

19
Zej

Universidad Nacional Autónoma de México

Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán

Diseño de un Sistema Secuencial Electrónico para un Turbocompresor

T E S I S

Que para obtener el título de:

INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA

p r e s e n t a :

JOSE ELIAS HERNANDEZ PEREZ

Director de Tesis: M. en C. Guillermo Pérez Luna

Cuautitlán Izcalli, Edo. de Méx.

1984



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



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 esta 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.

P R O L O G O

Mucho se ha hablado del impresionante desarrollo que ha experimentado la electrónica y de la influencia que la misma ha tenido en el progreso de otros campos de la ciencia y la técnica. Dentro de la electrónica, probablemente la rama -- que más ha influido en dicho progreso es la Microelectrónica, mediante la cual se ha hecho posible la super miniaturización de los componentes.

Los acontecimientos que se están suscitando día a día en la microelectrónica están teniendo cada vez más impacto en todos los campos de la ciencia y la técnica, provocando una gran cantidad de cambios importantes en todo el mundo.

Estos adelantos de la electrónica se encuentran aplicados en este Complejo Petroquímico en un control de un turbogenerador de energía eléctrica, detección de fallas del proceso de un fluido a través de un sistema de alarmas, fuente de alimentación ininterrumpible de energía eléctrica, cromatógrafo para el registro de existencia en % de diferentes gases, transmisores de temperatura, conversores de señales neumáticas en señales de corriente eléctrica, etc. Las computadoras (con todas sus variantes) son quizás el ejemplo más práctico de lo que es la Microelectrónica y lo que ha significado para la humanidad.

La era de la Microelectrónica comenzó en 1948 y el acontecimiento que le dio origen fue la invención del transistor, ese diminuto componente capaz de realizar todas las funciones de un tubo electrónico mucho más grande que él, pero -- con mucha más eficiencia y versatilidad.

Desde la invención del transistor, la mayoría de los equipos electrónicos han visto reducido su tamaño aproximadamente en un factor de 50, considérese solamente que a principios de la década de los 50's una cápsula electrónica (chip) de un cuarto de pulgada cuadrada era capaz de contener de 20 a 25 transistores, junto con algunos diodos, capacitores, resistores, etc.

Hoy en el mismo espacio, pueden colocarse varios miles de elementos diferentes.

Como puede observarse la electrónica ocupa un lugar sobresaliente en este Complejo y podría decirse que sin ella, difícilmente se controlaría este Complejo con la eficiencia actual.

C O N T E N I D O

- INTRODUCCION, 6
- 1 PROCESO DE LA PLANTA, 8
 - Descripción Funcional, 8
 - 1.1 Deshidratación, 8
 - 1.2 Recuperación de Líquidos, 9
 - 1.3 Refrigeración, 13
- 2 TEORIA DE OPERACION DEL TURBOCOMPRESOR, 20
 - 2.1 Turbinas de Gas, 20
 - 2.2 El Ciclo de Brayton ó Ciclo Básico ideal de las turbinas de gas, 23
 - 2.3 Sistemas de aceite lubricante, 26
 - 2.4 Sistemas de aire, 31
- 3 SISTEMA DE CONTROL ELECTRICO, 33
 - 3.1 Unidad de control de combustible principal (Z144), 34
 - 3.2 Unidad de control de velocidad de la turbina productora de gases (Z183), 36
 - 3.3 Unidad de control de velocidad de la turbina de potencia (Z153), 38
 - 3.4 Unidad de control de temperatura (Z182), 39

3.5 Unidad de Control de Velocidad Manual (Z154), 41

3.6 Unidad de Paro por Sobrevelocidad (Z353), 41

3.7 Generador de Rampa (Z149), 42

4 INTRODUCCION A LOS CIRCUITOS INTEGRADOS, 43

4.1 Circuitos Integrados en Paquete, 43

4.2 Tipos Básicos de Circuitos Integrados, 44

4.3 Señales y Circuitos Lógicos, 47

5 PRUEBAS EXPERIMENTALES, 56

5.1 Fuente de Alimentación de + 24 Volts., 56

5.2 Fuente de Alimentación de + 5 Volts., 63

5.3 Diseño de los Amplificadores, 66

5.4 Temporizadores, 75

6 DESCRIPCION DE ARRANQUE DEL TURBOCOMPRESOR, 83

6.1 Permisivos de Arranque, 83

6.2 Arranque, 84

I APENDICE, 104

I.1 Símbolos Eléctricos, 104

I.2 Símbolos Neumáticos, 105

I.3 Transductores, 106

I.4 Interruptores, 110

II APENDICE, 113

II.1 Lámparas de Señalización del Turbocompresor, 113

II.2 Localización de Compuertas, Relevadores, Válvulas Solenoides, Amplificadores Ópticos e Interruptores dentro de los Diagramas Eléctricos, 115

III APENDICE, 122

Datos y Especificaciones Técnicas de Circuitos Integrados, 122

IV APENDICE, 143

Costo de Componentes Eléctricos Empleados, 143

V CONCLUSIONES, 147

VI BIBLIOGRAFIA, 148

I N T R O D U C C I O N

El Complejo Petroquímico Cactus, situado a 20 kilómetros de una población llamada Reforma del Estado de Chiapas, procesa gas natural en una planta llamada "Criogénica Modular", para obtener derivados tales como el gas etano y licuables.

Actualmente los relevadores y temporizadores de bobinas presentan fallas en sus contactos por desgastes mecánicos, lo cual provoca paros continuos de los turbocompresores, repercutiendo muy severamente en la planta, ya que interrumpe la producción de los hidrocarburos antes mencionados y causa desequilibrios en las demás plantas, ya que se efectúan muchos movimientos de válvulas manuales y el gas desafortunadamente tiene que quemarse. La presente tesis, tiene la intención de sustituir los relevadores y temporizadores de bobinas por circuitos electrónicos integrados.

Estos circuitos integrados tienen la ventaja de ocupar menos espacio, bajo consumo de energía eléctrica, bajo costo, mayor tiempo de vida, no existe introducción de ruidos por contactos mecánicos ya que la transmisión de pulsos es eléctrica totalmente.

Además la distribución de los circuitos es a través de tarjetas intercambiables, esto es con el objeto de disminuir el tiempo de detección de una falla eléctrica.

En este diseño se simula el arranque del turbocompresor y se indica mediante diodos luminosos, la operación normal y las causas más probables en caso de falla.

CAPITULO I

PROCESO DE LA PLANTA

Descripción Funcional:

La planta se diseñó para recuperar el gas etano y licuables a partir del gas natural proveniente de los pozos petroleros de los Estados de Chiapas y Tabasco, el cual habrá sido endulzado previamente.

Su diseño se efectuó en base a una carga de 500 mmPCSD (millones de pies cúbicos standard por día).

Tipo de Proceso:

Para obtener una recuperación elevada se empleó el proceso criogénico, en el cual el gas se somete a un enfriamiento progresivo para así lograr una condensación parcial del mismo y poder separar mediante fraccionamiento lo que constituirá el gas residual y la mezcla de etano y licuables.

Para mayor referencia véase las figuras 1a. y 1.b

A manera de sintetizar los pasos efectuados en esta planta a continuación se describen los procesos de deshidratación, recuperación de líquidos y refrigeración.

1.1. Deshidratación:

El gas de entrada tiene una temperatura de 45°C y una presión de 63.73 Kg/cm², pasa a través de un preenfriador de gas (EA21-118), el cual lo enfría a 35°C.

El gas entonces continúa hacia un filtro separador, donde se eliminan líquidos extraños. El gas que sale de este filtro separador

entra a los deshidratadores FA32-110 A, B y C, con el objeto de eliminar el contenido de vapor de agua presente en esta corriente, mediante absorción con un desecante.

El sistema de deshidratación consta de tres recipientes diseñados para operar con períodos de absorción de 8 horas.

La deshidratación se efectúa en dos de los recipientes, mientras el restante se encuentra en regeneración, uno de ellos en etapa de calentamiento, utilizando gas residual a 287.7°C proveniente del calentador del gas de regeneración BA23-101.

1.2 Recuperación de líquidos y gas residual.

Después de la deshidratación del gas, éste es enfriado a una temperatura de -42.7°C con una refrigeración de propano externo y gas residual frío.

El gas después de expandido de 64.8 Kg/cm^2 a 29.57 Kg/cm^2 , fluye al separador de líquido vapor (FA32-103), donde se divide en sus fases líquida y vapor.

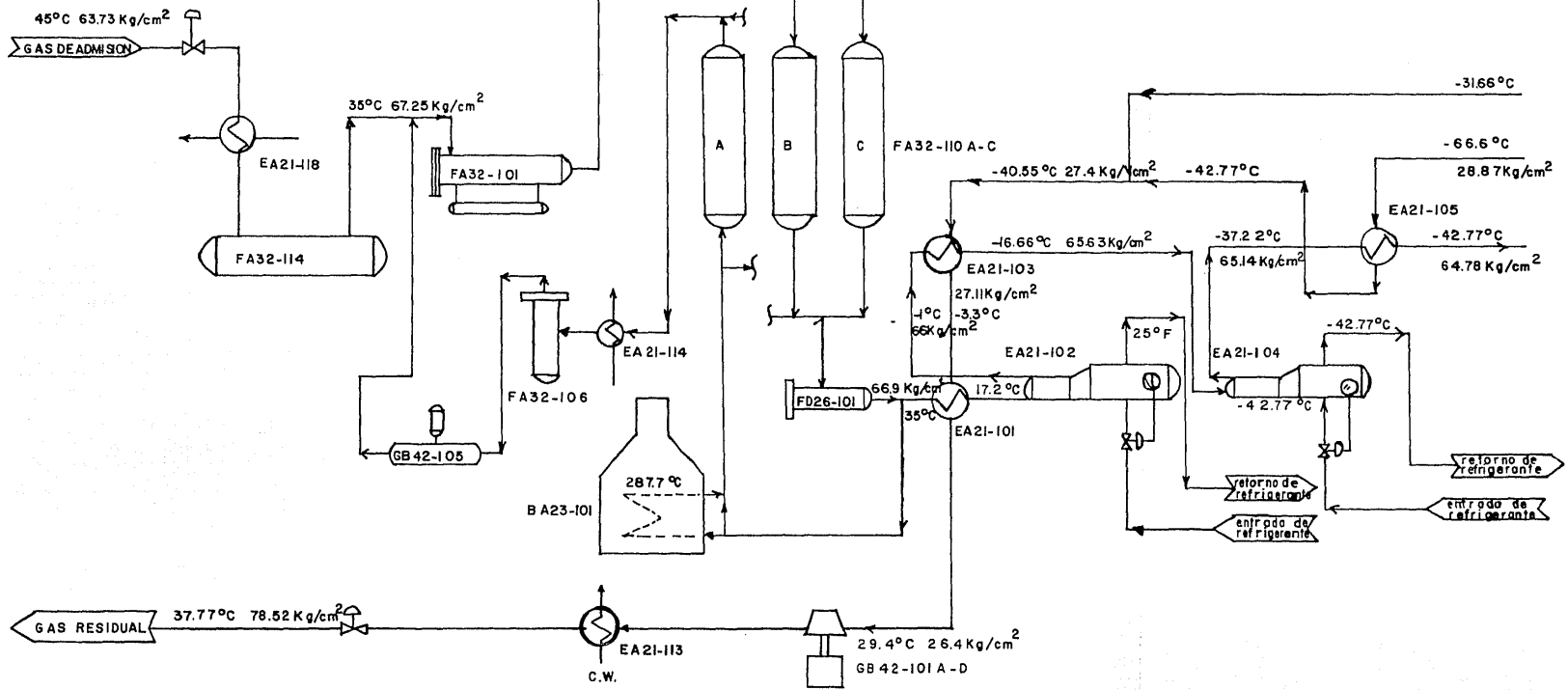
El líquido de el separador es utilizado para proporcionar enfriamiento en el condensador de reflujo de la torre deetanizadora -- (DA31-101), y después continúa a dicha torre.

En esta torre se obtienen de la alimentación los siguientes productos:

Metano y Etano, por la parte superior y en el fondo propano e hidrocarburos más pesados.

