

## CAPÍTULO I

### **“AUTOMATIZACIÓN DE LA MÁQUINA INYECTORA DE POLIURETANO DE ALTA PRESIÓN KRAUSS MAFFEI 40/16 PARA EL MEJORAMIENTO DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN EN INDUSTRIAS VERTON UBICADA EN LA CIUDAD DE QUITO”.**

#### **1. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA.**

##### **1.1. Descripción del poliuretano.**

En la página <http://www.scribd.com> se dice: “El poliuretano (PU) es un polímero que se obtiene mediante condensación de polioles combinados con poliisocianatos.

*Se clasifica en dos grandes grupos:*

##### **a) Termoestables y termoplásticos (poliuretano termoplástico).**

Los poliuretanos termoestables más habituales son espumas muy utilizadas como aislantes térmicos y como espumas resilientes.

##### **b) Poliuretanos que son elastómeros.**

Son elastómeros, adhesivos y selladores de alto rendimiento, pinturas, fibras, sellantes, para embalajes, juntas, preservativos, componentes de automóvil, en la industria de la construcción, del mueble y múltiples aplicaciones más”.

### **1.1.2. Formulación química.**

En la página <http://www.scribd.com> se dice: “El poliuretano es por lo general la mezcla de dos componentes o sistema bicomponente, el A y el B, en una proporción estequiométricamente definida por el químico que diseña la fórmula.

#### ***Componente A***

Consiste en el Polioli: una mezcla cuidadosamente formulada y balanceada de glicoles (alcoholes de elevado peso molecular).

Se encuentran en mezcla con agentes espumantes y otros aditivos tales como aminas, siliconas, agua, propelentes y catalizadores organometálicos; condicionan la reacción y dan las características a la espuma final. La apariencia es como miel viscosa y puede tener un fuerte olor amoniacal.

#### ***Componente B***

El componente B es una mezcla de Isocianatos, a veces prepolimerizados (pre-iniciado), con un contenido de grupos NCO que puede variar desde el 18 al 35% en funcionalidad.

Algunos son color café, muy viscosos (3000-5000 cps-Viscosímetro Brookfield), y otros son casi transparentes y fluidos. En ocasiones son mantenidos en atmósfera seca de nitrógeno.

## **1.2. Aplicaciones de poliuretanos**

### **1.2.1. Algunas aplicaciones de poliuretanos flexibles**

Abarcan la industria de paquetería, en la que se usan poliuretanos anti-impacto para embalajes de piezas delicadas. Su principal característica es que son de celdas abiertas y baja densidad (12-15 kg/m<sup>3</sup>).

### **1.2.2. Algunas aplicaciones de poliuretanos rígidos**

Poliuretanos rígidos de densidad 30-50 kg/m<sup>3</sup>, utilizados como aislantes térmicos. La capacidad de aislamiento térmico del poliuretano se debe al gas aprisionado en las celdillas cerradas del entramado del polímero.

### **1.3. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN DE ESPUMA DE POLIURETANO.**

Los tesisistas manifestamos: “Industrias de poliuretanos “VERTON” se dedica a la elaboración de paneles y moldes de espuma rígida de poliuretano, para lo cual se utiliza como materias primas bicombinadas el isosianato y polioli; estos insumos se mezclan en las máquinas dosificadoras, y la mezcla resultante se coloca en moldes (matrices previamente diseñadas según el requerimiento del cliente)”.

#### **1.3.1. Generalidades de la máquina dosificadora Krauss Maffei 40/16**

El Manual de la inyectora de poliuretano Krauss Maffei RimStar, (2007) se dice: “La RimStar es una máquina estándar para la dosificación y mezcla de componentes de poliuretano.

Al igual que el resto de mezcladoras y dosificadoras de Krauss-Maffei, esta máquina trabaja también a alta presión.

La serie está dotada de bombas con una capacidad de descarga de 40, 16 y 8 litros por minuto (así como sus combinaciones), al tiempo que su rendimiento puede reducirse hasta obtener unas cantidades de descarga mínimas.”

### **1.4. Automatización Industrial**

En la página web <http://www.eya.swin.net>, se dice “La historia de la automatización industrial está caracterizada por períodos de constantes innovaciones tecnológicas. Esto se debe a que las técnicas de automatización están muy ligadas a los sucesos económicos mundiales.

En la actualidad el uso de los robots industriales está concentrado en operaciones muy simples, como tareas repetitivas que no requieren tanta precisión. Se refleja el hecho de que en los 80's las tareas relativamente simples como las máquinas de inspección, transferencia de materiales, pintado automatizado, y soldadura son económicamente viables para ser robotizadas.

#### **1.4.1. Tipos de Automatización.**

Existen cinco formas de automatizar en la industria moderna, de modo que se deberá analizar cada situación a fin de decidir correctamente el esquema adecuado.

Los tipos de automatización son:

- ✓ Control Automático de Procesos.
- ✓ El Procesamiento Electrónico de Datos.
- ✓ La Automatización Fija.
- ✓ El Control Numérico Computarizado.
- ✓ La Automatización Flexible.

El Control Automático de Procesos, se refiere usualmente al manejo de procesos caracterizados de diversos tipos de cambios (generalmente químicos y físicos); un ejemplo de esto lo podría ser el proceso de refinación de petróleo.

El Proceso Electrónico de Datos, frecuentemente es relacionado con los sistemas de información, centros de cómputo, etc. Sin embargo en la actualidad también se considera dentro de esto la obtención, análisis y registros de datos a través de interfaces y computadores.

***La Automatización Fija***, es aquella asociada al empleo de sistemas lógicos tales como: los sistemas de relevadores y compuertas lógicas; sin embargo estos sistemas se han ido flexibilizando al introducir algunos elementos de programación como en el caso de los (PLC'S) ó Controladores Lógicos Programables.

Un mayor nivel de flexibilidad, lo poseen las máquinas de control numérico computarizado. Este tipo de control se ha aplicado con éxito a Máquinas de Herramientas de Control Numérico (MHCN). Entre las MHCN podemos mencionar:

- ✓ Fresadoras CNC.
- ✓ Tornos CNC.
- ✓ Máquinas de Corte por Hilo, etc.”

## ***1.5. Componentes del armario***

### **1.5.1. Tablero metálico**

En un tablero eléctrico se concentran los dispositivos de protección y de maniobra de los circuitos eléctricos y electrónicos como es el caso de la instrumentación y en la instalación.

### **1.5.2. Doble fondo**

Parte principal de la instalación eléctrica, en él están ubicados los dispositivos eléctricos - electrónicos que forman parte del circuito.

### **1.5.3. Riel DIN**

Regleta metálica, se utiliza en el montaje de elementos eléctricos, su estandarización hace fácil el montaje de estos elementos.

### **1.5.4. Canaleta plástica**

Canaletas de gran formato tipo ducto que permiten albergar gran volumen de cables, así como canaletas de formato pequeño ideal para brindar excelentes acabados.

### **1.5.5. Borneras**

Las borneras a ocuparse serán del tipo tornillo que faciliten el buen contacto entre alambres, serán plásticas que permitan la fijación y desmontaje en el riel DIN.

### **1.5.6. Terminales de cableado**

Simplificación del cableado, el encapsulado de la funda de cobre se realiza automáticamente al apretar la conexión en la borna, perfecta resistencia a las vibraciones, ausencia de deformación de los hilos flexibles, ahorro de tiempo en la ejecución y en la conexión.

### **1.5.7. Señalética del tablero y marquillado de los cables**

En un tablero eléctrico es importante la señalización de los elementos así también como las advertencias, que cada uno de sus elementos se deberá prestar, la seguridad para la manipulación garantizada del tablero y la suficiente ventilación.

### **1.5.8. Cableado**

Se aplica al cableado de los circuitos de potencia y de control de todos los equipos a base de contactores, sea cual sea la complejidad de éstos.

Este procedimiento supone un ahorro de tiempo para el usuario.

## **1.6. SISTEMA ELÉCTRICO DE POTENCIA**

### **1.6.1. Motor AC**

Según TELEMECANIQUE, “Manual electrotécnico”, (2000): “Los motores asíncronos trifásicos de jaula se encuentran entre los más utilizados para el accionamiento de máquinas. El uso de estos motores se impone en la mayoría de las aplicaciones debido a las ventajas que conllevan: robustez, sencillez de mantenimiento, facilidad de instalación, bajo coste.

## 1.6.2. Principio de funcionamiento

El principio de funcionamiento de un motor asíncrono se basa en la creación de corriente inducida en un conductor cuando éste corta las líneas de fuerza de un campo magnético, de donde proviene el nombre “motor de inducción”.

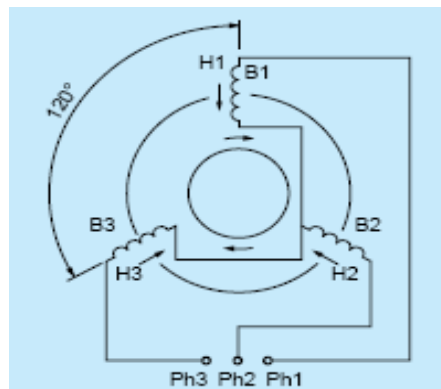
Imagine una espira ABCD en cortocircuito situada en un campo magnético B y móvil alrededor de un eje xy.

Si se hace girar el campo magnético en el sentido de las agujas del reloj, la espira queda sometida a un flujo variable y se convierte en el soporte de una fuerza electromotriz inducida que origina una corriente inducida  $i$  (ley de Faraday).

Es posible definir el sentido de la corriente de los conductores activos AB y CD mediante la aplicación de la regla de los tres dedos de la mano izquierda. La corriente inducida circula de A a B en el conductor AB y de C a D en el conductor CD”.

**FIGURA N° 1.1**

### PRINCIPIO DE UN MOTOR ASÍNCRONO TRIFÁSICO



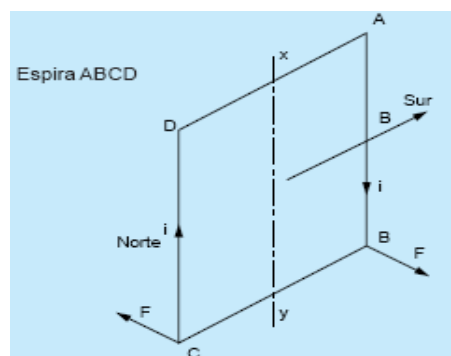
FUENTE: (TELEMECANIQUE, “Manual electrotécnico”)

### 1.6.2.1. Creación del campo giratorio

Según TELEMÉCANIQUE, “Manual electrotécnico”, (2000): “Tres devanados, con un decalado geométrico de  $120^\circ$ , se alimentan de sendas fases de una red trifásica alterna. Los devanados reciben corrientes alternas de idéntico de calado eléctrico que producen un campo magnético alterno sinusoidal. Dicho campo, siempre dirigido en base al mismo eje, alcanza el máximo cuando la corriente del devanado es máxima.

FIGURA N° 1.2

#### CREACIÓN DE UNA CORRIENTE INDUCIDA EN UNA ESPIRA EN CORTOCIRCUITO



FUENTE: (TELEMÉCANIQUE, “Manual electrotécnico”)

El campo que genera cada devanado es resultado de dos campos que giran en sentido inverso y cuyo valor constante equivale a la mitad del valor del campo máximo. En un momento dado  $t_1$  del período, los campos que produce cada devanado pueden representarse de la siguiente manera:

- ✓ El campo  $H_1$  disminuye. Los 2 campos que lo componen tienden a alejarse del eje  $OH_1$ .
- ✓ El campo  $H_2$  aumenta. Los 2 campos que lo componen tienden a aproximarse al eje  $OH_2$ .
- ✓ El campo  $H_3$  aumenta. Los dos campos que lo componen tienden a aproximarse al eje  $OH_3$ .



El flujo correspondiente a la fase 3 es negativo. Por tanto, el sentido del campo es opuesto al de la bobina, la superposición de los tres diagramas permite constatar lo siguiente:

- ✓ Los tres campos que giran en el sentido inverso al de las agujas del reloj están decalados de 120° y se anulan.
- ✓ Los tres campos que giran en el sentido de las agujas del reloj se superponen. Estos campos se suman y forman el campo giratorio de amplitud constante  $3H_{max}/2$  de 2 polos.

Este campo completa una vuelta por cada período de corriente de alimentación. Su velocidad es una función de la frecuencia de la red (f) y del número de pares de polos (p).”

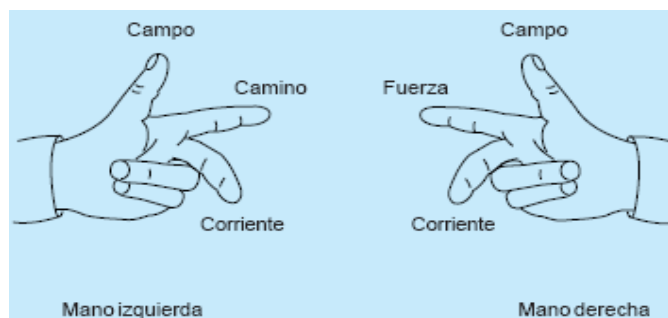
Se denomina “velocidad de sincronización” y se obtiene mediante la fórmula:

$$N_s = 60 \frac{f}{p} \text{ en vueltas por minuto}$$

[Ec. 1.1]

**FIGURA N° 1.3**

### REGLA DE LOS TRES DEDOS



FUENTE: (TELEMECANIQUE, “Manual electrotécnico”)

### 1.6.2.2. Deslizamiento

Según TELEMECANIQUE, “Manual electrotécnico”, (2000): se menciona “El par motor sólo puede existir cuando una corriente inducida circula por la espira. Para ello es necesario que exista un movimiento relativo entre los conductores activos y el campo giratorio.

Por tanto, la espira debe girar a una velocidad inferior a la de sincronización, lo que explica que un motor eléctrico basado en el principio anteriormente descrito se denomine “motor asíncrono”. La diferencia entre la velocidad de sincronización y la de la espira se denomina “deslizamiento” y se expresa en %.

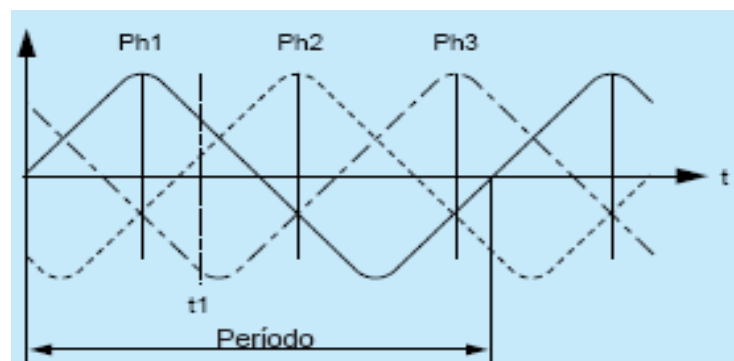
$$g = \frac{Ns - N}{Ns} \times 100$$

[Ec. 1.2]

El deslizamiento en régimen estable varía en función de la carga del motor. Su fuerza disminuye o aumenta cuando el motor está subcargado o sobrecargado”.

**FIGURA N° 1.4**

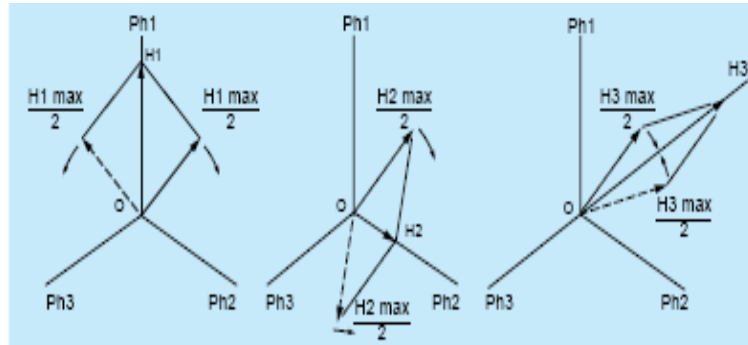
#### RED TRIFÁSICA ALTERNA



FUENTE: (TELEMECANIQUE, “Manual electrotécnico”)

**FIGURA N° 1.5**

**CAMPOS GENERADORES POR LAS TRES FASES**



FUENTE: (TELEMECANIQUE, “Manual electrotécnico”)

**1.6.2.3. Composición**

Un motor asíncrono trifásico consta de dos partes principales:

- ✓ Un inductor, o estator.
- ✓ Un inducido, o rotor.

**1.6.2.3.1. El estator**

Es la parte fija del motor. Una carcasa de metal fundido o de aleación ligera encierra una corona de chapas delgadas (del orden de 0,5 mm de espesor) de acero al silicio. Las chapas quedan aisladas entre sí por oxidación o por barniz aislante.

