



**UNIVERSIDAD TECNOLOGICA CENTROAMERICANA**

**FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA**

**PROYECTO DE GRADUACION**

**MEJORA EN MAQUINA PARA ALAMBRES DE PUAS CON UN SERVOMOTOR**

**CILASA**

**PREVIO A LA OBTENCION DEL TITULO DE**

**INGENIERO EN MECATRONICA**

**PRESENTADO POR:**

**21242081 ANDRES EDUARDO ENAMORADO VELEZ**

**ASESOR:**

**ING. DARWIN REYES**

**CAMPUS SAN PEDRO SULA**

**ENERO, 2018**

## **AGRADACIMIENTO**

Agradecer primeramente a Dios por permitirme estudiar en unas de las mejores universidades del país, también a mis padres, Jeovanny y Mayra Enamorado, por enseñarme e inculcarme los valores importantes para afrontar la vida como ser el respeto, la responsabilidad y diligencia. A pesar de las dificultades atravesadas, ellos lucharon y pudieron sacarme adelante con mis estudios enseñándome a luchar por mis sueños y ser perseverante y consistente para lograrlos.

Agradezco muy profundamente a mi tía Marlene, hermana de mi madre, por apoyar económicamente a mi madre con respecto a mi educación, un ángel hecho

humano que me ha enseñado que la bondad no tiene límites y es un valor muy importante en esta vida.

Agradezco a toda mi familia y amigos cercanos que pusieron su fe en mí, alentándome a seguir adelante, en especial a Haidy Rodríguez por alentarme y aconsejarme en mis momentos más difíciles. A mis compañeros por todos los momentos vividos tanto buenos como malos. A mis educadores que, gracias a sus conocimientos, logro culminar con éxito esta etapa fundamental de la vida.

Finalmente, a todo aquel que lee este apartado, por permitirme apoyar con mis experiencias y conocimiento, incurrir dentro de su repertorio de información mental.

## **RESUMEN EJECUTIVO**

INTREFICA S.A DE C.V es el productor de alambres trefilados recubiertos más grandes de Centro América. En una constante capacitación de personal y una mejora continua de procesos INTREFICA busca mejorar el mantenimiento de las máquinas que producen alambres de púas; fundada en 1969 las máquinas que producen alambres para púas se están quedando obsoletas, puesto que darles mantenimiento requiere que la maquina esté parada mucho tiempo además de que los repuestos de las coronas de las máquinas son muy costosos. Las coronas son una parte de la máquina en donde el alambre es amarrado hacia un sentido horario y anti horario para que a la hora de colocar la púa el alambre no se deshile,

a esto ellos le llaman entorchado. Esta parte de la máquina es la que genera más ruido y es la más costosa de mantener, puesto que consta de 8 segmentos para hacer el entorchado. Por lo cual el siguiente proyecto consiste en mejorar los procesos y mantenimientos de la producción de alambres de púas de INTREFICA por medio de CILASA, el cual es un proveedor de equipo y productos industriales proporcionándoles una solución de proyecto viable proporcionándoles el producto necesario como la instalación de los mismos, asimismo proporcionando un servicio completo de instalación y programación. Primeramente, se analizó cómo funcionaba la corona de la máquina, de la cuál consta de 6 cavidades para hacer girar la barra hexagonal la cual amarra el alambre. Luego se elaboró un estudio de campo con los técnicos mecánicos y eléctricos y se les consulto sobre los principales problemas de las máquinas. Por último, se presentó e implemento las mejoras en el mantenimiento y los procesos de las maquinarias. En conclusión, se implementó el cambio de la corona a un servomotor para reducir el tiempo de mantenimiento de la maquina incrementando la producción y reduciendo los costos de mantenimiento.

## **INDICE DE CONTENIDO**

<b>I. INTRODUCCION .....</b>	<b>1</b>
<b>GLOSARIO .....</b>	<b>2</b>
<b>II. PLANTEAMIENTO DE PROBLEMA.....</b>	<b>4</b>
2.1. ANTECEDENTES.....	4
2.2. DEFINICION DEL PROBLEMA.....	4
2.3. PREGUNTAS DE INVESTIGACION.....	5
2.4. OBJETIVOS .....	5
2.4.1. <i>Objetivo General</i> .....	6
2.4.2. <i>Objetivo Especifico</i> .....	6
2.5. JUSTIFICACION .....	7
<b>III. MARCO TEORICO .....</b>	<b>8</b>

3.1	DISEÑO DE MAQUINARIA: ANALISIS DE MAQUINAS Y MECANISMOS .....	8
3.1.1	<i>Maquinas y Mecanismos</i> .....	10
3.1.2	<i>Motores Eléctricos</i> .....	12
3.2	ALAMBRE DE PUAS .....	13
3.2.1	<i>Historia</i> .....	13
3.2.2	<i>Tipos de Alambres de Púas</i> .....	15
3.3	VARIADORES DE FRECUENCIA YASKAWA .....	17
3.4	EQUIPO.....	19
3.4.1	<i>Pantalla(USP-070-B08 )y PLC(CPU USC-P-B10) integrados Unitronics</i> ....	20
3.4.2	<i>Sensor Inductivo Pepperl Fuchs (NBN2-8GM40-E2-V1)</i> .....	21
3.4.3	<i>Encoder Pepperl Fuchs</i> .....	22
3.4.4	<i>Relevadores</i> .....	24
3.4.5	<i>Servomotor Yaskawa (SGMSV)</i> .....	25
3.4.6	<i>Servo amplificador Yaskawa (SGDV MP2600iec)</i> .....	26
3.5	SCADA .....	28
3.5.1	<i>Funciones Principales</i> .....	29
3.6	WEB SERVER .....	30
3.6.1	<i>Lenguaje HTML</i> .....	30
3.6.2	<i>Lenguaje Javascript</i> .....	31
<b>IV.</b>	<b>METODOLOGIA .....</b>	<b>33</b>
4.1	VARIABLES DE INVESTIGACION .....	33
4.1.1	<i>Variables independientes</i> .....	33
4.1.2	<i>Variables dependientes</i> .....	33
4.2	ENFOQUE Y METODOS.....	34
4.3	TECNICAS DE INVESTIGACION .....	35
4.3.1	<i>Reuniones con el Personal</i> .....	35
4.3.2	<i>Pruebas de los Paneles de Control</i> .....	35
4.3.3	<i>Pruebas de Comunicación de Servo drive a servo motor</i> .....	35
4.4	FUENTES DE INFORMACION .....	36
4.5	CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES .....	36
<b>V.</b>	<b>RESULTADOS Y ANALISIS .....</b>	<b>37</b>
5.1	MEJORAS EN EL PROCESO .....	37
5.2	CONTROL DE DATOS Y CALIDAD.....	38
5.3	INVERSION Y PRESUPUESTO .....	42

5.4	COSTO BENEFICIO.....	42
<b>VI.</b>	<b>CONCLUSIONES.....</b>	<b>43</b>
<b>VII.</b>	<b>RECOMENDACIONES.....</b>	<b>44</b>
7.1	A LA EMPRESA .....	44
7.2	A LA UNIVERSIDAD .....	44
	<b>BIBLIOGRAFIA .....</b>	<b>45</b>
	<b>ANEXOS .....</b>	<b>47</b>

## **INDICE DE ILUSTRACIONES**

Ilustración 1	Flujo del Proceso de Diseño .....	9
Ilustración 2	Tipos de Alambres de Púas producidos en Intrefica .....	16
Ilustración 3	Variador Standard Yaskawa V1000 .....	19
Ilustración 4	Datos de CPU de la pantalla.....	20
Ilustración 5	Pantalla Y PLC integrado Unitronics .....	20
Ilustración 6	Sensor Inductivo Pepperl Fuchs .....	21
Ilustración 7	Encoder Magnético.....	22
Ilustración 8	Encoder Incremental .....	23
Ilustración 9	Relé 24V AC/DC .....	25
Ilustración 10	Servomotor Yaskawa .....	25

Ilustración 11 Servo drive Yaskawa.....	26
Ilustración 12 Esquema básico de un sistema SCADA.....	29
Ilustración 13 Maquina para alambre de púas con Corona.....	37
Ilustración 14 Maquina para alambre de púas con servomotor.....	37
Ilustración 15 Panel Eléctrico de la Maquina (Servo Drive y Variador de frecuencia) .....	38
Ilustración 16 Implementación de cambio a Servomotor.....	39
Ilustración 17 Parámetros de giro para el servomotor.....	40
Ilustración 18 Códigos de colores de la Torre de Luz.....	41
Ilustración 19 Planta de Producción de Alambre de Púas INTREFFICA.....	47
Ilustración 20 Enrollamiento del alambre.....	48
Ilustración 21 Maquina con Servomotor parada ( Torre de Luz en rojo).....	49
Ilustración 22 Encoder y Sensor Inductivo para indicar la posición 0.....	50
Ilustración 23 Cableado de la maquina hacia Panel eléctrico.....	51
Ilustración 24 Torres de Luz.....	52
Ilustración 25 Producto Terminado.....	53

## **I. INTRODUCCION**

Para que los estándares de las empresas sean siempre los de más alta calidad, dinamismo y respuesta acorde las exigencias del mercado nacional e internacional, debe existir un mantenimiento totalmente planificado y ordenado de manera que tome el menor tiempo posible para que la maquina este en producción en el menor tiempo posible. El mantenimiento es factor inevitable en toda empresa, por lo cual esta gestión tiene que garantizar que la planta y los equipos funcionen de manera adecuada, y a su vez la disponibilidad temprana de los mismos. Contar con programas de mantenimientos es una ventaja para las compañías, estos programas representan una inversión que a mediano y largo plazo generara ganancias, ya que se optimiza la producción y se mejora la calidad de los equipos.

El mantenimiento representa un arma importante en la producción de la industria de modo que si hay un buen plan de mantenimiento y un orden establecido en un tiempo predeterminado la producción se agiliza.

