

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA**  
**FACULTAD DE INGENIERIA ELECTRICA Y ELECTRONICA**



**AUTOMATIZACION DEL PROCESO DE CORTE EN UNA  
MAQUINA CORTADORA DE PAPEL**

**INFORME DE SUFICIENCIA**

**PARA OPTAR EL TITULO DE:**

**INGENIERO ELECTRÓNICO**

**PRESENTADO POR:**

**JUAN CARLOS QUISPE YUPANQUI**

**PROMOCION  
2002 – I**

**LIMA – PERU  
2009**

**“AUTOMATIZACION DEL PROCESO DE CORTE EN UNA  
MÁQUINA CORTADORA DE PAPEL”**

## **DEDICATORIA**

Este Informe esta dedicado a mis hijos Bryan y Patricia, que con su sonrisa dan alegría a mi vida y un agradecimiento especial a las personas que estuvieron involucradas en este trabajo.

## **SUMARIO**

En este trabajo se describe el uso y funcionamiento de dispositivos electrónicos como son los sensores, encoders, PLC así como el uso de estos en la renovación de una maquina cortadora de papel del año 1975.

Debido a la carencia de recursos económicos se opto por adaptar dispositivos de otro tipo de maquina al trabajo realizado, estos dispositivos realizan la misma función que es de posicionar una pieza mecánica en una posición deseada.

También se pretende dar a conocer el uso masivo que se viene realizando de los microPLC en la automatización de maquinas donde solo se use lógica y recientemente en la DOMOTICA.

## INDICE

INTRODUCCION .....	
CAPITULO I	
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	2
1.1 Descripción del problema. ....	2
1.2 Objetivos del trabajo. ....	2
1.3 Evaluación del problema. ....	3
1.4 Limitaciones del trabajo.....	4
CAPITULO II	
MARCO TEORICO CONCEPTUAL	6
2.1 Antecedentes el problema. ....	6
2.2 Bases teóricas. ....	10
CAPITULO III	
METODOLOGIA PARA LA SOLUCION DEL PROBLEMA	22
3.1 Alternativas de solución.....	22
3.2 Solución del problema .....	26
3.3 Recursos humanos .....	38
CAPITULO IV	
ANALISIS Y PRESENTACION DE RESULTADOS	39
4.1 Análisis de Resultados obtenidos .....	39
4.2 Presupuesto y tiempo de ejecución .....	41
4.3 Análisis de costos.....	44
CONCLUSIONES .....	46
ANEXO A	
EJEMPLO DE PROGRAMACION DE MICROPLC LOGO .....	47
BIBLIOGRAFIA .....	51

## INTRODUCCION

En la industria gráfica peruana se pueden encontrar dos sectores bien diferenciados en cuanto al volumen de su producción y la calidad de su maquinaria, por un lado están las empresas o imprentas grandes cuyos principales clientes son corporaciones o empresas grandes como BACKUS, AVON, EBEL, ALICORP, y por otro lado están las imprentas pequeñas cuyos principales clientes son el público en general, editores pequeños, es decir mucha producción pero de poca cantidad.

Mientras las imprentas grandes pueden renovar sus maquinarias por la misma exigencia de sus clientes por la calidad de sus trabajos y por la rapidez en la entrega, las pequeñas solo pueden comprar usadas o reparadas ya que la calidad exigida por sus clientes no es alta, pero debido a la alta oferta de imprentas el tema de calidad se ha convertido en un factor importante a la hora de mantener clientes.

Una de las principales causas de rechazo de los trabajos realizados en las imprentas es por defecto en el corte del papel originado principalmente por la falta de mantenimiento, la maquina es demasiado mecánica o falta de capacitación del operador.

Debido a que los rechazos por errores humanos se pueden solucionar, no ocurre lo mismo con la antigüedad y la forma de funcionamiento de la maquina de cortar, existen imprentas que carecen de recursos económicos para comprar maquinaria moderna pero si pueden invertir dinero para repotenciar sus máquinas cortadoras de papel.

Para solucionar este problema se planteó 3 soluciones optándose por la más económica y rápida de realizar para luego de 3 meses de trabajo llegar a concluirse.

Luego de este trabajo y por el comentario del dueño de la máquina a sus amigos la demanda por soluciones similares aumento, dándose a entender que este trabajo se puede convertir en un producto muy solicitado.

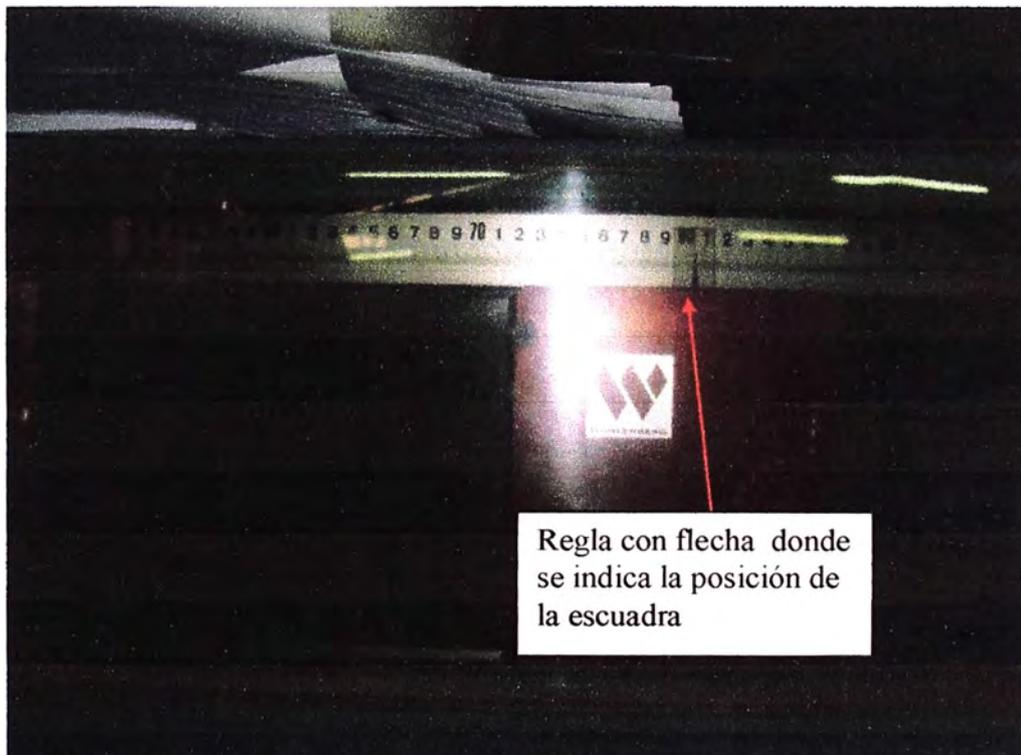
### 1.3 Evaluación del problema

#### 1.3.1 Posicionamiento de la escuadra.-

Esta operación se realiza con un motor trifásico, controlado con un sistema de inversión de giro a base contactores y la visualización de la medida con una cinta marcada donde se indica la posición en cm. Como se indica en la figura 1.1

Con el control del motor se alcanza la medida deseada de forma aproximada, y la exactitud se logra moviendo manualmente el eje de la escuadra introduciéndose un error de medición que varía de acuerdo a la operación del personal de turno.

Entonces se debe diseñar un sistema que permita controlar el posicionamiento de la escuadra de una manera mas rápida y exacta, al mismo tiempo se debe observar y comprobar la medida real con la medida deseada.



**Figura 1.1**

### **1.3.2 Bajada de cuchilla.-**

Una vez alcanzado el valor de la medida deseada se realiza el corte presionando los pulsadores de bajada de cuchilla, al mismo tiempo se debe apretar con el pie el pedal del pisón de prensa para que el corte sea uniforme.

En todo el ciclo de bajada de cuchilla se debe de mantener apretados los pulsadores ya que si se sueltan se interrumpe el corte debiendo nuevamente apretarlos para continuar el corte, perdiendo tiempo. Aquí se encuentran dos problemas:

**a.** Al estar sujeto el control de la bajada de cuchilla al maquinista, éste puede soltar los pulsadores en cualquier posición deteniendo el corte debiendo nuevamente apretar los pulsadores, siendo requisito indispensable en estas máquinas que la cuchilla descansa en un punto muerto ya que en otra posición podría caer sola y ocasionar daños.

**b.** También el control de la prensa está sujeto al control del maquinista por lo que se debe de automatizar este control ya que un prensado deficiente influye en la uniformidad del corte

Entonces se requiere de un sistema automático de bajada de cuchilla y prensado, donde solo se tenga que presionar los pulsadores hasta que termine de bajar la cuchilla y ya no sea necesario cuando esta vuelva a su posición inicial, adicionalmente el punto final de la cuchilla tiene que ser el punto muerto y si ocurre un sobrepaso se debe bloquear la máquina para evitar accidentes. En el caso de la prensa ésta tiene que actuar antes que la cuchilla para que cuando la cuchilla baje, el papel ya este presionado y cuando ya se realice el corte se quite la presión.

### **1.4 Limitaciones del trabajo.-**

En el mercado existen máquinas cortadoras de papel modernas que pueden incluir comunicación para recibir información desde una estación remota de las medidas y forma en que se debe cortar el papel, pueden también incluir sensores de vibración para detectar desperfectos en la máquina, memorizar hasta 100 trabajos, traer

programas de corte listos, se puede variar la velocidad de corte a criterio o habilidad del operador

Explicado lo anterior nuestra solución sólo se limita a posicionarse en una medida previamente introducida y luego realizar el corte, sin tener la opción de memorizar cortes realizados anteriormente.

Claro está que la solución a este problema fue pensado en los pequeños empresarios gráficos para los cuales aun no es necesario tener muchas opciones.

## **CAPITULO II**

### **MARCO TEORICO**

#### **2.1 Antecedentes del problema.**

Las guillotinas son máquinas destinadas a cortar hojas de papel apiladas. Pueden también servir para cortar materiales blandos presentados en hojas: cartón, materias plásticas, chapa de madera, etc.

Se distinguen dos clases de guillotinas:

- **Convencionales:** provistas de una sola cuchilla que efectúa cortes rectilíneos.
- **Trilaterales:** pueden efectuar el corte simultáneo en los tres lados de un folleto o libro.

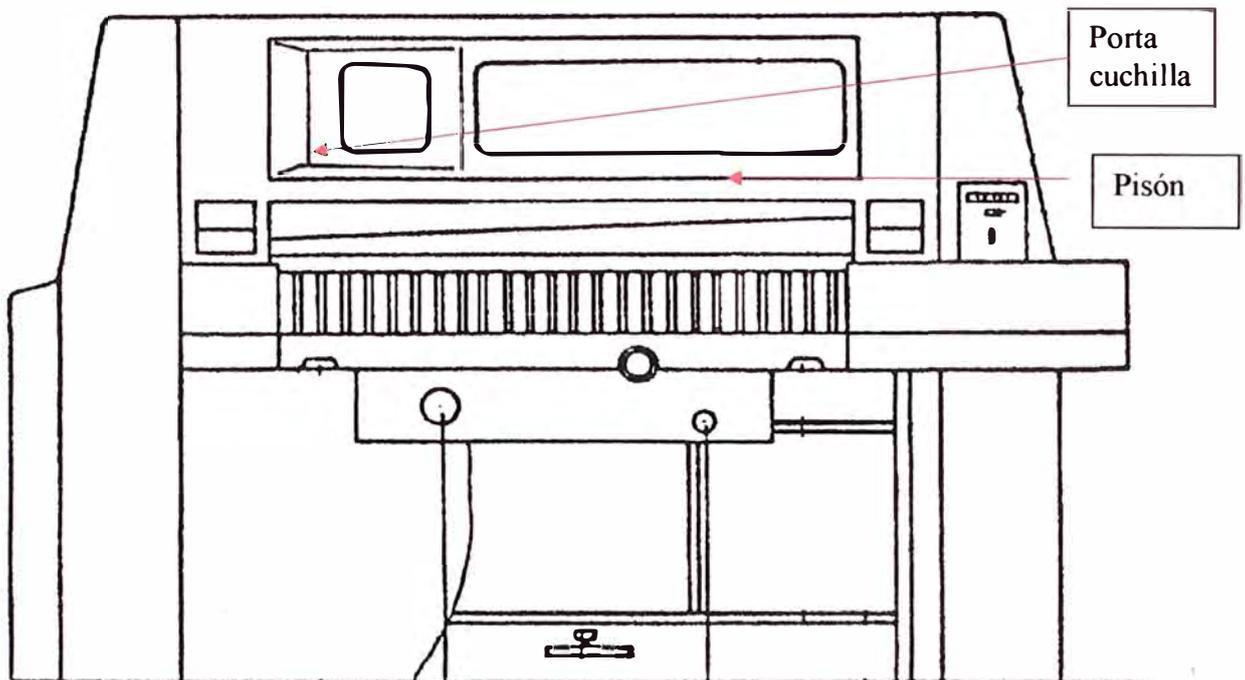
En este trabajo sólo se contempla el estudio de las guillotinas convencionales.

