



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE INGENIERIA

IMPLANTACION DEL CONTROL LOGICO DEL SISTEMA DE  
EXTRACCIONES DRENAJES Y VENTEDOS DE UNA  
PLANTA TERMoeLECTRICA CON CICLO  
RANKINE REGENERATIVO

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE  
INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA

P R E S E N T A N:

JORGE GONZALEZ OLVERA  
FRANCISCO FIGUEROA PALACIOS  
ANTONIO GUTIERREZ SANDOVAL  
FEDERICO BETANZO CORREA

DIRECTOR:  
ING. FACUNDO GUZMAN G.

México, D.F.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

1993



Universidad Nacional  
Autónoma de México



## **UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso**

### **DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis está protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

# INDICE

---

	<i>Pág.</i>
<b>INTRODUCCION</b> .....	<b>1</b>
 <b>CAPITULO I. SISTEMAS DE CONTROL Y SUPERVISION EN PLANTAS TERMoeLECTRICAS.</b>	
<i>1.1 División ó clasificación de los sistemas de control y supervisión</i> .....	<i>4</i>
<i>1.2 Sistemas de control central y local</i> .....	<i>6</i>
 <b>CAPITULO II. TEORIA BASICA DE FUNCIONES Y DIAGRAMAS LOGICOS.</b>	
<i>II.1 Antecedentes</i> .....	<i>8</i>
<i>II.2 Variable binaria y componentes de un sistema de control lógico</i> .....	<i>11</i>
<i>II.2.1 Definiciones</i> .....	<i>11</i>
<i>II.2.2 Funciones y componentes de un sistema de control lógico</i> .....	<i>13</i>
<i>II.3 Normas de diagramas lógicos y simbología</i> .....	<i>15</i>
<i>II.4 Funciones lógicas</i> .....	<i>16</i>
<i>II.4.1 Compuerta *Y*</i> .....	<i>16</i>

	<i>Pág.</i>
<i>II.4.2 Compuerta "O" .....</i>	<i>19</i>
<i>II.4.3 Compuerta de negación .....</i>	<i>21</i>
<i>II.4.4 Memoria .....</i>	<i>24</i>
<i>II.4.5 Lógica de transistores.....</i>	<i>30</i>

**CAPITULO III. NORMAS, RECOMENDACIONES Y CRITERIOS DE DISEÑO QUE SE APLICAN A LOS EQUIPOS POR CONTROLARSE EN SISTEMAS DE EXTRACCIONES, DRENAJES Y VENTEOS.**

<i>III.1 Normas y recomendaciones aplicables .....</i>	<i>41</i>
<i>III.2 Criterios de diseño .....</i>	<i>43</i>

**CAPITULO IV. DESCRIPCION DEL SISTEMA DE EXTRACCIONES, DRENAJES Y VENTEOS.**

<i>IV.1 La planta termoeléctrica .....</i>	<i>45</i>
<i>IV.2 Componentes principales en ciclo agua vapor.....</i>	<i>46</i>
<i>IV.2.1 Generador de vapor.....</i>	<i>46</i>

	<i>Pág.</i>
<i>IV.2.2 Turbina</i> .....	46
<i>IV.2.3 Condensador</i> .....	47
<i>IV.2.4 Calentadores de agua de alimentación</i> .....	47
<i>IV.3 El sistema de extracciones, drenajes y venteos en el ciclo termodinámico</i> ..	48
<i>IV.3.1 El ciclo termodinámico</i> .....	48
<i>IV.3.2 El sistema de extracciones, drenajes y venteos</i> .....	51

## **CAPITULO V. DISEÑO E IMPLANTACION DEL CONTROL LOGICO**

<i>V.1 Descripción del sistema de fuerza auxiliar</i> .....	53
<i>V.1.1 Transformadores auxiliares</i> .....	54
<i>V.1.2 Tableros blindados (6.9 KV)</i> .....	54
<i>V.1.3 Subestaciones unitarias (480 V)</i> .....	55
<i>V.1.4 Centros de control de motores (CCMS 480V)</i> .....	55
<i>V.1.5 Tableros de 125 V. C.D.</i> .....	56

<i>V.2 Diagramas elementales o esquemáticos. ....</i>	<i>57</i>
<i>V.3 Diagramas lógicos de los equipos asociados al sistema de extracciones, drenajes y venteos. ....</i>	<i>58</i>
<i>V.3.1 Diagramas lógicos de la válvula motorizada para suministro de vapor de la turbina a los calentadores de agua de alimentación. ....</i>	<i>59</i>
<i>V.3.1a Descripción de la Lógica por ser materializada con equipo y dispositivos Electromecánicos (L-01A). ....</i>	<i>60</i>
<i>V.3.1b Descripción de la Lógica por ser materializada con equipo y dispositivos Electromecánicos (ver dibujo L-01B). ....</i>	<i>62</i>
<i>V.3.2 Diagramas lógicos de la válvula de no retorno operada por aire para el suministro de vapor de la turbina a los calentadores de agua de alimentación. ...</i>	<i>64</i>
<i>V.3.2a Descripción de la Lógica por ser materializada con equipo y dispositivos Electromecánicos, Hidráulicos y Neumáticos (L-02). ....</i>	<i>65</i>

	Pág.
<i>V.3.2b Descripción de la Lógica por ser materializada con equipo y dispositivos</i>	
<i>Electrónicos, Electromecánicos, Hidráulicos y Neumáticos (L-02B) . . . . .</i>	<i>66</i>
<i>V.3.3 Diagramas lógicos de las válvulas de drenaje de las extracciones. . . . .</i>	<i>68</i>
<i>V.3.3a Descripción de la Lógica por ser materializada con equipo y</i>	
<i>dispositivos Electromecánicos (ver dibujo No. L-03). . . . .</i>	<i>68</i>
<i>V.4 Materialización de la lógica de control. . . . .</i>	<i>70</i>
<i>V.4.1 Materialización con equipo y dispositivos electromecánicos.</i>	
<i>(válvula motorizada) . . . . .</i>	<i>70</i>
<i>V.4.2 Materialización de la lógica de control con equipo y dispositivos</i>	
<i>electrónicos y electromecánicos. (válvula motorizada) . . . . .</i>	<i>70</i>
<i>V.4.3 Materialización de la lógica de control con equipo y dispositivos</i>	
<i>Electromecánicos. (válvulas de no retorno) . . . . .</i>	<i>72</i>
<i>V.4.4. Materialización de la lógica de control con equipo y dispositivos electro-</i>	
<i>mecánicos, electrónicos, hidráulicos y neumáticos. (Válvula de no retorno). . . . .</i>	<i>72</i>

<i>V.4.5 Materialización de la lógica de control de las válvulas de drenaje de las extracciones con equipo y dispositivos electromecánicos. ....</i>	<i>74</i>
<i>V.4.6 Materialización de la lógica de control de las válvulas de drenaje de las extracciones con equipo y dispositivos electromecánicos. ....</i>	<i>74</i>
<i>CONCLUSIONES .....</i>	<i>75</i>
<i>BIBLIOGRAFIA .....</i>	<i>76</i>

## INTRODUCCION

*En la actualidad, la gran mayoría de los procesos industriales, son manejados con la ayuda de Sistemas de Control Automáticos y la palabra automatización que en su conceptualización básica es entendida como el Control y Mando de los Procesos con Dispositivos que no requieren intervención de las personas, ha generado el problema de que la gran mayoría de los Ingenieros que participan en el diseño de los Sistemas de Control en Plantas Termoeléctricas, pierdan de vista los objetivos fundamentales de tales sistemas, llegando a confundir los términos Automatización con Electronización.*

*Por otro lado, de las diferentes áreas de trabajo técnicas (Eléctrica, Mecánica, de Diseño, de Planta, de Instrumentación y de Ingeniería Civil), implicadas en el diseño o Proyectos de Plantas Termoeléctricas, las áreas de Instrumentación y Eléctrica, son las que han resentido los llamados requerimientos de ingenieros altamente capacitados para cubrir el uso de las tecnologías llamadas de punta, complementándose ésto, con el énfasis reiteradamente, dado que el trabajo moderno como resultado de la revolución Tecnológica y Automatización, requiere cada vez niveles más elevados de educación, mayor ejercicio de la inteligencia y esfuerzo mental en general.*

*Lo anterior, nos llevó a reflexionar, ya que, como trabajadores implicados en el área de diseño al observar el trabajo cotidiano efectuado por el personal de proyectos. La visión previamente descrita, parecía contradecirse con una mani fiesta y creciente insatisfacción, en el desarrollo del trabajo efectuado por dicho personal.*

*Los orígenes o causas (Económicas y/o Políticas), que llevaron a la C.F.E. a utilizar sistemas de control basados en equipo de estado sólido, caen fuera del alcance de éste trabajo, el cual pretende abrir o reabrir caminos de discusión que conduzcan a la correcta selección de tecnología o tecnológicas, adecuadas para llevar a cabo el control lógico de los diferentes equipos de la Planta Termoeléctrica, tecnología que implique, Economía, Seguridad, menor dependencia del extranjero y tal vez lo más importante. El desarrollo de una Planta productiva que satisfaga las necesidades de equipo y accesorios para ese amplio campo de Ingeniería que significa el control de los Procesos Industriales.*

# C A P I T U L O I

---

## SISTEMAS DE CONTROL Y SUPERVISION EN PLANTAS TERMoeLECTRICAS.

## CAPITULO 1

### LOS SISTEMAS DE CONTROL Y SUPERVISION EN PLANTAS TERMOELECTRICAS.

#### I.1 DIVISION O CLASIFICACION DE LOS SISTEMAS DE CONTROL Y SUPERVISION

LOS SISTEMAS DE CONTROL DE PLANTAS TERMOELECTRICAS Y EN GENERAL DE CUALQUIER PLANTA DE PROCESOS INDUSTRIALES ESTA COMPUESTO DE TRES GRUPOS.

1) Grupo de control binario.

2) Grupo de control analógico.

3) Grupo de monitoreo.

Las definiciones de cada grupo pueden ser enunciadas de la forma siguiente;

#### GRUPO DE CONTROL BINARIO

Un término general para sistema de control y el cual trata básicamente con señales binarias y las cuales toman uno de dos valores "1" ó "0", (ó "dentro" y "fuera", "alto", "bajo", etc.).

*El control, también llamado sciencia es un sistema de control lógico.*

### **GRUPO DE CONTROL ANALOGICO**

*Un término general para sistemas de control y el cual trata con señales analógicas, las cuales tienen una variación continua, tales como nivel, presión, flujo, temperatura, etc.*

### **GRUPO DE MONITOREO**

*Un término general para sistemas que continuamente supervisan una planta y sus sistemas de control.*

*La fig. 1.1 nos resume los tres grupos.*

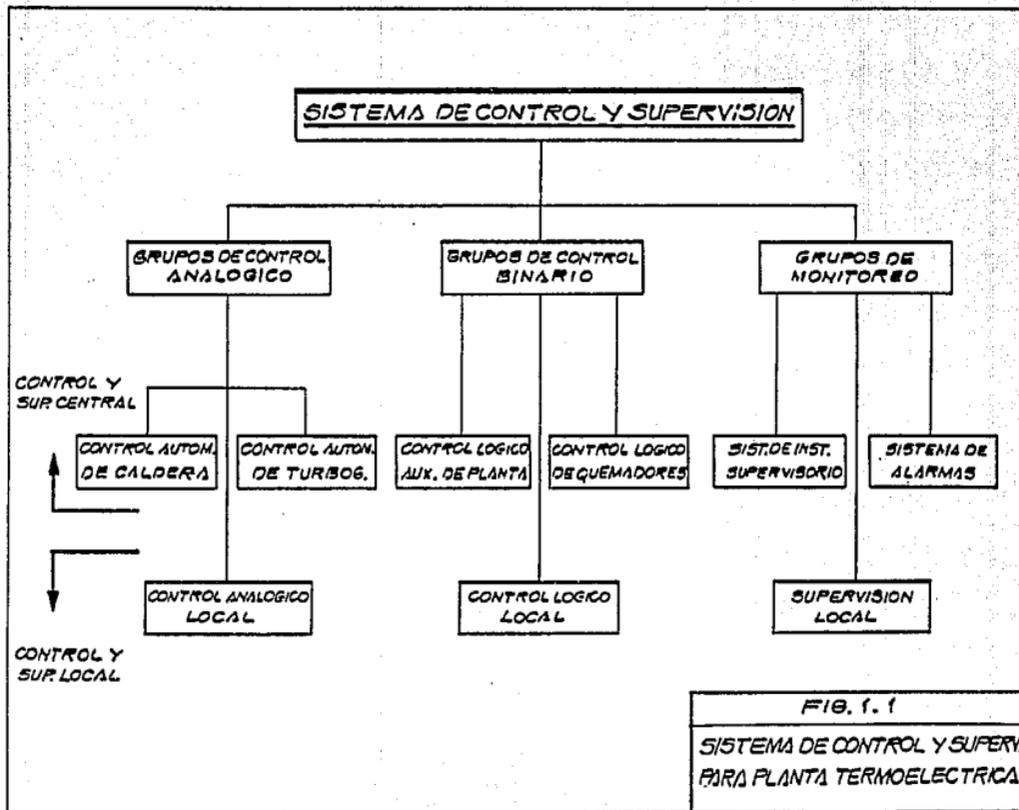


FIG. 1.1

SISTEMA DE CONTROL Y SUPERVISION  
PARA PLANTA TERMoeLECTRICA

## *1.2 SISTEMAS DE CONTROL CENTRAL Y LOCAL*

*LOS EQUIPOS A SER CONTROLADOS DESDE EL CUARTO DE CONTROL CENTRAL DE LA PLANTA TERMOELECTRICA SON BASICAMENTE:*

- 1) Equipos los cuales son frecuentemente operados durante arranques y paros de la Planta.*
- 2) Equipos principales los cuales requieren ser accionados o verificados por el operador durante la operación normal de la planta.*
- 3) Equipos que incluyen cambios de puntos de ajuste en operación normal de la Planta.*

*Los equipos por ser controlados localmente son:*

*Como una regla puede plantearse, que el control local debe ser hecho para todos los equipos que no estén incluidos en los puntos mencionados previamente.*

*El control lógico de los equipos involucrados en el sistema de extracciones, drenajes y ventosas y el cual de acuerdo a la fig. 1.1, es clasificado como componente de Auxiliares de Planta, es muestreado, por así decirlo, para tratar de seleccionar equipo y tecnología adecuada, para llevar a cabo el control lógico de la mayoría de los equipos auxiliares de la planta termoeléctrica.*

*La palabra adecuada significa entre otras cosas economía, disponibilidad y lo más importante, el disminuir la dependencia tecnológica del extranjero en el diseño y operación de los sistemas de control de las plantas termoeléctricas.*

## C A P I T U L O    I I

---

### TEORIA BASICA DE FUNCIONES Y DIAGRAMAS LOGICOS

## CAPITULO 2

### TEORIA BASICA DE FUNCIONES Y DIAGRAMAS LOGICOS

#### II.1 ANTECEDENTES

*Los circuitos lógicos se han convertido en una de las técnicas más empleadas en la ingeniería moderna por su precisión, economía, rapidez y versatilidad de aplicaciones que han ido más allá de su uso original en computadoras digitales para incursionar en los campos de control automático de procesos industriales, en instrumentación digital, en telemedición y telecontrol, en las modernas calculadoras electrónicas y en sistemas de comunicaciones por pulsos.*

*La referencia histórica de la lógica, data de tiempos muy antiguos. Así los comienzos de la lógica como estudio reflexivo, sistemático y ordenado se tienen en un grupo de tratados escritos por Aristóteles (384-422 A.C.), conocidos con el nombre de "Organón".*

*Los continuadores de Aristóteles, principalmente, los Megaricos y los Estóicos y después los Neoplatónicos y los Escolásticos hicieron algunas contribuciones, pero la realidad fue que la lógica permaneció estancada poco más de 1000 años.*

*Algunas de las razones por tal estancamiento, fue lo inadecuado del método elegido a su estudio, ya que se basaba en un método descriptivo basado en el lenguaje común.*

*Posteriormente el filósofo y matemático alemán Gottfried W. Leibnitz (1646-1716) fue quien creó la lógica matemática, pero sus trabajos estuvieron olvidados casi 150 años.*

*No fué sino hasta la aparición de las obras de George Boole (1815-1864) que empezó el desarrollo de la lógica matemática. Así en sus libros "Análisis matemático de la lógica" y "Teoría del pensamiento" Boole estableció que el mecanismo de la mente humana es la asociación de elementos simples que adoptan dos decisiones: aceptación y negación.*

**(SI Y NO, 1 Y 0, TODO O NADA)**

*Para poder trabajar en forma sistemática con sólo dos elementos simples, Boole estableció una álgebra, en donde el universo en que dicha álgebra tiene validez, consta de dos elementos solamente; el "1" y el "0" (uno - cero) y para lo cual definiremos el término variable binaria que desarrollaremos en el siguiente inciso (II.2).*

*Esta metodología empezó a conocerse y aplicarse principalmente en dos campos, primeramente en el área de telefonía en circuitos de conmutación siendo la Bell Telephone a través, de Shanon en donde se hicieron las primeras aplicaciones del álgebra de Boole con fines prácticos. Por otra parte, surgieron las computadoras digitales apoyadas totalmete, en el álgebra de Boole, siendo la primera la ENIAC (Electronic Numerical Integrator & Calculator), construida en 1948, para fines científicos en la Universidad de Pensylvania, bajo la dirección del Dr. Brainard; posteriormente, en 1951, apareció la primera computadora comercial, la UNIVAC 1, y de ahí en*

*adelante, con la aparición de los transistores en 1950 surgió la era de las computadoras que han revolucionado la vida moderna y finalmente, con la fabricación de los circuitos integrados a partir de 1960, han surgido las minicomputadoras y los microprocesadores de ilimitado alcance.*

*Así, en la actualidad las funciones y diagramas lógicos, han incursionado en casi todos los campos de la ciencia, la industria y el comercio.*

## II.2 VARIABLE BINARIA Y COMPONENTES DE UN SISTEMA DE CONTROL.

### LOGICO.

#### II.2.1 DEFINICIONES

Se define como variable binaria, a aquella que sólo puede tomar uno de dos valores, se les suele designar "1" y "0", "cierto" y "falso", "si" y "no", etc.

