción General









El KP300 Basic dispone de teclas de sistema. Las teclas del sistema se clasifican del siguiente modo:

- Teclas de control
- Teclas de función con teclas alfanuméricas integradas

“El teclado es uno de los dispositivos que permiten al usuario introducir textos y darle órdenes a una maquina o computador” .(Gálvez ,2007)

La Tabla 5 a continuación muestra la función y el efecto de las teclas de control del panel de operador.

Tabla 5. Teclas de control de la pantalla HMI Kp300 Basic mono PN

Tecla	Función	Efecto
	Mover el cursor	Objetos de control: Activa el próximo objeto de control en el sentido correspondiente Entrada: Mueve el cursor en el sentido correspondiente Lista: Selecciona la siguiente entrada de la lista.
	Confirmar o activar	Menú: Ejecuta el comando marcado. Entrada: Confirma y finaliza la entrada. Lista: Activa el manejo.
	Cancelar una acción	Entrada de valores: Restablece el valor original. Ventana: Cierra la ventana sin aplicar cambios. Ayuda: Cierra la ayuda y vuelve a la vista anterior.
	Acusar un aviso	Acusa el aviso visualizado o seleccionado actualmente, o bien todos los avisos de un grupo de acuse dependiendo de la configuración.
	Borrar un carácter	Borra el carácter en la posición del cursor. Los caracteres siguientes se desplazan una posición hacia la izquierda.
	Visualizar el texto de ayuda	Muestra el texto de ayuda configurado para el objeto de control seleccionado. Si no se ha configurado un texto de ayuda no se mostrará ninguna ayuda.
	Conmutar entre mayúsculas y minúsculas	Conmuta entre mayúsculas y minúsculas al introducir un texto. Los caracteres siguientes se escriben todos en mayúsculas o en minúsculas.
	Activar el siguiente objeto de control	Activa el siguiente objeto de control en el proyecto dentro de la secuencia TAB configurada.

Fuente:(Basic Panel HMI, siemens)

En las Tablas 6 y 7 se muestra la estructura de menús con las funciones disponibles en el Control Panel para configurar el panel de operador.

Tabla 6. Control panel de la pantalla HMI Kp300 Basic mono PN 1/2

Entrada de menú		Función / Observación
Start		
Transfer		
Info/Settings		
	Contrast	Modificar la configuración de la pantalla (Página 83)
	[...] Info	Mostrar información sobre el panel de operador (Página 83)
Logon/Settings		
	Startup Delay	Configurar el protector de pantalla (Página 88)
	Value	
	Screensaver	Modificar la configuración de la pantalla (Página 83)
	Value	
	Password	Modificar las propiedades de la contraseña (Página 87)
	Password	
	Confirm Password	
Transfer/Network		
	Channel 1: PROFINET	Habilitar el canal de datos (Página 84)
	Enable (rem. on)	
	Enable (rem. on)	
	Disabled	
	IP Address/Station Name	Modificar la configuración de red (Página 85)
	Station Name	
	Station Name	
	IP Address static or via DHCP	
	IP via DHCP	
	static IP	
	IP Address	Disponible sólo cuando "static IP" está activada.
	Value	
	Subnet Mask	Disponible sólo cuando "static IP" está activada.
	Value	
	Def. Gateway	Disponible sólo cuando "static IP" está activada.
	Value	

Fuente:(Basic Panel HMI, siemens)

Tabla 7. Control panel de la pantalla HMI Kp300 Basic mono PN 2/2

		Network Mode	Modificar la configuración de red (Página 85)
		LLDP Protocol	
		Enable	
		Disable	
		Auto Negotiation	
		Enable	
		Disable	
		Speed	Disponible sólo cuando "Auto Negotiation = Enable"
		10 Mbits/s	
		100 Mbits/s	
		Communication Link	Disponible sólo cuando "Auto Negotiation = Enable"
		Half-Duplex	
		Full-Duplex	
		NTP	Configurar un servidor horario (Página 86)
		Synchronisation with time server	
		Enable	
		Disable	
		Server [1..4] IP Address	No disponible cuando "Synchronisation with time server = Disable"
		Value	
		Test Server [1..4]	No disponible cuando "Synchronisation with time server = Disable"
		DateTime	Emite la fecha y hora del servidor horario tras haberse establecido una conexión correctamente.
		Update rate	Tiempo en segundos tras el que se sincronizará el reloj.
		Value	
		Time shift	Diferencia horaria en "hh:mm"
		Value	

Fuente:(Basic Panel HMI, siemens)

Un sistema típico para el control de procesos consta de un controlador, un proceso que contiene al menos una variable para controlar (la variable controlada), un elemento de control final que manipula una variable del proceso para ajustar la variable controlada y al menos un sensor que produce una señal neumática o electrónica proporcional a la variable controlada.(Fundamentos Del Control de Procesos, 2004).

3.8 Entradas y salidas PLC

3.8.1 Señales de entradas

Las entradas son las encargadas de adaptar y codificar, de una manera comprensible para la CPU del controlador lógico, las señales que le llegan a los bornes de entrada procedentes de pulsadores, finales de carrera, contactos de contactores, de fotocélulas, de temporizadores, etc.

Las señales que le llegan a los bornes de los controladores lógicos pueden proceder de dispositivos con tensión, por ejemplo, el caso de los detectores de proximidad y de las fotocélulas.

Pulido (2004) Afirma: " Podemos establecer dos grandes grupos de señales de entrada, atendiendo al tipo de señal: • Entradas digitales, • Entradas analógicas" (p.93).

3.8.1.1 Entradas digitales

Las entradas digitales son aquellas señales que adoptan siempre un valor fijo, es decir, todo o nada. Esto es en nuestro caso. tensión o ausencia de la misma, contacto abierto o contacto cerrado.

En los controladores lógicos, los bornes de entrada se pueden identificar porque junto a éstos y, siempre en un lugar bien visible, están indicados como input o entrada.

En la Ilustración 7 se muestra las conexiones de una entrada digital en el PLC.