Reducida a sus órganos principales, la guillotina consta de:

- a) Bancada.- Pieza de fundición sobre la que descansa la máquina.
- b) Bastidor.- Pieza de hierro que se apoya sobre la bancada y soporta la cuchilla y el pisón.
- c) Mesa o Plato.- Mesa de fundición planeada sobre la que se apoya el papel que se va a cortar.
- d) Guía o Escuadra.- Sirve de tope posterior de la pila de papel a cortar.
- e) Cuchilla.- Pieza de acero que presenta en su parte inferior un corte bien afilado a bisel. Su descenso se efectúa en oblicuo en el plano vertical de corte.
- f) Porta cuchillas.- Alojamiento de la cuchilla.
- g) Pisón.- Pieza de fundición que sirve para sujetar el papel antes de que la cuchilla efectúe el corte.

h) Sistema hidráulico.- Consta de una bomba hidráulica accionada a través de fajas por un motor eléctrico, también consta de un pistón hidráulico para accionar la prensa.

i) Embriague eléctrico.- Sirve para accionar la bajada de cuchilla, usa el mismo motor del sistema hidráulico



**Figura 2.1 vista frontal de una guillotina**

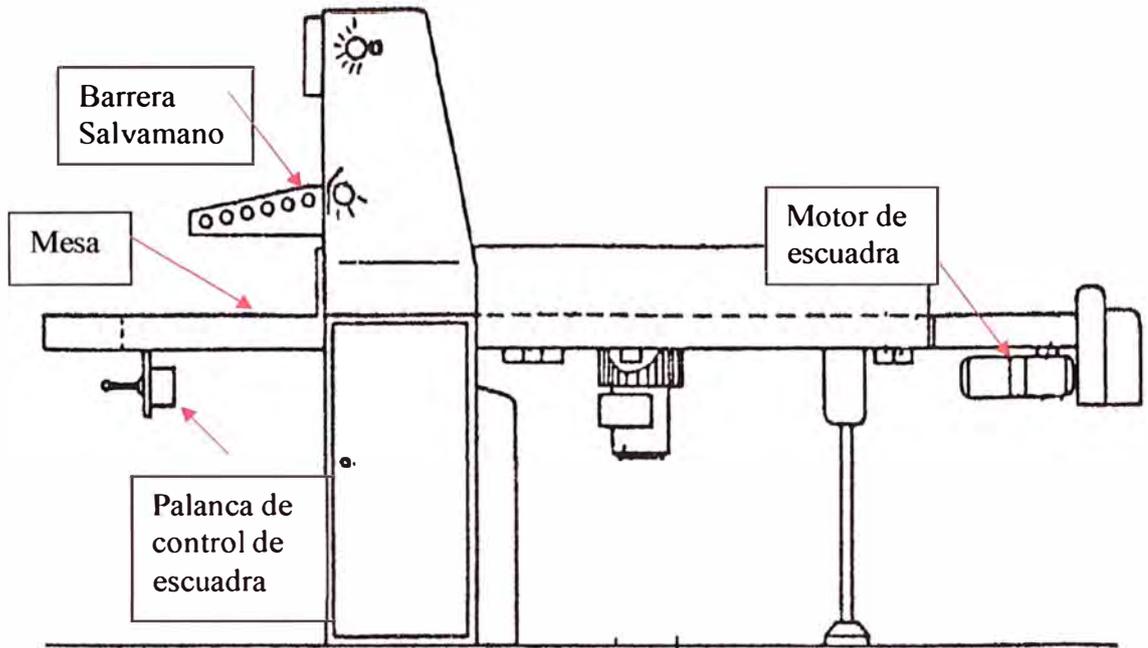


Figura 2.2 Vista de perfil

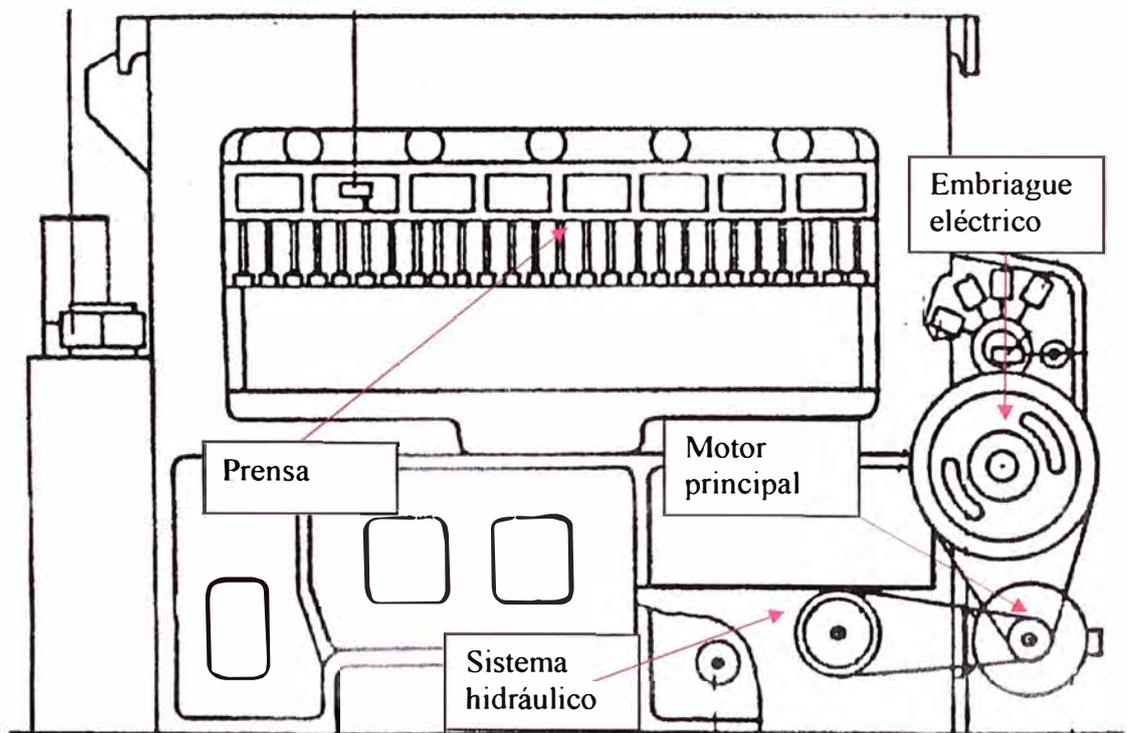
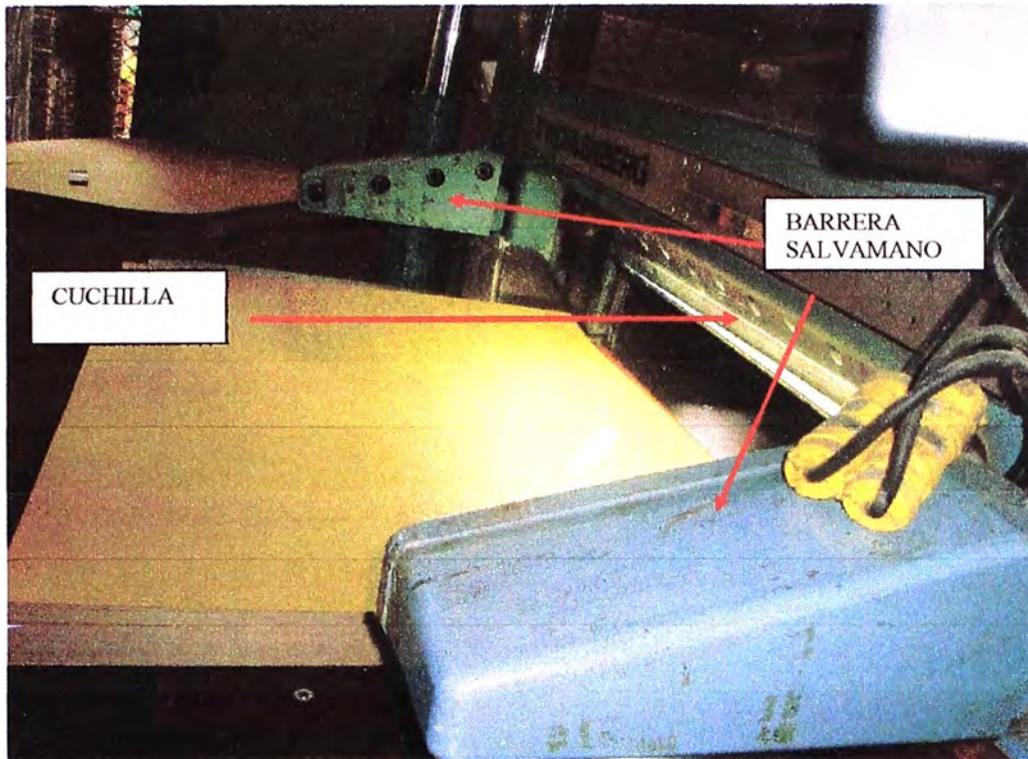


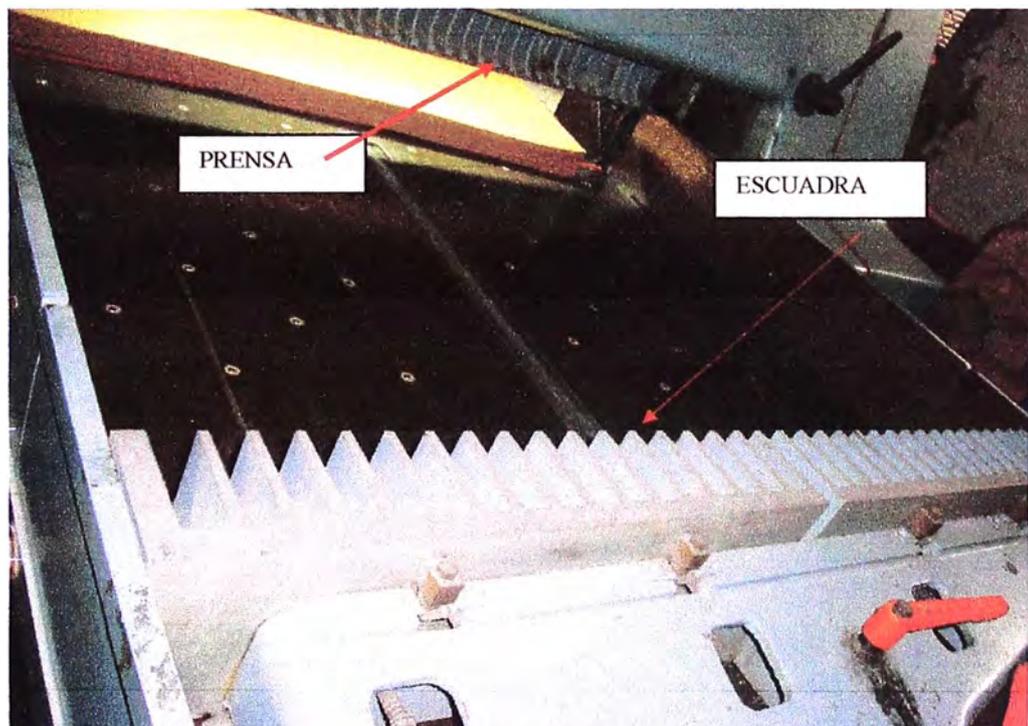
Figura 2.3 Vista posterior

En la figura 2.4 se muestra la parte frontal de la maquina



**Figura 2.4**

En la figura 2.5 se muestra la escuadra de la maquina



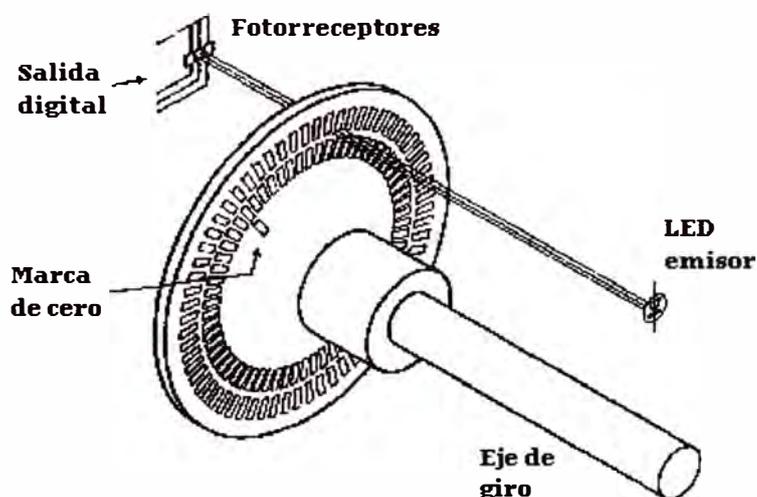
**Figura 2.5**

## 2.2 Bases teóricas

En esta parte se describe el funcionamiento de los principales equipos e instrumentos a usarse en el trabajo independientemente de la solución final.

### 2.2.1 Encoder incremental.-

Este tipo de encoder se caracteriza porque determina su posición, contando el número de impulsos que se generan cuando un rayo de luz, es atravesado por marcas opacas en la superficie de un disco unido al eje.



**Figura 2.6**

En el estator hay como mínimo dos pares de fotoreceptor ópticos, escalados un número entero de pasos más  $\frac{1}{4}$  de paso. Al girar el rotor genera una señal cuadrada, el escalado hace que las señales tengan un desfase de  $\frac{1}{4}$  de periodo si el rotor gira en un sentido y de  $\frac{3}{4}$  si gira en el sentido contrario, lo que se utiliza para discriminar el sentido de giro.

Un simple sistema lógico permite determinar desplazamientos a partir de un origen, a base de contar impulsos de un canal y determinar el sentido de giro a partir del desfase entre los dos canales. Algunos encoders pueden disponer de

un canal adicional que genere un pulso por vuelta y la lógica puede dar número de vueltas más fracción de vuelta.

La resolución del encoder depende del número de impulsos por revolución.

### 2.2.2 Sensor inductivo

Una corriente ( $i$ ) que circula a través de un hilo conductor, genera un campo magnético que está asociado a ella. La flecha naranja en la figura 2.5 muestra el campo generado por la corriente “ $i$ ”



Figura 2.7

Los sensores de proximidad inductivos contienen un devanado interno. Cuando una corriente circula por el mismo, un campo magnético es generado, que tiene la dirección de las flechas naranjas. Cuando un metal es acercado al campo magnético generado por el sensor de proximidad, éste es detectado.

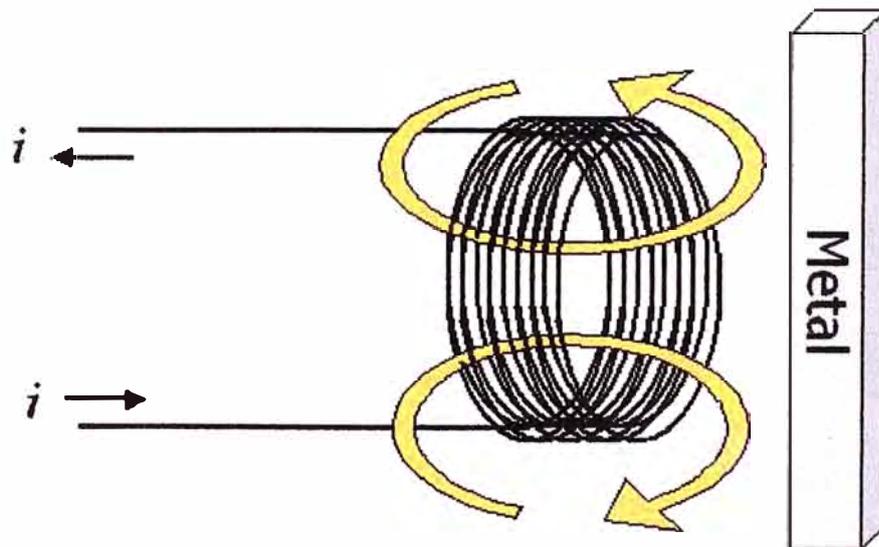


Figura 2.8

La bobina del sensor inductivo induce corrientes de Foucault en el material a detectar. Éstas, a su vez, generan un campo magnético que se opone al de la bobina del sensor, causando una reducción en la inductancia de la misma. Esta reducción en la inductancia de la bobina interna del sensor, trae aparejado una disminución en la impedancia de ésta.