Algunos dispositivos que tienen naturaleza binaria o que pueden manejarse en forma binaria son las siguientes:

Un Interruptor:	Cerrado	"1"
	Abierto	"0"

Un Relevador:	Energizado	"1"
	Desenergizado	"0"

Una Lámpara:	Encendida	"1"
	Apagada	"0"

<i>Un Diodo:</i>	<i>Conduce</i>	<i>"1"</i>
	<i>No Conduce</i>	<i>"0"</i>
<i>Un Transistor:</i>	<i>En Saturación</i>	<i>"0"</i>
	<i>En Corte</i>	<i>"1"</i>

*Usualmente las variables se denotan con letras: A, B, C, D, etc.*

*Así, por ejemplo, el interruptor A puede tomar dos variables:*

*A = 1 Si el interruptor está cerrado.*

*A = 0 Si el interruptor está abierto.*

*Lo anterior, a veces se indica en el mismo símbolo.*

*No hay significado numérico del "1" y del "0" solamente un significado lógico.*

## II.2.2 FUNCIONES Y COMPONENTES DE UN SISTEMA DE CONTROL LOGICO.

Las funciones de un sistema de control lógico y sus dispositivos o componentes asociados, pueden ser divididos en las siguientes tres categorías; Entrada, Lógica y Salida, la tabla siguiente, resume las anteriores categorías.

<i>FUNCION</i>	<i>ELEMENTO</i>	<i>USO</i>
<i>ENTRADA</i>	<i>Accionamientos manuales (Botones Conmutadores) interruptores de variables de proceso (presión, temperatura, nivel, flujo, densidad, límite, par etc.)</i>	<i>Accionamiento Y/O Fuente de información</i>
<i>LOGICA</i>	<i>Relevadores electromecánicos, hidráulicos, neumáticos, transistores, circuitos integrados, microprocesadores, computadora, etc.</i>	<i>Actúan sobre la información tomada de los elementos de entrada, efectúan decisiones y dan las señales de salida deseadas.</i>
<i>SALIDA</i>	<i>Contactores, arrancadores, solenoides, amplificadores, contactos de estado sólido y electrónicos</i>	<i>Amplifican la señal de salida de la lógica al nivel de potencia deseado.</i>

*Las entradas, son elementos sensores que miden y/o convierten una acción, condición o una cantidad física en señales eléctricas. Los elementos de entrada consisten en botones, interruptores, fotoceldas, etc.*

*Los componentes lógicos es aquella parte del sistema de control que efectúa las decisiones; reciben las señales de los elementos de entrada y procesan ésta información de tal forma que la función de salida deseada o previamente establecida, es obtenida en el punto ordenado del proceso u operación de la máquina.*

*Los componentes lógicos, son divididos en dos grandes familias, Electromecánicos y Electrónicos y los cuales serán analizados en el inciso II.4 de éste capítulo.*

### II.3 NORMAS DE DIAGRAMAS LOGICOS Y SIMBOLOGIA.

*En México la práctica de la Terminología empleada en diagramas lógicos es muy variada, debido a la escasa actividad de normalización efectuada a la fecha, motivo por el cual las normas mencionadas a continuación y editadas en los Estados Unidos de Norteamérica.*

1) *ISA S.5.276 BYNARY LOGIC, DLG/FOR*

*PROCESS OPERATION.*

2) *I.EEE 91-84 GRAFHIC SIMBOLS FOR LOGIC FUNCTIONS (ANSI.IEEE). D.D.*

*ADOPTED.*

*Son tomados como referencia para nuestro trabajo, no obstante la existencia de normas de origen europeo al respecto, estas no son mencionadas, ya que, su circulación u obtención es bastante difícil.*

*Se debe hacer notar que al emprender el trabajo de edición de diagramas lógicos para cualquier planta de procesos industriales, anexo a ésta existe una simbología y terminología mínima requerida para hablar un lenguaje común por las diferentes áreas de ingeniería implicados en ésta, la fig. II.3.1, nos muestra la simbología requerida para la comprensión de los diagramas lógicos mostrados en éste trabajo.*

SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN	SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
	LA SALIDA ES "1" SOLAMENTE CUANDO TODAS LAS ENTRADAS SON "1".		COMUNICADOR DE CONTROL.
	LA SALIDA ES "1" CUANDO LA ENTRADA ES "0" Y VICEVERSA.		
	LA SALIDA ES "1" SI CUALQUIERA ENTRADA ES "1".		SEÑAL ELECTRICA SEÑAL NEUMÁTICA SEÑAL MECÁNICA SEÑAL HIDRÁULICA.
	CONDICIÓN LÓGICA.		INTERRUPTOR DE POSICIÓN.
	ACCIONAMIENTO DE EQUIPO.		

FIG. II. 3. 1  
SÍMBOLOGÍA  
PARA DIAGRAMAS LÓGICOS  
DE CONTROL

## II.4 FUNCIONES LOGICAS.

Podemos considerar que las funciones lógicas son el cerebro de un Sistema de Control Lógicos; son estas funciones la parte medular pues con ellas se definen los objetivos a realizar por dicho sistema.

En éste inciso desarrollaremos las funciones básicas, compuerta \*Y\*, \*O\*, NEGACION Y MEMORIA.

### II.4.1 COMPUERTA \*Y\*

Esta compuerta, puede tener dos o más señales de Entrada y una sola señal de Salida, funciona de acuerdo con la siguiente definición. Para que exista señal en la Salida de una compuerta \*Y\*, es necesario que exista señal de todas las Entradas, el símbolo es como se muestra en la Fig II.4.1a.

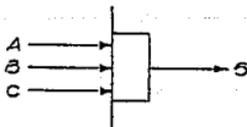


Fig II.4.1a. REPRESENTACION LOGICA DE  
COMPUERTA \*Y\*.

Para comprender mejor su funcionamiento, se pone a continuación la Tabla de Verdad, de la compuerta mostrada en la Fig. II.4.1a.

A	B	C	S
0	0	0	0
1	0	0	0
0	1	0	0
0	0	1	0
1	1	0	0
1	0	1	0
0	1	1	0
1	1	1	1

Tabla II.4.1a TABLA DE VERDAD DE COMPUERTA "Y".

**DESCRIPCION PASO A PASO, DE LA TABLA DE VERDAD DE LA COMPUERTA "Y"**

- I.- Cuando no exista señal en ninguna de las Entradas no existe señal en la Salida.
- II.- Si solamente existe señal en A, la señal de Salida no existe.
- IIa.- En cada caso sólo existe una señal de Entrada, por lo tanto no existe la señal en la Salida.
- III.- En cada caso sólo existen dos señales de Entrada, por lo tanto la señal de Salida no existe.
- IV.- Sólomente, cuando existe señal en A, B y C, existe señal de Salida S.

De la anterior descripción, se deduce que si existen  $N$  señales de Entrada, sólo existirá Salida, si y sólo si, las  $N$  condiciones están presentes. Para representar eléctricamente la compuerta "Y", se usan distintos elementos, como resistencias, diodos, relevadores, etc.

El circuito eléctrico a base de relevadores de una compuerta "Y", es una bobina conectada en serie con un conjunto de contactos y/o botones conectados en serie, que representan las señales de estado existentes tal como se muestra en la Fig. II.4.1.b.

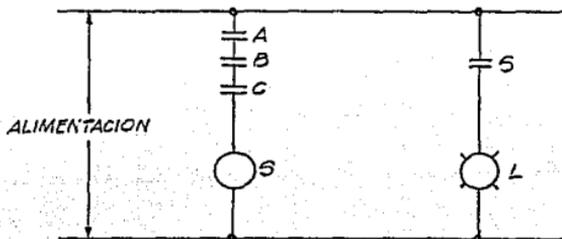


Fig II.4.1b CIRCUITO ELECTRICO QUE REPRESENTA  
A LA COMPUERTA "Y".

**EL CIRCUITO FUNCIONA DE LA SIGUIENTE FORMA;**

Quando los contactos A, B y C, cierran simultáneamente, se energiza la bobina S, cambiando el estado de su contacto S, de normalmente abierto a cerrado, encendiendo la lámpara L.

Cuando alguno de los contactos que están conectados en serie con la bobina *S* abre, ésta se desenergiza regresando su contacto *S* a la posición original, apagando la lámpara *L*.

#### II.4.2 COMPUERTA "O"

Esta compuerta puede tener dos o más señales de Entrada y una sola señal de Salida, funciona de acuerdo con la siguiente definición; para que exista señal de Salida de una compuerta "O" es necesario que exista cuando menos una de las señales de Entrada.

Su símbolo lógico se muestra en la Fig. II.4.2a.

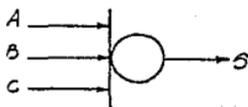


FIG. II.4.2a REPRESENTACION LOGICA DE LA COMPUERTA "O".

Para comprender mejor el funcionamiento de la compuerta "O" se muestra a continuación su Tabla de Verdad.

A	B	C	S
0	0	0	0
1	0	0	1
0	1	0	1
0	0	1	1
1	1	0	1
1	0	1	1
0	1	1	1
1	1	1	1

## *EXPLICACION DE LA TABLA DE VERDAD DE LA COMPUERTA " O " .*

*I.- Cuando no existe ninguna de las señales de Entrada no, existe señal de Salida.*

*II.- En cada caso sólo existe una de las señales de Entrada, razón suficiente para que exista señal de salida.*

*En cada caso sólo existen dos señales de Entrada, por lo tanto, existe señal en la Salida. Existe señal en A, B y C, también existe señal en la Salida.*

*De la anterior explicación se concluye que para una compuerta " O " de N señales de Entrada, bastará que cualquiera de ellas esté presente para que exista señal de Salida.*

*Para representar eléctricamente una compuerta " O ", se usan distintos elementos, como resistencias, diodos, transistores, relevadores, etc.*

*El circuito eléctrico a base de relevadores de una compuerta " O ", es una bobina conectada en serie con un conjunto de contactos y/o botones conectados en paralelo, lo cual se muestra en la Fig. II.4.2b.*

*Al energizarse la bobina, cierra o abre sus contactos, lo cual proporciona la señal de Salida S.*

*Como se puede observar en la Fig. II.4.2b, los contactos se encuentran en paralelo, siendo suficiente que uno de ellos cierre para que se energice la bobina S, lo cual cambia el estado de su contacto de normalmente Abierto a Cerrado, encendiendo la lámpara L.*

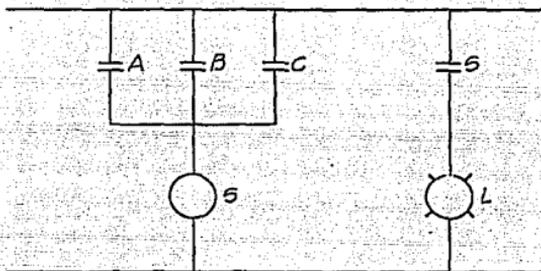


Fig. II.4.2b CIRCUITO ELECTRICO QUE REPRESENTA A LA  
COMPUERTA "O".

#### II.4.3 COMPUERTA DE NEGACION.

*La compuerta de negación tiene una sola señal de Entrada y una sola señal de Salida, lleva a cabo la operación de negación lógica, de acuerdo con la siguiente definición:*

*La compuerta de negación, tiene señal de Salida, si y solamente si, no existe señal de Entrada.*

*Y no tiene señal de Salida, si y solamente si, existe señal de Entrada.*

*Su símbolo lógico, es como se muestra en la Figura II.4.3a.*



**Fig. II.4.3a SIMBOLO LOGICO DE LA COMPUERTA DE NEGACION.**

*Su Tabla de Verdad es como se muestra en la Tabla II.4.3a.*

	<i>E</i>	<i>S</i>
<i>I</i>	<i>0</i>	<i>1</i>
<i>II</i>	<i>1</i>	<i>0</i>

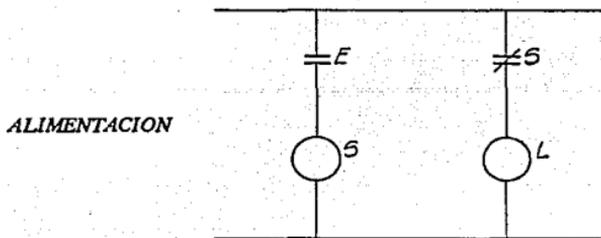
**Tabla II.4.3a. TABLA DE VERDAD DE LA COMPUERTA  
NEGACION.**

**ANALISIS DE LA TABLA DE VERDAD DE LA COMPUERTA DE NEGACION.**

*I.- Cuando no existe señal de Entrada, existe señal de Salida.*

*II.- Cuando existe señal de Entrada, no existe señal de Salida.*

*El circuito eléctrico a base de relevadores, del inversor, es una bobina conectada en serie con un contacto (señal de Entrada), y que al energizarse cierra o abre sus contactos, lo cual, proporciona la señal de Salida, como se muestra en la Fig II.4.3b.*



**Fig II.4.3b CIRCUITO ELECTRICO QUE REPRESENTA A LA COMPUERTA DE NEGACION.**

**EL CIRCUITO FUNCIONA DE LA SIGUIENTE FORMA.**

*Estando inicialmente sin señal la bobina S, se encuentra desenergizada, y la lámpara L encendida, por el contacto Cerrado de S, cuando hay Entrada el contacto E Cierra, energiza la bobina S, la cual cambia la condición de estado de su contacto S de normalmente Cerrado a Abierto apagándose la lámpara L.*

#### II.4.4 MEMORIA

En la memoria se tienen dos Entradas y dos Salidas, éstas Salidas, siempre son opuestas y se mantienen a través del tiempo, aún cuando no exista ninguna de las señales de Entrada, debido a la interrelación existente entre las señales de Entrada y Salida y su estado de Salida anterior.

Su representación lógica se muestra en la Fig. II.4.4a.

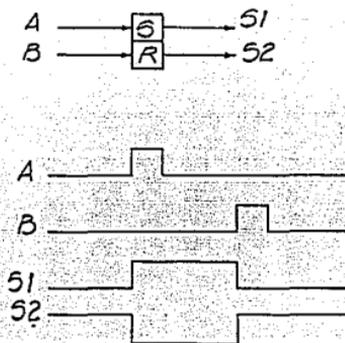


Fig. II.4.4a. REPRESENTACION LOGICA DE LA MEMORIA.

Para comprender el funcionamiento de la Memoria se pone a consideración su Tabla de Verdad y una explicación de la misma.

A	B	S1	S2
0	0	0	1
0	0	0	1
0	1	0	1
0	0	0	1
1	0	1	0
0	0	1	0
1	0	1	0
0	1	0	1
0	0	0	1
0	1	0	1
1	0	1	0
0	0	1	0
1	1	0	0
0	0	0	1

*Tabla II.4.4a. TABLA DE VERDAD DE LA MEMORIA.*

*Observando cada una de las posibilidades de señales de Entrada y Salida y siguiendo la secuencia adoptada en la Tabla de Verdad, se hace el siguiente análisis.*

*I.- Cuando no ha existido ninguna de las señales de Entrada, se tiene una salida:*

*1 lógico en S2..*

*II.- Indica que se mantiene dicha señal a través del tiempo.*

*III.- Si existe señal en B, se mantiene la señal en S2, lo cual nos indica que B y S2 están directamente ligadas.*

V.- Si tenemos señal en A con las condiciones anteriores, borra la señal en S1, lo cual indica que A y S1 están ligados interiormente.