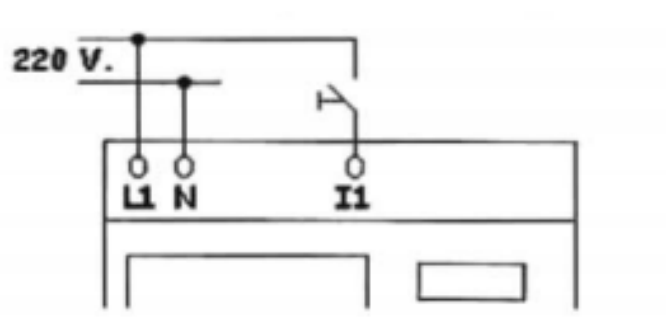


Ilustración 7. Conexión realizada para entradas digitales en PLC

Fuente:(Autómatas programables,2007)

3.8.1.2 Entradas analógicas

Se llaman señales analógicas, aquellas que pueden adoptar distintos valores a la entrada de un controlador lógico. Existen varios valores de señales normalizadas, pero en el caso específico de los controladores lógicos se utilizan, generalmente, los valores 0/10 V. De. Esta señal puede proceder de un equipo electrónico con alimentación independiente o de un equipo que utilice la misma alimentación del controlador lógico. En la Ilustración 8 se muestra como se debe conectar una entrada analógica en el PLC.

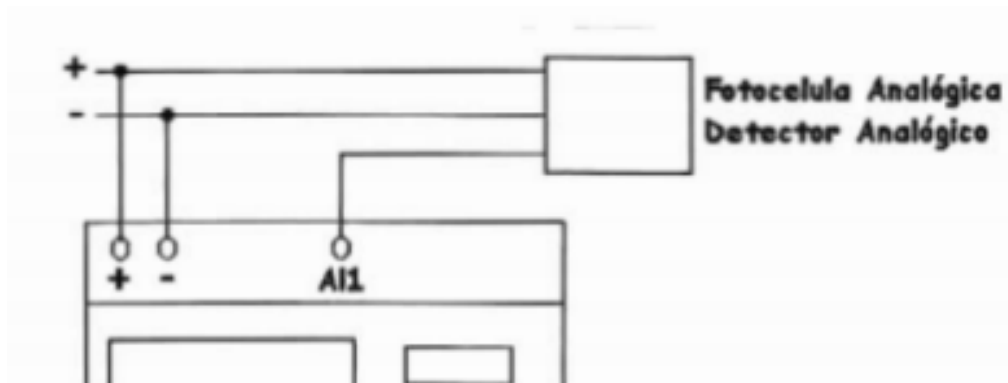


Ilustración 8. Conexión realizada para entrada Analógica en PLC

Fuente:(Autómatas programables,2007)

3.8.2 Salidas

Las salidas son las órdenes que manda el módulo de control, CPU, al proceso industrial a través de los bornes de salida del controlador lógico, para que realice las funciones lógicas con las que proseguir el proceso. A los bornes de salida se conectan los órganos de mando, tales como bobinas de contactores, relés, electroválvulas, pilotos de señalización, etc. ... y, en general, cualquier receptor que sea susceptible de poder conectarse a un controlador lógico.

3.8.2.1 Salidas analógicas

Las salidas analógicas permiten que el valor de una variable numérica interna del autómata se convierta en tensión o intensidad. (Autómatas programables,2007, p.15)

3.8.2.2 Salidas digitales

Las salidas digitales son aquellas que funcionan con todo o nada, es decir, en los bornes de salida existe o no existe tensión, pueden ser de dos tipos:

- Relé.
- Transistor.

3.8.2.3 Salidas a relé

Son aquellas en la que el controlador lógico proporciona, a su salida, un contacto libre de potencial para poderlo conectar a la tensión que se precise.

3.8.3 Conexiones de salidas a transistor

A los controladores lógicos con salida a transistor se les puede conectar receptores, cuya tensión esté acorde con el controlador lógico a utilizar y la intensidad máxima no supere los valores establecidos por el fabricante en mA. Generalmente, estos valores de tensión e intensidad no suelen superar los 24 V. DC y 300 mA. aproximadamente. En la Ilustración 9 se muestran las conexiones que se realizan en caso de conectar un sensor a salidas de transistor.

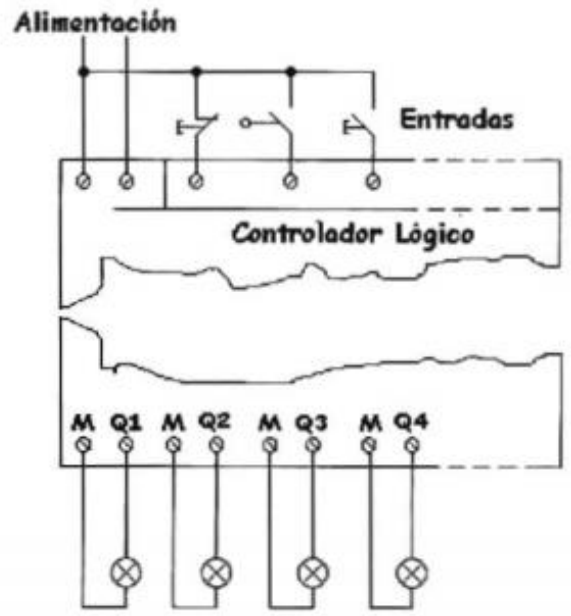


Ilustración 9. Conexiones de salidas a transistor en PLC

Fuente:(Controladores Lógicos, Manuel Pulido)

3.9 Sensores

Un sensor es un transductor que se utiliza para medir una variable física de interés. Algunos de los sensores y transductores utilizados con más frecuencia son los calibradores de tensión (utilizados para medir la fuerza y la presión), los termopares (temperaturas), la velocidad mediante los velocímetros. (Escalona,2007, p3).

Cualquier sensor o transductor necesita estar calibrado para ser útil como dispositivos de medida. La calibración es el procedimiento mediante el cual se establece la relación entre la variable medida y la señal de salida convertida.

Los transductores y los sensores pueden clasificarse en dos tipos básicos, dependiendo de la forma de la señal convertida. Los dos tipos son:

- Transductores analógicos
- Transductores digitales

Los transductores analógicos proporcionan una señal analógica continua, por ejemplo, voltaje o corriente eléctrica. Esta señal puede ser tomada como el valor de la variable física que se mide.

Los transductores digitales producen una señal de salida digital, en la forma de un conjunto de bits de estado en paralelo o formando una serie de pulsaciones que pueden ser contadas. En una u otra forma, las señales digitales representan el valor de la variable medida. Los transductores digitales suelen ofrecer la ventaja de ser más compatibles con las computadoras digitales que los sensores analógicos en la automatización y en el control de procesos.

3.9.1 Características deseables de los transductores

➤ Exactitud

La exactitud de la medición debe ser tan alta como fuese posible. Se entiende por exactitud que el valor verdadero de la variable se pueda detectar sin errores sistemáticos positivos o negativos en la medición. Sobre varias mediciones de la variable, el promedio de error entre el valor real y el valor detectado tenderá a ser cero.