La inductancia, es un valor intrínseco de las bobinas, que depende del diámetro de las espiras y el número de ellas. En sistemas de corriente alterna, la reactancia inductiva se opone al cambio del sentido de la corriente y se calcula de la siguiente manera:

$$XL = 2\pi fL$$

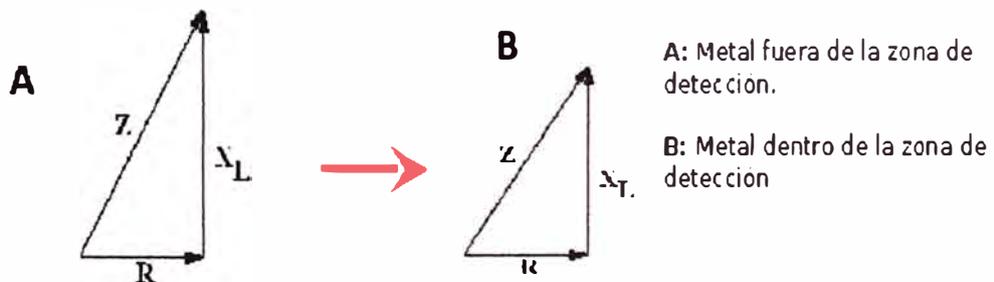
Donde:

$XL$  = Reactancia Inductiva medida en Ohms ( $\Omega$ )

$\pi$  = Constante Pi.

$f$  = Frecuencia del sistema medida en Hertz (Hz)

$L$  = Inductancia medida en Henrios (H)



**Figura 2.9**

En resumen, el circuito detector reconocerá el cambio en la impedancia de la bobina del sensor (Debido a las corrientes de Foucault inducidas en el objeto a detectar) y enviará una señal al amplificador de salida, el cual cambiará el estado de la misma. Cuando el metal a detectar es removido de la zona de detección, el oscilador podrá generar nuevamente el campo magnético con su amplitud normal. Es en este momento en que el circuito detector nuevamente

detecta este cambio de impedancia y envía una señal al amplificador de salida para que sea éste quien, nuevamente, restituya el estado de la salida del sensor.

Si el sensor tiene una configuración "Normal Abierta", éste activará la salida cuando el metal a detectar ingrese a la zona de detección. Lo opuesto ocurre cuando el sensor tiene una configuración "Normal Cerrada" Estos cambios de estado son evaluados por unidades externas tales como: PLC, Relés, PC, etc.

- **Estados de un sensor inductivo;** referido a la figura 2.10

a.- Objeto a detectar ausente.

Amplitud de oscilación al máximo, sobre el nivel de operación.  
La salida se mantiene inactiva (OFF).

b.- Objeto a detectar acercándose a la zona de detección.

Se producen corrientes de Foucault "Transferencia de energía".

El circuito de detección detecta una disminución de la amplitud, la cual cae por debajo del nivel de operación.

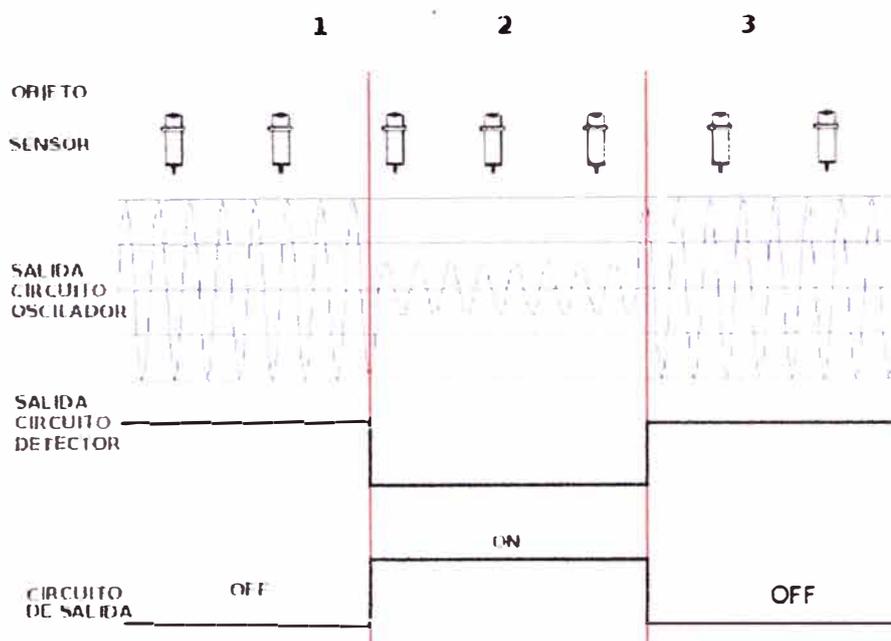
La salida es activada (ON)

c.- Objeto a detectar se retira de la zona de detección.

Eliminación de corrientes de Foucault.

El circuito de detección detecta el incremento de la amplitud de oscilación.

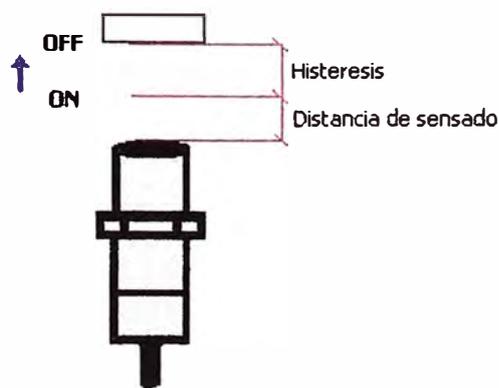
Como la salida alcanza el nivel de operación, la misma se desactiva (OFF).



**Figura 2.10**

- **Histéresis**

Se denomina histéresis a la diferencia entre la distancia de activación y desactivación. Cuando un objeto metálico se acerca al sensor inductivo, éste lo detecta a la “distancia de detección” o “distancia de sensado”. Cuando el mismo objeto es alejado, el sensor no lo deja de detectar inmediatamente, si no cuando alcanza la “distancia de reset”, que es igual a la “distancia de detección” más la histéresis propia del sensor.



**Figura 2.11**

- **Distancia de sensado**

La distancia de sensado ( $S_n$ ) especificada en la hoja de datos de un sensor inductivo está basada en un objeto de estándar con medidas de 1"x1" de acero dulce. Este valor variará sensiblemente si se quiere detectar otros tipos de metales, aún materiales ferrosos como el acero inoxidable (SS) no ferrosos, como el aluminio, pueden ser detectados, pero a menores distancias.

En la Figura 2.10 se puede ver como varía la distancia de detección en función del material a detectar y el tamaño del mismo.

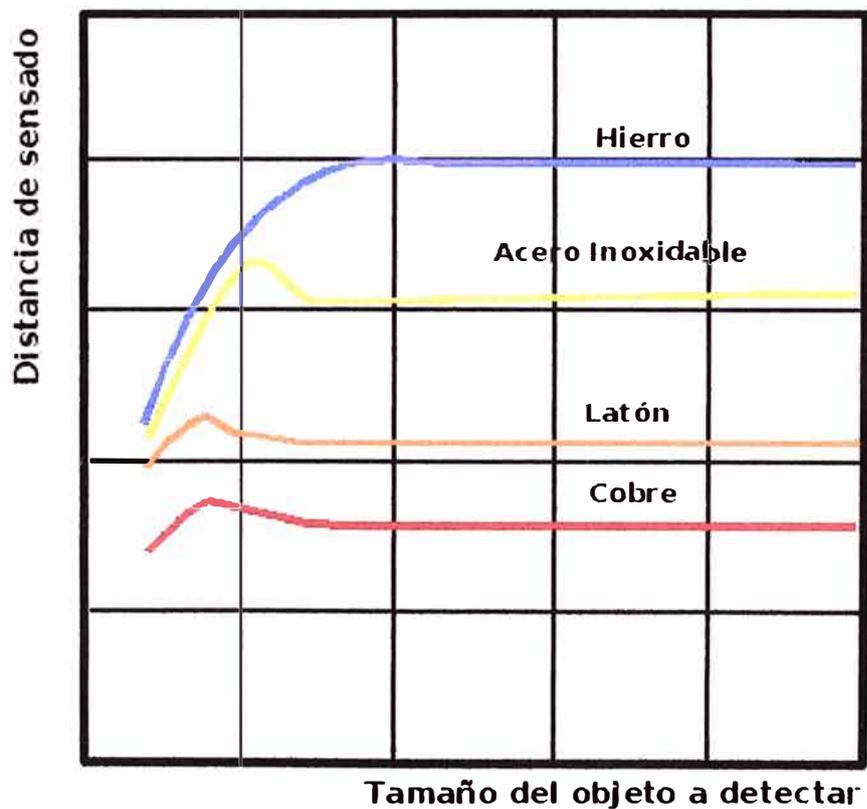


Figura 2.12

### Consideraciones finales

- La superficie del objeto a detectar no debe ser menor que el diámetro del sensor de proximidad (preferentemente 2 veces mas grande que el tamaño o diámetro del sensor). Si fuera menor que le 50% del diámetro del sensor, la distancia de detección disminuye sustancialmente.
- Debido a las limitaciones de los campos magnéticos, los sensores inductivos tienen una distancia de detección pequeña comparados con otros tipos de sensores. Esta distancia puede variar, en función del tipo de sensor inductivo, desde fracciones de milímetros hasta 40 mm en promedio.
- Para compensar el limitado rango de detección, existe una extensa variedad de formatos de sensores inductivos: Cilíndricos, Chatos, Rectangulares, etc.
- Los sensores inductivos cilíndricos son los más usuales en las aplicaciones presentes en la industria.
- Posibilidad de montar los sensores tanto enrasados como no enrasados.
- Gracias a no poseer partes móviles los sensores de proximidad no sufren en exceso el desgaste.
- Gracias a las especiales consideraciones en el diseño, y al grado de protección IP67, muchos sensores inductivos pueden trabajar en ambientes adversos, con fluidos corrosivos, aceites.

#### 2.2.3 MicroPLC.-

En el mercado existen diversidad de marcas de PLC's cada una con un modelo que la representa en lo que se refiere a microPLC, así se tiene:

MARCA	MODELO
SIEMENS	LOGO <sub>i</sub>
SCHNEIDER	EASY <sub>i</sub>
TELEMECANIQUE	TWIDO

**Tabla 2.1**

A la hora de definir el modelo el tema económico no es relevante ya que no hay mucha diferencia de precios, para este trabajo se usa el modelo LOGO de Siemens ya anteriormente utilizado en otros trabajos.

A continuación se describe el funcionamiento de este microPLC.

### **Descripción de LOGO!**

LOGO! es el módulo lógico universal de Siemens.

LOGO! lleva integrados

- Control
- Unidad de mando y visualización con retroiluminación
- Fuente de alimentación
- Interfaz para módulos de ampliación
- Funciones básicas habituales preprogramadas, por ejemplo para conexión retardada, desconexión retardada, relés de corriente, e interruptor de software
- Temporizador
- Marcas digitales y analógicas
- Entradas y salidas en función del modelo.

### **Para lo que fue creado LOGO!**

Con LOGO! se resuelven tareas de instalación y del ámbito doméstico (por ejemplo. alumbrado de escaleras, luz exterior, toldos, persianas, alumbrado de escaparates, etc.), así como la construcción de armarios eléctricos, máquinas y aparatos (Por ejemplo. controles de puertas, instalaciones de ventilación, bombas de agua no potable, etc.).

Asimismo, LOGO! se puede utilizar para controles especiales en invernaderos o jardines de invierno, para el preprocesamiento de señales en controles y, mediante la conexión de un módulo comunicaciones para el control descentralizado "in situ" de máquinas y procesos.

Para las aplicaciones en serie en la construcción de máquinas pequeñas, aparatos y armarios eléctricos, así como en el sector de instalaciones, existen variantes especiales sin unidad de mando y visualización.

### ¿Qué modelos existen?

LOGO! Basic está disponible para dos clases de tensión:

- Categoría 1  $\leq$  24 es decir, 12 V DC, 24 V DC, 24 V AC
- Categoría 2  $>$  24 V, es decir 115...240 V AC/DC

Y a su vez:

- Variante **con pantalla**: 8 entradas y 4 salidas.
- Variante **sin pantalla** ("LOGO! Pure"): 8 entradas y 4 salidas.

Cada variante está integrada en 4 unidades de división (TE), dispone de una interfaz de ampliación y le facilita 33 funciones básicas y especiales preprogramadas para la elaboración de su programa.

### ¿Qué módulos de ampliación existen?

- Existen módulos digitales LOGO! para 12 V DC,
- 24 V AC/DC y 115...240 V AC/DC con 4 entradas y 4 salidas.
- Existen módulos analógicos LOGO! para 12 V DC y 24 V DC con 2 entradas analógicas o con 2 entradas Ptl 00.
- Módulos de comunicación (CM) LOGO! , como por ejemplo el módulo de comunicación AS Interface.
- Los módulos digitales y analógicos están integrados en 2 TE y disponen de dos interfaces de ampliación respectivamente, de modo que se puede conectar otro módulo a cada uno de ellos.

Todos los módulos LOGO! Basic disponen de las siguientes conexiones para crear el programa, independientemente del número de módulos que se conecten:

- Entradas digitales I1 hasta I24
- Entradas analógicas AI1 hasta AI8
- Salidas digitales Q1 hasta Q16
- Salidas analógicas AQ1 y AQ2
- Marcas digitales M1 hasta M24, M8: marcas de arranque
- Marcas analógicas AM1 hasta AM6
- Bits de registro de desplazamiento S1 hasta S8
- 4 teclas de cursor
- 16 salidas no conectadas X1 hasta X16.