Ahora bien, cada día la tecnología avanza de modo que hace que las maquinarias más efectivas, eficientes y con menor costo en cuanto a su mantenimiento. Aun y cuando se tenga un plan de mantenimiento bien ordenado y planificado para las maquinarias, la tecnología avanza y deja ciertas maquinas obsoletas.

Los que no puedan mantener el ritmo de la revolución tecnológica, se encontraran con que ellos mismos se han vuelto obsoletos. (Neville,2014)

Por lo tanto, el equipo de ventas y proyectos de CILASA fue invitado a resolver las necesidades de INTREFICA y proveer una solución al mantenimiento de las máquinas. Dando así un proyecto innovador y tecnológico solucionando así los problemas de tiempo y costos.



## **GLOSARIO**

- Corona: parte de la máquina para hacer alambre de púas que consta de 6 cavidades la cual hace girar la barra hexagonal de la máquina de forma que tuerce el alambre hacia la derecha y a la izquierda haciendo un nudo en el momento de colocar la púa y formar lo que ellos llaman como entorchado.
- Encoder: también conocido como codificador o decodificador, es un dispositivo, circuito, programa de software, un algoritmo o incluso hasta una persona cuyo objetivo es convertir información de un formato a otro con el propósito de estandarización, velocidad, confidencialidad, seguridad o incluso para comprimir archivos
- PLC: es un dispositivo electrónico que puede ser programado por el usuario y se utiliza en la industria para resolver problemas de secuencias en la maquinaria o procesos, ahorrando costos en mantenimiento y aumentando la confiabilidad de los equipos.
- SCADA: acrónimo de Supervisor y Control And Data Acquisition (Supervisión, Control y Adquisición de Datos) es un concepto que se emplea para realizar un software para ordenadores que permite controlar y supervisar procesos industriales a distancia. Facilita retroalimentación en tiempo real con los dispositivos de campo (sensores y actuadores), y controla el proceso automáticamente. Provee de toda la información que se genera en el proceso productivo (supervisión, control calidad, control de producción, almacenamiento de datos, etc.) y permite su gestión e intervención.
- Servo drive: es un amplificador electrónico especial utilizado para energizar servomecanismos eléctricos. Un servo drive monitorea la señal de retroalimentación que proviene del servomecanismo y continuamente ajusta la desviación de su comportamiento.

- Señal Digital: Es aquella que presenta una variación discontinua con el tiempo y que sólo puede tomar ciertos valores discretos. Su forma característica es ampliamente conocida: la señal básica es una onda cuadrada (pulsos) y las representaciones se realizan en el dominio del tiempo.
- Servomotor: es un tipo especial de motor que permite controlar la posición del eje en un momento dado. Está diseñado para moverse determinada cantidad de grados y luego mantenerse fijo en una posición; motor con características especiales de control de posición.
- Sensor: o captador, como prefiera llamársele, es un dispositivo diseñado para recibir información de una magnitud del exterior y transformarla en otra magnitud, normalmente eléctrica, que seamos capaces de cuantificar y manipular.
- Sensor inductivo: sensores que solo pueden detectar objetos metálicos. No detectan objetos no metálicos, tales como plástico, madera, papel cerámico.
- Variador de Frecuencia: Regula la velocidad de motores eléctricos para que electricidad que llega al motor se ajuste a la demanda real de la aplicación; es un regulador industrial que se encuentra entre la alimentación energética y el motor; es la solución eficaz para mejorar la eficiencia energética, reducir el consumo de energía y las emisiones de dióxido de carbono.

## **II. PLANTEAMIENTO DE PROBLEMA**

### **2.1. ANTECEDENTES**

En la planta de generación de alambres de púas de INTREFICA, la maquinas productoras de las mismas tienen unas coronas que hacen girar la barra hexagonal en sentido horario y anti horario de manera que tuerce el alambre formando un nudo para que no se deshile, a esto ellos le llaman entorchado. Las maquinas han estado trabajando desde 1969 pero se están volviendo obsoletas. No han generado un problema extremo, pero si incomodidades que se pueden evitar mejorar.

### **2.2. DEFINICION DEL PROBLEMA**

Debido a que las partes que componen la corona son muy pesadas generan altos niveles de ruido obligando a los operarios a utilizar audífonos todo el tiempo y elevando la voz prácticamente todo el tiempo para poderse comunicar. La corona está compuesto de diez segmentos que hace que para y gire hacia ambos lados la barra hexagonal. Cuando uno de los segmentos se daña hay que detener la maquina un largo periodo de tiempo puesto que el repuesto de ese segmento la empresa misma la tiene que fabricar ya que la maquinara es tan obsoleta que el fabricante la discontinuó y ya no hacen más repuestos y en Honduras no venden esa parte en ningún otro lugar.

### **2.3. PREGUNTAS DE INVESTIGACION**

¿Qué mejora se podría hacer para que la máquina pueda tener repuestos menos costosos?

¿Que se podría hacer para que la máquina esté para el menor tiempo posible a la hora de darle mantenimiento?

¿Se puede disminuir los niveles de ruido generado por parte de la corona en las máquinas que hay en la planta de producción para alambres de púas?

### **2.4. OBJETIVOS**

Según (Fuentes, 2004), El objetivo de la investigación es la configuración del proceso que refleja la aspiración, el propósito de la investigación y que, por tanto, presupone el objeto transformado, la situación del problema superada. De ello deriva que ante todo se investiga para resolver el problema, para transformar el objeto de investigación. Es una construcción del investigador, resultado de la caracterización del objeto y el problema de investigación.

El objetivo del siguiente proyecto es proporcionar una instalación de sistema nuevo de modo que los costos de reparación sean baratos además de actualizar la maquinaria. Como objetivo secundario, pero igualmente importante sería minimizar el tiempo de paro por mantenimiento y reducir el ruido ocasionado por la corona.

#### **2.4.1. Objetivo General**

Un proyecto es la búsqueda de una solución inteligente al planteamiento de un problema, la cual tiende a resolver una necesidad. (Urbina, 2010)

Diseñar la instalación de un nuevo sistema de maquinaria de alambre de púas a través de una actualización tecnológica que mejore los costos de mantenimiento minimizando así los tiempos de paro y ruidos ocasionados por la corona.

#### **2.4.2. Objetivo Especifico**

- Determinar a través de un estudio del proyecto, la cotización más adecuada para el producto y el servicio de la instalación del sistema de maquinaria de alambre de púas.
- Analizar puntos de mejora en la máquina de alambre de púas para proporcionar un mantenimiento barato y rápido.
- Desarrollar la instalación de un servomotor en la corona para lograr que las rotaciones de la máquina sean adecuadas evitando así fatigas en la estructura.
- Instalar cada dispositivo necesario para poder hacer la programación del servomotor, así como la protección de los mismos.

## **2.5. JUSTIFICACION**

Según (Rosales, 2002) Después de haber definido claramente el problema (¿Por qué?) y el objeto (¿Qué?) con el correspondiente campo de acción, tengo definido donde el problema está incidiendo por lo que tengo determinado donde voy a realizar el estudio, es necesario conocer ¿Para Qué? hago la investigación.

El motivo por el cual se desea actualizar la maquinaria es debido a que está obsoleta por lo tanto los costos de reparación son muy elevados ya que la misma empresa tiene que producir los repuestos ya que los mismo ya no están comercialmente. Por tal razón la maquinaria esta parada mucho tiempo dando lugar a que la producción se retrase.

Con la siguiente propuesta de proyecto se desea agilizar el mantenimiento de dicha maquina evitando así costos elevados y tiempos cortos de mantenimiento de la misma.

### III. MARCO TEORICO

#### 3.1 DISEÑO DE MAQUINARIA: ANALISIS DE MAQUINAS Y MECANISMOS

Se ha inventado ampliamente la definición de varios “procesos de diseño” tratando de proporcionar los medios para estructurar un problema no estructurado y obtener una solución viable. Algunos de estos procesos presentan docenas de pasos, otros solo unos cuantos. (Norton, 2009)

<b><i>Un Proceso de Diseño</i></b>
1. Identificación de la necesidad
2. Investigación preliminar
3. Planteamiento de objetivo
4. Especificaciones de desempeño
5. Ideación e invención
6. Análisis
7. Selección
8. Diseño detallado
9. Creación de Prototipos y Pruebas
10. Producción

*Tabla 1 Un Proceso de Diseño*

Una de las primeras tareas al resolver cualquier problema de diseño de máquinas es determinar la configuración cinemática necesaria para producir los movimientos deseados. En general, los análisis de fuerzas y esfuerzos no pueden ser realizados hasta que los problemas cinemáticos hayan sido resueltos. El diseño de ingeniería, el que aquí concierne, comprende diseño y creación; y se ha definido como el proceso de aplicar las diversas técnicas y principios científicos con el propósito de definir un dispositivo, un proceso o un sistema con suficientes detalles que permitan su realización.



*Ilustración 1 Flujo del Proceso de Diseño*



Es importante señalar que en cada una de las etapas del proceso canónico del diseño se aplican reiteradamente las estrategias de análisis, síntesis, evaluación y de optimización.

El diseño puede ser simple o muy complejo, fácil o difícil, matemático o no matemático; puede implicar un problema trivial o uno de gran importancia. El diseño es un constituyente universal de la práctica de ingeniería. No obstante, la complejidad de la materia por lo general requiere que el ingeniero disponga de un conjunto de problemas estructurados, paso a paso ideados para clarecer un concepto o conceptos particulares relacionados con el tema particular.

### **3.1.1 Maquinas y Mecanismos**

(Hunt,2007) Define un mecanismo como un medio de transmision, control o restricción del movimiento relativo.

Un mecanismo es un dispositivo que transforma el movimiento en una patron deseable, y por lo general desarrolla fuerzas muy bajas y transmite poca potencia.