➤ Precisión

La precisión de la medición debe ser tan alta como fuese posible. La precisión significa que existe o no una pequeña variación aleatoria en la medición de la variable. La dispersión en los valores de una serie de mediciones será mínima.

➤ Rango de funcionamiento

El sensor debe tener un amplio rango de funcionamiento y debe ser exacto y preciso en todo el rango.

Navarro (2004), "Los disturbios en la medición son aquellos que pueden encontrarse por causa de exactitud y variaciones al medir la señal de salida de un proceso".

Ya que por los errores en la medición pueden afectar de forma negativa ya que engañan en la lectura dando un valor diferente al verdadero.

➤ **Velocidad de respuesta**

El transductor debe ser capaz de responder a los cambios de la variable detectada en un tiempo mínimo. Lo ideal sería una respuesta instantánea.

➤ **Calibración**

El sensor debe ser fácil de calibrar. El tiempo y los procedimientos necesarios para llevar a cabo el proceso de calibración deben ser mínimos. Además, el sensor no debe necesitar una recalibración frecuente. El término desviación se aplica con frecuencia para indicar la pérdida gradual de exactitud del sensor que se produce con el tiempo y el uso, lo cual hace necesaria su recalibración.

➤ **Fiabilidad**

El sensor debe tener una alta fiabilidad. No debe estar sujeto a fallos frecuentes durante el funcionamiento.

3.9.2 Sensores inductivos

Este será el tipo de sensor que se utilizará en el proyecto de la automatización del contador de láminas en máquinas roladoras.

- Consiste en un dispositivo conformado por:
 - Una bobina y un núcleo de ferrita.
 - Un oscilador.
 - Un circuito detector (etapa de conmutación)
 - Una salida de estado sólido.

El oscilador crea un campo de alta frecuencia de oscilación por el efecto electromagnético producido por la bobina en la parte frontal del sensor centrado con respecto al eje de la bobina. Así, el oscilador consume una corriente conocida.

El núcleo de ferrita concentra y dirige el campo electromagnético en la parte frontal, convirtiéndose en la superficie activa del sensor.

Cuando un objeto metálico interactúa con el campo de alta frecuencia, se inducen corrientes EDDY en la superficie activa. Esto genera una disminución de las líneas de fuerza en el circuito oscilador y, en consecuencia, desciende la amplitud de oscilación. El circuito detector reconoce un cambio específico en la amplitud y genera una señal, la cual cambia (pilotea) la salida de estado sólido a "ON" u "OFF". Cuando se retira el objeto metálico del área de sensor, el oscilador genera el campo, permitiendo al sensor regresar a su estado normal. En la Ilustración 10 se muestra como debe ser un sensor inductivo físicamente.



Ilustración 10. Sensor inductivo blindado utilizado en la automatización

Fuente:(Escalona,2007)

3.9.2.1 Ventajas y desventajas

➤ Ventajas

No hay desgaste mecánico, no hay fallo relacionados con el estado de los contactos, Falta de rebote de los contactos y los falsos positivos, Alta frecuencia de conmutación de hasta 3000 Hz, Resistente a los esfuerzos mecánicos

➤ **Desventajas**

Relativamente pequeña de la sensibilidad, la dependencia de la resistencia inducida de la frecuencia de la tensión de, significativo el efecto opuesto del sensor en la magnitud a medir (mediante la atracción de anclaje al núcleo).

IV. Metodología

Las variables pueden definirse como aspectos de los problemas de investigación que expresan un conjunto de propiedades, cualidades y características observables de las unidades de análisis, tales como individuos, grupos sociales, hechos, procesos y fenómenos sociales y naturales (Carrasco, 2006, p.219).

En el caso de este proyecto se ven muy reflejados las variables ya que los individuos o personas que se verán beneficiados con dicho proyecto, ver su reacción y asimilar si se adaptan al proyecto propuesto.

4.1 Variables de investigación

Lo que se busca con las variables de investigación es que antes de realizar el proceso de las operaciones de las variables es necesario identificar la variable o aquellas variables que contiene el problema, con el motivo de saber con cuales y con cuantas variables se piensan trabajar y así determinar cuál será la variable dependiente y cuál será la variable independiente.

4.1.1 Variables dependientes

Las variables dependientes son aquellas variables que son consecuencias o efectos de otras variables en pocas palabras son aquellas que se explican en función a otras variables.

En el caso del proyecto de automatización de contador de láminas en máquinas roladoras la variable dependiente es: La falta de eficiencia en el conteo de láminas, para la realización de pacas de 10 láminas.

4.1.2 Variables independientes

Las variables independientes son aquellas variables que tienen una influencia en las variables dependientes. En este caso en la automatización del contador de láminas en máquinas roladoras, Las variables independientes son:

- Procedimiento en el conteo de láminas.

- Tiempos en la realización de una paca de 10 láminas.
- Realización de conteo por parte de los operarios.

4.2 Enfoque y Métodos

Fernández y Baptista (2010) en su obra Metodología de la Investigación, sostienen que: "todo trabajo de investigación se sustenta en dos enfoques principales: el enfoque cuantitativo y el enfoque cualitativo, los cuales de manera conjunta forman un tercer enfoque: El enfoque mixto"

Durante la planeación y la realización del proyecto de automatización de contador de láminas en máquinas roladoras sé utilizo el método mixto ya que este es un proceso que recolecta, analiza y vincula datos cuantitativos y cualitativos en este proyecto.

- Enfoque cuantitativo: Mediante la recopilación de datos se determinaron las causas que hacen deficiente la realización de pacas de 10 láminas en el conteo de láminas en máquinas roladoras.
- Enfoque cualitativo: Se involucró al personal de la planta como ser: los operadores, supervisores y jefes de línea, ya que ellos contaban con un mayor conocimiento del proceso y planificación en la realización de pacas de 10 láminas.

4.3 Técnicas e Instrumentos Aplicados

A continuación, se detallan los instrumentos y técnicas aplicadas durante el desarrollo del proyecto de: Automatización de contador de láminas en máquinas roladoras.

4.3.1 Técnicas Aplicadas

Se utilizaron las siguientes técnicas para llevar a cabo el proyecto:

- Solicitud de cotizaciones a proveedores
- Análisis de documentos
- Internet

- Datos obtenidos del contador de láminas.