En la figura 2.11 se puede observar este microPLC

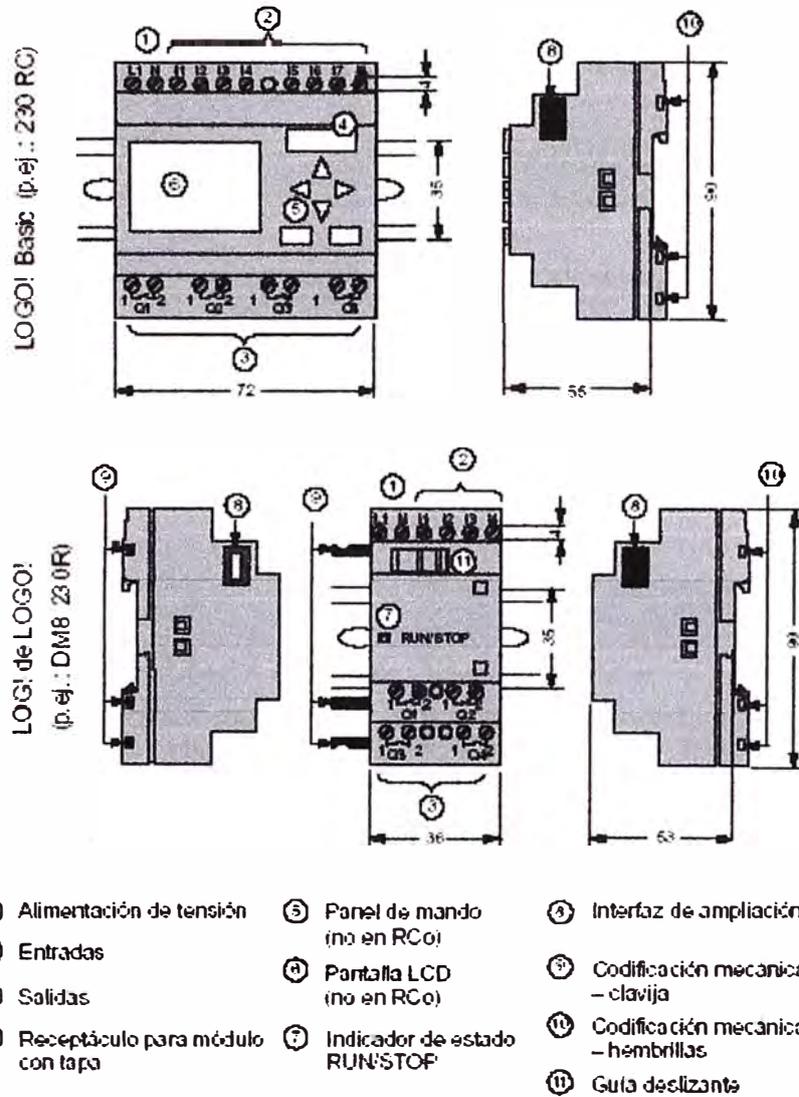


Figura 2.13

En la tablas 2.2. y 2.3 se describen las principales funciones del LOGO

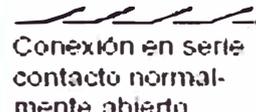
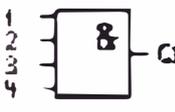
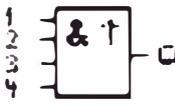
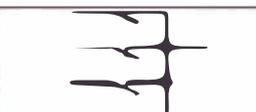
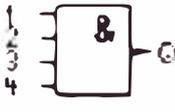
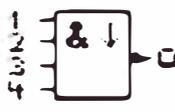
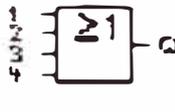
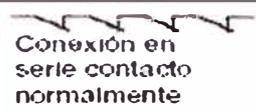
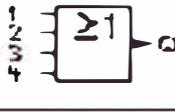
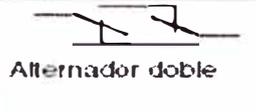
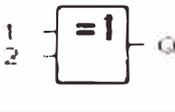
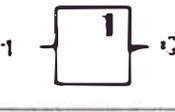
Representación en el circuito eléctrico	Representación en LOGO!	Designación de la función básica
 <p>Conexión en serie contacto normalmente abierto</p>		AND (AND)
		AND con evaluación de flanco
 <p>Conexión en paralelo contacto normalmente cerrado</p>		AND-NEGADA (NAND) (véase la página 97)
		NAND con evaluación de flanco
 <p>Conexión en paralelo contacto normalmente abierto</p>		OR (OR)
 <p>Conexión en serie contacto normalmente cerrado</p>		OR-NEGADA (NOR)
 <p>Alternador doble</p>		OR-EXCLUSIVA (XOR)
 <p>Contacto norm. cerrado</p>		INVERSOR (NOT)

Tabla 2.2 Funciones básicas del LOGO

Representación en LOGO:	Designación de la función especial
<b>Tiempos</b>	
Trg Par  Q	Retardo a la conexión
Trg R Par  Q	Retardo a la desconexión
Trg Par  Q	Retardo a la conexión/desconexión
Trg R Par  Q	Retardo a la conexión con memoria
Trg Par  Q	Relé de barrido (salida de impulsos)
Trg R Par  Q	Relé de barrido disparado por flanco
En Inv Par  Q	Generador de impulsos asíncrono
En Par  Q	Generador aleatorio
Trg Par  Q	Interruptor de alumbrado para escalera
Trg R Par  Q	Interruptor conmutable
No1 No2 No3  Q	Temporizador semanal
No  Q	Temporizador anual
<b>Contador</b>	
En Cntr Dir Par  Q	Contador avanzaretróceso
En Par  Q	Contador de veces de funcionamiento
En Par  Q	Interruptor de valor umbral
<b>Interruptor</b>	
En Par  Q	Conmutador analógico de valor umbral
En Par  Q	Interruptor analógico de valor umbral diferencial
En Par  Q	Comparador analógico
En Par  Q	Vigilancia del valor analógico

3Tablas 2.3 Funciones especiales

## **CAPITULO III**

### **METODOLOGIA PARA LA SOLUCION DEL PROBLEMA**

#### **3.1 Alternativas de solución.**

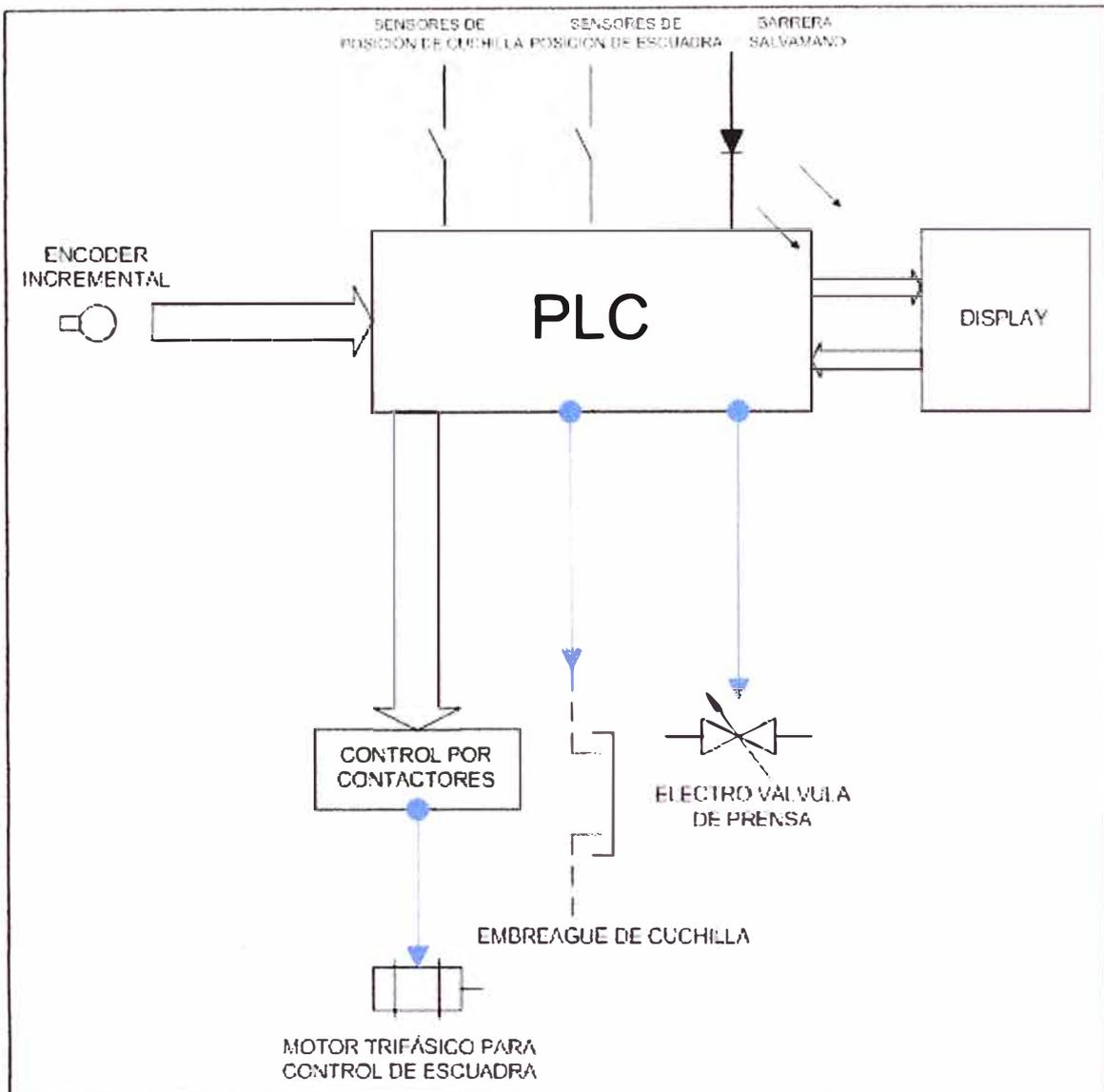
Para el desarrollo del sistema se cuenta en el mercado con diferentes equipos, instrumentos, sensores que podrían ser usados, a continuación se describen tres (3) formas de solución para este problema.

##### **3.1.1 Solución 1.-**

La figura 3.1 nos muestra un PLC maestro que controla la posición de la escuadra así como la bajada de cuchilla, como el PLC que se usa solo salidas digitales el control del motor de la escuadra será a través de contactores donde para un mejor control se usará un motor de 2 velocidades.

La bajada de cuchilla es controlada por el acondicionamiento de 3 levas que controlan 3 sensores donde una indica la posición de la cuchilla, otra el momento de activar y desactivar la presión y la tercera indica si la cuchilla está en la zona muerta.

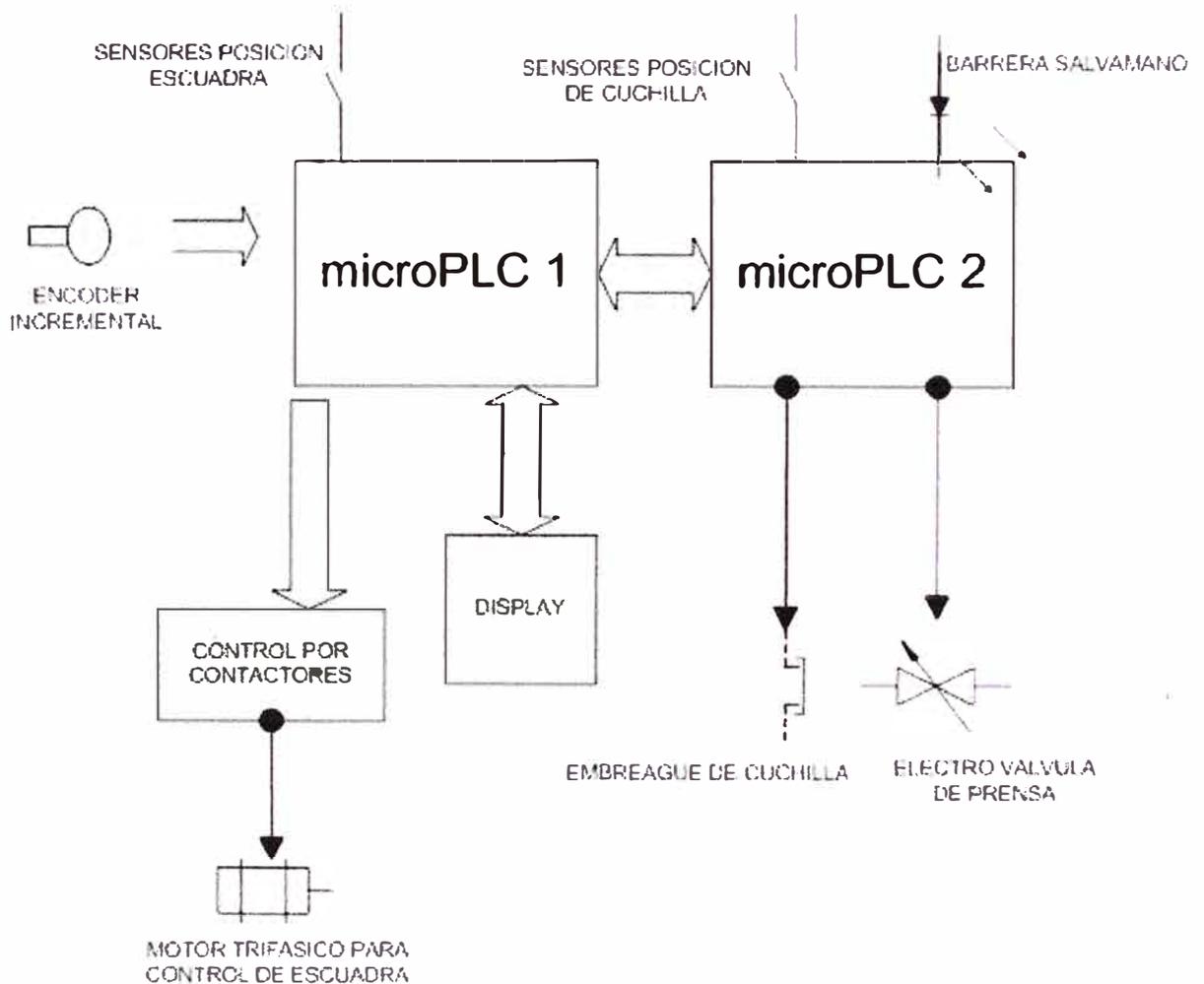
La visualización de la medida es realizara en un display de 2 segmentos que tiene comunicación con el PLC



**Figura 3.1**

### 3.1.2 Solución 2.-

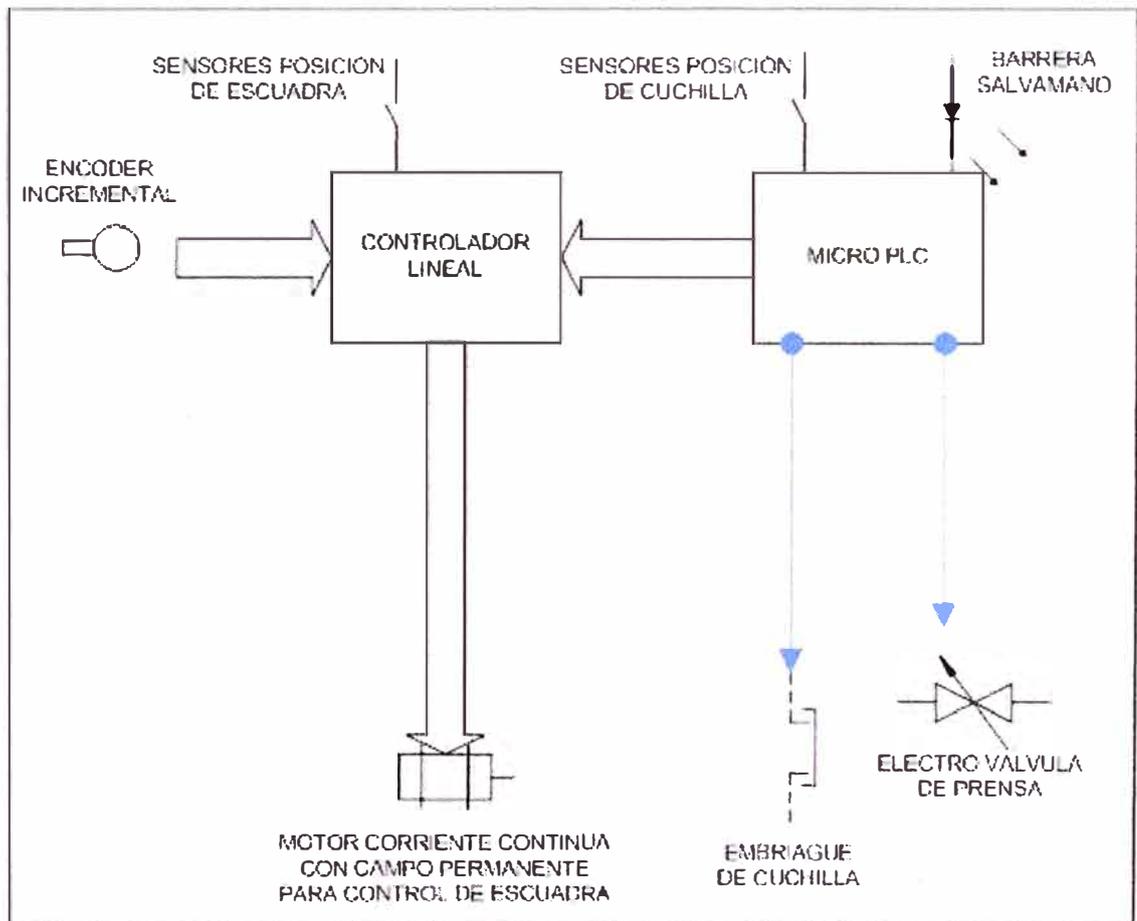
En este caso se tiene dos (2) microPLC donde uno controla la posición de la escuadra y el otro la bajada de cuchilla, los sensores de escuadra como el motor de escuadra son los mismos de la solución anterior, esta solución es para evitar retardos en la respuesta si se usa un solo PLC y también debido al costo.