VI.- Al desaparecer la señal A, la señal en S1 se mantiene a través del tiempo.

VII.- Estando en la condición VI, al presentarse la señal en A, no cambia la condición de Salida.

VIII.- Si se tiene señal en B, borra la señal e S1 y nuevamente se tendrá la señal S2.

IX.- Al desaparecer la señal B, la señal S2 se mantiene a través del tiempo.

X.- Estando en la condición, al presentarse la señal en B, no acmbia la condición de Salida.

XI.- El funcionamiento es similar a los puntos V y VI, por lo cual se concluye que basta una Entrada Y instantánea, cualquiera de ellas para que produzca.

XII.- Un cambio en la Salida, que dependen de la última señal de Entrada que recibió la Memoria.

XIII.- En caso de existir simultáneamente las señales A y B, la señal de Salida predominantemente, es S2 que como se había visto está directamente ligada con B, concluyendo que la señal B, predomina sobre la señal A.

XIV.- Nuevamente al no existir ninguna de las señales A y B, se mantiene la señal perteneciente a la condición anterior.

Del anterior análisis, podemos concluir que en ningún instante existen simultáneamente las dos salidas S1 y S2, por lo cual se puede considerar que una es la negación de la otra.

El circuito eléctrico a base de relevadores de la memoria es como se muestra en la Fig. II.4.4b.

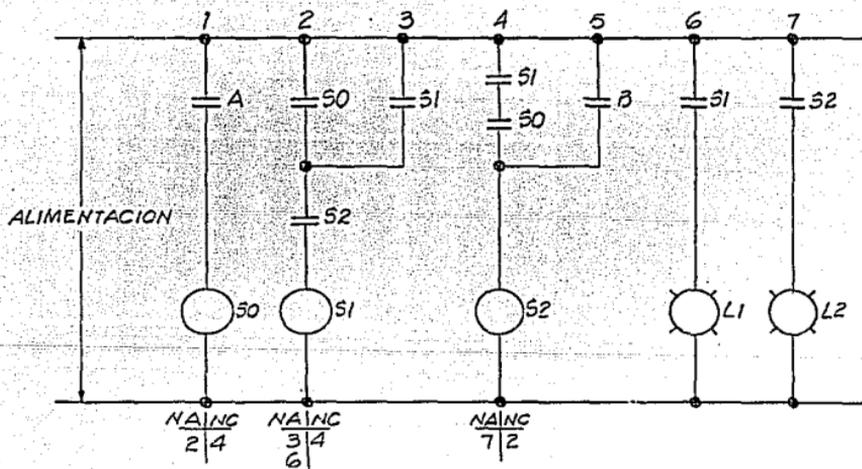


Fig. II.4.4b. CIRCUITO ELECTRICO QUE REPRESENTA

A LA MEMORIA.

Debido a que el circuito de la Fig. II.4.4b, es más elaborado que los anteriores, se usarán coordenadas y se referirán los contactos accionados por cada bobina, de acuerdo a su localización en las coordenadas, indicando su característica en la parte inferior de la bobina A, que pertenecen ya sea normalmente Abierto (NA) o normalmente Cerrado (NC).

EL DIAGRAMA SE ANALIZARA SIGUIENDO LA TABLA DE VERDAD Y CONSIDERANDO LO SIGUIENTE:

- 1.- El contacto a que aparece en la coordenada (1), pertenece a una señal A.
- 2.- El contacto B que aparece en la coordenada (5), pertenece a una señal B.
- 3.- En el circuito las condiciones de Salida S1 quedan representadas con la lámpara L1 y L2 representa la Salida de S2.

I.- Cuando no ha existido ninguna señal, la bobina S2 está energizada en (4), a través de los contactos S1 y S0, y por el contacto S2 en (7) se enciende la lámpara L2.

II.- Con las condiciones anteriores la bobina S2 se mantiene energizada a través del tiempo y el contacto S2 en (7) mantiene encendida a la lámpara L2.

III.- Al existir la señal B se cierra el contacto B en (5), por éste se establece un segundo circuito para energizar la bobina S2, manteniéndose las condiciones del punto II.

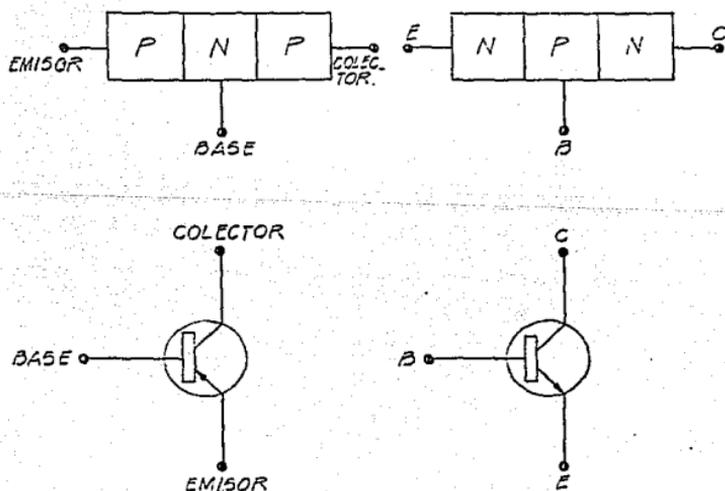
- IV.- En caso de que cese la señal B, se mantendrán las siguientes condiciones del punto I.
- V.- Al aplicar la señal A, cierra el contacto A en (1), energizándose la bobina SO, que cierra el contacto SO en (2) y abre el contacto SO en (4) que energiza la bobina S2, la cual abre su contacto S2 en (7) apagando la lámpara L2, y cierra S2 en (2), energizando la bobina de S1 por los contactos SO y S2, por lo que cierra el contacto S1 en (3) estableciendo un circuito para mantenerse energizada, el cual se denomina sello de la bobina S1.
- VI.- Al desaparecer la señal A, el circuito se mantiene en las mismas condiciones que el punto V, debido a que la bobina sí quedó sellada a través de S1 en (3).
- VII.- Al aplicar nuevamente la señal A, el circuito se mantiene en las condiciones del punto V.
- VIII.- En las condiciones anteriores se recibe la señal B, cierra el contacto B en (5) energizándose la bobina S2 que cierra su contacto S2 en (7), encendiéndose la lámpara L2 y abre su contacto S2 en (6) apagándose la lámpara L1.
- IX.- Al desaparecer la señal B, el circuito se mantendrá en las condiciones del punto I.
- X.- Al recibir nuevamente la señal B, el circuito se mantendrá en las anteriores condiciones.
- XI.- Al recibir la señal A, se repetirán las mismas condiciones que en el punto V.
- XII.- Al desaparecer la señal A, se tendrán condiciones análogas a las del punto VI.
- XIII.- Al recibir simultáneamente las señales A y B, se cierra el contacto en (1) energizando la bobina SO que cierra SO en (2) y abre SO en (4), se cierra el contacto B en (5) energizándose la

bobina S2 que cierra su contacto S2 en (7) encendiéndose la lámpara L2, y abre su contacto S2 en (2), por lo que la bobina S1 no se puede energizar.

XIV.- Al desaparecer las señales A y B, se tendrán las mismas condiciones, que en el punto I.

#### II.4.5 LOGICA DE TRANSISTORES.

Un transistor de unión es una sucesión de tres regiones de semiconductor en arreglo PNP ó NPN, según se muestra.

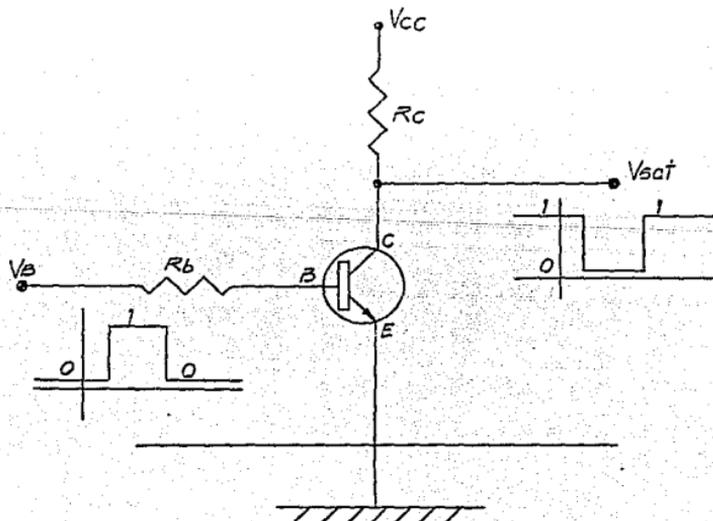


La flecha asociada indica el sentido de la corriente de cargas positivas mayoritarias (o sea la corriente convencional).

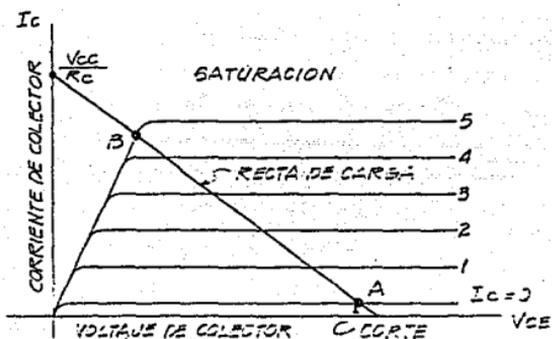
#### CONSIDEREMOS UN TRANSISTOR NPN:

En general, al variar el voltaje de la base se puede controlar el flujo de electrones del emisor al colector a través de la base. Así, el transistor está en corte (o desconectado) cuando la base es polarizada negativamente con respecto al emisor y empieza a conducir a medida que la base se hace más positiva (siempre con respecto al emisor) dejando pasar más electrones del emisor al colector hasta llegar a la condición de saturación.

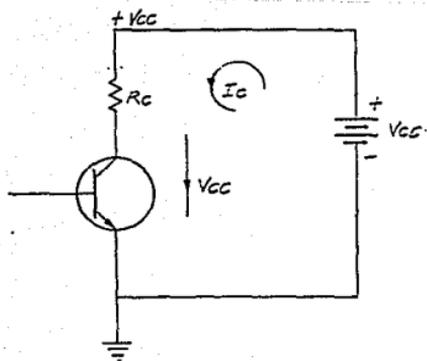
Consideremos el siguiente circuito que es el básico de un transistor en conmutación.



Un Transistor tiene una familia de curvas características de respuesta, sobre la que se traza una recta de carga, según se muestra:

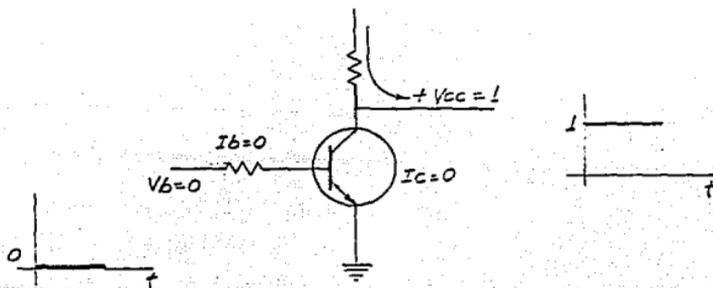


Una recta de carga se obtiene del circuito de C.D. o, polarización siguiente.

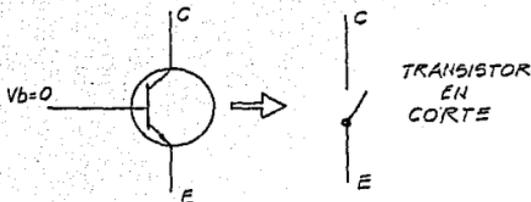


Veamos ahora, como se opera el transistor a fin de que se comporte como interruptor:

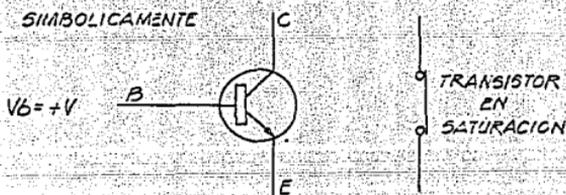
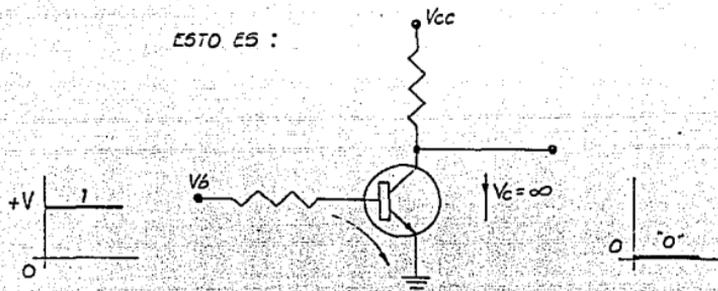
1o Si el voltaje en la base es cero ( $V_B = 0$ ) no circulará ninguna corriente por la base ( $I_B = 0$ ) y de las curvas características, punto A, podemos ver que la corriente en el colector es aproximadamente cero también ( $I_C = 0$ ), el potencial del colector será igual a la tensión de la alimentación  $V_{CC}$ . Así, se dice, que el transistor está en corte o abierto y a la salida aparece un "1" lógico.



SIMBOLICAMENTE



2o Si aplicamos súbitamente una tensión positiva suficiente a la base, alcanzaremos el punto B, en cuyo caso el voltaje en el colector es casi cero ( $V_c = 0$ ) y se dice que el transistor está en saturación comportándose prácticamente como un corto circuito, esto es, como un interruptor cerrado, lo cual produce que la Salida quede en cero lógico, es decir 0 Volts.



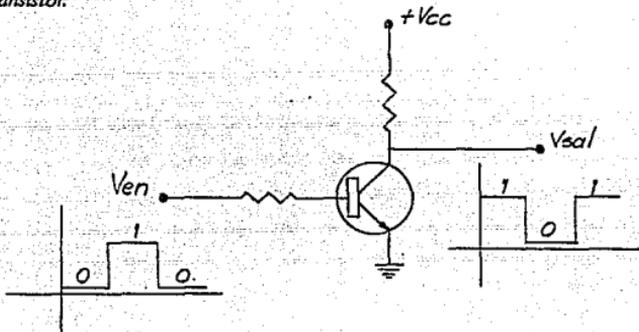
DE DONDE

$V_B$	$V_{cL}$
0	$+V_{cc}$
$+V$	0

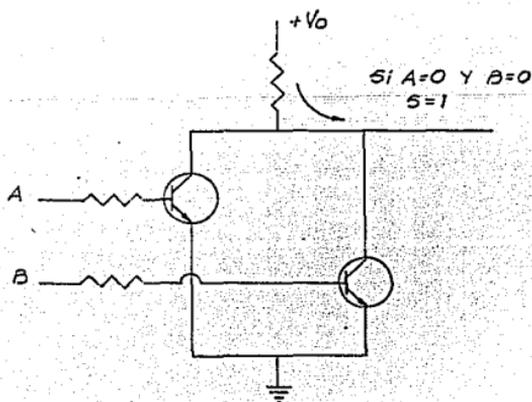
ENTRA	SALIDA
0	1
1	0

O sea el circuito anterior se comporta como un inversor.

Resumiendo, la función lógica, inversión o negación, es realizada por el siguiente circuito o transistor:



Por la propiedades de inversión del transistor, es fácil realizar las funciones NAND y NOR con los siguientes circuitos:



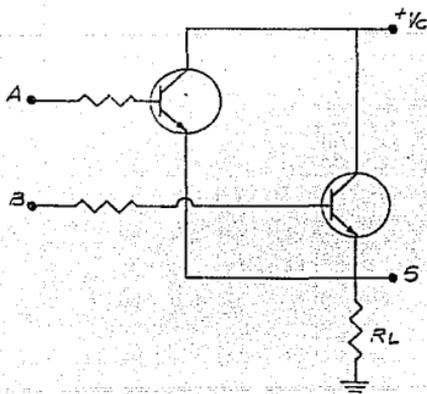
A	B	S
0	0	1
0	1	0
1	0	0
1	1	0

En el circuito anterior se observa que:

- a).-  $A = 0, B = 0$  Ambos transistores están en corte y el voltaje  $+V$  aparece a la Salida como "1".
- b).- En los casos  $A = 1, B = 0; A = 0, B = 1$ , se satura algunos de los transistores apareciendo potencial de tierra en  $S$ , o sea "0".
- c).- En el caso  $A = 1, B = 1$ , se saturan ambos transistores y la Salida toma potencial de tierra, o sea "0".