Una máquina, en general, contiene mecanismos que estan diseñados para producir y transmitir fuerzas significativas. Una definición útil de trabajo de un mecanismo es un sistema de elementos acomodados para transmitir movimiento de una forma predeterminada. Esta puede ser convertida en una definición de una maquina cuando el mecanismo produce energía y movimiento.

Los mecanismos si se cargan en exceso y funcionan a bajas velocidades, en ocasiones se pueden tratar de manera estricta como dispositivos cinematicos; es decir, se pueden analizar cinematicamente sin considerar las fuerzas. Las maquinas (y mecanismos que funcionan a altas velocidades), por otra parte, primero deben tratarse como mecanismos, su velocidades y aceleraciones analizadas

cinematicamente y, posteriormente, como sistemas dinámicos en los que sus fuerzas estáticas y dinámicas producidas por esas aceleraciones son analizadas mediante principios de cinética.

La educación ingenieril ocupa temas de análisis, lo que significa descomponer, desarmar, descomponer en sus partes constituyentes. Esto es muy necesario. El ingeniero debe saber cómo analizar sistemas de varios tipos, mecánicos, eléctricos, térmicos o fluidos. El análisis requiere un completo conocimiento tanto de las técnicas matemáticas apropiadas, como de la física fundamental de la función del sistema. Pero antes de cualquier sistema pueda ser analizado, debe existir, y una hoja de papel en blanco proporciona poca sustancia para el análisis. Así, el primer paso en cualquier ejercicio de diseño de ingeniería es el de síntesis, que significa conjuntar.

El ingeniero de diseño, en la práctica, sin importar la disciplina, continuamente enfrenta el reto de estructurar problemas no estructurados. De manera invariable, el problema tal como es planteado al ingeniero está mal definido e incompleto.

Antes de que se intente analizar la situación primero se debe definir con cuidado el problema, mediante un método preliminar de ingeniería, para garantizar que cualquier solución propuesta resolverá correctamente el problema. Existen muchos ejemplos de excelentes soluciones de ingeniería que al final fueron rechazadas porque resolvían el problema de manera incorrecta, es decir, no resolvían el problema que el cliente realmente tenía.

“En todo sistema industrial, los circuitos de control constantemente reciben y procesan información sobre las condiciones del sistema, tal información representa situaciones tales como las posiciones mecánicas de las partes móviles; la velocidad de flujo de los fluidos; las fuerzas ejercidas sobre distintos sensores; las velocidades de movimiento, etcétera” (Maloney, 2005)

### **3.1.2 Motores Eléctricos**

El tipo de motor que se estaba analizando era un motor de inducción trifásico de 5 hp. Por lo cual había que hacer un análisis respectivo del mismo para poder colocar los dispositivos adecuados y controlar su velocidad y su arranque.

Según (Chapman, 2012) una máquina que solo tiene un conjunto continuo de devanados de amortiguamiento se llama máquina de inducción. Se les llama máquina de inducción. Se les llama así porque el voltaje en el rotor (que produce la corriente y el campo magnético del rotor) se induce en los devanados del motor de inducción es que no se necesita de corriente de campo de corriente directa para que le maquina funcione.

La operación de los motores de inducción es básicamente igual a la de los motores síncronos con devanados de amortiguamiento. Se puede describir a un motor de inducción básicamente como un transformador rotatorio. Su entrada es un sistema trifásico de voltajes y corrientes.

Para evitar las corrientes de magnetización excesivas, se acostumbra disminuir el voltaje aplicación al estator en proporción directa con la disminución de la frecuencia siempre que esta caiga por debajo del valor de la frecuencia nominal del motor.

El control que se prefiere hoy en día para controlar la velocidad de los motores de inducción son los controladores de frecuencia variable para motores de inducción de estado sólido. El controlador es muy flexible: su potencia de entrada puede ser monofásica o trifásica, a 50 o 60 Hz y entre 208 y 230 V. La forma de salida de este controlador es un conjunto de voltajes trifásicos cuya frecuencia puede variar entre 0 y 120 Hz y cuyo voltaje puede variar de 0 V hasta el voltaje nominal del motor.

En este caso en específico habrá que analizar que el controlador de frecuencia que necesitamos su entrada debe ser de 60 Hz, que es la frecuencia que se maneja en América del Norte, y a 230 V trifásico que el voltaje de alimentación que se maneja en Intrefica.

La frecuencia de salida del controlador se puede mejorar de manera manual con un control montado en el gabinete de mando o remotamente con una señal de voltaje o corriente externos. La capacidad para ajustar la frecuencia del controlador en respuesta a alguna señal externa es muy importante, puesto que permite que una computadora o controlador de procesos externos regule la velocidad del motor de acuerdo con las necesidades generales de la planta en la que esté instalado.

## **3.2 ALAMBRE DE PUAS**

### **3.2.1 Historia**

Este tipo de alambradas fueron descubiertas accidentalmente al juntar en poco espacio restos de alambradas tradicionales dañadas por ataques de infantería. Hoy en muchos lugares del mundo este alambre se utiliza para dividir fronteras o cercar lugares restringidos evitando así la entrada de intrusos.

El estilo más moderno de este tipo de alambres usa unas láminas afiladas de alambre, soldadas a un alambre.

(Harford, 2017) nos dice en su nota para la BBC sobre: " 50 cosas que hicieron cambiar la economía moderna":

Cuenta la historia que a finales de 1876 un hombre joven llamado John Warne Gates construyó un corral de alambre en una plaza militar de San Antonio, Texas, en Estados Unidos. En él metió el ganado más fuerte y salvaje de Texas, o al menos así lo describió él. Otros afirman que eran

animales dóciles y hay quienes incluso dudan si esta historia realmente ocurrió. Pero no importa. El asunto es que John Warne Gates -quien luego se ganaría el apodo de "Apuesto un millón" Gates- comenzó a aceptar apuestas de transeúntes sobre si los animales lograrían romper el aparentemente frágil alambrado y salir del corral. No lo lograron nunca. Ni siquiera cuando el ayudante de Gates, un vaquero mexicano, comenzó a perseguir a los animales sosteniendo un hierro caliente en cada mano y gritando en español. "Apuesto un millón" Gates no estaba tan interesado en ganar apuestas. Su desafío era más grande. Quería vender un nuevo tipo de alambre y los pedidos comenzaron a llover. La publicidad aseguraba que este alambre era "El más grande descubrimiento de la época". Gates lo describía de forma más poética: "Más liviano que el aire, más fuerte que el whisky, más barato que el polvo". Nosotros lo conocemos simplemente como alambre de púas. Llamar al alambre de púas el más grande descubrimiento de la época es algo exagerado, incluso si tenemos en cuenta que en ese momento los publicistas no sabían que Alexander Graham Bell estaba a punto de patentar su teléfono. Sin embargo, aunque ahora nos es fácil entender cómo el teléfono transformó el mundo, lo cierto es que el alambre de púas generó cambios enormes en el Lejano Oeste de EE.UU. y de forma mucho más rápida. El diseño creado por Joseph Glidden de DeKalb, Illinois, no fue el primero, pero sí el mejor. Es el que aún se usa hoy en granjas de todo el mundo. El alambre puntudo se retuerce alrededor del alambre liso y luego se usa un segundo alambre para evitar que las púas se corran de lugar. Los granjeros lo compraron en masa. Tenían sus motivos para estar desesperados por conseguir alambre de púas.

### **3.2.2 Tipos de Alambres de Púas**

En el mercado encontramos muchos tipos de alambres de espino, los cuales los podemos distinguir principalmente en dos tipos: el galvanizado y el plastificado verde.

El alambre de púas galvanizado es el más utilizado debido a que su precio es mucho más económico. Por el contrario, el plastificado en ciertas situaciones puede resultar más agradable para la vista.

También distinguimos los diferentes modelos de alambradas según el número de púas, la separación entre las púas y la calidad y grosor del alambre.

Las diferentes características marcarán la calidad y seguridad que nos ofrecerá la alambrada de espino, a la vez que también influirán en el precio. La elección de uno u otro dependerá de las necesidades de cada usuario.

Lo más importante es seleccionar un rollo de alambre de espino de calidad fabricado en acero de alta resistencia, que nos ofrezca la seguridad y efectividad que necesitamos.



# INTREFICA

INDUSTRIA DE TREFILADO DE CENTROAMERICA

Galvanizados y  
Trefilados

# INTREFICA

La Empresa

Productos

Contactos

English

## Productos : Alambres de Púas

Galvanizado Clase I, III y Comercial bajo norma STM A641

Calibres 12.5; 13.5; 15.5; y 16 AWG

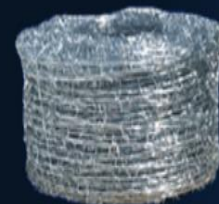
Rollos desde 167 mts a 335 mts (200 - 400 varas)



Alambre de Púas Brahma



Alambre de Púas Trefica



Alambre de Púas Iowa



MARCA	USOS	DIMENSIONES	PRESENTACION	RECUBRIMIENTO
<b>BRAHMAN</b>	Cercas perimetrales, cercas eléctricas ganaderas, potreros, agrícolas, cercas de seguridad.	Guía 1.47mm (16½ AWG), púas 1.37mm (17AWG), resistencia de alambre de 110 - 130 kg/mm <sup>2</sup>	Rollos de 335 Mts. (400 Varas) Distancia entre púas 12.7 cms (5 pulgadas)	Recubrimiento de Zinc según norma ASTM-A641 clase comercial
<b>TREFICA</b>	Cercas perimetrales, cercas eléctricas ganaderas, potreros, agrícolas, cercas de seguridad para la exposición en ambientes húmedos y salinos, logrando mayor resistencia a la corrosión.	Guía 1.47mm (16½ AWG), púas 1.37mm (17AWG), resistencia de alambre de 110 - 130 kg/mm <sup>2</sup>	Rollos de 335 Mts. (400 Varas) Distancia entre púas 12.7 cms (5 pulgadas)	Recubrimiento de Zinc según norma ASTM-A641 clase III o tipo A.
<b>IOWA</b>	Cercas perimetrales, cercas eléctricas ganaderas, potreros, agrícolas, cercas de seguridad.	Guía 1.65mm (15¼ AWG) hasta 2.68 mm (12AWG) resistencia de alambre de 40 -50 kg/mm <sup>2</sup>	Rollos de 335 Mts. (400 Varas) Distancia entre púas 12.7 cms (5 pulgadas) ó requisición del cliente.	Recubrimiento de Zinc según norma ASTM-A641 clase comercial

www.intrefica.com

Ilustración 2 Tipos de Alambres de Púas producidos en Intrefica

### **3.3 VARIADORES DE FRECUENCIA YASKAWA**

La V1000 es una unidad vectorial compacta de clase mundial que define un nuevo estándar mundial. Las demandas de una producción eficiente y una mejor mantenibilidad van en aumento, impulsadas por la competencia global. Yaskawa paga la promesa de tener el control de los productos que hacen que las empresas se muevan. El equilibrio óptimo de entrada de energía, producción del producto, riesgo de mantenimiento y larga vida se alcanza con Yaskawa. La V1000 es la unidad insignia de la familia V1000, que también incluye la V1000-4X.