**Figura 3.2**

### 3.1.3 Solución 3.-

En esta solución se realiza la bajada de cuchilla mediante el microPLC, se modifica el control de la escuadra ya que se usará un motor DC y un controlador lineal usado en otro tipo de maquinaria, siendo el trabajo a realizarse en este equipo el ingreso de nuevos parámetros de funcionamiento y acondicionamiento del encoder y sensores de posición. Adicionalmente se agrega un cable de comunicación del microPLC al controlador donde este le indica su estado. Para la visualización de la medida no es necesario un display adicional ya que el controlador dispone de un display incorporado.



**Figura 3.3**

En la tabla 3.1 se muestra la comparación entre las 3 alternativas de solución

<b>PARAMETROS</b>	<b>SOLUCION 1</b>	<b>SOLUCION 2</b>	<b>SOLUCION 3</b>
<b>COSTO</b>	\$ 3510	\$ 3090	\$ 2195
<b>TIEMPO DE EJECUCION</b>	4 meses	4 meses	3 meses
<b>COMPLEJIDAD DE USO</b>	Media	Media	Fácil

**Tabla 3.1**

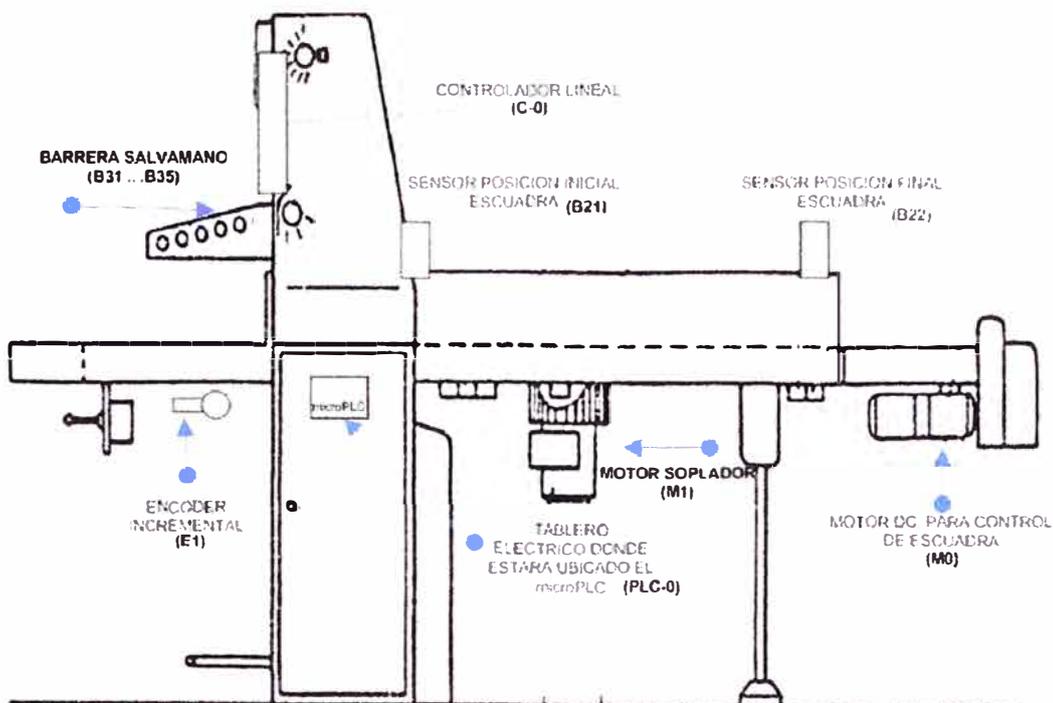
Las hojas de costo de los equipos mencionados se encuentran en las tablas 4.1 y 4.2, el tiempo de ejecución está calculado en base a proyectos similares desarrollados en la empresa el cual está en la tabla 4.3, la complejidad de uso se realizó en base a una encuesta realizada a los maquinistas de corte donde se les muestra los dos tipos para introducir la medida deseada.

### **3.2 Solución del problema.**

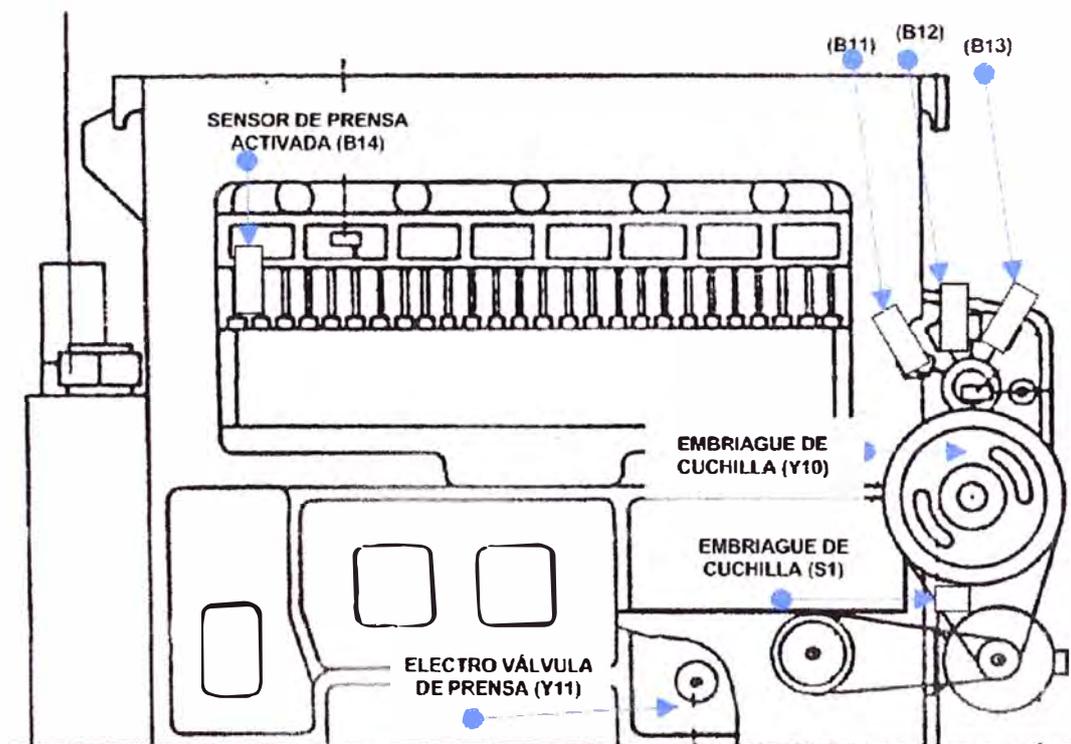
De acuerdo a la tabla 3.1 notamos que la solución 3 es la más económica, la diferencia está en el uso del controlador lineal, se debe aclarar que este controlador es usado y no fue construido inicialmente para guillotinas sino para máquinas inyectoras de plástico donde también el husillo de la inyectora tiene diferentes posiciones de acuerdo a las medidas del producto que está realizando.

Este controlador fue comprado a una empresa que vende maquinaria usada y se tuvo que reprogramarlo y adaptar su encoder a la guillotina.

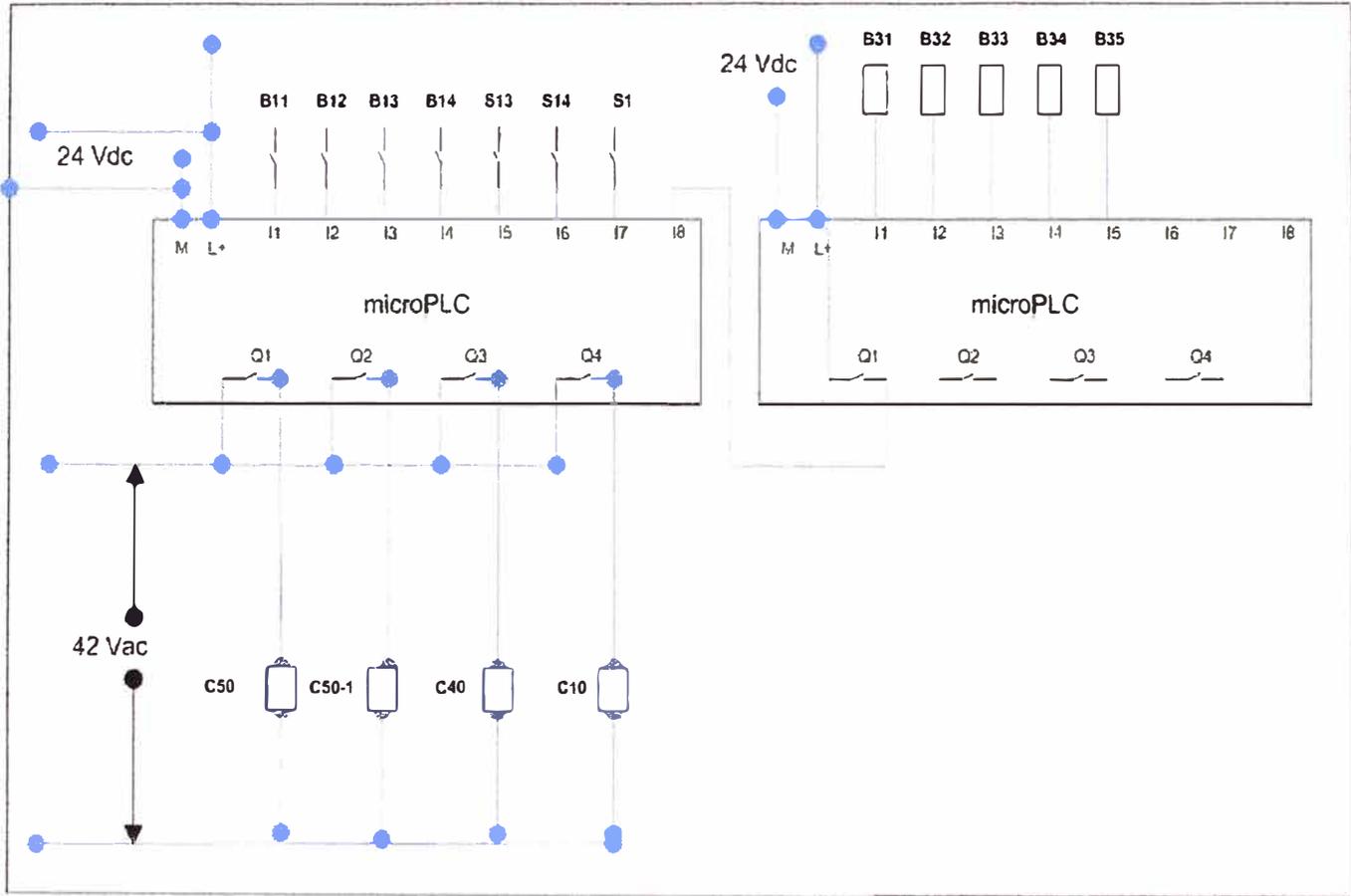
En las figuras 3.4 y 3.5 se muestra la posición de los elementos incluidos en la máquina.



