



**UNIVERSIDAD AUTONOMA DE GUADALAJARA**

**ESCUELA DE INGENIERIA**

*292 Egan*

**“Diseño de un Sistema de Control para  
la Ventilación del Sistema del Trans-  
porte Colectivo”**

TESIS CON  
FALLA LE ORIGEN

**T E S I S**

Que para obtener el título de:

**INGENIERO MECANICO  
ELECTRICISTA**

**CON ESPECIALIZACION EN  
EL AREA ELECTRICA  
Y ELECTRONICA**

**P R E S E N T A:**

**JESUS ENRIQUE OLVERA SERRALDE**

**GUADALAJARA JAL.**

**1988**



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

INTRODUCCION.....	1
Generalidades.....	1
Objetivo del Trabajo.....	1
Descripcion del los Circuitos Integrados...	3
Descripcion del las Familias Logicas.....	4
La Familia RTL.....	5
La Familia DTL.....	7
La Familia ECL.....	8
La Familia TTL.....	10
La Familia MOS.....	13
Sistemas Analogicos y Digitales.....	18
Sistemas Analogicos.....	18
Sistemas Digitales.....	19
CAPITULO I	
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA Y SU SOLUCION DESDE EL	
PUNTO DE VISTA DE VENTILACION.....	21
1.1 Definición y Objetivo de los Sistemas	
de Ventilacion.....	21
1.1.1. Definición de Ventilacion.....	21
1.1.2 Objetivos.....	21
1.2 Condiciones Climatologicas.....	23
1.2.1 Condiciones Climatologicas de la	
Cd. de Mexico.....	23
1.2.2 Condiciones Climatologicas y amb-	
bientales de Trabajo.....	24

1.3 La Aplicacion de los Sistemas de Ventilacion en las Lineas del STC,Metro,de la Cd. de Mexico.....	25
1.4 El Problema del Control Ambiental dentro de las Instalaciones del STC,Metro.	26
1.4.1 Fuentes de Calor.....	26
1.4.2 Procedimientos Constructivos de las lineas del STC,Metro.....	28
1.4.3 Alternativas de solucion desde el Punto de Vista de Ventilacion para cada Tipo de Procedimiento Constructivo.....	34
1.5 Soluciones por Medio de la Ventilacion Mecanica.....	41
1.5.1 Descripcion de la Solucion por Medio de la Ventilacion Mecanica...	41

## CAPITULO II

ESPECIFICACIONES FUNCIONALES DE LOS EQUIPOS DE VENTILACION.....	43
2.1 Localizacion de los Equipos de Ventilacion.....	43
2.2.Descripcion Operativa de los Equipos...	44
2.3 Alimentacion Electrica.....	47
2.4 Criterios Operativos con que debera Cumplir el Sistema de Ventilacion Mayor...	48

2.4.1 Se debera de Preveer dos formas de Controlar los Sistemas de Ventila- cion.....	48
2.4.2 Mando Local.....	50
2.4.3 Mando Remoto.....	50
2.4.4 Cualquier Orden se hara en Forma Simultanea o en Paralelo.....	51
2.4.5 Se mantendra la ultima Orden Dada, en caso de un Incidente.....	51
2.4.6 Las Compuertas de Bloqueo de Aire.	51
2.4.7 El Cierre de las Compuertas.....	52
2.4.8 Ventilador 1 y 2 (Operando,Parado)	52
 CAPITULO III	
DESCRIPCION DEL SISTEMA DE MANDO Y CONTROL DE LOS	
EQUIPOS DE VENTILACION.....	53
3.1 Diagrama general de Bloques.....	53
3.2 Diagrama de Flujo.....	85
 CAPITULO IV	
DISEÑO Y CALCULO DEL SISTEMA DIGITAL PARA EL MANDO	
Y CONTROL DE LOS EQUIPOS DE VENTILACION.....	87
4.1 Descripcion del Diseño y Calculo del Cir- cuito Electronico a travez de un Diagra- ma de Bloques.....	87
 CONCLUSIONES.....	
	139
 BIBLIOGRAFIA.....	
	141

## INTRODUCCION

### GENERALIDADES

#### Objetivo del Trabajo

El presente trabajo tiene como finalidad el diseñar un Sistema de Control a base de dispositivos Electrónicos Digitales empleando tecnología CMOS, que cumpla con las condiciones técnicas, funcionales y operativas que marca el Sistema de Ventilación Mayor que se encuentra instalado en la línea 3 Sur-Sur del Metro de la Ciudad de México.

Las principales condiciones que debe reunir este sistema son:

- 1.- Que sea eficiente y reporte ventajas operativas y de mantenimiento.
- 2.- Que sea versátil en el manejo.
- 3.- Que los costos de proyecto, operación y mantenimiento representen una ventaja económica.

Estas condiciones deberán compararse con respecto a un sistema electromecánico, el cual se está volviendo anticuado comparado con los nuevos sistemas electrónicos, que sí dan estas ventajas.

Los últimos descubrimientos y avances tecnológicos en la electrónica, han hecho que los sistemas Digitales estén tomando ventajas sobre los demás sistemas, así como

la tecnología de los Circuitos Integrados y Familias Lógicas están dando un gran apoyo a estos sistemas, por su gran confiabilidad en su uso.

Todo ha hecho que la electrónica digital, junto con los Circuitos Integrados y Familias Lógicas hayan sido tomados en cuenta para este proyecto, haciendo que este diseño sea lo más actualizado posible. En los siguientes párrafos se hace una síntesis descriptiva de ellos.

## Descripción de los Circuitos Integrados

Escalas de Integración de los Circuitos Integrados ( C.I. ).

### Definición de C.I.

Se puede decir que Circuito Integrado es un circuito que se compone de elementos activos y pasivos fabricados en un solo chip semiconductor y montado en un paquete individual.

Por lo que también se puede definir que Escala de Integración es el grado de complejidad de los Circuitos Integrados.

Actualmente en el Sistema Electrónico Digital se utilizan los Circuitos Integrados ( C.I. ), porque aumenta la confiabilidad y se reducen tamaño y peso.

La tecnología de los C.I. ha avanzado y extendido, y en la actualidad se manejan varias escalas de integración, las cuales tienen su uso y aplicación, y se han dividido en 3 grupos:

- 1.- Integración a pequeña Escala (SSI), que consta de un número no mayor de 13 compuertas lógicas equivalentes por pastilla ( Chip ).
- 2.- Integración a mediana Escala (MSI), que varía en un rango de 13 a 99 compuertas lógicas equivalentes por pastilla ( Chip ).
- 3.- Integración a gran Escala (LSI), que comprende un rango mayor de 100 compuertas lógicas equivalentes por pastilla ( Chip ).



### Descripción de las Familias Lógicas

Una Familia Lógica representa un método general de construcción de circuitos lógicos de estado sólido; la esencia de la noción de familia lógica, es que describe que clase de componentes son utilizados para construir los circuitos y como estos componentes se interconectan y funcionan.

La gran mayoría de estas familias lógicas se han clasificado en 5 categorías básicas:

- La Familia RTL ( Lógica Resistencia-Transistor )
- La Familia DTL ( Lógica Diodo-Transistor )
- La Familia ECL ( Lógica Acoplada por Emisor )
- La Familia TTL ( Lógica Transistor-Transistor )
- La Familia CMOS ( Metal Oxido-Semiconductor Complementario ).

Por el gran auge y crecimiento que han logrado los CI, es conveniente familiarizarse con las características de las Familias Lógicas de los CI, para su mejor aprovechamiento y uso.

LA FAMILIA RTL ( Lógica Resistencia-Transistor )  
 La Familia RTL ( Resistor-Transistor-Logic ), es  
 la Familia Lógica más fácil de entender, como su nombre -  
 lo indica, resistencias y transistores son los componen--  
 tes utilizados para construir los circuitos.

Siendo más específicos, la "R" significa que la -  
 entrada del circuito está conectada a una resistencia, y  
 la "T" que la salida del circuito se toma de un transis--  
 tor. En la fig. 1 se muestra el diagrama de una compuerta  
 NOR RTL básica de 3 entradas.

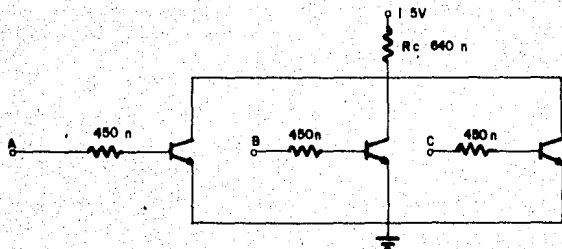


Fig. 1

La Familia RTL está clasificada como de emisión de corrien-  
 te. Una familia de emisión de corriente tiene como carac-  
 terística que la corriente en sentido convencional fluye  
 hacia fuera de la compuerta manejadora y hacia dentro de  
 la compuerta manejada ( La Carga ), ver fig. 2.

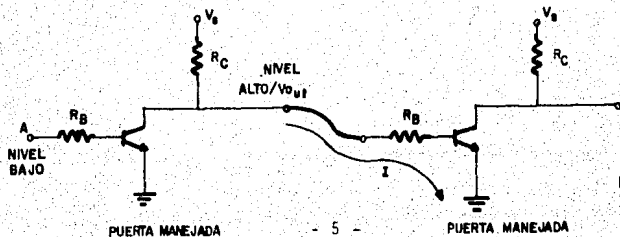


Fig. 2

Características de la Familia RTL.- El fan-out.

(El fan-out) de una puerta RTL está generalmente en el rango de 4 a 10.

El fan-out de una puerta lógica es el número de puertas lógicas de la misma clase que se puedan conectar a la salida, es decir, el fan-out es el número de puertas que una salida puede manejar.

La puerta RTL interpreta una entrada al aire como nivel bajo. Esto es obvio, dado que una entrada al - - aire, no puede entregar corriente al transistor asociado, y esto sucede cuando la entrada es nivel bajo.

La familia RTL tiene una velocidad de operación mediana, lo cual no es generalmente de suma importancia - en aplicaciones industriales. Tiene un tiempo de propagación típico del orden de 12 nseg., pero puede variar dependiendo del fabricante.

Los circuitos RTL son sencillos, fáciles de visualizar y de entender, además tienen una mediana inmunidad al ruido eléctrico.

La disipación típica de potencia es de 12 mV/compuerta. El retardo promedio de compuerta es típicamente - de 20 nsegs.

Los niveles lógicos son casi siempre 0V. (0 lógico) y + 3.6 Volts (1 Lógico).

## LA FAMILIA DTL ( Lógica Diodo-Transistor )

La Familia DTL ( Diode-Transistor Logic), tiene sus entradas conectadas a diodos, y la salida se toma de un transistor. En la Fig.3 se muestra un diagrama de una puerta básica NAND DTL.

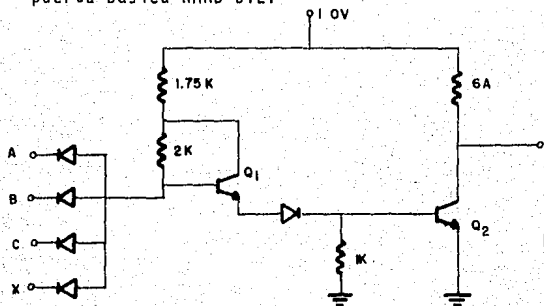


Fig. 3

El fan-out de las puertas DTL es generalmente de 8 ó más.

El transistor adicional Q2 que se observa en la Fig.3 proporciona una ganancia extra y una velocidad mayor de conmutación.

Los niveles de voltaje, para los niveles lógicos de esta familia son de 0 y 5 Volts.

El número de entradas o fan-in puede ser entre un rango de 2 a 10, y un fan-out o salida entre 8 y 10.

El retardo promedio de compuertas ( $t_{pd}$ ), es típicamente de 30 nseg., y la disipación típica de potencia es de 10 mW/compuerta.

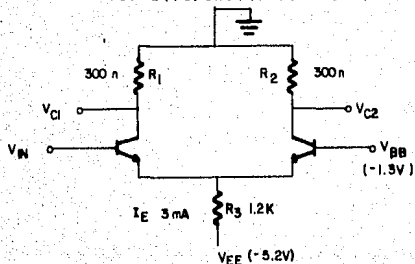
Las compuertas DTL interpretan una entrada al aire como nivel alto, porque una entrada al aire no permite que fluya corriente hacia fuera de la terminal de entrada, etc.

## LA FAMILIA ECL ( Lógica Acoplada por Emisor )

Otra familia l3gica bipolar que se ha desarrollado de tal forma, que previene la saturaci3n de transistores aumentando por consiguiente la velocidad total de conmutaci3n, es la Familia L3gica Acoplada por Emisor ECL, y opera basada en el principio de conmutaci3n de corriente, por el cual una corriente fija de polarizaci3n menor que  $I_c$  (saturaci3n) es conmutada del colector de un transistor a otro.

### Circuito B3sico ECL

El circuito b3sico para l3gica acoplada por emisor, es esencialmente la configuraci3n de un amplificador diferencial como se ve en la Fig.4 .



$V_{IN}$	SALIDAS	
-1.7V (L3gico)	$V_{C1} = 0V$	$Q_2$ CONDUCE
	$V_{C2} = -0.8V$	
-0.8V (L3gico)	$V_{C1} = -0.9V$	$Q_1$ CONDUCE
	$V_{C2} = 0V$	

Fig. 4

### Características de la Familia ECL.

- Los transistores nunca se saturan, de tal modo que la velocidad de conmutaci3n es muy alta y el tiempo t3pico de retardo en propagaci3n es de 2 ns., lo cual hace a ECL un poco m3s r3pido que la serie Schottky TTL (serie 74S00) (ver la Familia TTL), a3n cuando la serie 74S00 es casi tan r3pida como la ECL, requiere un proceso de fabricaci3n algo m3s complejo, as3 que es un poco m3s costosa.

- 2.- Los niveles lógicos son nominalmente de  $-0.8\text{ V}$  y  $-1.70\text{ V}$ , para el lógico 1 y lógico 0, respectivamente.
- 3.- Los márgenes de ruido para ECL en el peor de los casos son aproximadamente de  $250\text{ mV}$ . Estos márgenes de ruido hacen de la serie algo poco confiable para uso en ambiente industrial pesado.
- 4.- Un bloque lógico ECL produce generalmente su salida y su complemento, esto elimina la necesidad de inversores.
- 5.- Los fan-outs son típicamente alrededor de 25, debido a las salidas de baja impedancia de los seguidores de emisor.
- 6.- Disipaciones típicas de potencias para una compuerta básica son de  $25\text{ mW}$ .
- 7.- El flujo total de la corriente en el circuito ECL -- permanece relativamente constante sin importar su estado lógico. Esto ayuda a mantener un drenaje invariable de corriente del suministro de alimentación -- aún durante transiciones conmutadas, por lo que no se generan picos de ruido internamente como los producidos por circuitos TTL en poste totémico.

## LA FAMILIA TTL ( Lógica Transistor-Transistor )

Actualmente una de las familias más ampliamente usadas, es la Familia Lógica Transistor-Transistor Logic TTL.

En la Fig. 5 se muestra un diagrama de una compuerta TTL NAND básica, como se ve, esta familia actúa a través de transistores bipolares por lo que cae en la categoría de Familias Lógicas Bipolares.

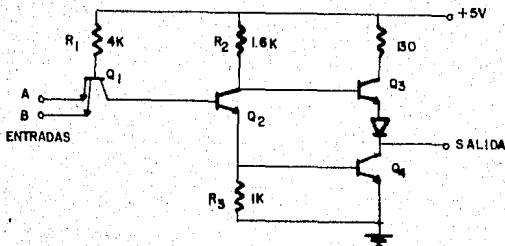


Fig. 5

En 1964 Texas Instrument introdujo la primera línea estandar de productos circuitales TTL, asignándole la numeración 5400/7400 la cual es una de las Familias lógicas de CI más usadas, teniendo la única diferencia entre la 5400 y 7400, en que la 5400 opera en rangos mayores de temperatura y de suministro de alimentación, y es exclusivamente de uso militar.

La serie 7400 opera confiablemente en un rango de temperatura de 0 - 70 °C y con una tensión de alimentación ( $V_{cc}$ ) de 4.75 a 5.25 V.

La serie 5400 es algo más flexible, ya que puede tolerar rangos de temperatura del orden de -55 °C a 125 °C y una variación en el suministro de alimentación de 4.5 a 5.5 V. ( $V_{cc}$ ).

Ambas series trabajan con un fan-out típico de 10, indicando que pueden manejar confiablemente 10 entradas.

En la siguiente tabla 1 se muestran los niveles de salida y entrada de la serie estandar 7400, teniendo para sus niveles máximos y mínimos las peores condiciones de suministro de alimentación, temperatura y carga de salida.

	Mínimo	Típico	Máximo
$V_{OL}$	---	0.1	0.4
$V_{OH}$	2.4	3.6	---
$V_{IL}$	---	----	0.8
$V_{IH}$	2.0	---	---

Tabla No. 1

La Familia TTL (Transistor-Transistor-Logic) tiene sus entradas conectadas a transistores, y su salida también a un transistor.

Dentro de esta Familia Lógica TTL, existen otras series que ofrecen una combinación de velocidad y disipación de potencia para numerosas aplicaciones. En la siguiente tabla 2 resumimos estas 3 diferentes series con respecto a la estandar.

	$t_{PD}$ (ns)	$P_D$ (mW)	$V_{NL}$ (mV)	$V_{NH}$ (mV)	Fan-out
7400	9	10	400	400	10
74L00	33	1	400	400	10
74H00	6	23	400	400	10
74S00	3	23	300	500	10

Tabla No. 2



$t_{PD}$  Retardo promedio de propagación

$P_D$  Disipación promedio de potencia

$V_{NL}$ ,  $V_{NH}$  Márgenes de ruido para los niveles lógicos

TTL de baja potencia, serie 74L00

TTL de alta velocidad, serie 74H00

TTL de gran velocidad de conmutación, serie 74S00

La velocidad de TTL está limitada en última instancia, - por el tiempo requerido en sacar a todos los transistores de la saturación, y para el caso TTL Schottky (S TTL), los transistores se mantienen fuera de saturación por medio - de diodos de barrera de Schottky, conectados entre la base y el colector. El S TTL estandar tiene retardos de compuerta y disipación de potencia típicos de aproximadamente 3 nsecs. y 20 mW/compuerta.

## LA FAMILIA LOGICA MOS ( Semiconductor Metal-Oxido )

La tecnología MOS, deriva su nombre de un electrodo de metal sobre un aislador de óxido y éste sobre un substrato semiconductor. Los transistores de la tecnología - MOS son de efecto de campo llamados MOSFET. La mayor parte de los CI digitales MOS están construidos enteramente de - MOSFET y de ningún otro componente.

### EL FET.

Estos transistores FET tienen una clara diferencia respecto a los transistores bipolares, tanto en su funcionamiento como en su parte estructural, ver Fig. 6:

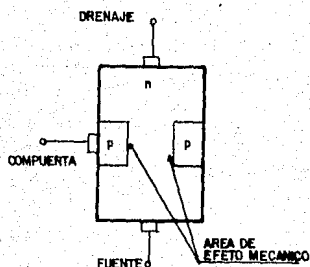


Fig. 6

Como se observa la figura, el transistor FET está formado estructuralmente de un trozo de semiconductor tipo de material "n" (los portadores mayoritarios en su última banda de conducción son electrones), desde el drenaje (parte superior), hasta la fuente (parte inferior), a lo que se le llama canal. También dispone de otros 2 trozos de semiconductor, de tipo de material "p" (los portadores minoritarios en su última banda de conducción son electrones), que al polarizarse en forma negativa produce una capa de -

agotamiento entre cada unión "pn", llamándosele a este fenómeno "efecto de campo", de donde se deriva su nombre y, por medio de esta polarización, positiva o negativa, es -- como se regula la circulación de corriente a través del -- canal entre la fuente y el drenaje, poniendo en dos estados al transistor, en conducción (activado), y no conducción (desactivado).

#### EL MOSFET.

Es el resultado de la combinación de dos tecnologías diferentes ya descritas, la MOS y la FET.

Los objetivos que se trazan en el funcionamiento para los transistores FET, se aplican para el transistor MOSFET, - mostrándose una mejoría en el funcionamiento y mayor versatilidad, lo que nos da ventajas sobre otras tecnologías, - como las siguientes:

- 1.- Son relativamente simples y baratos de construir.
- 2.- De tamaño pequeño.
- 3.- Consume muy poca potencia, menor que las demás familias.
- 4.- Su fabricación es menos compleja que la familia de los CI bipolares (TTL, ECL, etc.).
- 5.- El espacio de pastilla de los chips es casi 50 veces - más pequeño que la de las demás familias. Un MOSFET requiere de un milésimo de pulgada, mientras que un transistor bipolar requiere 50 milésimos de pulgada.
- 6.- De acuerdo a la anterior ventaja, pueden acomodarse un mayor número de elementos circuitales en una sola pastilla, encabezando la fabricación a gran escala de los CI MOS.

- 7.- Tiene una gran confiabilidad por tener un número menor de conexiones externas necesarias.