#### COMPUERTA "0"

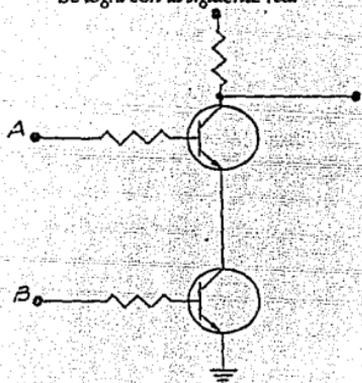
Si en vez de tomar la Salida por colector, se sale por emisor según se muestra, se logra una compuerta "0".



A	B	S
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	1

### COMPUERTA $\overline{Y}$

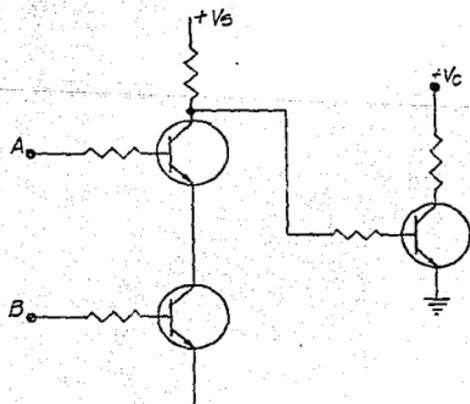
Se logra con la siguiente red.



A	B	S
0	0	1
0	1	1
1	0	1
1	1	0

### COMPUERTA $\cdot Y$

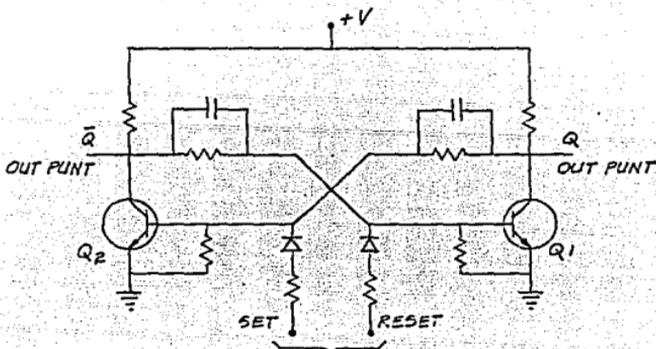
Se logra mediante una compuerta NAND seguida de un inversor según se muestra.



A	B	S
0	0	0
0	1	0
1	0	0
1	1	1

## ELEMENTO BASICO DE MEMORIA CON TRANSISTORES.

Para el caso de los sistemas de estado de sólido, se emplean dos transistores; en el que uno siempre trabajó en corte y el otro en saturación, el circuito básico se presenta en la Fig.



### EL CIRCUITO TRABAJA DE LA SIGUIENTE MANERA:

Un pulso en SET actúa sobre la base del transistor Q2 y lo pone en saturación, o sea Cerrado, de tal manera que la Salida Q, adquiere el valor cero y se retroalimenta a la base de Q2.

Un cero en la base de Q1 pone a éste transistor en corte, o sea Abierto de tal manera que el voltaje +Vcc de la fuente aparece en la Salida Q adquiriendo el valor de "1".

Este valor de Q = 1, se retroalimenta a la base del transistor que manteniéndolo en saturación, aún después de que cese el pulso de SET, ahora, un pulso en RESET, actúa sobre la base del

transistor  $Q_1$ , llevándolo a saturación en cuyo caso  $Q = 0$ . Este valor se retroalimenta a la base del transistor  $Q_2$  llevando a corte al transistor.

Por lo anterior el  $+V$ , de la fuente aparece a la Salida de  $Q_2$  de tal manera que  $\bar{Q} = 1$  y éste valor se retroalimenta a la base de  $Q_1$  manteniéndolo en saturación, aún después de que cese el pulso de RESET.

La condición  $S = 0$  y  $R = 0$ , mantiene al estado anterior que tengan las Salidas  $Q$  y  $\bar{Q}$ , o sea no cambian.

La condición  $S = 1$  y  $R = 1$  satura a ambos transistores produciendo  $Q = 0$  y  $\bar{Q} = 0$ , o sea no funciona como FLIP-FLOP el circuito, ya que, no se tienen estados contrarios en las Salidas, por lo cual no debe operarse con tales excitaciones, o sea no se permiten.

Resumiendo el principio de operación, puede presentarse en la siguiente Tabla de Verdad.

S	R	Q	$\bar{Q}$
1	0	1	0
0	0	1	0
0	1	0	1
0	0	0	1
1	1	0	0

## C A P I T U L O      I I I

---

**NORMAS RECOMENDACIONES Y CRITERIOS DE DISEÑO QUE SE  
APLICAN A LOS EQUIPOS POR CONTROLARSE EN EL SISTEMA  
DE EXTRACCIONES, DRENAJES Y VENTEOS.**

## CAPITULO 3

---

### NORMAS RECOMENDACIONES Y CRITERIOS DE DISEÑO QUE SE APLICAN A LOS EQUIPOS POR CONTROLARSE EN EL SISTEMA DE EXTRACCIONES, DRENAJES Y VENTEOS.

#### III.1.- NORMAS Y RECOMENDACIONES APLICABLES.

*Las normas y recomendaciones mencionadas a continuación tratan principalmente el problema de prevenir la entrada de agua a las turbinas de vapor empleadas en plantas de generación de energía eléctrica que utilizan combustibles fósiles.*

a) *ANSI/ASME TDP-1 1985*

*Recommended Practices for the prevention of Water Damage to Steam Turbines Used for Electric Power Generation.*

b) *Mitsubishi Heavy Industries, LTD, Feb. 1982, Recommendation on Turbine Water Induction Protection System.*

c) *Westinghouse, Electric Corporation, Section 5 CT-23973, Marzo 1977.*

d) *Water Induction in large steam turbines Design. Recommendations. " General Electric ".*

*Las normas y recomendaciones listadas anteriormente son las que determinan los elementos requeridos para proteger la turbina contra una posible entrada de agua, proveniente de los calentadores de agua de alimentación, así como la forma en la cual éstos elementos son operados. Los diagramas lógicos mostrados y explicados en el capítulo V, de éste trabajo describen claramente la operación de los diferentes elementos sujetos al control binario (válvula de corte motorizada, válvula de no retorno operada por aire y válvula de drenaje).*

*Es en la norma ANSIIASME TPD-1-1985, en la cual los diferentes fabricantes de turbinas se basan para emitir sus propias recomendaciones y las cuales no están en incongruencia con dicha norma. El punto 3.7 " Feedwater and Extraction Systems ", de la norma mencionada puede ser consultada, para ampliar lo escrito en los capítulos IV y V de éste trabajo.*

### III.2 CRITERIOS DE DISEÑO.

*Los criterios de diseño son los documentos generados por la C.F.E. y cuyo propósito, es enmarcar la filosofía por seguir en un proyecto, con relación a las formas o caminos que deben tomar las diferentes áreas, involucradas en éste, para llevar a buen término el trabajo; en el caso del área de instrumentación y control, tales criterios definen el uso de elementos de estado sólido (circuitos integrados o microprocesadores) para realizar el control lógico de los diferentes equipos de la planta. Lo que conlleva al uso de dispositivos con diferente grado de sofisticación en su tecnología.*

*El propósito de éste trabajo es replantear alternativas complementarias a los criterios de diseño existentes en el área de ingeniería de C.F.E., que conduzcan al uso de una tecnología económica y confiable.*

## C A P I T U L O   I V

---

### DESCRIPCION DEL SISTEMA DE EXTRACCIONES, DRENAJES Y VENTEOS.

## CAPITULO 4

### DESCRIPCION DEL SISTEMA DE EXTRACCIONES Y VENTEOS.

#### IV.1 LA PLANTA TERMOELECTRICA.

*Una planta termoeléctrica es un complejo industrial que tiene como finalidad la generación de energía eléctrica y para lo cual transforma la energía química de los combustibles en energía térmica, que transmitida a la sustancia de trabajo (agua vapor) es llevada a la turbina donde es transformada en energía mecánica en la flecha, que acoplada a un generador eléctrico convierte finalmente ésta en energía eléctrica.*

## *IV.2 COMPONENTES PRINCIPALES EN EL CICLO AGUA VAPOR.*

### *IV.2.1 GENERADOR DE VAPOR*

*El generador de vapor, es el componente de la central termoeléctrica, en donde se realiza la transformación de la energía térmica que, transmitida al agua o vapor de agua, inicia el ciclo termodinámico.*

*La función de éste es la de calentar el agua de alimentación hasta, una temperatura próxima a la de saturación, vaporizar la misma y posteriormente sobrecalentar y recalentar el vapor producido.*

### *IV.2.2 TURBINA*

*La turbina es una máquina en la cual se transforma la energía térmica, de vapor en energía cinética, la que a su vez es convertida en trabajo mecánico en un eje rotatorio.*

*La cantidad de energía que cede el vapor depende de la cantidad de éste, así como de sus condiciones de presión y temperatura y de la manera como se expande hasta una presión inferior, a mayor expansión desde una presión inicial mayor cantidad de trabajo obtenible.*

*La conversión de energía térmica en energía mecánica tiene lugar al expandirse el vapor en una tobera. Esta disminución en la presión se refleja en un incremento en la velocidad del vapor (energía cinética) la fuerza del vapor al incidir sobre los álabes los hace girar obteniéndose de esta*

*manera el movimiento de la flecha a la cual está acoplado un generador eléctrico en el que se realiza la producción de energía eléctrica.*

#### **IV.2.3 CONDENSADOR**

*El condensador es parte esencial de cualquier planta termoeléctrica, en sí es un intercambiador de calor a gran escala, al cual le llega el vapor de escape de la turbina y que es condensado mediante agua de enfriamiento (agua de circulación) una vez condensado es factible su manejo por medio de bombas que lo enviarán hasta el generador de vapor, continuando con el ciclo.*

*El condensador está en contacto con el vapor, con el agua de alimentación del ciclo y el agua de enfriamiento. En éste se absorbe alrededor de un tercio de la carga térmica que se introduce a la turbina con el vapor.*

#### **IV.2.4 CALENTADORES DE AGUA DE ALIMENTACION**

*Son intercambiadores de calor de superficie, de construcción a base de tubos contenidos dentro de una carcasa de acero con soportes internos y lámparas directrices de vapor, su función es la de calentar el agua que va a la caldera por medio del vapor que se aprovecha de las extracciones de la turbina con el propósito de aumentar la eficiencia del ciclo Termodinámico, en estos equipos, el vapor fluye entre la caja y el exterior de los tubos de intercambio de vapor y el agua por calentarse por el interior de dichos tubos.*

## **IV.3 EL SISTEMA DE EXTRACCIONES DRENAJES Y VENDEOS EN EL CICLO TERMODINAMICO**

### **IV.3.1 EL CICLO TERMODINAMICO**

*La central termoeléctrica opera con un ciclo Rankine regenerativo con recalentamiento. El término regenerativo se refiere al calentamiento que se da a el agua de alimentación, con el fin de elevar su temperatura hasta un valor que se aproxima a la temperatura de saturación correspondiente a la presión del generador de vapor.*

*Este calentamiento se hace con vapor tomado de siete extracciones hechas de las diferentes zonas de la turbina; turbina de presión alta, de presión intermedia y de la baja presión. Este vapor es llevado a siete calentadores (dos de alta presión y cinco de baja presión) en donde se transmite el calor al condensador y al agua de alimentación. De esta manera el calor del vapor extraído de la turbina, donde ya realizó un trabajo al expandirse, no se pierde en el condensador con el agua de enfriamiento sino que mediante los calentadores de agua de alimentación regresa al generador de vapor. Por consiguiente el rendimiento del ciclo se ve incrementado a consecuencia de éste calentamiento regenerativo. La humedad producida en el vapor al expandirse en la turbina debe evitarse para no causar daño en los álabes de ésta. Como en la turbina se efectúa un proceso adiabático, esto implica que el trabajo mecánico que aparece al expandirse el vapor en ésta, sea producido a expensas del calor contenido en el vapor, por lo que su temperatura disminuirá, luego se hará cada vez más húmedo al continuar su expansión a presiones más bajas. Para evitar que*

*la temperatura del vapor baje más allá de ciertos límites se tomará vapor a la salida de la turbina de alta presión, para recalentarlo.*

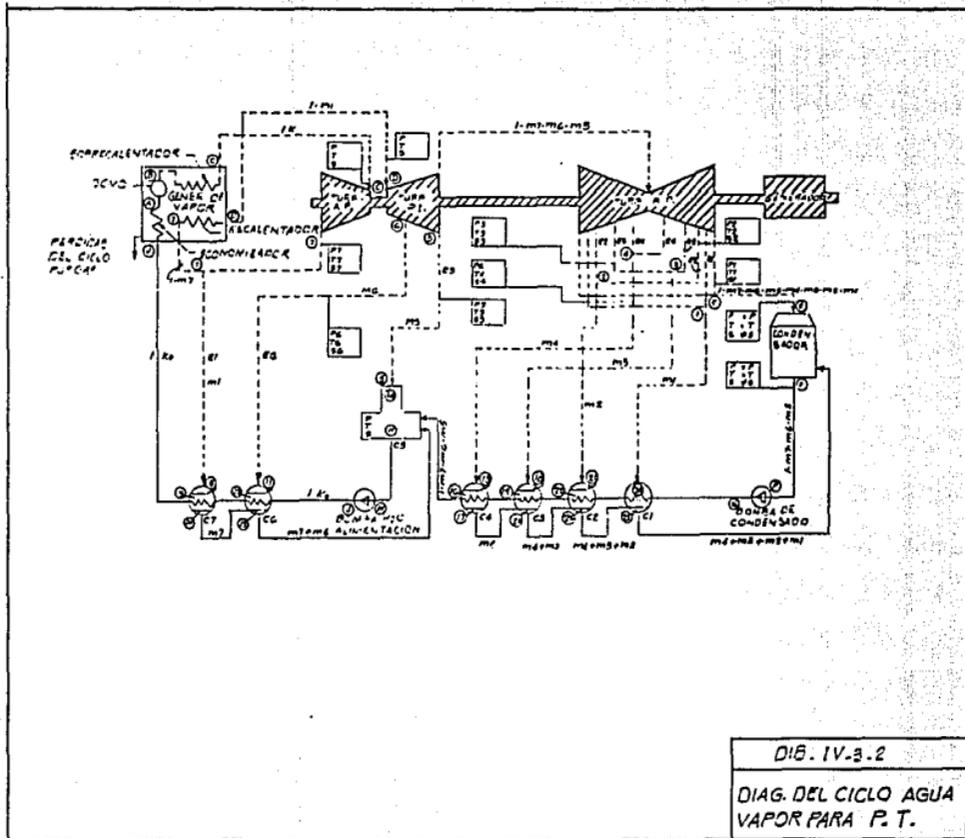
*El vapor una vez recalentado estará en condiciones de continuar produciendo trabajo en las zonas de presión intermedia y baja de la turbina.*

*En el dibujo IV.3.1 se representa el ciclo Rankine regenerativo con sobrecalentamiento y recalentamiento en los ejes T-S, en donde se muestran los procesos que sigue el agua en su fase líquida y su fase de vapor, relacionándolo con el equipo mostrado en el esquema térmico principal en que tienen lugar dichos procesos (dibujo IV.3.2).*

*De acuerdo con el dibujo IV.3.1, tenemos lo siguiente:*

*Proceso B-C, sobrecalentamiento isobárico que tiene lugar en el sobrecalentador del generador de vapor, dibujo IV.3.2; el vapor sobrecalentado se expande de C a 7 en lo que teóricamente sería un proceso adiabático, cosa que no ocurre así debido a las pérdidas por fricción en la turbina, en el punto 7, el vapor se extrae a la salida de la etapa de alta presión de la turbina, para ser recalentado a presión constante, en el recalentador que se encuentra en el generador de vapor (fig. IV.3.2), hasta alcanzar las condiciones del punto D, apartir de D y hasta E, se expande el vapor en las etapas de presión intermedia y baja presión de la turbina (fig. IV.3.2), de E a F se presenta la condensación, la cual tiene lugar a temperatura constante en el condensador (fig. IV.3.2); el condensado, se extrae finalmente del pozo caliente del condensador en la condición F, para ser regenerado mediante la transferencia de calor del vapor de las extracciones 1, 2, 3, 4 y 5 hasta obtener las condiciones de saturación del desgasificador (fig. IV.3.2), representadas en el punto H en estas condiciones el condensado, mezclado con la extracción 5, es succionado por las*