Se realizaron solicitudes de cotización a proveedores de equipo y tecnología de PLC tanto a Siemens como Mitsubishi y accesorios eléctricos para la instalación y operación del contador de láminas en máquinas roladoras. La información que se obtuvo mediante estas comunicaciones es de carácter cuantitativo como, ya que, por ejemplo, el precio de los equipos, la fecha de entrega y que proveedor era el más adecuado ya que había precios un poco elevados. Se aceptó la oferta de Siemens y por lo tanto el PLC, la pantalla y el módulo de entradas analógicas se compraron en Siemens. Mientras que los otros demás equipos electrónicos se realizó requisita en bodega y había disponibilidad.

El análisis de documentos tiene como propósito comprender todo el material referente a fichas técnicas de los equipos, manuales de operación y manuales de instalación.

Debido a que el internet como uno de los principales medios para recolectar información, se utilizó para recolectar documentación referente a los sensores que se utilizarían en el proyecto, así como averiguar el PLC y la pantalla que me habían entregado para la realización del contador de láminas.

Los datos obtenidos del contador de láminas son de carácter cuantitativo y son utilizados para llevar el control de cuantas laminas van en cada paca y cuantas pacas se van formando en el día.

4.3.2 Instrumentos Aplicados

Se realizó el contador con el fin de llevar un mejor control en el conteo de láminas y así realizar pacas de 10 láminas con más exactitud. Ya que con este programa realizado para el funcionamiento del contador se llevará un control teórico de las pacas en las máquinas roladoras.

V. Resultados y Análisis

El presente capítulo contiene el análisis y resultados obtenidos del proyecto. Se muestran los resultados de la selección del tipo de PLC, HMI y sensor utilizado, su instalación, así como el análisis de los datos de control obtenidos.

5.1 Instrumentación

Para el proceso de selección del PLC, se utilizó el manual de Siemens para seleccionar el PLC adecuado para la realización de la automatización de contador de láminas en máquinas roladoras. Tomándose en cuenta los datos específicos del PLC seleccionado ya que se seleccionó el S7-1200 de Siemens ya que es uno de los PLC más nuevos que tiene Siemens en sus catálogos.

La máquina roladora se encuentra las 24 horas en funcionamiento y rara vez se hacen paros para el mantenimiento de la máquina, ya que la gran demanda en la fabricación de las láminas onduladas; se requiere una gran precisión en el conteo de láminas debido a que la información obtenida se utilizara para llevar un control de conteo de pacas de 10 láminas.

Con toda la información que se tienen de las máquinas y del PLC seleccionado se buscó el sensor adecuado para la realización del contador de láminas, y se seleccionó un sensor inductivo blindado para que soporte golpes en el caso de ser golpeado por las láminas al momento de ser contadas.

En las Ilustraciones 11 y 12 se muestra lo que son la pantalla Kp300 Basic mono PN y el PLC S7-1200 que se utilizaron para la realización de la automatización del contador de láminas.

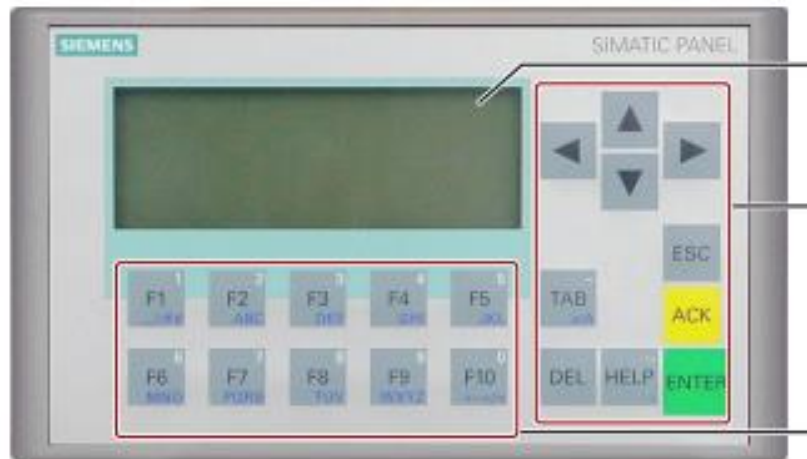


Ilustración 11. HMI Kp300 Basic mono PN utilizada en el contador de láminas

Fuente: (Manual siemens HMI)



Ilustración 12. PLC S7-1200 utilizado en la automatización

Fuente: (Manual siemens PLC s7-1200)

5.2 Instalación de PLC S7-1200

Para comenzar, se optó por montar el PLC en gabinete en máquina roladora con el fin de empezar la automatización del contador de láminas para así lograr un mejor control en la realización de pacas de 10 láminas ya que con el PLC se llevará el control de cuantas pacas diarias se realizan en la máquina.

Durante la instalación del PLC se logró apreciar que se necesitaba proteger el PLC en caso de que hubiera un cortocircuito por el cual se optó por poner circuit breakers de 10 amperios marca siemens como se muestra en la Ilustración 13. Para así proteger tanto la fuente de 24 V y el PLC, se realizaron instalaciones de borneras con fusibles hacia el PLC para evitar que el PLC sufra daños en caso de sufrir una sobre corriente o una sobretensión.



Ilustración 13. Circuit Breaker 10Amp utilizado para protección del PLC

Fuente:(Catalogo siemens)

5.3 Interfaz HMI

Para la interfaz HMI se utilizó una pantalla siemens Kp300 Basic mono PN, para visualizar lo que es el conteo de láminas, la interfaz cuenta con un contador de láminas que va de 1 a 10 láminas y cada diez láminas se van contando las pacas, cada paca tiene 10 láminas por lo tanto al final de cada día laborar en la máquina dirá cuántas pacas diarias se sacaron en cada día llevando así un mejor control en el conteo de láminas.