Una de sus desventajas, es la de su relativa baja velocidad de operación en comparación a las demás familias, aunque esto no es un impedimento para ser una de las familias más usadas, ya que la velocidad de operación no siempre es una consideración primaria.

La combinación de la tecnología MOS con los transistores FET, hacen que estos cambien un poco su estructura física, obsérvese la Fig. 6 del FET con respecto a la Fig. 7 del MOSFET. Se pueden apreciar claramente sus diferencias.

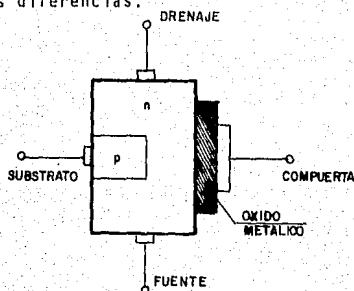


Fig. 7

En primer lugar sigue contando con el trozo semiconductor del tipo "n", y de un solo trozo semiconductor tipo "p" en uno de sus costados, colocándose en el otro costado un aislador de óxido metálico y sobre de él una compuerta metálica, llamándosele a esta terminal, compuerta, por medio de la cual y dependiendo del tipo de polarización positiva o negativa, se controlará la corriente que circula a través del estrecho - -

canal del tipo "n", pudiendo dejar al transistor en 2 - estados, conducción y no conducción.

Los Circuitos Integrados en que se emplean los - MOSFET, se han dividido en tres categorías:

- 1.- P-MOS, el cual usa solo MOSFET canal "P" de enriquecimiento.
- 2.- N-MOS, el cual usa solo MOSFET canal "N" de enriquecimiento.
- 3.- CMOS ( MOS complementario ), el cual usa dispositivos de canales "N" y "P".

Características y comparaciones de estas tres - categorías.

Los CI digitales P-MOS y N-MOS, tienen una densidad de empaquetamiento mayor (más transistores por pastilla), y son por consiguiente, más económicos que los CMOS.

N-MOS tiene cerca del doble de densidad de empaquetamiento que los P-MOS.

N-MOS es alrededor de dos veces más rápido que - P-MOS, debido al hecho de que los electrones libres son - los portadores de corriente en N-MOS, mientras que los - huecos (cargas más lentas), son los portadores de corriente para los P-MOS.

CMOS posee las ventajas importantes relativas a mayor velocidad y mucho menos disipación de potencia dentro de la familia lógica MOS.

Los P-MOS y N-MOS encuentran su mayor aplicación

en LSI ( Memorias estáticas y dinámicas, ROM, etc.).

En la Fig. 8 se muestra un ejemplo de una com---  
puerta NOR CMOS y su tabla de verdad, observándose que -  
únicamente se manejan transistores MOSFET.

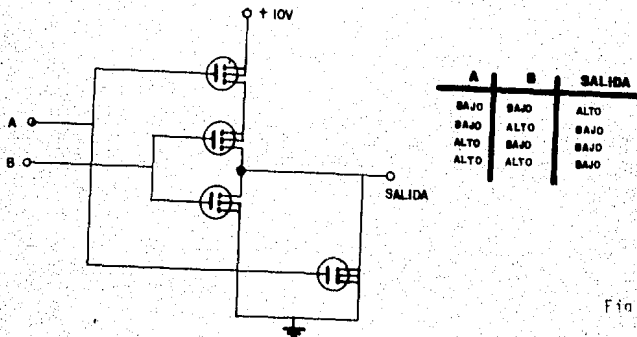


Fig. 8

Comparando la familia lógica MOS con las fami---  
lias lógicas bipolares ( TTL, ECL, etc. ), es típicamente  
diez veces más lenta en velocidad de operación, requiere  
menos potencia, tiene mejor margen de ruido, un fan-out -  
más alto y requiere mucho menos espacio (área de pastilla).

## Sistemas Analógicos y Digitales.

Dentro de la Ingeniería Electrónica, existen dos tipos de sistemas muy bien definidos, por medio de los cuales se puede manejar y procesar todo tipo de información:

1.- Sistemas Analógicos

2.- Sistemas Digitales

### Sistemas Analógicos.-

Está definido como un sistema que maneja y procesa todo tipo de información que sea continua en el tiempo y que pueda tomar diferentes valores en un rango determinado.

En este tipo de sistemas, la asignación de un exacto valor a una determinada señal, quedará abierta a diferentes interpretaciones, en otras palabras, cada lector podrá darle un valor diferente de acuerdo a su interpretación visual.

La electrónica analógica, aunque está siendo reemplazada en muchas de sus aplicaciones, nunca podrá dejarse de tomar en cuenta debido a que una gran mayoría de mediciones de cantidades físicas son de naturaleza analógica que nunca dejarán de existir.

### Sistemas Digitales.-

Está definido como un sistema que maneja y procesa todo tipo de información o señales discontinuas en el tiempo, representadas por valores bien definidos.

Dada la naturaleza de las señales Digitales, no existirá ambigüedad al asignarles o determinarles un valor.

En los sistemas Digitales la información que se procesa tiene varias formas de representarse.

- A) En forma escalonada, la cual se utiliza principalmente en los convertidores A/D y D/A.
- B) En forma de onda cuadrada, la cual puede tomar diferentes valores de frecuencia y magnitud.
- C) Otra forma de representación, que es a base de pulsos de una amplitud definida, los cuales para el proceso de información se les asigna valores de 0 y 1 (ausencia y presencia de tensión), dando como resultado que este tipo de interpretación sea en forma binaria.

En el sistema binario hay solamente dos símbolos o posibles valores: 0 y 1, que pueden ser representados digitalmente por presencia de o ausencia de tensión. Este sistema de base 2, puede utilizarse para representar cualquier cantidad que se desee en forma decimal o cualquier otro sistema de numeración.

Los 2 posibles valores del sistema binario ( 0 y 1), eléctricamente se les asigna un valor en voltaje, así para el número binario 0, se utiliza 0V, ausencia de ten-



ción, y el número binario 1, se representa por una señal eléctrica que puede quedar dentro de un rango de tolerancia, siendo uno de los rangos más comunmente usado de 2-5 V. Estos valores o rangos cambian, dependiendo de la tecnología de la familia lógica que se utilice.

La Electrónica Digital ofrece ciertas características que lo hacen tener ciertas ventajas como:

- 1.- Manejar datos o información a una mayor velocidad.
- 2.- Una mayor precisión y capacidad de memoria.
- 3.- Son generalmente más versátiles en un rango más amplio de aplicaciones.

Actualmente se está aprovechando el uso de sistemas híbridos, en los cuales tanto señales Analógicas como Digitales se hallan presentes, y existe conversión continua entre ambos tipos de señales aprovechando las ventajas que cada uno de ellos ofrece, para realizar mejores sistemas.

## CAPITULO I

### PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA Y SU SOLUCION DESDE EL PUNTO DE VISTA DE VENTILACION.

#### 1.1 DEFINICION Y OBJETIVO DE LOS SISTEMAS DE VENTILACION

##### 1.1.1 Definición de Ventilación.-

Se define como el suministro de aire atmosférico y la remoción de éste del interior de cualquier espacio cerrado y en cantidades suficientes, de tal manera que se permita evacuar el calor, polvo, tóxicos, vapores y olores existentes que normalmente se concentran, con el fin de establecer condiciones ambientales satisfactorias para el ser humano.

##### 1.1.2 Objetivos.-

De la definición se derivan los principales objetivos que deben satisfacer los sistemas de ventilación, y que se mencionan a continuación:

- A) Disminución de la temperatura.
- B) Purificación del medio ambiente.
- C) Niveles óptimos de confort.

##### Disminución de la temperatura.-

Una forma de lograr la disminución de la temperatura, es con la evacuación del calor, principalmente en los lugares o espacios demasiado cerrados, que es donde con mayor facilidad se acumula el calor generado por instalaciones, personal, etc.

#### Purificación del medio ambiente.-

No solamente la renovación del aire debe ser fresca y agradable, también debe existir una purificación por medio de algún recurso artificial ó que la renovación del aire se realice desde el medio ambiente natural, con el fin de eliminar el aire tóxico y malos olores que se acumulan principalmente en los lugares muy cerrados y con un mínimo de ventilación. Estas impurezas son producidas por el mismo usuario, el equipo y las instalaciones propias del lugar.

#### Niveles óptimos de confort.

La sensación de confort es un factor importante dentro de los objetivos de la ventilación que se logra a través del movimiento del aire sobre el cuerpo humano, dando como resultado que la sensación de calor sea menor cuando el aire está en movimiento, que cuando el aire está tranquilo, aunque la temperatura indicada en el termómetro sea constante, por tal motivo, el diseño del sistema de ventilación debe procurar que el aire mantenga una velocidad máxima de 4 m/seg., con el objeto de provocar sensación de frescura sin resultar molesto.

## 1.2 CONDICIONES CLIMATOLÓGICAS

### 1.2.1 Condiciones Climatológicas de la Cd. de México.

El uso de sistemas de ventilación en el Sistema de Transporte Colectivo, Metro, de la Ciudad de México, se hace obligado debido a las condiciones ambientales existentes en la zona, las cuales son:

1.- Altitud	2300 M.S.N.M.	
2.- Temperatura		
Máxima extrema	32.8 °C	Mayo, Junio
Mínima extrema	-9.5 °C	Enero
Promedio máx. anual	23.4 °C	
Promedio mín. anual	9.2 °C	
3.- Humedad Relativa Media	58%	
4.- Precipitación		
Máxima anual	358.6	Junio
Mínima anual	0.2	Diciembre
Total anual	746.8	

Como se observa en los datos anteriores, existen algunos promedios climatológicos muy variables en todo el año que ocasionan muchas irregularidades en el medio ambiente, y que repercuten principalmente en el aumento de la temperatura y, en particular, dentro de las estaciones y tramos del Metro, principalmente donde las estaciones y tramos son espacios cerrados, situación que se agrava en su interior por la elevada temperatura que se genera, la falta de ventilación, etc.

1.2.2 Condiciones climatológicas y ambientales de trabajo.

Debido a las condiciones ambientales ya mencionadas, el diseño de cualquier equipo que se utilice dentro de estas instalaciones deberá cumplir con las siguientes condiciones de servicio ó de trabajo.

Temperatura máxima ambiental	40°C
Temperatura mínima ambiental	-10°C
Zona sísmica (aceleración máxima)	0.15 g.
% Humedad relativa máxima	60 %
% Humedad relativa mínima	21 %
Ambiente	Contaminado (polvo)
Presión atmosférica	585 mmHg
Operación	Interior
Tipo de servicio	Continuo (24 Horas)
Temperatura de operación de los dispositivos de control	55°C

1.3 LA APLICACION DE LOS SISTEMAS DE VENTILACION EN LAS LINEAS DEL SISTEMA DE TRANSPORTE COLECTIVO, METRO, DE LA CIUDAD DE MEXICO.

Debido a que las condiciones ambientales existentes difieren de manera importante de las condiciones ambientales de confort para el ser humano en el interior de las instalaciones del Metro de la Ciudad de México, se ha obligado el uso de sistemas de ventilación en su interior.

Con el fin de lograr los objetivos de la ventilación, se han planteado dos posibles soluciones, ya sea ventilación natural o, en su defecto, ventilación mecánica para lograr las condiciones ambientales deseadas.

Esto es, la de mantener dentro de las instalaciones del Metro las condiciones óptimas de temperatura y pureza de aire ya planteadas, o por lo menos igual a las condiciones ambientales externas de las instalaciones del Metro o de superficie.

Aunque el presente diseño de mando y control será aplicable a cualquier equipo de ventilación mayor que se instale en las líneas del Metro, este trabajo se enfoca en su aplicación particular a la línea 3 Sur, Sur.

Este sistema está pensado para ayudar en la evacuación de humos en caso de incendio, por lo que el sistema de control deberá contemplar en su diseño este tipo de operación.

#### 1.4 EL PROBLEMA DEL CONTROL AMBIENTAL DENTRO DE LAS INSTALACIONES DEL SISTEMA DE TRANSPORTE COLECTIVO METRO.

##### 1.4.1 Fuentes de Calor.

Entre los muchos problemas a los que actualmente se enfrenta el personal responsable del funcionamiento del Metro, sin duda alguna uno de los más graves es el relativo a las altas temperaturas ocasionadas por el gran calor generado dentro de las mismas instalaciones, y que el usuario tiene que soportar dentro del Sistema del Metro, ya sea en el mismo material rodante o en las instalaciones.

Las fuentes de calor en el Metro son causadas por la disipación de la energía eléctrica requerida por los sistemas de propulsión y frenado de los trenes, también de otras fuentes como alumbrado, usuarios, equipo auxiliar, etc.

Esta energía disipada en su mayor parte en forma de calor, debe ser evacuada hacia el exterior, con el fin de mantener la temperatura lo más agradable posible para los usuarios.

El calor generado que se libera dentro de las estaciones del Metro, tiene su origen en tres fuentes principales:

- 1).-  $Q_1$  = Calor proveniente de la energía utilizada para la tracción del material rodante.
- 2).-  $Q_2$  = Calor liberado por el usuario.
- 3).-  $Q_3$  = Calor liberado por las instalaciones eléctricas.

1.- Calor proveniente de la energía de tracción, (Q1).

Es el calor disipado por los trenes en su arranque, marcha y frenado, el cual está en función del número de intervalos con el que cada línea opera y que para efectos de cálculo, se ha fijado de 90 segundos entre cada tren.

2.- Calor generado por el usuario, (Q2).

Es el calor generado por el número promedio de usuarios, y su intensidad se encuentra en función directa del tiempo que permanecen dentro de las instalaciones del sistema del Metro.

3.- Calor generado por las instalaciones eléctricas en general, (Q3).

Esta fuente de calor corresponde básicamente a todas las instalaciones fijas propias de las estaciones, pudiendo realizarse los cálculos correspondientes al calor generado por cada una de ellas en función de su potencia de operación.

Dentro de estas tres fuentes de calor, a la que más importancia se le da es a la generada por la energía de tracción del material rodante, que equivale aproximadamente a un 95% del calor total que se genera dentro de las instalaciones del sistema del Metro.



1.4.2 Procedimientos constructivos de las Líneas del Sistema de Transporte Colectivo, Metro.

Existen actualmente cuatro tipos de procedimientos constructivos, que según las necesidades que requiera la línea por donde va a cruzar la Ciudad, será el que se utilice, y son los siguientes:

- A) Superficial.
- B) Elevado.
- C) En cajón (túnel poco profundo).
- D) Túnel profundo.

A) Superficial.-

Este tipo constructivo se realiza a nivel de superficie, o sea que todas las preparaciones de la línea se encuentran a nivel de suelo natural, ver Fig.A.

B) Elevado.-

En este tipo de procedimiento constructivo, la ubicación de todas las preparaciones y el mismo material rodante (El Metro), se encuentran sobre una losa de concreto prefabricado a todo lo largo de la línea, sostenida a una altura de 5 m., promedio sobre el nivel de piso natural o de calle, ver Fig. B.

C) Cajón (túnel poco profundo).

Este tipo de procedimiento constructivo se localiza aproximadamente a unos 2 m., bajo el nivel de piso de calle. Su estructura es un cajón de concreto

a todo lo largo de la línea, colocando todas las preparaciones del Metro en la base de su estructura, ver Fig. C.

La construcción de estas líneas produce grandes problemas de tráfico y peatonales, ya que es necesario abrir las calles para su terminación total.

D) Túnel Profundo.-

Este tipo de procedimiento constructivo tiene ciertos criterios parecidos al anterior, solo que en este caso se localiza a una profundidad de 20 a 30 m., y, debido a su gran profundidad su figura estructural es redonda, con lo cual aumenta su resistencia a las compresiones externas del túnel, dando más seguridad.

Esta profundidad se ha establecido principalmente, debido al tipo de suelo e interferencias que se tienen bajo la Ciudad, ver Fig. D.

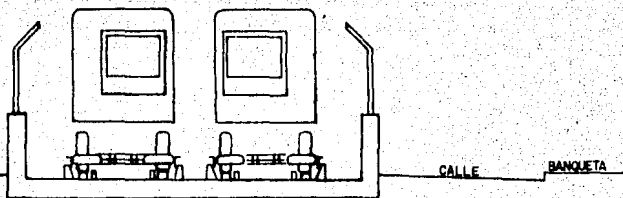


FIG-A

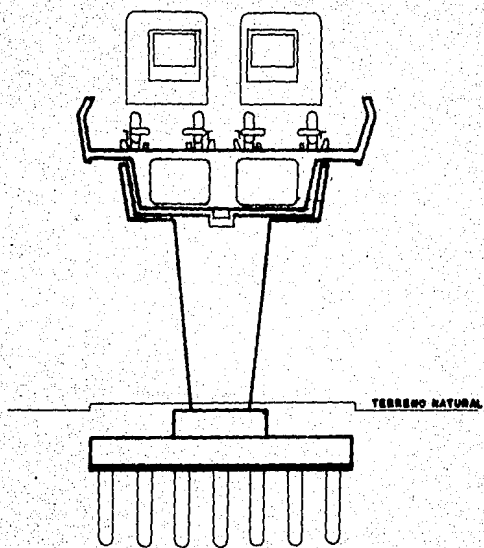


FIG-8

CALLE

BANQUETA

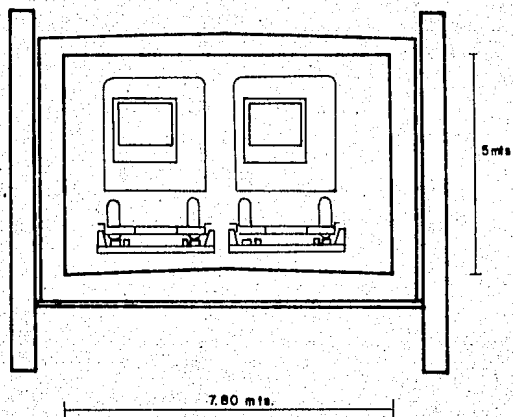


FIG-C

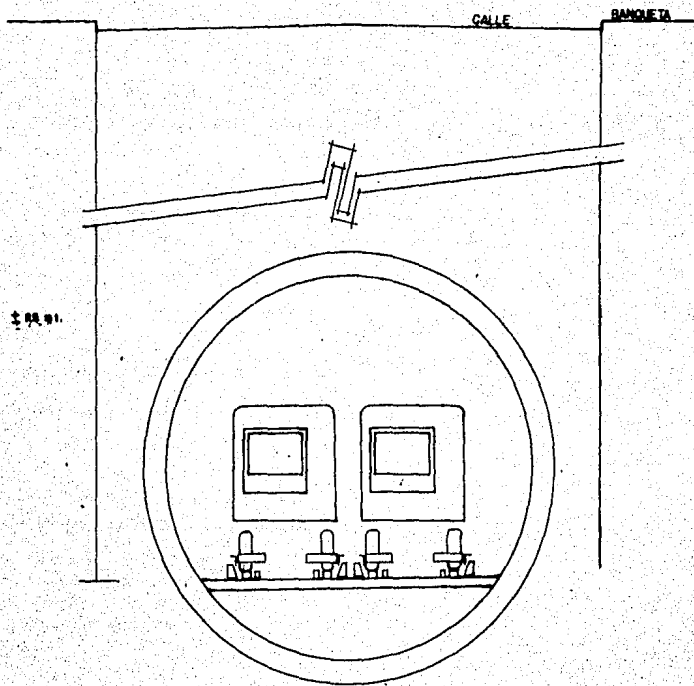


FIG - D

1.4.3 Alternativas de solución desde el punto de vista de ventilación para cada tipo de procedimiento constructivo.

1.- Superficial.

Para este primer tipo de procedimiento constructivo, su solución se maneja a base de ventilación natural, se aprovecha que toda la línea se encuentra a la intemperie, por lo tanto el calor generado se evacúa instantáneamente por no tener ningún obstáculo que lo retenga, manteniéndose una temperatura ambiental dentro de las instalaciones igual a la exterior.

En las estaciones se diseña un tipo de construcción (a base de pasarelas y techos), que auxilia en el mejoramiento de las condiciones de confort del usuario, esto es, una mayor sensación de frescura en el momento de recibir su sombra, y para protegerlo de los diferentes fenómenos naturales (lluvia, rayos del sol, viento, polvo, etc.).

2.- Elevado.

Para este tipo de procedimiento constructivo en la solución de su ventilación, se aplica el mismo criterio utilizado para el tipo Superficial.

3.- Cajón (túnel poco profundo).

En este tipo de procedimiento constructivo, la solución de ventilación mayor, tanto en las estacio--

nes como en los tramos de las líneas del Metro, debe diseñarse siguiendo como norma las prioridades que se le han dado a los diferentes sistemas ya adoptados según el tipo de línea de que se trate (túnel profundo y túnel muy profundo).

La prioridad No.1, aplicable solo a líneas de túnel poco profundo tipo Cajón, deberá tratar de implementarse antes que cualquier otra, a menos de que existieran impedimentos de peso, debiendo ser justificados plenamente de antemano.