¿Qué es un variador de frecuencia?

Los variadores de frecuencia son sistema utilizados para el control de la velocidad rotacional de un motor de corriente alterna. Un variador de frecuencia son vertientes de un variador de velocidad, ya que llevan un control de frecuencia de alimentación, la cual se suministra por un motor.

¿Cómo funciona un variador de frecuencia?

Se alimenta al equipo con un voltaje de corriente alterna (CA), el equipo primero convierte la CA en corriente directa (CD), por medio de un puente rectificador (diodos o SCR's), este voltaje es filtrado por un banco de capacitores interno, con el fin de suavizar el voltaje rectificado y reducir la emisión de variaciones en la señal; posteriormente en la etapa de inversión, la cual está compuesta por transistores (IGBT), que encienden y apagan en determinada secuencia (enviando pulsos) para generar una forma de onda cuadrada de voltaje de CD a un frecuencia constante y su valor promedio tiene la forma de onda senoidal de la frecuencia que se aplica al



motor. El proceso de conmutación de los transistores es llamado PWM "Pulse Width Modulation" Modulación por ancho de pulso.

#### Aplicaciones y usos de los variadores de frecuencia

Tanto arrancadores como variadores de frecuencia consiguen eliminar las sacudidas mecánicas que se producen en los arranques y paradas. Además, los variadores ofrecen muchas más posibilidades.

Los variadores de velocidad son dispositivos que permiten variar la velocidad y la acopla de los motores asíncronos trifásicos, convirtiendo las magnitudes fijas de frecuencia y tensión de red en magnitudes variables. Generalmente se utilizan en los siguientes casos:

- Dominio de par y la velocidad
- Regulación sin golpes mecánicos en arrancada y parada
- Movimientos complejos, cuando se necesita tener control sobre ciertas variables
- Ahorro energético en aplicaciones de ventilación, bombas de trasiego de agua en la que se adecua la velocidad de los motores a las necesidades del momento.

Los variadores de velocidad se emplean en una amplia gama de aplicaciones industriales, como en ventiladores y equipo de aire acondicionado, equipo de bombeo, bandas y transportadores industriales, elevadores, llenadoras, tornos y fresadoras..



*Ilustración 3 Variador  
Standard Yaskawa V1000*

#### Ventajas de utilizar variadores de frecuencia

- Instalación y mantenimiento sencillo ya que la conexión del cableado es muy sencilla.
- Aumenta la vida útil del motor al permitir arranques y frenados suaves, progresivos y sin saltos
- Protege el motor, puede detectar y controlar la falta de fase a la entrada y salida del equipo
- Limita la corriente de arranque
- Permite el control de rampas de aceleración y deceleración regulables en el tiempo
- Puede controlarse a través de un PLC
- Se consigue un importante ahorro de energía en algunas aplicaciones
- Se obtiene un mayor rendimiento del motor
- Permite ver y controlar las variables

### **3.4 EQUIPO**

### 3.4.1 Pantalla(USP-070-B08 )y PLC(CPU USC-P-B10) integrados Unitronics





Ilustración 5 Pantalla Y PLC integrado Unitronics

#### UniStream™ CPU-for-Panel

Unitronics' UniStream™ platform comprises control devices that provide robust, flexible solutions for industrial automation. This guide provides basic installation information for the UniStream™ CPU-for-Panel. Technical specifications may be downloaded from the Unitronics website.

The UniStream™ platform comprises CPU controllers, HMI panels, and local I/O modules that snap together to form an all-in-one Programmable Logic Controller (PLC). Expand the I/O configuration using a Local Expansion Kit or remotely via CANbus.

**CPU-for-Panel** CPUs are Programmable Logic Controllers (PLCs), the heart of the UniStream™ platform. The CPU-for-Panel cannot operate independently. It must be plugged into the back of a UniStream™ HMI panel. The panel provides the CPU's power source. The CPU-for-Panel comprises:

- IO/COM Bus connector for interfacing Uni-I/O™ & Uni-COM™ modules
- Isolated RS485 and CANbus ports
- Backup battery

**HMI Panels** Available in different dimensions

A high-resolution touch screen provides the operator interface for the system and the physical foundation for a PLC+HMI+I/Os all-in-one controller. The DIN-rail structure on the panel's back is designed to physically support a CPU-for-Panel controller, Uni-I/O™ and/or Uni-COM™ modules. Each panel comprises:

- AUX connector to support the CPU
- 1 audio-out 3.5mm jack
- 1 microSD slot
- 2 type A, USB host ports and 1 Mini-B USB device port
- 2 Ethernet ports, RJ45, 10/100 Mbps
- 1 power input connector, 12/24 VDC

**I/O Options** Integrate I/Os into your system by using:

- On-board I/Os: snap onto the panel for an all-in-one configuration
- Local I/O via a Local Expansion Kit
- Remote I/O via EX-RC1



**Programming Software** All-in-one UniLogic™ software, for hardware configuration, communications, and HMI/PLC applications, available as a free download from Unitronics web site.

#### Installation guide USC-P-B10

#### Kit Contents

- 1 CPU-for-Panel
- 1 lithium battery, 3V, CR2032. The battery is installed; pull out plastic tab to activate it.
- 1 RS485 terminal block
- 1 CANbus terminal block
- 1 CANbus termination resistor
- 1 set of module numbering stickers. Numbering instructions are in Uni-I/O™ & Uni-COM™ module installation guides.

#### CPU-for-Panel Diagram

**CPU-for-Panel Front and Rear View**

1 DIN-rail clips	5 RS485 connector
2 Battery pull-tab (remove during installation)	6 RS485 termination selection DIP switch
3 Battery compartment cover	7 CANbus connector
4 IO/COM Bus connector, shipped covered. Leave covered when not in use.	8 CPU door
	9 CPU connector to panel

#### Installation Space Considerations

Allocate space for:

- The HMI Panel including the CPU and any modules that will be installed on it
- Opening the doors of the CPU and modules

For exact dimensions, please refer to the Mechanical Dimensions shown below.

Ilustración 4 Datos de CPU de la pantalla

“La programación de un autómeta consiste en el establecimiento de una sucesión ordenada de instrucciones que están disponibles en el sistema de programación y que resuelven el control sobre un proceso determinado. No existe una descripción única para cada lenguaje, sino que cada fabricante utiliza una denominación particular para las diferentes instrucciones y una configuración particular para representar las diferentes variables internas y externas.” (Romero, Lorite, & Montoro, 1994)

“Para la construcción de sistemas industriales la toma de decisiones del sistema se lleva a cabo por instrucciones codificadas que se almacenan en un chip de memoria y se ejecutan en un microprocesador. Si el sistema de control necesita modificarse, solo se cambian las instrucciones codificadas. Tales cambios se denominan cambios de software, y son implementados rápida y fácilmente. Por lo tanto, nos referimos a tales sistemas como sistemas programables. Si todos los componentes necesarios de control se ensamblan y venden como una unidad completa, la unidad se conoce como un controlador lógico programable.” (Maloney, 2006)

### **3.4.2 Sensor Inductivo Pepperl Fuchs (NBN2-8GM40-E2-V1)**



*Ilustración 6 Sensor Inductivo Pepperl Fuchs*

Un sensor se refiere a un elemento que produce una señal relacionada con la cantidad que se está midiendo. Con frecuencia se utiliza el término transductor en vez de sensor, se define como el elemento que al someterlo a un cambio físico experimenta un cambio relacionado. El término digital se emplea cuando los sistemas ofrecen salidas que son digitales por naturaleza, por ejemplo, una secuencia de señales encendido/apagado. (Bolton, Diaz, Luz, & Gianneto, 2000)

#### Principio de Funcionamiento

Un capacitor o condensador es un dispositivo electrónico conformado por dos placas metálicas llamadas electrodos, que almacena energía eléctrica. En su construcción, un capacitor puede tener los electrodos separados por aire o por un material aislante, también llamado dieléctrico.

Los sensores inductivos se utilizan para medir la posición o la velocidad, especialmente en entornos complicados. (Zettlex, 2015)

Los sensores inductivos son una clase especial de sensores que sirve para detectar materiales ferrosos.

#### 3.4.3 Encoder Pepperl Fuchs

- Encoder magnético ENA58IL: Perfecting precision.