DIB. IV-3-2

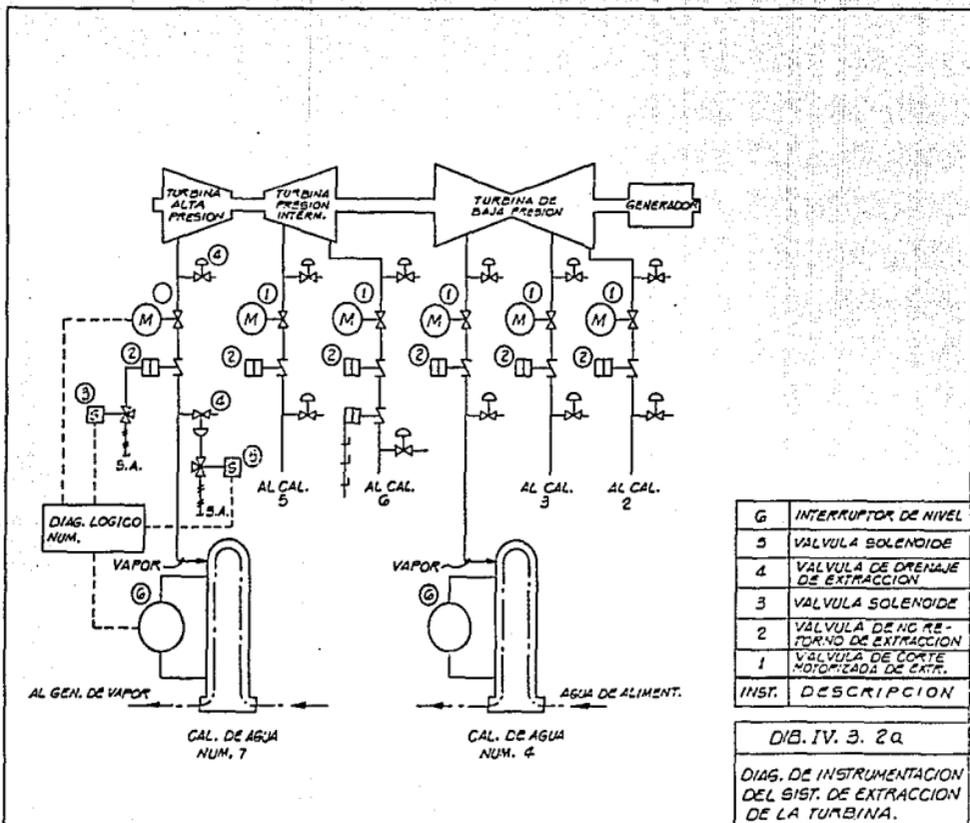
DIAG. DEL CICLO AGUA  
VAPOR PARA P. T.

*las bombas de agua de alimentación mismas, que elevan la presión del fluido hasta llevarlo a las condiciones del líquido comprimido y subenfriado representado por el punto J, a la entrada del economizador de la caldera (fig.IV.3.2 ); en el economizador el agua de alimentación inicia su calentamiento a presión constante, hasta alcanzar las condiciones de saturación representadas por el punto A, donde se inicia la evaporación del líquido saturado para terminar como vapor seco saturado en el punto B, cerrando el ciclo.*

#### **IV.3.2 EL SISTEMA DE EXTRACCIONES, DRENAJE Y VENDEOS.**

*La función principal de este sistema tal como se observó en el punto anterior, es suministrar vapor de la turbina a los calentadores de agua de alimentación con el fin de obtener un ciclo Rankine regenerativo. El vapor se utiliza, para calentar el agua de alimentación del generador de vapor obteniéndose así una mayor eficiencia en el ciclo. El sistema se inicia en los puntos de extracción de las diferentes secciones de la turbina, para pasar posteriormente a los calentadores de agua de alimentación, cada extracción cuenta con válvulas de corte motorizadas y válvulas de no retorno operadas con cilindros neumáticos, la extracción que va al desgasificador, cuenta además con una válvula de no retorno operada con cilindros hidráulicos, sus líneas de drenado cuentan con válvulas neumáticas que descargan a los cabezales del condensador principal.*

*La localización de cada una de estas válvulas puede ser observada en el dibujo IV.3.2a. El vapor de extracción se condensa en el calentador y se drena en operación normal en cascada del calentador de mayor al de menor presión. En operación de emergencia cada válvula drena al condensador principal.*



## C A P I T U L O V

---

### DISEÑO E IMPLANTACION DEL CONTROL LOGICO.

## CAPITULO 5

### DISEÑO E IMPLANTACION DEL CONTROL LOGICO.

#### *V.I.- DESCRIPCION DEL SISTEMA DE FUERZA AUXILIAR.*

*Con el propósito de ubicar los Sistemas de Alimentación de Energía a los centros de control de motores (cm's.), y a los tableros de 125V C.D., y los cuales distribuyen la energía para la operación de las válvulas motorizadas y la válvulas solenoides de el sistema de extracciones, drenajes y ventcos, se dá a continuación una breve explicación de lo que se denomina el sistema de fuerza auxiliar y de los componentes de éste, el orden de interconexión entre estos se muestra en el diagrama unifilar general de planta. ( dibujo No. EU-1 ).*

*Durante la operación normal de la planta, la fuerza eléctrica necesaria para alimentar las cargas auxiliares de la planta, tales como las bombas, ventiladores, interruptores, etc., es suministrada por el generador eléctrico, a través, de los transformadores auxiliares de unidad. En los casos de arranque, o paro, o al dispararse la unidad turbogeneradora, la energía para los auxiliares proviene del transformador de arranque, conectado a la red de alta tensión. Los componentes principales del sistema de energía auxiliar son:*



*Transformadores auxiliares (20/6.9 KV), transformador de arranque (400/6.9 KV), tableros blindados de 6.9 KV, subestaciones unitarias de 480 V, centros de control de motores de 480 V, tableros de 125 V C.D., así como los cables de conexión y accesorios para el equipo mencionado.*

#### **V.1.1 TRANSFORMADORES AUXILIARES.**

*La unidad turbogeneradora está provista de dos transformadores auxiliares trifásicos conectados directamente al generador, a través del bus de fase aislada, y cada transformador tiene una potencia del 100% de la suma de las potencias máximas, asociadas con su bus; dichos transformadores reducen el voltaje de 20,000 V. a 6,900 V. que es el voltaje al cual trabajan los motores, mayores de la planta ( bombas de condensado, bombas de agua de alimentación, bombas de agua de circulación, ventilador de tiro forzado, etc.)*

#### **V.1.2 TABLEROS BLINDADOS (6.9 KV)**

*Estos tableros distribuyen la energía a los motores mayores y a las subestaciones unitarias de cada unidad turbogeneradora, durante la operación normal, este sistema recibe alimentación del generador en las terminales primarias de los transformadores auxiliares, durante arranque y paro de la unidad y al dispararse ésta, dicha alimentación se recibe por medio del bus de enlace, a través, del transformador de arranque, desde la red de alta tensión.*

### *V.1.3 SUBESTACIONES UNITARIAS ( 480 V. )*

*Estos tableros se alimentan desde los tableros de 6.9 KV, a través de transformadores de 6900/480 V. y a su vez, éstos, alimentan a los centros de control de motores y a motores de 51 HP, hasta 250 HP.*

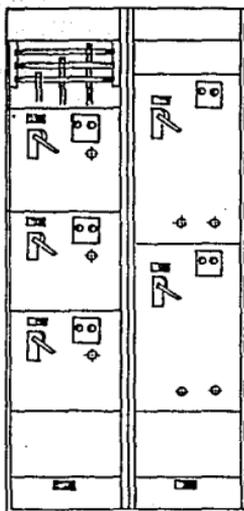
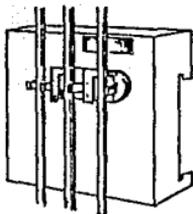
### *V.1.4 CENTROS DE CONTROL DE MOTORES ( CCM'S 480 V. )*

*La función de los CCM'S, es la de proporcionar la alimentación de 480 V., de corriente alterna a las cargas auxiliares menores ( motores desde 1/3 de HP. hasta 50 HP. ), cargas de alumbrado y cargas de 120 V. C.A.*

*El centro de control de motores (CCM), es un ensamble metálico, autoportado, para montaje en el piso, formado por una o más secciones verticales, cada una de las cuales contiene cubículos y en cada uno de éstos, se encuentra una unidad de control, para un motor. (ver dibujo No.V.1.5)*

*El CCM contiene:*

- a). Barras colectoras principales de fuerza común, en forma horizontal.*
- b). Barras derivadas ( verticales ), conectadas a las barras de fuerza comunes.*
- c). Interruptores termomagnéticos, en caja moldcada (52), y el cual protege al motor y al circuito de alimentación, contra sobrecorriente y corto circuito.*
- d). Arrancador magnético (42), directo a la línea.*



CENTRO DE CONTROL DE  
MOTORES

EL CCM CONTIENE.

- a) BARRAS COLECTORAS PRINCIPALES DE FUERZA COMUN EN FORMA HORIZONTAL
- b) BARRAS DERIVADAS (VERTICALES), CONECTADORAS A LAS BARRAS DE FUERZA COMUNES
- c) INTERRUPTORES TERMOMAGNETICOS, EN CAJA MOLDEADA (52) Y EL CUAL PROTEGE AL MOTOR Y AL CIRCUITO DE ALIMENTACION, CONTRA SOBRECORRIENTE Y CORTO CIRCUITO
- d) ARRANCADOR MAGNETICO (42) DIRECTO A LA LINEA.
- e) TRANSFORMADOR DE CONTROL DE 480/120 V.
- f) RELEVADORES TERMICOS DE SOBRECARGA (49) EL CUAL OPERA CUANDO LA TEMPERATURA DE LA ARMADURA DE LA MAQUINA EXCEDE UN VALOR REDETERMINADO.
- g) LUCES INDICADORAS

DIBUJO, V. I. 5.

ARREGLO FISICO  
CENTRO DE CONTROL  
DE MOTORES.

e). *Transformador de control de 480/120 V.*

f). *Relevadores térmicos, de sobrecarga (49), el cual opera cuando la temperatura de la armadura de la máquina excede un valor predeterminado.*

g). *Relevadores Auxiliares para el control.*

h). *Luces indicadoras.*

#### ***V.1.5 TABLEROS DE 125 V C.D.***

*Los tableros de C.D., tienen como función, alimentar en forma interrumpida, a los circuitos de control de interruptores, solenoides y bombas con motor de C.D.*

*Los tableros son alimentados de un banco de baterías con su respectivo cargador y un cargador de emergencia común.*

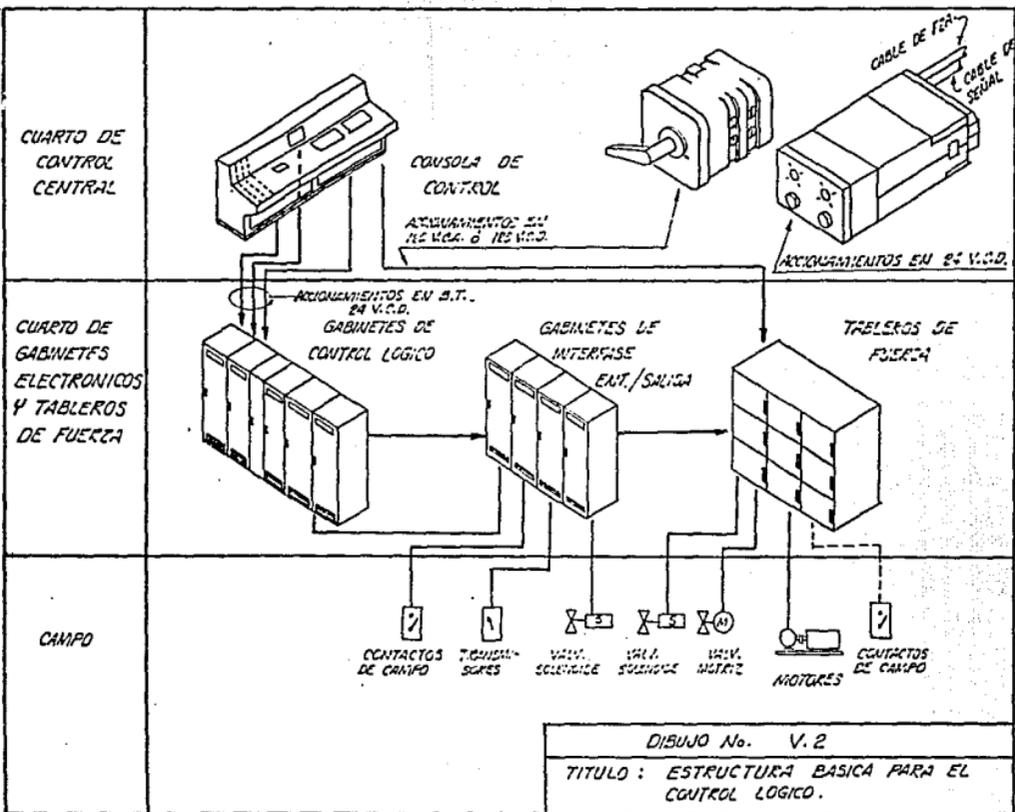
*En condiciones normales, la alimentación a las cargas conectadas al tablero, es a través, de los cargadores de baterías los cuales a su vez, mantienen en flotación al banco de baterías.*

## *V.2 DIAGRAMAS ELEMENTALES O ESQUEMATICOS.*

*El diagrama, es el lenguaje escrito de los circuitos eléctricos y un diagrama esquemático, es aquél que muestra por medio de símbolos gráficos, las conexiones eléctricas y funciones de un arreglo específico, de un circuito; los diagramas esquemáticos, facilitan bosquejar el circuito y sus funciones, sin importar el tamaño, localización o forma de los elementos, partes o componentes de éste.*

*Dentro del diagrama esquemático, se encuentran los circuitos de control y de carga, éste último conocido como diagrama de fuerza.*

*Los circuitos de control, indican las operaciones secuenciales que se realizan para controlar el sistema, en el dibujo No. V.2 se puede apreciar la estructura básica del control lógico de los equipos por controlar en una planta de fuerza.*



### V.3 DIAGRAMAS LÓGICOS DE LOS EQUIPOS ASOCIADOS AL SISTEMA DE EXTRACCIONES, DRENAJES Y VENTEOS.

Como se indicó en el capítulo II de éste trabajo, los diagramas de control lógico o digitales se definen como sistemas que responden a dispositivos que asumen uno de dos estados posibles:

*Conectado - Desconectado, Abierto - Cerrado, Arrancar-Parar.*

Este concepto se compara frecuentemente con la aritmética binaria, en la cual existen dos estados posibles; de ahí la derivación o inferimiento del nombre también utilizado de "Control Binario" o "Digital".

Los sistemas de control digital, utilizan el concepto de los dos estados, desde el comando de entrada hasta la salida.

En las plantas termoeléctricas, se emplean diferentes niveles de sistemas de control digital o binario; estos sistemas van desde los relativamente simples abrir - cerrar, con acción manual directa (por medio de botones) a el elemento final de control, hasta los extremadamente complejos que requieren una gran cantidad de condiciones y/o funciones lógicas (compuertas Y, O, negaciones, temporizadores, memorias, etc.) cumplidas para poder efectuar la acción de conectar o desconectar.