La solución consiste en diseñar la ventilación mayor en forma totalmente natural, es decir sin el empleo de sistemas mecánicos, para lo cual en las estaciones deberá disponerse como mínimo de 250 m<sup>2</sup> de rejillas adicionales al área que presenten los accesos propios de las estaciones, y deberán estar distribuidas estratégicamente para provocar corrientes de aire cruzadas. En los tramos de interestaciones, igualmente se dispondrá de 380 m<sup>2</sup> de rejillas repartidas en 4, con el fin de aprovechar mejor el efecto pistón de los trenes en movimiento para la mejor circulación del aire exterior al interior, ver Fig. 1.

Por su poca profundidad ( 2 m. promedio ), se hace costeable esta solución, descartándose totalmente la ventilación mecánica.

Con esta alternativa, prioridad No.1, se satisface el flujo de aire necesario que se requiere para que la ventilación natural cumpla con los objetivos -



ya mencionados dentro de las instalaciones de las -  
líneas del Metro.

#### 4.- Túnel Profundo.

En la solución para este tipo de procedimiento -  
constructivo, se han contemplado varias alternativas,  
pero siempre siguiendo un orden de acuerdo a las prio-  
ridades ya marcadas por proyecto de ventilación.

En caso de no poder adoptar la prioridad marcada  
anteriormente (Prioridad 1, Ventilación Natural Exclu-  
sivamente), ésta estará en sustitución, y básicamente  
se deberá al alto costo y dificultad que presenta la  
ventilación natural, ya sea por razones de profundi-  
dad de la línea o impedimentos particulares de la zo-  
na.

Se tienen dos alternativas que dependen de la --  
profundidad del túnel:

- A) Túnel Profundo.
- B) Túnel de Gran Profundidad.

#### Prioridad No. 2

Este tipo de solución requiere de la combinación  
de la ventilación natural y ventilación mecánica en -  
los túneles profundos.

La solución consiste en considerar entradas natu-  
rales de aire en las estaciones, como lo marca la - -  
Prioridad No.1, y eliminar las rejillas de las inter-  
estaciones, sustituyéndolas por un grupo de ventilado-  
res (2), ubicados en la parte media de la interestaa-

ción, los cuales deberán ser de una cierta capacidad ya marcada por proyecto de Ventilación, y con lo - - cual se logrará que esta ventilación mecánica cubra los mismos objetivos que la ventilación natural, ver Fig. 2.

### Prioridad No. 3

Esta prioridad es aplicable básicamente a líneas muy profundas y eventualmente a líneas subterráneas poco profundas, solo cuando las prioridades anteriores No.1 y No.2, no pueden ser adoptadas.

La solución consiste en eliminar las rejillas de ventilación natural tanto en las interestaciones como en las propias estaciones, sustituyéndolas por - sistemas mecánicos en su totalidad, cumpliendo totalmente con los objetivos que se logran con la ventilación natural ya mencionados.

Para el caso de las interestaciones, deberá considerarse un grupo de ventiladores como el indicado en la prioridad No. 2.

En el caso de las estaciones, la solución deberá contemplar equipos de ventilación mecánica. El diseño de la distribución de la ventilación en las estaciones se realizará en la parte superior de los andenes, por medio de ductos de lámina galvanizada, con los cuales se distribuirá el aire fresco a través de las rejillas de descarga, así como se eliminará el - aire caliente y sucio con las de succión, procurando

que el mayor movimiento posible del aire suceda a -  
la altura de las cabezas de los usuarios, ver Fig.3.

PRIORIDAD No. 1

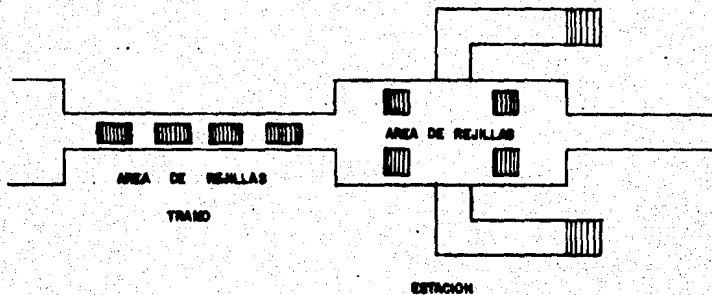


FIG.- 1.

PRIORIDAD No. 2

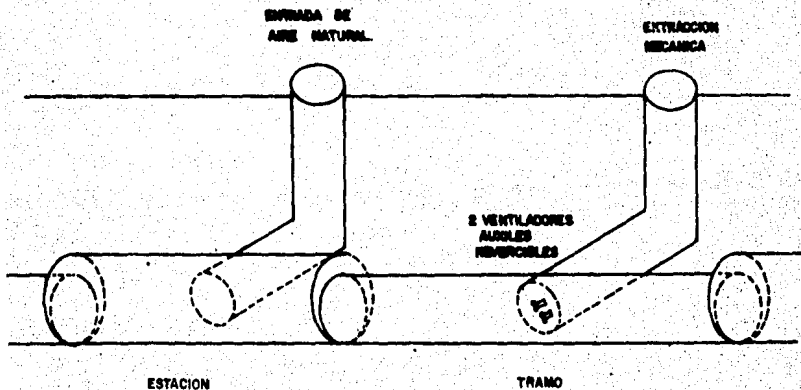
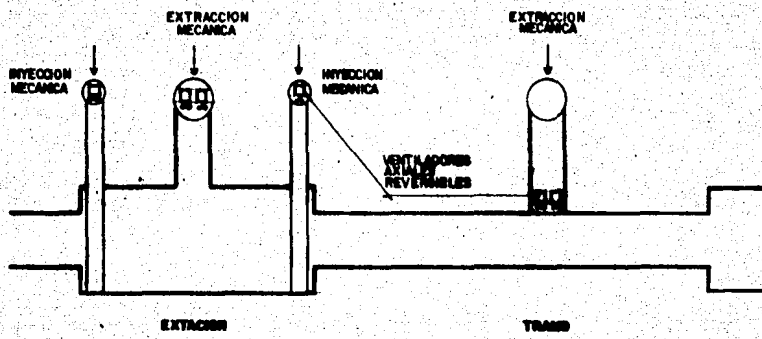


FIG.- 2



PREMIERAS N. 3

FIGURA - 3

## 1.5 SOLUCION POR MEDIO DE LA VENTILACION MECANICA.

Para el caso que nos ocupa, se seleccionó la utilización de ventiladores mecánicos, debido a que la línea 3 Sur, Sur, fué realizada con el tipo de procedimiento constructivo de túnel de gran profundidad.

### 1.5.1 Descripción de la solución por medio de Ventilación Mecánica.

La solución consiste en el empleo de ventiladores cuya capacidad varía de acuerdo a los requerimientos de proyecto.

Existen varios tipos de ventiladores como: Axiales, centrífugos, etc. Y para el caso particular de la línea 3 Sur, Sur, se utilizarán los del tipo axial reversible, pensando en la posibilidad de invertir su operación para servir como auxiliar en la extracción de humos en caso de incendio, contemplándose así los dos tipos de funcionamiento de los ventiladores, inyección y extracción.

Teniendo como objetivo de que los ventiladores cumplan con una capacidad de flujo de  $75 \text{ m}^3/\text{seg}$ . para inyección y de  $50 \text{ m}^3/\text{seg}$ . como extracción, siendo estos datos los resultados de un Proyecto de Ventilación ya realizado.

Estos ventiladores deberán cumplir con los mismos objetivos que se trazan con la ventilación natural o, en su defecto, mantener ciertas condiciones similares.

Partes principales de un ventilador :

Motor (que para el caso particular es de 125 Hp).

Aspas

Silenciador

Arrancador y Accesorios Auxiliares.

CAPITULO II  
ESPECIFICACIONES FUNCIONALES DE LOS  
EQUIPOS DE VENTILACION.

2.1 LOCALIZACION DE LOS EQUIPOS DE VENTILACION.

De acuerdo con las indicaciones de un Estudio y Proyecto de Ventilación, los equipos se colocarán en locales o nichos, y su ubicación o cadenamiento a todo lo largo de la línea es definida por el mismo proyecto.

En el caso de la línea 3 Sur, Sur, se han definido 5 grupos de ventiladores denominados A, B, C, E, F, -- más un grupo ventilador D previsto a futuro.

El número de ventiladores por grupo son 2, excepto el grupo F que está formado por un solo ventilador.

El grupo ventilador A, el cual se encuentra ubicado en el Cadenamiento Km 16 + 750, se localiza en el tramo comprendido entre las estaciones de Coyoacán y Viveros.

El grupo ventilador B, se encuentra en un local ubicado en la estación Viveros.

El grupo ventilador C, se encuentra ubicado en el Cadenamiento Km 17 + 913, y se localiza en la intersección Viveros - M.A. de Quevedo.

El grupo ventilador E, se encuentra ubicado en el Cadenamiento Km 10 + 034, y se localiza en la intersección M.A. de Quevedo.

El grupo ventilador F, se encuentra ubicado en el Cadenamiento Km 20 + 272, y se localiza en la intersección



tación Copilco - Universidad.

Por cada grupo ventilador de los 5 proyectados - para la línea 3 Sur, Sur, existen las subestaciones alimentadoras correspondientes a cada grupo y se ubican en locales o nichos especiales para subestación.

## 2.2 DESCRIPCIÓN OPERATIVA DE LOS EQUIPOS.

La instalación del sistema de ventilación mayor en la línea 3 Sur, Sur, fué diseñada para cumplir con las condiciones de operación normal, así como para auxilio en casos de emergencia.

Cuando las condiciones de operación sean las normales, es decir, que los grupos de ventilación tengan como fin la de dar confort al usuario, purificación del medio ambiente y la de evacuar el calor generado por los equipos y usuarios del Metro, dichos grupos operarán de la siguiente manera:

El grupo ventilador A deberá actuar como Extractor (E)

El grupo ventilador B deberá actuar como Inyector (I)

El grupo ventilador C deberá actuar como Extractor (E)

El grupo ventilador E deberá actuar como Extractor (E)

El grupo ventilador F deberá actuar como Extractor (E)

Cuando las condiciones de operación correspondan a una situación de emergencia, es decir, que exista un posible incendio o generación de humo, los grupos ventiladores deberán operar de la forma más conveniente para ayudar en primer término a la evacuación de humos en el me--

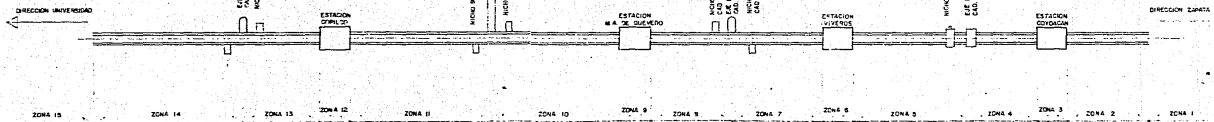
nor tiempo posible, trabajando de una manera coordinada - desde la estación Zapata a la estación Universidad, que - corresponde al tramo de la línea 3 Sur, Sur.

Para poder lograr lo anterior, el proyecto divide el tramo Zapata - Universidad en 15 zonas probables de incendio ó generación de humo y dependiendo de la zona, - sólo se modificará su operación a los grupos ventiladores más próximos, sin afectar los demás grupos.

En la siguiente tabla, se observa el tipo de operación de los ventiladores para casos de emergencia, según la zona.

GRUPO VENTILADOR	ZONA PROBABLE DE INCENDIO														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
A	E	I	I	E	I	I	E	E	E	E	E	E	E	E	E
B	I	I	I	I	E	E	I	I	I	I	I	I	I	I	I
C	E	E	E	E	E	E	I	E	E	E	I	E	E	E	E
E	E	E	E	E	E	E	E	E	I	E	E	E	E	I	E
F	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	I	I	E	E	E

Obsérvese en la Fig. 1 del Capítulo III, la ubicación - - exacta de estas zonas.



## 2.3 ALIMENTACION ELECTRICA

Los equipos de ventilación están alimentados a través de la red de distribución interna del Metro a 15 KV.

El sistema de distribución de 15 KV. de 2 circuitos de 3 cables alimentadores monofásicos (Alimentación Trifásica), que corren a lo largo de las paredes del túnel se denominan Circuito VIA 1 y Circuito VIA 2.

De cada circuito se alimenta un grupo de subestaciones reductoras que tienen como finalidad modificar el voltaje de 15 KV. a 220 V., que es la tensión de alimentación de los equipos ventiladores.

Además, existen subestaciones de fuerza para cada uno de los equipos de ventilación, y se identifican de la siguiente manera:

Subestación VIA 1, que se encuentra alimentada del circuito del lado de VIA 1, y alimenta en baja tensión al grupo ventilador 1 del local de ventilación correspondiente. A la otra subestación se le denomina VIA 2, debido a que se encuentra alimentada por el circuito de VIA 2, y alimenta al grupo ventilador 2.

Estas subestaciones se ubican a lo largo del túnel en su respectivo lado de vía, en nichos especiales y a un determinado cadenamiento, localizándose lo más cerca posible del local de ventilación correspondiente.

El objetivo que se persigue con tener 2 circuitos alimentadores y llevarlos separados y aislados a través del túnel hasta sus respectivas subestaciones, y

de allí a su respectivo grupo ventilador, es de que en caso de tener alguna falla eléctrica o un corto circuito en alguno de los circuitos alimentadores, se pueda mantener por lo menos el 50% de la capacidad de ventilación total, y que esa falla no afecte al otro circuito alimentador.

## 2.4 CRITERIOS OPERATIVOS CON QUE DEBERA CUMPLIR EL SISTEMA DE VENTILACION MAYOR.

2.4.1 Se deberán de proveer dos formas de controlar los sistemas de ventilación:

- A) Por Mando Local.
- B) Por Mando Remoto.

El Mando Local físicamente se ubica dentro del local de ventilación de cada uno de los grupos ventiladores, colocados a lo largo del túnel.

El Mando Remoto se localiza dentro de los locales de Jefe de Estación de cada una de las estaciones, los cuales han sido ubicados estratégicamente en alguno de los accesos.

### A) Mando Local.

Deberá existir un Mando Local por cada grupo de ventiladores, no importando el número de ventiladores por grupo (1 ó 2).

La operación del Mando Local será realizada ex-

clusivamente por personal capacitado y autorizado para efectuar cualquier tipo de maniobras como: Mantenimiento, diferentes tipos de pruebas, etc.

Se obliga la ubicación del Mando Local en los locales de ventilación, para ofrecer al operador un acceso directo y manual sobre los ventiladores y pueda visualizar directamente todas las pruebas realizables con todas las precauciones debidas y con la seguridad de que por el otro Mando, no se modifique la operación ordenada a los ventiladores desde Mando Local.

B) Mando Remoto.-

Queda obligada la ubicación de la platina de Mando Remoto dentro de los locales de Jefe de Estación, debido a que es la única persona encargada de operarlo.

Para el caso particular de la Línea 3 Sur, Sur, existirá el control de Mando Remoto de los 5 grupos ventiladores desde los locales de Jefe de Estación de la siguiente manera:

El grupo ventilador A es controlado por Mando Remoto desde el local de Jefe de Estación de la Estación Coyoacán.

El grupo ventilador B es controlado por Mando Remoto desde el local de Jefe de Estación de la Estación Viveros.

El grupo ventilador C es controlado por Mando Re moto desde el local de Jefe de Estación de la Esta--- ción Viveros.

El grupo ventilador E es controlado por Mando Re moto desde el local de Jefe de Estación de la Esta--- ción M.A. de Quevedo.

El grupo ventilador F es controlado por Mando Re moto desde el local de Jefe de Estación de la Esta--- ción Copilco.

#### 2.4.2 Mando Local.

- A) En la caja de Mando Local deberá existir un dispositivo que permita seleccionar el tipo de mando, - (Mando Local, Mando Remoto).
- B) En la caja de Mando Local deberá existir un dispositivo que permita seleccionar el ventilador ó ventiladores que se desee o deseen operar, (uno de los 2 ventiladores ó los 2 al mismo tiempo).
- C) En la caja de Mando Local deberá de existir un - dispositivo que permita seleccionar el tipo de operación de los ventiladores, tanto Extracción como Inyec ción.

#### 2.4.3 Mando Remoto.

- A) El Mando Remoto solo podrá habilitarse desde Man do Local.
- B) Para poder iniciar y ejecutar una orden desde el local donde se ubica el Mando Remoto, se requiere que

desde su platina se accione en forma simultánea la validación y la orden deseada. Esto se hace para preveer algún contacto accidental de algún dispositivo y no se realice alguna orden indeseada.

C) Se deberá garantizar la inhibición inmediata de cualquier orden en las condiciones siguientes:

- 1.- Que accidentalmente se accione una o más órdenes - simultáneamente.
- 2.- Cuando se accione simultáneamente la orden de validación junto con dos o más órdenes ejecutorias.
- 3.- Cuando únicamente se accione la orden de validación.

2.4.4 Cualquier tipo de orden que se efectúe, tanto de arranque, paro, sentido de giro, etc., el grupo ventilador siempre lo hará en forma simultánea o en paralelo.

2.4.5 En caso de que exista cualquier tipo de incidente, como corte de cables de control, corto circuito, incendio de cables o conexiones, etc., todos estos del telemando, el grupo ventilador deberá continuar operando según la última orden dada, sólomente en caso de que el incidente lo sufran los cables de la alimentación eléctrica, éstos quedarán fuera de servicio.

2.4.6 Una vez emitida la orden de ejecución del arranque la lógica del sistema deberá garantizar que las compuertas de bloqueo de aire estén totalmente cerradas antes de ini-



ciar el arranque de los ventiladores.

En caso de que el juego de compuertas estén - - abiertas parcial o totalmente, el arranque de los ventiladores esperará hasta que estén totalmente cerradas.

2.4.7 En caso de que cualquiera de los equipos de ventilación se encuentre en posición de reposo (parado), cualquiera que haya sido la causa, las compuertas deberán garantizar su cierre, a excepción de que exista una falla en alguna parte de las compuertas ó por ausencia de tensión - en el motor de las mismas.

#### 2.4.8 A) Ventilador 1 y 2, Operado

El sistema de control deberá de realizar la verificación de que los ventiladores se encuentran verdaderamente funcionando, tanto en Extracción como en Inyección. Esta verificación se llevará a cabo con indicadores luminosos, uno por cada ventilador, tanto en la plátina del Jefe de Estación, como en la caja de Mando Local del local de ventilación.

#### B) Ventilador 1 y 2, Parado

El sistema de control deberá de detectar el paro de cualquiera de los ventiladores por cualquier razón, ya sea en forma voluntaria, por accionamiento de un autimatismo ó algún disparo de alguna protección. En caso del paro de algún ventilador, deberá encenderse un indicador luminoso, uno por cada ventilador, acompañado de una señal acústica en el local de Jefe de Estación.

## CAPITULO III

### DESCRIPCION DEL SISTEMA DE MANDO Y CONTROL DE LOS EQUIPOS DE VENTILACION

#### 3.1 DIAGRAMA GENERAL DE BLOQUES.

En el capítulo anterior se describieron todos los requerimientos y criterios operativos necesarios para el óptimo funcionamiento del sistema, de acuerdo a una aplicación ya definida. Teniendo como base lo anterior, se realizará un diagrama general de bloques, lográndose en el mismo clasificar y ordenar todos los criterios operativos.

En el presente capítulo se plantea como objetivo realizar una descripción detallada, en base al diagrama de bloques, del aspecto funcional del sistema de control, basándose en los criterios operativos y aspectos más relevantes del sistema de control.

En la Fig. 1 se presenta el diagrama general de bloques, mismo que cumple perfectamente con todas las necesidades, condiciones y características ya mencionadas en capítulos anteriores.