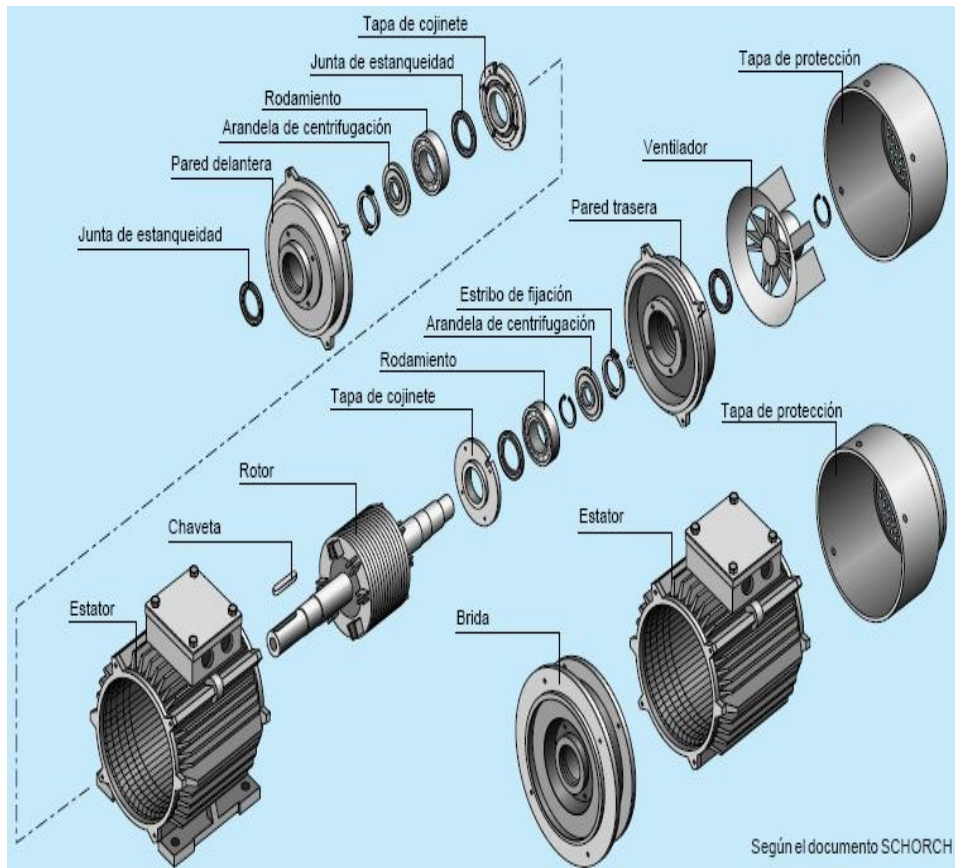
La “foliación” del circuito magnético reduce las pérdidas por histéresis y por corrientes de Foucault.

**1.6.2.3.2. El rotor**

Es la parte móvil del motor. Al igual que el circuito magnético del estator, se compone de un apilamiento de chapas delgadas aisladas entre sí que forman un cilindro enchavetado sobre el eje del motor.

**FIGURA N° 1.6**

**COMPONENTES DE UN MOTOR ASÍNCRONO TRIFÁSICO DE JAULA**



FUENTE (TELEMECANIQUE, “Manual electrotécnico”)

**1.7. ARRANQUE DE MOTORES**

**1.7.1. Generalidades sobre el arranque estrella- triángulo.**

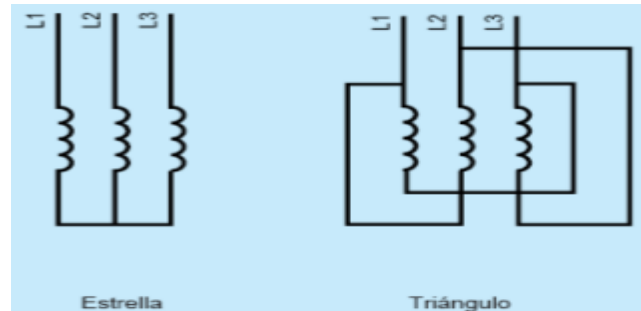
Según ROLDAN José, “Motores eléctricos Automatismos de Control”, (1992):  
“La finalidad de esta forma de arranque es la reducir la intensidad absorbida por el motor durante el período de arranque, en detrimento de su par.

Esta forma de arranque se utiliza en motores que inician su marcha con demanda de par resistente inferior al nominal.

En un arranque directo el par conseguido equivale a 2 veces el nominal”.

**FIGURA N° 1.7**

**ACOPLAMIENTO DE LOS DEVANADOS DEL MOTOR**



FUENTE: (TELEMECANIQUE, “Manual electrotécnico”)

**1.7.1.2. Características del arranque estrella- triángulo.**

- ✓ Par de arranque: 33% del par de arranque directo.
- ✓ Tensión de arranque :

$$U_f = \frac{U_L}{\sqrt{3}}$$

[Ec. 1.3]

- ✓ Intensidad de arranque :

$$I_f = \frac{I_L}{\sqrt{3}}$$

[Ec. 1.4]

Dónde:

**U<sub>f</sub>**.- tensión de fase

**U<sub>L</sub>**.- tensión de línea

**I<sub>f</sub>**.- intensidad de fase

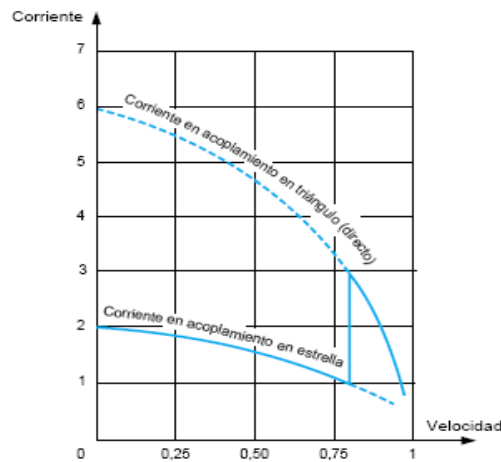
**I<sub>L</sub>**.- intensidad de línea

Se aconseja no pasar de conexión delta a conexión triángulo mientras el motor no haya adquirido, al menos el 80% de la velocidad nominal.

La finalidad de este arranque es de reducir la intensidad absorbida durante el período de puesta en marcha (aceleración) del motor.

**FIGURA N° 1.8**

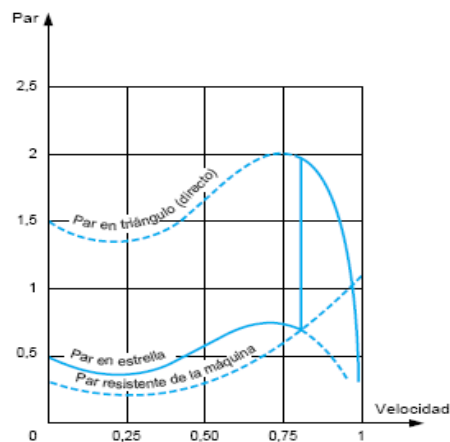
### **CURVAS INTENSIDAD-VELOCIDAD DEL ARRANQUE ESTRELLA-TRIÁNGULO**



FUENTE: (ROLDAN José, "Motores eléctricos Automatismos de Control").

**FIGURA N° 1.9**

### **CURVAS PAR-VELOCIDAD DEL ARRANQUE ESTRELLA-TRIÁNGULO**



FUENTE: (ROLDAN José, "Motores eléctricos Automatismos de Control").

Tabla N° 1.1

VALORES DE POTENCIAS RENDIMIENTO Y CORRIENTE EN  
MOTORES TRIFÁSICOS

POTENCIA, RENDIMIENTO, FACTOR DE POTENCIA E INTENSIDAD PARA MOTORES  
DE CORRIENTE ALTERNA Y CONTINUA A DIFERENTES TENSIONES

Potencia útil		Rendimiento $\eta$	cos $\varphi$	c.a. trifásica a 50 Hz			c.a. bi-fásica 220 V	c.a. monofásica		corriente continua			
CV	KW			220 V	380 V	500 V		110 V	220 V	110 V	220 V	440 V	500 V
0,5	0,37	0,74	0,75	1,74	1,10	0,77	1,51	6,02	3,01	4,52	2,26	1,13	1,00
0,75	0,55	0,76	0,77	2,48	1,44	1,09	2,15	8,57	4,29	6,60	3,30	1,65	1,46
1	0,74	0,78	0,80	3,10	1,79	1,37	2,58	10,8	5,36	8,58	4,29	2,15	1,89
1,5	1,10	0,79	0,82	4,47	2,59	1,97	3,87	15,5	7,75	12,7	6,35	3,18	2,80
2	1,47	0,81	0,83	5,74	3,32	2,53	4,97	19,9	9,95	16,5	8,25	4,13	3,64
2,5	1,84	0,81	0,83	7,17	4,15	3,16	6,23	24,9	12,5	20,7	10,4	5,16	4,56
3	2,21	0,82	0,84	8,52	4,93	3,75	7,36	29,6	14,8	24,5	12,3	6,13	5,40
4	2,95	0,83	0,85	11,1	6,40	4,89	9,80	38,4	19,2	32,3	16,2	8,16	7,10
5	3,88	0,85	0,87	13,4	7,80	5,90	11,6	46,3	23,2	39,4	19,7	9,84	8,66
6	4,42	0,86	0,87	15,5	9,00	6,90	13,4	53,7	26,9	46,7	23,4	11,7	10,3
7	5,15	0,86	0,87	18,2	10,5	8,00	15,7	62,8	31,4	54,5	27,3	13,7	12,0
8	5,89	0,87	0,87	20,4	11,8	9,00	17,7	70,7	35,4	61,5	30,8	15,4	13,6
9	6,82	0,87	0,87	23,0	13,3	10,1	19,9	79,6	39,8	69,2	34,6	17,3	15,3
10	7,40	0,87	0,88	25,3	14,8	11,1	21,8	87,4	43,7	76,8	38,4	19,2	17,0
11	8,10	0,87	0,88	27,8	16,1	12,3	24,1	96,0	48,0	84,5	42,3	21,2	18,6
12	8,83	0,87	0,88	30,3	17,5	13,3	26,2	105	52,5	92,0	46,0	23,0	20,4
13	9,57	0,87	0,88	32,8	19,5	14,5	28,4	114	56,8	100	50,0	25,0	22,0
14	10,3	0,87	0,88	35,4	20,5	15,6	30,6	122	61,1	108	53,8	26,9	23,8
15	11,0	0,88	0,88	37,4	21,7	16,5	32,8	130	64,8	114	57,0	28,5	25,2
16	11,8	0,88	0,88	40,0	23,2	17,8	35,0	138	69,0	124	61,8	30,4	26,8
17	12,5	0,88	0,88	42,5	24,8	18,7	37,2	147	73,4	130	64,8	32,3	28,4
18	13,2	0,88	0,89	44,5	25,8	19,8	38,4	154	76,9	137	68,5	34,2	30,2
19	14,0	0,88	0,89	46,9	27,2	20,7	40,6	162	81,0	145	72,2	36,1	31,8
20	14,7	0,88	0,89	49,4	28,6	21,8	42,7	170	85,0	152	76,0	38,0	33,6
21	15,5	0,89	0,89	51,2	29,7	22,6	44,4	178	88,7	158	79	39,5	34,8
22	16,2	0,89	0,89	53,8	31,1	23,6	46,5	186	93,0	166	82,7	41,4	36,4
23	16,9	0,89	0,89	56,1	32,5	24,7	48,5	195	97,2	173	86,4	43,2	38,0
24	17,7	0,89	0,89	58,5	33,9	25,8	50,7	203	102	181	90,2	45,1	39,8
25	18,4	0,89	0,89	61,0	35,3	26,9	52,7	212	106	188	94,0	47,0	41,4
30	22,1	0,89	0,90	72,4	41,9	31,9	62,7	251	126	226	113	56,4	49,6
40	29,5	0,89	0,90	96,8	55,9	42,5	83,6	334	167	300	150	75,1	66,2
50	36,8	0,90	0,91	118	68,3	52,0	102	408	204	372	186	93,0	81,8
60	44,2	0,91	0,92	139	80,2	61,0	120	480	240	441	221	111	97,0
70	51,5	0,91	0,92	162	93,5	71,0	140	560	280	515	258	129	114
80	58,9	0,91	0,92	184	107	81,1	160	640	320	588	294	147	130
90	66,2	0,91	0,92	208	120	91,2	180	719	360	662	331	166	146
100	73,6	0,92	0,93	228	131	99,3	196	782	391	727	364	182	160
125	92	0,93	0,93	279	162	123	242	967	484	900	450	225	198
150	110	0,93	0,93	335	194	148	290	1160	580	1080	540	270	238
200	147	0,93	0,93	446	259	197	387	1545	773	1440	720	360	317

FUENTE:( ROLDAN José, "Motores eléctricos Automatismos de Control").

## 1.8. SELECCIÓN DE LOS CONDUCTORES PARA EL SISTEMA ELÉCTRICO DE POTENCIA

Según ROLDAN José, “Motores eléctricos Automatismos de Control”, (1992) se dice: “Con el estudio, de caída de tensión y de capacidad de corriente podemos determinar mediante una serie de cálculos el calibre de los conductores, el diámetro de las tuberías y la coordinación de protecciones adecuadas del tablero, según normas estandarizadas por las tablas de calibres de conductores”.

**Tabla N° 1.2**

### FORMULAS PARA SELECCIÓN DE CONDUCTORES ELÉCTRICO DE MEDIA TENSIÓN

Tipo de corriente	Sección	Caída de tensión	Pérdida de potencia	Siendo
CONTINUA (cos φ =1) Y MONOFÁSICA	<b>CONOCIDA LA INTENSIDAD</b>		$\Delta W = \frac{200.L.W}{K.S.V^2.\cos^2\phi}$	$S$ =Sección del conductor, en mm <sup>2</sup> $I$ = Intensidad de corriente en amperios $V$ = Tension de servicio, en voltios $W$ = Potencia transportada en watos $L$ = Longitud de la línea en metros $\Delta V$ = Caída de tensión desde el principio hasta el final de la línea en voltios $\Delta W$ = Perdida de potencia desde el inicio hasta el final en % $K$ =Conductividad eléctrica para el cobre 56
	$S = \frac{2.L.I.\cos\phi}{K.\Delta V}$	$\Delta V = \frac{2.L.I.\cos\phi}{K.S}$		
	<b>CONOCIDA LA POTENCIA</b>			
	$S = \frac{2.L.W}{K.\Delta V.V}$	$\Delta V = \frac{2.L.W}{K.S.V}$		
TRIFÁSICA	<b>CONOCIDA LA INTENSIDAD</b>		$\Delta W = \frac{100.L.W}{K.S.V^2.\cos^2\phi}$	
	$S = \frac{\sqrt{3}.L.I.\cos\phi}{K.\Delta V}$	$\Delta V = \frac{\sqrt{3}.L.I.\cos\phi}{K.S}$		
	<b>CONOCIDA LA POTENCIA</b>			
	$S = \frac{L.W}{K.\Delta V.V}$	$\Delta V = \frac{L.W}{K.S.V}$		

FUENTE: (Es\_8Conductores.pdf)



## 1.9. SELECCIÓN DEL CONDUCTOR DEL SISTEMA ELÉCTRICO DE CONTROL DE LA INYECTORA

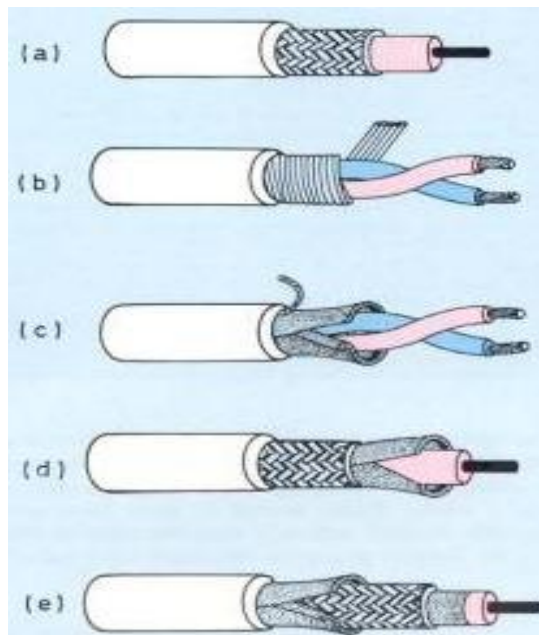
### 1.9.1. Cable apantallado para los transductores

En la página: [www.lpi.tel.uva.es.htm](http://www.lpi.tel.uva.es.htm) se señala: “El apantallamiento de los cables se realiza recubriendo los mismos con mallas de tejido metálico con distintas características según están mezclados con plásticos (tipo PVC) o recientemente con fibras de nylon o algodón, formando un tejido sumamente flexible en el que las propias fibras son metalizadas con cobre, níquel o plata.