**Figura 3.4 Vista perfil con elementos adicionales**

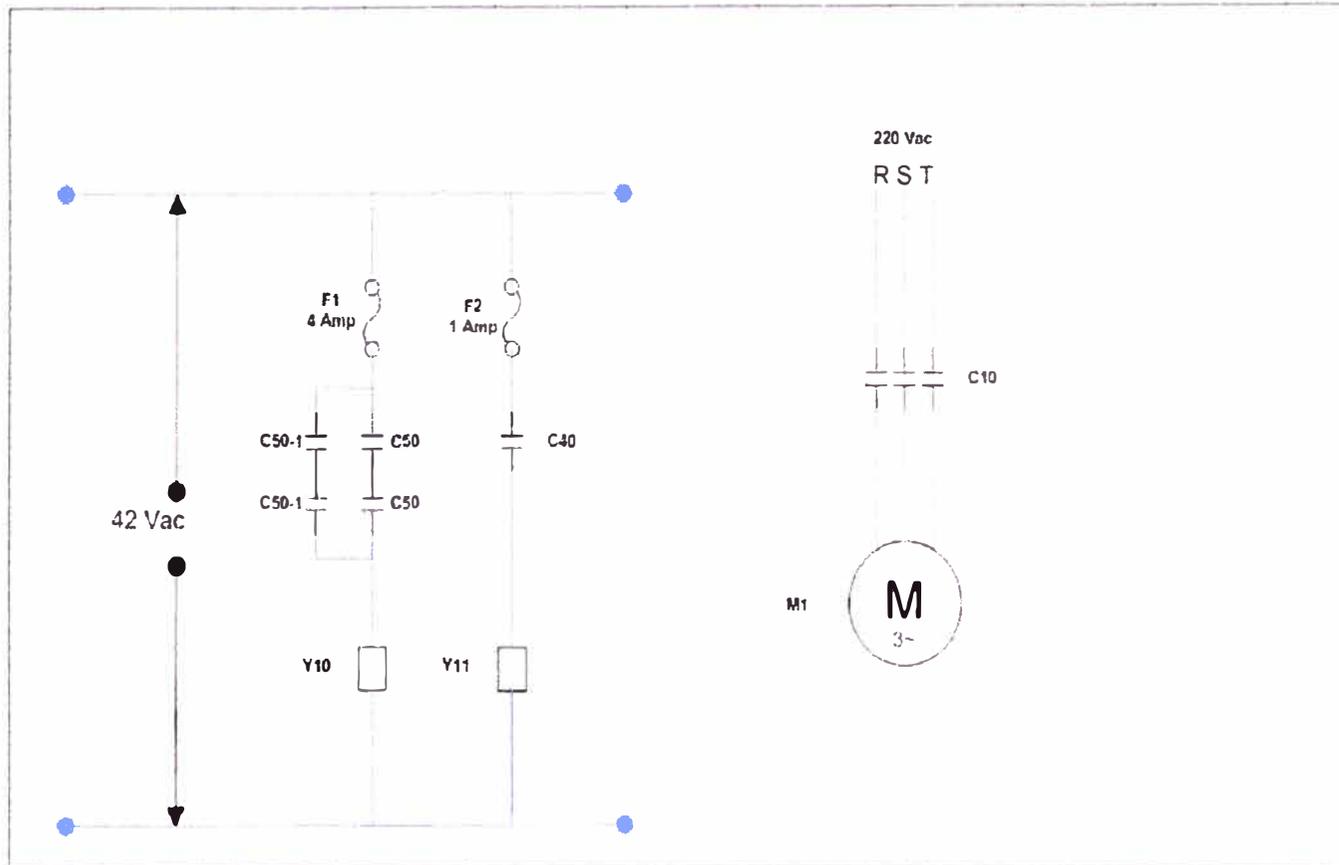


**Figura 3.5 Vista posterior con elementos adicionales**

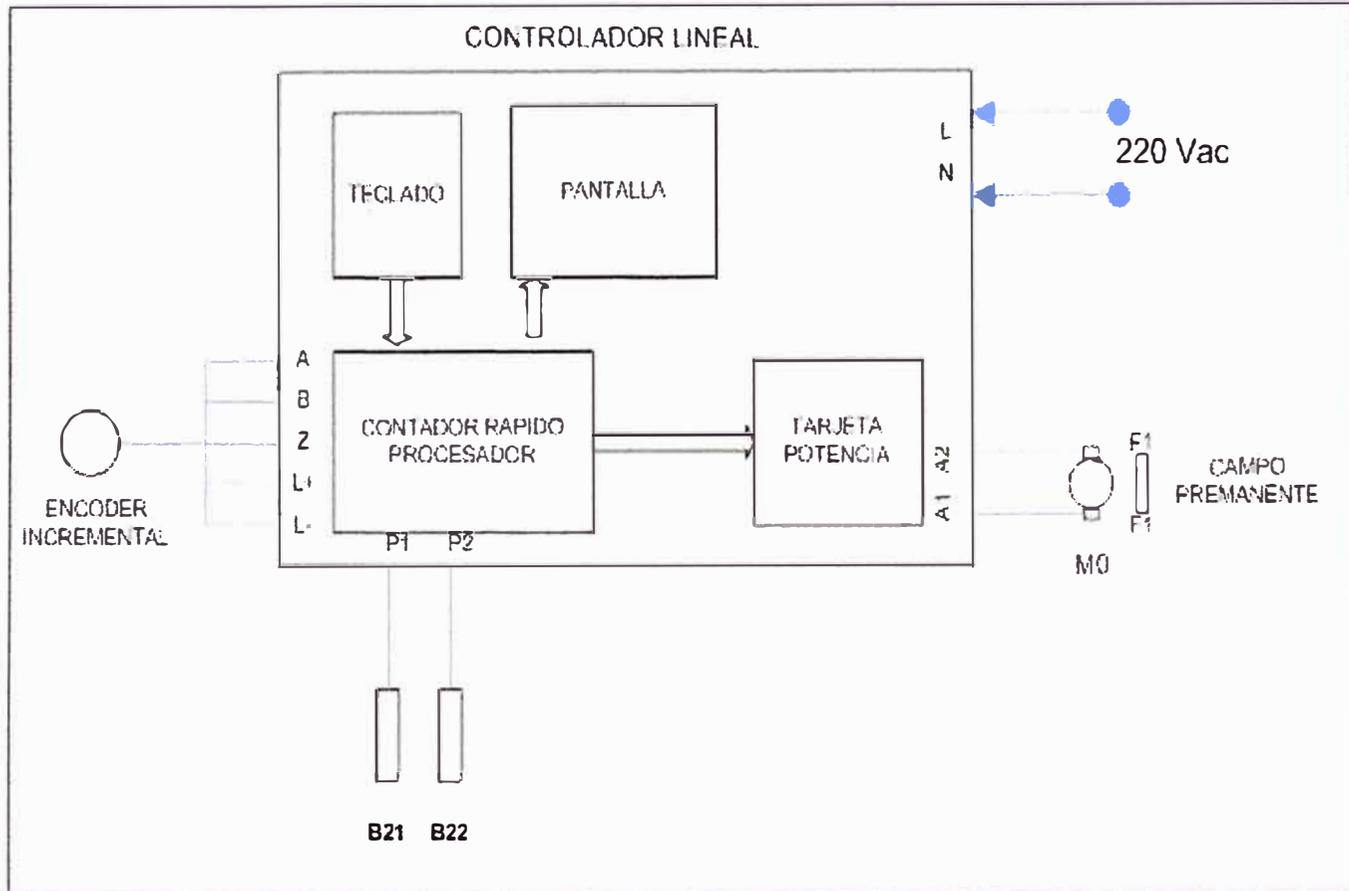


EMPRESA: CORTPISA	
MAQ.: GUILLOTINA W01	Pag 01
DIAGRAMA CONTROL DE CUCHILLA	FECHA
	JULIO 2008

A continuación se muestra los esquemas de conexiones eléctricas realizados para este trabajo.

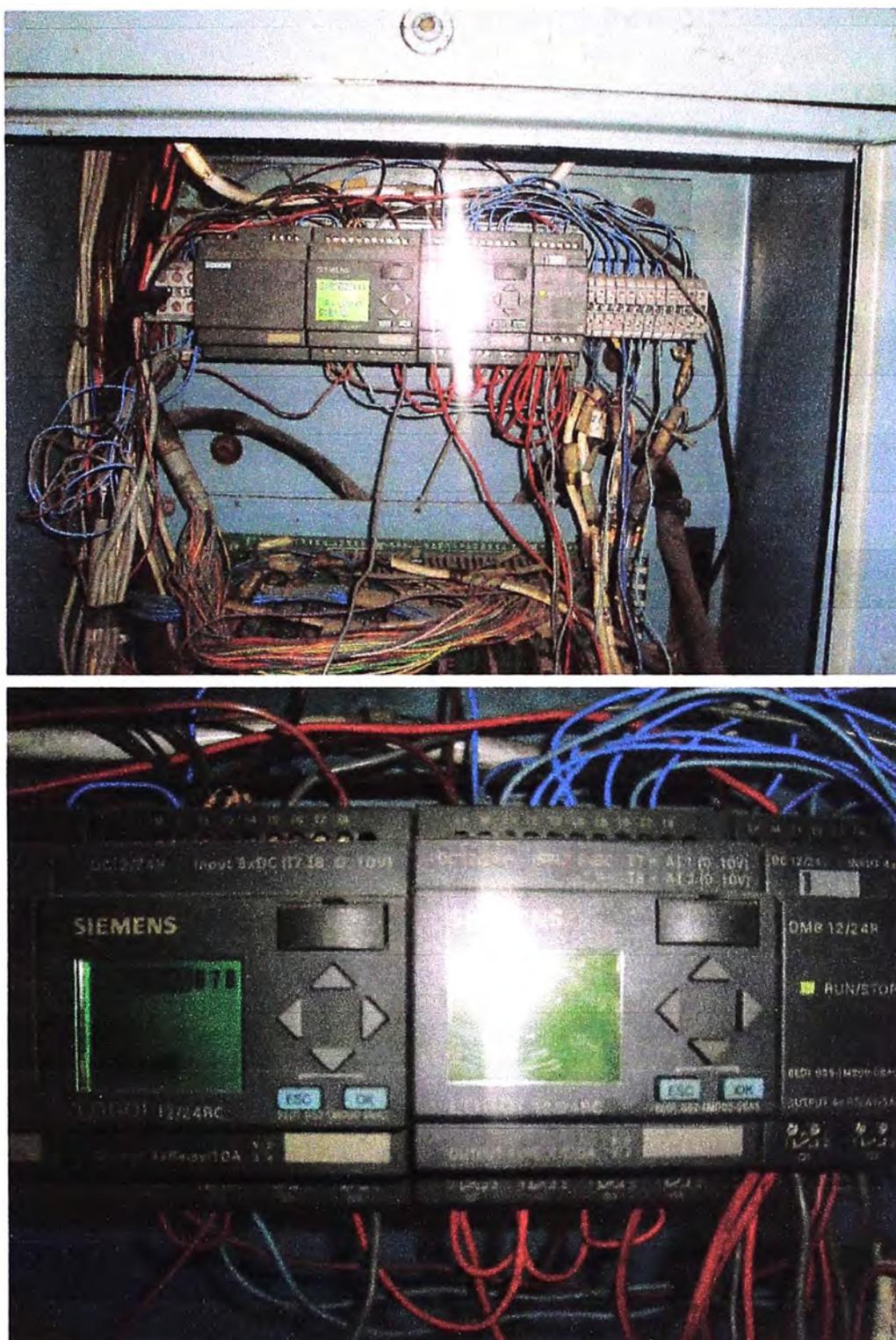


EMPRESA: CORTPISA	
MAQ : GUILLOTINA W01	Pag 02
DIAGRAMA EMBAJADOS CUCHILLA ELECTRO VALVULA PRENSA, SOPLADOR	FECHA JULIO 2008



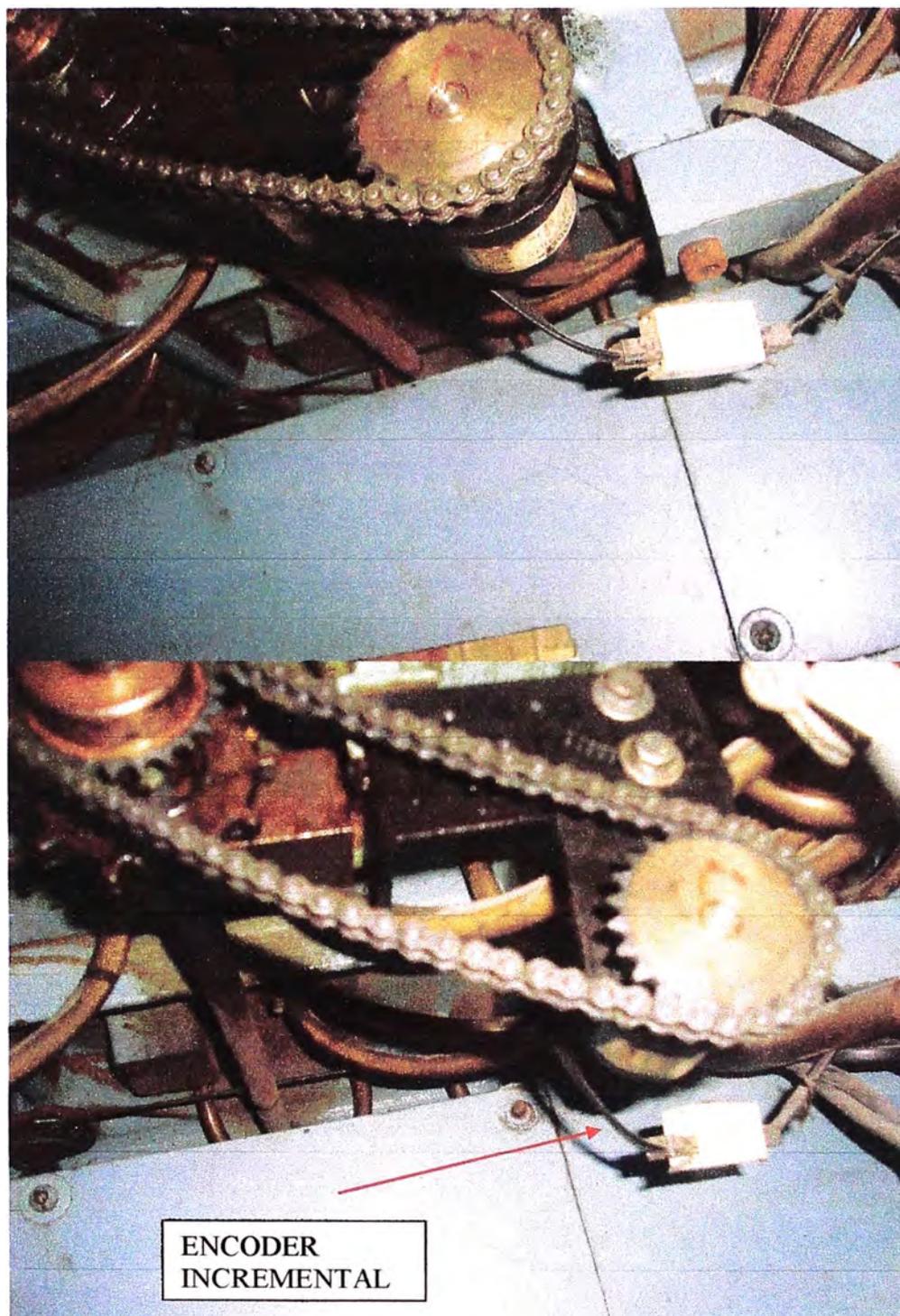
EMPRESA: CORTPISA	
MAQ.: GUILLOTINA W01	Pag 03
DIAGRAMA CONTROLADOR LINEAL ESCUADRA	FECHA JULIO 2008

En figura 3.6 se muestra la instalación del microPLC en el tablero eléctrico de la máquina.



**Figura 3.6**

En la figura 3.7 se muestra la instalación del encoder incremental en la maquina.