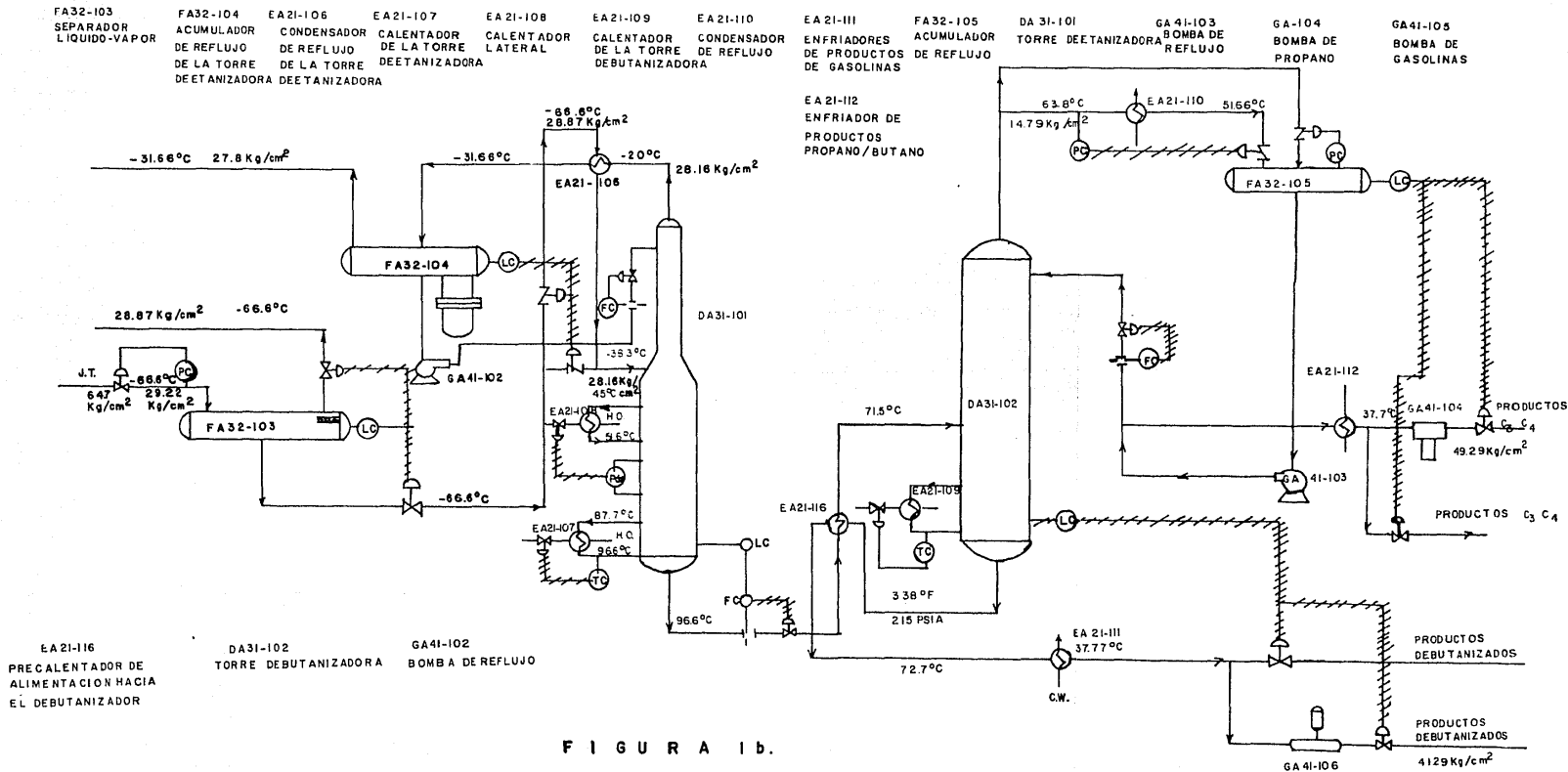
El vapor generado en el separador (FA32-103), retorna al enfriador EA21-105, donde intercambia calor con los gases provenientes

FA 32-101 FILTRO DE GAS DE ADMISION
 FA32-106 PURIFICADOR DE GAS DE REGENERACION
 EA21-114 ENFRIADOR DE GAS DE REGENERACION
 BA 23-101 CALENTADOR DE GAS DE REGENERACION
 FA 32-110 DESHIDRATADORES DE GAS
 EA 21-118 ENFRIADOR DE GAS DE ENTRADA
 FA 32-114 PURIFICADOR DE GAS DE ADMISION
 FD 26-101 FILTROS DE SALIDA DE DESHIDRATADORES
 EA21-113 A-D ENFRIADORES DE GAS RESIDUAL
 EA 21-102 ENFRIADOR DE GAS DE ALTO NIVEL
 EA 21-103 INTERCAMBIADORES DE GASES FRIOS
 EA 21-104 ENFRIADOR DE GAS DE BAJONIVEL



EA21-101 INTERCAMBIADORES DE GASES
 GB 42-105 COMPRESOR DE GAS DE REGENERACION
 GB 42-101 A-D COMPRESORES DE GAS RESIDUAL
 EA 21-105 INTERCAMBIADORES DE GASES FRIOS

FIGURA 1a.



EA21-116
PRECALENTADOR DE
ALIMENTACION HACIA
EL DEBUTANIZADOR

DA31-102
TORRE DEBUTANIZADORA

GA41-102
BOMBA DE REFLUJO

PRODUCTOS
DEBUTANIZADOS

PRODUCTOS
DEBUTANIZADOS
4129 Kg/cm²

del enfriador de bajo nivel EA21-104 y como producto se obtiene un gas residual con alto contenido de metano y etano que enseguida se combina con los gases provenientes del acumulador de reflujo FA32-104.

En la torre deetanizadora se encuentra un Sistema de calentamiento, el cual utiliza aceite como calentador.

Existen dos corrientes de aceite distribuidas en la torre, las cuales son enfriadas a través de los enfriadores EA21-108 Y EA21-107 para --- equilibrar condiciones de temperatura y presión.

El objeto de estos calentadores es el poder separar una mayor cantidad de vapor.

El vapor sobrecalentado en la torre deetanizadora es enfriado y parcialmente condensado por los líquidos provenientes del separador FA32-103-- y fluye a un acumulador de reflujo.

El vapor del acumulador de reflujo se combina con el vapor del separa-- dor, y se obtiene como producto un gas residual con alto contenido de - metano y etano, el cual es utilizado para proporcionar enfriamiento al gas de admisión.

El líquido separado en el acumulador de reflujo FA32-104 retorna como - reflujo a la torre deetanizadora a través de la bomba GA42-102 A.

El gas residual, después de proporcionar enfriamiento al gas de admi--- sión, es comprimido por turbocompresores, después de la compresión es - enfriado con agua en el enfriador EA21-113 A-d y luego fluye a un gaso- ducto.

El producto líquido de la torre deetanizadora fluye a la torre debutani- zadora (DA31-102) a través del precalentador EA21-116.

En esta torre se obtendrán como productos, en la parte superior propano, isobutano y n-butano, y por la parte inferior isopentano, n-pentano y hexanos (gasolinas).

Después del precalentador (EA21-116) el reflujo entra como carga a la torre debutanizadora DA31-102, donde por la parte superior se obtienen líquidos ligeros los cuales entran a un condensador total (EA21-110), donde se obtiene un producto líquido sobrecalentado llamado propano-butano.

El líquido de el condensador total fluye a un acumulador de reflujo (FA32-106), el cual proporciona una capacidad de producto variable una porción de líquidos retorna como reflujo a un almacén de existencias.

El producto debutanizado en la columna de la torre DA31-102 en la parte inferior es utilizado para precalentar la alimentación de líquidos procedentes de la torre DA31-101 y posteriormente es enfriado en el enfriador EA21-111 mediante agua de enfriamiento externa, después el producto es bombeado por un conducto a través de las bombas de gasolinas GA41-105 A-B o fluyen a un almacén de existencias.

1.3 Refrigeración:

Se define como un sistema que toma calor de una región de baja temperatura, y cede calor a otra de mayor temperatura mientras se le suministra trabajo en un ciclo termodinámico. En la figura 1.3.1 aparece el trabajo de un sistema refrigerante que funciona mediante la compresión de vapor. El refrigerante (freon 12) en forma de vapor se hace pasar por el compresor, aumentando por ende su presión y su temperatura.

El refrigerante pasa a continuación por el condensador transformándose en líquido, y cediendo calor hacia los alrededores. Puesto que la presión

es mayor en el condensador que en el evaporador, el refrigerante se expande adiabáticamente en la válvula de expansión hasta alcanzar la presión de este último.

Finalmente el fluido o medio de trabajo se vaporiza en el evaporador, tomando calor de la región de baja temperatura.

La utilización del sistema de refrigeración en la planta criogénica mediante turbocompresores, es el de proporcionar niveles de enfriamiento inferiores a los que puede obtenerse con el agua de enfriamiento.

En esta planta se utilizan dos niveles de refrigeración con propano con una capacidad de enfriamiento de aproximadamente 27.107 -- MMBTU/Hr.

Un enfriador opera a -45°F (-42.7°C), con un rendimiento de 16.275 MMBTU/Hr., el otro a 25°F (-3.8°C), con una capacidad de 10.832 -- MMBTU/Hr.

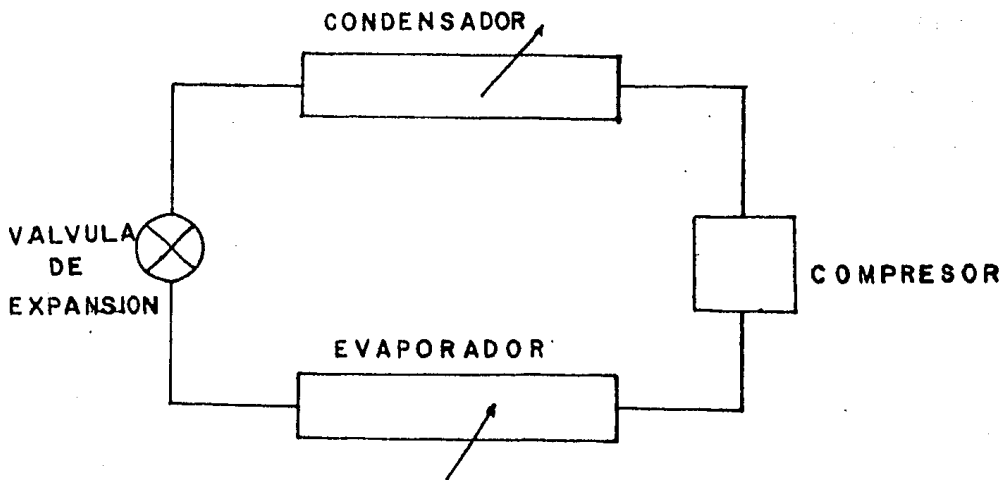


FIG. 1.3.1 SISTEMA REFRIGERANTE MEDIANTE LA COMPRESION DE VAPOR

La compresión del refrigerante la suministran dos compresores centrífugos, accionados por turbinas de gas.

La presión que se alcanza en los dos pasos de compresión (en cada máquina), es de 272 Lbs/in² (18.8 Kg/cm²), presión suficiente para que el propano pueda ser condensado en un banco de cuatro condensadores (EA21-115) con agua de enfriamiento.

En este recipiente el gas de entrada tiene una temperatura y presión muy elevadas las cuales son abatidas mediante una circulación adyacente de agua de enfriamiento, esto provoca una separación de propano líquido y vapor los cuales fluyen al tanque de balance FA32-107.

El vapor fluye al separador FA32-108 y FA32-109, donde constituirán una parte del gas de succión para los turbocompresores GB42--102 A,B,C.

El propano líquido generado en el FA32-107 fluye hacia el enfriador EA21-102 donde absorbe calor del gas de proceso que circula en forma adyacente, provocandole con esto un elevado enfriamiento produciendo con esto el primer nivel de enfriamiento, como consecuencia del calor absorbido por el enfriador (EA21-102), se obtiene una separación de vapor y líquido refrigerante, el vapor continúa hacia el tanque de succión FA32-109), donde posteriormente -- constituirá el segundo paso de succión de los turbocompresores.

El propano líquido generado en el enfriador EA21-102, fluye hacia el segundo enfriador (EA21-104), donde absorbe una mayor cantidad

de calor del gas de proceso provocándole otra etapa de enfriamiento; como una consecuencia del calor absorbido, el propano líquido se evapora y fluye hacia el tanque de succión FA 32-108, donde constituye la primer etapa de succión de los turbocompresores, cerrándose de este modo el ciclo de refrigeración.

Como una consecuencia del enfriamiento que sufre el gas de proceso se genera hielo, el cual provocaría obstrucciones en los conductos. Para evitar esto, se tiene una bomba de inyección de metanol, el cual actúa como desecante a través de una tobera conectada a cada uno de los enfriadores EA21-102 y EA21-104

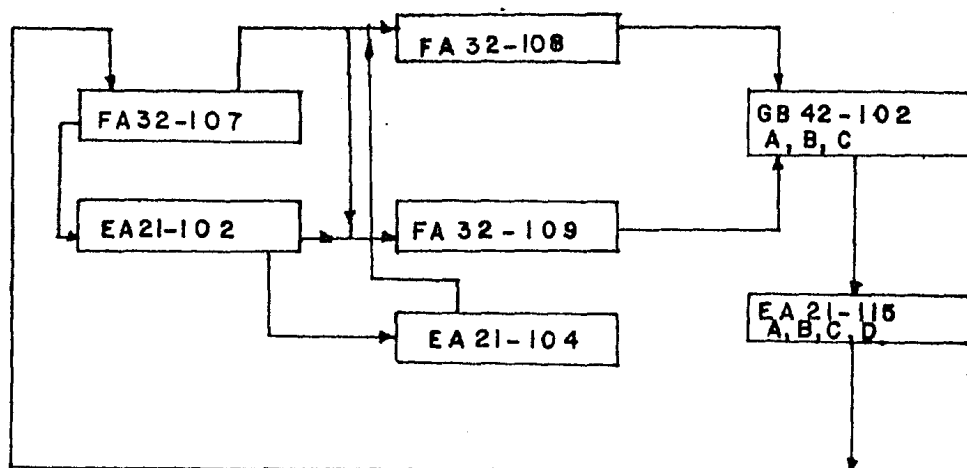


FIG. 1.3.2. SISTEMA DE REFRIGERACION EMPLEADO EN LA PLANTA.

Equipo de Planta de Proceso

Acumulador de refrigerante (FA32-107)

Su finalidad es la de proporcionar una alimentación constante de propano refrigerante a los enfriadores.

Acumulador (FA32-108) Tanque de succión primera etapa, su función específica es la de no dejar pasar propano líquido al compresor (primera etapa).