Los materiales relativamente más densos y con mayor contenido metálico muestran mayor efectividad. La efectividad de un blindaje decrece cuando la frecuencia aumenta”.

**FIGURA N° 1.10**

#### TIPOS DE CABLES APANTALLADOS



FUENTE: (<http://www.lpi.tel.uva.es>)

Características de los cables apantallados:

- (a) Cable apantallado con blindaje trenzado
- (b) Cable apantallado con blindaje espiral
- (c) Cable apantallado con blindaje laminado recto en forma de tubo
- (d) Cable apantallado con blindaje laminado en espiral
- (e) Cable apantallado con blindaje combinado laminado y trenzado
- (f) cable apantallado con blindaje combinado lamina/trenza/lámina

### **1.9.2. Cable para la Termocupla**

En la página: [www.profesormolina.com.ar](http://www.profesormolina.com.ar), se dice: “Es fácil realizar medidas de la temperatura con un sistema de adquisición de datos, pero la realización de medidas de temperatura exactas y repetibles no es tan fácil.

La temperatura es un factor de medida engañoso debido a su simplicidad.

A menudo pensamos en ella como un simple número, pero en realidad es una estructura estadística cuya exactitud y repetitividad pueden verse afectadas por la masa térmica, el tiempo de medida, el ruido eléctrico y los algoritmos de medida”.

**TABLA N° 1.3**

**DATOS TÉCNICOS DE REFERENCIA DE LAS TERMOCUPLAS**

<b>Thermocouple Type</b>	<b>Names of Materials</b>	<b>Useful Application Range (°F)</b>	<b>mV</b>
<b>B</b>	Platinum 30% Rhodium (+) Platinum 6% Rhodium (-)	100 – 3270	0.007-13.499
<b>C</b>	W5Re Tungsten 5% Rhenium (+) W26Re Tungsten 26% Rhenium (-)	3000-4200	-
<b>E</b>	Chromel (+) Constantan (-)	32 – 1800	0 – 75.12
<b>J</b>	Iron (+) Constantan (-)	-300 – 1600	-7.52 – 50.05
<b>K</b>	Chromel (+) Alumel (-)	-300 – 2300	-5.51 – 51.05
<b>N</b>	Nicrosil (+) Nisil (-)	1200-2300	-
<b>R</b>	Platinum 13% Rhodium (+) Platinum (-)	32 - 2900	0 – 18.636
<b>S</b>	Platinum 10% Rhodium (+) Platinum (-)	32 - 2800	0 – 15.979
<b>T</b>	Copper (+) Constantan (-)	-300 – 750	-5.28 – 20.80

FUENTE: ([http://www.profesormolina.com.ar/tecnologia/sens\\_transduct/temperatura.htm](http://www.profesormolina.com.ar/tecnologia/sens_transduct/temperatura.htm))

## 1.10. COORDINACIÓN DE PROTECCIONES

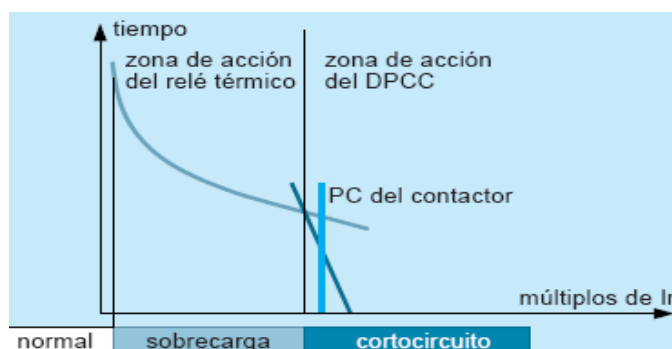
Según TELEMECANIQUE, “Manual electrotécnico”, (2000) señala: “la coordinación de las protecciones es el arte de asociar un DPCC (fusibles o disyuntor magnético) con un contactor y un relé térmico.

Su objetivo es interrumpir, a tiempo y sin peligro para las personas ni para las instalaciones, una corriente de sobrecarga (de 1 a 10 veces la corriente nominal del motor) o una corriente de cortocircuito ( $> 10$  veces la corriente nominal del motor).

La corriente presumible de cortocircuito caracteriza la instalación en un punto determinado”.

FIGURA N° 1.11

### COORDINACIÓN DE LAS PROTECCIONES



FUENTE: (TELEMECANIQUE, “Manual electrotécnico”)

### 1.10.1. Seccionador general

El interruptor es un aparato mecánico de conexión capaz de establecer, tolerar e interrumpir corrientes en un circuito en condiciones normales, incluidas las condiciones especificadas de sobrecarga durante el servicio, y de tolerar durante un tiempo determinado corrientes dentro de un circuito en condiciones anómalas especificadas.

### **1.10.2. Fusibles**

Según TELEMECANIQUE, “Manual electrotécnico”, (2000) señala: “Los fusibles proporcionan una protección fase a fase, con un poder de corte muy elevado y un volumen reducido.

Se pueden montar de dos maneras:

- ✓ En unos soportes específicos llamados porta fusibles.
- ✓ En los seccionadores, en lugar de los casquillos o las barretas.

#### **1.10.2.1. Se dividen en dos categorías:**

##### **a) Fusibles “distribución” tipo gG**

Protegen a la vez contra los cortocircuitos y contra las sobrecargas a los circuitos con picos de corriente poco elevados (ejemplo: circuitos resistivos).

Normalmente deben tener un calibre inmediatamente superior a la corriente del circuito protegido a plena carga.

##### **b) Fusibles “motor” tipo aM**

Protegen contra los cortocircuitos a los circuitos sometidos a picos de corriente elevados (picos magnetizantes en la puesta bajo tensión de los primarios de transformadores o electroimanes, picos de arranque de motores asíncronos, etc.).

Las características de fusión de los fusibles aM “dejan pasar” las sobreintensidades, pero no ofrecen ninguna protección contra las sobrecargas. En caso de que también sea necesario este tipo de protección, debe emplearse otro dispositivo (por ejemplo, un relé térmico)”.

### **1.10.3. Guarda motores**

Según el manual SCHNEIDER ELECTRIC – “Telemecanique – Guardamotor, (2007) se dice: “Las características principales de los guardamotores, al igual que de otros interruptores automáticos magneto-térmicos, son la capacidad de ruptura, la intensidad nominal o calibre y la curva de disparo. Proporciona protección frente a sobrecargas del motor y cortocircuitos, así como, en algunos casos, frente a falta de fase.

La protección de los motores se garantiza gracias a los dispositivos de protección magnetotérmicos incorporados en los guardamotores.

#### **1.10.3.1. Características**

Los elementos magnéticos (protección contra los cortocircuitos) tienen un umbral de disparo no regulable. Es igual a aproximadamente 13 veces la intensidad de reglaje máxima de los disparadores térmicos.

Mediante su capacidad de seccionamiento, estos guardamotores garantizan, en posición de apertura, una distancia de aislamiento suficiente e indican, gracias a la posición de los pulsadores de mando, el estado real de los contactos móviles”.

### **1.11. Puesta a tierra**

#### **1.11.1. Definición**

Según Varios Autores edición UPC (2000) dice “La denominación “puesta a tierra” comprende toda la ligazón metálica directa, sin fusibles ni protección alguna, de sección suficiente entre determinados elementos o partes de una instalación y un electrodo o grupo de electrodos enterrados en el suelo, con objeto de conseguir que en el conjunto de instalaciones, edificios y superficie próxima al terreno, no existan diferencia de potencial peligrosas y que al mismo tiempo, permita el paso a tierra de las corrientes de falta o de descarga de origen atmosférico.

### **1.11.2 Objetivo**

Las puestas a tierra se establecen con objeto, principalmente, de limitar la tensión que con respecto a tierra puedan presentar en un momento dado las masas metálicas, asegurar la actuación de las protecciones y eliminar o disminuir que riesgo que supone una avería en el material utilizado”.

### **1.12. Contactores**

En ROLDAN José, “Motores eléctricos Automatismos de Control”, (1992), se dice: “El contactor electromagnético es un aparato mecánico de conexión controlado mediante electroimán y con funcionamiento todo o nada.

Cuando la bobina del electroimán esta bajo tensión, el contactor se cierra, estableciendo a través de los polos del circuito entre la red de alimentación y el receptor.

El desplazamiento de la parte móvil del electroimán que arrastra las partes móviles de los polos y de los contactos auxiliares o, en determinados casos, del dispositivo de control de estos, puede ser:

- ✓ Rotativo, girando sobre un eje.
- ✓ Lineal, deslizándose en paralelo a las partes fijas.
- ✓ Una combinación de ambas.

Cuando se interrumpen la alimentación de la bobina, el circuito magnético se desmagnetiza y el contactor se abre por efecto de:

- ✓ Los resortes de presión de los polos y del resorte de retorno de la armadura móvil.
- ✓ La fuerza de gravedad, en determinaos aparatos (las partes móviles recuperan su posición partida).

**1.12.1. Clasificación de los contactores según el tiempo que permanecen los contactos pasando corriente a través de ellos.**

**a) Empleo ininterrumpido**

Los contactos pueden permanecer cerrados durante un tiempo, ilimitado, pasando por ellos la corriente de la utilización.

**b) Empleo de 8 horas**

El tiempo de empleo puede ser del orden de 8 horas de tal forma que los contactos adquieran el equilibrio térmico.

**c) Empleo temporal**

En este caso, el tiempo de paso de corriente por los contactos es tal que éstos no llegan a adquirir el equilibrio térmico. El tiempo de reposo será tal que los contactos adquieran la temperatura ambiente.

**d) Empleo intermitente**

Este empleo está constituido por una sucesión de ciclos iguales, compuesto cada uno por un tiempo de conexión en el que los contactos adquieren el equilibrio térmico y un tiempo de desconexión el cual los contactos adquieran la temperatura del ambiente.

**1.12.1. Ventajas del Contactor**

- ✓ Interrumpir las corrientes monofásicas o polifásicas elevadas accionando un auxiliar de mando recorrido por una corriente de baja intensidad.
- ✓ Funcionar tanto en servicio intermitente como en continuo.
- ✓ Controlar a distancia de forma manual o automática, utilizando hilos de sección pequeña o acortando, significativamente los cables de potencia.



### 1.12.2. Factor de marcha

Para un mismo número de maniobras por horas, las condiciones de empleo del contactor son diferentes, según el tiempo de duración de la conexión y desconexión, cada clase de uso se subdivide a su vez en cuatro regímenes de marcha, definidos por un factor marcha (ED) expresado en % según se indica a continuación”:

$$\text{Factor de marcha ED} = \frac{\text{Tiempo de marcha}}{\text{Ciclo Completo}} \times 100 \text{ (en \%)}$$

$$\text{Ciclo completo} = \text{Tiempo de marcha} + \text{Tiempo de paro}$$

[Ec. 1.7]

### 1.12.3. Elección de contactores

Los contactores son aparatos robustos que pueden ser sometidos a exigentes cadencias de maniobras con distintos tipos de cargas. La norma IEC 947-4 define distintos tipos de categorías de empleo que fijan los valores de la corriente a establecer o cortar mediante contactores.

Citaremos solamente las categorías para circuitos de potencia con cargas en CA, sabiendo que existen categorías similares para CC y circuitos de control en CA y CC.

#### ✓ Categoría AC1

Se aplica a todos los aparatos de utilización en corriente alterna (receptores), cuyo factor de potencia es al menos igual a 0,95 ( $\cos > 0,95$ ). Ejemplos: calefacción, distribución, iluminación.

### ✓ **Categoría AC2**

Se refiere al arranque, al frenado en contracorriente y a la marcha por impulso de los motores de anillos. Al cierre, el contactor establece la intensidad de arranque del orden de, 5 veces la intensidad nominal del motor. A la apertura el contactor debe cortar la intensidad de arranque con una tensión menor o igual a la tensión de la red. Ejemplos: Puentes grúa, grúas pórtico con motores de rotor bobinado.

### ✓ **Categoría AC3**

Se refiere a los motores de jaula, y el corte se realiza a motor lanzado. Al cierre, el contactor establece la intensidad de arranque con 5 a 7 veces la intensidad nominal del motor. A la apertura, corta la intensidad nominal absorbida por el motor. En este momento la tensión en los bornes de sus polos es del orden del 20% de la tensión de la red, por lo que el corte es fácil.

Ejemplos: Todos los motores de jaula, ascensores, escaleras mecánicas, compresores, bombas, ventiladores, etc.

### ✓ **Categoría AC4**

Esta categoría se refiere a las aplicaciones con frenado a contracorriente y marcha por impulso utilizando motores de jaula o de anillos. El contactor se cierra con un pico de corriente que puede alcanzar 5, incluso 7 veces, la intensidad nominal del motor. La tensión puede ser igual a la red. El corte es severo. Ejemplos: trefiladoras, metalurgia, elevación, ascensores, etc.

### **Referencia de selección de contactores**

Cada carga tiene sus propias características, y en la elección del aparato de conmutación (contactor) deberán ser consideradas. Es importante no confundir la corriente de empleo  $I_e$  con la corriente térmica  $I_{th}$ .

**I<sub>e</sub>:** Es la corriente que un contactor puede operar y está definida para la tensión nominal, la categoría de empleo (AC1, AC3,...) y la temperatura ambiente.

**Ith:** Es la corriente que el contactor puede soportar en condición cerrado por un mínimo de horas, sin que su temperatura exceda los límites dados por las normas. La vida eléctrica, expresada en ciclos de maniobra, es una condición adicional para la elección de un contactor y permite prever su mantenimiento. En los catálogos de contactores se incluyen curvas de vida eléctrica en función de la categoría de utilización.

### **1.13. EL SISTEMA DE CONTROL ELÉCTRICO DE LA MÁQUINA INYECTORA**

En BOLTON W. “Instrumentación y Control Industrial” (2000) se dice: “El diseño de un sistema de control es una tarea muy compleja.

El diseño incluye varios pasos. Lo primero se refiere generalmente al objeto de control y a los elementos de hardware que van a necesitarse. Debido a que el transductor de realimentación y el elemento final de control están conectados y directamente interrelacionados con el proceso que está siendo controlado, se necesita de control pueden seleccionarse luego de encajar con ellos.

- 1) Identificar aquellas variables del proceso que van a ser controladas y el grado de precisión requerido.
- 2) Identificar aquellas propiedades del proceso que van a ser manipuladas por los elementos finales de control para mantener las variables controladas dentro de los límites requeridos.
- 3) Seleccionar el sistema de medida apropiado para cada variable sea controlada. (ejemplo la variable que se va a medir, el valor nominal, el rango de los valores, la exactitud requerida, la velocidad de medida requerida, las condiciones ambientales bajo las cuales se va a llevar a cabo la medida.
- 4) Seleccionar los elementos de control final necesarios para proporcionar la manipulación requerida. Es necesario factores como solidez, fiabilidad, mantenimiento, duración, requisitos de montaje y de acoplamiento, requisitos de alimentación, características de la señal de entrada, disponibilidad, coste.

- 5) Seleccionar los elementos restantes del sistema de control, teniendo en cuenta factores tales como si las conexiones se deben realizar por medio de señales eléctricas, hidráulicas o neumáticas. Los sistemas de control eléctrico tienen las ventajas de que el modo de control utilizado puede ser fácilmente modificado, de que las señales de control pueden ser transmitidas a largas distancias, la ventaja de que, en general, es fácil disponer de una alimentación eléctrica, pero la desventaja de que el elemento final de control de un motor es relativamente voluminoso.
- 6) Desarrollar un modelo matemático, es decir, una ecuación o conjunto de ecuaciones que pueda describir cómo funciona cada elemento, y por tanto como funciona todo el sistema.
- 7) Analizar el funcionamiento del modelo matemático del modelo considerado factores tales como la respuesta a cambios de valor de referencia, respuestas a perturbaciones, velocidad de respuesta y estabilidad.
- 8) Modificar el modelo para conseguir el funcionamiento del sistema requerido.
- 9) Luego, construir el propio sistema de control.

Probar el sistema para asegurarse de que cumple con los criterios de rendimiento requeridos”.