# DIAGRAMA GENERAL DE BLOQUES

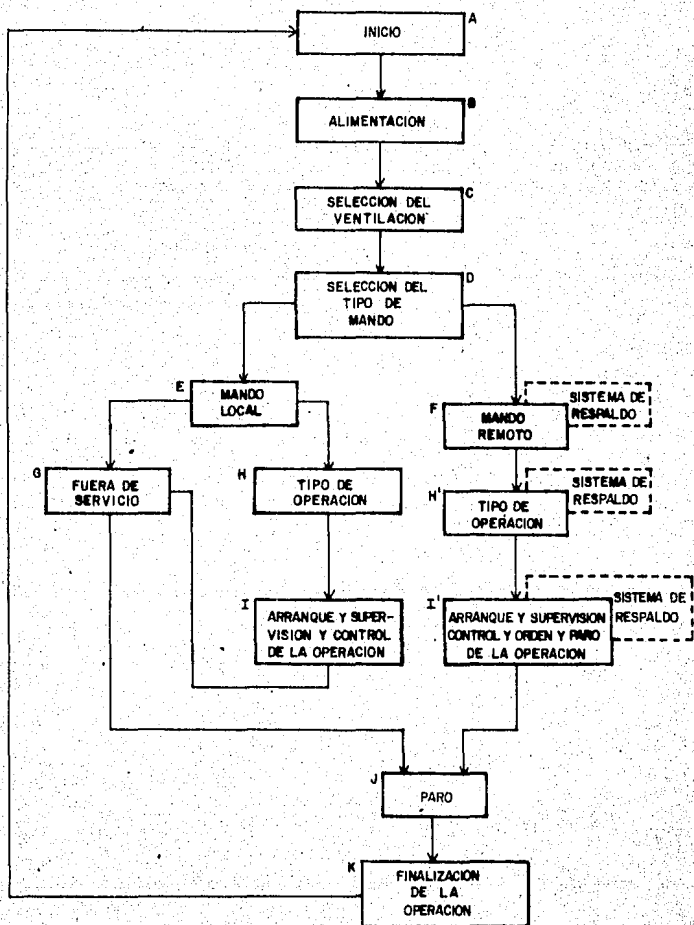


FIGURA I

## BLOQUE A

El aspecto funcional que contempla el presente bloque, corresponde al inicio de actividades necesarias para el arranque de la operación de los ventiladores. Estas se llevarán a cabo cada vez que los ventiladores encontrándose parados por cualquier razón, se pongan a funcionar. Primeramente el personal responsable de la operación del sistema, deberá verificar mediante inspección visual el estado en que se encuentra, a través de la información dada por la platina de control, ya sea por conducto de la platina de mando del Jefe de Estación o en la platina del tablero de mando ubicado en el local de ventilación, sobre el estado que guardan en ese momento los ventiladores.

El sistema de control podrá presentar las siguientes condiciones de operación: El tipo de mando en que se encuentran, el tipo de operación, el número de ventiladores seleccionados, si el sistema fue parado involuntariamente por alguna falla mecánica, por la apertura de una protección, etc., y así saber si el sistema está en condiciones de operarse inmediatamente o de posponerse.

1.- Actividades para la operación de los ventiladores desde el local jefe de estación: El Jefe de Estación antes de realizar cualquier operación, deberá verificar primeramente el estado actual del grupo ventilador, esto se logra checando visualmente el grupo de indicadores -

luminosos en la platina de control, a través de ellos, primeramente se deberá saber si los ventiladores están o no parados, y si lo están, saber cuales fueron los motivos.

Posteriormente, saber el tipo de mando en que se encuentra el sistema, el cual se conocerá de la siguiente manera: Si la platina se encuentra iluminado en color verde, el dispositivo que indique M.R. significa que el jefe de estación tiene el mando total del sistema, en caso de que esté iluminado en color rojo el dispositivo que indique M.L., el jefe de estación no podrá operar el sistema, en este caso el operador deberá trasladarse y ubicarse en el local de ventilación para que a través de su tablero pueda habilitar por medio de un dispositivo selector ya definido el M.R.

También se verificará el tipo de operación en que se encuentran los ventiladores, esto se sabe dependiendo del dispositivo que esté luminoso (Extracción e Inyección), debiéndose seleccionar el más adecuado para la siguiente maniobra.

2.- Actividades para la operación de los ventiladores desde el mando local ubicado en el local de los ventiladores: Primeramente, el operador autorizado deberá verificar visualmente el grupo de dispositivos luminosos en su tablero de control, si los ventiladores están o no parados, en caso de que no estén parados se podrá conti-

nuar su operación normal o cambiar su operación según el caso. En caso contrario, se deberá saber cuales fueron los motivos, si se realizó en forma voluntaria o involuntaria a través de sus respectivos indicadores luminosos.

También se deberá saber en que tipo de mando se encuentra el sistema, esto se sabe de la siguiente manera: Si en el tablero se encuentra iluminado de color verde el dispositivo que indique M.L., significa que el sistema podrá operarse a través de este mando, en caso de que el dispositivo que indique M.R. esté iluminado en color rojo, el operador deberá cambiar de posición el dispositivo selector de mando de M.R. a M.L.

Posteriormente se deberá saber en que tipo de operación se encuentran los ventiladores, esto se sabrá dependiendo del dispositivo que esté iluminado (Extracción e Inyección), con el fin de realizar los cambios pertinentes para el óptimo reinicio del sistema de ventilación.

## BLOQUE B

En el presente bloque, su aspecto funcional tiene la finalidad de solucionar los aspectos de fuente de energía a una tensión adecuada para el sistema de control.

El objetivo se logra de la siguiente manera:

La fuente primaria de energía del dispositivo reductor del sistema de control, corresponden a 2 de las fases de la red de alimentación del motor principal, no importando cual sea (Fase AB, Fase BC, Fase CA), siendo esta una tensión de 220 VAC, la que debe reducirse a través de su dispositivo reductor, el cual deberá presentar en su lado secundario una tensión de 12 VCD, con la que se alimentará en forma directa el circuito electrónico de control. Esta tensión rectificada deberá mantener un cierto % de regulación para que el funcionamiento de los dispositivos electrónicos sea el óptimo, evitando riesgos de información falsa.

Este control deberá contar con un aislamiento entre la fuente primaria y secundaria, con el objeto de aislar de todas las interferencias producidas por el motor, cualquier falla a tierra ó entre fases del motor, y que repercutan en daños importantes en la electrónica del circuito de control. En base a lo anterior, como medio de aislamiento se utilizará un transformador, cuyos devanados tanto primario como secundarios bajo ninguna circunstancia estarán conectados al sistema general de

tierras, también se deberá de contar con protecciones - tanto del lado secundario como del primario para cualquier falla, como un corto circuito, etc.

Cada uno de los ventiladores contará dentro de su control electrónico, con un dispositivo reductor para su propia alimentación de su circuito con todas las características mencionadas, con la finalidad de que si existe alguna falla eléctrica en alguna de las alimentaciones de energía, se podrá mantener un control funcionando y por consecuencia se mantendrá por lo menos el 50% de la ventilación total.



jefe de estación de estas maniobras, indicándole el número de ventiladores en operación, aunque el sistema no se encuentre en posición de Mando Remoto.

En caso de que el sistema pase a posición de Mando Remoto, el jefe de estación deberá asegurarse de que en su operación deberán estar funcionando ambos ventiladores simultáneamente (Posición A del dispositivo selector en el armario de Mando Local). Solamente en caso de que alguno de los ventiladores quede en condiciones no operables, el sistema funcionará con los ventiladores que estén en óptimas condiciones.

Una vez definido el número de ventiladores que operará el sistema, éste quedará listo para poder seleccionar el tipo de Mando.

## BLOQUE D

Debido a la posición geográfica que guardan tanto el equipo de ventilación como el personal autorizado que manejará estos equipos, la cual normalmente es de -- 800 Mts. aproximadamente y que corresponden a túneles, - vías energéticas de difícil acceso, se llegó a la necesidad de disponer de 2 tipos de Mando: Mando Local y Mando Remoto, en donde uno de ellos, Mando Local, se ubica dentro del mismo local de ventilación y el otro mando, - Mando Remoto, en el local de jefe de estación, donde se localiza el personal que manejará normalmente todo el -- sistema.

Por lo tanto, a través de este bloque se han -- planteado los siguientes objetivos:

El seleccionar el tipo de Mando en forma exclusiva, es decir, que nunca podrán seleccionarse los 2 Mandos simultáneamente.

Esta selección se realizará a través de un dispositivo selector en forma manual.

El tipo de Mando Local, deberá inhibir la operación de los ventiladores a través de Mando Remoto.

La selección de tipo de Mando, debe ser simultánea para ambos ventiladores de cada local.

La realización de esta operación se efectuará -- únicamente a nivel del local de ventiladores, por lo que este dispositivo deberá localizarse dentro del armario -- de Mando Local.

La posición que deberá guardar el selector en la caja de Mando Local, para la operación normal del sistema, deberá ser la posición que accione el tipo de Mando Remoto, el cual se indicará en su platina que está activo Mando Remoto, y solamente para los casos de mantenimiento, reparaciones, prueba, etc., se posicionará el selector en el tipo de Mando Local, el cual también se indicará.

## BLOQUE E

Una vez que se ha definido que el sistema de ventilación se manejará a través del tipo de Mando Local, -- dentro del bloque E se ha planteado como objetivo la realización del Mando Remoto, el cual se ha definido dentro de los locales de ventilación para dar mayor facilidad al operador de manejar el sistema de ventilación desde el -- mismo local, para la realización de todas las maniobras -- ya definidas, y supervisión directa de las mismas, las -- cuales no podría realizar si solo existiera el tipo de -- mando remoto (utilizado para su operación normal), ya que su posición geográfica lo localiza a una distancia promedio de 800 Mts., por lo tanto, se deberá contemplar un armarío de Mando Local en cada uno de los locales de ventilación.

Se dispondrá del tipo de Mando Local, exclusivamente cuando se realicen maniobras de pruebas, mantenimiento, reparación de fallas, etc., realizadas por personal capacitado y autorizado, quien podrá inhibir desde el local de ventilación, en forma automática, y a través del dispositivo selector, el Mando Remoto (esta lógica se contempla dentro del diseño electrónico), pero una vez terminadas las maniobras, el personal deberá posicionar el selector en Mando Remoto nuevamente, para que continúe la operación normal de todo el sistema.

Esta operación, inhibir el M.R., se contempla como una medida de seguridad para el personal de mantenimiento, esto es, para el caso de que se realice alguna --

orden en forma involuntaria o voluntaria desde Mando Remoto, ésta quede bloqueada.

El dispositivo con el cual se controlará y se--  
leccionará el Mando Local, como ya se mencionó, se localiza  
en el armario del mismo local, el cual también dispone  
de indicadores luminosos que nos verificarán la posición  
del selector (M.R. ó M.L.), ya descritos en el bloque A.

## BLOQUE F

Se ha planteado que los equipos de ventilación-deberán contar con otro sistema de control llamado Mando Remoto, en el cual su posición geográfica se ha definido dentro del local de jefe de estación, y, de acuerdo a lo anterior, dentro del bloque F se ha planteado como objetivo la descripción operativa y funcional del Mando Remoto.

La finalidad de este Mando, es la de poder operar y controlar los equipos de ventilación desde la permanencia del personal autorizado (Local Jefe de Estación), quienes tendrán el control total del Sistema de Ventilación en todo el transcurso del día en que se tengan funcionando los trenes del Metro, excepto cuando se realicen trabajos de mantenimiento autorizados por el Jefe de Estación.

La platina de control del Mando Remoto tiene como finalidad la de facilitar la operación y control de este Mando, y la de informar de la situación actual del Sistema de Ventilación; debido a esto, la platina deberá contar tanto con dispositivos luminosos como con dispositivos de selección y decisión, con los cuales podrá realizar con la mayor facilidad todas las órdenes requeridas, así como su respectiva verificación, las cuales se indicarán en la platina a través de su respectivo dispositivo luminoso, anexándose a éstos la indicación de cualquier falla del sistema de ventilación, y su causa.

Se ha contemplado la verificación de todas las órdenes realizadas, debido a la posición geográfica que guardan tanto el equipo de ventilación, como la platina de Mando Remoto, ya que no es posible una verificación visual de la orden dada, como se hace a través de M.L., por lo tanto, las órdenes así como su respectiva verificación, serán telemandadas.

Como se ha mencionado en capítulos anteriores a través de todo el túnel de la línea del Metro se localizan varios locales de ventilación, ya definidos por un estudio de ventilación, y que de acuerdo con la posición geográfica que guardan con respecto a la estación más próxima, la platina de control del Mando Remoto de esa estación, podrá manejar 1,6 como máximo, 2 equipos de ventilación, aclarando que cada equipo contará con su respectivo M.R., aunque ubicados y controlados por el mismo Jefe de Estación en su local de permanencia dentro de la estación.

Como ya se mencionó, el sistema de Ventilación deberá estar controlado a través del Mando Remoto, por lo tanto es de suma importancia que este Mando tenga una continuidad de servicio, el cual se deberá garantizar al máximo posible. Este objetivo se logra con la existencia de 2 sistemas de Mando Remoto, uno de ellos, el sistema primario, que es el que normalmente funcionará cuando se controle al sistema de ventilación por M.R., y el segundo, llamado sistema de respaldo, que funcionará en forma automática al detectar cualquier falla del sistema prima

rio. Se ha definido así, para que en el caso de alguna emergencia, tanto en la estación como en los túneles ad-juntos se requiera en ese momento modificar la operación del sistema de ventilación. fallase el sistema primario del M.R., se tendrá el sistema de respaldo para conti-nuar la operación del sistema por medio de este Mando.

En la platina de mando, también deberá proveer-se dispositivos luminosos, que nos informen que el siste-ma primario está funcionando, o en el caso de la existen-cia de una falla, nos indique su tipo y localización pa-rra una pronta reparación, así como la incorporación del-sistema de respaldo y, por consecuencia, que el sistema-primario se desactivó hasta no ser reincorporado.



## BLOQUE G

Dentro del sistema de ventilación, es necesario contar con una orden que realice el paro total de los ventiladores en forma simultánea, es decir, que ambos ventiladores deberán pararse no importando la orden u operación que en ese instante se esté realizando; una vez efectuada la orden, ésta deberá bloquear el funcionamiento de los 2 tipos de Mandos, de esta forma toda orden u operación también quedará bloqueada.

Por tal motivo, dentro de este bloque G se ha planteado como objetivo la realización de la orden Fuera de Servicio.

La orden Fuera de Servicio se realizará a nivel de local de ventilación, por lo que se deberá incluir dentro del armario del Mando Local, esta orden se realizará bajo las condiciones de mantenimiento, reparaciones, etc. del equipo ventilador.

Esta operación se realizará a través de un selector en forma manual y contará con un dispositivo de seguridad; a continuación se describe la forma en que se realizará la orden y la habilitación del dispositivo de seguridad.

En el momento en que el personal de mantenimiento requiera de los ventiladores en alto total, el mismo podrá realizar la orden de fuera de servicio a través de su respectivo selector en el armario de Mando Local, una vez efectuada la orden por el personal de mantenimiento,-

posicionando el selector manual en F.S., él mismo deberá inmediatamente después activar el dispositivo de seguridad, para posteriormente pasar a realizar sus trabajos de mantenimiento.

Este dispositivo de seguridad tiene la finalidad de bloquear electrónicamente al selector manual de F.S., inhibiendo todas las órdenes posibles de realizar con este selector, asegurando que el sistema de ventilación se mantenga en la orden Fuera de Servicio hasta que el personal de mantenimiento lo convenga (una vez concluidos sus trabajos).

El funcionamiento del dispositivo selector es el siguiente:

Para activar este dispositivo, se contempla realizar por medio de una llave que se introducirá en una chapa, se hará girar en un sentido y se deberá quitar por el mismo operador, para desactivar este dispositivo se realizará el mismo procedimiento, solo que la llave se hará girar en forma inversa, esta llave nunca deberá permanecer dentro de la chapa.

Toda esta lógica se contemplará dentro del circuito electrónico del control del sistema de ventilación.

## BLOQUE H

En el sistema de ventilación se utilizarán en cada grupo ventilador las mismas características operativas y funcionales de sus equipos, por tal motivo, todos los ventiladores a utilizar serán iguales. Las características con que cuentan estos ventiladores son:

De tipo reversible, o sea que podrán girar en los 2 sentidos, logrando así cambiar el sentido de flujo del aire. De acuerdo a esta característica, el grupo ventilador contará con 2 Tipos de Operación de acuerdo al sentido del flujo de aire, los cuales se han definido como Inyección y Extracción.

Para la operación normal de cada grupo ventilador ubicados a todo lo largo del túnel de la línea del Metro, a cada uno de estos grupos se le ha asignado un tipo de Operación (Inyección ó Extracción), definida por un previo estudio de ventilación para un óptimo acondicionamiento ambiental de las estaciones y túneles.

Para cada grupo ventilador se tendrá la opción de cambiar el tipo de operación, si es necesario, en el caso de una emergencia. Estos cambios de operación ya han sido programados según el área del incidente de emergencia, previo un estudio de ventilación por zonas de toda la línea.

Por lo tanto, dentro de este Bloque H se ha definido el siguiente objetivo: Realizar la selección del tipo de Operación como se desee que funcione el grupo ventilador de acuerdo a ciertas necesidades.

En el caso del Mando Local, para la realización de esta selección se contará con un dispositivo selector de 2 posiciones que se manejará en forma manual y que se localiza dentro del armario de Mando Local. La ubicación de este dispositivo dentro del armario del Mando Local se hizo con el fin de que el operador de este mando pueda realizar cambios de Operación para sus trabajos de reparación, pruebas, mantenimiento, etc.

## BLOQUE H'

En el sistema de ventilación se utilizarán en cada grupo ventilador las mismas características operativas y funcionales de sus equipos, por tal motivo, todos los ventiladores a utilizarse serán iguales. Las características con que cuentan estos ventiladores son:

De tipo reversible o sea que los ventiladores podrán girar en los 2 sentidos, logrando así cambiar el sentido del flujo de aire. De acuerdo a esta característica, el grupo ventilador contará con 2 tipos de operación de acuerdo al sentido del flujo de aire, los cuales se han definido como Inyección y Extracción.

Para la operación normal de cada grupo ventilador ubicados a todo lo largo del túnel de la línea del Metro, a cada uno de estos grupos se le ha asignado un tipo de Operación (Inyección ó Extracción), definido por un previo estudio de ventilación para un óptimo acondicionamiento ambiental de las estaciones y túneles.

Para cada grupo ventilador se tendrá la opción de cambiar el tipo de operación, si es necesario, en el caso de una emergencia. Estos cambios de Operación ya han sido programados según el área del incidente de emergencia previo un estudio de ventilación por zonas de toda la línea.

Por lo tanto, dentro de este Bloque H' se ha definido el siguiente objetivo: Realizar la selección del tipo de Operación como se desee que funcione el grupo ven-

tilador de acuerdo a ciertas necesidades.

En el caso de Mando Remoto, para la realización de este tipo de operación se contará con 2 dispositivos - de decisión independientes uno del otro (para las 2 órdenes), y junto con un tercer dispositivo (validación), realizará las órdenes que en forma automática se telemandarán hasta el mismo grupo ventilador, debido a que la selección del Tipo de Operación que se describe en este bloque que se encuentra dentro del conjunto de órdenes o funciones que se realizarán a través del M.R. se deberá de garantizar la continuidad de servicio de esta selección de tipo de operación, aún en la existencia de una falla.

Este objetivo se logra con la existencia de 2 - sistemas de selección de Tipo de Operación, uno de ellos, el sistema primario que es el que normalmente funcionará cuando se controle el sistema de ventilación por M.R. y - el segundo llamado sistema de respaldo, que funcionará en forma automática al detectar cualquier falla del sistema primario que obligue a detener el funcionamiento de esta selección, quedando desactivado el sistema primario. Se ha definido así para en el caso de una emergencia, tanto en la estación como en los túneles adjuntos, se requiera modificar el tipo de operación del sistema de ventilación y en ese momento fallase el sistema primario de esta selección, se contará con el sistema de respaldo, para continuar la operación del sistema por medio de este Mando.

En la platina de mando también deberá preverse dispositivos luminosos que nos informen que el sistema primario está funcionando, o en el caso de la existencia de una falla nos indique su tipo y localización para su pronta reparación, así como la indicación de la incorporación del sistema de respaldo y, por consecuencia, la de que el sistema primario se desactivó hasta no ser reincorporada.

cerrar; si por alguna razón no se cierran las persianas, los ventiladores no podrán arrancar hasta que no se arregle esta falla.

La supervisión de las operaciones se realizará a través de los indicadores luminosos con que cuenta la platina, en la que por cualquier anomalía que llegue a repercutir en graves daños al sistema de ventilación, se mandará parar los ventiladores, siendo algunas de estas causas las siguientes: niveles de vibración muy altos, cortos circuitos, etc.

El sistema cuenta con varios elementos protectores para una mayor seguridad, y en el caso de alguna falla, se tendrá conocimiento de ello por medio de sus respectivos indicadores luminosos dentro de la platina de control, al igual que las anomalías y fallas que sufra el sistema a los equipos ventiladores, con el fin de supervisar y controlar el Sistema de Ventilación.



## BLOQUE I'

Dentro de cada mando se realizarán una serie de actividades que complementen la operación y control del grupo ventilador. Por lo que se ha planteado en este bloque I', la realización de todas las operaciones que complementan cada uno de los Mandos.

Las operaciones complementarias que se realizarán dentro de este bloque I', y que se incluyen dentro del Mando Remoto son: El arranque, supervisión, control de las operaciones que se estén realizando y la orden de paro de los ventiladores.

La operación del arranque de los ventiladores, se realizará por medio de un dispositivo de decisión ubicado en la platina del Mando Remoto. Para el arranque de los ventiladores, se deberá cumplir con ciertas condiciones, una de ellas es de que el juego de persianas con que cuenta cada ventilador, deberá permanecer cerrado por lo menos durante 30 seg. al arranque de los ventiladores, posteriormente se abrirán para continuar la operación de los ventiladores, si por alguna razón no se abrieran las persianas inmediatamente se tendrá un tiempo de 5 min., si para entonces no se han abierto se pararán los ventiladores. En el caso de que las persianas no estén cerradas en el arranque, los ventiladores no iniciarán esta operación, y se mandará una indicación al circuito electrónico de control para que éste lo detecte y automáticamente se mande una señal a los motores que controlan las persianas, y las haga cerrar; si por algu-

## ESTA TESIS NO DEBE SALIR DE LA BIBLIOTECA

na razón no se cierran las persianas, los ventiladores - no podrán arrancar hasta que no se arregle esta falla.