Los equipos, (elementos finales de control), tratados en éste material son como se mencionó en el capítulo IV.

a). *Válvula (s) de corte motorizada (s), para el suministro de vapor de la turbina a los calentadores de agua de alimentación.*

b). *Válvula (s) de no retorno (operadas con aire), para el suministro de vapor de la turbina a los calentadores de agua de alimentación.*

c). *Válvula (s), de drenaje, (operadas con aire), de las líneas de suministro de vapor a los calentadores de agua de alimentación.*

*Su importancia dentro del ciclo general de la planta termoeléctrica, ha sido también ya descrita, en los capítulos III y IV; en los puntos siguientes se analizarán los diagramas lógicos de los equipos mencionados, así como las dos formas posibles de realización o materialización de éstas, planteadas en este trabajo, pretendiendo ilustrar con ello las ventajas y/o desventajas de cada una de ellas.*

### **V.3.1 DIAGRAMAS LOGICOS DE LA VALVULA MOTORIZADA PARA SUMINISTRO DEVAPOR DE LA TURBINA A CALENTADORES DE AGUA DE ALIMENTACION.**

*La lógica para operación de la válvula motorizada se muestra en los dibujos LOLA y LOIB, los cuales se describen a continuación.*

### *V.3.1a). DESCRIPCION DE LA LOGICA POR SER MATERIALIZADA CON EQUIPO Y DISPOSITIVOS ELECTROMECHANICOS ( L-OIA )*

*Apertura de la válvula.*

*Acción*

*- El operador gira el conmutador de control, hacia la derecha o hacia arriba para iniciar la apertura de la válvula.*

*Condiciones:*

- El interruptor de posición ( válvula cerrada ), debe estar cerrado.*
- El interruptor de par, debe estar también cerrado.*
- El interruptor termomagnético, debe estar en condición de no operado.*
- La acción de cierre de válvula no debe estar presente.*

*En el tiempo de recorrido de la válvula, las luces indicadoras verde y roja están encendidas, cuando sólo permanece encendida la luz roja, la válvula terminó su recorrido, indicando al operador liberar la manija del conmutador de control, retomando éste a la posición de neutro o central.*

### *Cierre de la válvula*

*Acción: (por el operador o protección, mediante el interruptor de muy alto nivel).*

*- El operador gira el conmutador de control hacia la izquierda o hacia abajo para iniciar el cierre de la válvula.*

*- Cuando exista la condición de muy alto nivel en el calentador de agua, de alimentación cerrará automáticamente la válvula.*

### *Condiciones:*

*- El interruptor de posición (válvula abierta), debe estar cerrado.*

*- El interruptor de par, debe estar también cerrado.*

*- El relevador de sobrecarga y el interruptor termomagnético, deben estar en condición de no operados.*

*- La acción de apertura sobre la válvula no debe estar presente.*

*- En el tiempo de recorrido de la válvula, las luces indicadoras verde y roja, están encendidas, cuando sólo permanece la luz verde encendida, indica que la válvula terminó su recorrido; a diferencia de la acción de apertura, se observa, que la señal para iniciar el cierre fue momentánea, esto es debido a que la señal del interruptor de nivel efectúa una acción de protección para cerrar la válvula, sellándose este circuito con la señal de amare, debe notarse que en los dos casos, apertura y cierre de la válvula, la protección para ésta está presente mediante el relevador de*

sobrecarga, el termomagnético y los contactos de par de dicha válvula, al operar cualquiera de éstos, esto quedará en estado, ya que se interrumpe el suministro de energía al motor. En este caso extremo, la válvula puede terminar de cerrar o abrir, por medio de un volante manual localizado en ésta.

### V.3.1b). DESCRIPCIÓN DE LA LÓGICA, POR SER MATERIALIZADA CON EQUIPO Y DISPOSITIVOS ELECTRÓNICOS Y ELECTROMECÁNICOS, VER DIBUJO (L-01B)

#### Acción:

1) El operador, oprime el botón de apertura de la válvula conjuntamente con un botón que es permisivo para accionar u operar todos los accionamientos finales, dicho botón tiene la función de evitar operaciones accidentales de los equipos, por ejemplo el operador podría pulsar algún accionamiento sin desearlo realmente, al efectuar la pulsación conscientemente, se ve obligado a oprimir dos botones al mismo tiempo, la pulsación de ambos botones genera un pulso momentáneo, el cual entra en la memoria (FLIP-FLOP) que se encuentra en la tarjeta electrónica de interfase con con la válvula motorizada. La memoria es reajustada hasta que aparece una orden contraria (cierre).

Dicha tarjeta electrónica, cumple las siguientes funciones.

- Interrelación de señales

- *Monitoreo de posición*
- *Amplificación de señales.*

*Dichas funciones, serán más claras al observar el diagrama de alambrado.*

*La salida de la memoria, opera un amplificador para manejar un relevador de interfase con bobina de tensión en 24 Volts de CD y cuyos contactos maneja el rango de 120 VCA, 1 amper, para accionar la bobina del contactor (42). La memoria es reajustada hasta que aparece la orden contraria (cierre).*

*Los contactos de retroaviso de la válvula, son alambrados directamente a la tarjeta de interfase con el accionamiento, cumpliendo las mismas funciones que los contactos mostrados en el diagrama lógico, por ser materializado con el equipo electromecánico.*

## *2) Cierre de la válvula*

*Acción:*

- *(Por el operador o mediante el interruptor de muy alto nivel).*
- *El operador oprime el botón de cierre de la válvula conjuntamente con el botón permisivo para los accionamientos.*

### **Protección:**

- Cuando exista muy alto nivel cerrará automáticamente la válvula motorizada.
- La pulsación del botón de cierre o la condición de muy alto nivel, generarán también, un pulso momentáneo que se almacenará en una memoria dedicada a la acción de cierre y la cual se encuentra también en la tarjeta electrónica de interfase con la válvula motorizada, al igual que en el caso de apertura, la salida de la memoria operará un amplificador para manejar un relevador de interfase igualmente con 24 Volts en su bobina, el diagrama de alambrado, muestra con claridad el equipo mencionado en esta descripción de funcionamiento de los diagramas lógicos.

### **V.3.2 DIAGRAMAS LOGICOS DE LA VALVULA DE NO RETORNO OPERADA POR AIRE PARA EL SUMINISTRO DE VAPOR DE LA TURBINA A LOS CALENTADORES DE AGUA DE ALIMENTACION.**

*La lógica para operación de la válvula solenoide que acciona sobre el actuador de pistón de la válvula de no retorno, se muestra en los dibujos L-02A y L-02B, los cuales se describen a continuación.*

**V.3.2a) DESCRIPCION DE LA LOGICA POR SER MATERIALIZADO CON EQUIPO Y DISPOSITIVOS ELECTROMECHANICOS, HIDRAULICOS Y NEUMATICOS. (L-02).**

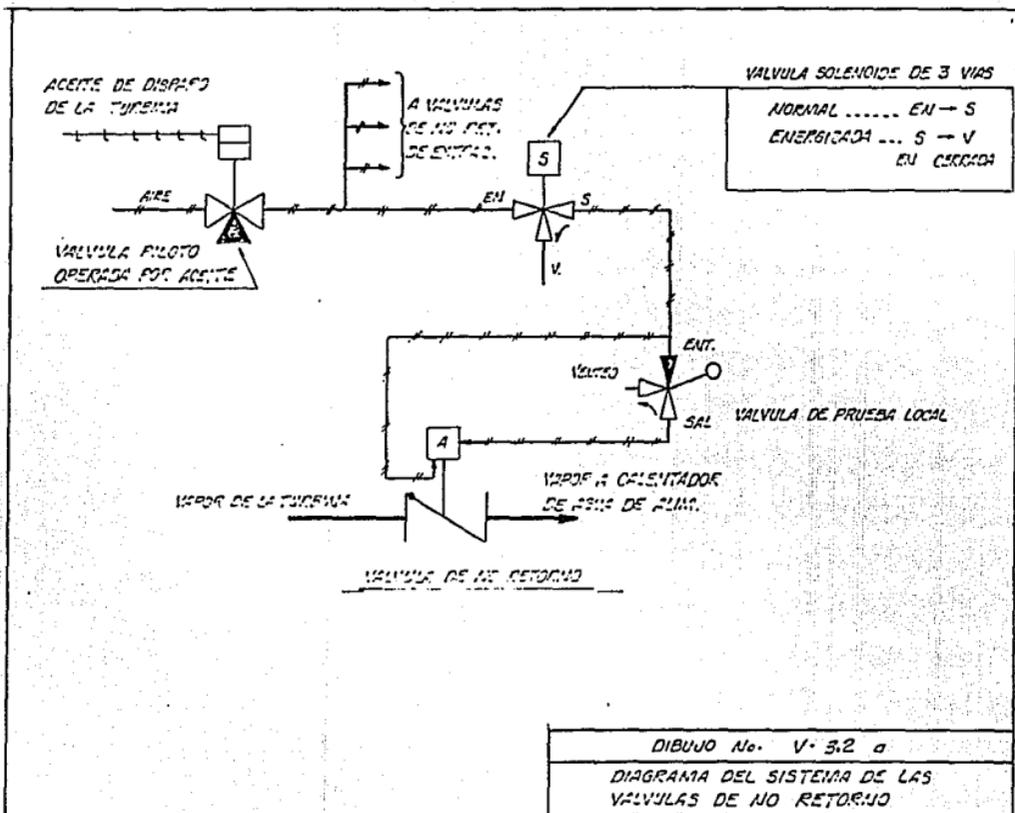
**Apertura de la Válvula**

- El operador no efectúa ninguna acción para abrir la válvula, ésta permanecerá abierta si las condiciones listados a continuación no están presentes.
- Carga de la unidad menor del 20% del total de ésta.
- Las válvulas interceptoras (ambas) no están cerradas.
- No exista alto nivel en el calentador de agua de alimentación.
- Un interruptor límite de la válvula nos indica el estado de ésta.

**Cierre de la válvula**

**Acciones por el operador:**

- El operador gira el conmutador de control localizado en el cuarto de control, hacia arriba o hacia la derecha energizando la válvula solenoide, la cual a su vez cerrará por medio de aire, la válvula de no retorno.
- Localmente, se cierra la válvula por medio de una válvula manual (ver dibujo No. V.3.2.a).



- Al ocurrir un disparo de la turbina, una válvula piloto operada por aceite permite el flujo de aire para cerrar la válvula de no retorno (ver dibujo No.V.3.2.a).

- Cuando la carga de la unidad es menor del 20% del total de ésta.

- Si existe la condición de muy alto nivel en el calentador.

- Cuando las válvulas interceptoras de vapor recalentado caliente (ambas) estén cerradas.

Se puede observar que las acciones o señales descritas anteriormente, tienen una acción para cierre de la válvula, sólo cuando éstas, están presentes al desaparecer cualquiera de las acciones o señales a la lógica la válvula retornará a la condición de apertura.

### V.3.2.b) DESCRIPCIÓN DE LA LÓGICA POR SER MATERIALIZADO CON EQUIPOS Y DISPOSITIVOS ELECTRONICOS, ELECTROMECHANICOS, HIDRAULICOS Y NEUMATICOS (L-02B).

#### Cierre de la válvula

#### Acción:

El operador oprime el botón para cierre de la válvula conjuntamente con un botón que es permisivo para accionar u operar todos los elementos finales; el botón permisivo como ya se mencionó, tienen la función de evitar operaciones accidentales de los equipos, la pulsación de ambos botones genera un escalón de 24 V., y el cual desaparece al dejar de oprimir los botones el

*operador, este escalón entra a una tarjeta electrónica de interfase con la válvula solenoide; dicha tarjeta cumple las siguientes funciones.*

- *Interrelación de señales.*
- *Monitoreo de posición (edo. de válvula abierta, cerrada).*
- *Amplificación de señales.*

*Como se observará en el diagrama de alambrado, se requiere un amplificador (el cual es, a prueba de corto circuito), para manejar un relevador de interfase con bobina de 24V.; y cuyos contactos manejan el rango de 125 V. C.D., 1 Amp. de la solenoide que acciona la válvula de no retorno.*

*Condiciones del proceso para cierre por protección*

- *La carga de la unidad es menor del 20% del total de ésta.*
- *Las dos válvulas interceptoras de vapor recalentado caliente están cerradas.*
- *Existe muy alto nivel en el calentador.*
- *Disparo de Turbina.*

*El aceite de protección de la turbina decrece su presión operando una válvula piloto, la cual cerrará todas las válvulas de no retorno de las extracciones, (ver dibujo No. V.3.2.a).*

### V.3.3 DIAGRAMAS LOGICOS DE LAS VALVULAS DE DRENAJE DE LAS EXTRACCIONES.

*La lógica para operación de la válvula solenoide que acciona sobre el actuador de diafragma de las válvulas de Drenaje, se muestra en los dibujos L-03A y L-03B, los cuales se describen a continuación.*

#### V.3.3a) DESCRIPCION DE LA LOGICA POR SER MATERIALIZADA CON EQUIPO Y DISPOSITIVOS ELECTROMECANICOS. (VER DIBUJO No. I-03).

##### *Apertura de la válvula*

*Tal como recomienda la norma ASME TDP, en los arranques de la unidad, las válvulas de drenaje deberán estar en condición de apertura, lo cual se logra mediante las señales; carga 20%, válvula de corte de la extracción cerrada, si el operador acciona el conmutador para efectuar la acción de cierre se puede observar que un instante después de haberlo hecho, la válvula regresa a la condición de apertura. En operación normal, la válvula deberá abrir también al presentarse la condición de alto nivel se hace la observación de lo anterior, ya que, el vapor extraído a la turbina (para calentar el agua que va a la caldera), se suministra hasta que la unidad rebaza el 20% de carga, del total de éste; del 0 al 20% no se presenta la condición de alto nivel.*

### *Cierre de la válvula*

- Al desaparecer o no existir, ninguna de las condiciones que llevan la válvula a apertura, el operador gira el conmutador de control hacia abajo o a la izquierda para cerrar la válvula, como se observará en el diagrama de alambrado, la válvula, solenoide estará energizada continuamente, permitiendo que el aire mantenga la válvula de control cerrada.

- En la consola de control, existen luces de señalización del estado de la válvula (abierta, cerrada), por medio de interruptores de posición localizados en ésta y los cuales son alambrados a las mencionadas luces.

La descripción de la lógica (dibujo No. L-03B), por ser materializada con Equipo y Dispositivos Electrónicos y Electromecánicos, desde el punto de vista conceptual es similar a la lógica (dibujo L-02B), que corresponde a la válvula de no retorno descrita en el punto V.3.2.B.

#### **V.4. MATERIALIZACION DE LA LOGICA DE CONTROL.**

*Esta consiste en el uso de elementos (Dispositivos Electromecánicos y/o Tarjetas Electrónicas con Circuitos Integrados) que permiten llevar a cabo las funciones lógicas descritas en el punto anterior (V.3).*

##### **V.4.1 MATERIALIZACION CON EQUIPO Y DISPOSITIVOS ELECTROMECHANICOS (VALVULA DE CORTE MOTORIZADA).**

*El diagrama elemental No. E-01, está basado en el diagrama lógico L-01A; la descripción del funcionamiento de este diagrama elemental desde el punto de vista de acciones efectuadas por el operador y condiciones permisivas, o de protección, corresponde exactamente a la descrita en dicho diagrama lógico y los componentes se describen en el subinciso V.1.5, de este capítulo.*

##### **V.4.2 MATERIALIZACION DE LA LOGICA DE CONTROL CON EQUIPO Y DISPOSITIVOS ELECTRONICOS Y ELECTROMECHANICOS (VALVULA MOTORIZADA)**

*El diagrama elemental será dividido en dos partes:*

*1.- La parte correspondiente al circuito de fuerza y tensión de control en 120 V. C.A., dibujo No. E-01A.*

2.- La parte correspondiente al desarrollo del diagrama lógico, mostrado en el dibujo No. E-01B, y el cual está basado en el diagrama lógico L-01B, con la lógica desglosada a través de Tarjetas Electrónicas y accionamientos con voltaje de 24 V. C.D.

Se observa en el diagrama de alambrado de la lógica materializada con componentes electrónicos dibujo No. E-01B, la estructura jerárquica de las funciones de control con lo cual es diseñada la tarjeta de interfase con la válvula motorizada y que son:

- Entrada para comandos manuales.
- Entradas para comandos automáticos.
- Entradas de comandos desde los entrelaces de protección.
- Entradas de comandos habilitadores (señales permisivas), para abrir o cerrar.
- Salidas para comandos a los tableros de fuerza (CCM'S).
- Salidas para indicación en las consolas de control central.
- Salidas de alarma por falla en el suministro de energía.