Acumulador(FA32-109), Tanque de succión segunda etapa, al igual que el exterior, su función es impedir el paso de propano líquido a la segunda etapa del compresor.

Banco de cuatro condensadores (EA21-115).

Dispuestos en paralelo de 2-2, siendo su objetivo principal el proporcionar una superficie de transferencia de calor, a través de la cual pasa el calor del vapor refrigerante al medio condensante (agua).

Enfriador EA21-102, proporciona primer grado de enfriamiento.

Enfriador EA21-104, proporciona el segundo grado de enfriamiento al gas de carga.

Compresor GB-42-102 A,B,C.

Marca York

Modelo 638 B

El sistema de compresión de refrigeración tiene 2 niveles de compresión; de alta y de baja.

El sistema de alto nivel, tiene una carga total de refrigeración de 10.832 MMBTU/Hr. 25°F.

El sistema de bajo nivel tiene un total de carga refrigerante de 16.275 MMBTU/Hr., T = -45°F.

Condiciones de diseño

Número de etapas 6

Revoluciones por minuto 9037

Revoluciones politrópicas -76%

Margen de surge 32% al 100%

Bajo nivel de enfriamiento:

Temperatura -45°F

Capacidad del compresor 8.463 MMBTU/Hr.

Temperatura de succión -46°F

Presión de succión 16.2 Psia.

Flujo de diseño succión 58.080 Lb/Hr.

Presión de descarga 242.15 Psia.

Alto nivel de enfriamiento:

Temperatura 25°F

Carga refrigerante 5.416 MMBTU/Hr.

Temperatura de succión 25°F.

Presión de succión 75.38 Psia.

Presión de descarga 242 Psia.

Flujo de diseño succión 73.183 Lbs/Hr.

Temperatura de descarga 184°F.

CAPITULO 2

TEORIA DE OPERACION DEL TURBOCOMPRESOR2.1 Turbinas de Gas.

Con este nombre se designa un motor que ha experimentado un progreso espectacular en los últimos decenios, desde poco antes del comienzo de la segunda guerra mundial.

La turbina de gas en su esquema más sencillo (ciclo abierto simple) que se representa en la figura 2.1 consta de un compresor, una cámara de combustión, y de la turbina de gas -- propiamente.

Funcionamiento:

El esquema de la figura 2.1 funciona así: entra aire de la atmósfera al compresor 2, el cual es accionado por la turbina 4.

El aire comprimido en el compresor entra en la cámara de combustión 3, donde se inyecta y quema combustible, elevándose la temperatura del aire, a presión aproximadamente --- constante.

A continuación el aire mezclado con los productos de combustión, a alta presión y temperatura, entra en la turbina 4 que desarrolla la potencia necesaria para el accionamiento del compresor y la potencia neta adicional en el eje al cual puede acoplarse la carga.

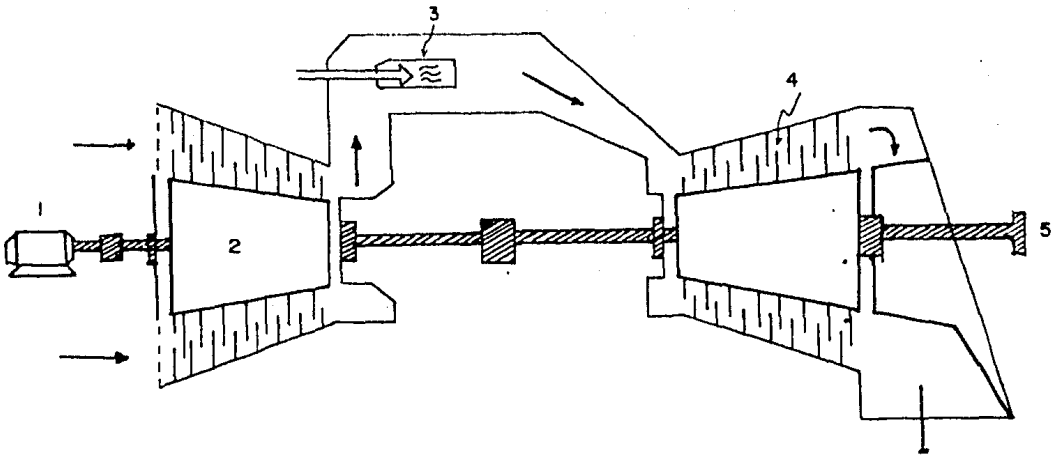


FIG. 2.1 ESQUEMA DE CICLO ABIERTO SIMPLE DE T.G.

- (1) Motor de arranque; (2) Compresor; (3) Cámara de Combustión;
- (4) Turbina; (5) Acoplamiento para máquina receptora.

Teóricamente, no ocurre intercambio de calor entre el aire (o gas) dentro de la máquina y sus inmediaciones durante las transformaciones de compresión y expansión.

Por lo tanto, se dice que el aire (o gas), sufre un cambio adiabático. También teóricamente se supone que la combustión y el escape se llevan a cabo a presión constante, con ganancia y pérdida de calor respectivamente; se dice que el aire (o gas) sufre un cambio o transformación isobárica así, el ciclo cerrado termodinámicamente, compren

de dos cambios adiabáticos y dos isobáricos, los cuales ocurren alternativamente (solo los tres primeros de estos cambios tienen lugar dentro de la máquina turbina de gas).

El aire es arrastrado dentro de la sección del compresor primero por la fuerza entregada al rotor del compresor por los motores de arranque y después por la fuerza en la sección de la turbina conforme se inicia la combustión.

El aire comprimido pasa a través del difusor, donde parte de su energía cinética es convertida en energía de presión y dentro de la cámara de combustión, en donde gas o líquido combustible son inyectados al aire presurizado.

Durante el ciclo de arranque de la máquina, una antorcha dentro de la cámara de combustión alimentada por una línea independiente de combustible, es encendida por una bujía.

La chispa enciende la mezcla de aire combustible dentro de la cámara de combustión continúa durante todo el tiempo, mientras la cámara cuenta con un flujo presurizado adecuado de aire y combustible.

Los gases calientes expansionados en la cámara de combustión pasan a través de la sección de la turbina impulsando tanto a la productora de gas como a los rotores de la turbina de potencia

Puesto que la turbina productora de gas y el rotor de la turbina de potencia son mecánicamente independientes de la turbina productora de -

gas de dos pasos, impulsa únicamente a la máquina compresora y los accesorios.

El rotor libre de la turbina de potencia de un paso, absorbe la energía restante de los gases de escape de la turbina productora de gas, bajo un acoplamiento de fluido, proporcionando así fuerza al equipo impulsado a través de la flecha impulsora de toma de fuerza.

2.2 El ciclo de Brayton o ciclo básico ideal de las turbinas de gas. En la figura 2.1 se adjuntó un esquema de TG, cuyo funcionamiento explicado, tiene lugar según el ciclo más sencillo posible, que se conoce con el nombre de ciclo abierto no regenerativo, o ciclo de Brayton; se representa en la figura 2.2 en los planos PV y TS.

Los procesos, todos reversibles, como en cualquier ciclo son:

1-2 Compresión a.i. se realiza en el compresor

2-3 Adición de calor isobárica; se realiza en la cámara de combustión.

3-4 Expansión a.i. se realiza en la unidad TG.

4-1 Cesión de calor isobárico. Se realiza en la atmósfera (ciclo abierto).

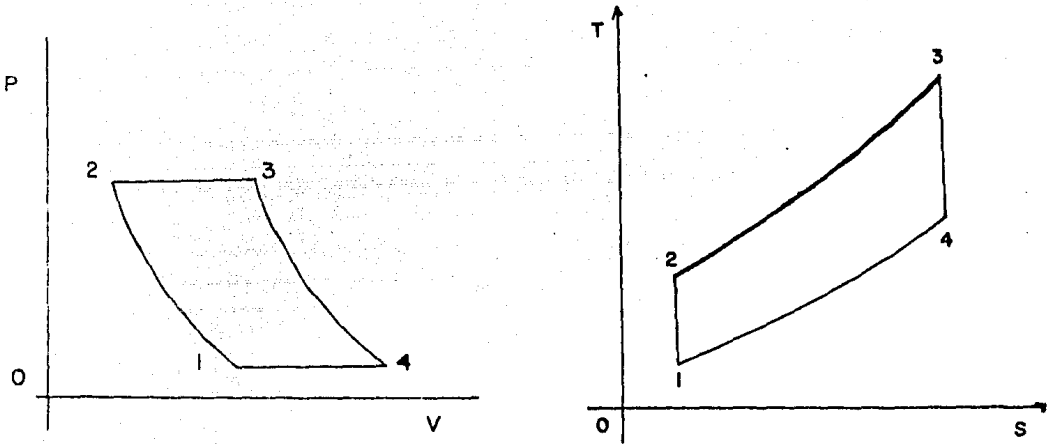


FIG. 2.2 CICLO SENCILLO (NO REGENERATIVO)
DE BRAYTON.

(a) EN EL PLANO PV

(b) EN EL PLANO TS

En el ciclo ideal tampoco hay pérdidas de presión en los conductos, ni pérdidas de calor al exterior.

El ciclo abierto de TG, no es estrictamente un ciclo realizado por un mismo fluido, porque el gas que evoluciona no es el mismo antes y después de la cámara de combustión, en el proceso de compresión 1-2 de la figura 2.2 la sustancia es aire; mientras que en el proceso de expansión 3-4 después de la cámara de combustión, la sustancia es aire más productos de combustión.

2.3 SISTEMAS DE ACEITE LUBRICANTE

Los sistemas de aceite incluyen el sistema de aceite lubricante, el sistema de aceite hidráulico, el sistema de aceite del servo y un sistema de aceite de post-lubricación.

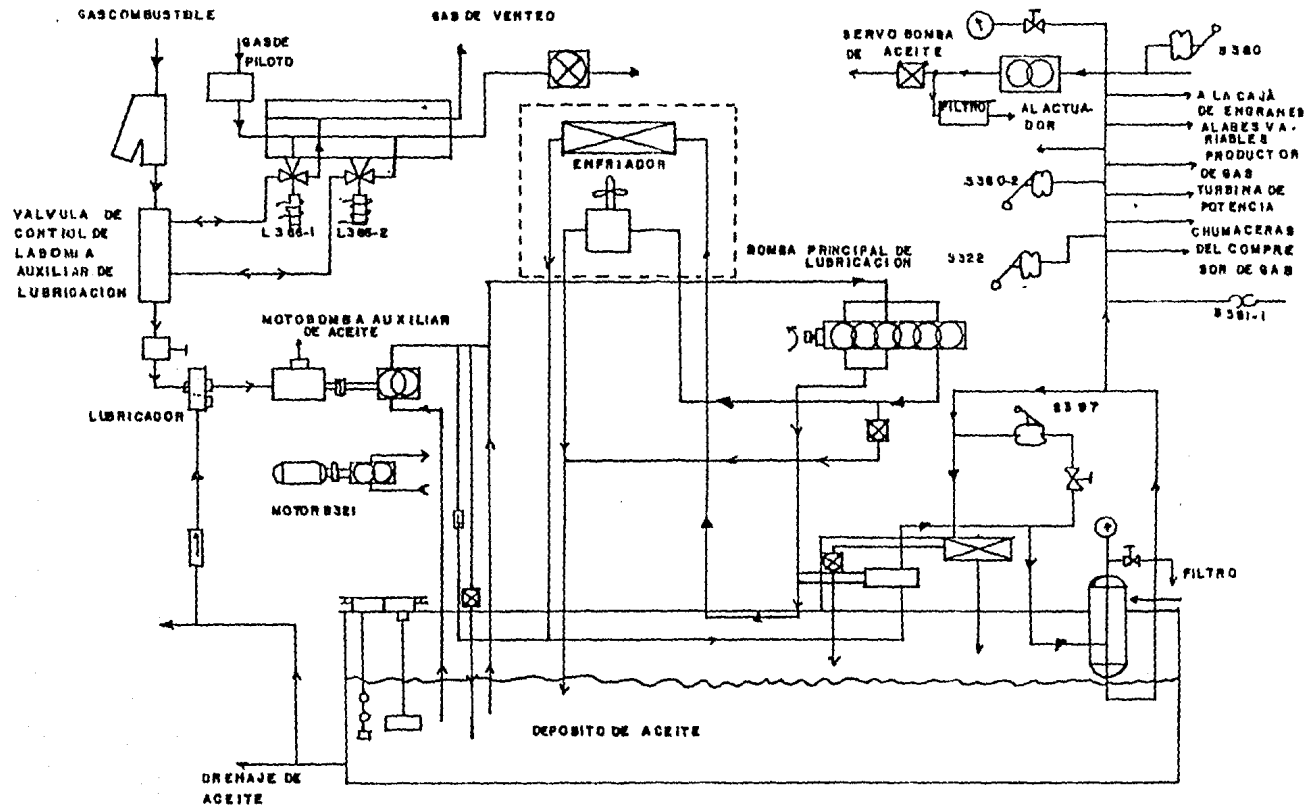
Descripción Funcional:

El sistema de aceite lubricante, además de su función principal de proporcionar aceite lubricante para la máquina y para los cojinetes del compresor de gas natural también surte aceite a la presión regulada de entrada de la máquina para el sistema de aceite del servo, gobernador de control de combustible y para el actuador de control de los álabes variables.