La supervisión de las operaciones se realiza-- rá a través de los indicadores luminosos con que cuenta la platina, en la que por cualquier anomalía que llege a repercutir en graves daños al sistema de ventilación, se mandará para los ventiladores, siendo algunas de estas -- causas las siguientes: Niveles de vibración muy altos, - corto circuito, etc.

El sistema cuenta con varios elementos protec-- tores para una mayor seguridad, y en el caso de alguna - falla, se tendrá conocimiento por medio de sus respecti-- vos indicadores luminosos dentro de la platina de con-- trol.

Para realizar el paro de los ventiladores des-- de el Mando Remoto, la orden se realizará a través de un dispositivo de decisión (un botón en la platina), el - - cual telemandará una señal hasta el mismo grupo ventila-- dor para detenerlos, debiéndose contemplar una lógica -- dentro del diseño electrónico que obligue a desactivar y bloquear toda orden, hasta que no se realice el paro to-- tal de los ventiladores.

Este bloque contará con un sistema de respaldo el cual se activará y funcionará en forma automática en-- el momento en que se detecte alguna falla en el sistema-- primario; se plantea de esta forma, debido a que las fun-- ciones de este bloque I' se incluyen en el Mando Remoto, el cual estará controlando al Sistema de Ventilación, --

por este razón, deberá garantizarse la continuidad de servicio, para que en el caso de una emergencia llegase a fallar el sistema primario, con el sistema de respaldo se garantiza la continuidad del servicio, sin sufrir ningún-contratiempo el control del Sistema de Ventilación, debiéndose reincorporar a la mayor brevedad el sistema primario, una vez resuelta la falla y terminado el caso de emergencia.

## BLOQUE J

En este sistema de ventilación se obliga a contemplar algún dispositivo con el cual se logre el paro total de los ventiladores, no importando cual haya sido el motivo para que el operador realice esta operación, esta orden vendrá de cualquiera de los 2 Mandos, por tal razón el objetivo que se ha trazado en este bloque J, es el de realizar el paro total de los ventiladores una vez enviada la orden. Para la realización de esta orden se tiene - 2 casos:

### 1.- Mando Local.

A través de este mando, la orden se realiza como fuera de servicio, y una vez realizada, ésta no podrá -- bloquearse y obligadamente se detendrán los motores - del ventilador; esta operación se realiza desenergetizando a través de unos contactos (abriéndolos) las fases alimentadoras de los motores.

Una vez realizado el paro de los ventiladores, - se mandará una señal que energice a cada uno de los motores que controla un juego de persianas, debiendo - cerrar cada uno de estos juegos, ya que está obligado por requerimiento mantener cerradas las persianas cuando el ventilador esté parado, no importando la causa, si fué en forma voluntaria o involuntaria.

La verificación de la realización de toda esta - operación será en forma visual, únicamente en este -- mando.

## 2- Mando Remoto.

A través de este mando, la orden se realiza como paro de ventiladores, el cual una vez mandada la orden, ésta no podrá bloquearse y obligadamente se pararán los ventiladores. El paro de los ventiladores se realizará de la siguiente forma: Se desenergetizarán los motores de cada uno de los ventiladores por medio de la abertura de los contactos colocados en cada una de las fases alimentadoras, por lo tanto, en el diseño electrónico se deberá contemplar un mecanismo que realice esta abertura.

Una vez realizado el paro de los ventiladores se mandará una señal que energetice a cada uno de los motores que controla un juego de persianas, ya que se está obligado por requerimiento, mantener cerradas las persianas cuando el ventilador está parado, no importando la causa, si fué en forma voluntaria o involuntaria.

Tanto la orden de paro de ventiladores, así como su verificación se realizará en forma telemandada por la posición que guarda el Mando Remoto con respecto al equipo ventilador, debiéndose informar a través de sus respectivos dispositivos luminosos en la platina de control.

Este bloque contará con un sistema de respaldo el cual se activará y funcionará en forma automática en el momento en que se detecte alguna falla en el

sistema primario; se plantea de esta forma, debido a que las funciones de este bloque J se incluyen en el Mando Remoto, el cual estará controlando al sistema de ventilación, por esta razón deberá garantizarse la continuidad de servicio para que en el caso de una emergencia, llegase a fallar el sistema primario, con el sistema de respaldo se garantiza la continuidad del servicio sin sufrir ningún contratiempo el control del sistema de ventilación, debiéndose reincorporar a la mayor brevedad el sistema primario una vez resuelta la falla y terminado el caso de emergencia.

## BLOQUE K

En todo sistema de control se tiene una etapa en la que se da fin a todo proceso o actividad de un sistema. En este caso, para el bloque K se trata de la finalización de las operaciones del sistema de control de los ventiladores. Las actividades que se realizarán en la finalización de las operaciones del sistema son las siguientes:

Se deberá asegurar dejar al sistema de ventilación totalmente parado.

Se deberá modificar todo el sistema a las condiciones finales que son las mismas a las condiciones iniciales, para que en el caso de reiniciar cualquier otra actividad u orden, el sistema esté listo, tanto desde M.L. como M.R.

Estos cambios serán obligados antes de desconectar la alimentación eléctrica de todo el sistema que sólo podrá realizarse desde Mando Local.

Estas condiciones deberán ser las siguientes;

Cuando la finalización se hace desde M.R.:

No deberá estar definido el número de ventiladores a funcionar.

No deberá estar definida ninguna orden.

Cuando la finalización se hace desde M.L.:

No deberá estar definido el número de ventiladores a funcionar.

No deberá estar definida ninguna orden.

No deberá estar definido ningún Mando,

Así, cuando se realice la siguiente operación' ú orden, ésta se realizará desde el inicio, es por esta' razón que este bloque realimenta al sistema en el bloque J.

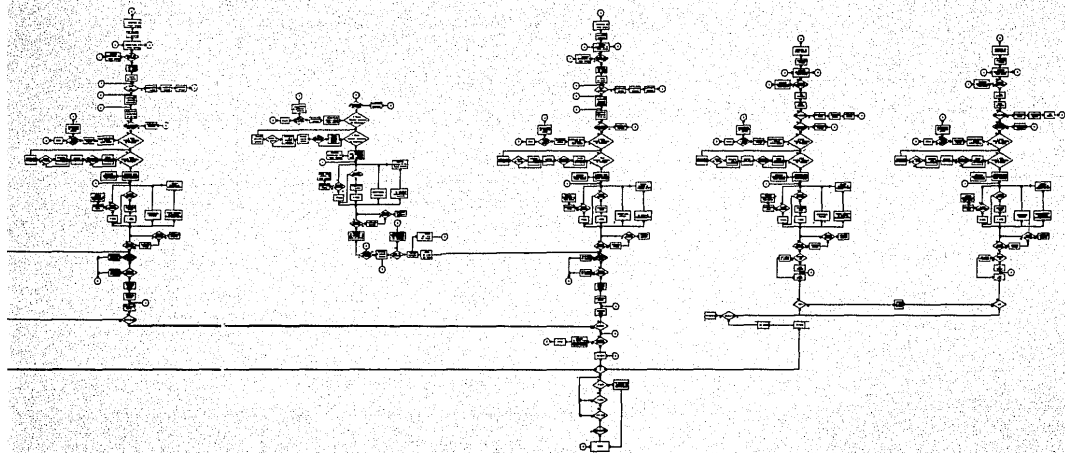
### 3.2 DIAGRAMA DE FLUJO.

Para complementar la descripción del funcionamiento del sistema de control de ventiladores y tener una más amplia idea de la operación del sistema, en el presente capítulo se anexa un diagrama de flujo el cual nos muestra en forma detallada la secuencia o flujo de cada una de las operaciones, órdenes y decisiones que se realizan dentro del funcionamiento del sistema de Mando y Control de Ventiladores y no en forma de bloques como el ya descrito en 3.1

El Diagrama de bloques mencionado describe también el Diagrama de Flujo, ver la siguiente Fig. 2.







DATA DE WYKONANIA

## CAPITULO IV

### DISEÑO Y CALCULO DEL SISTEMA DIGITAL PARA EL MANDO Y CONTROL DE LOS EQUIPOS DE VENTILACION.

#### 4.1 DESCRIPCION DEL DISEÑO Y CALCULO DEL CIRCUITO ELECTRONI CO A TRAVES DE UN DIAGRAMA DE BLOQUES.

Una vez definidos los criterios operativos -- que regirán el sistema de control de ventilación, y que se han descrito y ordenado a través del diagrama general de bloques y el diagrama de flujo presentados en el capítulo III, y reunidos todos los elementos necesarios -- para la elaboración del diseño electrónico que cumpla -- con todas las funciones y criterios operativos ya defini dos para el cálculo y diseño del circuito, se procede -- primeramente a elaborar un diagrama de bloques, con el -- objeto de que el cálculo y diseño se realice por bloques, y al final se muestre todo el diseño ya conjuntado, de -- esta forma, el lector podrá comprender con mayor facili dad todo el procedimiento.

En el diagrama se definen claramente cada blo- que, y en cada uno de ellos en forma paralela, se va rea lizando el cálculo, y diseñando, y al mismo tiempo que -- se explica la función de cada uno de estos bloques, ver- fig. A. Al final del Capítulo.

"DIAGRAMA DE BLOQUES"

ML

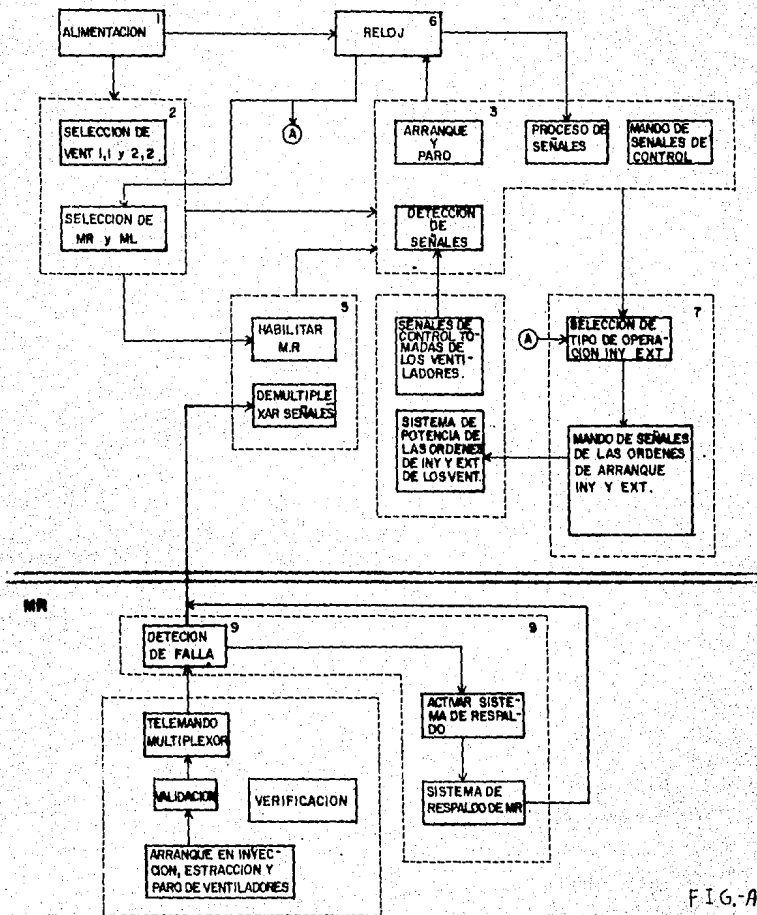


FIG.A

## BLOQUE I

A través de este bloque, se describe el único objetivo que se plantea; el de servir de fuente de alimentación y energía a todo el circuito electrónico, a un voltaje de 12 V CD, ver fig. 1

Partiendo de que la alimentación se toma de la línea de 220 V a 60 Hz, misma que alimenta a los motores, primeramente se coloca un interruptor de 1 polo-2 tiros, el cual sirve para energizar el sistema, enseguida se coloca un fusible con capacidad de 3 Amp -- que sirve como protección del sistema, después del fusible se coloca una lámpara piloto, la cual sirve para indicarnos cuando está encendida, que el circuito está energizado.

Esta lámpara es de neón y se encuentra conectada en serie con una resistencia de 44 ohms.

En seguida, se encuentra un transformador, el cual nos reduce el voltaje de 220 V a 18 V AC, este transformador se selecciona con tapa central en el lado secundario. Posteriormente, este voltaje reducido se rectifica, cambiando de voltaje alterno a voltaje directo, que es el requerido por el circuito electrónico, esto se logra pasando la señal por un puente rectificador de onda completa, utilizándose 2 diodos de la misma capacidad del transformador (3 Amp), enseguida de los diodos, se encuentra un condensador que se utiliza de filtro, con el objeto de eliminar el factor de rizo, y tener el voltaje lo más directo posible.

Como la fuente rectificadora es del tipo de on-  
da completa. se tendrá una  $F = 120 \text{ Hz}$ . y suponiendo una  
carga resistiva de  $6 \text{ ohms}$ . se calculará el valor de la -  
resistencia de acuerdo a la siguiente fórmula. debiéndose  
se cumplir la condición de que la constante de tiempo --  
 $R_L C \geq 8.33 \text{ ms}$ , al menos 10 veces mayor.

V de salida = 12V  
Corriente  
de la Carga = 1A.

$$R_L C = 83.3 \text{ ms}$$

$$R_L = \frac{12}{1} = 12 \text{ ohm}$$

$$R_L C = 12(8400 \text{ uf}) = 100800 \times 10^{-6} \text{ s}$$

$$= 100.8 \text{ ms}$$

Posteriormente. la señal ya rectificada pasa por un regu-  
lador de tensión del tipo seguidor emisor, el cual consta  
de un transistor, de una resistencia conectada entre base  
y colector, y de un diodo zener entre base y tierra. que-  
se utiliza para fijar el voltaje de referencia, en este -  
caso de  $12 \text{ V CD}$ , por lo tanto, se selecciona de esta capa  
cidad.

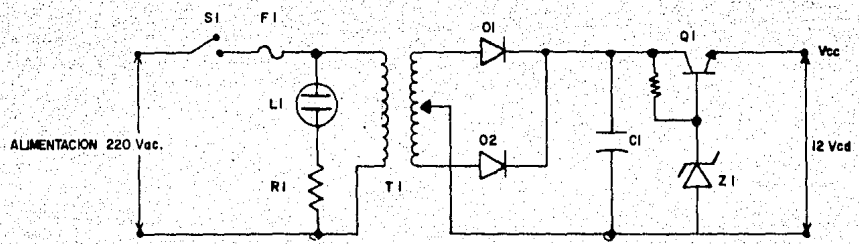
La resistencia que se encuentra colocada entre-  
la base y el colector del transistor, se calcula de acuer-  
do a la fórmula 1, y la potencia de disipación de la re-  
sistencia está dada por  $I^2 R$ .

$$(1) R_2 = \frac{V_{in} - V_2}{I_{b \max} + I_{2 \min}} = \frac{18 - 12}{\frac{6}{1} + 1} = \frac{6}{7} = .85 \text{ Kohm}$$

$$I^2 R = .85 \text{ Kohm} (7)^2 = 41.61 \text{ miliwatts}$$

El objetivo de la regulación del voltaje, es para que en el caso de sufrir alguna caída de tensión en la alimentación principal, se pueda mantener en forma constante el voltaje que alimenta al circuito, a 12 V CD., aunque por el tipo de tecnología que utilizamos (CMOS), se tiene la gran ventaja de disponer de un gran margen en su voltaje de alimentación  $V_{DD}$ , que es de 3V a 15 V.

D-1	Diodo Rectificador	6A
D-2	" "	6A
D-3	Diodo Zener	12 V
C-1	Capacitor de	8400 uf
R-1	Resistencia de	440 ohm
R-2	" "	.85 Kohm
T	Transistor Tipo	TIP 41A , Steren



ALIMENTACION  
AL CIRCUITO.



## BLOQUE 2

En este bloque como se observa en la fig. A, se realizan 2 funciones, la de selección de Tipo de Mando, - así como la selección del número de ventiladores a funcionar. El diseño eléctrico que se muestra en la fig. A, recibe la alimentación eléctrica a través del bloque 1.

Se dispondrá de dispositivos (Botones) de acción momentánea, tanto para la selección de M.R. y M.L., como para la selección de ventiladores 1, 1 y 2, 2, con su respectiva validación.

Siguiendo el Diagrama de la fig.2 posterior a - los dispositivos de selección del número de ventiladores, se diseña un sistema de compuertas lógicas que cumpla con los siguientes requisitos:

Cuando se accione el dispositivo de ventilador 1, la señal pase exclusivamente a activar ventilador 1, - cuando se accione el dispositivo ventilador 2, la señal - pase exclusivamente a activar el ventilador 2, y cuando - se accione el dispositivo ventilador 1 y 2 se accionen o activen los ventiladores 1 y 2.

Para el diseño de estas compuertas, se utiliza una tabla de verdad, y con el auxilio del álgebra Boleana se obtiene el siguiente circuito. Ver Fig. B

Cada una de estas señales obtenidas A (ventilador 1) y B (ventilador 2), alimentan una compuerta AND 5 y 6, de doble entrada que comparten con la señal de validación, con el objeto de que únicamente oprimiendo en forma simultánea el botón de la orden y el de validación pueda pasar la señal de orden a través de estas compuertas - AND. Una vez pasada la señal de la orden, ésta alimentará un Flip-Flop, uno por cada señal, en la cual se almacenará para posteriormente realizar esta selección. Estos FFs se contemplan del Tipo MM54C107/MM74C107.

Posteriormente la salida (Q) de cada uno de los FFs alimenta a 2 compuertas AND de 4 entradas, las 3 entradas libres que quedan de las compuertas AND se comparten con las señales que realizan la selección del tipo de Mando (Mando Remoto y Mando Local), anexándose también la señal de validación que tiene el mismo objetivo al descrito para la selección del número de ventiladores.

Estas señales están conectadas como ya se mencionó, a las compuertas AND 1, 2, 3, 4, de tal forma que su lógica deberá cumplir con las siguientes condiciones:

Solamente podrá activarse para una señal las compuertas AND 1 y 3 que corresponden a MR, y para otra señal las compuertas AND 2 y 4, de ML.

Se habilitan 2 compuertas por señal, ya que éstas corresponden a los 2 ventiladores que se manejan.

En caso de que se tengan las 2 señales (MR y ML), en forma simultánea por cualquier motivo, éstas se bloquearán recíprocamente.

La selección del Tipo de Mando a través de sus correspondientes dispositivos, es la siguiente:

Para la selección de un mando se deberá oprimir en forma simultánea el botón de la orden junto con el de validación.

Para el caso de que se oprima en forma voluntaria o accidental los 2 dispositivos de las órdenes, éstas deben bloquearse.

Posteriormente a la salida de estas compuertas AND, se conectan a varios FFs de la siguiente manera:

La salida de la compuerta AND 1 alimenta al FF-1 y a una compuerta OR, a través de la salida del FF-1 se manda una señal C con el fin de tener al ventilador 1 habilitado y preparado para recibir cualquier orden de M.R. y en forma paralela la compuerta OR-1 activará al FF-5, el cual mandará una señal 2 que es la que habilitará el Mando Remoto.

A la salida de la compuerta AND 3, se le da el mismo fin, sólo que para el ventilador 2, y la salida de la compuerta OR-1 que alimenta al FF-5 habilitará al MR - almacenándose esta señal en el FF.

Para el caso de que las salidas de las compuertas AND 2 ó AND 4, que están conectadas a los FF 3 y 4 se activen, éstas habilitarán a los ventiladores 2 y 1 respectivamente, a través de Mando Local, o sea que los ventiladores recibirán las órdenes a través de este Mando.

Todos los FF's manejados en este bloque reciben una señal 0, proveniente de la orden de Paro, la cual - - aclarará o pondrá en nivel lógico bajo todas las salidas de los FF's y así colocar al sistema de control en condiciones de realizar una nueva orden.

La descripción y características eléctricas de los Circuitos Integrados en este bloque, se obtienen del CMOS DATA BOOK.