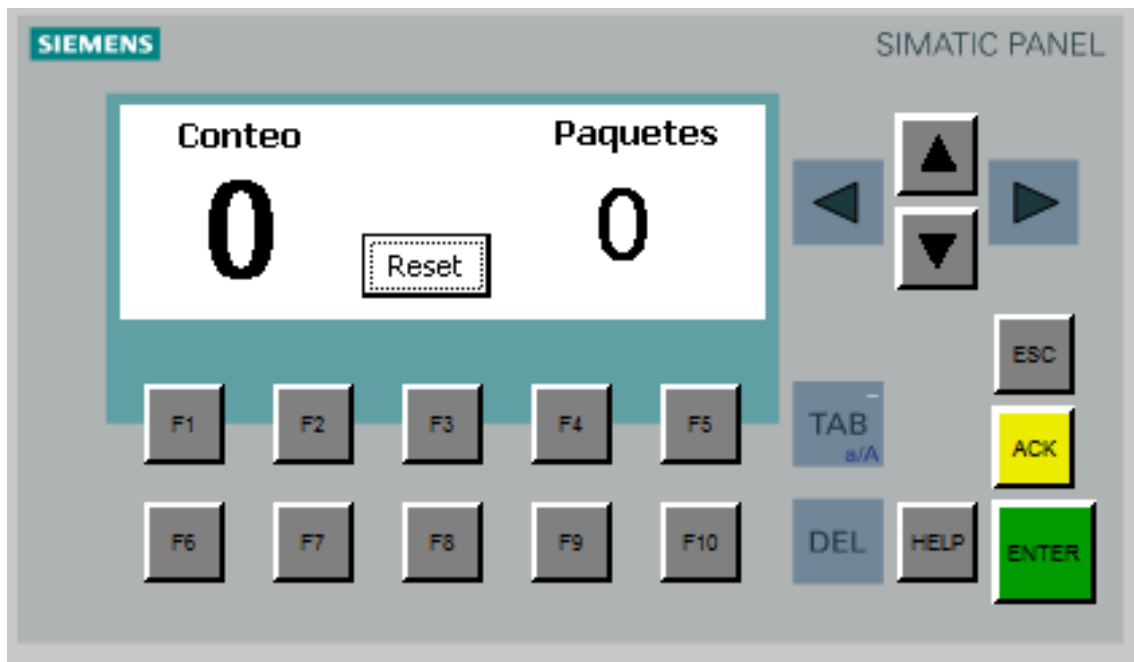


Ilustración 14. Interfaz HMI para el contador de láminas

Fuente: (Elaboración Propia)

cómo se puede observar en la Ilustración 14 la pantalla se ve sencilla, pero esa fue la pantalla que se utilizó ya que no se ocupaba mucho detalle, la empresa solo necesitaba llevar el conteo de láminas y el número de pacas diarias que se realizan en un día laboral para así el operario de la máquina lleve un mejor control en la realización de pacas de 10 láminas.

Se presentó un problema con esta pantalla ya que no realizaba conexión con el PLC, debido a que este tipo de pantalla tiene problemas en encontrar una IP funcional para la conexión con el PLC, se solucionó el problema poniendo en TIA Portal que se asignará la IP manualmente desde la HMI y así que el programa obtuviera la IP que le asigné en la HMI y así se solucionó el problema de compatibilidad del PLC con la HMI.

5.4 Programación Proyecto

En la Ilustración 15 se puede observar el primer segmento de programación solo se utilizó un SR para lo que es encender o poner en modo stop el contador de láminas y así poder controlar el contador de láminas. Como se nota en la

ilustración a continuación estoy usando entradas digitales y tengo en la salida del SR una variable solo para controlar los siguientes Segmentos de programación.

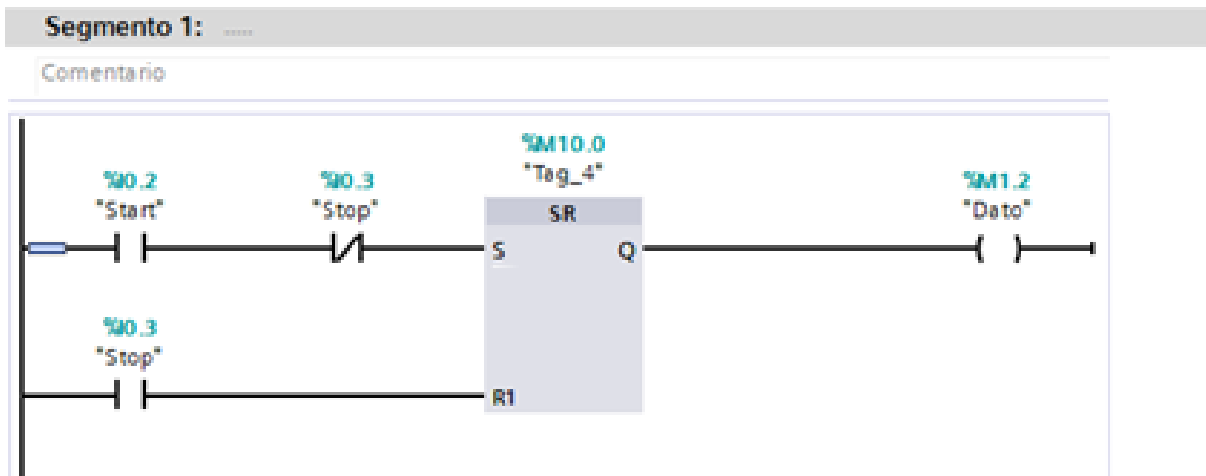


Ilustración 15. Programación para encendido del contador de láminas

Fuente: (Elaboración Propia)

En la Ilustración 16 se muestra el siguiente segmento de programación ya se nota la programación del sensor inductivo que llevara a cabo el conteo de láminas en la máquina roladora, el bloque del contador está fijado en 10 láminas ya que ese es la cantidad de láminas que contiene cada paca de láminas, la variable "pantalla" es donde se irán visualizando la cantidad de láminas que están saliendo , en la salida del contador esta un indicador que es el encargado de avisarle al operario cuando poner el tope para la realización de una paca, y también cuenta con un timer en el reset del contador para que se esté reseteando el bloque del contador.

También se realizó que en el caso de que una lámina salga golpeada y se quite del paquete se le asignó un botón de la pantalla F2 para restarle una lámina al conteo de láminas y así realizar con éxito los paquetes de láminas.