El sistema tiene un tanque de aceite, una bomba auxiliar de aceite lubricante (operada eléctricamente), bomba hidráulica y principal de aceite lubricante accionadas por la máquina, conjunto regulador de aceite, filtro dual de aceite, enfriador de aceite, varios interruptores de control y válvulas; medidores de presiones y de temperaturas para poder controlar las operaciones de los sistemas de aceite.

En la figura 2.3 se observa el sistema de lubricación.

Operación: cuando se oprime el interruptor de arranque la bomba auxiliar de aceite lubricante es activada automáticamente por el sistema de control eléctrico.



UNAM-FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES
CUAUTILAN

(FIGURA 2.3)
ESQUEMA DEL SISTEMA DE ACEITE DE
LUBRICACION DEL TURBOCOMPRESOR

La bomba succiona aceite del tanque de aceite lubricante y lo entrega al conjunto del regulador de aceite lubricante, en donde pasa a través de la válvula del selector de servicio del filtro para seguir hasta los dos filtros de aceite. De estos filtros de aceite es retornado al conjunto del regulador de aceite lubricante a través de las válvulas de no retorno y es dirigido a través de la salida principal y varias líneas de ramales a varios puntos de lubricación de la máquina, además, existen varias líneas de ramales separados que llevan aceite a una presión regulada al actuador de los álabes variables, al gobernador accionado por la máquina, a la servo-bomba de aceite. El aceite para estos accesorios empieza a circular cuando la máquina comienza a funcionar.

La presión en el circuito auxiliar de aceite lubricante es mantenida a un valor nominal de 1.05 Kg/cm^2 , la entrada de la máquina por medio de la válvula de alivio auxiliar del aceite lubricante, en el conjunto del regulador del aceite lubricante.

Cuando la velocidad de la máquina aumenta durante la secuencia del arranque, la presión del aceite de la bomba principal hidráulica de aceite lubricante accionada por la máquina alcanza un valor preajustado, y la bomba auxiliar de aceite lubricante es automáticamente desconectado por el sistema eléctrico

La bomba succiona aceite del tanque de aceite lubricante y lo entrega al conjunto del regulador de aceite lubricante en donde pasa a través de la válvula del selector de servicio del filtro para seguir hasta los dos filtros de aceite. De estos filtros de aceite es retornado al conjunto del regulador de aceite lubricante a través de las válvulas de no retorno y es dirigido a través de la salida principal y varias líneas de ramales a varios puntos de lubricación de la máquina, además, existen varias líneas de ramales separados que llevan aceite a una presión regulada al actuador de los álabes variables, al gobernador accionado por la máquina, a la servo-bomba de aceite.

El aceite para estos accesorios empieza a circular cuando la máquina comienza a funcionar.

La presión en el circuito auxiliar de aceite lubricante es mantenida a un valor nominal de 1.05 Kg/cm^2 , la entrada de la máquina por medio de la válvula de alivio auxiliar del aceite lubricante, en el conjunto del regulador del aceite lubricante.

Cuando la velocidad de la máquina aumenta durante la secuencia del arranque, la presión del aceite de la bomba principal hidráulica de aceite lubricante accionada por la máquina alcanza un valor preajustado, y la bomba auxiliar de aceite lubricante es automáticamente desconectado por el sistema eléctrico.

Ahora el aceite es entregado por la bomba de aceite accionada por la máquina hasta el conjunto regulador de aceite lubricante, en donde es mantenido a una presión nominal de la entrada de la máquina de 3.87 Kg/cm^2 , por la válvula reguladora de presión de descarga.

La válvula mezcladora de temperatura de aceite, separa -- aceite del enfriador hasta que la temperatura del aceite alcanza un ajuste predeterminado; entonces la válvula se cierra gradualmente, suministrando aceite al enfriador en proporción a la temperatura del aceite.

Desde el enfriador de aceite, el aceite fluye a través de la válvula del selector hacia los filtros del aceite, después a través de dos válvulas de no retorno en el conjunto del regulador del aceite lubricante y luego hacia la caja de accionamiento de accesorio, al gobernador de control de combustible al actuador de control de los álabes variables del compresor, a las dos entradas de la caja de cojinetes de la turbina de potencia y a la entrada de -- aceite de la caja de engranes.

El aceite es drenado por gravedad, hacia el tanque del -- aceite lubricante.

La post-lubricación es efectuada una vez que la máquina se ha detenido, por medio de la bomba auxiliar de aceite lubricante, la cual es puesta en servicio automáticamente por el sistema de control de la máquina para proporcionar enfriamiento a los cojinetes durante el ciclo de post-lubricación.

2.4 SISTEMA DE AIRE.

El sistema de aire de la máquina, además de su misión principal de sostener la combustión, tiene las siguientes funciones: Presurizar los sellos de aceite, enfriar los discos del rotor de la turbina, ayudar a obtener un funcionamiento uniforme de la máquina evitando condiciones de desbocamiento ó interrupciones de velocidad en los períodos críticos, proporcionar aire de control para operar los sistemas neumáticos de control de velocidad, los sistemas de control de combustible y el sistema de álabes variables.

El sistema de aire empieza a funcionar con el giro del rotor del compresor, el cual aspira aire del medio ambiente. El aire es comprimido y dirigido a través del difusor hasta la cámara de combustión, donde el combustible es inyectado y la mezcla combustible resultante es quemada, esta acción transforma el aire en un gas caliente que se expande a través de la turbina originando una energía mecánica y es expelido hacia la atmósfera a través de un colector de escape.

El aire de descarga del compresor derivado de la caja de soporte de los baleros, es conducido por líneas externas de aire a través de orificios hasta los sellos delanteros del rotor del compresor y hasta el sello de aceite trasero de la turbina de potencia; también existe otra línea exter

na que va del sello trasero del aceite del rotor del compresor, hasta el sello de aceite de la turbina productora de gas.

SISTEMA DE CONTROL ELECTRICO.

La función del Sistema de Control Eléctrico es proteger al turbocompresor cuando existe una falla de operación de algún accesorio de la turbina.

Conjuntamente tiene integrado las unidades del control de velocidad de la turbina productora de gas, control de velocidad de la turbina de potencia, unidad de control de temperatura de la turbina, unidad principal de control de combustible, generador de rampa, unidad de paro por sobrevelocidad y unidad de control manual de velocidad.

Estas unidades sensan continuamente, presión, temperatura, velocidad y provocan paros del turbocompresor cuando existe una anomalía; cuenta además con un sistema de señalización mediante diodos luminosos, para indicar la causa probable del paro.

Cuando la turbina está parada por alguna falla, la turbina no arranca en un nuevo intento, hasta que no se corrige la causa de la falla.

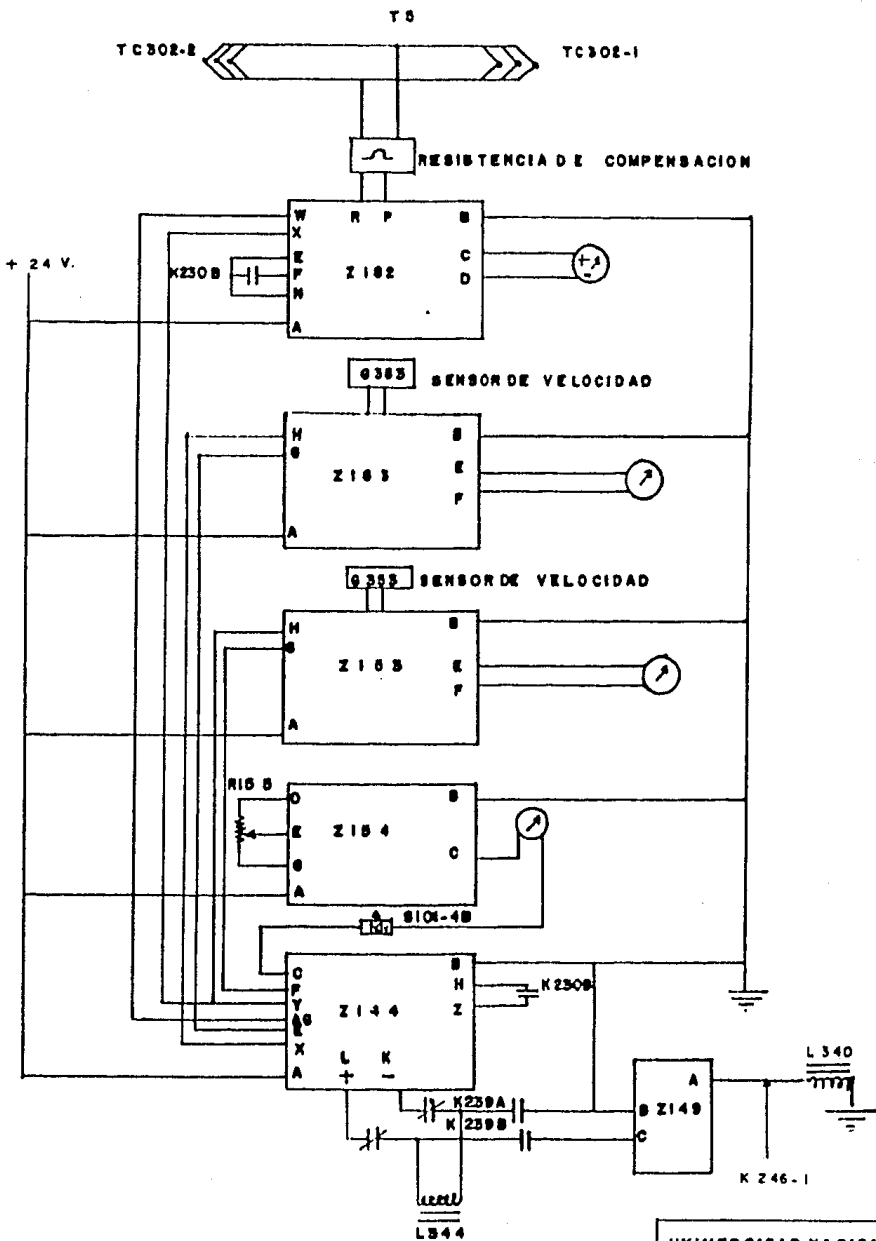
A continuación se describen cada una de las unidades mencionadas anteriormente y en la figura 3, se muestra el sistema de control.

3.1 UNIDAD DE CONTROL DE COMBUSTIBLE PRINCIPAL (Z144).

Es un dispositivo electrónico del estado sólido empleado para controlar la posición del actuador superior L344, durante las etapas finales de la secuencia de arranque y durante la operación normal de la máquina.

La unidad consiste de una caja de metal sellada que contiene circuitos electrónicos, con siete potenciómetros - cuyo ajuste es accesible externamente y un conector de clavija múltiple para todas las conexiones de entrada y salida. En operación, la unidad de control detecta simultáneamente las señales de entrada, tanto de la unidad de control de velocidad de la turbina de potencia Z153, como de la unidad de control de temperatura Z182 y selecciona la más alta como señal de control. Si existe un problema por alta temperatura en la máquina o sobrevelocidad, una señal eléctrica es enviada hacia las unidades de control Z182 ó Z183; las cuales tienen valores calibrados de milivoltajes.

Si estos valores son excedidos, una señal es enviada al actuador de combustible L344, el cual hace que se mueva la válvula estranguladora de gas combustible, a la posición de cerrado para tratar de reducir el flujo de combustible y desacelerar la máquina, con esto se logra disminuir la temperatura en la cámara de combustión, cuando la velocidad y la temperatura regresan al valor normal, un cambio en la señal hace que el actuador se retraiga a su posición normal de operación.



UNIVERSIDAD NACIONAL DE MEXICO
 FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES C.
 SISTEMA DE CONTROL ELECTRICO
 (FIGURA 3)

3.2 UNIDAD DE CONTROL DE VELOCIDAD DE LA TURBINA PRODUCTORA DE GASES (Z183).

La unidad de control de velocidad del compresor de gas es un dispositivo electrónico del estado sólido empleado para el control de determinados pasos en la secuencia eléctrica de operación durante los ciclos de arranque automático de la máquina.

Esta unidad de control, es una caja sellada que contiene internamente cuatro juegos unipolares, de contactos de interruptor de doble tiro operados por relevadores miniatura y circuitos sensores asociados.

La caja incluye un conector de clavija múltiple, con provisión para suministrar una entrada de alimentación de -- +24 Volts. C.D., un colector magnético de señal de entrada de velocidad del compresor de la máquina y conexiones de salida de los contactos del interruptor relevador para -- los puntos designados en el sistema de control eléctrico. En operación el colector magnético de la frecuencia de la señal de audio, generada por la velocidad de compresor, es detectada continuamente por la unidad de control de velocidad y convertida en una señal de corriente de salida para impulsar al medidor de velocidad de la máquina, el cual está calibrado en porcentos de la velocidad del compresor.

Cuando una frecuencia equivalente al 15% de velocidad del

compresor es detectada por la unidad de control, un juego de contactos normalmente abiertos, cambian.

Un segundo juego de contactos de interruptores normalmente cerrados cambian o transfieren al 60% de la velocidad, y un tercer juego de contactos normalmente cerrados cambian en velocidad de carga.

Un cuarto juego de contactos al 110% de velocidad está como reserva.

Los contactos J-K de la unidad de control Z183 de velocidad cambian al 15% de velocidad; todos los otros contactos cambian con la aplicación de energía eléctrica del sistema eléctrico y cambian de nuevo en los grupos de ajuste aplicables.