TABLA DE VERDAD

ENTRADA			SALIDA	
1	1,2	2	A	B
1	0	0	1	0
0	0	1	0	1
0	1	0	1	1

$$A = 1(\overline{1,2})\overline{2} + \overline{1}\overline{2}(1,2)$$

$$B = \overline{1}(\overline{1,2})2 + \overline{1}\overline{2}(1,2)$$

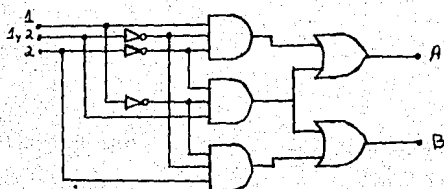
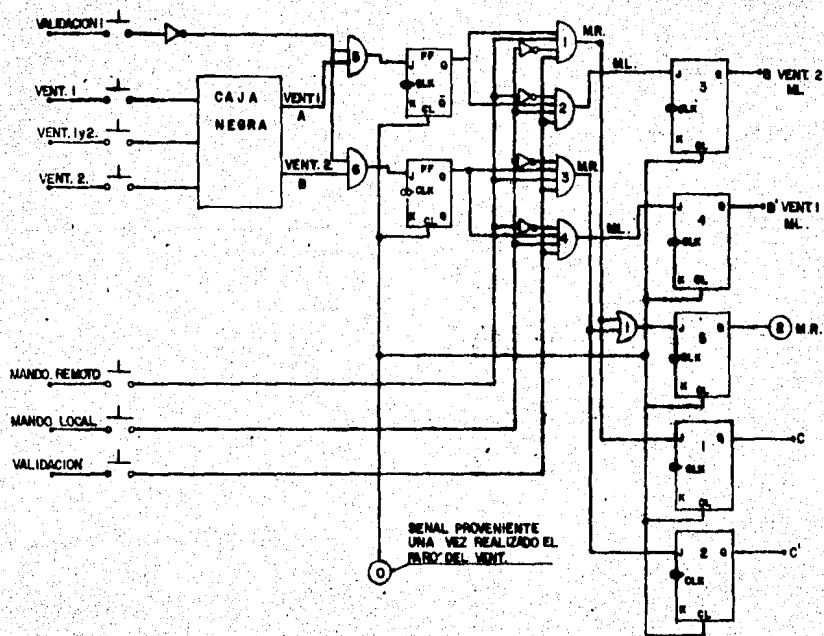


FIG-B



### BLOQUE 3

Este bloque se divide en 2 partes desde el punto de vista funcional, el arranque y paro de los ventiladores a través de Mando Local.

Para el arranque, deberán cumplirse ciertas -- condiciones ya definidas, y que son las óptimas para el correcto arranque de este sistema ventilador. Para el caso del paro de Ventiladores, éste se realizará en forma inmediata en caso de percibir ciertas señales indeseadas ya definidas; también el paro de ventiladores se realizará en forma voluntaria.

El diagrama que se muestra en la fig. 3, deberá contemplarse para cada uno de los ventiladores, y se habilitará a través de la selección de M.L.

La parte del circuito, ver fig. 3, que contempla el arranque, se diseñó tomando en cuenta las condiciones que permiten o bloquean la realización de la orden de arranque, que son las siguientes:

Para el arranque no deberá existir señal de vibración anormal nivel 2, ni señal de corto circuito.

Las compuertas deberán estar en posición de cerrado.

Se bloqueará el arranque que teniendo señal de vibración anormal 2, de corto circuito y que las compuertas estén en posición de abiertas.

Dentro del circuito electrónico de la fig. 3, para realizar la orden de arranque, se dispondrá de 2 -- dispositivos (Botones) de acción momentánea, uno, el de -

la orden y el otro, el de validación, que deberán oprimirse simultáneamente para poder ejecutar esta orden; el dispositivo de la orden es habilitada por la señal B proveniente del Bloque 2, cuando se ha seleccionado ML.

Las 2 señales (la orden y la validación), habilitan la compuerta AND 1, y ésta a su vez la compuerta - OR 1, la cual alimenta a otra compuerta AND 2 de 4 entradas, las otras 3 entradas de la compuerta AND 2 en condiciones normales deberán estar en nivel alto, así cuando se realiza la orden de arranque, se habilitará esta compuerta AND 2, la cual alimenta un monoestable del tipo - CD4047BM a través de un inversor, este monoestable se utiliza para transferir la señal a un Flip-Flop del tipo - MM54C107, que almacenará la señal de arranque de los ventiladores.

En el caso de que se detecte, tanto la señal de vibración anormal nivel 2 como la señal de corto circuito, la compuerta AND 2 recibirá una señal nivel bajo, la cual inhabilitará esta compuerta y bloqueará la orden de arranque de los ventiladores. La otra señal de entrada de la compuerta AND 2 es la señal de compuerta abierta o cerrada, que es controlada a través de un Flip-Flop del tipo - MM54C107, el cual cuando detecta señal de compuerta cerrada, coloca a la salida del FF  $Q = 1$  que habilita la compuerta AND 2, quedando el sistema listo para ejecutar la orden de arranque, en caso contrario de que se detecte señal de compuerta abierta, esta señal coloca a la salida del FF  $Q = 0$ , bloqueando la compuerta AND 2 y, como conse

cuencia, la orden de arranque de los ventiladores desde cualquier Mando.

Antes de realizar la orden de arranque desde ML deberá primeramente de seleccionarse el tipo de operación con que arrancarán los ventiladores (Bloque 7), una vez ya definido se podrá oprimir el botón de la orden de arranque.

A través de la salida Q del monoestable alimentado por la compuerta AND 2, se manda una señal 2 al contador (Bloque 6), para iniciar el conteo de las señales de 30 seg. y de 5 min.

El monoestable a través de su salida Q, alimentará a un FF del tipo MM54C107 que almacenará la señal de arranque; a través de la salida Q del FF se mandará una señal A que habilitará el Bloque 7, y junto con la señal de 30 seg., alimentarán la compuerta AND 3, para que en el momento de que hayan transcurrido los 30 seg. a partir del arranque, se habilite esta compuerta y se mande la señal de abrir compuerta. La salida Q de este mismo FF y la señal de 5 min., alimentan una compuerta OR 5 con el fin de que con cualquier señal de nivel alto, se habilite y mande la señal de cerrar compuertas.

Estos niveles altos que habilitan estas compuertas se obtienen de la siguiente forma: La señal  $Q = 1$  se obtiene cuando los ventiladores han sido parados, y la señal de 5 min. = 1 se obtiene cuando ya ha transcurrido este tiempo en el contador, habilitando la compuerta OR 5, esta señal se utiliza para reconfirmar el cierre de la --



compuerta del ventilador.

En este Bloque se manejan 2 señales adicionales, que son tomadas del Bloque 2 y que corresponden a la habilitación de la operación u orden de arranque a través de M.R.

Estas señales corresponden a C y J, las cuales alimentan una compuerta AND 4, que será habilitada solamente con las 2 señales en nivel alto; la señal C indica que ese ventilador es el seleccionado y la señal J es la orden de arranque del ventilador a través de MR., y la salida de la compuerta AND 4 se conecta a la otra entrada de la compuerta OR 1, habilitándose estas 2 compuertas; - por lo tanto, se habilitará la compuerta AND 2, siempre y cuando las demás entradas estén en nivel alto (Condiciones Normales), para realizar la orden dada desde Mando Remoto.

Para el caso del paro de ventiladores, se manejan varias señales indeseadas que en caso de detectarse, por lo menos una de ellas, deberán pararse en forma inmediata los ventiladores; algunas de estas señales son: Vibración anormal nivel 2, corto circuito, señal de 5 min.

También se tendrá una señal con la cual se realizará el paro de ventiladores en forma voluntaria, por medio de su respectivo botón de acción momentánea.

Este conjunto de señales alimentan una compuerta OR 3 de 4 entradas que en caso de detectarse, cuando - menos una señal (nivel alto), se habilitará la compuerta

y ésta mandará una señal a la entrada K del FF / 2. la -  
cual se desactivará poniendo a su salida Q = 0, mandando  
parar el ventilador.

La señal de paro de ventiladores junto con la -  
señal I (que es la señal de la orden de paro desde M.R.),  
y que podrá activarse si el M.R. está habilitado), alimen-  
tan una compuerta OR y la salida de ésta, se conecta a -  
una de las entradas de la compuerta OR 3; por lo tanto, -  
si se manda una señal de orden a través del botón de paro  
de ventiladores en forma voluntaria, se activarán estas 2  
compuertas y se asegurará la realización de la orden.

En caso de que el M.R. esté habilitado y se or-  
dene el paro de ventiladores, la señal I habilitará estas  
2 compuertas para asegurar la ejecución de la orden de -  
paro.

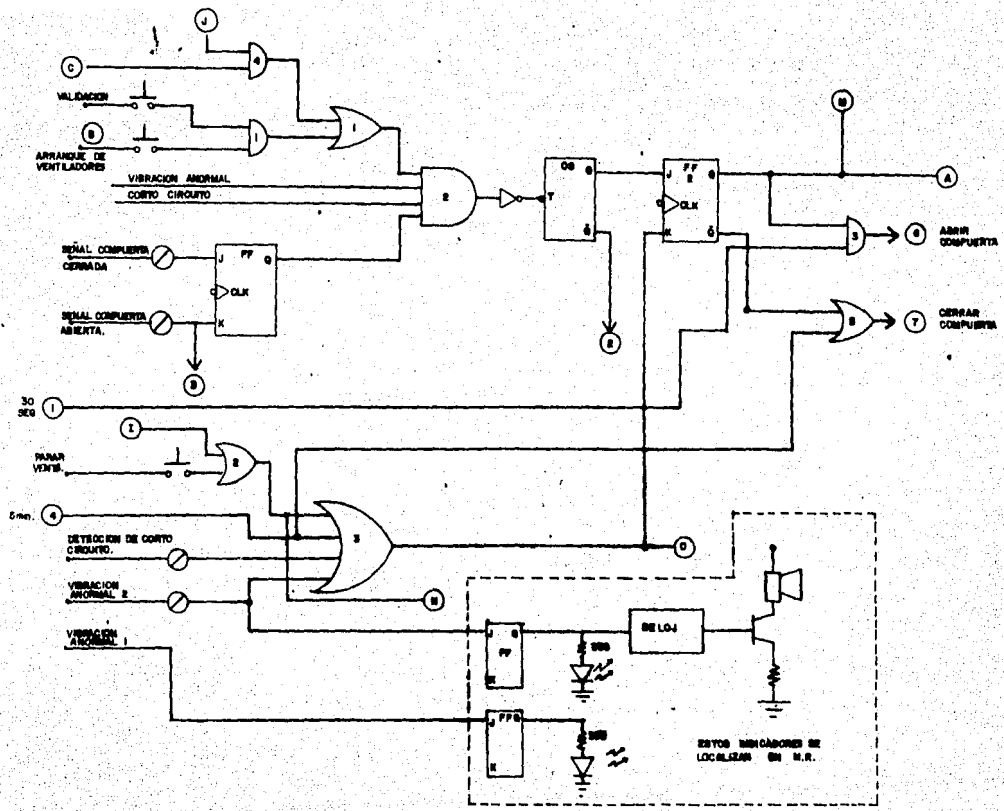
Para el caso de que los ventiladores se paren -  
en forma involuntaria por la detección de vibraciones, es-  
ta anomalía se deberá indicar y precisar en sus 2 niveles  
al operador del sistema de la siguiente manera: Cuando se  
detecte vibración anormal nivel 1 se activarán únicamente  
un indicador luminoso, y cuando se detecte vibración anor-  
mal nivel 2, se deberá activar un indicar luminoso junto  
con una alarma sonora.

Como se observa en la Fig.3, cada una de estas  
2 señales activa un FF, el cual activará a su correspon-  
diente indicador, que se localizará en la platina de M.R.  
con el propósito de que el operador se entere de esta - -

anomalía, y él mismo tenga que rearmar la alarma e indicadores.

Al final del capítulo se observa el Diagrama de Conexiones del Monoestable, y para la descripción de las características eléctricas de los Circuitos Integrados utilizados en este bloque, se obtienen de los libros CMOS DATA BOOK y LINEAR DATA BOOK.

- 103 -



ESTOS INDICADORES SE LOCALIZAN EN N.R.

#### BLOQUE 4

Este bloque para su mejor comprensión, se ha dividido en 2 partes: En la primera, se describe la forma como se realiza el cambio de giro del motor a través de las señales lógicas que se obtienen del bloque 7, y la verificación de estos cambios a través de señales tomadas de la alimentación del motor posterior a los contactos principales, estas señales activarán su respectivo indicador, verificando la ejecución de la orden dada.

En la segunda parte del bloque se describe la forma en que se controlará la apertura y cierre de las persianas del ventilador por medio de señales lógicas provenientes del bloque 3; así también, se tomará una señal posterior a los contactos SLA y SLC que se utilizará para indicar el estado o posición en que se encuentran las persianas, enviándose estas señales al mismo bloque 3.

La forma en que se realizará el cambio de giro del motor del ventilador será cambiando las fases de la alimentación trifásica principal, como se observa en la Fig.4.

Si se cierran los contactos a,b,c, la posición de las fases queda A,B,C, por lo tanto, el ventilador girará en inyección; en cambio, si los contactos que se cierran son a',b',c', las fases quedan C,B,A, por lo tanto, el ventilador girará en extracción; algo que no podrá suceder es que los 6 contactos se cierren al mismo tiempo, esta condición se contempla en la lógica que controla

estas señales.

A través del bloque 7 se obtienen 2 señales (la inyección y extracción), las cuales a través de un circuito optoacoplador, se activará y desactivará un relevador que controle la apertura y cierre de los contactos de la alimentación del motor y aislar eléctricamente la señal de bajo voltaje con la señal de 220 V.

Como se observa en la figura, el circuito se repite 2 veces, una para cada señal, ya que cada señal controla diferente grupo de contactos.

Este circuito optoacoplador funciona de la siguiente manera: Se utiliza un Circuito Integrado Optoacoplador, el cual a través de un nivel lógico alto en su entrada 1, activa un Led emisor de luz y éste a su vez, activa un Triac mandando una señal por sus salidas 5 y 6.

La aplicación que se le da a este integrado es que a través de sus salidas 5 y 6, se mande una señal lógica que active un Triac de potencia a un voltaje de 220 V, teniendo como carga el relevador que controla los contactos principales.

Como se observa, por medio de una señal de bajo voltaje del circuito se controla una señal a 220 V. La mayor ventaja que se obtiene de este CI, es la de que algún ruido producido en la señal de alto voltaje (220 V), queda totalmente aislada de el circuito de control (bajo voltaje).

Así, si deseamos arrancar el ventilador en inyección, se deberá colocar una señal de nivel lógico alto

a la entrada, para que se active el Triac y el relevador cierre los contactos correspondientes, en este caso a, b, c.

Este tipo de procedimiento se aplica de la misma forma a la señal de extracción.

Por requisito operativo, se deberá detectar la verificación de la orden dada, por tal razón, se toman 2 señales de la alimentación principal del motor, entre los contactos que maneja el relevador y el motor, una de ellas se alimenta con las fases A, B, C, y la otra con las fases C, B, A, estas señales con X, Y y Z, W, obsérvese el diagrama. Como estas señales son tomadas a 220 V a través de un transformador reductor, se obtiene un voltaje a 18 V ac, el cual a través de un rectificador y un filtro, se obtendrá una señal de 12 V cd, la salida del puente rectificador se conecta a un OPAM comparador, el cual al detectar alguna señal se habilita y activa un Led que indicará que está funcionando el ventilador de acuerdo a la posición de las fases.

Para la segunda parte de este bloque, se manejan los mismos circuitos, sólo que para diferentes señales y órdenes.

Las señales que se manejan son: Las de abrir y cerrar las compuertas o persianas de los ventiladores, lográndose este objetivo por medio de un pequeño motor bifásico 220 V.

También se toman 2 señales, las cuales nos indicarán la -

posición de las persianas y así poder determinar si se mandan abrir o cerrar las persianas, lo cual dependerá del caso que se presente ya contemplado en la lógica del circuito del bloque 3, de la cual salen y llegan las señales manejadas en este bloque.

Como se utilizan los mismos circuitos, la descripción del funcionamiento del circuito es la misma dada anteriormente, pero daremos una descripción funcional a través de un ejemplo.

Como condiciones iniciales, tenemos el ventilador parado y las compuertas abiertas; por lo tanto, el switch SLC está cerrado y la señal AC se encuentra activa, indicando que las compuertas están abiertas; esta señal se transmite al bloque 3 que inhabilitará el arranque posteriormente, desde el bloque 3 se manda la señal de cerrar compuertas, al momento de cerrarlas, el SLC se abre y se cierra el SLA, por lo tanto, se desactiva la señal AC y se activa la señal AB (compuerta cerrada), la cual habilitará el arranque del motor y una vez transcurridos los 30 seg., desde el bloque 3 se manda una señal de abrir compuertas, abriéndose éstas por medio del motor bifásico al cual le llegó la señal, por lo tanto, se abre SLA y se cierra SLC, al mismo tiempo que se desactiva la señal AB y se activa AC (compuerta abierta).

Los switches SLC y SLA que se manejan en este bloque son de tipo mecánico, los cuales se abren y se cierran por medio de una biela que se desplaza con el movimiento de las persianas o compuertas. Estos switches signi

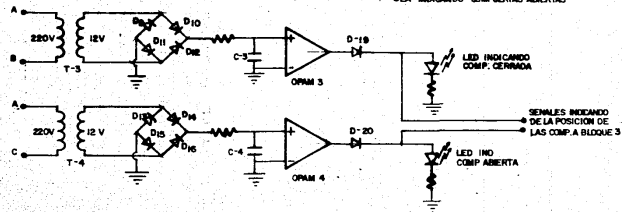
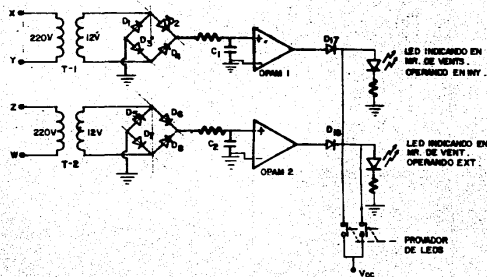
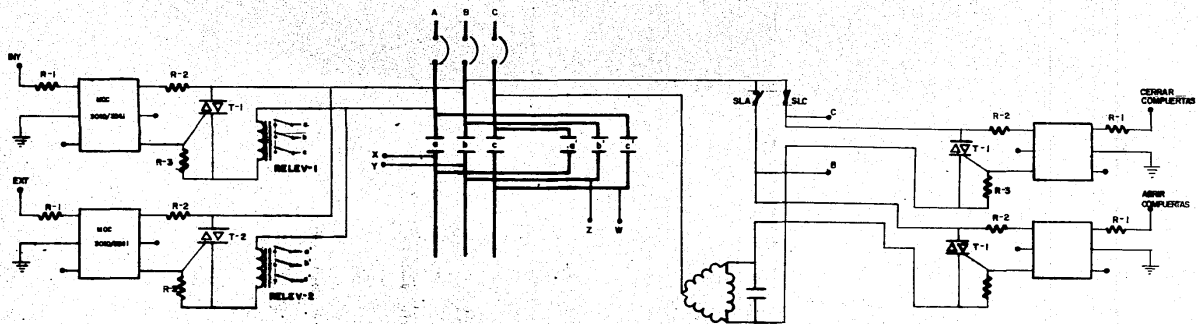


fican:

SLC switch límite normalmente cerrado. Cuando SLC está cerrado, es que el motor deberá arrancar e iniciar el cierre de las compuertas.

SLA switch límite normalmente abierto. Cuando SLA está cerrado, el motor deberá arrancar e iniciar el abrir de las compuertas.

La descripción de las características eléctricas de los Circuitos Integrados utilizados en este bloque se obtienen de los libros LINEAR DATA BOOK, OPTOELECTRONICS DEVICE DATA.



S.L.C. INDICANDO COMPUERTAS CERRADAS  
S.L.A. INDICANDO COMPUERTAS ABIERTAS

## BLOQUE 5

Observando el diagrama del bloque 5, la habilitación de M.R. se logra a través de la compuerta AND 1 que recibe en una de sus entradas la señal Z, a través de la cual se realiza la orden de habilitación de M.R. (con nivel lógico alto), proveniente del Bloque 2.

A través de su segunda entrada se reciben las señales telemandadas desde M.R., estas señales son pulsos ya definidos que son retransmitidos por la salida de la compuerta AND 1 a un contador MOD-4.

Para el caso en que la señal Z sea nivel cero, los pulsos que se reciben a través de la segunda entrada de la compuerta se bloquean, por lo tanto, no se realiza ninguna orden, este es el caso en que M.R. se encuentra inhabilitado; esta operación se realiza en el bloque 2.

El contador MOD-4 recibe el tren de pulsos en su entrada de reloj CLK, el cual los contará e indicará en forma binaria a su salida que está conectado a un Demultiplexor.

Este contacto se construye utilizando 2 Flip-Flop del tipo CI MM54C107, los cuales se conectan en forma síncrona, vease Fig.5.

Para el caso del Demultiplexor se diseñó uno a base de CI compuertas OR y AND, por no encontrar un CI que se adapte a los requerimientos del circuito. Su diseño se basa en una tabla de verdad que cumple con estos requerimientos, ésta se muestra en la figura del diagrama

de conexiones del Demultiplexor, al final del capítulo.