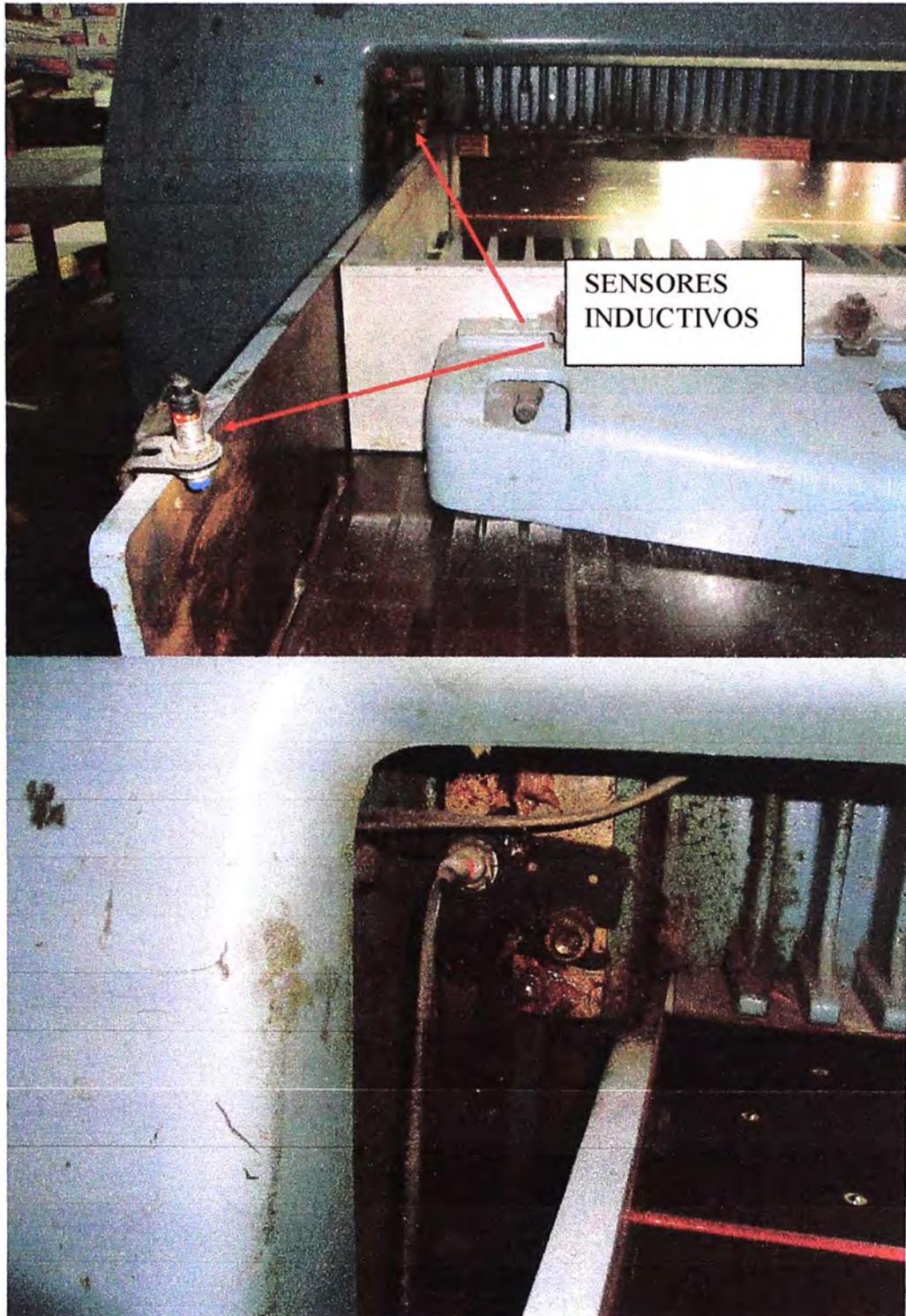
**Figura 3.7**

En la figura 3.8 se muestra la instalación del controlador lineal



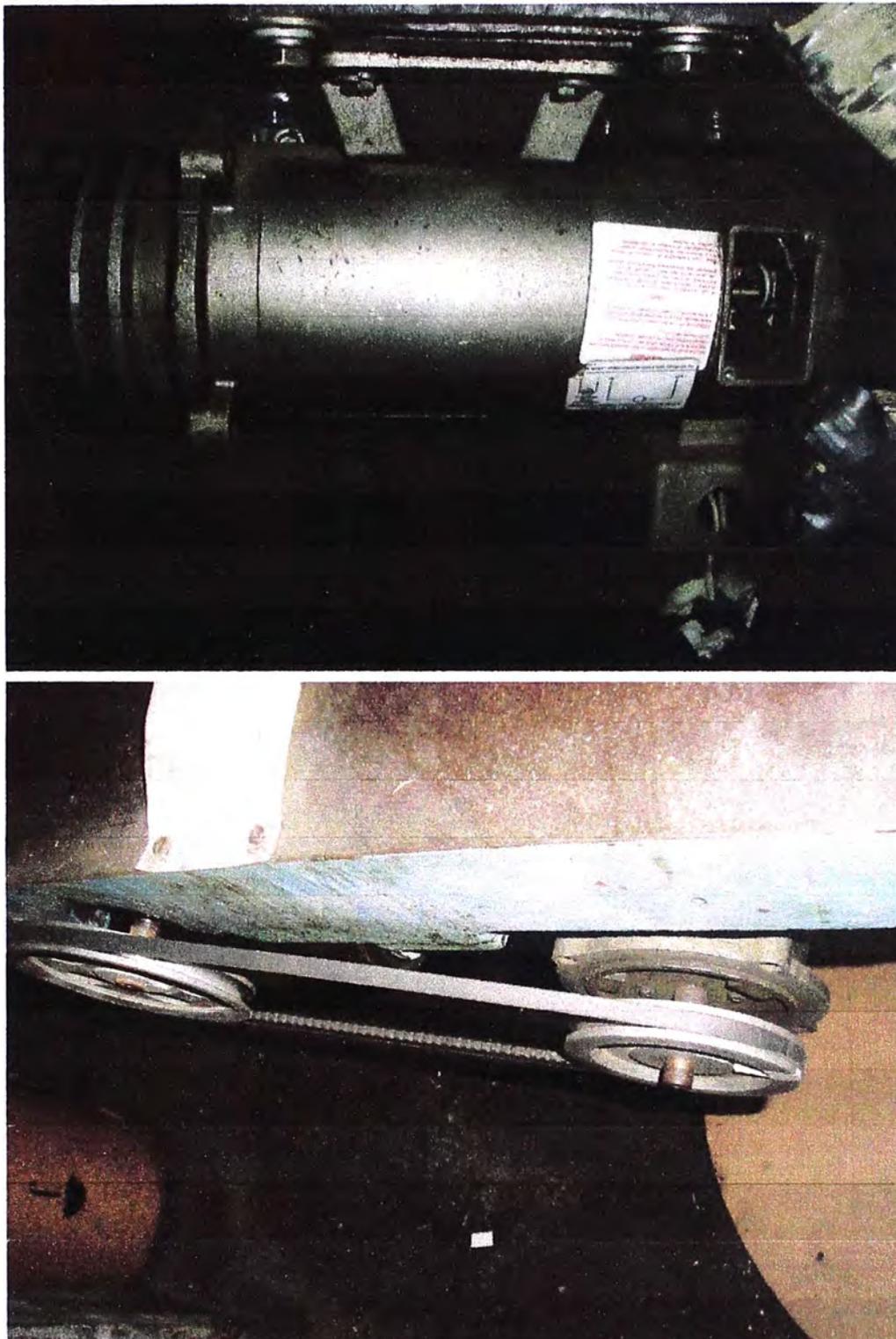
**Figura 3.8**

En la figura 3.9 se muestra la instalación de los sensores de posición inicial y final de la escuadra



**Figura 3.9**

En la figura 3.10 se muestra la instalación del motor de corriente continua



**Figura 3.10**

En la tabla 3.2 se muestra los diferentes componentes instalados con sus respectivas funciones

Componente	Símbolo	Funcion
Sensores reflexivos	B31 ... B35	Sensores barrera Salvamanos
Sensor Inductivo	B21	Sensor de punto inicial de escuadra
Sensor Inductivo	B22	Sensor de punto final de escuadra
Contactador de fuerza	C50	Contactador para accionamiento de embriague de cuchilla
Contactador de fuerza	C50 - 1	Contactador auxiliar para accionamiento de cuchilla
Contactador de fuerza	C40	Contactador para accionamiento de prensa
Contactador de fuerza	C10	Contactador para accionamiento de soplador de escuadra
Magneto eléctrico	Y10	Embriague de cuchilla
Electro válvula	Y11	Accionamiento de prensa
Encoder incremental	E1	Sensor de posición de escuadra
Pulsador N. A.	S1	Pulsador para activación manual de embriague de cuchilla
Pulsadores N. A.	S13, S14	Pulsadores para activación automática de embriague de cuchilla
Controlador lineal	C-0	Controlador de posición de escuadra
MicroPLC	PLC-0	Controlador de bajada automática de cuchilla
Fusible 4 Amp. con retardo	F1	Fusible para embriague de cuchilla
Fusible 1 Amp.	F2	Fusible par electro válvula de presión

**Tabla 3.2**



### **3.3 Recursos humanos**

Se ha requerido la participación de tres personas: 01 bachiller en Ingeniería Electrónica, 01 técnico electricista egresado de SENATI y 01 técnico mecánico egresado de SENATI siendo la distribución del trabajo de la siguiente manera.

#### **3.3.1 Bachiller.-**

- Selección de microPLC adecuado para el trabajo.
- Realizar los planos de instalación eléctrica.
- Programar el controlador lineal.
- Supervisión de los trabajos realizados por los técnicos.

#### **3.3.2 Técnico electricista.-**

- Cableado de microPLC, controlador lineal y accesorios de acuerdo a indicaciones.
- Realizar el mantenimiento al controlador lineal.
- Verificar el correcto funcionamiento de sensores e interruptores.

#### **3.3.3 Técnico mecánico.-**

- Instalación mecánica del encoder en el eje de impulso de escuadra.
- Instalación mecánica del motor DC a la escuadra
- Preparación de base para el controlador lineal.
- Instalación mecánica de sensores para la escuadra y bajada de cuchilla

El trabajo no fue realizado de acuerdo a la planificación ya que el personal involucrado en el trabajo también realiza actividades paralelas por lo que tuvo que ser realizado fuera del horario de trabajo.

## CAPITULO IV

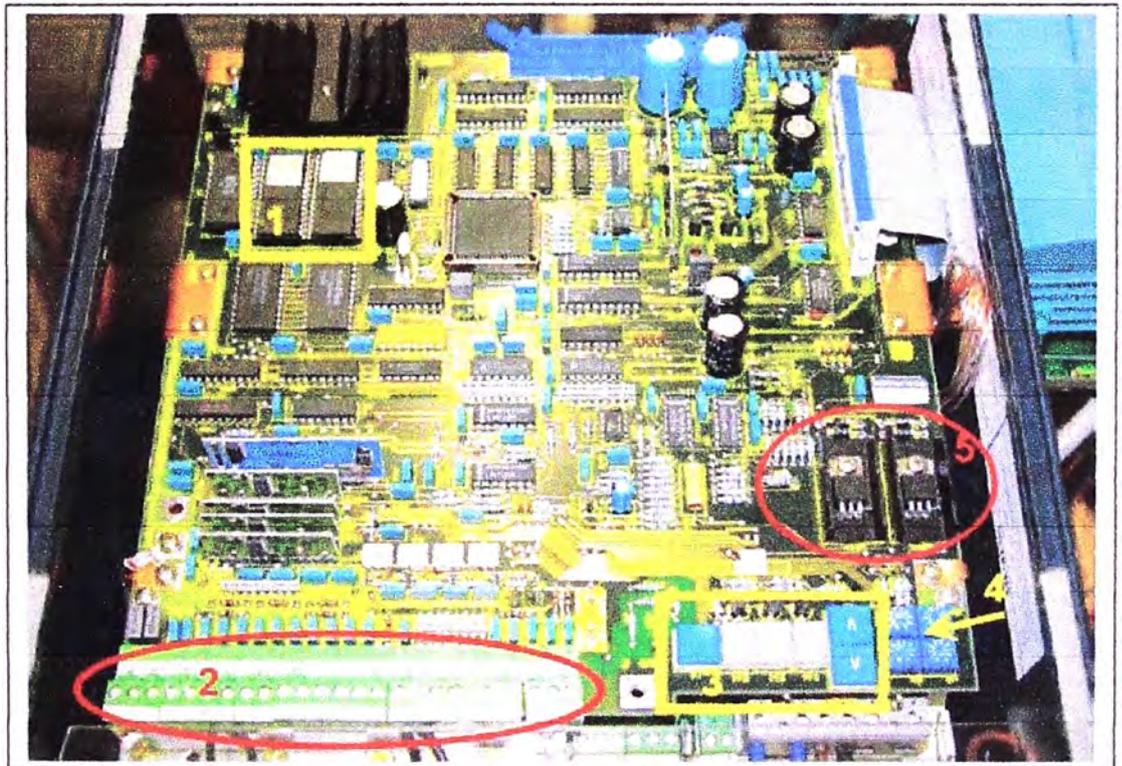
### ANALISIS Y PRESENTACION DE RESULTADOS

#### 4.1 Análisis de resultados obtenidos.

##### 4.1.1 Posicionamiento de escuadra.-

Al controlador lineal se debe ingresar los datos de medida de la mesa de la escuadra, velocidad de funcionamiento del motor, rampas de aceleración y desaceleración.

Inicialmente se introdujeron datos aproximados corrigiéndose luego por el método de prueba y error. En la figura 4.1 se muestra la tarjeta principal del controlador donde se indica las principales partes así como su funcionamiento



**Figura 4.1**

Descripción de partes de controlador lineal de acuerdo a la figura 4.1

- **1. Memorias EPPROM**, dispositivos que permiten grabar la medida de la mesa ingresada por su teclado.
- **2. Borneras**, dispositivos donde van conectados el encoder incremental como los sensores de inicio y final de mesa.
- **3. Display**, 3 dispositivos de 7 segmentos donde se indica el estado del controlador, al momento de realizar el trabajo no se contaba con un registro de estados ya estos datos son solo para servicio técnico de fábrica.
- **4. Conjunto de potenciómetros**, que permiten regular la corriente de armadura, tiempo de aceleración y tiempo de desaceleración.
- **5. Tiristores de potencia**, dispositivos electrónicos de potencia que controlar la armadura del motor DC.

#### 4.1.2 Bajada de cuchilla.-

En esta parte se debe tener las siguientes consideraciones

- a) La prensa tiene que activarse antes que la cuchilla
- b) Para poder activar manualmente la cuchilla el motor principal tiene que estar completamente apagado.

De acuerdo a estas consideraciones inicialmente se había asignado un tiempo fijo para ambos eventos, pero luego se hizo que sea variable por la simple razón que la rapidez de los maquinistas es variable, necesitándose tiempos cortos para maquinistas rápidos y tiempos largos para maquinistas lentos.

Agregamos en la programación del microPLC 2 temporizadores variables donde luego de variar pruebas y tomar el tiempo de parada del motor principal se llega a:

- a) Tiempo de prensa = 0.6 seg.
- b) Tiempo a esperar para activación manual de cuchilla = 2 min.

## 4.2 Presupuesto y tiempo de ejecución

### 4.2.1 Presupuesto

En la tabla 4.1 se muestra un cuadro comparativo de los equipos que pueden servir como solución.

DESCRIPCION	MARCA	MODELO	COSTO \$
PLC	SIEMENS	S7-200	640
	UNITRONICS	F280	680
	SCHNEIDER	TWIDO	540
	SIEMENS	LOGO	100
HMI	SIEMENS	TD200	240
	UNITRONICS	F280	....
	SCHNEIDER	TWIDO	400
SENSOR INDUCTIVO			
	AUTONICS	PRCM18-5DP	45
SENSOR TIPO REFLEX	AUTONICS	BR400-DDT-P	75
ENCODER INCREMENTAL	SIEMENS	...	2000
	OMRON	...	2200
INVERSOR DE FRECUENCIA	SIEMENS	MASTERDRIVE	350
	SEW		280
SOFTWARE DE PROGRAMACION	SIEMENS		150
	UNITRONICS		GRATIS
	SCHNEIDER		185
CONTROLADOR LINEAL (incluye encoder, equipo usado)	MICROCUT		1200
Pulsadores	TELEMECANIQUE		10
Interruptor o fines de carrera	TELEMECANIQUE		30

ACCESORIOS	COSTO (\$)
CABLE 18 AWG (rollo de 100m)	20
CABLE 14 AWG (rollo de 100m)	35
CINTAS AISLANTES	5

**Tabla 4.1**

La tabla 4.2 muestra el costo de los equipos utilizados con la solución adoptada.