3.3. UNIDAD DE CONTROL DE VELOCIDAD DE LA TURBINA DE - POTENCIA (Z153).

La unidad de control de velocidad de la turbina de potencia es funcionalmente idéntica a la unidad de control del compresor productor de gas, excepto por la fuente de señal de entrada, el número de contactos empleados, los puntos de ajuste y salida adicional de corriente directa para la unidad Z144 de control superior de combustible en operación, la unidad de control de velocidad de la turbina de potencia determina la frecuencia de una señal de audio que procede desde el transductor de velocidad situado en la máquina y la convierte en una señal de salida de corriente para el medidor M153 de velocidad de la turbina de potencia, el cual está calibrado en porcentaje de velocidad, únicamente los juegos segundo y cuarto de contactos de interruptor relevador son utilizados, si la velocidad de la turbina excede del 110% el cuarto juego de contactos cambia para energizar al circuito de funcionamiento incorrecto. El indicador de funcionamiento incorrecto (lámpara No. 7) de sobrevelocidad sobre la consola de control se enciende, y la máquina se para. Si la velocidad de la turbina de potencia baja del 50%, se cambia el segundo juego de contactos para energizar una lámpara de funcionamiento incorrecto.

El indicador de funcionamiento incorrecto (lámpara No. 8) falla de ignición, se ilumina y la máquina se para.

Si durante la operación normal, la velocidad de la turbina de potencia se acerca al límite predeterminado, se genera una señal de voltaje analógico establemente aumentado de C.D., por la unidad de control de velocidad de la turbina de fuerza, y transmitida a la unidad Z144 de control de combustible.

Esta unidad de control, manda una señal de corriente en m.A. al servo actuador L344 electrohidráulico.

Una vez que es excedido el límite del punto de ajuste, el actuador empezará a extenderse y mueve a la válvula estranguladora hacia la posición de cerrado para reducir el flujo de combustible y desacelerar la máquina. La señal de voltaje analógico de corriente continua para la unidad de control de combustible, aumenta proporcionalmente desde cero hasta el máximo, conforme aumenta la velocidad de la turbina de potencia desde cero hasta un valor teórico de 120%.

3.4 UNIDAD DE CONTROL DE TEMPERATURA DE LA MAQUINA (Z182)

La unidad de control de temperatura de la máquina es un dispositivo electrónico del estado sólido, empleado para controlar predeterminados pasos en la secuencia eléctrica de operación durante el ciclo automático de arranque de la máquina y proporcionar advertencia para temperatura --

elevada y en casos extremos paro de la máquina si se excede la temperatura de calibración de la unidad de control. En operación, la unidad de control de temperatura de la máquina detecta la temperatura del gas de entrada a la turbina de potencia, según el promedio de la señal de voltaje de salida de los seis termopares colocados alrededor de la cámara de combustión.

Esta señal de voltaje es proporcional a la temperatura detectada por los termopares.

Esta unidad de control consta de tres juegos de contactos y operan como sigue: conforme aumenta la temperatura de la máquina debido a la ignición durante la secuencia de arranque, el primer juego de contactos (G-H-J) cambian en los 176.66°C ; si no se ha alcanzado la temperatura de 176.66°C en la máquina dentro del tiempo predeterminado, después-- que la máquina alcanza la velocidad del compresor de 15%, la máquina queda fuera de operación, y se ilumina la lámpara de falla de encendido en tablero anunciador.

Si durante la operación la temperatura del gas de entrada de la turbina de fuerza excede un valor predeterminado, el segundo juego de contactos (M-L) cambian para iluminar la lámpara por "ALTA TEMPERATURA INMINENTE DE LA MAQUINA", ésta lámpara solo advierte y no se produce un paro de la máquina.

Un aumento aún mayor de temperatura hará que el tercer juego de contactos (S-T-U) cambien, si la temperatura del gas de entrada a la turbina de potencia excede ligeramente el punto de ajuste más alto la máquina queda automáticamente fuera de servicio y se ilumina la lámpara indicando "ALTA TEMPERATURA DE LA MAQUINA".

Conforme aumenta la temperatura del gas de entrada un aumento analógico de señal de voltaje de C.D. es generado -- por la unidad de control de temperatura de la máquina y -- transmitido a la unidad de control principal de combustible 2144.

Esta unidad, a su vez envía una señal de corriente de salida al servo actuador electrohidráulico L344.

Una vez que el límite del punto de ajuste es excedido, el actuador se empezará a extender y a mover la válvula de estrangulación hacia la posición de cerrada para reducir el flujo de combustible y desacelerar la máquina.

3.5 UNIDAD DE CONTROL DE VELOCIDAD MANUAL (Z154)

Es una unidad electrónica, la cual está hermeticamente sellada, contiene cables externos que interconectan con la fuente de alimentación, con la unidad de control de combustible - principal, con un indicador de velocidad de ajuste y una resistencia variable (R-155).

La función de esta unidad es ajustar una velocidad definida, la cual es desarrollada automáticamente por la turbina y al llegar al punto de ajuste, permanece operando en forma continúa a esa velocidad, únicamente variamos el valor de la resistencia (R-155).

3.6 UNIDAD DE PARO POR SOBREVOLOCIDAD (Z353).

El conjunto de interruptor de sobrevelocidad de retroceso, es un dispositivo electrónico de estado sólido, que es empleado para operar un juego de contactos sencillos de interruptor en el sistema de control eléctrico para producir una parada de la máquina, si por cualquier razón, falla la unidad Z153 de control de velocidad de la turbina de potencia.

En operación, el conjunto interruptor sensoriza la frecuencia de una señal de audio del transductor magnético de velocidad de retroceso de la turbina de potencia.

Si la velocidad excede del 114%, abren los contactos (H-G) normalmente abiertos de interruptor, desenergizando los solenoides de la válvula piloto del combustible primario cierra y automáticamente se para la turbina y se ilumina la lámpara de falla de ignición.

3.7 GENERADOR DE RAMPA (Z149).

El generador de rampa de control de combustible, es un dispositivo electrónico del estado sólido que controla el actuador de combustible L344.

Como el encendedor que está en la cámara de combustible encendido durante la secuencia de arranque el generador es energizado y comienza a aumentar su salida, en una pendiente lineal desde cero al máximo, esta señal eléctrica hace que el servo actuador electrohidráulico mueva la válvula estranguladora hacia la posición de aceleración (combustible máximo), enriqueciendo así la mezcla para proporcionar la ignición óptima de la relación de combustible-aire y evitar un posible encendido libre en la fuente.

El generador de rampa se desconecta automáticamente del servo actuador cuando la temperatura de la máquina llega a 176.66°C , diez segundos después de que el encendedor de la cámara de combustión es prendido, el piloto se apaga y el generador automáticamente se desenergiza por el sistema de control eléctrico.

CAPITULO 4

INTRODUCCION A LOS CIRCUITOS INTEGRADOS.

Típicamente, un circuito integrado o C.I., consta de transistores, resistores y diodos grabados en un material semiconductor. Usualmente este material es silicio y se obtiene o se usa, finalmente, en la forma de una partícula.

Como todos los componentes se fabrican de la misma partícula, la construcción de un C.I. se conoce como "monolítica".

Todos los dispositivos se conectan entre sí para desempeñar una función u operación definidas.

Entonces el concepto de C.I. es el de un circuito completo -- (ó casi completo), en ves de un grupo de dispositivos semiconductores relacionados.

Para convertir el paquete de C.I. en una unidad de funcionamiento se debe conectar a una fuente de energía, una o más entradas y una salida. En la mayoría de los casos la salida también se debe conectar a componentes externos, tales como capacitores y bobinas, ajustados de tal forma que cumplan con el diseño proyectado.

4.1 Circuitos integrados en paquete.

Las partículas de los C.I. casi siempre son de medidas microscópicas.

En lugar de efectuar la conexión directa, la partícula se monta en un recipiente adecuado y se conecta al circuito externo, a través de las puntas unidas a aquél.

Se conocen tres paquetes básicos de C.I.:

El de transistor, el plano y el de dos unidades en línea.

En la figura 4.1.1, se muestran ejemplos típicos de éstos. En el paquete de transistor la partícula se monta en el interior de una envolvente de transistor, tal como la TO-5, en lugar de las tres puntas que se encuentran usualmente en una envolvente de transistor (emisor, colector y base), hay 8, 10, 12 ó más puntas para aceptar las diversas conexiones de la fuente de energía y la entrada/salida que se necesitan para un circuito completo.

En el paquete plano la partícula se encierra en una envolvente rectangular con puntas terminales que se extienden por los lados y los extremos.

En el paquete de dos unidades de línea (PDU), la partícula se encierra en una envolvente rectangular de longitud mayor que el paquete plano.

4.2 TIPOS BASICOS DE CIRCUITOS INTEGRADOS

Existen dos tipos básicos de circuitos integrados: Digital y Lineal.

4.2.1 Circuitos integrados Digitales.- Los Circuitos integrados Digitales son los circuitos integrados equivalentes de los circuitos DTL, TTL, MOS, CMOS, etc.

Los C.I. Digitales se emplean en las computadoras la telemetría digital, etc., y forman circuitos tales como las compuertas, los contadores, los interruptores rotatorios -

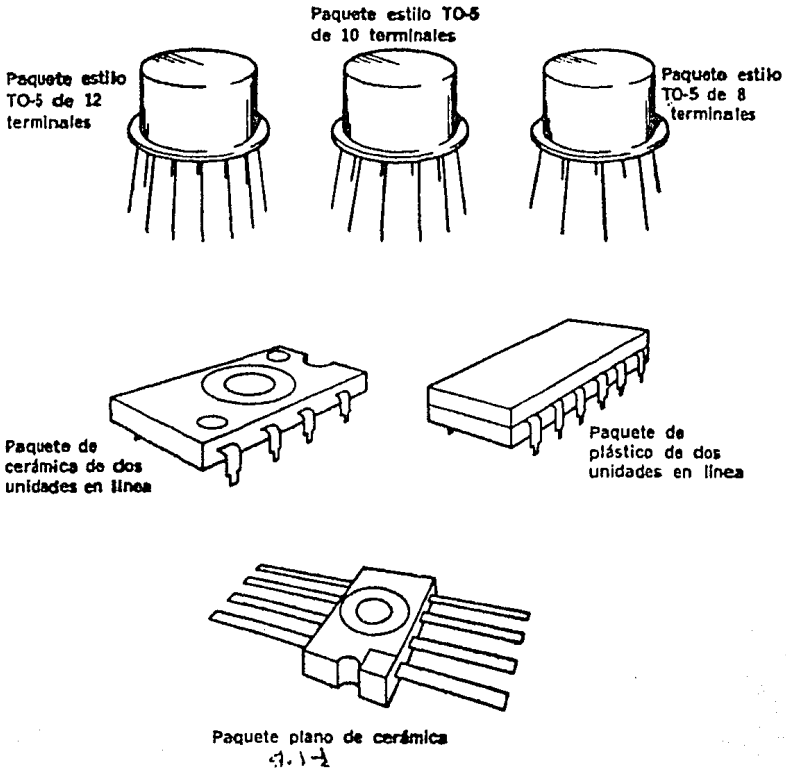


FIG. 4.1.1- PAQUETES BASICOS DE CIRCUITOS INTEGRADOS.

Los vibradores múltiples, los registradores de desplazamiento, etc. Un C.I. digital es una red completa de operación lógica que, usualmente, no necesita más que una o más entradas, una salida y una fuente de energía.

4.2.2 Circuitos Integrados Lineales.- Los circuitos integrados lineales, son los circuitos integrados equivalentes de los circuitos básicos de transistor.

Ejemplos de esto son los amplificadores, los osciladores, los mezcladores, los multiplicadores de frecuencia, los moduladores, los limitadores, los detectores y algunos otros.

Aunque los C.I. lineales representan circuitos completos de operación frecuentemente necesitan componentes externos, adicionales (además de una fuente de alimentación de energía para operar a satisfacción).

4.3 SEÑALES Y CIRCUITOS LOGICOS

Los circuitos digitales procesan información binaria, respondiendo a un conjunto de excitaciones con dos niveles definidos, que corresponden a estados lógicos "1" y "0".

Se habla de lógica positiva cuando el estado lógico "1" corresponde a un voltaje alto, mayor que cierto valor V_{Hmin} , y el estado "0" corresponde a un voltaje bajo, menor que V_{Lmax} .

En sistemas con lógica negativa el "0" corresponde al nivel alto de voltaje, y el "1" al bajo, vease la figura 4.3:

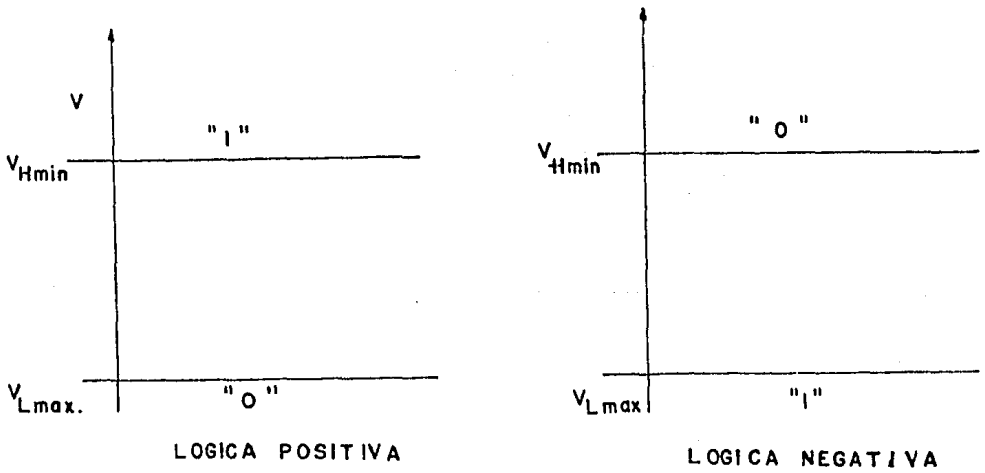


FIGURA 4.3. NIVELES LOGICOS

COMPUERTAS LOGICAS

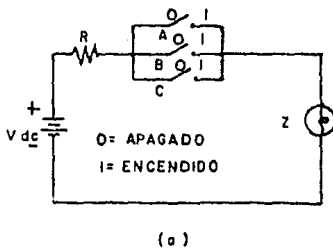
Una compuerta es un circuito para realizar operaciones lógicas con una o más variables (entradas) obteniendo un resultado (salida Z).