La entrada única I se conecta a Vcc para que - siempre esté en nivel alto y sea transmitido a cualquiera de sus 4 salidas ( $O_{0-3}$ ), según la posición en que se pare el contador MOD-4, el cual está conectado a las 2 entradas selectoras ( $S_0, S_1$ ) del Demultiplexor. Por ejemplo, si el contador se detiene en la posición  $S_0=0$  y  $S_1=1$ , la señal (nivel alto) de la entrada I se transmite a la salida  $O_2$ , la cual se pone en nivel alto y ocasiona que los ventiladores arranquen en forma de extracción.

A continuación, se indica la orden que se le - asigna a cada una de las salidas O: A la salida  $O_0$  se le asigna la orden de inyección, la salida  $O_1$  no tiene ninguna asignación, a la salida  $O_2$  se le da la orden de extracción y a la salida  $O_3$ , se le da la orden de paro.

Las salidas  $O_1$  y  $O_2$  se conectan a una compuerta OR 2 de doble entrada, en la cual a su salida manda una - señal J, que es la señal de arranque y alimenta al bloque 2. Cada una de estas salidas  $O_1$ ,  $O_2$ , alimentan a un temporizador, el cual retrasa en un corto tiempo las señales - G y H que alimentan el bloque 7.

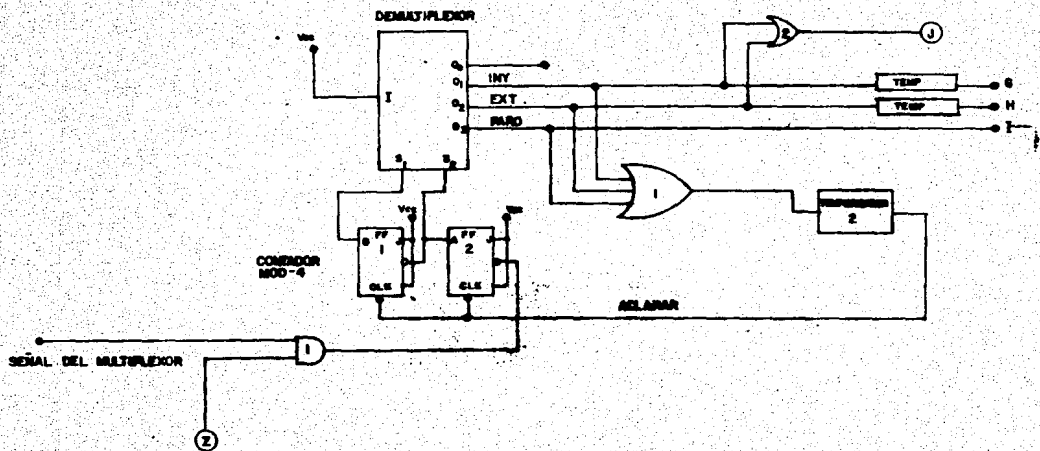
El propósito de este retardo con respecto a la - señal J, es que en el bloque 7 se tenga la señal A ya activada, para que en cuanto llegue cualquiera de las señales G y H, se habilite una de las dos compuertas AND que se alimentan e iniciar el arranque en el tipo de operación que se ordenó.

Las 3 salidas del Multiplexor  $O_1$ ,  $O_2$ ,  $O_3$ , alimentan una compuerta OR 1, la cual al recibir cualquier señal habilitará a un temporizador que retarda la señal que alimenta la entrada CL del contador MOD-4. El propósito de retardar la señal que aclara al contador es la de dar el tiempo suficiente a que se realice la orden dada desde MR y poner en ceros al contador, y que el sistema esté listo para recibir la siguiente orden.

El contador está conectado de tal forma, que por cada pulso en la entrada CLK de los FF's, su salida conmutará al estado opuesto; las entradas J, K de los FF's se colocarán a nivel lógico 1. La señal CLK para el FF 2 vendrá de la compuerta AND 1 y su salida A del FF 2 será la señal CLK del FF 1, de esta forma, el contador será MOD-4, el cual será aclarado con una señal (nivel alto), a la entrada CL de los 2 FF's.

La descripción de las características eléctricas de los Circuitos Integrados utilizados en este bloque, se obtienen de los libros LINEAR DATA BOOK, OPTOELECTRONICS DEVICE DATA.

Al final del capítulo se observa el Diagrama de Conexiones del Demultiplexor.



## BLOQUE 6

La finalidad que se pretende en este bloque es la de generar 3 señales, una de ellas, la de reloj que alimentará la entrada CLK de todos los FF's del circuito, también será la señal que alimente al reloj. Las otras 2 señales se obtienen del contador y son: La señal de 30 seg. transcurridos, y la señal de 5 min. transcurridos.

Como se observa en la Fig. 6, a través del CI CD4047BM se genera una señal a una frecuencia de 1 KHz, de la cual directamente sale la señal de reloj a los FF's, esta misma señal pasa a través de 3 circuitos divisores entre 10 para que, al final del 3er. circuito tener una frecuencia de 1 Hz; en este caso, se utilizaron 3 circuitos del tipo CD4017BM.

El objetivo de haber generado primeramente una frecuencia de 1 KHz, y después dividirla entre 10, 3 veces para al final obtener la frecuencia de 1 Hz que es la señal que alimenta al contador, es la de obtener una gran estabilidad en la señal de 1 Hz, que es la que se requiere.

La frecuencia de 1 Hz., será la señal de entrada del contador, el cual consta de 3 CI contadores decimales del tipo CD4017BM que podrán contar hasta el número 999; las salidas de estos CI se conectan a 4 switches de 10 contactos, las cuales se programan de tal manera que solo dejen pasar la señal deseada.

Para la señal de 30 seg., el SW-1 se coloca en 0, y el SW-2 se coloca en 3; así, cuando transcurran 30 pul-

sos a una  $F = 1$  HZ, este tiempo representará los 30 segundos, por lo tanto, los 2 SW dejarán pasar su respectiva señal, las cuales alimentan una compuerta AND de 2 entradas que se habilita y activa un FF que almacenará esta señal para posteriormente enviarla al Bloque 3.

Para la señal de 5 min., se escoge el mismo SW-1, el SW-3 se coloca en 0 y el SW-4 se coloca en 3, esto significa que deberán pasar 300 pulsos a una  $F = 1$  HZ para que se coloquen en nivel alto los 3 SWs, estos 300 pulsos representan los 5 min., ya que si multiplicamos los 5 minutos por 60 que son los segundos por cada minuto, nos resulta  $5 \times 60 = 300$  segundos, y cada segundo equivale a un pulso a una  $F = 1$  HZ.

Las señales de los SWs alimentan a una compuerta AND de 3 entradas, la cual habilita y activa un FF que almacenará esta señal para posteriormente enviarla al Bloque 3.

Las características eléctricas de los CI utilizados en este bloque, se obtienen del libro CMOS DATA BOOK.





## BLOQUE 7

Por medio de este bloque se podrá seleccionar el tipo de Operación (Inyección o Extracción), de los Ventiladores desde M.L.

Como se observa en la Fig. 7 del bloque 7, se dispondrá de 3 botones de acción momentánea correspondientes a las órdenes de Inyección, Extracción y Validación.- Posteriormente, se hace un arreglo con las compuertas AND 1 y 2 de 3 entradas cada una, que deberán cumplir con las siguientes condiciones para la realización de alguna de las órdenes:

Para realizar alguna orden, deberán oprimirse en forma simultánea 2 botones, uno de ellos será el de la orden deseada, y el otro el de validación; este procedimiento es exclusivo para activar una orden.

Cada orden dada deberá bloquear a la otra, para que en el caso de que por error se opriman los 2 botones de las 2 órdenes, éstas se bloqueen.

Para el caso de que solo se oprima un botón, tanto el de Inyección, Extracción, Validación, no se realizará ninguna orden.

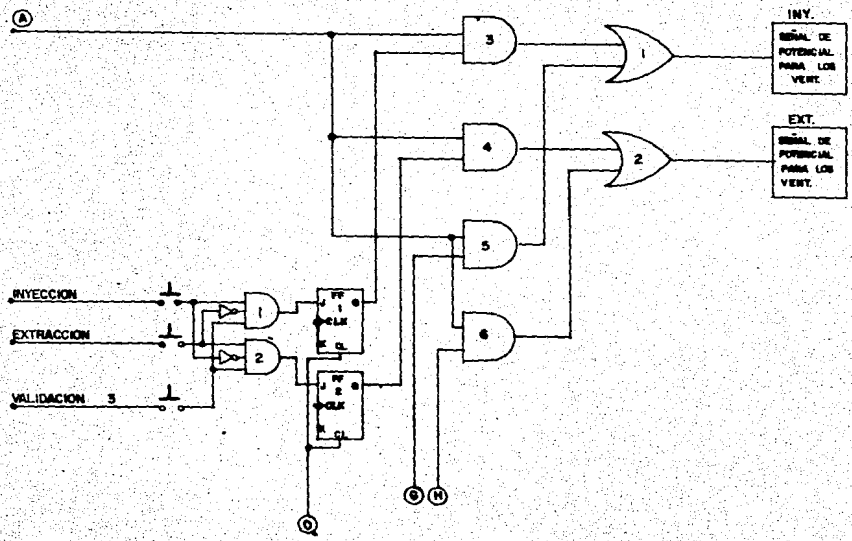
La salida de cada una de las compuertas AND 1 y 2 se conecta a 1 FF, los cuales almacenarán la señal de la orden dada. La salida Q de cada uno de estos FF's, alimenta una de las entradas de las compuertas AND 3 y 4 de doble entrada, a las cuales en su segunda entrada, se conecta una señal común A, que es la señal de la orden de -

arranque y que activará una de las dos compuertas AND 3 6 4, dependiendo del FF que se habilitó por la orden dada - (Inyección, Extracción).

La salida de las compuertas AND 3 - 4, se conecta a una de las entradas de las compuertas OR 1-2, respectivamente, las cuales transmiten la señal de arranque al Bloque 4.

A las compuertas OR 1-2 en su segunda entrada, se conectan 2 señales provenientes de la salida de las compuertas AND 5-6, de 2 entradas; el fin de estas compuertas es el de realizar la misma lógica de las compuertas AND 3-4 ya descrita, con la variante de que las 2 señales G y H provienen del bloque 7, y que representan los órdenes de Inyección y Extracción desde M.R., que se anejan en este bloque para continuar la realización de dichas órdenes. Estas señales podrán recibirse siempre y cuando esté habilitado el sistema de M.R., e inhabilitado el de M.L.

Las características eléctricas de los C.I. que se utilizan en este bloque, se obtienen del libro CMOS - DATA BOOK.



## BLOQUE 8

Desde Mando Remoto se podrán realizar las órdenes de Arranque en Inyección, Arranque en Extracción, y Paro de ventiladores que deberán sincronizarse con la señal de validación para poder ejecutar la orden, el circuito electrónico se muestra en la Fig. 8, el cual se describe en este bloque para su mejor comprensión.

Los órdenes se realizarán por medio de botones de acción momentánea, que se conectan a las entradas de las compuertas AND 1-3, las conexiones a estas compuertas se realizan con un arreglo que cumpla con las siguientes condiciones:

Sólo podrá realizarse una orden a la vez, Botón de la orden junto con el de validación, en caso de que en forma errónea se opriman más de dos órdenes a la vez, éstas deberán bloquearse, si sólo se oprime el botón de la orden sin el de validación, no deberá suceder nada. Por ejemplo, si deseamos realizar la orden de Inyección, se oprimirá en forma simultánea el botón de Inyección y el de Validación; como se observa en la Fig. 8, la compuerta AND 1 queda habilitada activando su respectivo FF 1, donde se almacena esta señal, siempre y cuando no se active alguna otra orden (procedimiento normal), al mismo tiempo se bloquearán las compuertas AND 2,3 por el inversor colocado a la entrada, que colocará un nivel lógico bajo 0 en estas compuertas, al poner un nivel lógico alto (1) en la señal de Inyección, y si por descuido se activara alguna:

otra orden (Extracción, Paro), la compuerta AND 1 se bloquea, por lo tanto, también la orden de Inyección.

Este procedimiento es el mismo para las órdenes de Extracción-Paro, cuyo almacenamiento se realiza en los FF 2,3 respectivamente, y para la orden de Inyección en el FF 1.

La salida Q de los FF 1-3 se conecta a una de las 2 entradas de las compuertas AND 7-9, la segunda entrada de estas compuertas se conecta con la salida de las compuertas AND 4-6 que también cuenta con 2 entradas conectadas con un determinado arreglo con la salida del contador MOD-4. Las compuertas AND 4-6 se habilitan según la posición de la salida del contador; cuando se realiza una orden el contador se detendrá en alguna posición y solamente una de las compuertas quedará habilitada hasta que se realice la orden.

Ejemplificaremos con la orden de Inyección. Para este caso tendremos al FF 1 con su salida Q = 1 conectada a una de las entradas de la compuerta AND 7, la 2a. entrada está conectada a la salida de la compuerta AND 4, a la cual, junto con las compuertas AND 5,6 el contador Mod.4 las habilita en forma alterna, siendo repetitivo este ciclo, mientras el contador no se bloquee, ver la siguiente tabla:

Salida Contador

$S_1$	$S_0$	Compuerta Habilitada
0	0	AND 4
0	1	AND 5
1	0	AND 6
1	1	NINGUNA

En el instante en que el contador habilita la compuerta AND 4, la compuerta AND 7 también es habilitada e inmediatamente, a través de la compuerta OR 2 se manda parar o bloquear el contador colocando a través de un inversor un nivel lógico bajo 0 en las entradas J,K del FF 4 del contador. De esta forma, la salida del contador queda en la posición  $S_1=0$  y  $S_0=0$ , habilitando la entrada  $I_1$  del Multiplexor a la salida única 0; una vez transcurrida la orden, el contador es habilitado nuevamente, colocando un nivel lógico alto 1 en sus entradas J,K del FF 4.

El objetivo de detener el contador en alguna posición deseada es el siguiente: Como las salidas del contador están conectadas a las entradas selectoras en el momento de parar el contador, estas señales seleccionarán -cual de las entradas I (una exclusivamente) del Multiplexor, pasará a la salida única 0, de esta forma, se podrá transmitir la señal de la orden deseada colocada en la entrada I seleccionada, esta orden es teletransmitida hasta M.L. a través de una compuerta OR 3 de 2 entradas.

A cada una de las entradas del Multiplexor  $I_1$  (Inyección),  $I_2$  (Extracción),  $I_3$  (Paro), se conecta un contador con el fin de transmitir diferente tren de pulsos por cada una de ellas y poder diferenciar estas órdenes en el telemando.

En el 1er. contador que corresponde a la entrada  $I_1$  (Inyección), se transmite únicamente un tren de 5 pulsos, en el 2o. contador que corresponde a la entrada -

$I_2$  (Extracción) se transmite únicamente un tren de 2 pulsos, y en el 3er. contador que corresponde a la entrada  $I_3$  (Paro), se transmite únicamente un tren de 3 pulsos. Estos contadores reciben una señal de reloj en la entrada CLK de su primer FF, y las entradas J,K de cada uno de estos primer FF se conectan a la salida de las compuertas AND 10-12, las cuales darán la señal de paro a los contadores, colocando un nivel lógico bajo 0 en las entradas J K, una vez transmitidos los pulsos del contador correspondientes a la orden dada. Los contadores no mandarían su correspondiente tren de pulsos hasta que no sean habilitados por una señal retardada proveniente de la salida de los FF 1-3 a través de una compuerta OR 1 de 3 entradas, un inversor y un temporizador. Este arreglo funciona de la siguiente manera: La compuerta OR 1 se habilitará con cualquier señal que se detecte a la salida de cualquiera de los FF 1-3; así, se colocará un nivel lógico bajo 0 por medio del inversor a la entrada del temporizador 1, que es activado con un pulso de bajada, este temporizador retardará la señal en un  $T_M = 7 \text{ us.}$ , que activará o habilitará todos los contadores conectados a la entrada del Multiplexor, el retardo de esta señal tiene como finalidad dar el tiempo suficiente al circuito de seleccionar la entrada del multiplexor correspondiente a la orden dada y así, sólo transmitir su correspondiente tren de pulsos.

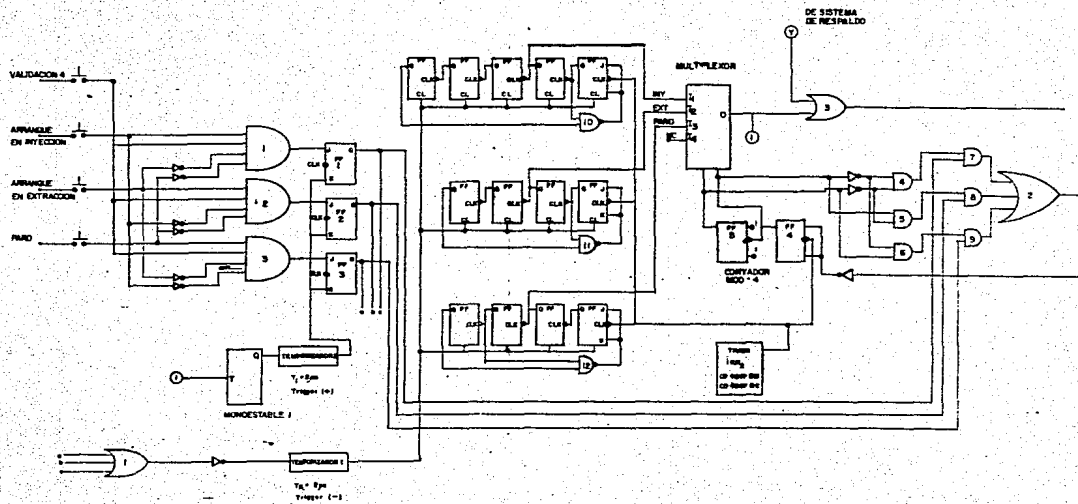


Una vez transmitida la orden dada a través de la salida o del Multiplexor, se mandará una señal 1 a las entradas K de los FF 1-3 para desactivarlos y colocar en su salida Q=0.

Esta señal se retardará a través de un monoestable y un temporizador con un  $T_M = 2$  us., con el fin de dar el tiempo suficiente y asegurar la completa transmisión de datos antes de desactivar los FF's, de esta forma, se coloca en condiciones iniciales todo el sistema y se está listo para la siguiente orden.

Al final del capítulo se muestra el diagrama de conexiones de los Monoestables y del Temporizador, y para la descripción de las características eléctricas de los Circuitos Integrados utilizados en este bloque, se obtienen de los libros CMOS DATA BOOK, LINEAR DATA BOOK.

## "SISTEMA DE MR"



## BLOQUE 9

A través de este bloque se describirá el sistema de detección de fallas del sistema primario de Mando Remoto, así como la activación en forma automática del sistema de respaldo de Mando Remoto para el caso de que se detecte una falla. El sistema de respaldo de M.R. no se describe, ya que es igual al del sistema primario, ver bloque 8.

El criterio que se toma para el diseño del sistema de detección de fallas es el de comparar la señal inicial o de entrada con la señal final o de salida. Se determinan las condiciones que cada una de estas señales manejan y se selecciona una de ellas que nos indicará de la existencia de falla en el sistema y mandará activar automáticamente el sistema de respaldo de M.R., para que se realice la operación que originalmente se ordenó.

La detección de falla se realiza de la siguiente manera:

Se toman las 3 señales correspondientes a cada una de las 3 órdenes posibles en el sistema primario de M.R., cada una de estas señales se conecta a la entrada J de los FF 1-3, y la salida Q de cada uno de estos FF alimenta una de las 2 entradas de la Caja 1-3, la 2a. entrada de estas cajas proviene de la salida del Multiplexor a través de un monoestable que alimenta una compuerta AND 4 de 2 entradas y éste a su vez, a un FF 4 que almacenará -

esta señal, por otro lado, las 3 señales de las órdenes, pero ya a la salida de los FF 1-3, también alimentan una compuerta OR 1, y su salida se conecta a un temporizador 1, con un  $T_M = 7$  us., y éste a su vez, a la 2a. entrada de la compuerta AND 4; este arreglo tiene como fin de que en el momento de realizar alguna orden, la compuerta AND 4 a través del Temporizador 1 quede habilitada un determinado tiempo, suficiente para detectar la señal de realización de la orden a la salida del Multiplexor, a través del monoestable y de la 1a. entrada de la compuerta AND 4, así, si se ejecuta la orden, el FF 4 se activa -- ( $Q=1$ ), si no se ejecuta la orden, el FF no se activa -- ( $Q=0$ ), posteriormente, el Temporizador 1 coloca un nivel bajo 0 a la 2a. entrada de la compuerta AND 4, bloqueando cualquier otra señal a la salida del multiplexor, esta compuerta sólo se activará cuando se realice otra -- orden.

Las 2 entradas que alimentan la caja provenientes, una de la señal inicial de la orden y otra de la señal final de la orden, se comparan, y si se detecta falla en la orden dada en el sistema primario, se manda una señal a través de un temporizador 2 con un  $T_M=60$  us que activará un FF donde se almacenará esta señal que activará el sistema de respaldo en la orden que se dió al sistema primario. La caja negra se sustituye por un arreglo de compuertas diseñado bajo la siguiente tabla de -- verdad que cumple los requisitos para detectar o no de-- tectar falla.