*Ilustración 7 Encoder Magnético*

Tecnología de encoder magnético de Pepperl+Fuchs. Perfeccionar la precisión, capitalizar la flexibilidad y aumentar la vida útil: la nueva serie de encoders magnéticos ENA58IL cumple todos estos criterios. Los potentes encoders funcionan mediante un principio de detección magnética altamente eficiente que combina por primera vez un sensor Hall y un sensor Wiegand. La tecnología sin contacto se caracteriza por una precisión y robustez únicas, incluso en los entornos industriales más exigentes. Logre un nuevo nivel de fiabilidad y rendimiento en su planta.

- Encoder incremental para aplicaciones estándar RSI58N



*Ilustración 8 Encoder Incremental*

Este encoder incremental está disponible en un diseño de eje semihueco con un eje de 10 mm en un diámetro de x 20 mm o con un eje de 12 mm en un diámetro de x 20 mm. El encoder se mantiene en su lugar gracias a un bloqueo de par incluido. La conexión eléctrica se realiza mediante un conector redondo de 8 o 12 clavijas. También se puede adquirir una versión con un conector para cable.

#### **3.4.4 Relevadores**

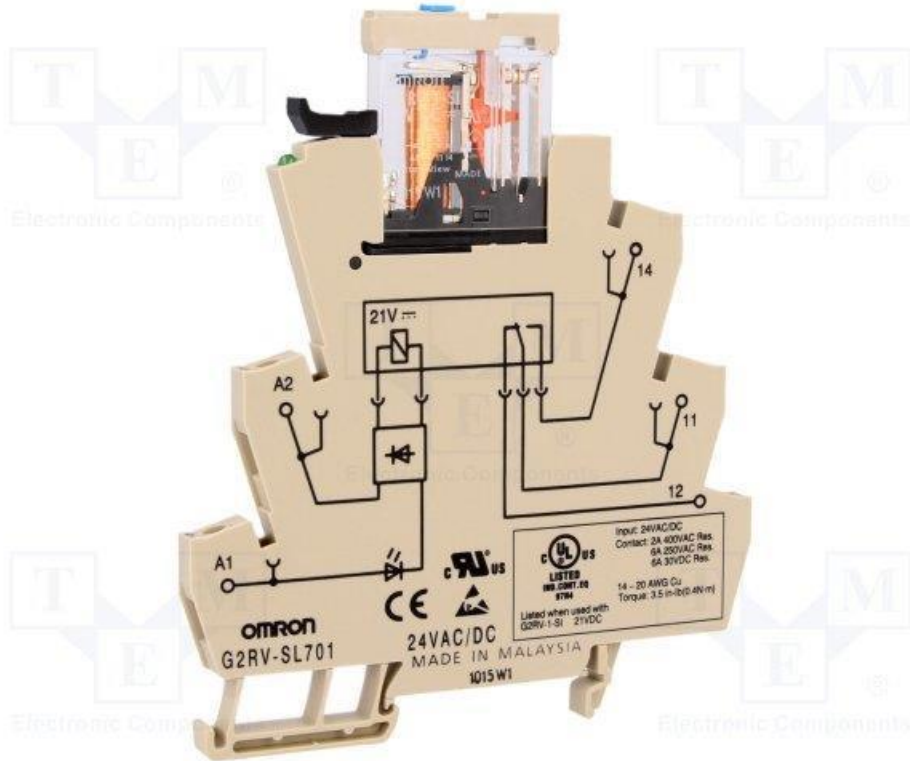
Es un interruptor cuyo control corre por cuenta de un circuito eléctrico. Desarrollado en la primera mitad del siglo XIX por el físico norteamericano Joseph Henry, a través de una bobina y un electroimán incide sobre diversos contactos para la apertura o el cierre de otros circuitos, que funcionan de manera independiente.

Lo que hace la bobina es crear un campo magnético que lleva los contactos a establecer una conexión. El electroimán, por su parte, permite el cierre de los contactos. De esta forma, el relevador actúa como un interruptor que puede fomentar el paso de la corriente eléctrica o su interrupción.

Los relevadores, en definitiva, permiten desarrollar una conmutación a distancia, controlando altas tensiones con un bajo voltaje en retorno. También sirven para interrumpir la alimentación de corriente alterna. Los automóviles y las centrales telefónicas, por ejemplo, cuentan con relevadores.

En palabras más sencillas, el relevador permite controlar una gran cantidad de electricidad operando con una cantidad muy pequeña. Se trata de instrumentos que brindan una mayor seguridad en distintos dispositivos que funcionan con el uso de energía eléctrica, ya que sus contactos permiten abrir o cerrar circuitos eléctricos (es decir, generar o interrumpir la conexión).

De acuerdo a lo que demora la desactivación y activación, la intensidad que toleran y la cantidad de contactos, es posible clasificar los relevadores de diferentes formas, como se puede apreciar a continuación.



*Ilustración 9 Relé 24V AC/DC*

### 3.4.5 Servomotor Yaskawa (SGMSV)



**SGMSV-70A3A61**

*Ilustración 10 Servomotor Yaskawa*



- Baja inercia
- Encóder serial de alta resolución montado: 20 bits
- Velocidad máxima: 5000 rpm
- Amplia selección: 1 - 7kW
- Opciones de retención de frenos y sellos de eje disponibles
- Estructura protectora: IP67

Un servomotor es un tipo especial de motor que permite controlar la posición del eje en un momento dado. Está diseñado para moverse determinada cantidad de grados y luego mantenerse fijo en una posición.

#### **3.4.6 Servo amplificador Yaskawa (SGDV MP2600iec)**



*Ilustración 11 Servo drive  
Yaskawa*

El servoamplificador sirve para suministrar corriente al motor y accionarlo. Sin embargo, las prestaciones van mucho más allá: posicionar (controlado a través del bus o de entradas) recorrido de diferentes secuencias de desplazamiento regulación de revoluciones regulación del par de giro función de reductor eléctrico. Los interfaces disponibles confieren el carácter abierto necesario para comunicarse con muchos controles. Las funciones de los servoamplificadores son, además, compatibles con casi todos los motores y sistemas de retroalimentación y tienen excelentes características de regulación. (Yaskawa,2016)

Segun (Pilz, 2017) da a conocer lo siguiente sobre los servo amplificadores.

Ventajas de los Servoamplificadores:

- Conexión directa de todos los sistemas de retroalimentación del mercado para la operación de las más diversas tecnologías de motor
- Reacción flexible a cambios de formato y números de ciclo más altos gracias a una moderna tecnología de servosistemas
- Mayor disponibilidad de la máquina por efecto de funciones de seguridad avanzadas (prevención de paradas)
- Máxima seguridad hasta PL e junto con la tarjeta de seguridad, independientemente de la retroalimentación (PMCprotego D)
- Balance energético óptimo gracias al acoplamiento de circuito intermedio con circuito autorregulador inteligente, ausencia de circuitos de autorregulación externos
- Asesoramiento y asistencia personalizada desde el dimensionado del accionamiento hasta la puesta en marcha

Características de los servoamplificadores:

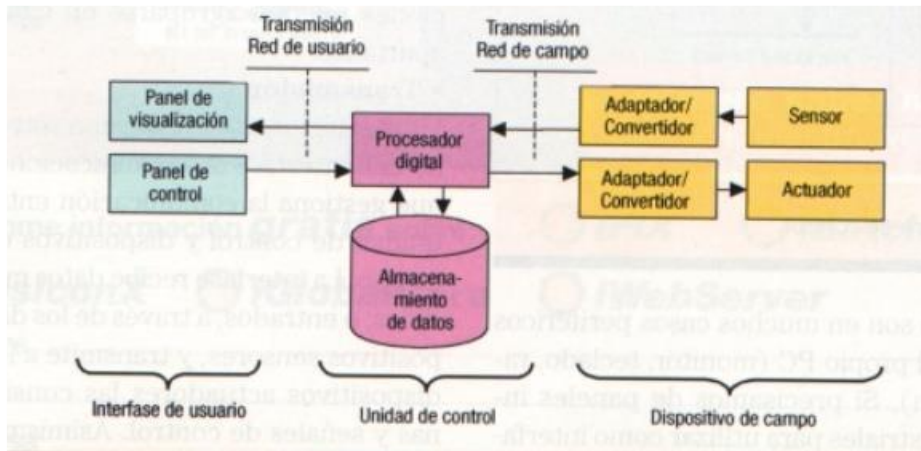
- Arquitectura de hardware y software flexible
- Introducción rápida y sencilla, documentación de proyecto de disposición clara gracias a un software de operador cómodo y comprensible
- Rango de tensión amplio, de 230 a 480 V (+/- 10%)
- Numerosas posibilidades de control y consulta de estado facilitan la integración en el diseño de la máquina
- Posicionamiento preciso y regulación superdinámica mediante resolver o sistemas seno-coseno de alta resolución
- Puesta en marcha y diagnóstico rápidos mediante servoamplificador

### **3.5 SCADA**

Proviene de las siglas de Supervisory Control And Data Acquisition (Adquisición de datos y supervisión de control). Es una aplicación software de control de producción, que se comunica con los dispositivos de campo y controla el proceso de forma automática desde la pantalla del ordenador. Proporciona información del proceso a diversos usuarios: operadores, supervisores de control de calidad, supervisión, mantenimiento, etc.

“Todos los sistemas de control que se engloban dentro del primer modelo reciben el nombre de Sistemas de Regulación en Lazo Abierto. Se basan en el diseño adecuado de los parámetros y las condiciones de trabajo del elemento control para que éste sea capaz de mantener el sistema controlado dentro de los límites deseados.” (Rodríguez Penin, Sistemas SCADA, 2000)

Los sistemas de interfaz entre usuario y planta basados en paneles de control repletos de indicadores luminosos, instrumentos de medida y pulsadores, están siendo sustituidos por sistemas digitales que implementan el panel sobre la pantalla de un ordenador. El control directo lo realizan los controladores autónomos digitales y/o autómatas programables y están conectados a un ordenador que realiza las funciones de diálogo con el operador, tratamiento de la información y control de la producción, utilizando el SCADA.