Para realizar las operaciones lógicas existen tres circuitos básicos (llamados bloques), el circuito OR, el circuito AND y el circuito NOT.

4.3.1. EL CIRCUITO OR:

Este circuito básico tiene dos o más entradas y una sola salida. La salida y las entradas, pueden tomar uno de los valores o estados lógicos y su operación es de tal manera que la salida está en el estado uno "1", cuando cualquiera de las entradas está en el estado "1"; o sea, la salida es uno cuando la entrada A, la entrada B o la entrada C es uno.

El circuito se muestra mediante una analogía en la figura --- 4.3.1., donde una batería alimenta a la lámpara Z a través de tres interruptores en paralelo, los interruptores son las tres entradas a la lámpara y la lámpara representa la salida del circuito.



| A | B | C | Z |
|---|---|---|---|
| 0 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 1 | 1 |
| 0 | 1 | 0 | 1 |
| 0 | 1 | 1 | 1 |
| 1 | 0 | 0 | 1 |
| 1 | 0 | 1 | 1 |
| 1 | 1 | 0 | 1 |
| 1 | 1 | 1 | 1 |

(b)

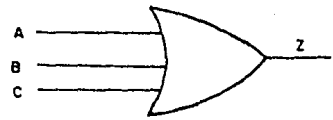


FIGURA 4.3.1 CIRCUITO OR

(a) analogía

(b) tabla de verdad

(c) símbolo

Si se define un interruptor abierto como el estado "0" y el foco apagado también como estado cero "0" y por otro lado, se define un interruptor cerrado como estado "1", y la lámpara encendida también como estado "1", se podrían listar las diferentes combinaciones de los estados de los interruptores y los estados resultantes en las salidas. Esta lista se denomina tabla de verdad y se muestra en la figura - - 4.3.1.b, en la tabla de verdad se puede ver que todos los interruptores deben estar abiertos ("0") para que el foco esté apagado ("0").

Este tipo de circuitos se denomina bloque OR y tiene la representación simbólica que se muestra en la figura 4.3.1.c., donde se muestra con tres entradas.

Por lo tanto, el bloque OR se usa para tomar una decisión lógica cuando al menos una de las entradas se encuentra en el estado "1".

4.3.2. EL CIRCUITO AND.

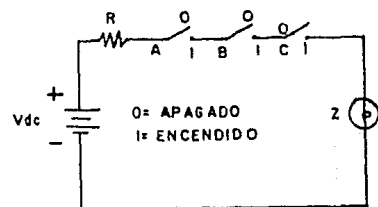
Este circuito también tiene varias entradas y solamente una salida, pero en este caso la salida del circuito toma un estado lógico igual a "1", solo si todas las entradas toman el estado lógico "1", simultáneamente.

Esto se ilustra en la figura 4.3.2.a., aquí la lámpara Z se enciende solo si los interruptores A, B y C están cerrados al mismo tiempo.

La lámpara no se enciende si alguno de estos interruptores se encuentra abierto.

Con la misma anotación definida anteriormente, la tabla de verdad para el circuito AND se muestra en la figura 4.3.2.b., y su representación simbólica en la figura 4.3.2.c.

De lo anterior se concluye que el bloque AND, toma una decisión lógica cuando todas las entradas se encuentran en el estado "1" al mismo tiempo.



(a)

| A | B | C | Z |
|---|---|---|---|
| 0 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 1 | 0 |
| 0 | 1 | 0 | 0 |
| 0 | 1 | 1 | 0 |
| 1 | 0 | 0 | 0 |
| 1 | 0 | 1 | 0 |
| 1 | 1 | 0 | 0 |
| 1 | 1 | 1 | 1 |

(b)



(c)

FIGURA 4.3.2. CIRCUITO AND

(a) analogía

(b) tabla de verdad

(c) símbolo

Es conveniente mencionar unas pocas palabras respecto a la descripción de "unidades lógicas de entrada" (fan in) y a las unidades lógicas de salidas (fan out). La cantidad máxima de corriente de entrada que puede manejar una compuerta se conoce como fan in.

Respecto a la salida se ha observado que solamente existe una salida en cada compuerta, pero por condiciones circuital_i tales se requiere que con esta señal se alimente a algunos otros bloques lógicos, de donde el número de bloques que pueden ser alimentados con una salida de un bloque en particular se denomina unidad lógica de salida.

4.3.3. CIRCUITO NOT

Este circuito tiene una sola entrada y una salida y opera de tal manera, que el estado de la salida siempre es opuesto al estado de la entrada.

Considerando la figura 4.3.3.a, cuando el interruptor está

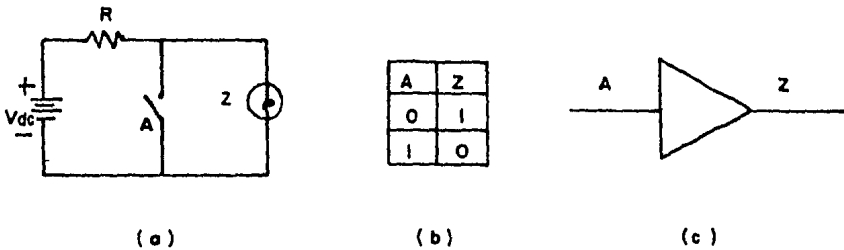


FIGURA 4.3.3. CIRCUITO NOT

(a) analogía (b) tabla de verdad (c) símbolo

abierto (0) la corriente fluye a través de la lámpara y el foco se enciende (1), si el interruptor se encuentra cerra-

do, la corriente fluye a través del interruptor y no de la lámpara, por lo tanto, la lámpara se apagará. Esta operación, en que la salida es opuesta a la entrada se conoce como una inversión, y el circuito que realiza la operación se denomina un inversor. La tabla de verdad se muestra en la figura 4.3.3.b, y el símbolo en la figura 4.3.3.c.

4.3.4. BLOQUES NOR Y NAND

Un circuito NOT se puede combinar con un bloque OR ó con un bloque AND de donde se tendría una inversión de la función. que realizan estos dos últimos bloques, el circuito NOT cuando se combina con el bloque OR se denomina bloque NOR.

Esto se ilustra usando la analogía del circuito de la lámpara mostrada en la figura 4.3.4., a donde cualquiera de los interruptores que se encuentran en estado "1" hace que la lámpara tome un estado "0".

La tabla de verdad y el símbolo se muestran en la figura 4.3.4.b, y c., respectivamente.

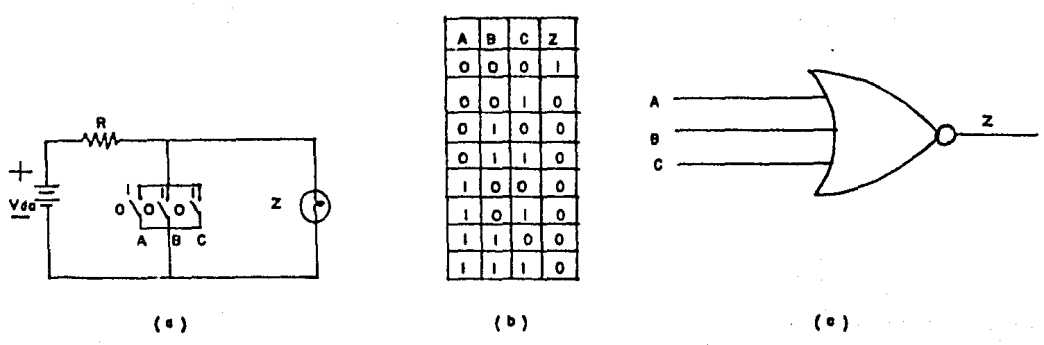


FIGURA 4.3.4 CIRCUITO NOR

(a) analogía (b) tabla de verdad (c) símbolo

En forma similar, el circuito NOT puede ser combinado con el bloque AND y obtenerse un bloque NAND, figura 4.3.5. - Cuando todos los interruptores están en la posición "1" - la lámpara está en el estado "0". La tabla de verdad y el símbolo del bloque NAND, se muestran en las figuras 4.3.5.b y c. respectivamente.

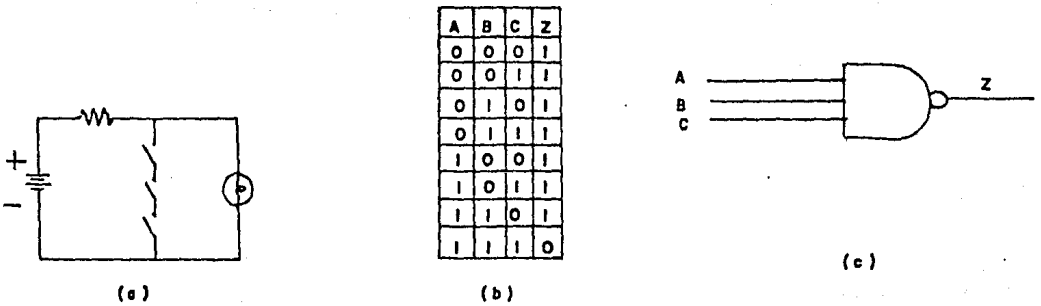


FIGURA 4.3.5 CIRCUITO NAND

(a) analogía (b) tabla de verdad (c) símbolo

PRUEBAS EXPERIMENTALES

Fuente de alimentación:

Se define como un sistema eléctrico, cuya función es mantener un voltaje constante, y una corriente adecuada de acuerdo a las variaciones de carga.

En este caso, la carga que se va a alimentar necesita dos niveles de voltajes constantes en forma separada, los cuales son $+24V_{C.D.}$ y $+5V_{C.D.}$.

5.1 Fuente de alimentación de +24 Volts.

Esta fuente alimenta a las inidades de control eléctrico y amplificadores ópticos, para el manejo de las válvulas solenoides y relevadores.

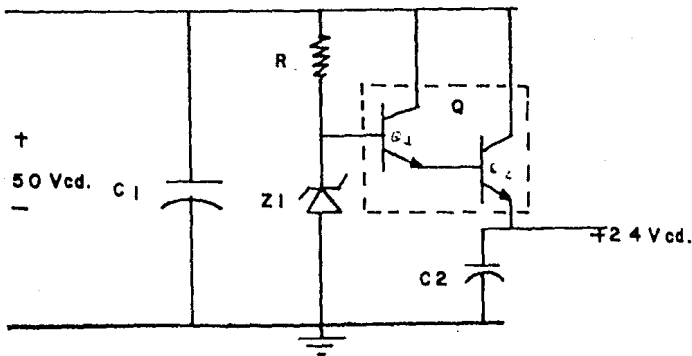


FIGURA 5.1.1. REGULADOR DE VOLTAJE DE LA FUENTE DE ALIMENTACION DE -- +24 Volts. C.D.

NOMBRE DE PARAMETROS

| | |
|---------------|---|
| $V_{C.D}$ | SUMINISTRO DE VOLTAJE NO REGULADO |
| R_s | RESISTENCIA |
| R_i | IMPEDANCIA DE LA FUENTE |
| Z_1 | DIODO ZENER |
| Q_1 y Q_2 | TRANSISTORES DE POTENCIA INTEGRADOS (TIP 140) |
| R_L | CARGA DE LA FUENTE |
| C_1, C_2 | CAPACITORES ELECTROLITICOS |

CALCULOS EFECTUADOS:

Dependiendo de la carga, la corriente puede variar de 2 a 7 amperes, con un rango de temperaturas del medio ambiente de 25°C a 60°C .

Un voltaje de alimentación de corriente directa es tal que cuando tenga un voltaje de + 46 Volts. C.D. no regulados, proporcione dos amperes y + 35Volts C.D. cuando entregue 7 amperes.

Con variaciones de voltaje de líneas normales, el voltaje de alimentación en circuito abierto, puede variar de + 45 Volts. C.D. a + 50 Volts. C.D. no regulados.