Para el diseño de esta tarjeta, cuando no existen señales permisivas para operación, debe suministrarse un voltaje constante (1 lógico), para poder llevar a cabo las funciones de abrir, cerrar. En el caso de no existir automatismos, como en nuestro caso, las entradas a la tarjeta no son empleadas, lo anterior, ocasiona una subutilización de dicha tarjeta y no solo ésta, sino una

*gran cantidad de las utilizadas en la planta, ya que, cada elemento final (motor, solenoide válvula motorizada), requiere una tarjeta de interfase con éste.*

#### **V.4.3 MATERIALIZACION DE LA LOGICA DE CONTROL CON EQUIPO Y DISPOSITIVOS ELECTROMECHANICOS (VALVULA DE NO RETORNO).**

*El diagrama elemental No. E-02, está basado en el diagrama lógico No. L-02A, la descripción del funcionamiento de este diagrama desde el punto de vista de acciones efectuadas por el operador desde el cuarto de control y a las condiciones de protección para el cierre de la válvula, corresponden a las descritas en dicho diagrama lógico. Para la operación local y la de disparo de la unidad, referirse al dibujo (V.3.2a). Lo anterior es necesario, ya que en el diagrama elemental, no se indican dichas condiciones.*

#### **V.4.4 MATERIALIZACION DE LA LOGICA DE CONTROL CON EQUIPO Y DISPOSITIVOS ELECTROMECHANICOS, ELECTRONICOS, HIDRAULICOS Y NEUMATICOS (VALVULA DE NO RETORNO).**

*El diagrama elemental será dividido en dos partes:*

- 1.- La parte correspondiente al circuito de fuerza en 125V. C.D. (dibujo E-02A).*
- 2.- El desarrollo del diagrama de alambrado E-02B, con la lógica desglosada a través, de tarjetas electrónicas y accionamientos en voltaje de 24V. C.D.*

*Se observa en el diagrama de alambrado de la lógica materializada con componentes electrónicos (dibujo No. E-02A), la estructura jerárquica de las funciones de control en base a la cual es diseñada la tarjeta de interfase, con la válvula solenoide y que son:*

- Entradas de comandos manuales y/o, automáticos.*
- Entradas de comandos para señales de protección.*
- Entradas de comandos habilitadores (señales permisivas), para abrir o cerrar, los cuales a diferencia de los indicados en la tarjeta de interfase con válvula motorizada, pueden ser señales de proceso o el botón pulsador (permisivo), localizado en el cuarto de control para habilitar al operador (oprimir dos botones conjuntamente), para abrir o cerrar la válvula.*
- Salida de comandos a los tableros de fuerza, 125 V. C.D., (a través, de los reveladores de interfase).*
- Salidas para indicación del estado de la válvula en la consola de control central.*
- Salida para alarma, cuando falla el suministro de energía.*

*Se aprecia nuevamente que el diseño de la tarjeta obliga a una subutilización de ésta, pues su estructura jerárquica es nuevamente no utilizada.*

**V.4.5 MATERIALIZACION DE LA LOGICA DE CONTROL DE LAS VALVULAS DE DRENAJE DE LAS EXTRACCIONES CON EQUIPO Y DISPOSITIVOS ELECTROMECANICOS.**

*El diagrama de alambrado No. E-03, está basado en el diagrama lógico L-03-A. El funcionamiento de este diagrama, corresponde a la descripción dado en el punto V.3.3., del correspondiente diagrama lógico.*

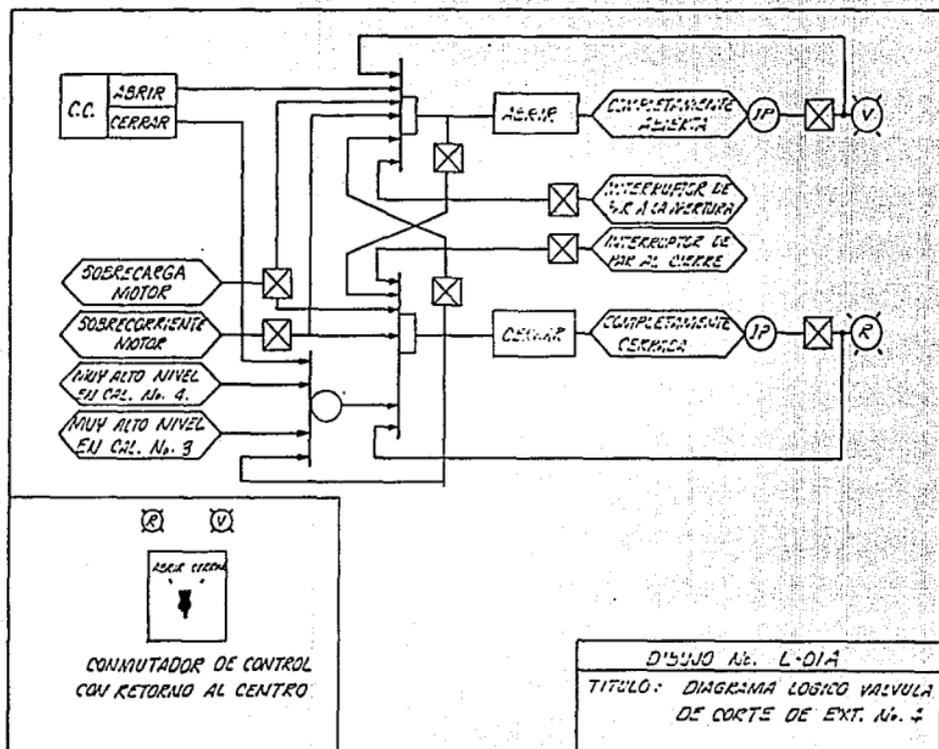
**V.4.6 MATERIALIZACION DE LA LOGICA DE CONTROL DE LAS VALVULAS DE DRENAJE DE LAS EXTRACCIONES CON EQUIPO Y DISPOSITIVOS Y ELECTRO MECANICOS.**

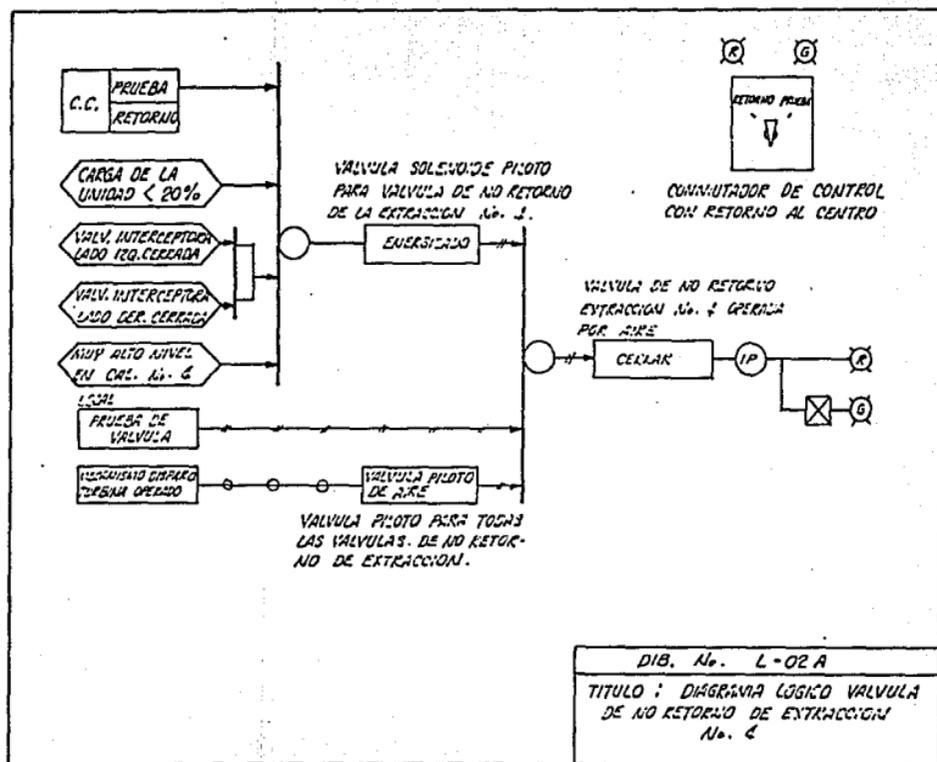
*La materialización de la lógica tiene que hacer uso de dos circuitos.*

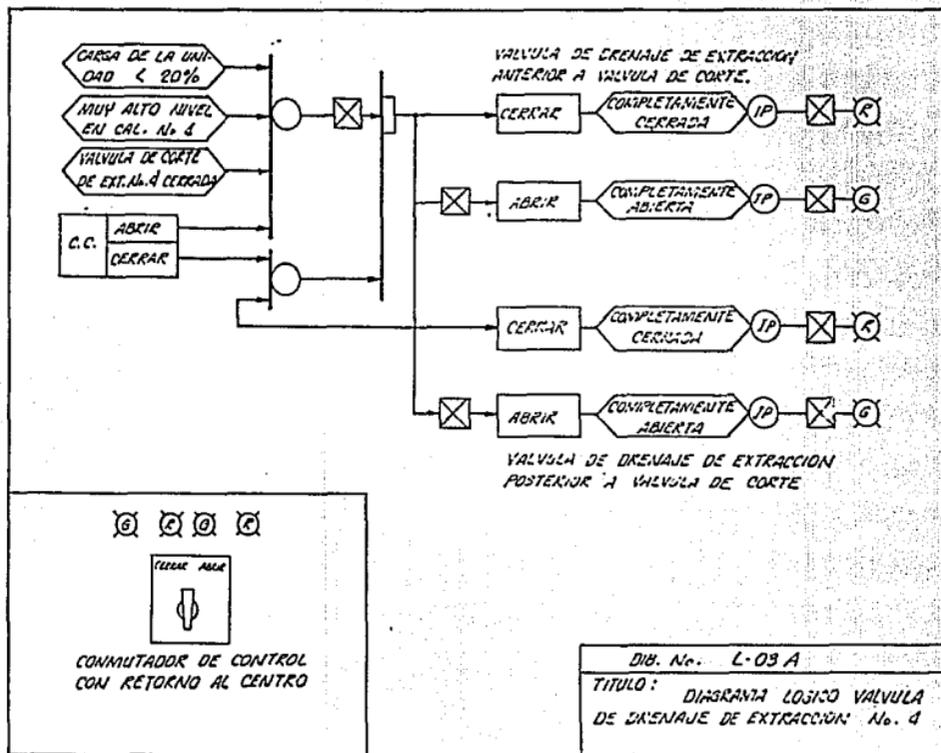
*1). El diagrama o circuito de suministro de fuerza para operar directamente las solenoides en 125 V. C.D.*

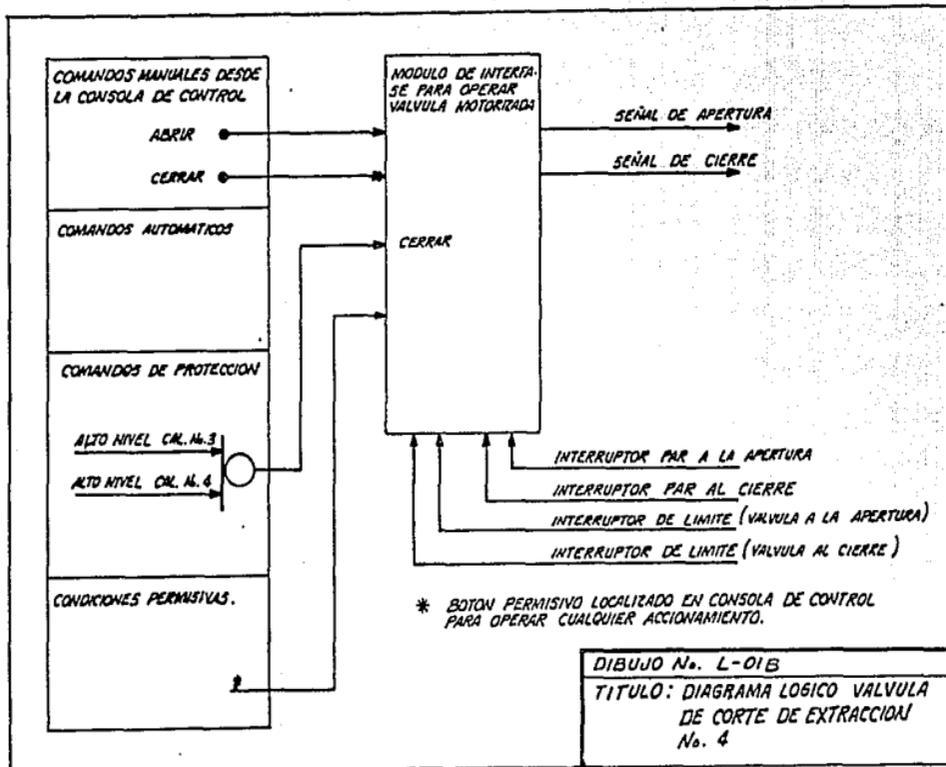
*2). El diagrama de control haciendo uso de tarjetas electrónicas y accionamientos en baja tensión 24V. C.D., con relevadores de interfase, accionados igualmente con 24 V. C.D. y cuyos contactos auxiliares operan la válvula en 125 V. C.D.*

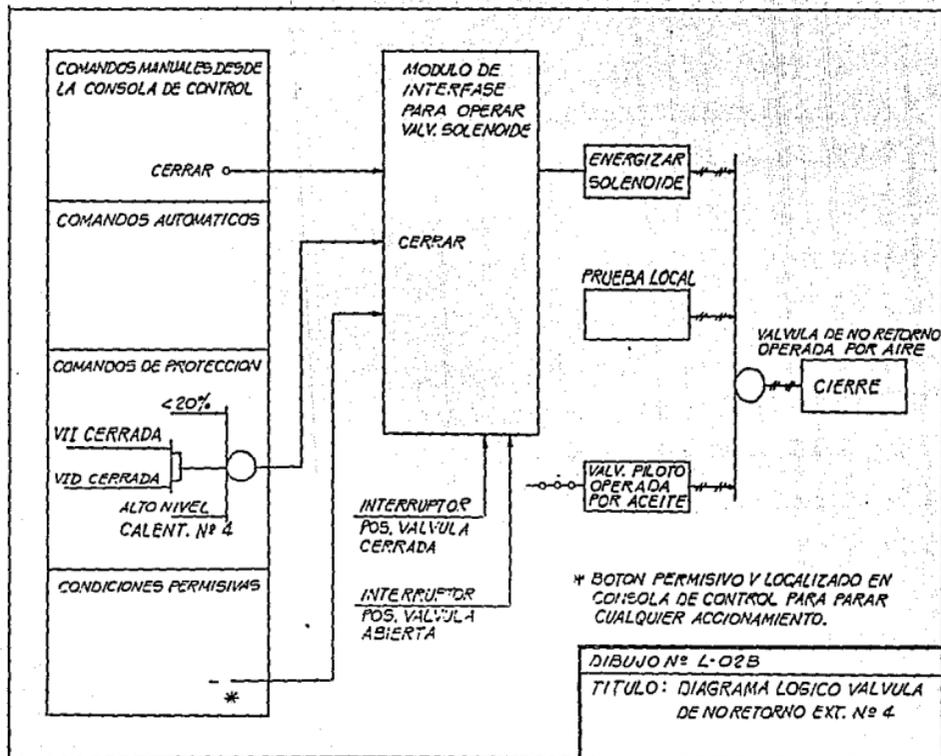
*El diagrama de bloques No. (V.4.6), resume las explicaciones previamente dadas en la descripción de funcionamiento de los diagramas lógicos L-01B y L-02B y los diagramas de alambrado E-01B y E-02B.*