*Ilustración 12 Esquema básico de un sistema SCADA*

### 3.5.1 Funciones Principales

- Adquisición de datos, para recoger, procesar y almacenar la información recibida.
- Supervisión, para observar desde un monitor la evolución de las variables de control.
- Control, para modificar la evolución del proceso, actuando bien sobre los reguladores autónomos básicos (consignas, alarmas, menús, etc.) bien directamente sobre el proceso mediante las salidas conectadas.
- Transmisión de información con dispositivos de campo y otros PC.
- Base de datos, gestión de datos con bajos tiempos de acceso. Suele utilizar ODBC.
- Presentación, representación gráfica de los datos. Interfaz del Operador o HMI (Human Machine Interface).
- Explotación, de los datos adquiridos para gestión de la calidad, control estadístico, gestión de la producción y gestión administrativa y financiera.

## **3.6 WEB SERVER**

“Desde los inicios de Internet, fueron surgiendo diferentes demandas por los usuarios y se dieron soluciones mediante lenguajes estáticos. A medida que paso el tiempo, las tecnologías fueron desarrollándose y surgieron nuevos problemas a dar solución. Esto dio lugar a desarrollar lenguajes de programación para la web dinámicos, que permitieran interactuar con los usuarios y utilizaran sistemas de Bases de Datos.” (Perez Valdes, Maestros Web, 2007)

En primer lugar, debemos de crear una página HTML donde pondremos una variable para leer y otra para escribir del PLC, puede ser tanto una variable de un DB, una marca o lo que queramos.

### **3.6.1 Lenguaje HTML**

“Los diseñadores utilizan el lenguaje HTML para crear sus páginas web, los programas que utilizan los diseñadores generan páginas escritas en HTML y los navegadores que utilizamos los usuarios muestran las páginas web después de leer su contenido HTML”. (Introduccion a XHTML, Eguiluz, 2002)

Desde el surgimiento de internet se han publicado sitios web gracias al lenguaje HTML. Es un lenguaje estático para el desarrollo de sitios web (acrónimo en inglés de HyperText Markup Language, en español Lenguaje de Marcas Hipertextuales). Desarrollado por el World Wide Web Consortium (W3C). Los archivos pueden tener las extensiones (htm, html).

Ventajas:

- Sencillo que permite describir hipertexto.
- Texto presentado de forma estructurada y agradable.
- No necesita de grandes conocimientos cuando se cuenta con un editor de páginas web o WYSIWYG.

- Archivos pequeños.
- Despliegue rápido.
- Lenguaje de fácil aprendizaje.
- Lo admiten todos los exploradores.

Desventajas:

- Lenguaje estático.
- La interpretación de cada navegador puede ser diferente.
- Guarda muchas etiquetas que pueden convertirse en “basura” y dificultan la corrección.
- El diseño es más lento.
- Las etiquetas son muy limitadas.

### **3.6.2 Lenguaje Javascript**

“Este es un lenguaje interpretado, no requiere compilación. Fue creado por Brendan Eich en la empresa Netscape Communications. Utilizado principalmente en páginas web. Es similar a Java, aunque no es un lenguaje orientado a objetos, el mismo no dispone de herencias. La mayoría de los navegadores en sus últimas versiones interpretan código Javascript.” (JavaScript: The Definitive Guide, David Flanagan,2008)

El código Javascript puede ser integrado dentro de nuestras páginas web. Para evitar incompatibilidades el World Wide Web Consortium (W3C) diseño un estándar denominado DOM (en inglés Document Object Model, en su traducción al español Modelo de Objetos del Documento).

#### Ventajas:

- Lenguaje de scripting seguro y fiable.
- Los scripts tienen capacidades limitadas, por razones de seguridad.
- El código Javascript se ejecuta en el cliente.

#### Desventajas:

- Código visible por cualquier usuario.
- El código debe descargarse completamente.
- Puede poner en riesgo la seguridad del sitio, con el actual problema llamado XSS (significa en inglés Cross Site Scripting renombrado a XSS por su similitud con las hojas de estilo CSS).

## **IV. METODOLOGIA**

### **4.1 VARIABLES DE INVESTIGACION**

“Las variables en la investigación, representan un concepto de vital importancia dentro de un proyecto. Las variables, son los conceptos que forman enunciados de un tipo particular denominado hipótesis” (Wigodski, 2010)

#### **4.1.1 Variables independientes**

La variables independientes del proyecto son:

- La maquinaria,
- Los mecanismos
- El motor

De esto se derivan todas las demás variables. Es necesaria la investigación de cada una de ellas para encontrar la manera de llevar el proceso a su máxima eficiencia.

#### **4.1.2 Variables dependientes**

La variable dependiente no se manipula, sino que se mide para ver el efecto que la manipulación de la variable independiente tiene en ella.

- PLC y pantalla, la elección del mismo depende del tamaño de la planta, de la cantidad de líneas de programación, cantidad de entradas y salidas. Se puede considerar el cerebro del proyecto debido a que controla las vueltas del servomotor.
- Programación, la programación va de acuerdo a los cálculos y mediciones necesarios para obtener los resultados de control y calidad.
- Sensor y encoder, reflejan la posición 0 del servomotor de modo que no siga girando cuando el martillo que sostiene el cable lo suelta para que el entorchado se realice correctamente, ambos funcionan juntos de manera que envían las señales de posición del servomotor al PLC



- Servomotor, se desmontó la corona de la maquinaria y se agregó un juego de bandas y poleas para poder realizar la misma función de la corona.

## **4.2 ENFOQUE Y METODOS**

“Es considerable el desacuerdo existente respecto a la adecuación de métodos diversos y posiciones metodológicas para realizar la investigación evaluativa. Uno de los debates actuales, de intensidad creciente, se centra en la diferencia entre métodos cuantitativos y cualitativos.” (Reichardt, 1982).

Por métodos cuantitativos los investigadores se refieren a las técnicas experimentales aleatorias, cuasi-experimentales, tests “objetivos” de lápiz y papel, análisis estadísticos multivariados, estudios de muestras, etc. En contraste, y entre los métodos cualitativos, figuran la etnografía, los estudios de caso, las entrevistas en profundidad y la observación participativa.

Para la realización de este proyecto se utilizó el método mixto el cual combina características de ambos enfoques:

Enfoque Cuantitativo: Mediante la recopilación de datos en el proceso de una planta se analizó las ventajas del sistema a implementarse.

Enfoque Cualitativo: Se involucró como participantes en la investigación a los operadores y supervisores, ya que ellos contaban con un mayor conocimiento de las necesidades o problemas que se generan dentro de la planta.

## **4.3 TECNICAS DE INVESTIGACION**

### **4.3.1 Reuniones con el Personal**

Para conocer las experiencias de los participantes, se realizaron varias conferencias con los operadores y supervisores encargados de la planta. Su rol fue fundamental ya que aportaron la información necesaria para conocer el funcionamiento de todo el proceso.

### **4.3.2 Pruebas de los Paneles de Control**

Se realizaron diversas pruebas de conexión y programación, debido a que CILASA no dispone de un laboratorio, y mucho menos de una fuente de alimentación de 230 V trifásico, se realizaron las pruebas en una empresa amiga, INDEPLAST, que si disponían de los recursos para realizar dichas pruebas.

### **4.3.3 Pruebas de Comunicación de Servo drive a servo motor**

Se hicieron las conexiones respectivas de manera correcta asegurándonos que no existiera ningún mal contacto. Nos aseguramos de que todo estuviera correctamente instalado en el panel de control y que no faltara ningún dispositivo. El servo drive tenía el firmware actualizado en la versión 3.2.0; debido a que las versiones de los servos amplificadores de las otras maquinarias, donde ya están instaladas y funcionando tienen una versión desactualizada que es la versión 3.0.3, se decidió bajarle la actualización a esta misma también. Al momento de probar y correr el programa el servo motor hacía un sonido muy extraño, de momento no se sabía que era. Se revisó las conexiones y la comunicación entre el motor y el drive y también del PLC y todo estaba en perfectas condiciones, pero el motor seguía haciendo un ruido extraño; lo ignoramos y solo nos aseguramos de que hubiera comunicación.

#### 4.4 FUENTES DE INFORMACION

Para el desarrollo de la investigación se utilizó una variedad de fuentes de información. Los libros tanto electrónicos como físicos fueron la fuente primaria, asimismo las reuniones con el personal y el acceso a los registros de anteriores lotes de producción. Así mismo diversos artículos y blogs acerca del tema.

#### 4.5 CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES

Actividades	Semanas									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Investigacion de las formulas para caluclos necesarios. Analisis de Mecanismos y Maquinaria.	■	■								
Mejoras al desarrollo de la Programacion.		■	■							
Pruebas de conexión y comunicación.		■	■							
Instalacion de la Máquina. Puesta en marcha del sistema.				■	■					
Prueba de maquinaria. Analisis de Instalacion						■				
Calculo de mejoras y analisis de errores.							■			
Implementacion de mejoras y correccion de errores								■	■	
Análisis preliminares de los resultados del sistema										■

*Tabla 2 Cronograma de Actividades*

## V. RESULTADOS Y ANALISIS

### 5.1 MEJORAS EN EL PROCESO

Gracias a la implementación del método y al seguimiento e implicación por parte de los operarios, se consiguió disminuir significativamente el tiempo de parada por mantenimiento para cada una de las máquinas que producen alambre de púas.