Supongamos que tenemos un voltaje de ripple de un 5% - del voltaje de alimentación no regulado, en este caso - las variaciones de voltaje de ripple de entrada serían

$$V_{\text{ripple}} = (5) / 100 (45V) = 2.25 \text{ Volts.}$$

$$V_{\text{ripple}} = (5) / 100 (50) = 2.5 \text{ Volts.}$$

Si deseamos un voltaje de ripple en la salida de - - -

$$V_{\text{ripple}} = 0.5\%$$

$$(0.5) / 100 (24V) = 0.12 \text{ Volts.}$$

Impedancia de la fuente no regulada

$$R_i = (46V - 35V) / (7A - 2A) = 11/5 = 2.2 \text{ Ohms.}$$

De acuerdo a la figura 5.11, la corriente de base máxima que fluye a través del transistor Q_2 es:

$$I_{B2} = (I_{E2}) / (\beta) = 7A / 500 = 0.313A$$

$$I_{B2\text{max}} = 0.313 \text{ amperes}$$

$$I_{E1\text{max}} = I_{B2\text{max}} = 0.313 \text{ amperes}$$

$$I_{B1\text{max}} = I_{E1\text{max}} / \beta = 0.313 / 500 = 0.0139 \text{ amperes.}$$

Si consideramos que la corriente que circula a través del diodo zener es el 10% de la I_{B1max} .

$$I_z = (0.1) (0.0139) = 0.00139 \text{ amperes} = 1.39 \text{ mA}$$

$$I_{zmin} = 1.39 \text{ mA}$$

De acuerdo con la ley de corriente de Kirchoff

$$I_{RSmax} = I_{B1max} + I_{zmin} = 0.0139 \text{ A} + 0.00139 \text{ A} = 0.01529 \text{ A}$$

$$I_{rsmax} = 0.01529 \text{ amperes}$$

Voltaje en la base de Q_1

$$V_{B1} = V_s + V_{BE1} + V_{BE2} = 24V + 2(0.7V) = 25.4 \text{ Volts.}$$

$$V_{Ri} = R_i I_{E2max} = (2) (7A) = 14 \text{ Volts.}$$

$$V_{RSmin} = V.C.D. min. - V_{Ri} - V_{B1} = 45V - 14V - 25.4V$$

$$V_{RSmin} = 5.6 \text{ Volts.}$$

$$R_s = V_{RSmin} / I_{RSmax} = 5.6V / 0.01529 = 366.25 \text{ Ohms} \approx 370 \Omega$$

$$R_s = 370 \text{ Ohms.}$$

$$V_{Rs} + V_{Ri} = V.C.D. max - V_{B1} = 50V - 25.4V = 24.6 \text{ Volts}$$

$$V_{Rs} + V_{Ri} = 24.6 \text{ Volts.}$$

$$I_{B1min} = (I_{E1min} / \beta) - (I_{CBO}).$$

$$\text{Para } T = 25^\circ C, I_{CBO} = 1 \text{ mA}$$

$$\text{Para } T = 125^\circ C, I_{CBO} = (90) (10)^3 (1) (10)^{-3} = 90 \text{ mA}$$

Segun la figura 5.1.2.

$$I_{B1min} = (I_{E1min} / \beta) - (I_{CBO}) = (2A / 500) - (90 \text{ mA})$$

$$I_{B1min} = 4 \text{ mA} - 90 \text{ mA} = -86 \text{ mA}$$

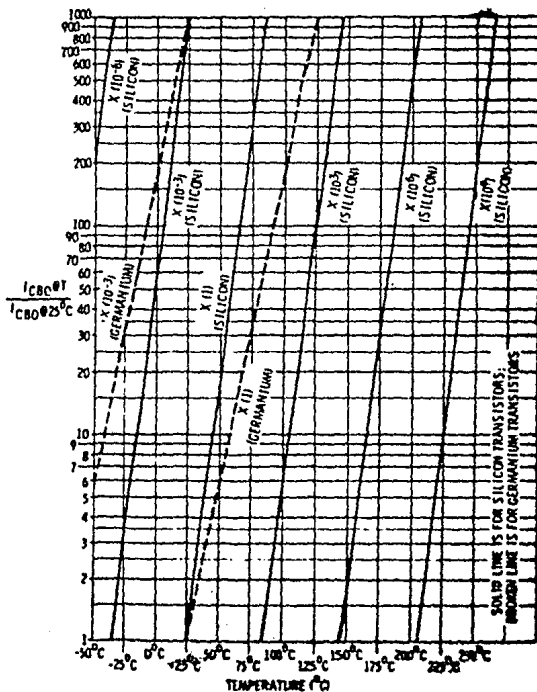


FIG. 5. 1. 2 Variaciones de Corriente con Temperatura .

$$V_{Rc} + V_{Ri} = (I_{B1 \min} + I_z(\max)) R_s + (I_{B \min} + I_{E1 \min} + I_z(\max)) R_i$$

$$24.6 \text{ V} = ((-86) (10)^{-3} \text{ A} + I_z(\max)) 370 + ((-86) (10)^{-3} + 2\text{A} + I_z(\max)) 2$$

$$I_z(\max) = 0.147 \text{ amperes}$$

Máxima potencia disipada por el diodo zener:

$$P_{z \max} = V_{B1} I_z(\max) = (24.5\text{V}) (0.147) = 3.6\text{w}$$

$$P_{2 \max} = 3.6 \text{ Watts}$$

Máxima impedancia del diodo zener:

$$R_{\text{total}} = R_i + R_s = 2 + 370 = 372 \text{ Ohms.}$$

$$R_T = 372 \text{ Ohms.}$$

$$V_{\text{ripple en la carga}} = 0.12 \text{ Volts.}$$

$$V_{\text{ripple max en la fuente no regulada}} = 2.5 \text{ Volts.}$$

Mediante un divisor de voltaje calculamos la máxima impedancia del diodo zener

$$0.12\text{V} = (R_z) (2.5) / (R_z + 372)$$

$$R_z = 18.75 \text{ Ohms} \Rightarrow R_z \leq 18.75 \text{ Ohms}$$

Disipación de potencia del transistor:

El transistor Q_2 disipa la máxima potencia cuando la corriente de carga es máxima.

$$V_{CEQ} = V_{C.D. \max} - (2) (7\text{A}) - 24\text{V} = 12 \text{ Volts.}$$

$$V_{CEQ} = 12 \text{ Volts.}$$

$$P_{Q2} = V_{CEQ2} I_{E2} = (12\text{V}) (7\text{A}) = 84 \text{ Watts}$$

Consideraciones térmicas

Definición de parámetros:

T_j = Temperatura de unión

T_a = Temperatura del medio ambiente

θ_{jc} = Resistencia térmica juntura-cápsula

θ_{ja} = Resistencia térmica juntura-ambiente

P_j = Potencia disipada

θ_{ca} = Resistencia térmica del encapsulado-ambiente

La máxima potencia que puede disipar este amplificador, utilizando un disipador de calor de aluminio con una resistencia térmica de encapsulado-ambiente de $\theta_{ca} = 0.4^\circ \text{C/W}$, en una temperatura del medio ambiente de 50°C es:

$$P_j = (T_j - T_a) / (\theta_{jc} + \theta_{ca}) = (200^\circ \text{C} - 50^\circ \text{C}) / (1^\circ \text{C/W} + 0.4^\circ \text{C/W}) = 107.1 - \text{Watts.}$$

Lista de partes del regulador de voltaje de + 24 Volts.

C_1 = Capacitor Electrolítico 4,200 μF , 50 Volts.

R_s = Resistor de base, 370 Ohms. 60 W

Z_1 = Diodo zener de 24 Volts., 5 amperes (SZ-2526)

Q_1, Q_2 = Par de transistores tipo Darlington integrados en un Chip --
TIP-140

R_L = Carga conectada (Relevador, válvula solenoide o Unidades de -
Control Eléctrico).

C_2 = Capacitor de estabilización, 4,200 μF , 50 Volts.

5.2 Fuente de alimentación de + 5V C.D.

La función de esta fuente es mantener energizado a los circuitos integrados digitales y simultáneamente utilizarse como elemento de control de entradas y salidas de los mismos. Calculando esta fuente para un consumo de corriente de 1.5- amperes aproximadamente más un factor de seguridad del 70% se obtuvo una capacidad de corriente total de 2.25 amperes. Con el objeto de mantener una estabilidad de corriente y -- voltaje, se conectaron en paralelo tres reguladores de voltaje, tal como se muestra en la figura 5.2.1.

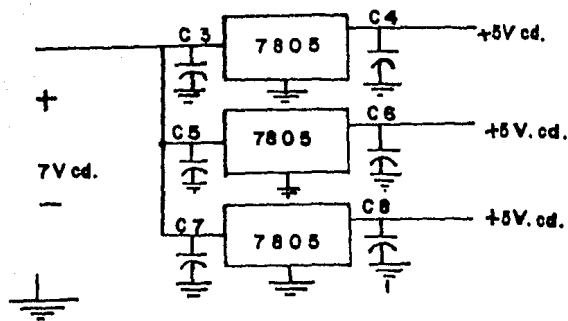


FIGURA 5.2.1. REGULADORES DE VOLTAJE DE + 5 VOLTS.

Las ventajas que presenta este arreglo son:

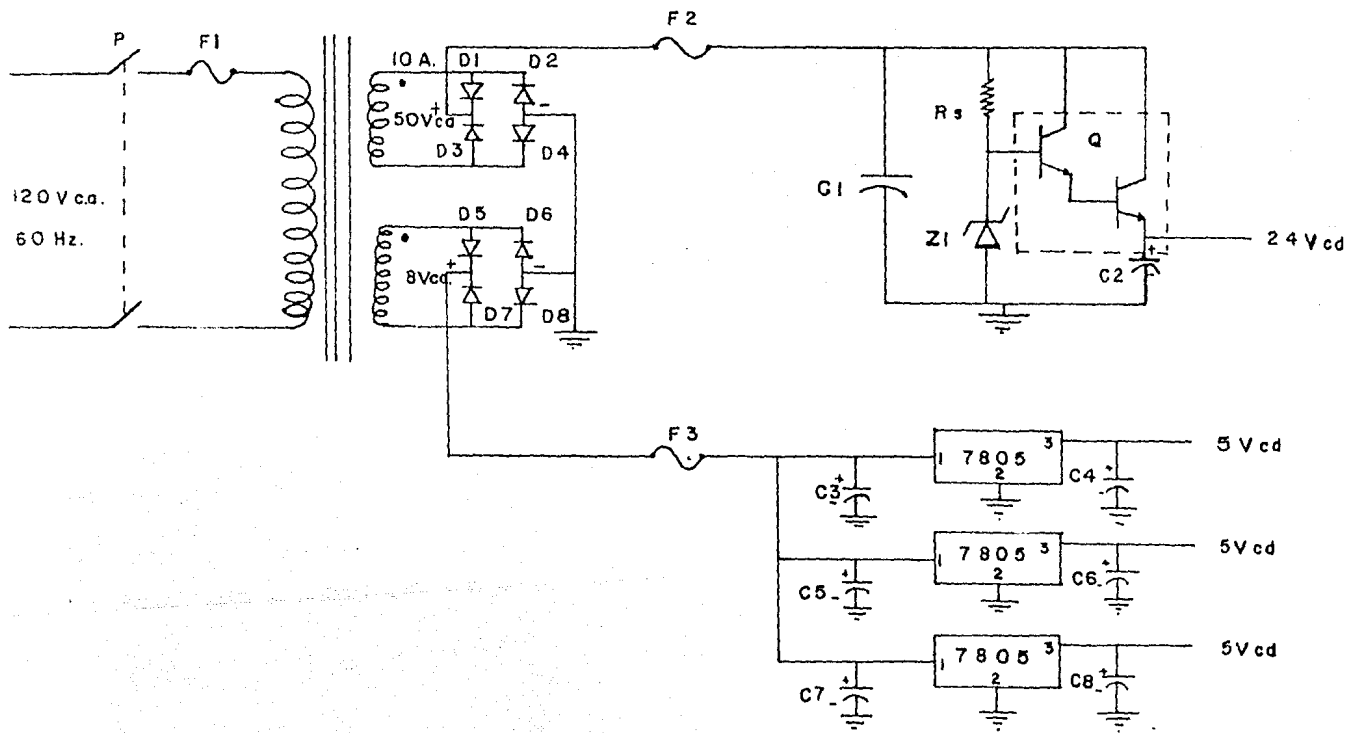
- a.) Existe una mejor distribución de corriente y voltaje en las distintas tarjetas.
- b.) Es posible aumentar la capacidad de corriente en caso necesario.
- c.) Aisla las fallas ocasionadas por corto circuito evitando un daño mayor en el sistema de control.

En la figura 5.3 se muestra el diagrama de la fuente de alimentación de este diagrama eléctrico.

Lista de partes del regulador de voltaje de + 5 Volts:

C3, C4, C5, C6, C7, C8= Capacitores electrolíticos de 0.1 μ F, 12 - -
Volts C.D.

(LM7805); Regulador de voltaje positivo.



UNAM FES-C INGENIERIA

FIGURA 5.3

FUENTE DE ALIMENTACION DE ENERGIA ELECTRICA

5.3 DISEÑO DE LOS AMPLIFICADORES

La implementación de estos amplificadores se hizo mediante un arreglo tipo darlington, ya que tienen la ventaja de ser muy buenos acopladores entre impedancia y proporcionan ganancia en corriente.

Para manejar la carga se utilizó una señal de control digital de acuerdo a la secuencia de operación del sistema de arranque del turbocompresor.

Se empleó un acoplamiento óptico con el objeto de evitar la introducción de ruidos hacia los circuitos integrados lógicos, ya que la carga la constituyen bobinas de válvulas selenoides y relevadores.

En este diseño se utilizan veintiún amplificadores; de los cuales, debido a la diferencia de consumos de corriente de las cargas, se calcularon básicamente cuatro amplificadores para manejar 40mA, 300mA, 400mA y 400mA.