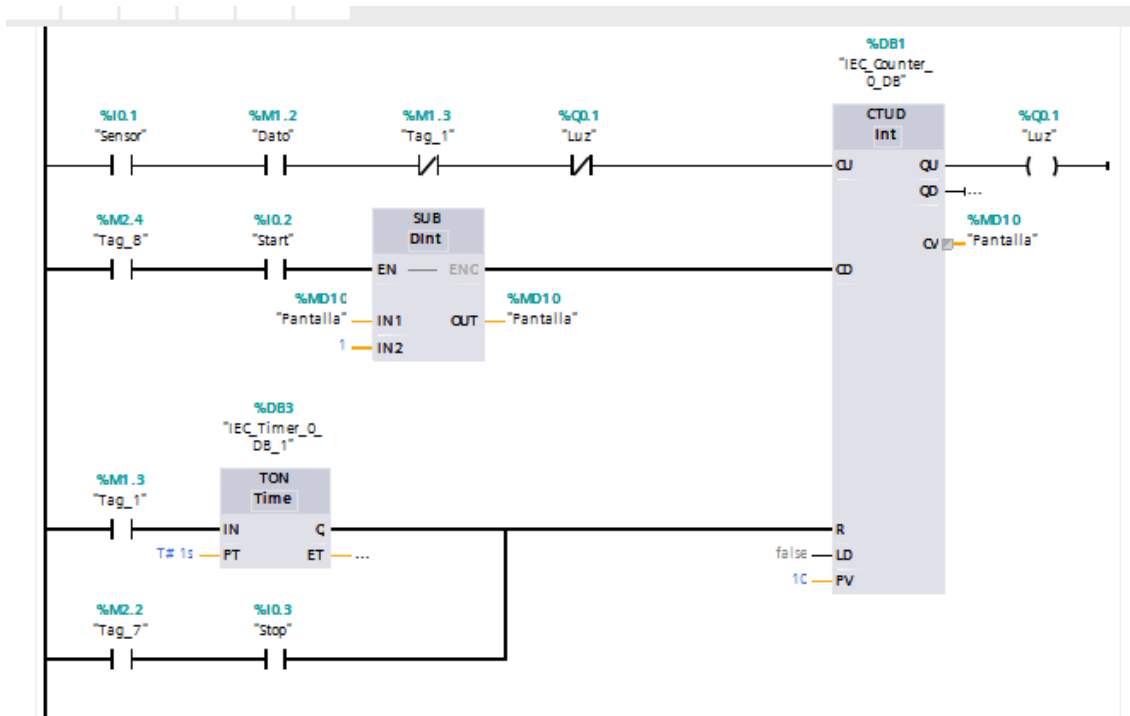


Ilustración 16. Programación del sensor inductivo del contador de láminas

Fuente: (Elaboración Propia)

En la Ilustración 17 se muestra el tercer segmento de programación se realizó un Timer para encender el indicador que será de ayuda para el operario de la máquina. Mientras que la salida del timer nos servirá para utilizarlo en el programa como una condición para poner en funcionamiento lo que es el bloque del contador del segundo segmento. A continuación, se muestra la programación en el tercer segmento de la automatización del contador de láminas en máquinas roladoras.



Ilustración 17. Programación del tiempo de encendido del indicador

Fuente: (Elaboración propia)

A continuación en la Ilustración 18 se presenta la programación del cuarto segmento, en este segmento es el bloque del contador de pacas, se utiliza la misma salida del indicador ya que al encenderse el indicador es cuando se realiza el conteo de 10 láminas lo cual es una paca por lo tanto al encenderse el indicador ya se cuenta una paca, el máximo de pacas que están programadas es de 2000 pacas ya que se realizó consulta con el operario cuanto era lo máximo de pacas que han realizado en un día y me dijeron que alrededor de 1500 pacas, también cuenta con un reset, pero para poder resetear el contador de pacas se debe estar en "STOP" el contador de láminas, para el reseteo se utilizara un botón de la pantalla HMI que es la tecla F3, el tag_5 es la variable donde se guardara y se mostrara en pantalla cuantas pacas se realizan diariamente. A continuación, se muestra la programación del cuarto segmento.

Segmento 4:

Comentario

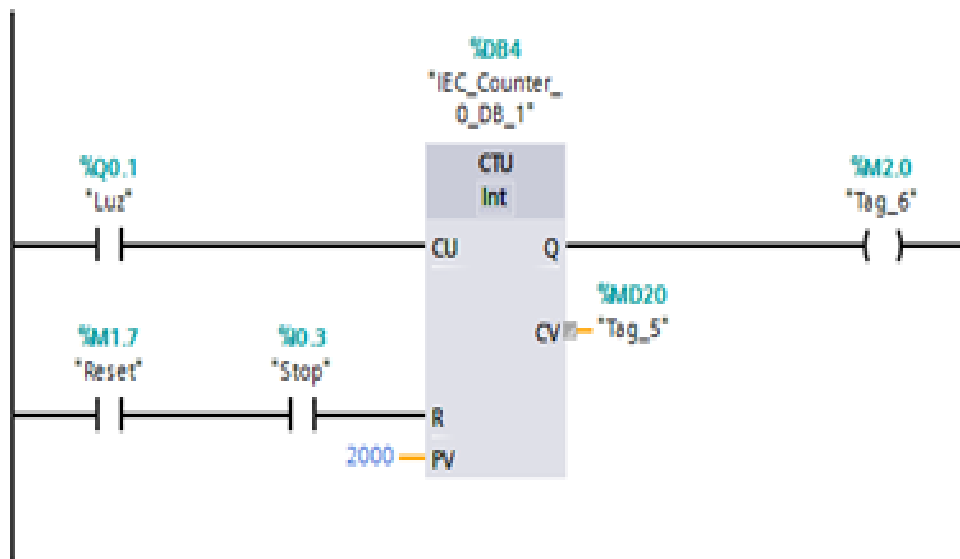


Ilustración 18. Programación para mostrar paquetes en pantalla HMI

Fuente: (Elaboración propia)

5.5 Montaje de contador de láminas

El contador de láminas se trabajó separado a la maquina ya que debido a que la maquina roladora se encuentra en constante trabajo, no se podía estar utilizando el mismo PLC por lo mismo se realizó la compra de un PLC solo para el contador de láminas ya que se ocupaba estar realizando pruebas en el contador de láminas.

Uno de los problemas que se dio en la implementación de este contador de láminas en maquina roladora es que el sensor inductivo debía estar en un lugar que estuviera en constante contacto con la lámina para poder realizar el conteo, así que se optó por poner el sensor inductivo en la cuchilla de corte de la máquina ya que al realizar un corte este es como si fuera una lámina.



Ilustración 19. Realizando pruebas en contador de láminas

Fuente: (Elaboración propia)

Como se puede observar en la Ilustración 19, es como se ve el contador de láminas, donde se mira la pantalla HMI que mostrara la cantidad de pacas realizadas diariamente en la máquina. También se puede observar dos selectores, un selector es para encender y apagar el contador de láminas mientras que el otro selector es para el encendido y el apagado de una ventiladora forzada para mantener climatizado el gabinete donde se encuentra la mayoría de los componentes del contador de láminas.