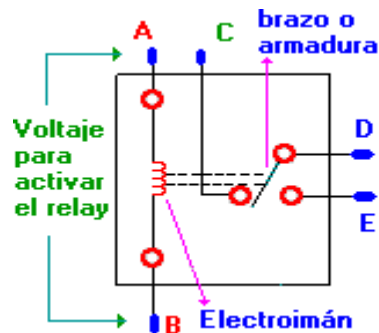
### **1.13.1. Relé electromagnético**

En la página web: [www.unicrom.com](http://www.unicrom.com) se dice: “El Relay – Relé es un interruptor operado magnéticamente. Este se activa o desactiva (dependiendo de la conexión) cuando el electroimán (que forma parte del Relé) es energizado (le damos el voltaje para que funcione). Esta operación causa que exista conexión o no, entre dos o más terminales del dispositivo (el Relé).

Esta conexión se logra con la atracción o repulsión de un pequeño brazo, llamado armadura, por el electroimán. Este pequeño brazo conecta o desconecta los terminales antes mencionados”.

FIGURA N° 1.12

## RELÉ ELECTROMAGNÉTICO



FUENTE (Página web: [www.unicrom.com](http://www.unicrom.com))

Es importante saber cuál es la resistencia del bobinado del electroimán (lo que está entre los terminales A y B) que activa el relé y con cuanto voltaje este se activa.

### 1.13.1.1. Ventajas del Relé:

- ✓ Permite el control de un dispositivo a distancia. No se necesita estar junto al dispositivo para hacerlo funcionar.
- ✓ El relé es activado con poca corriente, sin embargo puede activar grandes máquinas que consumen gran cantidad de corriente.
- ✓ Con una sola señal de control, puedo controlar varios Relés a la vez.

### 1.13.2. Pulsantes

Según MARTÍNEZ Victoriano, “Automatización industrial moderna”, (2001) señala: “elemento que permite el paso o interrupción de la corriente mientras es accionado. Cuando ya no se actúa sobre él vuelve a su posición de reposo. Puede ser el contacto normalmente cerrado en reposo NC, o con el contacto normalmente abierto NA.

#### **1.13.2.1. Pulsantes de paro**

Normalmente, NC. al mando S1 se le llama pulsador de paro y debe ser de color rojo, es obligatorio que tenga sus contactos normalmente cerrados, es decir, que cuando está en reposo (sin que nadie pulse) los contactos están unidos entre sí.

#### **1.13.2.2. Pulsantes de marcha**

Normalmente, NO. al mando S2 se lo llama pulsador de marcha y debe ser de color verde, deben tener los contactos normalmente abiertos, es de decir, que cuando está en reposo los contactos están separados entre sí.

#### **1.13.2.3. Pulsante de emergencia**

Los dispositivos de parada de emergencia deben ser instalados en todas aquellas máquinas en las cuales existan peligros de tipo mecánico durante las condiciones normales de trabajo”.

Al ser accionado (pulsado) queda enclavado y la nueva puesta en servicio (des enclavamiento) sólo puede efectuarse por medio de una llave.

Será tipo "cabeza de seta", de color rojo y con un círculo amarillo en la superficie inferior.

#### **1.13.3. Caja de pulsadores para el remoto**

Se utilizan principalmente para controlar a distancia aparatos móviles tales como aparejos, pequeños dispositivos elevadores, pórticos de tratamiento de superficie.

### **1.14. LÓGICA PROGRAMABLE**

Según TELEMECANIQUE, “Manual electrotécnico”, (2000) señala: “La lógica programable permite utilizar unidades electrónicas para el tratamiento de datos. El funcionamiento de este tipo de equipos no está definido por un esquema, como en

el caso de la lógica cableada, sino por un programa cargado en la memoria de la unidad de tratamiento.

Los autómatas programables son los componentes básicos de los equipos electrónicos de automatismo.

Hicieron su aparición en los Estados Unidos en 1969 como respuesta a la demanda de los fabricantes de automóviles. Deseaban automatizar sus fábricas con un material capaz de adaptarse a los cambios de fabricación, más sencillo y económico que los sistemas cableados que se empleaban masivamente hasta entonces.

En la actualidad, existen numerosos modelos de autómatas programables desde los nano autómatas, que se adaptan a las máquinas e instalaciones simples con un número reducido de puertos de entrada/salida, hasta los autómatas multifunción, capaces de gestionar varios millares de puertos de entrada/salida y dedicados al pilotaje de procesos complejos”.

#### **1.14.1. PLC**

En TELEMECANIQUE, “Manual electrotécnico”, (2000) señala: “Un autómata programable es una máquina electrónica especializada en el pilotaje y el control en tiempo real de procesos industriales y terciarios.

Ejecuta una serie de instrucciones introducidas en su memoria en forma de programa y, por tanto se asemeja a las máquinas de tratamiento de la información.

No obstante, existen tres características fundamentales que lo diferencian claramente de las herramientas informáticas como los ordenadores que se utilizan en las empresas y el sector terciario:

- ✓ Pueden conectarse directamente a los captadores y preaccionadores mediante sus puertos de entrada/salida para equipos industriales.
- ✓ Su diseño permite que funcionen en ambientes industriales duros (temperatura, vibraciones, micro cortes de la tensión de alimentación, parásitos, etc.).

- ✓ Por último, la programación se basa en lenguajes específicamente desarrollados para el tratamiento de funciones de automatismo, de modo que ni su instalación ni su uso requieren conocimientos de informática.

#### **1.14.1.2. Estructura básica**

La estructura básica de un autómata programable se fundamenta en tres elementos funcionales principales: procesador, memoria y entradas/salidas “Todo o Nada”.

El enlace eléctrico de estos elementos se realiza por medio de un bus. Un bloque de alimentación proporciona las tensiones necesarias para el funcionamiento del conjunto.

#### **1.14.1.3. Procesador**

El cometido principal del procesador, o unidad central (UC), consiste en tratar las instrucciones que constituyen el programa de funcionamiento de la aplicación.

Además de esta tarea, la UC desempeña las siguientes funciones:

- ✓ Gestión de entradas/salidas.
- ✓ Control y diagnóstico del autómata mediante una serie de pruebas que se ejecutan en el momento del encendido o cíclicamente, durante el funcionamiento del sistema.
- ✓ Diálogo con el terminal de programación, tanto durante las fases de escritura y depuración del programa como durante su explotación, para realizar tareas de verificación y ajuste de datos”.

#### **1.14.1.4. Memoria de usuario**

Permite almacenar las instrucciones que conforman el programa de funcionamiento del automatismo y los datos, que pueden ser de los siguientes tipos:

- ✓ Información susceptible de variar durante la ejecución de la aplicación. Por ejemplo, resultados de cálculos realizados por el procesador que se guardan



para su uso posterior. Estos datos se denominan variables internas o palabras internas.

- ✓ Información que no varía durante la ejecución pero que el usuario puede modificar textos que se muestran, valores de preselección, etc. Se denominan palabras constantes.
- ✓ Memorias de estado de las entradas/salidas, actualizadas por el procesador en cada turno de escrutación del programa.

El elemento básico de la memoria es el bit (abreviatura del inglés binary digit: dígito binario), que admite dos estados lógicos: 0 y 1. Los bits se agrupan en palabras (16 bits) o en bytes (8 bits) que se identifican mediante una dirección.

Para cada una de las partes (programa y datos), el volumen de la memoria se expresa en K palabras (1 K palabra = 210 palabras = 1024 palabras) o en K bytes.

Los autómatas programables utilizan dos tipos de memoria:

**Memoria viva**, o memoria RAM (Random Access Memory: memoria de acceso aleatorio). El contenido de este tipo de memoria puede leerse y modificarse en cualquier momento, pero se pierde en caso de falta de tensión (memoria volátil).

Por tanto, necesita una batería de seguridad.

La memoria viva se utiliza para escribir y poner a punto los programas y para almacenar los datos.

**Memoria muerta**, cuyo contenido se conserva (no volátil) en caso de falta de tensión y que sólo puede leerse. Su escritura requiere el borrado total previo por medio de un procedimiento especial externo al autómata, por rayos ultravioletas (memorias EPROM y REEPROM) o eléctrico (memorias EEPROM). Se utilizan para almacenar los programas previamente depurados.

La memoria de programa se ubica en uno o varios cartuchos que se insertan en el módulo procesador o en un módulo de ampliación de memoria.

### **1.15. Entradas/salidas TON**

En TELEMECANIQUE, “Manual electrotécnico”, (2000) señala: “Las entradas/salidas TON garantizan la integración directa del autómeta en el entorno industrial. Sirven como enlace entre el procesador y el proceso.

Todas cumplen una doble Función básica:

- ✓ Función de interfaz para recibir y tratar señales procedentes del exterior (captadores, pulsadores, etc.) y para emitir señales hacia el exterior (control de preaccionadores, pilotos de señalización, etc.). El diseño de estos interfaces, con aislamiento galvánico o desacoplamiento optoelectrónico, asegura la protección del autómeta contra señales parásitas.
- ✓ Función de comunicación para el intercambio de señales con la unidad central por medio de un bus de entradas/salidas”.

#### **1.15.1. Bus**

En TELEMECANIQUE, “Manual electrotécnico”, (2000) señala: “El bus consiste en un conjunto de conductores que enlazan entre sí los distintos elementos del autómeta. En el caso de los autómetas modulares, se emplea un circuito impreso situado en el fondo del rack que consta de conectores a los que se enchufan los distintos módulos procesador, ampliación de memoria, interfaces y acopladores.

Se organiza en varios subconjuntos que gestionan distintos tipos de tráfico:

- ✓ Bus de datos para las señales de entrada/salida,
- ✓ Bus de direcciones de las entradas/salidas,
- ✓ Bus de control para las señales de servicio, por ejemplo, los topes de sincronización, el sentido de los intercambios, el control de validez de los intercambios, etc.,
- ✓ Bus de distribución de las tensiones generadas por el bloque de alimentación”.

## **1.15.2. PRINCIPIO DE FUNCIONAMIENTO DEL PLC**

### **1.15.2.1. Formato de una instrucción**

Según TELEMECANIQUE, “Manual electrotécnico”, (2000) dice: “Una instrucción es una orden que debe ejecutar el procesador del autómeta. Por tanto, debe indicar al procesador “lo que debe hacer” y “con qué debe hacerlo”.

Para ello, toda instrucción consta de dos partes:

- ✓ Un código de operación que indica el tipo de tratamiento: asignar el valor 1 a un bit, incrementar el contenido de una palabra.
- ✓ Un operando que indica el tipo de objeto, bit o palabra, al que se refiere la instrucción y su dirección en la memoria de datos”.

### **1.15.2.2. Tratamiento de una instrucción**

Según TELEMECANIQUE, “Manual electrotécnico”, (2000) dice: “Un programa se compone de una serie de instrucciones. Una vez identificado el código de operación y situado el operando en la memoria de datos, el procesador ejecuta la instrucción en función del micro software programado en la memoria de control. El micro software contiene todos los programas de tratamiento del conjunto de instrucciones situadas en la memoria del procesador.

El resultado de la instrucción puede utilizarse para actualizar el operando de manera automática o almacenarse en memoria para su uso posterior.

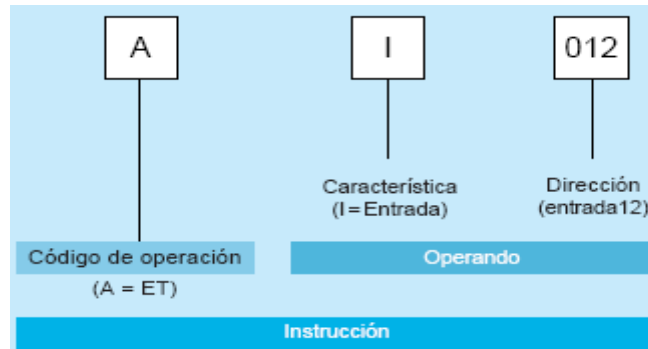
Una vez finalizado el tratamiento de una instrucción, el procesador pasa automáticamente a la siguiente.

El tiempo de tratamiento varía en función de la instrucción y del modelo de autómeta.

Puede situarse entre algunos centenares de nanosegundos (1 nanosegundo = 1 milmillonésima de segundo), en el caso de instrucciones simples, como examinar un bit o asignarle el valor 0 o 1, y varias decenas de microsegundos (1 microsegundo = 1 millonésima de segundo) en el caso de instrucciones más complejas”.

**FIGURA N° 1.13**

### **FORMATO DE UNA INSTRUCCIÓN**



FUENTE: (TELEMECANIQUE, “Manual electrotécnico”)

#### **1.15.3. Ciclo de un autómata programable**

El tiempo de ciclo de un autómata de escrutación cíclica es el tiempo necesario para una ejecución completa del programa.

Depende directamente del número y de la naturaleza de las instrucciones que se tratan.

El ciclo consta de tres fases que se ejecutan en este orden:

- ✓ Adquisición de todas las entradas.
- ✓ Tratamiento (o escrutación) del programa.
- ✓ Actualización de todas las salidas.

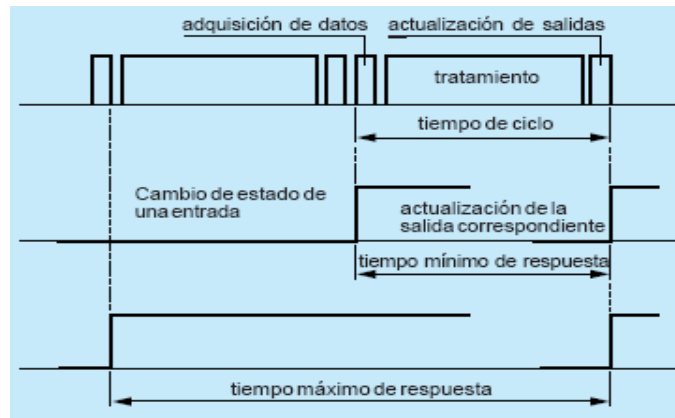
Se repite automáticamente mientras no se dé orden de parada.

La adquisición previa de entradas tiene como objetivo evitar imprevistos durante el tratamiento. Dado que el estado físico de las entradas puede cambiar durante el ciclo, el tratamiento se lleva a cabo sobre las entradas en estado memorizado y, por tanto, invariable.

La actualización de las salidas se efectúa al finalizar el ciclo, cuando todos los comandos que se transmiten hacia el exterior están definidos.

**FIGURA N° 1.14**

**CICLO Y TIEMPO DE RESPUESTA DE UN AUTÓMATA PROGRAMABLE**



FUENTE: (TELEMECANIQUE, “Manual electrotécnico”)

## 1.16. MÓDULOS ADICIONALES

### 1.16.1. Módulos de entradas

Según Manual S7-200, “Siemens”, (2005) dice: “Las entradas vigilan las señales de los dispositivos de campo (p.ej. sensores e interruptores), mientras que las salidas supervisan las bombas, motores u otros aparatos del proceso.

Se dispone de entradas y salidas integradas (en la CPU), así como de E/S adicionales (en los módulos de ampliación).

### 1.16.2. Los módulos de salida

Al igual que los módulos de entradas, los módulos de salida de los autómatas programables son circuitos electrónicos capaces de transformar la señal procedente del modulo entradas/salidas de la C.P.U. en señales eléctricas utilizables por el usuario”.

### **1.16.3. Módulo de salida a relé**

Según MARTÍNEZ Victoriano, “Automatización industrial moderna”, (2001) señala: “hay varios sistemas para la transformación de las señales de la C.P.U., es más utilizado es el denominado salida de relés. Son pequeños relés electromagnéticos cuya bobina está comandada por la tensión de 5 voltios del circuito interno del autómeta.

Los elementos conectados en el circuito de salida sólo tienen como misión la supresión de impulsos transitorios y de alta frecuencia que siempre se producen al abrir el relé los contactos cuando están bajo carga; se trata de un elemento llamado varistor que suprime los transitorios, y de un circuito tanque, compuesto por una resistencias en serie con un condensador que suprime las interferencias de alta frecuencia. Todas las salidas están siempre protegidas con un fusible que tiene una capacidad de corriente menor o igual que la capacidad de los contactos del relé”.

### **1.17. Módulo expansor para termocuplas**

Los módulos de I/O son las tarjetas en donde se conectan las distintas clases de señales de campo que pueden ser entradas y salidas tanto análogas como digitales. Estos módulos van conectados sobre una base terminal cuya intercomunicación es efectuada por medio de un bus interno de módulos I/O.

Las señales sobre este bus son transferidas entre módulos a través de una serie de conectores montados en una placa impresa de circuitos a lo largo de la base.

### **1.18. DIÁLOGO HOMBRE-MÁQUINA**

Según TELEMECANIQUE, “Manual electrotécnico”, (2000) dice: “En la función de diálogo hombre-máquina, el operador desempeña un papel importante. En base a los datos de los que dispone, debe realizar acciones que condicionan el buen funcionamiento de las máquinas y las instalaciones sin comprometer la seguridad ni la disponibilidad.