ENTRADA		SALIDA	
A	B	C	
0	0	0	
0	1	0	
1	0	1	FALLA
1	1	0	

La señal que activará el sistema de respaldo al detectarse falla, se retarda a través del Temporizador 2 con el fin de que las 2 señales que compara la caja se estabilicen y este tiempo sea el suficiente.

La salida Q de los FF 5-7 se conecta a una de las 2 entradas de las compuertas AND 1-3, su 2a. entrada proviene también de la salida Q pero de los FF 1-3, este arreglo asegura que la orden que se realice a través del sistema de respaldo es la que se dió y que se detectó su falla en el sistema primario; por ejemplo, si se manda la orden de arranque por Inyección, el FF 1 se activa colocando un nivel lógico alto 1 en la 2a. entrada de la compuerta AND 1, si la caja uno detecta falla de la orden de Inyección en el sistema primario, mandará activar al FF 5 que colocará un nivel lógico alto 1 en la primera entrada de la AND 1, habilitándose y mandando la señal de que se realice la orden de Inyección a través del sistema de respaldo.

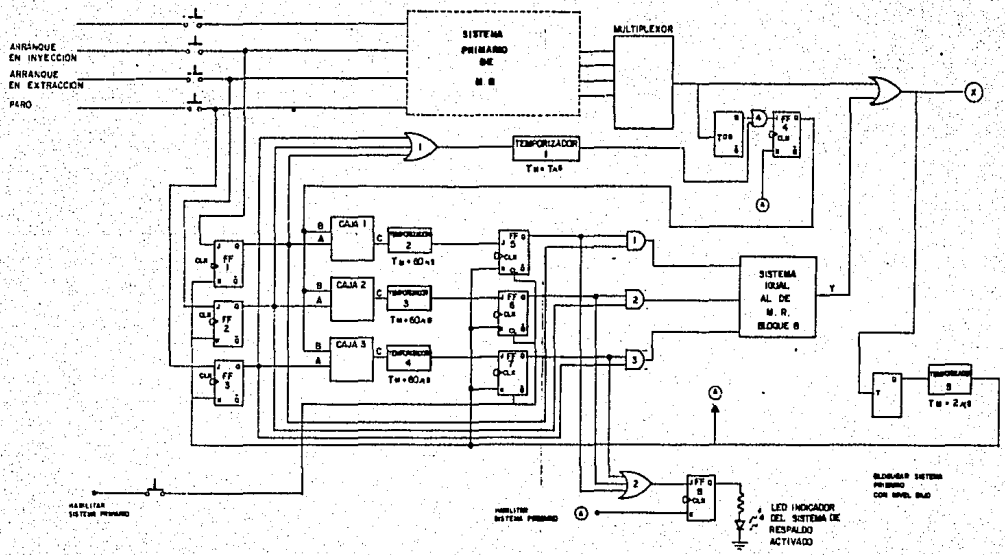
Una vez realizada la orden a través de la salida X del sistema de respaldo, se mandará una señal por medio de un Monoestable y un Temporizador 5 con un  $T_M=2$  us..

a la entrada K de todos los FF's, para desactivarlos y poner a su salida Q=0 para dejar al sistema preparado para detectar alguna falla de la siguiente orden, el Temporizador 5 se utiliza para retardar la señal y tener la certeza de que cuando se aclaren los FF's, ya se ha realizado la orden.

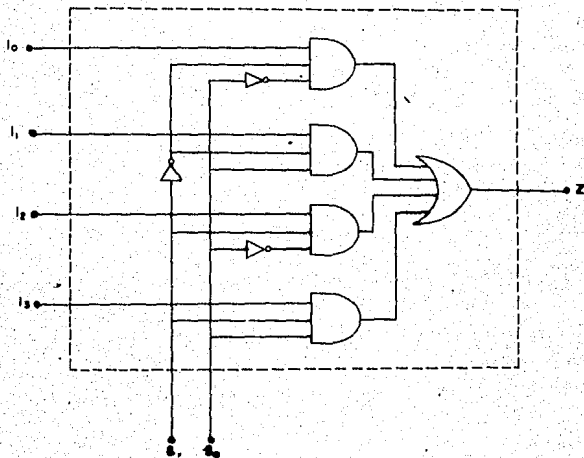
A través de la compuerta OR 2 y el FF 8 se activará un Led indicador informando que se activó el sistema de respaldo.

Al final del capítulo se muestra el diagrama de conexiones del Multiplexor, Temporizador y Monoestable, y para la descripción de las características eléctricas de los Circuitos Integrados utilizados en este bloque, se obtienen de los libros CMOS DATA BOOK, LINEAR DATA BOOK.

SISTEMA DE DETECCION DE FALLA



# MULTIPLEXOR

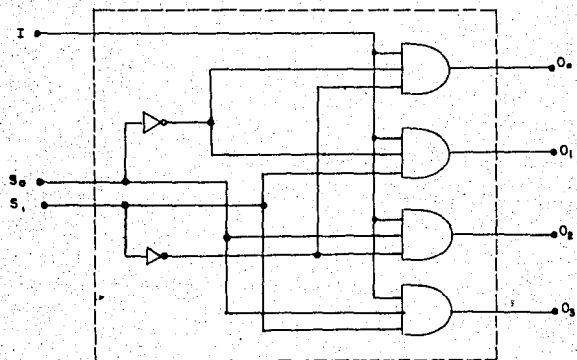


**DIAGRAMA DE CONEXION**  
**4 COMPUERTAS AND DOBLE**  
**1 COMPUERTA OR CUADRUPLA**  
**2 COMPUERTAS INVERSORAS**

ENTRADA	SALIDA
$I_0, I_1, I_2, I_3, S_1, S_0$	Z
1 0 0 0 0 0	1
0 1 0 0 0 1	1
0 0 1 0 1 0	1
0 0 0 1 1 1	1



## DEMULTIPLEXOR



**DIAGRAMA DE CONEXION  
4 COMPUERTAS AND TRIPLEX  
3 COMPUERTAS INVERSORAS**

**TABLA DE VERDAD**

ENTRADA			SALIDA			
$I$	$S_0$	$S_1$	$O_0$	$O_1$	$O_2$	$O_3$
1	0	0	1	0	0	0
1	0	1	0	1	0	0
1	1	1	0	0	1	0
1	1	1	0	0	0	1

## CONTADOR DECIMAL

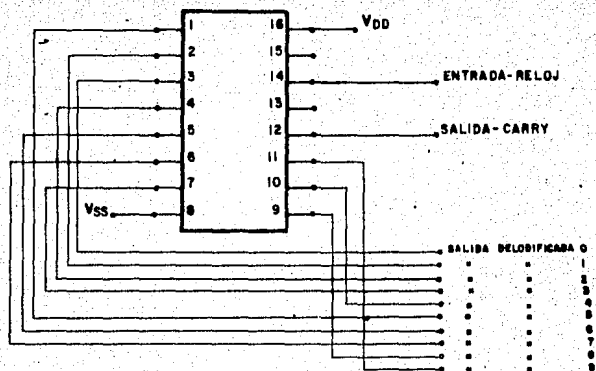


DIAGRAMA DE CONEXION  
 CI-N° CD-4047BM / CD-4047BC

## RELOJ

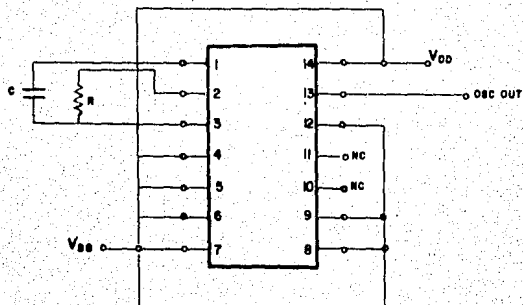


DIAGRAMA DE CONEXION.  
CIN° CD4047 BM / CD 4047 BC

C = 10 pF  
R = 22 K  
F = 1 KHz

## DIVISOR

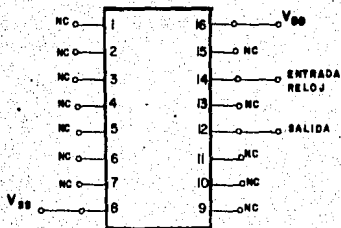


DIAGRAMA DE CONEXION  
CIN° CD4017 BM / CD4017 BC

# MONOESTABLE

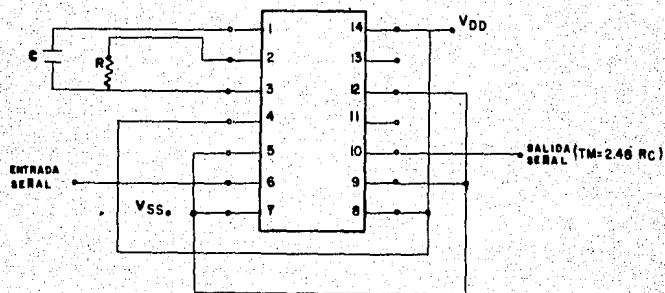
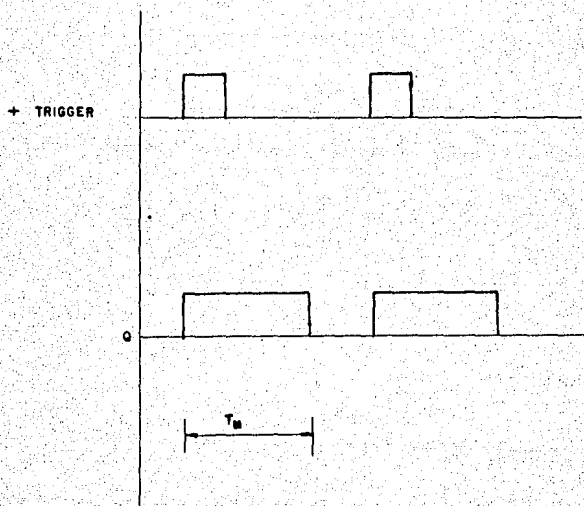


DIAGRAMA DE CONEXION  
 CI Nº CD4047BM / CD 4047 BC



# TEMPORIZADOR TRIGGER(-)

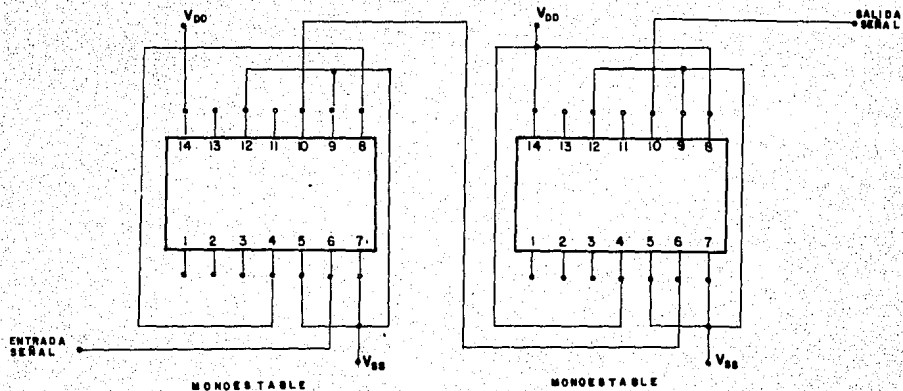


DIAGRAMA DE CONEXION  
C1 N° CD4047 BM/CD4047 BC

TEMPORIZADOR  
TRIGGER (+)

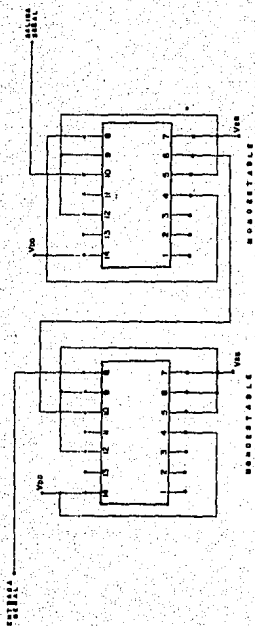
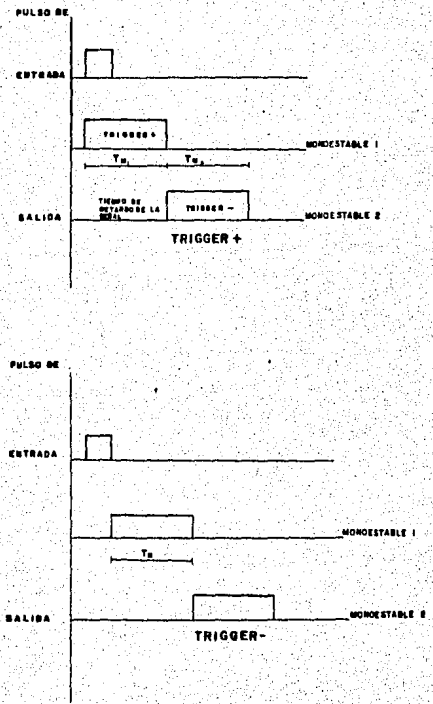
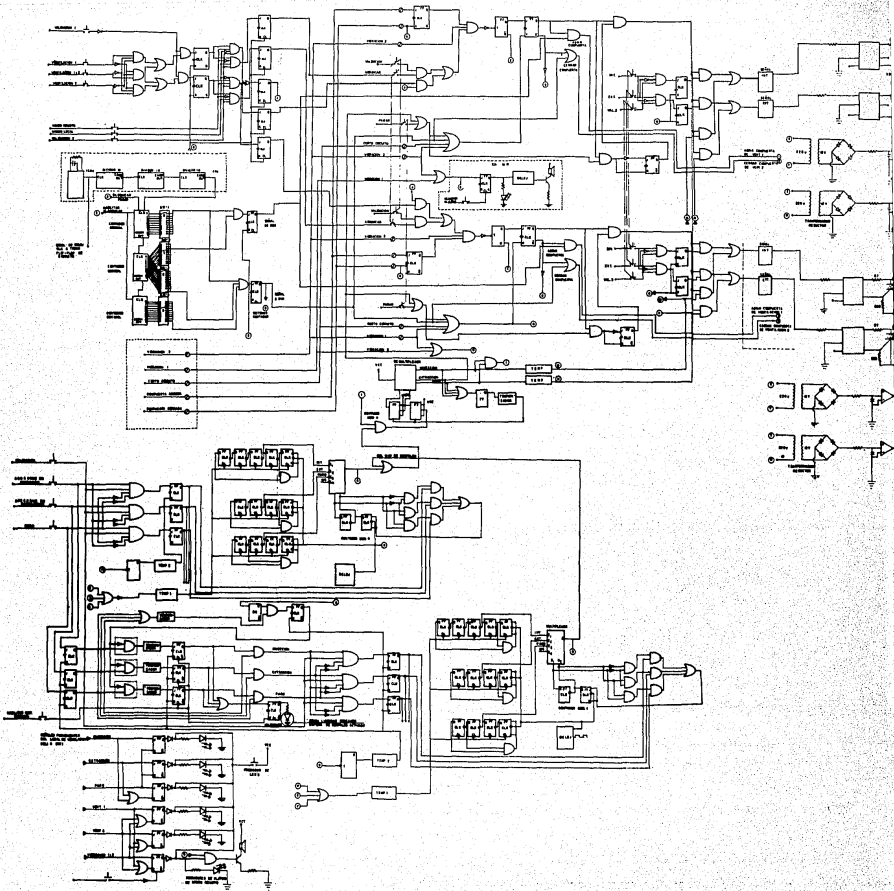


DIAGRAMA DE CONEXION  
CIR-CD 4047BM/CD4047:8C

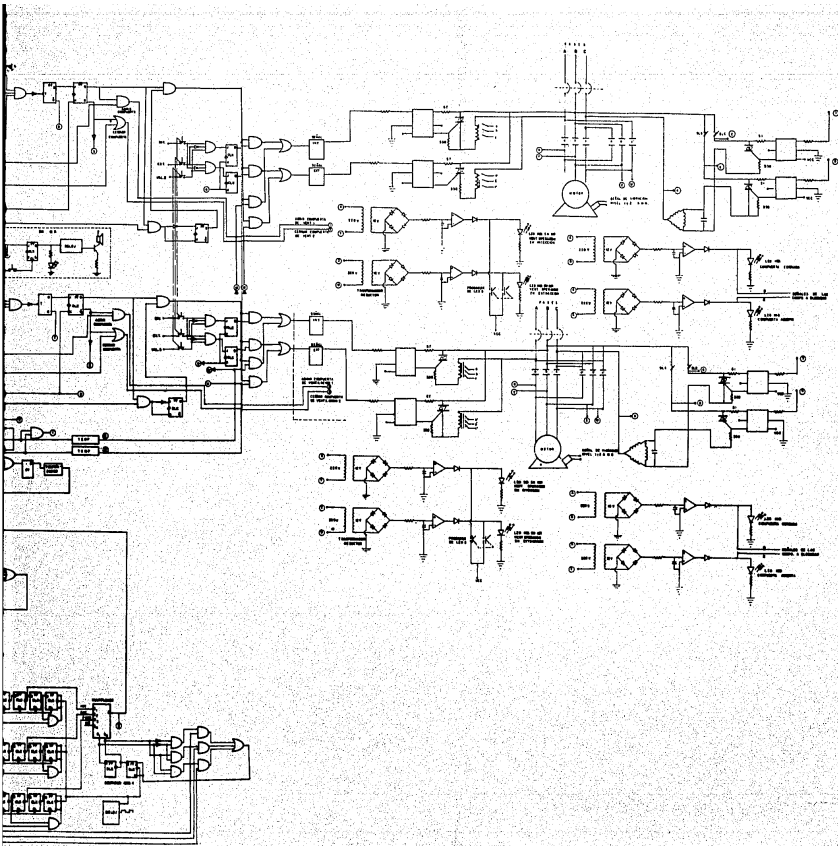
GRAFICAS TEMPORIZADOR











## CONCLUSIONES.

Una vez hecho el cálculo y diseño de el circuito electrónico del sistema de Mando y Control de Ventiladores, así como explicado su funcionamiento y definida su aplicación, se concluye la conveniencia de su uso y la sustitución de el sistema electromecánico, el cual se vuelve poco práctico para la aplicación que se le da. A continuación se mencionan las ventajas y desventajas de los 2 sistemas:

El sistema electrónico presenta mayores ventajas que desventajas. En primer término y una de las más importantes es que el sistema electrónico tiene mayor vida útil de operación; por lo tanto, es más durable y, además, se le tiene mayor confiabilidad en su funcionamiento, siendo menor la posibilidad de falla.

El sistema electromecánico presenta en la mayor parte de su circuito relevadores y contactos, que son dispositivos mecánicos, los cuales sufren desgaste con el uso y a través del tiempo, teniendo una gran posibilidad de falla y por lo tanto, se requiere un mantenimiento en forma continua, ya que también sufre deterioro por: Polvo, condiciones ambientales adversas, etc.

El sistema electrónico requiere de un mantenimiento con mucha menor frecuencia y éste se realiza con una gran facilidad, también es muy fácil de protegerlo contra el polvo y está construido para aguantar condicio

nes ambientales muy adversas, aunque lo mas importante es que estos dispositivos electrónicos no sufren ningún desgaste físico con el uso, ni a través del tiempo.

La descripción de los dispositivos aquí utilizados, así como sus características, ya se han mencionado en el capítulo I, y de acuerdo con ello, se confirma que tienen una gran confiabilidad.

Este sistema contempla un sistema de respaldo, utilizando el mismo tipo de dispositivos electrónicos, teniendo como fin el que en la remota posibilidad de falla en su operación, el sistema de respaldo pase a sustituirlo y realice o prosiga la operación u orden dada.

Con el implemento de este sistema de respaldo, el sistema electrónico se hace todavía más confiable con respecto al sistema electromecánico, ya que éste no contempla un sistema de respaldo para el caso de falla.

En cuestión de consumo de energía eléctrica, el sistema electrónico tiene una pequeña demanda en Watts en comparación con el sistema electromecánico.

En razón de todo lo anterior, se optó por realizar este proyecto y en lo futuro, se substituya el sistema electromecánico y se utilice un equipo más práctico, funcional, confiable y económico.

Esto es lo que finalmente se pretende con el análisis y contenido de la presente Tesis.

## BIBLIOGRAFIA

- Manual para Ingenieros y Técnicos en Electrónica  
Mitton Kaufman, Arthur H. Seidmon  
Editorial Mc Graw Hill.
- Principio de Electrónica  
Malvino  
Mc Graw Hill.
- Electrónica Industrial, Dispositivos y Sistemas  
Timothy J. Maloney  
Editorial P.H.I.
- Sistemas Digitales, Principios y Aplicaciones  
Ronald J. Tocci  
Editorial P.H.I.
- Teoría de Conmutación y Diseño Lógico  
Frederick J. Hill, Gerald R. Peterson  
Editorial Limusa.
- CMOS DATA BOOK  
National Semiconductor Corporation
- LINEAR DATA BOOK  
National Semiconductor Corporation
- OPTOELECTRONICS DEVICE DATA  
Motorola Inc.