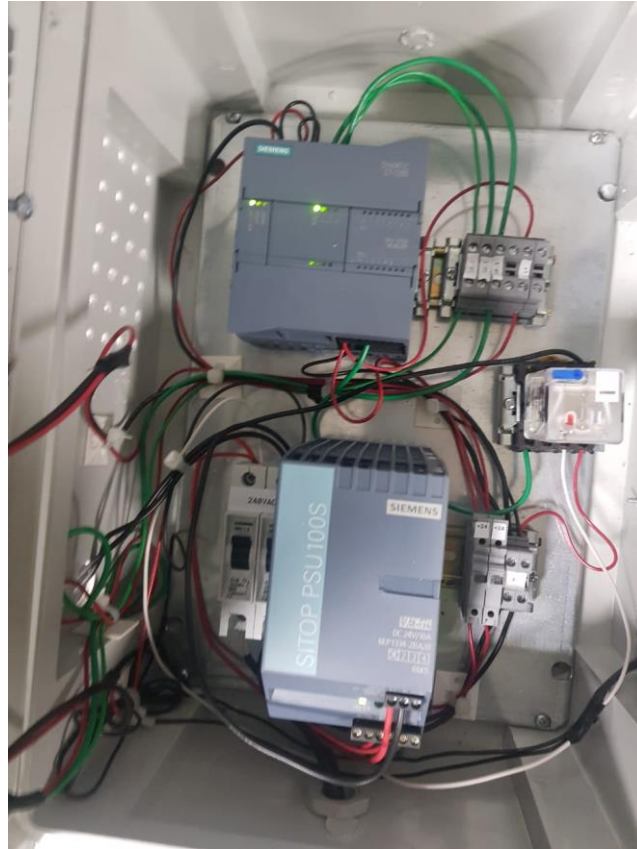


Ilustración 20. Conexión de componentes para el contador de láminas

Fuente: (Elaboración Propia)

En la Ilustración 20 se muestra las conexiones realizadas en el interior del contador de láminas, se utiliza un fuente de 24Vdc para la alimentación del PLC siemens S7-1200, se utilizaron circuit breaker de 10Amp para la protección de la fuente de 24Vdc ya que se alimenta con 240VAc, se utilizaron borneras de ojo para cables de control del PLC, se utilizaron 2 borneras con porta fusibles para protección del PLC, también se utilizó lo que es un relay para controlar el indicador ya que el indicador es de 240 Vac por lo tanto se necesitaba utilizar este relee.

5.6 Presupuesto del Proyecto

El presupuesto de este proyecto se encuentra enfocado en los componentes eléctricos utilizados para la realización del mismo, así como el PLC y los componentes para que este funcione.

Tabla 9. Presupuesto del proyecto realizado

Presupuesto			
ITEM	Cantidad	Precio Unidad	Precio Total
PLC Siemens S7-1200	1	L7,000.00	L7,000.00
Circuit breaker siemens 10 Amp	2	L300.00	L600.00
Selector	2	L50.00	L100.00
Fuente 24Vdc siemens	1	L6,000.00	L6,000.00
HMI Kp300 mono basic PN siemens	1	L5,000.00	L5,000.00
Luz piloto 240 Vac	1	L250.00	L250.00
Borneras para cable de control#16	10	L20.00	L200.00
Relee 8 pines 24 Vdc	1	L600.00	L600.00
Ventiladora 240Vac	1	L700.00	L700.00
Sensor inductivo blindado 24Vdc	1	L3,000.00	L3,000.00
		Total	L23,450.00

Fuente: (Elaboración Propia)

Como se puede observar en la Tabla 9 el presupuesto del proyecto no es muy elevado para la función que nos dará el contador de láminas, es aceptable la inversión que se está haciendo ya que, con este contador de láminas, se está mejorando el control en el conteo de láminas en la máquina roladora.

5.7 Aportaciones

- Se realizó la interfaz HMI para el control del contador de láminas para la interacción hombre-máquina y así poder tener una mejor realización de paquetes de 10 láminas.
- Se realizó la programación del contador de láminas, para la automatización del contador de láminas para máquinas roladoras, este programa se realizó en tiaportal ya que el PLC que se utilizó fue un Siemens S7-1200.
- Se realizó la conexión y el montaje del contador de láminas en la máquina de ondulado de la nave 3.
- Se revisaron bobinados de bombas de extracción de aluminio, zinc y plomo en la galvanizadora.
- Se realizaron cambios en el conducto Bx en los coilcar de la entrada y de la salida de la galvanizadora.
- Se realizaron migraciones de las interfaces de las pantallas HMI de la galvanizadora de Winflex a tiaportal.
- Se corrigió problema de la función de modo automático en la soldadora Kriton de la galvanizadora.
- Cambio de bomba en la torre de enfriamiento de la galvanizadora.

VI. Conclusiones

James & Slater (2013) Afirma: "La conclusión debe proporcionar un resumen, sintético pero completo, de la argumentación, las pruebas y los ejemplos consignados en las dos primeras partes del trabajo. Debe relacionar las diversas partes de la argumentación, unir las ideas desarrolladas."

- Se determinaron las causas de la falta de eficiencia en el conteo de láminas.
- Se seleccionaron el equipo y dispositivos adecuados para las máquinas roladoras en Alutech.
- Se estableció el proceso de instalación y programación del control de conteo de láminas en las máquinas roladoras.

VII. Recomendaciones

En el presente capítulo se enumeran las recomendaciones tanto para la empresa donde se realizó la práctica, así como a la universidad.

7.1 Empresa

- Tener un mejor control de toda la información de la ingeniería en la planta para estar a disposición del personal de mantenimiento para futuras referencias ya sea en mantenimientos o proyectos.
- Implementar el mantenimiento preventivo en algunas máquinas ya que a veces solo cambian piezas dañadas y se podrían mantener en óptimas condiciones dando un mantenimiento previo y no esperar hasta que la pieza falle o se dañe.
- Mejorar el proceso de cotizaciones y compras, ya que la empresa se demora mucho tiempo para la aprobación de compras futuras en la empresa.

7.2 Para la universidad

- Realizar más visitas académicas a las industrias para que el estudiante se vaya observando como es el ambiente industrial y los equipos que se utilizan para irse preparando y obteniendo conocimientos que sean de provecho para el área industrial.
- Brindar talleres acerca de los distintos tipos de máquinas y equipos que se utilizan en las industrias para que los estudiantes se vayan familiarizando más con las diferentes máquinas y equipos que existen hoy en día y que son bien importantes en el área de la industria.
- Continuar mejorando el equipamiento de los laboratorios de la universidad para que los estudiantes puedan realizar más trabajos prácticos y puedan seguir obteniendo más conocimientos que le ayudaran a desarrollar sus proyectos futuros.

VIII. Bibliografía

Carrasco, S. (2006). Metodología de la investigación científica. Lima: Editorial San Marcos.