*Ilustración 13 Maquina para alambre de púas con Corona*

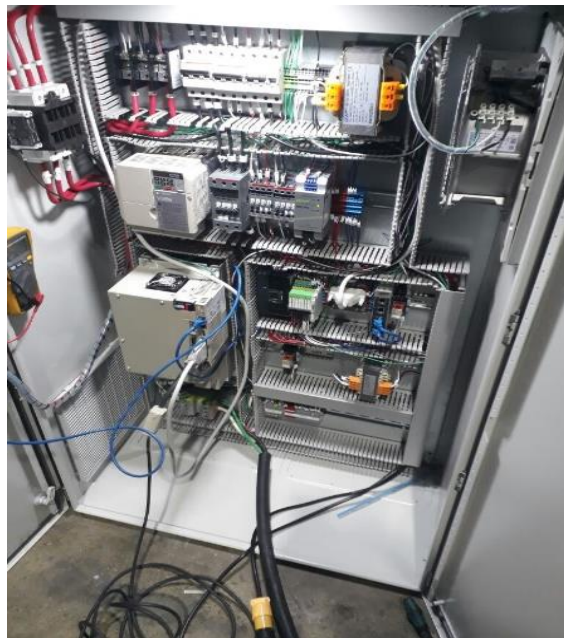


*Ilustración 14 Maquina para alambre de púas con servomotor*

Debido a que el servomotor solo utiliza un juego de poleas con una banda, facilita el mantenimiento y disminuye los costos. A diferencia de la corona puesta en la maquina que en caso de darle un mantenimiento habria que parar la maquina, desmontar la corona, desarmarla para remover la parte de dañada, realizar un diseno de la pieza dañada y crear la pieza en el taller de tornos ya que esas piezas en especifico de la corona no se venden en el mercado, por el hecho de estar obsoleta, ellos mismo tienen que fabricar sus repuestos, perdiendo así mas tiempo y dinero.

## **5.2 CONTROL DE DATOS Y CALIDAD**

A la hora de implantar cualquier método de control de la eficiencia, productividad y, en general, a la hora de lanzar cualquier estudio es indispensable que los datos sean fiables, correctos y que su forma de recolección esté definida y procedimentada.



*Ilustración 15 Panel Eléctrico de la Maquina (Servo Drive y Variador de frecuencia)*



*Ilustración 16 Implementación de cambio a Servomotor*

Con la implementación del servomotor, el servo drive, y el PLC se puede controlar el número de púas en un rollo de alambre, se puede contar cuantas púas habrá en un rollo de alambre y se cuenta cuantos rollos se han hecho. Además de que está programado por turnos ya que las maquinas pasan trabajando las 24 horas del día.

Se logró optimizar los tiempos de parada por mantenimiento puesto que si el servo motor falla, (en caso de que fallase) solo pueden arruinarse 2 cosas: los dientes del engranaje o el servomotor en sí. En caso de que una de las dos cosas suceda ambas están a la venta en el mercado y pueden comprarse rápidamente y remplazarse rápidamente. De momento la instalación es demasiado nueva como para que fallase, pero ya se realizó el análisis y los resultados fueron entregados.



*Ilustración 17 Parámetros de giro para el servomotor*

Para poder lograr contar el numero de puas de cada rollo de alambres fue sencillo puesto que solo habia que contar cada vez que el servomotor hacia un giro, ya que al servomotor hacer el giro enrollaba el alambre, cuando se hacia el enrollado hacia un lado se colocaba la pua, luego el servomotor giraba hacia el sentido contrario y se colocaba otra pua, de modo que no se deshilara el rollo de alambres para formar una especie de nudo llamado entorchado, asi quedaba bien asegurado el rollo de alambres.

“La recogida de datos es la base de cualquier estudio y la precisión y la procedimentación del método de recogida condicionará el grado de fiabilidad de los resultados.” (T. D. Cook, Métodos cualitativos y cuantitativos en investigación evaluativa, 1986)

Cada estacion de maquinas tenian su propia torres de luz como un indicador de lo que estaba sucediendo en dicha estacion. Para asegurarnos de que el proceso del enrollado de alambre estaba en orden, colocamos algunos parametros en cada

estacion para que el operario supiera el estado del proceso, como se muestra en la imagen.

COLOR	ESTADO LUCES	ESTADO DE LA MAQUINA	¿FALLAS?
ROJO	CONTINUO	LA MÁQUINA ESTÁ PARADA.	NO
RO JO	INTERMITENTE	FALLA EN EL VARIADOR DE FRECUENCIA O EN EL SERVOMOTOR. PRESIONAR EL BOTÓN "RESET FALLAS".	SI
AMARILLO	CONTINUO	LA MÁQUINA COMPLETÓ EL ROLLO. HACER CAMBIO DEL ENROLLADOR Y PRESIONAR EL BOTÓN "RESET CONTADOR".	NO
AMAR ILLO	INTERMITENTE	ROTURA DE ALAMBRE. REVISAR EL SISTEMA DE TIERRA.	SI
VERDE	CONTINUO	MÁQUINA TRABAJANDO.	NO
VE RDE	INTERMITENTE	AVISO QUE EL ROLLO ESTÁ A PUNTO DE SER TERMINADO.	NO

NOTA: EN CASO DE REQUERIR SOPORTE TÉCNICO, FAVOR DE CONTACTAR A NUESTROS INGENIEROS AL TELÉFONO 2557-1147 O AL CORREO ELECTRONICO: [VENTAS@IECILASA.COM](mailto:VENTAS@IECILASA.COM)

*Ilustración 18 Códigos de colores de la Torre de Luz*

Como se muestra en la imagen cada código está claro y brevemente explicado.

Cuando está en rojo intermitente y se presiona el botón reset fallas, resetea el variador y servodrives a 0, reseteando así el variador y PLC en caso de presentarse alguna falla.

En amarillo intermitente, la máquina tiene un relé donde su tierra está conectada a la máquina, se deja el circuito de paro abierto de modo que cuando un alambre cae en la máquina cierra el circuito activando el relé mandando una señal al PLC y el PLC para el proceso haciendo notar que hubo una rotura de alambre.



### 5.3 INVERSION Y PRESUPUESTO

*Tabla 3 Cotización de Proyecto para Intrefica de Cilasa*

Compra de todos los materiales para realizar el panel eléctrico de la máquina y montado de servomotor	L 226,342.00
Análisis e integración del producto y proyecto	L 147,050.61
Costos Adicionales (construcción de panel, viajes, herramientas, etc..)	L 97,171.04

Para poder rediseñar la maquinaria de forma que estuviera actualizada la empresa Intrefica invirtió un aproximado de \$20,000 que equivalen más o menos a L. 470,563.00. Que es lo que se presenta en la tabla anterior. Esto evita los gastos de repuesto de la maquinaria obsoleta, permitiendo que el mantenimiento se más rápido y efectivo evitando así, menos tiempo de parada por mantenimiento.

### 5.4 COSTO BENEFICIO

La siguiente tabla presenta como beneficia a la empresa en cuanto a tiempo y costos antes y después del servo motor

Máquina de alambre de Púas	Vida Útil	Costo por mantenimiento	Tiempo de paro por mantenimiento
Con Corona	5 a 6 meses (por cavidad)	2500 lps.	4 a 5 días
Con Servomotor	6 a 8 años (servomotor)	1000 lps.	1 día

\*En un caso extremo de que se dañase el servomotor o algún otro componente importante para hacer funcionar el servo la máquina estaría parada aproximadamente 3 meses, por lo cual ya se ha tomado las medidas necesarias en la construcción del panel para evitarlo.

## VI. CONCLUSIONES

“Se le llama también síntesis y no es más que la interpretación final de todos los datos con los cuales se cierra la investigación iniciada. Sintetizar es recomponer lo que el análisis ha separado, integrar todas las conclusiones y análisis parciales en un conjunto coherente que cobra sentido pleno...” (Sabino, 2011).

Se conoce con el término de conclusión a toda aquella fórmula o proposición que sea el resultado obtenido luego de un proceso de experimentación o desarrollo y que establezca parámetros finales sobre lo observado.

- Se analizó e integró la instalación del sistema de maquinaria de alambre de púas proporcionando una cotización adecuada para el estudio del proyecto .
- Se realizó un analisis correcto a la máquina de alambre de púas para proporcionar un mantenimiento barato y rápido.
- Se logró minimizar los tiempos de parada por mantenimiento de manera significativa de modo que la producción de la empresa se eleva ya que los servomotores tienen un mantenimiento mas simple y se dañan con menos frecuencia.
- Se logro reducir las fatigas y el ruido producido por las coronas remplazandolas con un servomotor 2 veces mas pequeño facilitando su montaje y su desmontaje en caso de mantenimiento evitando asi fatigas en su estructura.

## **VII. RECOMENDACIONES**

### **7.1 A LA EMPRESA**

- Capacitar al personal técnico-eléctrico con los sistemas de automatización.
- Mejorar el registro de producto producido. Tener un mejor inventario.
- Tener en bodega al menos 1 componente de reserva de alto costo en caso de emergencia extrema.