Es, por tanto, indispensable que la calidad de diseño de los interfaces y de la función de diálogo garantice al operador la posibilidad de actuar con seguridad en todo momento.

### **1.18.1. Datos del diálogo hombre → máquina**

El diálogo hombre-máquina activa la circulación de dos flujos de datos que circulan en los siguientes sentidos:

- ✓ Máquina → Hombre
- ✓ Hombre → Máquina

Ambos flujos son independientes y están ligados al mismo tiempo:

#### ***Independientes***

Ya que pueden presentar distintos niveles de información. El diseñador del automatismo define estos niveles en base a las necesidades del proceso y a los deseos del usuario: por ejemplo, señales “Todo o Nada” del operador hacia la máquina, mensajes alfanuméricos o sinópticos animados de la máquina hacia el operador.

#### **Ligados**

Ya que la intervención del operador sobre un interfaz de control se traduce, a nivel del automatismo, por una acción bien definida y por la emisión de una información que depende de la buena ejecución de la acción.

La intervención del operador puede ser voluntaria (parada de producción, modificación de datos) o consecutiva a un mensaje emitido por la máquina (alarma, fin de ciclo)”.

**FIGURA N° 1.15**

### **CIRCULACIÓN DE LA INFORMACIÓN**



FUENTE: (TELEMECANIQUE, “Manual electrotécnico”)

### **1.19. SENSORES**

Según GARCÍA Emilio, “Automatización de procesos industriales”, (2001) manifiesta: “Un sensor es un dispositivo que responde a algunas propiedades de tipo eléctrico, mecánico, térmico, magnético, químico etc., generando una señal eléctrica que puede ser susceptible de medición.

Normalmente, las señales obtenidas a partir de un sensor son de pequeña magnitud y necesitan ser tratadas convenientemente en los aspectos de amplificación y filtrado principalmente”.

Este tipo de dispositivos han venido recibiendo distintas denominaciones a partir del área tecnológica concreta de aplicación de los mismos, de tal forma que comúnmente han recibido distintas denominaciones tales como:

- ✓ Transmisor
- ✓ Detector
- ✓ Célula
- ✓ Galga
- ✓ Captador
- ✓ Sonda



### **1.19.1. Sensores de Temperatura**

Los sensores de temperatura más sencillos son los que actúan sobre un interruptor miniatura y en general, éstos son de dos tipos:

Sistemas de Dilatación de un fluido y Bimetálicos. Los primeros actúan al dilatarse el líquido o el gas contenido dentro de un capilar y, los segundos actúan directamente el interruptor mediante el efecto de diferencia de dilataciones de tiras de dos metales diferentes. En general, se usan para interrumpir hasta corrientes de 30 Amperes en 120 volts.

Otros sensores de temperatura son los termopares, detectores de temperatura por resistencia (RTD) y, los termistores.

### **1.19.2. Sensor de nivel**

Los sensores de nivel en su mayoría trabajan indirectamente censando la posición de un flotador mediante un sensor inductivo o un interruptor del tipo de canilla ("reed") y un imán permanente.

## **1.20. Transductores**

Según GARCÍA Emilio, "Automatización de procesos industriales", (2001) dice: "Los transductores son uno de los elementos más importantes del bucle de control, puesto que su cometido es la medición de las variables que intervienen en el proceso.

Los esfuerzos dedicados al análisis y diseño de los sistemas de control de con objeto de conseguir las mejores prestaciones en cuanto a precisión resultarán baldíos, si paralelamente no se utilizan para la medición de las variables a controlar transductores de buena calidad, ya que el sistema de control nunca será mejor que los sistemas de percepción utilizados para la medición de las variables de estos".

### **1.20.1. Clasificación de los transductores**

Los transductores pueden clasificarse teniendo en cuenta varios criterios:

- ✓ Según la señal de salida.
- ✓ Analógicos.
- ✓ Digitales.

### **1.20.2. Transductores de presión**

Según GARCÍA Emilio, “Automatización de procesos industriales”, (2001) dice: “Es una interpretación real de la palabra transductor, se puede decir, que cualquier dispositivo que convierta un tipo de movimiento mecánico generado por fuerzas de presión se convierte en una señal eléctrica o electrónica para utilizarse en la medición o el control. Los transductores que más se utilizan para detectar presiones son los que, operan con base en los principios del extensómetro o los transductores de tipo inductivo; piezoeléctricos; capacitivos, oscilados o de alguna clase similar”.

#### **1.20.2.1. Tipos de Transductores de Presión:**

- ✓ Tecnología integrada piezorresistiva (cristal de silicio con resistencia sensoras difundidas, con o sin compensación de temperaturas).
- ✓ Tecnología de bombardeo molecular sobre lámina muy fina.
- ✓ Chips sensores de presión.
- ✓ Acelerómetros de tecnología integrada, con rangos desde +/- 1g a +/- 100g.
- ✓ Manómetros de tubo Bourdon helicoidal resistentes a vibraciones y golpes de ariete.

### **1.20.3. Presóstato**

Controla el nivel en el depósito de entrada.

Su contacto se cierra a alta presión (nivel alto) y se abre a baja presión (nivel bajo).

### **1.21. Electroválvulas neumáticas**

En BOLTON W. “Instrumentación y Control Industrial” (2000) se dice: “Las electroválvulas aprovechan la fuerza de un circuito magnético para abrir en principio una pequeña válvula de 3 vías 2 posiciones.

El émbolo del centro de la bobina está apoyado y haciendo presión a causa del muelle en la junta del orificio por donde puede entrar el aire comprimido al interior de la válvula.

Como la sección del orificio es muy pequeña, la presión del aire no puede levantar el émbolo; sigue el mismo principio y cálculo que para la fuerza de los cilindros, por lo que el aire comprimido no puede penetrar en el interior de la electroválvula con lo que no puede salir por la salida de la misma.

Al estar el émbolo en esta posición, el orificio de salida de la electroválvula está directamente conectado con el escape a través del centro de la electroválvula.

Se fabrican electroválvulas con bobinas apropiadas para corriente continua o corriente alterna y cualquier tensión.

El consumo eléctrico de estos elementos es muy bajo, del orden de 0.025 amperios para 220 voltios, para tensiones más bajas el consumo aumenta proporcionalmente, por ejemplo, para 24 Voltios el consumo es de aproximadamente 0.25 amperios”.

### **1.22. Fuente de poder 24 V**

En electrónica, una fuente de alimentación es un dispositivo que convierte tensiones alternas de la red de suministro, en una o varias tensiones, prácticamente continuas, que alimentan los distintos circuitos.

## **1.23. SISTEMA DE CONTROL Y SUPERVISIÓN**

### **1.23.1. Sistema de control**

Según TELEMECANIQUE, “Manual electrotécnico”, (2000) dice: “Del simple pulsador al supervisor, la función “diálogo hombre-máquina” dispone de un amplio conjunto de interfaces. De este modo, ofrece soluciones que se adaptan perfectamente a cualquier nivel de diálogo para controlar y vigilar de manera óptima todo tipo de equipos. Control y señalización “Todo o Nada” Pulsadores y visualizadores.

### **1.23.2. Gamas estándar**

Son interfaces de diálogo perfectamente adaptados a las situaciones en las que la información que intercambia el operador y la máquina es poco numerosa y se limita a señales de tipo “Todo o Nada” (órdenes de marcha, señalización de estados). Son componentes electromecánicos de fácil instalación, robustos, fiables, ergonómicos y adaptados a cualquier condición ambiental.

Se utilizan igualmente para las operaciones relacionadas directamente con la seguridad, que requieren mandos tan simples y directos como sea posible:

- ✓ Mandos generales de arranque y de parada, funcionamiento de ajuste, funcionamiento manual degradado.
- ✓ Mandos de los circuitos de seguridad (paro de emergencia).

## **1.24. SUPERVISIÓN Y MONITOREO**

Según TELEMECANIQUE, “Manual electrotécnico”, (2000) dice: “La supervisión es una forma evolucionada de diálogo hombre-máquina cuyas posibilidades superan ampliamente a las de las funciones de mando y vigilancia que se realizan con los interfaces de diálogo descritos en las páginas anteriores. Responde a la necesidad de resolver problemas que, generalmente, requieren una elevada potencia de tratamiento:

- ✓ Asegurar la comunicación entre los equipos de automatismo y las herramientas informáticas que se utilizan para gestionar la producción y los distintos programas de fabricación.
- ✓ Coordinar el funcionamiento de los conjuntos de máquinas que componen grupos o líneas de producción garantizando la ejecución de las órdenes comunes (marcha, paro...) y de las tareas como la sincronización, el control de la marcha degradada.
- ✓ Garantizar la gestión cualitativa y cuantitativa de la producción, tarea que requiere la captura de numerosos datos en tiempo real, su archivado y su tratamiento inmediato o diferido.
- ✓ Ayudar al operador en las operaciones de diagnóstico y de mantenimiento preventivo y correctivo.

La potencia de tratamiento y las funciones avanzadas de los sistemas de supervisión (llamados igualmente controladores de células industriales) hacen que se utilicen principalmente en los procesos continuos y en los grupos o líneas de producción integrados en estructuras de automatismo distribuidas y jerarquizadas. Sin embargo, también pueden ser de gran ayuda en el caso de las máquinas autónomas controladas por un solo autómeta.

En muchos casos, el uso de un supervisor puede mejorar sensiblemente el rendimiento, por ejemplo, cuando la producción requiere cambios frecuentes de recetas, cuando los ciclos de producción incluyen fases de preparación o de parada complejas, cuando es necesario gestionar la producción.”

#### **1.24.1. Visualizadores de datos numéricos**

Según TELEMECANIQUE, “Manual electrotécnico”, (2000) dice: “Los visualizadores numéricos muestran los resultados de las medidas (temperaturas, presiones...), del contaje (cantidad de piezas producidas...), de la posición de móviles, etc. Son compatibles con las salidas de autómatas de 24 V.

Los visualizadores alfanuméricos muestran mensajes de configuración y de explotación en el idioma del usuario.

Disponen de una memoria para el almacenamiento de los textos de los mensajes, lo que permite aligerar los programas de los autómatas y reducir el volumen de los intercambios entre autómatas y visualizadores (el autómata se limita a emitir un código identificativo). Los intercambios se realizan por enlace serie asíncrono. Las entradas paralelas hacen posible conectar los visualizadores a unidades de tratamiento equipadas únicamente con salidas TON.

Ciertos modelos de visualizadores matriciales ofrecen otras posibilidades: visualización en 1 o 2 líneas de 10 o 20 caracteres, visualización de símbolos e histogramas, visualización simultánea de variables actualizadas automáticamente, difusión de macromensajes (secuencia de varios mensajes relacionados), almacenaje de sucesos con control de fecha (histórico), impresión en tiempo real de los mensajes o del contenido de la memoria de históricos, etc.”

## **CAPÍTULO II**

### **PRESENTACIÓN, ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS.**

#### **2.1. Caracterización de industrias “VERTON”.**

Industrias “Verton” es una empresa dedicada a la elaboración de paneles de espuma de poliuretano rígido de alta densidad.

La empresa cuenta con 16 años de experiencia en la producción de poliuretano, liderando el mercado en todo este tiempo transcurrido.

Industrias “VERTON” está ubicada en la ciudad de Quito en la calle los Tilos 137 y Av. El Inca.

##### **2.1.1. MISIÓN**

Ser una empresa de prestigio, creyente de un país y la gente que lo mueve. Cree en el Ecuador y en maneras de desarrollarlo, brindando productos de alta calidad, con conciencia ambiental y tecnología de punta. La innovación junto con la creatividad están de la mano guiándonos para ser mejores cada día.

##### **2.1.2. VISIÓN**

Ser una empresa que provea a nivel nacional el mejor servicio en todas las ramas de producción de la misma ganándose el respeto y preferencia de sus clientes. Ya que el servicio y aplicación sean de su completa satisfacción.

##### **2.1.3. VALORES HUMANOS**

- ✓ Conciencia: Social, y medio ambiente.
- ✓ Integridad: Con honestidad y cumplimiento.

- ✓ Innovación: Desarrollando cada día nuevos y mejores productos para todas las áreas con la que trabajamos y esforzándonos en ser mejores cada día.
- ✓ Calidad: Buscamos clientes a largo plazo, que nos confíen sus proyectos, y nos permitan proveerles un servicio que los satisfaga y por ende se forme una relación positiva de negocios junto a nosotros.
- ✓ Humildad: El trabajo y el empuje necesario para sacar cualquier obra adelante considerando que somos una empresa con imaginación pero capaz. Con incansable dedicación y esfuerzo, para llegar a cumplir nuestras metas.

## **2.2. Investigación de campo.**

Se trata de la investigación aplicada para comprender y resolver alguna situación, necesidad o problema en un contexto determinado.

El investigador trabaja en el ambiente natural en que conviven las personas y las fuentes consultadas, de las que obtendrán los datos más relevantes a ser analizados.

Los datos se recogieron de la realidad en la que se genera el problema de la investigación

El sitio de experimentación y ejecución es la empresa Verton, lugar donde se analiza, se averigua, y finalmente se habilita a la dosificadora de poliuretano.

## **2.3. Población y muestra.**

Para la muestra del presente trabajo investigativo, intervinieron un total de 2 personas que directamente son conocedoras de la máquina Krauss-Mafeei 40/16, las que nos ayudaron con las respuestas para un mejor desarrollo de la elaboración de la tesis.

Las personas que participaron en la entrevista lo determinamos en la siguiente tabla:



**TABLA N° 2.1.**

**MATRIZ POBLACIONAL**

<b>CARGO</b>	<b>AÑOS DE EXPERIENCIA EN LA MÁQUINA DE POLIURETANO</b>
Gerente de industrias “VERTON”	20
Operador	15

**FUENTE:** (Grupo de investigadores)

Las personas que se involucraron en esta entrevista son clave debido a que llevan un conocimiento previo de la máquina, el Capitán Tomas Verbik gerente de la empresa nos proporciona ligeros apuntes y algunos planos eléctricos de una máquina parecida; de esta manera procedimos a la recopilación de información que a la posterioridad nos fue de gran ayuda para la elaboración del diseño del circuito eléctrico de la inyectora de espuma de poliuretano.

El operador más antiguo colaboró con las preguntas, respuestas y sugerencias para un mejor funcionamiento de la máquina y adecuaciones que se le podría acoplar al circuito para garantizar el trabajo de la dosificadora en el proceso de la inyección.

**2.4. Técnicas e instrumentos.**

- ✓ Observación Sistemática.
- ✓ Análisis de documentos.
- ✓ Entrevista.

El desarrollo del trabajo investigativo exige la aplicación de muchas técnicas e instrumentos, sin embargo es preciso aclarar que las técnicas antes detalladas han sido de gran ayuda en el desarrollo medular del proyecto, la observación sistemática ha permitido enfocar los tiempos de sincronismo de la dosificadora, el analizar documentos relacionados con máquinas de producción de poliuretano proyecta soluciones electromecánicas en la investigación, y sin lugar a duda la entrevista directa con personas especializadas en el tema han despejado cualquier

duda sobre el funcionamiento y secuencia, ventajas y desventajas a tomar en cuenta en el automatismo.

**Entrevista abierta:** el entrevistador tiene amplia libertad para las preguntas o para las intervenciones permitiendo toda la flexibilidad necesaria para cada caso particular.

Para la presente investigación se realizaron 2 tipos de entrevista, la primera estuvo dirigida al gerente, y la segunda al operario de la máquina.

## **2.5. ENTREVISTAS REALIZADAS A LAS PERSONAS EXPERTAS DE LA MÁQUINA INYECTORA DE POLIURETANO EN INDUSTRIAS “VERTON”.**

### **2.5.1. PREGUNTAS PLANTEADAS EN LA ENTREVISTA AL GERENTE DE LA EMPRESA.**

#### **1.- ¿Cuánto tiempo estuvo la máquina en servicio?**

Estuvo 10 años en servicio, y 4 años guardada fuera de trabajo.

#### **2.- ¿Qué dificultades tenía la máquina?**

En todo el tiempo de funcionamiento, no presento ninguna anomalía grave.

#### **3.- ¿Cada qué tiempo se le realizó mantenimiento a la inyectora?**

Se lo realizó mantenimiento diario, mantenimiento semanal y mantenimiento anual.

El mantenimiento diario; es necesario limpieza general, chequeo de fugas de los químicos, verificación de aceite y los elementos hidráulicos.

El mantenimiento manual se lo realiza en el tablero de control eléctrico para dar mantenimiento a los contactores, este último se lo realiza cada diciembre de cada año.