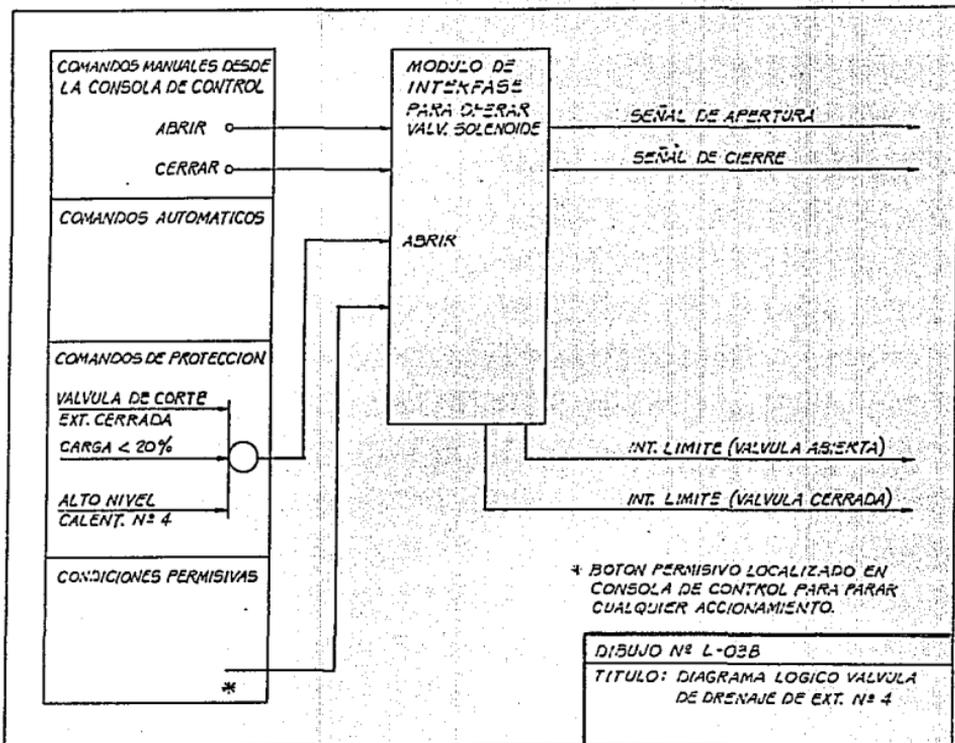


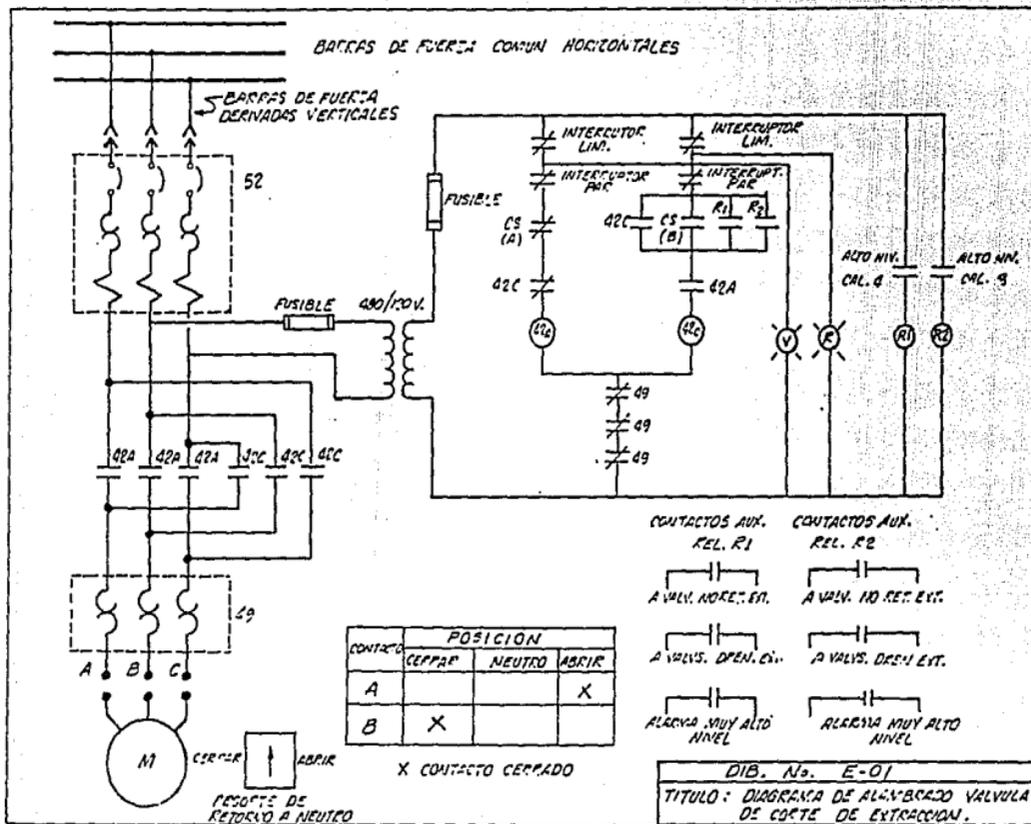


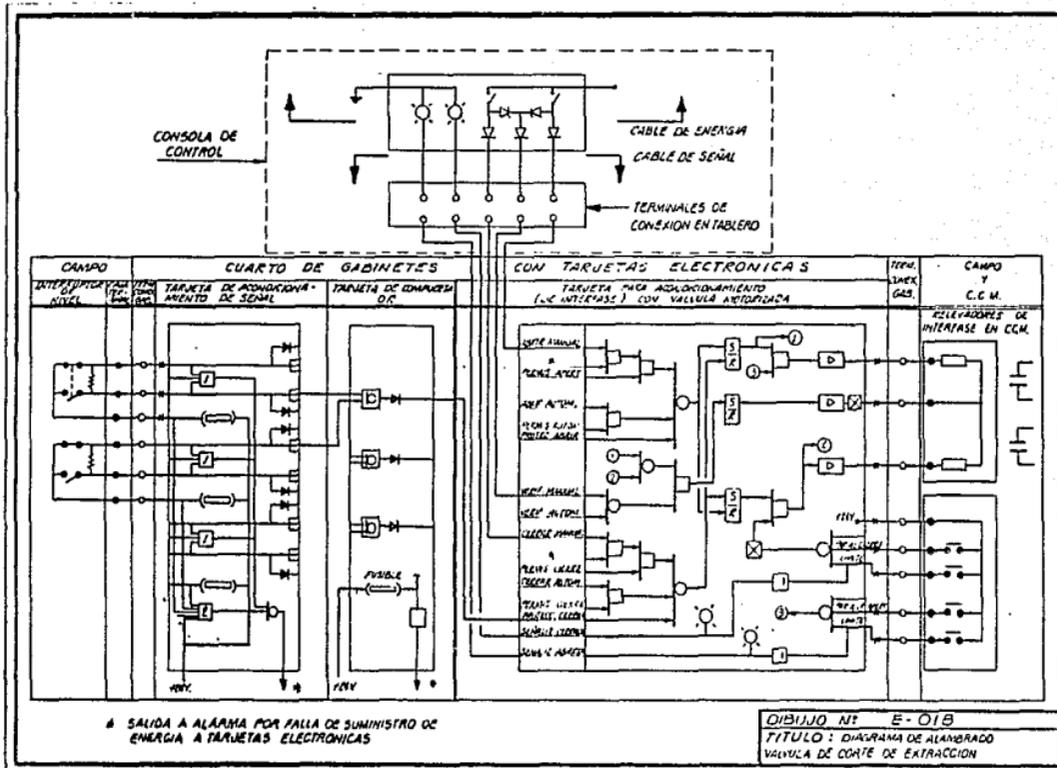


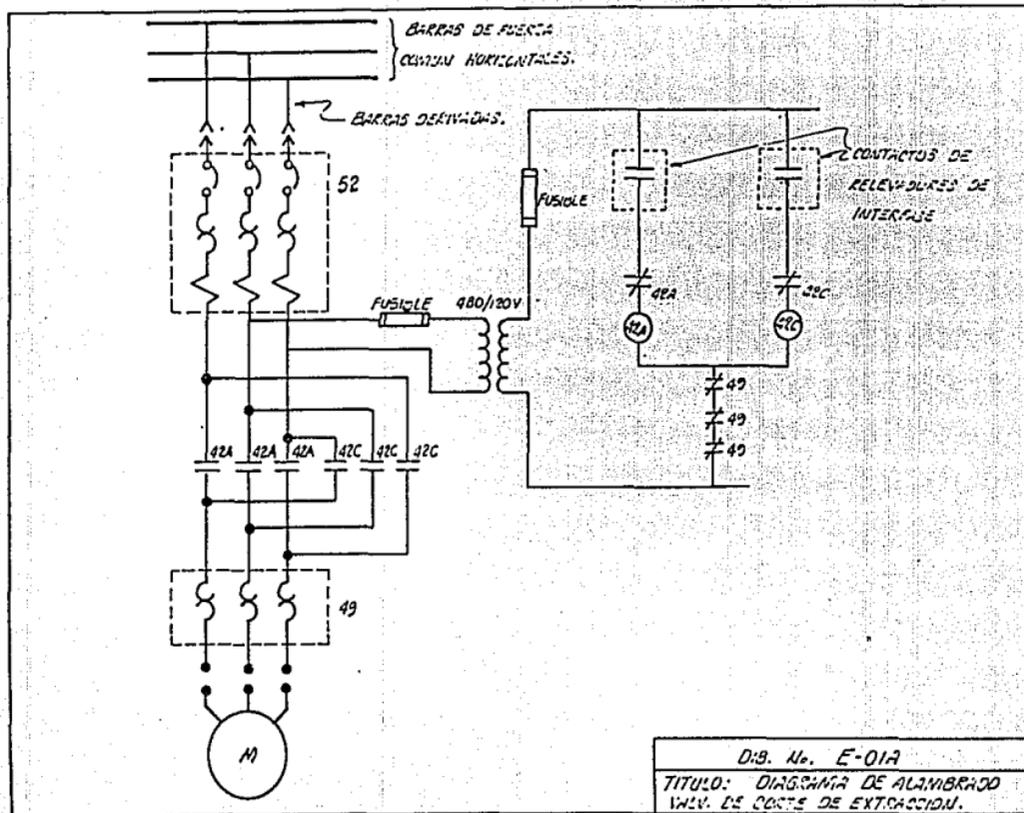


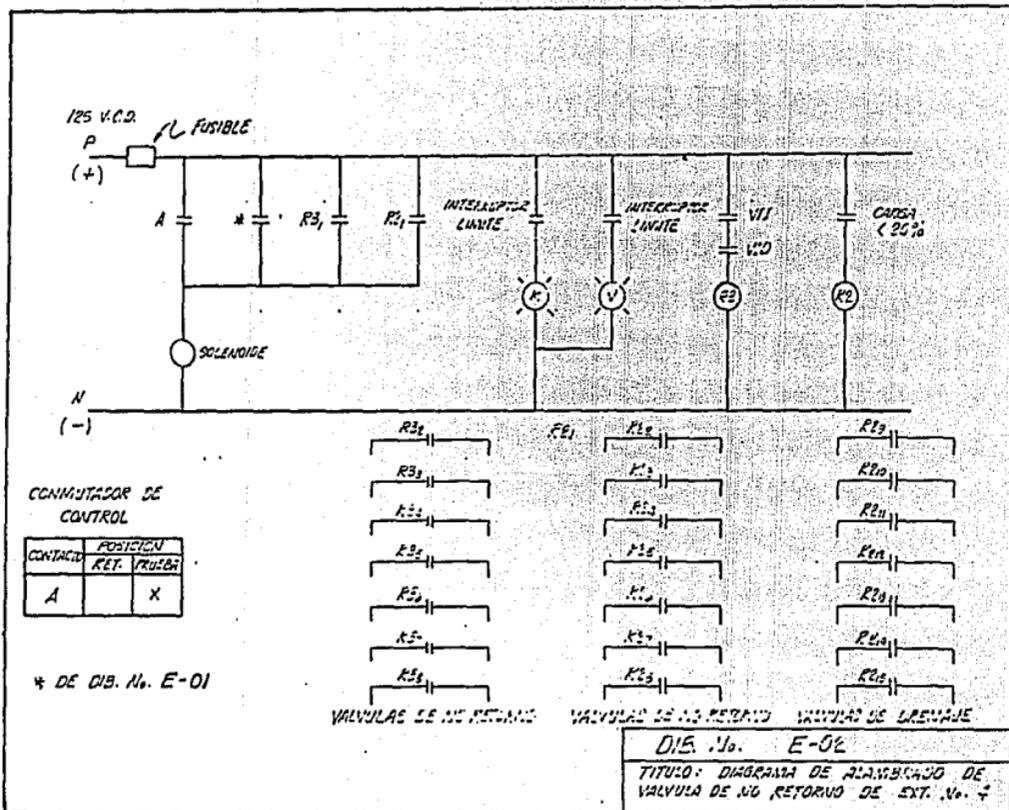


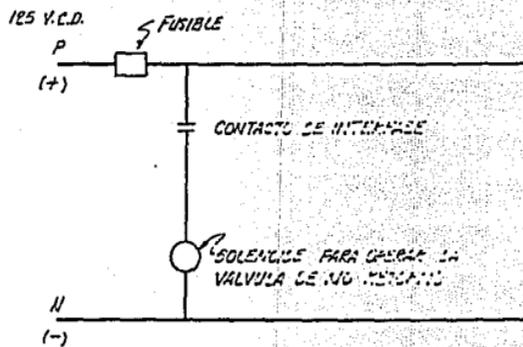








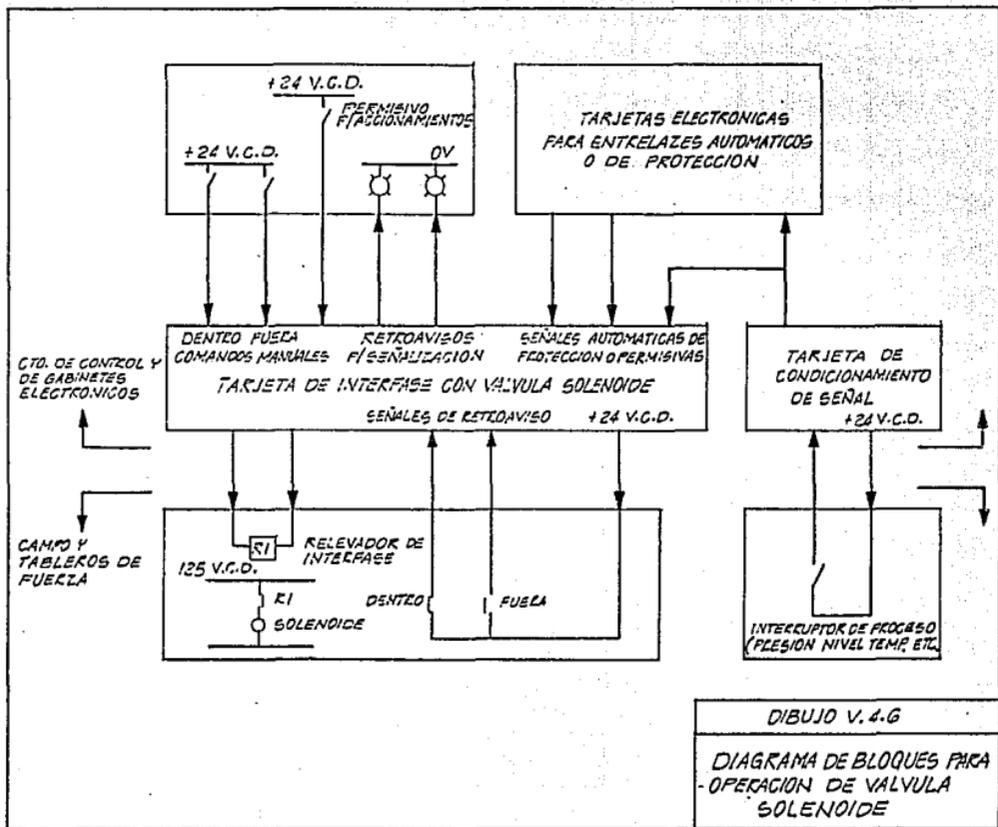




DIB. No. E-02A

TITULO: DIAGRAMA DE ALAMBRAJO DE VALVULA DE AD RETORNO DE EXT. No. 4





DIBUJO V. 4.6

DIAGRAMA DE BLOQUES PARA  
- OPEACION DE VALVULA  
SOLENOIDE

## CONCLUSIONES

Analizando los capítulos II, III y IV de éste trabajo podemos plantear como recomendación, el uso de dispositivos electromecánicos para efectuar el control de los equipos implicados en el sistema de extracciones, drenajes y venteos y dado que en la Planta Termoeléctrica la gran mayoría de los sistemas auxiliares tienen un bajo grado de complejidad ( ver fig. 1.1 del capítulo I) dicha recomendación puede hacerse extensiva a los mencionados sistemas. Al cotejar los dibujos L-01A contra L-01B y E-01 contra E-01A y E=01B confirma la recomendación previamente dada; ya que la adición de equipo para llevar a cabo las funciones de apertura o cierre de la válvula motorizada, en el caso de utilizar dispositivos de estado sólido con lleva necesidades y requerimientos confiables de ambiente y energía para las tarjetas electrónicas y los cuales no son requeridos cuando el control es llevado a cabo con equipo y dispositivos electromecánicos.

Por otro lado; tal como se planteo en la introducción de éste trabajo pretendemos que éste sirva de pauta para un estudio crítico de los requerimientos y necesidades de los sistemas de control en Plantas Termoeléctricas ya que dichos sistemas tienen en la actualidad una difusión amplia como Ingeniería de la llamada básica en Proyectos de Plantas Termoeléctricas y esperamos que éste trabajo motive a Ingenieros de Proyecto para desmistificar el sentido y uso de la palabra Tecnología.

## BIBLIOGRAFIA

<i>Termodinámica.</i>	<i>Virgil Moring Faires</i>	<i>UTHEA</i>
<i>Ingeniería de Proyecto para Plantas de Proceso.</i>	<i>Rase y Barrow</i>	<i>CECSA</i>
<i>Tratado de Electricidad Tomo I C.D.</i>	<i>CH. L. Dawes</i>	<i>G.G.</i>
<i>Tratado de Electricidad Tomo II C.A.</i>	<i>CH. L. Dawes</i>	<i>G.G.</i>
<i>Equipos Electricos Modernos.</i>	<i>Jesús Garduño</i>	<i>CECSA</i>
<i>Sistemas Digitales Principios y Aplicaciones.</i>	<i>Ronald J. Tocci</i>	<i>PRENTICE HALL</i>
<i>Circuitos Integrados.</i>	<i>Robert G. Hibberd</i>	<i>MARCOMBO</i>
<i>Process Instruments and Control Handbook.</i>	<i>D. M. Considine</i>	<i>MC. GRAW HILL</i>