<b>ITEM</b>	<b>CANT.</b>	<b>Und</b>	<b>Descripción</b>	<b>Costo \$</b>
1	1	Und.	PLC	100
2	5	Und.	Sensor fotoeléctrico tipo Reflex	375
3	3	Und.	Sensor inductivo de 18mm diámetro	135
4	4	Und.	Fin de carrera	120
5	1	Und.	Controlador Lineal (usado)	1200
6	1	Rollo	Conductor eléctrico para control calibre 18 AWG	20
7	1	Und	Accesorio como cintas aislantes, cintillos de plástico	10
7	1	Rollo	Conductor eléctrico para control calibre 14 AWG	35
8	1	Und.	Servicio de maestranza para partes mecánicas	200
<b>TOTAL</b>				<b>2195</b>

**Tabla 4.2**

#### 4.2.2 Tiempo de ejecución

En la tabla 4.3 se muestra un diagrama de tiempo donde se puede observar el nivel de cumplimiento de cada tarea programada y del proyecto en general. Se tuvo retrasos en tareas individuales por falta de recursos o aprobación pero el proyecto se pudo cumplir en el tiempo propuesto al cliente

DIAGRAMA DE TIEMPO													
TAREAS	SEM	PRIMER MES				SEGUNDO MES				TERCER MES			
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
ANALISIS Y EVALUACION DEL PROBLEMA	P	X	X										
	R	X	X	X									
APROBACION DE SOLUCION VIABLE	P			X									
	R			X	X								
PREPARACION MECANICA DE LA MÁQUINA	P				X	X	X	X					
	R						X	X	X	X			
CABLEADO ELECTRICO	P						X	X	X	X	X		
	R							X	X	X	X	X	
DESARROLLO DE PROGRAMA PARA PLC	P				X	X	X	X					
	R				X	X	X	X	X	X			
REALIZACION DE PRUEBAS	P												X
	R											X	X
ENTREGA DE TRABAJO	P												X
	R												X

**Tabla 4.3**

DONDE:

P: PROGRAMADO

R: REALIZADO

SEM: SEMANA

### 4.3 Análisis de costos.

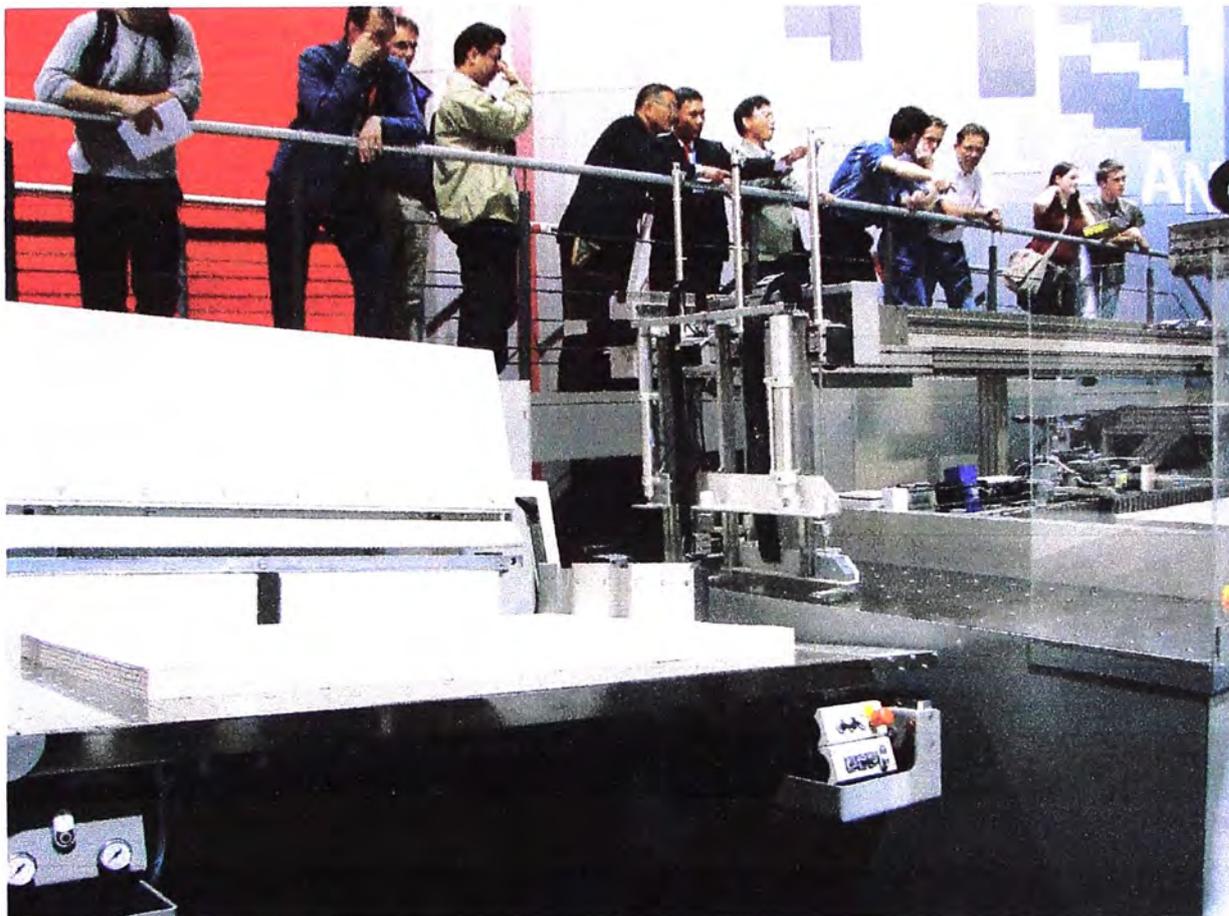
El precio de una guillotina totalmente automatizada esta en el rango de \$ 40 000 a \$ 75 000.

Una guillotina usada esta valorizada entre \$4 000 y \$ 12 000, adicionándole los \$ 2 195 para repotenciarla se puede adquirir una maquina con las funciones similares a la maquinas modernas con sólo el 12% del valor de estas.

En la figuras 4.2 y 4.3 se muestra una guillotina POLAR, totalmente automatizada que no requiere operador permanente solo un operador que introduce las torres de papel y para retirar el papel cortado con las medidas ingresadas desde un lugar remoto. Estas maquinas pueden llegar valorizarse hasta en \$ 150 000 .



**Figura 4.2. Guillotina con brazos neumáticos para el ingreso y salida de papel**



**Figura 4.3 Mesa de apilado y emparejado de papel**

## CONCLUSIONES

1. Al inicio del trabajo no se pensó en usar equipo usado pero debido al tema de costos se opto por usarlo, como es el caso del controlador lineal.
2. La versatilidad de la tecnología actual hace posible usar equipos en diversos procesos aunque no tengan nada de relación
3. Se puede usar equipos como el controlador lineal y el microPLC usados en este trabajo como modelos para realizar equipos similares en el Perú.
4. Dada la simplicidad de programación del controlador lineal y el microPLC el trabajo se vuelve sumamente sencillo, siempre y cuando se tenga bien claro que accesorios adicionales se tenga que usar como son los sensores, encoders.
5. En el tiempo que he trabajado en el rubro grafico encontré que hay demasiadas máquinas que solo trabajan hasta un 75% de su capacidad debido a que el repuesto original esta fuera del alcance, pero actualmente existe tecnología estandarizada donde un repuesto original puede ser reemplazado por productos genéricos. Encontrando así un enorme mercado de pequeñas empresas interesadas en modernizar sus máquinas.
6. El equipo usado en el trabajo no necesita un mantenimiento delicado, siendo lo mas critico el mantenimiento del motor eléctrico, donde cada 6 mese se tiene que revisar y limpiar las escobillas.
7. El creciente mercado de automatización en el Perú hace necesario que tengamos que adelantamos a los problemas desarrollando soluciones prácticas y económicas

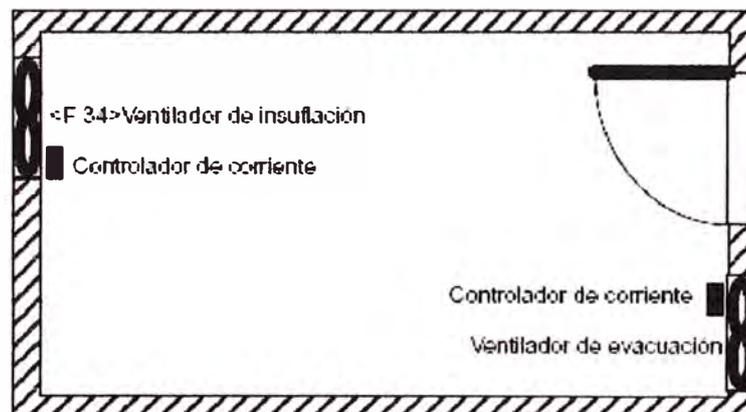
**ANEXO A**  
**EJEMPLO DE PROGRAMACION DE MICROPLC LOGO**

## 8.3 Instalación de ventilación

### EJEMPLO DE PROGRAMACION CON EL microPLC LOGO - SIEMENS

#### 8.3.1 Requisitos impuestos a una instalación de ventilación

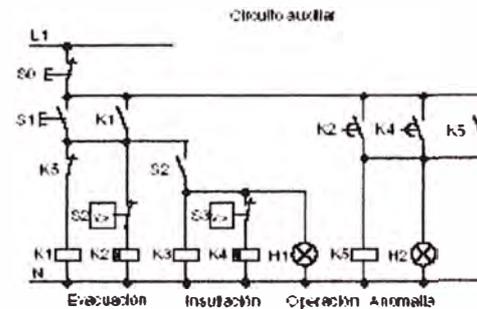
Una instalación de ventilación se utiliza para introducir aire fresco en una sala o para extraer el aire viciado que hay en la sala. Consideremos el ejemplo siguiente:



- En el recinto hay instalados un ventilador de evacuación y un ventilador de insuflación.
- Cada ventilador es supervisado por un controlador de corriente.
- En el recinto no debe producirse en ningún momento sobrepresión.
- Sólo podrá activarse el ventilador de insuflación cuando el controlador de corriente notifique el funcionamiento correcto del ventilador de evacuación.
- Una lámpara de aviso indica si falla alguno de los ventiladores.

## Aplicaciones

He aquí el esquema de circuitos para la solución adoptada hasta ahora:

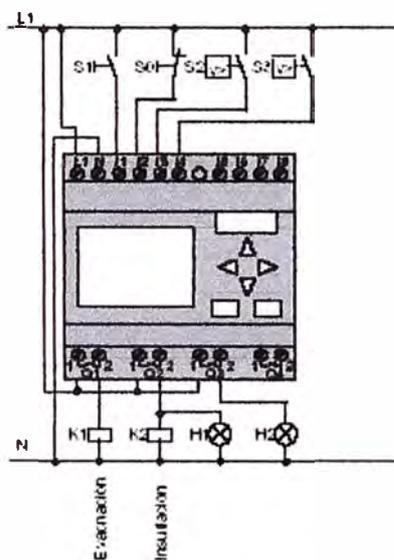


Los ventiladores son supervisados mediante controladores de corriente. Si tras el transcurso de un breve espacio de tiempo no se mide corriente de aire, el sistema se desconecta y se indica un fallo, que puede acusarse accionando el pulsador de desconexión.

La supervisión de los ventiladores requiere, además de los controladores de corriente, un circuito de evaluación con varios elementos conmutadores. Con un solo autómatas LOGO! podremos sustituir el circuito de evaluación.

Aplicaciones

### Cableado del sistema de ventilación con LOGO! 230RC

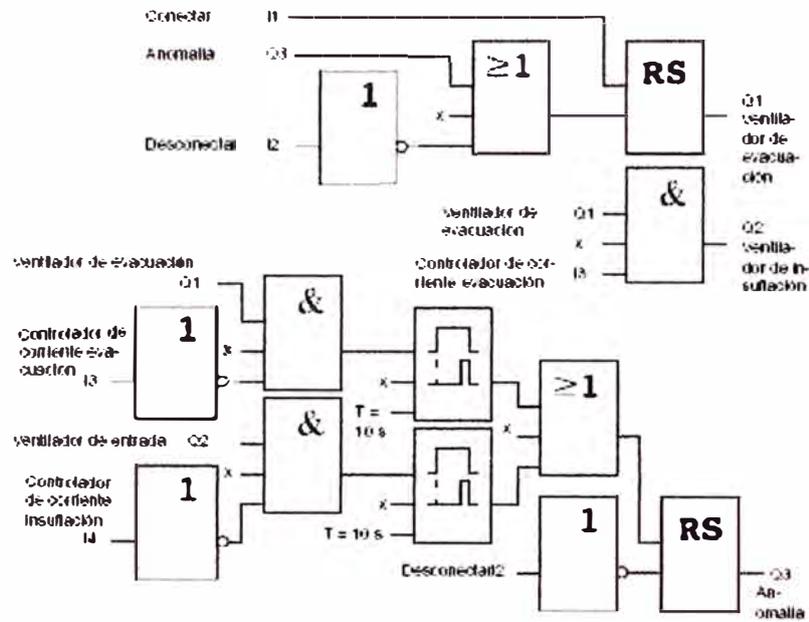


#### Componentes utilizados

- K1 Protección principal
- K2 Protección principal
- S0 (Contacto de reposo) Pulsador STOP
- S1 (Contacto de cierre) Pulsador START
- S2 (Contacto de cierre) Controlador de corriente
- S3 (Contacto de cierre) Controlador de corriente
- H1 Testigo luminoso
- H2 Testigo luminoso

### Diagrama funcional de la solución con LOGO!

Así es el esquema de funciones para el control de ventilación con LOGO!



## **BIBLIOGRAFIA**

1. Richard L. Shell – Ernest L. Hall, “Handbook of Industrial Automation”, Universidad de Cincinnati – USA, 2000.
2. Polar Mohr AG, “Manual de Funcionamiento Guillotina Polar ED 115”, Fabrica de POLAR – Alemania, 2002.
3. AUTONICS INDUSTRIAL, “Especificaciones técnicas de Sensores Inductivos”, [www.autonics.com](http://www.autonics.com).
4. SIEMENS, “Manual de Programación de LOGO ”, [www.siemens.com/logo](http://www.siemens.com/logo)
5. MICRO CUT, “Especificaciones Tecnicas del Controlador Lineal ”,