**4.- ¿Ha sido satisfactorio el rendimiento y la calidad del producto?**

El 99 % del producto es bueno debido al desempeño de la máquina, el 1 % es defecto del producto o materia prima.

**5.- ¿Le gustaría un mejoramiento de la máquina en el funcionamiento manual al automático?**

Si, el auto llenado del material por medio de bombas.

**6.- ¿Es importante y necesario el mencionado mecanismo de auto llenado?**

No, es necesario puesto que por costos cuando compre la máquina no lo hice quizá más adelante pienso adecuarles.

**7.- ¿Con respecto a la seguridad de la máquina ha tenido algún accidente?**

En 15 años de servicio de la inyectora hay cero accidentes a pesar de la imprudencia de los operadores.

**8.- ¿Qué facilidades técnicas le agradaría que se le agreguen a la mezcladora y dosificadora de poliuretano?**

El auto llenado, pero no es necesario se puede seguir trabajando manualmente ya que no es imprescindible.

**2.5.2 ENTREVISTA REALIZADA AL OPERADOR DE LA MÁQUINA**

**1.- ¿Cuánto tiempo estuvo la máquina en servicio?**

Desde el tiempo que estoy aquí unos 10 años.

**2.- ¿Qué dificultades tenía la máquina?**

Ninguna grave funcionaba bien la máquina.

**3.- ¿Cada qué tiempo se le realizo mantenimiento a la inyectora?**

Cada vez que se dañaba, pero era raro que se provocara algún fallo.

**4.- ¿Entonces al año de cuantos fallos se estaría hablando?**

De uno o dos al año, son raros los fallos.

**5.- ¿Ha sido satisfactorio el rendimiento productivo y de calidad del producto?**

Es buena la mezcla, por parte de la inyectora de poliuretano.

**6.- ¿Le gustaría un mejoramiento de la máquina en el funcionamiento manual al automático?**

Si, un botón de fallo cerca al cabezal puesto que en caso de emergencia el botón queda a una distancia muy lejana.

Si fuera posible poner un control remoto de inyección y emergencia en el cabezal para que sea más fácil en el momento de inyectar.

**7.- ¿Qué facilidades técnicas le agradaría que se le agreguen a la mezcladora y dosificadora de poliuretano?**

Las conexiones eléctricas con señalización y proteger los cables eléctricas.

Los tiempos de inyección de 5 a 6 tiempos porque depende del pedido a entregar y de la inyección que se desea.

**2.6. ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS DE LA ENTREVISTA**

**Análisis.** Las dos personas entrevistadas manifestaron que la máquina en la actualidad debe tener un seguimiento de trabajo constantemente, para que de esta manera la producción vaya encaminada al fortalecimiento económico e intelectual de las personas y la sociedad.

**Interpretación.-** Los entrevistados manifestaron que cuando la máquina fue productiva, garantizaba producto de calidad lo que fortalecía el mercado, de la empresa, pero por el transcurrir del tiempo se ha producido un daño permanente en el tablero de control. Razón por la cual se ha dejado de producir y las pérdidas económicas son grandes para el propietario como para los trabajadores.

## **2.7. HIPÓTESIS**

Para realizar la presente investigación se consideró la siguiente hipótesis:

“Si se implementa, la automatización se logrará habilitar la máquina para producir poliuretano en forma garantizada en Industrias “VERTON” mejorando la producción en la empresa”.

A continuación se demuestra la misma, en base a estos argumentos:

- ✓ La automatización de la máquina Krauss Maffei 40/16 es exitosa, debido a que su producto final es de alta calidad.
- ✓ La implementación de elementos de control y monitoreo asegura una confiable protección en el manejo de la máquina, para seguridad industrial de la empresa y de los operadores.
- ✓ Se garantiza la producción continua de poliuretano en Industrias Verton.
- ✓ Industrias de poliuretanos Verton genera ingresos socioeconómicos, en el momento que la máquina inyectora entre en producción.

## **CAPITULO III**

### **3.1. PROPUESTA**

**“AUTOMATIZACIÓN DE LA MÁQUINA INYECTORA DE POLIURETANO DE ALTA PRESIÓN KRAUSS MAFFEI 40/16 PARA EL MEJORAMIENTO DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN EN INDUSTRIAS VERTON UBICADA EN LA CIUDAD DE QUITO”.**

### **3.2. INTRODUCCIÓN**

La inyectora de poliuretano Krauss Mafeei 40/16 consta de cuatro partes importantes para la elaboración de espuma, la primera los tanques de almacenamiento de materia prima, donde se reserva los fluidos; isocianato y polioliol, después de esto los materiales pasan por filtros independientes, donde se tamiza los materiales, posteriormente llegan a bombas donde se regula la cantidad de flujo a inyectar homogéneamente, estas a su vez generan alta presión,(135) una vez cumplidas estas funciones la encargada de crear una presión lo suficiente fuerte de 150 bares es la bomba hidráulica, esta presión controla el circuito de control de pistones hidráulicos, (pistón de inyección y pistón de limpieza), se re circula los materiales para alcanzar una temperatura de 25 °C, y disminuya la viscosidad del isocianato, seguros que cumple con todos estos requisitos se procede a inyectar, acción que es realizada por el cabezal de la inyectora donde se producirá la mezcla en la cámara de inyección, ejecutándose así las veces que se necesite para poner en producción y operatividad a la dosificadora.

### **3.3. JUSTIFICACIÓN**

La inyectora se encuentra en desuso provocando la paralización de la producción en la empresa Verton, hoy la moderna tecnología permite acoplar elementos de control, monitoreo y programación que facilitan el trabajo en la máquina inyectora mediante la automatización industrial en base de un rediseño, sin alterar el funcionamiento, otorgando confianza y mayor rendimiento en la producción. La motivación que impulso a tomar este tema de tesis es la conjugación de elementos tecnológicos modernos como son:

- ✓ El PLC (Programador lógico controlable).
- ✓ Pantalla táctil.
- ✓ El aplicar los conocimientos para la industria.

El beneficio para la empresa es absoluto ya que con el control y monitoreo a base de un PLC, y del Touch panel se garantizará el mejoramiento del proceso, favoreciendo a los operadores de la Krauss- Maffei 40/16.

### **3.4. FACTIBILIDAD**

El presente trabajo de investigación se desarrollara en Industrias de Poliuretanos Verton propiedad del Capitán Tomas Verbik, el mismo que de forma directa nos fue participes al dialogo que tuvimos para realizar el trabajo teórico practico el mismo que fortalecerá en el aspecto productivo a dicha empresa.

Bajo el asesoramiento del director de tesis se podrá realizar el tema con resultados altamente positivos para los investigadores, y para las instituciones como son; la Universidad Técnica de Cotopaxi y la empresa “VERTON”.

### **3.5 IMPACTO**

La implementación de elementos tecnológicos industriales modernos en la máquina, hace que la propuesta tenga una dirección centrada a la automatización industrial, al añadir estos instrumentos el nivel de competitividad aumenta para

los estudios académicos y científicos de la Universidad Técnica de Cotopaxi, y especialmente una profunda investigación por parte de los tesisistas en el campo de las máquinas inyectoras y dosificadoras de poliuretano.

A nivel industrial el proyecto incrementará los estándares de producción y calidad, así también el fácil mantenimiento de la inyectora, lo que beneficiará a Industrias de poliuretano Verton.

### **3.6. OBJETIVOS**

#### **3.6.1 OBJETIVO GENERAL:**

- ✓ Habilitar la máquina mezcladora y dosificadora de poliuretano, mediante la automatización total del tablero de control, para el mejoramiento del proceso de producción de industrias “Verton”.

#### **3.6.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS:**

- ✓ Recopilar la información necesaria de la máquina y su funcionamiento.
- ✓ Diseñar los planos del tablero de control eléctrico.
- ✓ Ensamblar los elementos necesarios para el funcionamiento de la máquina
- ✓ Comprobar si la inyección de poliuretano es la correcta.

### **3.7. DESARROLLO**

#### ***Evaluación de la máquina tomando en cuenta:***

- ✓ Propiedades del proceso
- ✓ Identificar las variables
- ✓ Estandarización de medidas
- ✓ Selección de elementos de control
- ✓ Cálculos de elección los materiales
- ✓ Desarrollo del proyecto



### 3.8. DISEÑO DEL CIRCUITO DE FUERZA Y SISTEMA DE CONTROL

#### 3.8.1. *Recolección de datos.*

Para iniciar con la investigación teórica-práctica se hará el compendio de algún manual, placas de motores y principalmente esquemas eléctricos de la máquina, para poder guiarnos en la secuencia de activación de motores, y en fin el funcionamiento original de esta manera no alterar de ninguna forma la estructura eléctrica o mecánica.

#### 3.8.2. *Datos recopilados.*

El sistema eléctrico de potencia contaba en su origen con el tablero eléctrico, el mismo que comandaba 5 motores de las siguientes características:

**TABLA N° 3.1**

#### **DATOS DE LOS MOTORES ELÉCTRICOS.**

MOTOR 3 ~	DESCRIPCIÓN	VOLT. Y	VOLT. Δ	KW
M1	Bomba Poly	220	380	11.5
M2	Bomba Iso	220	380	7.5
M3	Hidráulico	220	380	5.5
M4	Batidor Iso	220	380	1.5
M5	Batidor Poly	220	380	1.5

FUENTE:( Grupo de Investigadores)

Estos datos son extraídos de la placa de características de los motores originales de la inyectora.

#### 3.8.3. *Estandarización de medidas*

Es necesario normalizar los valores de los motores y relacionar con elementos eléctricos que posteriormente se emplearan para lo cual se aplica un valor de conversión de KW a HP:

**TABLA N° 3.2**

**FACTOR DE CONVERSIÓN**

<b>FACTOR DE CONVERSIÓN</b>		
<b>PASAR DE:</b>	<b>A:</b>	<b>MULTIPLICAR POR:</b>
<b>KW</b>	<b>HP</b>	<b>1.341</b>

FUENTE: (Grupo de Investigadores)

**Valores convertidos de KW a HP:**

- ✓ Motor de 11.5 KW x 1.341= 15 HP
- ✓ Motor de 7.5KWx 1.341= 10 HP
- ✓ Motor de 5.5KWx 1.341= 7.3 HP
- ✓ Motor de 1.5KWx 1.341= 2 HP
- ✓ Motor de 1.5KWx 1.341= 2 HP

Es así, que obtenemos los siguientes resultados:

**TABLA N° 3.3**

**RESULTADOS DE VALORES DE KW a HP**

<b>MOTOR 3 ~ 220 V</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>KW</b>	<b>HP</b>
M1	Bomba Poly	11.5	15
M2	Bomba Iso	7.5	10
M3	Hidráulico	5.5	7.3
M4	Batidor Iso	1.5	2
M5	Batidor Poly	1.5	2

FUENTE:( Grupo de Investigadores)

#### **3.8.4. Pruebas a los motores eléctricos.**

Una prueba sencilla a los motores, con arranque directo tomando las debidas precauciones y medidas de protecciones tanto eléctricas como personales, se corrobora que estén en buen estado para mantenerlos en funcionamiento, dando positivo el diagnóstico.

**TABLA N° 3.4**

#### **ESTADO DE LOS MOTORES ELECTRICOS**

<b>MOTOR</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>ESTADO</b>
M1	Bomba Iso	Excelente
M2	Bomba Poly	Excelente
M3	Hidráulico	Excelente
M4	Batidor Iso (*)	Excelente
M5	Batidor Poly (*)	Excelente

FUENTE: (Grupo de Investigadores)

#### **(\*) Análisis de los motores batidores.**

La fijación de estos motores son mediante brida; y el sentido es vertical púes estos realizan el batido de los químicos una vez en los tanques de almacenamiento.

La fijación del motor que proporcionara la potencia para el sistema hidráulico es mediante brida y el sentido de montaje es horizontal.

Los dos motores restantes son para las bombas elevadoras de presión de poliol y de isocianato, los acoples son flexible dentado de corona exterior plástico y acople de junta Oldham respectivamente, la fijación es horizontal.

### **3.9. ELECCIÓN Y DIMENSIONAMIENTO DE LOS ELEMENTOS ELÉCTRICOS DEL TABLERO**

#### **3.9.1. ARRANQUE DE MOTORES**

En el diseño del circuito se considera el consumo de las intensidades de cada uno de los 5 motores, es así, que se decide realizar el arranque estrella triángulo, permitiendo disminuir el par de arranque en 33% del  $I_n$ , del motor de la bomba de polioliol, su potencia corresponde a los 15 HP.

La finalidad de este arranque es de reducir la intensidad absorbida durante el período de puesta en marcha (aceleración) del motor.

Los motores restantes no se consideran en arranque estrella triángulo, debido que la secuencia de activación es independiente y no ingresan todos a la vez, a eso se le añade que los motores de los batidores son de bajo consumo de potencia eléctrica, relativamente.

En la tabla de factor de potencia e intensidad se puede seleccionar los valores de amperios según las potencias de los motores, la misma que sirve de guía perfecta para la elegir los guardamotors. Ver anexo.-7, página 92.

### **3.10. SELECCIÓN DE LOS CONDUCTORES PARA EL SISTEMA ELÉCTRICO DE POTENCIA**

Es importante ahora elegir el tipo de cable que se requiere utilizar para este tipo de tableros, y considerar los puntos importantes sobre los cuales se van a trabajar ubicando las condiciones en las que se desarrollara el trabajo investigativo.

Temas de consideración para conductores en el sistema eléctrico

- ✓ La aplicación, para uso industrial en tablero eléctrico de control.
- ✓ Tipo de aislante.
- ✓ Temperatura.

Para determinar las tablas y conductores llegamos a la conclusión que por requisitos y por facilidad de obtener se elige cable súper flexible “sucre” ; ya que

la capacidad de conducción es la necesaria; razón por la cual para el circuito de fuerza se selecciona el calibre 4 x 10 AWG y su capacidad de conducción es de 22 Amperios.

La tabla que será base para la selección de los cables pertenece a la marca Phelps Dodge y se muestra en el anexo.-8, página 93.

### **3.10.1. CONDUCTORES PARA EL CONTROL DE MANDO.**

El circuito de control o llamado también de mando, no varía mucho del circuito de fuerza, sin embargo ya no se necesita cable blindado, porque el conductor se instalara dentro de la canaleta, parte interior del tablero y se ocupara de dos colores principalmente:

- ✓ Para distribución.
- ✓ Para no confundirnos de cables.

#### **Requerimientos para los cables en el control de mando:**

Los cables apegados a la necesidad, tomando en cuenta aspectos como la temperatura, el ambiente, pertenece a la marca Phelps Dodge nos proporciona cables de característica similares a las que se condiciona para el desarrollo del proyecto, es así que se emplea el cable tipo flexible, en el anexo.-8, página 93, se puede observar las características generales.

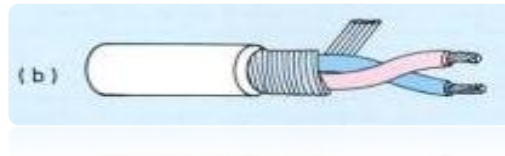
### **3.11. SELECCIÓN DEL CONDUCTOR DEL SISTEMA ELÉCTRICO DE CONTROL DE LA INYECTORA.**

#### **3.11.1. Cable apantallado para los transductores.**

Se elige los recubiertos con mallas de tejido metálico con distintas características, según están mezclados con plásticos (tipo PVC) o recientemente con fibras de nylon o algodón, formando un tejido sumamente flexible en el que las propias fibras son metalizadas con cobre, níquel o plata.

**FIGURA N° 3.1**

### **TIPOS DE CABLES APANTALLADOS**



FUENTE:( <http://www.lpi.tel.uva.es>)

Se corta los cables de acuerdo a la medida tomada, se dejan un poco más largos los mismos que van a borneras y pasan por prensas estopas para evitar que se desconecten en caso de tensiones forzadas provocadas al momento de operar la máquina, se retira parte del aislamiento de PVC de las puntas de los cables y se colocan terminales de punta, de esta manera evitamos que se suelte algún hilo del trenzado del conductor, para lo cual se utiliza cable apantallado con blindaje laminado debido a sus características.

#### **3.12. Cable para Termocupla.**

La temperatura es un factor de medida engañoso debido a su simplicidad.

A menudo consideramos en ella como un simple número, pero en realidad es una estructura estadística cuya exactitud y repetitividad pueden verse afectadas por la masa térmica, el tiempo de medida, el ruido eléctrico y los algoritmos de medida que se nos puede presentar en el circuito de potencia.