### **7.2 A LA UNIVERSIDAD**

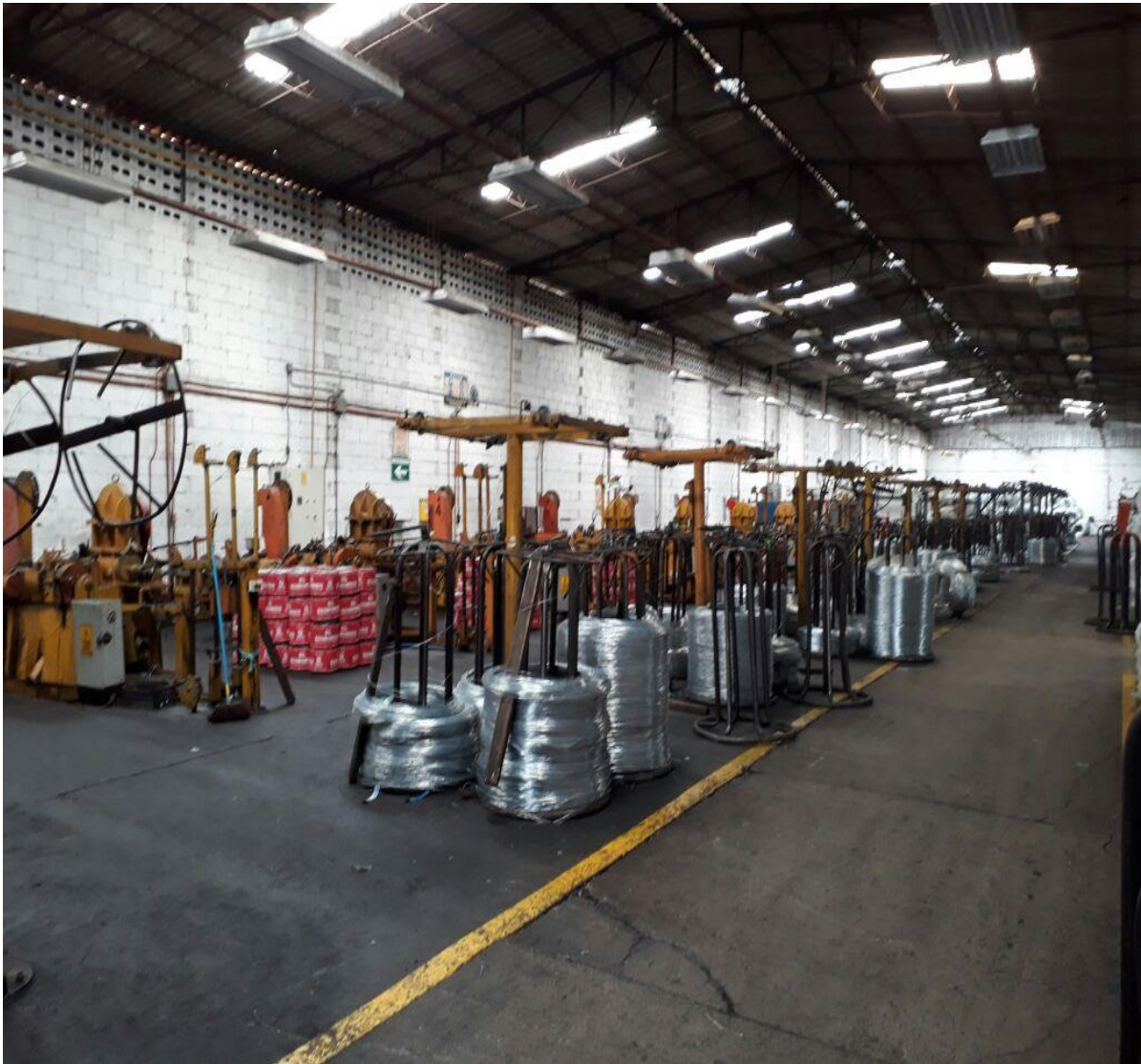
- Incluir en el Pensum más clases de programación.
- Realizar más visitas técnicas, para ir conociendo los ambientes laborales.
- Tener más clases donde se pueda interactuar un poco mas con componentes industriales asi mismo donde se pueda dar una explicacion explicita de cada uno de ellos. (sensores, variadores de frecuencia, PLC, etc..)

## BIBLIOGRAFIA

- T. D. Cook CH. S. Reichardt, (1982). Métodos cualitativos y cuantitativos en investigación evaluativa (1.a ed.), Ediciones Morata.
- JavaScript: The Definitive Guide (Fifth Edition), David Flanagan (2008).
- Wanichko, J. 2015, "The three pillars of OEE", CFE Media, Barrington.
- Wigodski, J. (2010). Metodología de la investigación. Obtenido de <http://metodologiaeninvestigacion.blogspot.com/2010/07/variables.html>
- Wildi, T. (2006). Maquinas Electricas y Sitemas de Potencia (6.a ed.). Recuperado a partir de <https://www.biblionline.pearson.com/Pages/BookDetail.aspx?b=50>
- Máquinas eléctricas (5a. ed.) por Chapman, Stephen J.; McGraw-Hill Interamericana
- Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, M. del P. (2010). Metodología de la Investigación (5a ed.). México: McGraw-Hill Interamericana.
- Technical Article Ref: ZET32; Zettlex: Precision in Extreme <http://www.zettlex.com/es/articles/sensores/>
- Katherine Neville,2014 Entrevista realizada por: Sergio Andrés López Chablé <https://espaciocritico25.wordpress.com/2014/09/01/los-que-no-puedan-mantener-el-ritmo-de-la-revolucion-tecnologica-se-encontraran-con-que-ellos-mismos-se-han-vuelto-obsoletos-katherine-neville/>
- Ingenieria Economica (7ª.ed.) Leland Blank, Anthony Tarquin, McGraw-Hill Interamericana

- Tim Hardforf, BBC, Serie: "50 cosas que hicieron la economía moderna <http://www.bbc.com/mundo/noticias-40446860>
- Diseno de Maquinaria (2ª. Edicion) Robert I. Norton; McGraw-Hill Interamericana
- Rodríguez Penin, A. (2007). Sistemas Scada (2.a ed.). Marcombo, Ediciones Tecnicas.
- Sabino. (29 de Junio de 2011). Tesis de investigacion . Obtenido de <http://tesisdeinvestig.blogspot.com/2011/06/las-conclusiones.html>
- Maloney, T. (s/f). Electronica Industrial Moderna. Recuperado a partir de <https://www.biblionline.pearson.com/Pages/BookDetail.aspx?b=34>
- Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, M. del P. (2010). Metodología de la Investigación (5a ed.). México: McGraw-Hill Interamericana.
- Yaskawa Electric Corporation (2017) AC Drives
- Pepperl+Fuchs (2017) Sensores Industriales

## ANEXOS



*Ilustración 19 Planta de Producción de Alambre de Púas INTREFFICA*



*Ilustración 20 Enrollamiento del alambre*

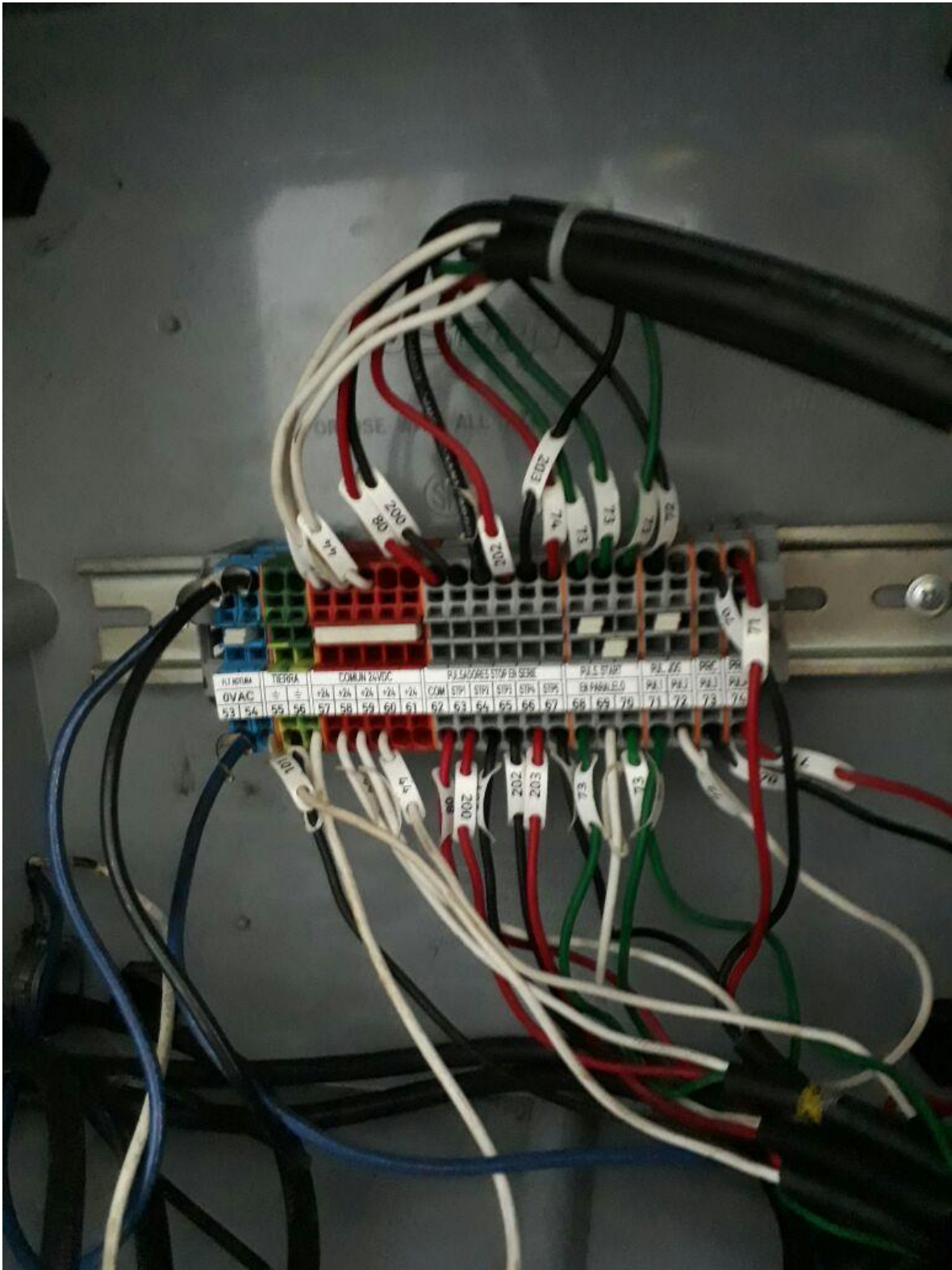


*Ilustración 21 Maquina con Servomotor parada ( Torre de Luz en rojo)*





*Ilustración 22 Encoder y Sensor Inductivo para indicar la posición 0*



*Ilustración 23 Cableado de la maquina hacia Panel eléctrico*



*Ilustración 24 Torres de Luz*



*Ilustración 25 Producto Terminado*