Chapman, S. J. (2012). *Máquinas eléctricas (5a. ed.)*. México, D.F., MEXICO: McGraw-Hill Interamericana. Recuperado de <http://ebookcentral.proquest.com/lib/laureatemhe/detail.action?docID=3214435>

Daneri, P. (2008). *PLC, Automatización y Control Industrial (1.ª ed.)*. Buenos aires, Argentina: H.A.S.A.

Diaz, Melvin. (2014). *Libro de Corrosión*. Recuperado de <https://librodecorrosion.wordpress.com/>

Escalona, I. (2007). *Transductores y Sensores en la Automatización Industrial*. Argentina: El Cid Editor.

Fundamentos del control de procesos. (2004). Recuperado de <http://biblio3.url.edu.gt/Publi/Libros/2013/ManualesIng/FundamenPO.pdf>

Gálvez, A. (2007). *Introducción a la ofimática: Windows*.

Gutiérrez, A. (2000). *Teoría y análisis de máquinas eléctricas*.

Herrera, L. (2006). *Maestría en Ciencias de la Educación (4ta ed.)*.

Hernández, Sampieri Roberto, Fernández C. Baptista L. P. (2010): "Metodología de la Investigación". Ed. Mc Graw Hill. Chile.

James, E. A., & Slater, T. (2013). *Writing your Doctoral Dissertation or Thesis Faster: A Proven Map to Success*. Thousand Oaks: SAGE Publications, Inc.

Liptak, B. G. (2003). *Instrument Engineers' Handbook, Vol. 1: Process Measurement and Analysis*. Boca Raton: CRC Press.

- López, N/A. (2005). *Identificación de estrategias de mercados meta de los sectores metalmecánico, textil, confecciones y alimentos de la ciudad de Manizales*. Universidad Nacional de Colombia sede Manizales, Colombia.
- Mecatrónica Sistemas de Control Electrónico en al Ingeniería Mecánica y Eléctrica, 5ta Edición - W. BOLTON -.pdf. (s. f.). Recuperado 26 de agosto de 2018, de https://drive.google.com/file/d/0B3I4LSU1kqxfgNMZ09Wd2NFNkU/view?usp=sharing&usp=embed_facebook
- Navarro, R. M. (2004). *Ingeniería de Control*. México D.F.: McGraw-Hill / Interamericana Editores S.A de C.V.
- Ogata, K. (2003). *Ingeniería de control moderna*. Pearson Educación. Recuperado de https://books.google.hn/books?id=QK148EPC_m0C&printsec=frontcover&hl=es#v=onepage&q&f=false
- Ovalle, A., Ocampo, O., & Acevedo, M. (2013). Identificación de brechas tecnológicas en automatización industrial de las empresas del sector metalmecánico de Caldas, Colombia. *Ingeniería y Competitividad*, Volumen 15, No. 1, 171-182.
- Paz, R., & Gómez, D. (2007). *El sistema de producción y operaciones*, 28.
- Penin, aquilino. (2007). *sistemas scada* (2.ª ed.).
- Pérez, E. M., Acevedo, J. M., & Silva, C. F. (2009). *Autómatas programables y sistemas de automatización*. Marcombo.
- Piedrahita, M. R. (2001). *Ingeniería de la automatización industrial*. España.
- PRADA, J. C. G. (2014). *Problemas resueltos de teoría de máquinas y mecanismos*. Ediciones Paraninfo, S.A.
- Pulido, M. (2004). *Controladores Lógicos - Manuel Álvarez Pulido*. Recuperado de <https://es.scribd.com/document/133879726/Controladores-Logicos-Manuel-Alvarez-Pulido>

- SEAS. (2007). *AUTOMATAS PROGRAMABLES*. Recuperado de <https://es.scribd.com/document/129149652/AUTOMATAS-PROGRAMABLES>
- Smith, W. F. (2006). *Fundamentos De La Ciencia E Ingeniería De Materiales* (4.^a ed.).
- Sampieri, R. H. (2014). *Metodología de la investigación*. México D.F.: McGraw-Hill / Interamericana Editores S.A de C.V.
- Solé, A. C. (2011). *Instrumentación Industrial*. México D.F.: Alfaomega Grupo Editor, S.A. de C.V.
- Vaillant, Y. L. (2010). *Implementación del control y supervisión de la planta de recuperación de CO2 de la cervecería Antonio Díaz Santana*. Santa Clara: Universidad Central "Marta Abreu" de Las Villas.
- von Bockelmann, B., & von Bockelmann, I. (2001). *Long-Life Products: A Guide to Quality*. Åkarp: Dr. Bernhard von Bockelmann.

IX. Anexos



Anexo 1_ Montaje HMI

Fuente: (Elaboración Propia)



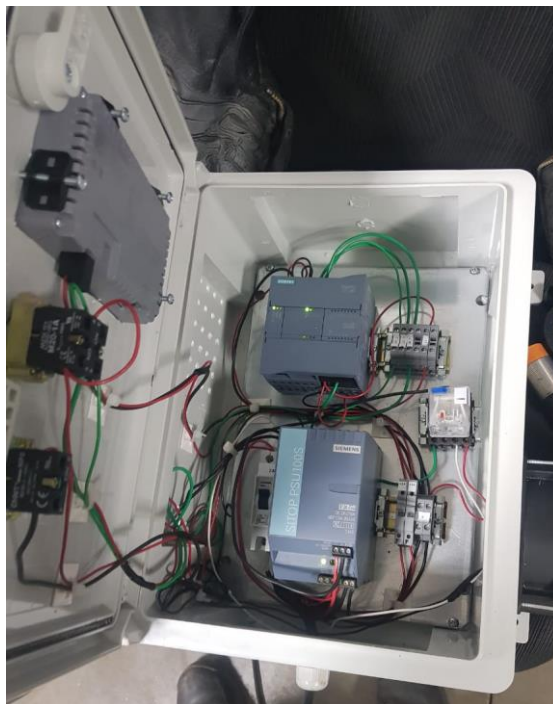
Anexo 2_Montaje selectores y ventiladora

Fuente: (Elaboración Propia)



Anexo 3_Montaje Interior Gabinete

Fuente: (Elaboración Propia)



Anexo 4_Conexiones De Componentes

Fuente: (Elaboración Propia)



Anexo 5_ Máquina donde se Instaló el contador de láminas
Fuente: (Elaboración Propia)



Anexo 6_ Contador de láminas en funcionamiento
Fuente: (Elaboración Propia)