**FIGURA N° 3.2**



FUENTE:( [www.temperatures.com](http://www.temperatures.com))

Los rangos de temperatura que fluctúan el material no debe ser mayor a 50 °C, por tal motivo las termocuplas que se utilizaran son de tipo J, de tal manera que los cables apantallados son de tipo J, basándonos en la tabla, se considera la

facilidad de obtención en el mercado, ya que al estar expuesto se podría romper y nos veríamos en necesidad de sustituir los elementos. Ver anexo.-10, página 96.

Transformación de grados Fahrenheit a grados Centígrados:

$$T (^{\circ}C) = \frac{T(^{\circ}F) - 32}{1,8}$$

[Ec. 3.1]

### **3.13. COORDINACIÓN DE PROTECCIONES**

Confrontando el significado de coordinación de protecciones, procedemos a seleccionar los valores según el elemento a proteger, y el cálculo de intensidades que circularan en el circuito.

De esta manera evitamos que los operadores de la máquina sufran "accidentes eléctricos", como el sobrecalentamiento de los conductores y equipos eléctricos, previniendo así daño material y posibles causas de incendio. Anexo.-11, página 97.

#### **3.13.1. Seccionador general.**

El breaker general del tablero es quizá la principal y primer accionamiento en activarse en caso de cortocircuito debido algún fallo, ya sea por parte del operador o de parte de la energía de alimentación.

El dimensionamiento se lo realiza de la siguiente manera:

- ✓ Se calcula la sumatoria de intensidades absorbidas de los 5 motores.
- ✓ La fuente de activación de electroválvulas.

Ver anexo.-12, página 98.

**TABLA N° 3.5****INTENSIDADES ABSORBIDAS POR LOS MOTORES**

MOTOR 3 ~	DESCRIPCIÓN	VOLT. Y	AMP. Δ	KW
M1	Bomba Poliol	220	40	11.5
M2	Bomba Iso	220	25	7.5
M3	Hidráulico	220	20	5.5
M4	Batidor Iso	220	4.3	1.5
M5	Batidor Poly	220	4.3	1.5

FUENTE: (Grupo de Investigadores)

Sumatoria de Amperios de los motores = 93.6 A

Electroválvulas = 6 x 2.5 A = 15 A

**TABLA N° 3.6****AMPERIOS ABSORBIDOS POR EL SISTEMA ELÉCTRICO**

Descripción	Cantidad	Amperios
Motores 220 V 3 ~	5	93.6
Fuente de alimentación electroválvulas	1	20
	total	113.6

FUENTE: (Grupo de Investigadores).

El valor obtenido de las intensidades que circulan en el circuito total genera una idea del Breaker general a emplearse; sin embargo este valor se multiplica por 0.8 que es el Factor de simultaneidad.

**Factor de simultaneidad:**

$$113.6 (A) \times 0.8 = 90.88 \text{ Amps.}$$

[Ec. 3.2]



El valor calculado del breaker corresponde a 98,88 Amps, pero debido a las escalas del Amperaje de interruptores en el mercado eléctrico, se coloca uno de 125 Amps, valor más aproximado a los requerimientos del sistema de automatización.

### **3.14. Fusibles**

Los fusibles que se colocan son de tipo “distribución”, estos protegen cortocircuitos y sobre cargas a los circuitos con picos de corriente en cada una de las líneas.

Se colocarán en unos soportes específicos llamados “porta fusibles”, de esta manera en caso que necesiten ser sustituidos por otro, pues es tan sencillo que para corregir un fallo no se necesita de mucho tiempo, se emplean 7 fusibles con su respectiva porta fusible

Los 2 primeros corresponden a protecciones de líneas para la alimentación de bobina de relés, para alimentación PLC.

Mientras que los 5 restantes fusibles son del tipo ultrarrápidos debido a su capacidad de corte, estos fusibles se utilizan en protecciones electrónicas tales como PLC, módulos y fuente alimentación del touch panel. Ver anexo13.-, página 99.

### **3.15. GUARDA MOTORES**

Las características principales de los guardamotores, al igual que otros interruptores automáticos magneto-térmicos, son la capacidad de ruptura, la intensidad nominal o calibre y la curva de disparo.

Proporciona protección frente a sobrecargas del motor y cortocircuitos, así como, en algunos casos, frente a falta de fase.

El dimensionamiento se lo hace según la placa del motor, este dato de placa se reemplaza en la guía de elección de guardamotores de la marca Telemecanique, Ver anexo 14.-, página 100.

La marca del guarda motor es telemecanique, esta marca es fácil de conseguir e instalar, el costo se justifica porque se garantiza la vida útil del motor.

### 3.15.1. Conexión

El montaje general del circuito de fuerza donde intervienen los guardamotores se esquematiza en el anexo22.- de planos eléctricos; página 124.

**TABLA N° 3.7**

### **GUARDAMOTORES TELEMECANIQUE SELECCIONADOS**

<b>GUARDAMOTOR</b>	<b>PROTECCIÓN</b>
GV-3ME40 / 25-40 A	Motor Poly
GV-2ME21 / 17-23 A	Motor Iso
GV-2ME21 / 17-23 A	Motor Hidraulico
GV-2ME14 / 6-10 A	Motor Batidor Poly
GV-2ME14 / 6-10 A	Motor Batidor Iso

**FUENTE: (Grupo de Investigadores)**

Los guardamotores son elegidos por la seguridad que ofertan en su funcionamiento, y de acuerdo con las necesidades, garantizando la vida del motor a salvaguardar.

### 3.16. PUESTA A TIERRA

Se establecen con el objetivo, principalmente, de limitar la tensión que con respecto a tierra puedan presentar en un momento dado las masas metálicas, asegurar la actuación de las protecciones y eliminar o disminuir el riesgo que supone una avería en el material utilizado.

Para el rediseño de este tablero eléctrico es importante contar con puesta a tierra debido a que tenemos elementos a proteger tales como:

- ✓ Motores con conexión a tierra.
- ✓ Touch panel.
- ✓ PLC.
- ✓ Electroválvulas.

Se debe conectar todos los elementos antes mencionado al armario y todo esto a la puesta a tierra, la empresa cuenta con una toma a tierra que es ahí donde se conectará el punto de enlace con tierra.

Conexiones y cableado del sistema de tierra se detalla en el anexo 22.-, pagina 124.

### 3.17. CONTACTORES

Su selección es según al tiempo que pasan los contactos cerrados, pasando corriente a través de ellos. Ver anexo 15.-, página 104.

#### ***FACTOR:***

##### ***De marcha***

Número de maniobras por horas, las condiciones de empleo del contactor son diferentes, según el tiempo de duración de la conexión y desconexión, cada clase de uso se subdivide a su vez en cuatro regímenes de marcha, definidos por un factor marcha (ED) expresado en % según se indica a continuación:

$$\text{Factor de marcha ED} = \frac{\text{Tiempo de marcha}}{\text{Ciclo Completo}} \times 100 \text{ (en \%)}$$

$$\text{Factor de marcha ED} = \frac{72}{120} \times 100 \text{ (\%)}$$

$$\text{Ciclo completo} = 60$$

#### **[Ec. 3.2]**

Este valor corresponde debido a que el tiempo de activación de servicio nominal circula energía por los contactores de 3- 5 minutos antes de la inyección y los segundos durante el tiempo de inyección que no pasa de los 2 minutos.

Aspectos de elección de un contactor:

- a) El tipo de motor.
- b) El arranque más conveniente.
- c) El tipo de contactor que soporte las maniobras y trabajo del motor.
- d) La extinción del arco en el momento de la desconexión, lo más rápidamente posible.
- e) Dureza y composición de los contactos, adecuados a las maniobras a realizar por el contactor.
- f) En la elección de un contactor o conjunto de ellos para una maniobra o proceso, es corriente y añadiríamos, necesario consultar con los técnicos de la firma elegida.

**TABLA N° 3.8**

**CONTACTORES SELECCIONADOS**

<b>Los contactores son de la marca LG sus características son las siguientes:</b>	
3 Contactores para el arranque estrella-triángulo, motor bomba poliol.	GMC-50 A
	GMC-50 A
	GMC-50 A
1 Para motor bomba isocianato	GMC-40 A
1 Para el motor de hidráulico	GMC-40 A
1 Para el motor batidor de poliol	GMC-22 A
1 Para el motor batidor de isocianato	GMC-22 A

FUENTE: (Grupo de Investigadores).

**3.18. Relé electromagnético**

Para la activación de los relés se utiliza señal de 220 V AC, con sus respectivos sócalos de 8 pines, la marca de los relés son CAMSCO, una marca confiable en caso de avería en cualquier de los relés se sustituirá tomando el número de pines, marca y el voltaje de la bobina. La conexión de estos elementos se adjunta en planos.

### **3.18.1. Ventajas del Relé:**

- ✓ Permite el control de un dispositivo a distancia, no se necesita estar junto al dispositivo para hacerlo funcionar.
- ✓ El relé es activado con poca corriente, sin embargo puede activar grandes máquinas que consumen gran cantidad de corriente.
- ✓ Con una sola señal de control, puedo controlar varios Relés a la vez.

### **3.18.2. Pulsantes**

Elemento importante en el circuito de electrificación, permiten que se abra ó se cierre el circuito, de esta manera se puede activar o desactivar de forma segura el o los motores. Estos elementos están en contacto directo con el operador, por tal razón tienen que ser de buena calidad.

La marca de los pulsantes es Telemecanique debido a que es un elemento que se estará pulsando constantemente, debe tener absoluta garantía para no tener averías.

#### **3.18.2.1. Pulsantes de paro**

La cantidad de pulsantes de paro son de 5 al igual que los de marcha se selecciona estos tipos de pulsadores (pulsantes dobles) ya que necesariamente deben estar unidos porque es fácil su manipulación y al operador le permite controlar de mejor manera.

#### **3.18.2.2. Pulsantes de marcha**

En todos los procesos industriales donde se requiera realizar el control a través de comandos manuales o donde se necesite visualizar los estados del proceso con luces pilotos, al igual que los de paro estos son 5; 4 en el pupitre de mando y el otro en el control remoto ubicado sobre el cabezal.

En paneles y tableros de control con perforaciones de 22 mm, de diámetro.

### **3.18.2.3. Pulsante de emergencia**

Básicamente el operador podrá accionar el interruptor de emergencia desde dos posiciones en caso de provocarse algún problema inesperado en el proceso, se podrá accionarse desde el panel de control y desde el cabezal, estos permiten detener toda la máquina en caso de producirse un accidente.

### **3.18.3. Caja de pulsadores para el remoto**

Permite montar los elementos accionadores o pulsadores para ejecutar una inyección, se situara a distancia sobre el cabezal para que el operador realice las inyecciones que se requiera.

## **3.19. EL P.L.C.**

Ejecuta una serie de instrucciones introducidas en su memoria en forma de programa y, por tanto, se asemeja a las máquinas de tratamiento de la información.

La marca del programador lógico controlable es "Siemens" S7-200 que por sus características encaja de manera correcta según las necesidades. Ver anexo 16.-, página 105.

## **3.20. LÓGICA PROGRAMABLE**

Los autómatas programables son los componentes básicos de los equipos electrónicos de automatismo, sin embargo estos no realizan ninguna función; mientras no se cargue el programa realizado según las necesidades de la máquina a la cual se controlara, para esto se ocupa el software del P.L.C. el STEP 7 – MICRO /WIN. Los network de programación se detallan en el anexo 23.-, página 129.

### **3.21. Módulos de entrada**

Son circuitos electrónicos utilizados para adaptar o transformar las señales procedentes de emisores de señal; en señales equivalentes, pero en formato apropiado para ser admitidas por la unidad de entrada/salida de la C.P.U.

Lo normal en autómatas programables es que las señales utilizadas como entradas de datos procedentes de emisores de señal, como finales de carrera, fotocélulas, detectores, entre otros, estén dispuestos por una tensión de 24 Voltios de corriente continua. Puede haber otros tipos que trabajen con otras tensiones, incluso alternas, pero éstos, en cierto modo, serán especiales. Ver anexo 22.-, página 124.

### **3.22. Módulos de salida**

Al igual que los módulos de entradas, estos son autómatas programables; son circuitos electrónicos capaces de transformar la señal procedente del modulo entradas/salidas de la C.P.U. en señales eléctricas utilizables por el usuario.

### **3.23. Módulo expansor para Termocuplas**

Los módulos de I/O son las tarjetas en donde se conectan las distintas clases de señales de campo que pueden ser entradas y salidas tanto análogas como digitales. Estos módulos van conectados sobre una base terminal cuya intercomunicación es efectuada por medio de un bus interno de módulos I/O.

Las señales sobre este bus son transferidas entre módulos a través de una serie de conectores montados en una placa impresa de circuitos a lo largo de la base.

Esta conexión del módulo de termocuplas se describe en el anexo de planos eléctricos.

### **3.24. Dialogo hombre-máquina**

El diálogo hombre- máquina para la inyectora y dosificadora de poliuretano se realiza mediante los pulsadores, luces piloto, y el Touch panel Siemens TP 177 micro, presta todas las funciones necesarias para la visualización y datos de

dosificación para el proceso de elaboración de espuma rígida de poliuretano. En el anexo 18.-, página 109, se describen las características técnicas del panel táctil.

### **3.25. Sensores**

Se emplean básicamente de temperatura, nivel y de presión en los tanques de isocianato y polioliol, seguido de esto los sensores de presión en las cañerías que conducen los fluidos después de ser elevados por las bombas de cada uno de los fluidos, estos son los transductores de presión que controlan sobrepresiones, y para visualizar en los manómetros.

Los sensores de nivel que se utilizan son los mismos, funcionaban anteriormente, son de mercurio y las señales se le conecta al modulo de entradas digitales, se ilustra en los anexo 22.- página 124.

Las características del transductor de presión se muestran en el anexo 19.-, página 113.

### **3.26. Electroválvulas neumáticas**

Son las originales que se estuvieron manteniendo hasta el último día de funcionamiento de la dosificadora, las razones son las siguientes:

- ✓ Su estado es excelente.
- ✓ Son difíciles de conseguir.
- ✓ Su costo es elevado.

### **3.27. Fuente de poder 24 V**

Acciona las electroválvulas, la misma que se rediseñó de acuerdo a las siguientes razones:

- ✓ El elevado costo.
- ✓ La dificultad al conseguir uno de estos elementos.
- ✓ Esta es de 24 Vd. y 20 Amps.



### **3.28. SISTEMA DE CONTROL O SUPERVISIÓN**

Abarca los elementos y dispositivos que accionan el buen funcionamiento y detectan el defectuoso ciclo normal de las inyecciones ya sean estas averías eléctricas o mecánicas.

El sistema está constituido por:

#### **3.28.1 Sistema de control.**

- ✓ Control general Software del PLC Siemens S7- 200
- ✓ Sensores de presión
- ✓ Sensores de temperatura
- ✓ Sensores de nivel
- ✓ Transductores de presión
- ✓ Electroválvulas
- ✓ Luces piloto de aviso de falla o marcha
- ✓ Pulsantes de marcha o paro y emergencia.

#### **3.28.2. SISTEMA DE SUPERVISIÓN.**

Touch panel TP 177 micro Siemens

Manómetros

##### **3.28.2.1. Panel touch**

El LCD, responde a la necesidad de resolver problemas que generalmente, requieren una elevada potencia de tratamiento:

- ✓ Asegurar la comunicación entre los equipos de automatismo y las herramientas informáticas que se utilizan para gestionar la producción y los distintos programas de fabricación.
- ✓ Coordinar el funcionamiento de los conjuntos de máquinas que componen grupos o líneas de producción garantizando la ejecución de las órdenes

comunes (marcha, paro...) y de las tareas como la sincronización, el control de la marcha degradada.

- ✓ Garantizar la gestión cualitativa y cuantitativa de la producción, tarea que requiere la captura de numerosos datos en tiempo real, su archivado y su tratamiento inmediato o diferido.
- ✓ Ayudar al operador en las operaciones de diagnóstico y de mantenimiento preventivo y correctivo.

La potencia de tratamiento y las funciones avanzadas de los sistemas de supervisión (llamados igualmente controladores de células industriales), hacen que se utilicen principalmente en los procesos continuos y en los grupos o líneas de producción integrados en estructuras de automatismo distribuidas y jerarquizadas. Sin embargo, también pueden ser de gran ayuda en el caso de las máquinas autónomas controladas por un solo autómeta.

La programación y configuración del touch se muestra en el anexo 24.-, página 162.

### **3.29. Componentes del armario y montaje**

Identificados los motores y los demás mecanismos que se desea controlar, se procede a diseñar el armario metálico, para lo cual se considera algunos aspectos tales como:

- ✓ El ambiente donde se coloca el tablero.
- ✓ Los que equipos que conforman el hardware del sistema de control, como PLCs y fuentes
- ✓ Tipo de protecciones contra fallas eléctricas para cuidar a los equipos.
- ✓ Tener muy en claro como se realiza la conexión de cada uno de los equipos.
- ✓ Distribuir las cargas en varios circuitos.
- ✓ Accesorios para el conexionado del tablero.
- ✓ Dimensionar cables y canaletas.
- ✓ Dimensionar la acometida.
- ✓ Señalética del tablero y marquillado de los cables.
- ✓ Ventilación.

Las características del gabinete metálico son las siguientes:

- ✓ Tol de 0.5 de espesor.
- ✓ Un diseño cómodo elegante, y fácil de montar.
- ✓ Dimensiones: 850mm x 950mm x 450mm

El diseño del tablero se lo realizo consideremos criterios como: Estética, Ahorro de cables, Ordenamiento de grupos de borneras. Los equipos; en base a esto se puede tener las dimensiones de gabinete. Ver anexo 22.-, página 124.

### **3.29.1. Doble fondo**

Es importante tener cuidado considerando que los dispositivos como el PLC, fuente de poder y módulos no deben estar cerca del cableado de fuerza, ya que podrían causar interferencia en las señales de datos y provocar fallos inesperados y desconocidos, para ello se diseña el circuito de control en la parte superior del tablero, y el sistema de fuerza en la parte inferior.

### **3.29.2. Aisladores de barras**

Permiten empotrar al doble fondo, mediante la sujeción de pernos desmontables, de esta manera se asegura que los elementos queden sujetos sin el peligro que se caigan, están situados a los extremos de las esquinas del tablero en la parte interior.

### **3.29.3. Riel din**

Se corta el riel DIN según la dimensión del tablero para colocar los elementos controladores facilitando el trabajo de montar y desmontar en mantenimiento o reparación de cualquier dispositivo, se sujeta al doble fondo con tornillos y arandelas, una vez efectuadas las perforaciones en el doble fondo. Detalles en el anexo 6.-, página 91.

### 3.29.4. Canaleta plástica

Es importante ya que estéticamente mejora y organiza el cableado para esto se emplea la canaleta 40 x 60 de PVC, seleccionada según la guía de la tabla DEXSON que señala y muestra el cuadro en el anexo de dimensiones de canaletas. Anexo1.-, página 89.

#### 3.29.4.1. Características:

- ✓ La tapa se retira con facilidad permitiendo inspecciones.
- ✓ Facilitan la realización de cambios o adiciones.
- ✓ Protegen y enrutan los cables.
- ✓ Brindan una excelente organización.

### 3.29.5. Borneras

Son de tipo tornillo que faciliten el buen contacto entre alambres, serán plásticas que permitan el aislamiento, la fijación y desmontaje en el riel din., de esta manera se puede conectar y desconectar en el momento que se desea realizar algún tipo de reparación, la cantidad que se ocupa es de 100 borneras. Anexo 5.-, página 90.

**TABLA N° 3.9**

**TABLA DE BORNERAS**

<b>Bornes tipo tornillo (fijación sobre rieles)</b>				
Sección	Paso	Conexión		
		cables flexibles		conductor sólido
mm <sup>2</sup>	mm	sin terminal mm <sup>2</sup>	con terminal mm <sup>2</sup>	mm <sup>2</sup>
2,5	5	0,5 ... 2,5	0,5 ... 1,5	0,5 ... 4
4	6	0,5 ... 4	0,5 ... 2,5	0,5 ... 6
6	8	0,5 ... 6	0,5 ... 6	0,5 ... 10
10	10	2,5...10	2,5...10	1... 16
16	12	4 ... 16	4 ... 16	10... 25
35	16	10 ... 35	10 ... 35	10 ... 50
70	24	10 ... 70	10 ... 70	16 ... 95
150	28	35 ... 150	35 ... 150	35 ... 185

FUENTE:( Grupo de Investigadores

### **3.29.6. Terminales de cableado**

Cuando se trabaja con alambre de tipo flexible se tiene el problema de que los hilos se enredan con facilidad y también ocasionan un mal contacto, en el peor de los casos quedan sueltos los hilos rozando entre alambres, es por esto que se utiliza terminales de tipo punta, Ojo, y U para que los terminales de los conductores queden protegidos y se ajusten correctamente en las borneras, estos también vienen dados según el número de conductor que se emplearán, es por esto que para los conductores # 10 se emplean terminales # 10-12 y 14.

### **3.30. Señalética del tablero y marquillado de los cables**

Si algo tiene de especial el tablero es la utilización de marquillas que permiten identificar con sencillez y rapidez.

El número de conductor, el circuito al cual pertenece, por esta razón se emplea marquillas tipo anillo fácilmente de conseguir en el mercado eléctrico, se coloca tanto al inicio como al final de cada cable para inmediata identificación.

#### **3.30.1. Características:**

- ✓ Auto-extinguibles.
- ✓ Temperatura de servicio:  $-40^{\circ} > 105^{\circ}\text{C}$ .
- ✓ Excelente resistencia a los aceites, Rayos UV, Acidos, Alkalies, Combustibles.
- ✓ Fabricados en PVC flexible de alta duración, en color amarillo óptico y leyendas negras para óptima visibilidad.

### **3.31. Cableado**

El método de cableado denominado “Por medio del esquema de circuitos, representación desarrollada”, se basa en la utilización sistemática de las referencias de las borneras de los elementos, que están consignadas en el esquema de circuitos, se aplica al cableado de los circuitos de potencia y de control de

todos los equipos a base de contactores, sea cual sea la complejidad de éstos, este procedimiento supone un ahorro de tiempo para el usuario.

### 3.31.1. Características del cableado

- ✓ Rapidez en la ejecución, ahorro de tiempo en el diseño
- ✓ Claridad, representación sencilla de los circuitos eléctricos
- ✓ Fácil interpretación cableado intuitivo
- ✓ Eficacia durante la explotación; facilidad de: comprensión, búsquedas, modificaciones y reparación de averías.

### 3.40. SISTEMA ELÉCTRICO DE POTENCIA

El sistema eléctrico como ya se menciona al principio consta de cinco motores eléctricos de las siguientes características:

**TABLA N ° 3.10**

#### DESIGNACIÓN DE LOS MOTORES ELÉCTRICOS

MOTOR 3 ~	DESCRIPCIÓN	VOLT. Y	VOLT. Δ	AMP. Y	AMP. Δ	KW	RPM	COS ∅
M1	Bomba Poly	220	380	-	40	11.5	1500	0.88
M2	Bomba Iso	220	380	-	25	7.5	1500	0.88
M3	Hidráulico	220	380	-	20	5.5	1500	0.87
M4	Batidor Iso	220	380	7.4	4.3	1.5	1704	0.8
M5	Batidor Poly	220	380	7.4	4.3	1.5	1704	0.8

FUENTE: (Grupo de Investigadores)

Los mismos que se emplearán para el funcionamiento de la máquina, sus condiciones son excelentes.

Los datos de los batidores son extraídos de las placas de los motores.

Los motores de las bombas se recopilan de la siguiente manera, bomba polioliol se encuentra en la placa, mientras que los datos del motor de la bomba de isocianato se recopila de unos apuntes de planos eléctricos, así también la potencia del motor del sistema hidráulico, las intensidades se asumen de tablas de motores.

### **3.41. Seleccionado y justificado los elementos que se utilizan en el tablero**

El desarrollo del tablero eléctrico, se inicia con el montaje de los elementos según el anexo de planos eléctricos, el cableado se realiza de acuerdo con el plano eléctrico efectuado en el rediseño de funcionamiento.

La instalación y conexiones a los diferentes dispositivos de accionamiento se detallan en los planos eléctricos como son en los circuitos de fuerza, circuito de control. Ver anexo 22.-, página 124.

### **3.42. Referencia de ensayo a la máquina inyectora**

La primera prueba de funcionamiento se lo realiza para comprobar que las conexiones no estén en cortocircuito, sentidos correctos de giro de los motores.

La siguiente prueba se lo realiza para controlar los transductores de presión están realizando la función de detener la inyección en cuanto detecte sobrepresión en el isocianato o el polioliol.

Las pruebas de inyección se las realiza con un material neutro (D.O.P.), de esta manera comprobamos presiones y caudales, de esta manera si existiera algún fallo en la conexión de mangueras evitamos que los dos químicos se mezclen y reaccionen provocando espumación en las mismas.

Se comprueba que todo esté en orden, se drena el químico neutro y se procede a cargar el componente A y el componente B; se sigue el procedimiento de puesta en marcha, modo recirculación para igualar las temperaturas, presiones y viscosidades, homologados estos parámetros la primera inyección se calibra en 0,5 segundos, la misma que colapsa por exceso de polioliol, el ensayo numero 6 da como resultado producto de excelente calidad con los siguientes datos:

- ✓ Revoluciones de polioliol 4,25.
- ✓ Revoluciones de iso 5.
- ✓ Tiempo de inyección 2150 milisegundos.
- ✓ Temperaturas 30 °C.
- ✓ Presiones 180 bares.

## CONCLUSIONES.

- ✓ La fusión de investigación científica basada en estudios y ensayos técnicos sumada al conocimiento empírico; garantiza el éxito de un trabajo.
- ✓ El mercado de polímeros en el país se encuentra en un nivel de crecimiento, esto motivo a que industrias Verton renueve su tecnología en la actual maquinaria, generando ganancias socioeconómicas.
- ✓ Al implementar elementos de control y automatizar la máquina dosificadora de poliuretano, logramos tener un excelente monitoreo de su proceso.
- ✓ Los elementos de control como el PLC y el TOUCH PANEL, son de fácil montaje y programación; para las ventajas que ofrecen.
- ✓ En las máquinas de producción industrial que tengan varios años de servicio, siempre es factible mejorar su funcionamiento con la automatización.
- ✓ Al automatizar se facilita significativamente la operación de las máquinas, por tal motivo los operadores mejoran su rendimiento.
- ✓ La calidad del producto final determina las bombas de iso y poly, con una mezcla homogénea de los materiales que se logra con presión superior a los 135 bares y menor a los 180 bares.
- ✓ Cuando no existe placas de datos en los motores eléctricos, realizar una medición con un amperímetro y probar en prueba en vacío, verificando los datos arrojados con la tabla de arranque de motores.
- ✓ Los dispositivos electromecánicos, electrónicos del sistema de inyección y dosificación de poliuretano deben ser calibrados de acuerdo con los bares de presión que se maneje en las bombas de pistones axiales de alta presión.



- ✓ Se suprime y simplifica el cableado del sistema, estipulado en planos eléctricos, ejecutando todo control el PLC.
- ✓ El software del PLC, STEP 7 – MICRO/WIN es lo suficiente confiable como para manejar tiempos en los temporizadores de milisegundos.
- ✓ El control y monitoreo mediante touch panel TP 170 micro es muy confiable tomando en cuenta no exceder las 250 variables a manejar.

## **RECOMENDACIONES.**

- ✓ Antes de empezar con un proyecto a nivel industrial, se debe tener conocimientos del proceso que ejecuta la empresa.
- ✓ Al manejar maquinaria de alta presión, se debe utilizar equipos de protección personal, para mitigar lesiones.
- ✓ Se debe tener especial cuidado con los elementos electrónicos al momento de montarlos y tratar en lo posible de colocarlos al final.
- ✓ Antes de la puesta en marcha se debe checar que las cañerías estén en perfecto estado, ya que las presiones son altas, así evitamos accidentes.
- ✓ El Touch panel debe manipularse con mucho cuidado ya que este es frágil.
- ✓ El mantenimiento de la máquina debe estar a cargo de personal calificado.
- ✓ No dejar el isocianato estático en la maquina por más de dos semanas.
- ✓ Los ensayos de máquina deben realizarse únicamente con fluidos neutros.

## **BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA**

Bolton, W. Instrumentación y control industrial. Editorial Paraninfo. London. (1999). Tomo II

García Moreno Emilio. Automatización de procesos industriales. Alfa omega grupo editor. México D.F. (2001). TomoI

Landrock Arthur. Handbook of plastic foams, types, properties, Manufacture and Applications. Edited by Arthur Landrock . EE.UU - New Jersey. (1995).

Manual de la inyectora de poliuretano Krauss Maffei RimStar (2007).

Manual SCHNEIDER ELECTRIC – “Telemecanique – Guardamotor, (2007)

Martínez Sánchez Victoriano Ángel. Automatización industrial moderna. Alfa omega grupo editor. México C.V. (2001). Tomo I.

Revista TecnaPol Industrial (2006).

Roldán Viloría José. Motores eléctricos automatismos de control. Editorial Paraninfo. España - Madrid. (1992).

## **ENLACES BIBLIOGRÁFICOS**

<http://www.asaproyectos.com>  
<http://www.autoindustria.com>  
<http://www.bricolajecasero.com>  
<http://www.electrocontrol.com>  
<http://www.electricidadlynch.com.ar>  
[http:// www.elergonomista.com](http://www.elergonomista.com)  
[http:// www.eya.swin.net](http://www.eya.swin.net)  
<http://www.glingenieros.com.co>  
<http://www.lpi.tel.uva.es.htm>  
<http://www.publysoft.net>  
<http://www.profesormolina.com.ar>  
<http://www.questinter.com>  
<http://www.quiminet.com>  
<http://www.sc.ehu.es>  
<http://www.wika.es>  
<http://www.siemens.com>  
<http://www.siemens.com/automation/support>  
<http://www.siemens.com/panels>  
<http://www.seac.es>  
<http://www.pdfqueen.com>  
<http://www.pdic.com>  
<http://www.turnkey.taiwantrade.com>  
[http:// www.unicrom.com](http://www.unicrom.com)  
<http://www.verton.com.ec>

## GLOSARIO DE TÉRMINOS TÉCNICOS

**Analógico.-** Dicho de un aparato o de un instrumento de medida: Que la representa mediante variables continuas, análogas a las magnitudes correspondientes.

**API.-** Autómata programable industrial.

**Automatización.-** Sistema de fabricación diseñado con el fin de usar la capacidad de las máquinas para llevar a cabo determinadas tareas anteriormente efectuadas por seres humanos, y para controlar la secuencia de las operaciones sin intervención humana.

**Electroválvula.-** válvula electromecánica, diseñada para controlar el flujo de un fluido a través de un conducto como puede ser una tubería. La válvula está controlada por una corriente eléctrica a través de una bobina selenoidal.

**Densidad.-** Magnitud que expresa la relación entre la masa y el volumen de un cuerpo. Su unidad en el Sistema Internacional es el kilogramo por metro cúbico ( $\text{kg/m}^3$ ).

**Digital.-** Pertenece o relativa a los dedos. || **2.** Referente a los números dígitos y en particular a los instrumentos de medida que la expresan con ellos.

**LCD.-** Liquid Crystal Display (display de cristal líquido)

**HMI:** Interfaz hombre máquina.

**Máquina.-** Conjunto de aparatos combinados para recibir cierta forma de energía y transformarla en otra más adecuada, o para producir un efecto determinado.

**Panel touch.-** Una pantalla táctil (touchscreen en inglés) es una pantalla que mediante un contacto directo sobre su superficie permite la entrada de datos y órdenes al dispositivo.

**PLC.-** Controlador lógico programable.

**Poliuretano.-** Resina sintético obtenido por condensación de poliésteres y caracterizado por su baja densidad.

**Prototipo.-** Ejemplar original o primer molde en que se fabrica una figura u otra cosa.

**Sensor.-** Dispositivo que detecta una determinada acción externa, temperatura, presión, etc., y la transmite adecuadamente.

**Tecnológico.-** El término proviene de las palabras griegas tecné, que significa 'arte' u 'oficio', y logos, 'conocimiento' o 'ciencia', área de estudio; por tanto, la tecnología es el estudio o ciencia de los oficios.

**Transductor.-** Dispositivo que transforma el efecto de una causa física, como la presión, la temperatura, la dilatación, la humedad, etc., en otro tipo de señal, normalmente eléctrica.

**Vatio.-** Vatio o watt (símbolo W), es la unidad de potencia activa del Sistema Internacional de Unidades. Es el equivalente a 1 joule (julio) sobre segundo (1 J/s) y es una de las unidades derivadas. Expresado en unidades utilizadas en electricidad, el vatio es la potencia eléctrica producida por una diferencia de potencial de 1 voltio y una corriente eléctrica de 1 amperio (1 VA).

**Voltio.-** o volt (símbolo V), es la unidad derivada del SI para el potencial eléctrico, fuerza electromotriz y el voltaje. Recibe su nombre en honor de Alessandro Volta, quien en 1800 inventó la pila voltaica, la primera batería química.