5.3.1 AMPLIFICADORES A_4 y A_{10}

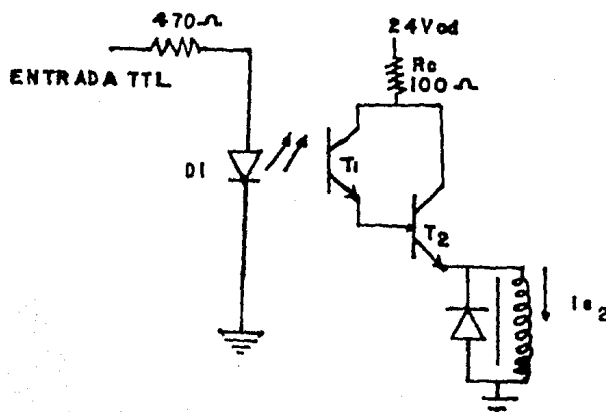


FIGURA 5.3.1. AMPLIFICADOR DE 40mA.

Cálculos efectuados:

Corriente demandada por la carga $I_{E2} = 40\text{mA}$

Ganancia de corriente $\beta = 5000$

$$I_{E2} \cong I_{C2} = 40\text{mA}$$

$$\text{Corriente de base } I_{B1} = I_{C1} / \sqrt{\beta} \text{ ----- (1)}$$

Corriente en la base de I_2 :

$$I_{B2} = I_{C2} / \sqrt{\beta} = 40\text{mA} / \sqrt{5000} = 40\text{mA} / 70.71 = 0.565 \text{ mA}$$

$$I_{B2} = 0.56 \text{ mA}$$

$$I_{E1} = I_{B2} = 0.56 \text{ mA} \cong I_{C1}$$

$$I_{B1} = I_{C1} / \sqrt{\beta} = 0.56\text{mA} / \sqrt{5000} = 0.56 / 70.71$$

$$I_{B1} = 0.0079 \text{ mA} = 7.9 \times 10^{-3} \text{ mA} = 7.9 \text{ } \mu\text{A}$$

$$I_{B1} = 7.9 \text{ } \mu\text{A}$$

De acuerdo con la ley de voltajes de Kirchoff

$$V_{cc} = (I_{C2} R_c) + V_{CE2} + V_{R1} \text{ ----- (2)}$$

La resistencia del devanado de este relevador utilizado como carga es de $R = 500 \text{ Ohms}$.

$$V_{RL} = I_{E2} R_1 = (40\text{mA}) (500\text{Ohms}) = 20,000 \text{ mV}$$

$$V_{RL} = 20 \text{ VOLTS:}$$

$$\text{Voltaje de saturación } V_{CE2} = 0.2 \text{ Volts.}$$

$$V_{cc} = 24 \text{ Volts.}$$

Aplicando los anteriores valores en la ecuación (2)

$$24\text{V} = (40\text{mA}) (R_c) + 0.2 \text{ V} + 20\text{V}$$

$$R_c = (24\text{V} - 20.2\text{V}) / 40\text{mA} = 95 \text{ Ohms.}$$

Escogemos un valor comercial y el valor del resistor es:

$$R_c = 100 \text{ Ohms}$$

Potencia disipada por el transistor T_2

$$P = V_{CEQ} I_{E2} = (0.2V) (40mA) = 8mw$$

$$P = 8 \text{ mw}$$

Potencia disipada por la resistencia R_c

$$P = V_{Rc} I_{C2} = (I_{C2})^2 R_c = (0.040)^2 (100) = P=0.16 \text{ Watts}$$

De acuerdo a la configuración mostrada en la figura 5.3.1.

D1, T1 y T2 son un diodo emisor de luz infrarroja, y dos--
transistores respectivamente, integrados en un chip SP5001

5.3.2. Diseño de los amplificadores $A_5, A_6, A_7, A_8, A_{12},$ --
 $A_{13}, A_{14}, A_{15}, A_{16}, A_{17}, A_{18}, A_{19}, A_{20}, A_{21}.$

Estos amplificadores proporcionan a la carga (válvula sole--
noide y relevadores una corriente de 300mA).

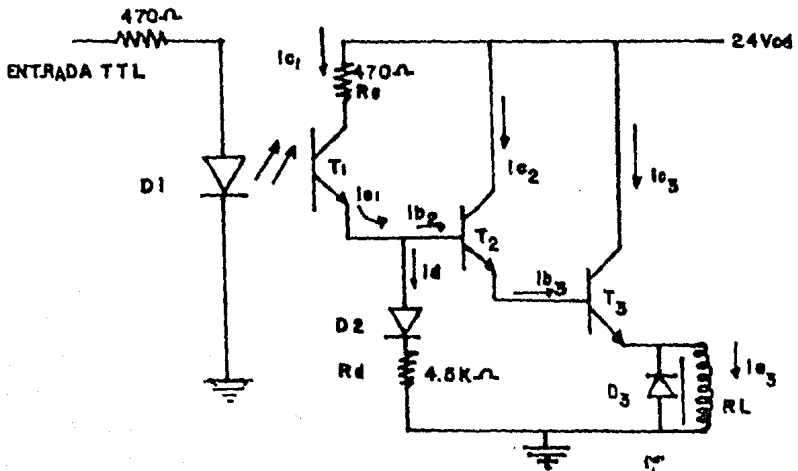


FIGURA 5.3.2. AMPLIFICADOR DE CORRIENTE DE
300mA.

En el arreglo observado en la figura 5.3.2, T_1 y D_1 constituyen el fototransistor SP5000 y T_2 , T_3 el amplificador darlington integrado SS9101

Cálculos efectuados :

Voltaje en $R_L = 20$ Volts. $I_{RL} = 300\text{mA}$

Voltaje en la base del transistor T_2 :

$$V_{B2} = V_{BE2} + V_{BE3} + V_{RL}$$

$$V_{B2} = 0.7\text{V} + 0.7\text{V} + 20\text{V}$$

$$V_{B2} = 21.4 \text{ Volts}$$

Corriente en la carga:

$$I_{RL} = I_{E3} \cong I_{C3} = 300 \text{ mA}$$

Corriente en la base de T_3 :

$$I_{B3} = I_{C3} / \sqrt{\beta^2} = 300\text{mA} / \sqrt{7001} = 11.34 \text{ mA}$$

$$I_{B3} = 11.34 \text{ mA}$$

$$I_{E2} = I_{B3} = 11.34 \text{ mA}$$

$$I_{C2} \cong I_{E2} = 11.34 \text{ mA}$$

Corriente en la base del transistor T_2 :

$$I_{B2} = I_{C2} / \sqrt{\beta^2} = 11.34\text{mA} / \sqrt{7001} = 0.42\text{mA}$$

$$I_{B2} = 0.42 \text{ mA}$$

Corriente en el colector de T_1 , $I_{C1} = 5\text{mA}$

De acuerdo a la ley de corrientes de Kirchoff

$$I_{E1} = I_{B2} + I_{D2}, I_{E1} \cong I_{C1} = 5\text{mA}$$

$$5\text{mA} = 0.42 \text{ mA} + I_{D2}$$

$$I_{D2} = 4.58 \text{ mA}$$

Corriente en la base de T_1

$$I_{B1} = I_{C1} / \beta_1 = 5\text{mA} / 250 = 0.02 \text{ mA} = 20 \mu\text{A}$$

$$I_{B1} = 20 \text{ Microamperes}$$

Cálculo de la resistencia Rd:

$$V_{B2} = V_{D2} = 21.4 \text{ Volts.}$$

$$V_{B2} = V_D + R_d I_{D2}$$

$$21.4\text{V} = 0.7 \text{ V} + (R_d) (4.58)\text{mA}$$

$$R_d = 4.5\text{K}, \text{ valor comercial de } R_d = 4.7 \text{ K}\Omega.$$

Cálculo de Rc:

$$V_{CC} = I_{C1} R_c + V_{CE1} + V_{B2}$$

$$24\text{V} = 5\text{mA} R_c + 0.2\text{V} + 21.4\text{V}$$

$$R_c = (24\text{V} - 21.4\text{V} - 0.2\text{V}) / 5\text{mA}$$

$$R_c = 0.48\text{K}\Omega \cong 470 \Omega$$

$$R_c = 470 \text{ Ohms}$$

Potencia disipada por Rc

$$P = 1/2 (I_{C1})^2 R_c = (0.005)^2 (470) / 2 = 1.1 \text{ Watts}$$

$$P_{RC} = 1.1 \text{ Watts}$$

Potencia disipada en el diodo D₂

$$P_{D2} = V_{D2} I_{D2} = (21.4\text{V}) (4.58\text{mA}) =$$

$$P_{D2} = 0.098 \text{ Watts}$$

5.3.3. Diseño de los amplificadores A₁ = A₂:

El arreglo de este diseño es idéntico al de la figura 5.3.2. se utilizaron los mismos transistores, la carga la constituye un relevador de mayor potencia que el calculado en la figura 5.3.2.

CALCULOS DE DISEÑO :

$$V_{RL} = 20 \text{ Volts, } I_{RL} = I_{E3} = 400 \text{ mA}$$

Voltaje en la base del transistor T_2

$$V_{B2} = 21.4 \text{ Volts.}$$

Corriente en la base del transistor T_3

$$I_{B3} = I_{C3} / \sqrt{\beta} = 400\text{mA} / \sqrt{7000} = 400\text{mA} / 26.45 = 15.12 \text{ mA}$$

$$I_{B3} = 15.12 \text{ mA}$$

Corriente en el emisor del transistor T_2

$$I_{E2} = I_{B3} = 15.12 \text{ mA}$$

$$I_{C2} \cong I_{E2} = 15.12 \text{ mA}$$

Corriente en la base del transistor T_2 :

$$I_{B2} = I_{C2} / \sqrt{\beta} = 15.12\text{mA} / \sqrt{7000} = 0.57\text{mA}$$

$$I_{B2} = 0.57 \text{ mA}$$

Corriente en el colector de T_1 :

$$I_{C1} = 5\text{mA}$$

De acuerdo a la ley de corrientes de Kirchoff

$$I_{E1} = I_{B2} + I_{D2}. \quad I_{E1} \cong I_{C1} = 5\text{mA}$$

$$5\text{mA} = 0.57\text{mA} + I_{D2}, \quad I_{D2} = 4.43 \text{ mA}$$

Corriente requerida en la base de T_1

$$I_{B1} = I_{C1} / \beta_1 = 5\text{mA} / 250 = 20 \mu\text{A}; \quad I_{B1} = 20 \text{ microamperes}$$

Resistencia R_{D2}

$$V_{B2} = V_{D2} + R_D I_{D2}$$

$$21.4 \text{ V} = 0.7 + R_D (4.43 \text{ mA})$$

$$R_D = (21.4\text{V} - 0.7\text{V}) / 4.43\text{mA} = 4.67 \text{ K}\Omega$$

$$R_D = 4.67\text{K}; \text{ valor comercial } R_D = 4.7 \text{ K}\Omega$$

Cálculo de R_c :

$$V_{cc} = I_{C1} R_c + V_{CE1} + V_{B2}$$

$$24V = 5mA R_c + 0.2V + 21.4 V$$

$$R_c = 470 \Omega$$

Potencia disipada por R_c

$$P = 1/2 (I_{C1})^2 R_c = 1/2 (0.005)^2 (470) = 1.1 \text{ Watts}$$

$$P_{Rc} = 1.1 \text{ Watts}$$

Potencia disipada por el diodo D_2

$$P = V_{D2} I_{D2} = (21.4V) (4.43mA) = 94.8 \text{ mw}$$

$$P_{D2} = 0.094 \text{ Watts}$$

5.3.4. Diseño de los amplificadores A_3 , A_9 , A_{11}

La corriente de carga demandada es de 600 mA

La configuración de este circuito es idéntica a la mostrada en la figura 5.3.2.

En este diseño se utilizan los mismos transistores la diferencia es la carga, que en este caso son dos válvulas solenoides conectadas en paralelo, una normalmente abierta y -- otra normalmente cerrada.

Cálculos de Diseño:

$$\text{Voltaje de carga} = 20 \text{ Volts C.D.}$$

$$\text{Corriente de carga} = 600 \text{ mA}$$

$$V_{B2} = 21.4 \text{ Volts}$$

Corriente en la base de T_3 :

$$I_{B3} = I_{C3} / \sqrt{\beta^2} = 600mA / \sqrt{700} = 22.68 \text{ mA}$$

$$I_{B3} = 22.68mA$$

$$I_{E2} = I_{B3} - I_{C2} = 22.68mA$$

Corriente en la base del transistor T_2

$$I_{B2} = I_{C2} / \beta = 22.68 \text{mA} / \sqrt{700} = 0.85 \text{ mA}$$

$$I_{B2} = 0.85 \text{mA}$$

Corriente en el colector del transistor T_1 , $I_{C1} = 5 \text{mA}$

De acuerdo a la ley de corriente de Kirchoff

$$I_{E1} = I_{B2} + I_{D2}, \quad I_{F1} \cong I_{C1}$$

$$5 \text{mA} = 0.85 \text{mA} + I_{D2}$$

$$I_{D2} = 4.15 \text{ mA}$$

Corriente en la base de T_1 :

$$I_{B1} = I_{C1} / \beta_1 = 5 \text{mA} / 250 = 20 \text{ microamperes}$$

Resistencia R_d :

$$V_{B2} = V_{D2} + R_d I_{D2}$$

$$21.4 = 0.7 + R_d \times 4.15 \text{mA}$$

$$R_d = (21.4 - 0.7) / 4.15 = 4.98 \text{ K} ; R_d = 4.98 \text{ K.}$$

Valor comercial

$$R_d = 4.7 \text{K} \Omega$$

Cálculo de la resistencia R_c

Ley de voltajes de Kirchoff

$$V_{cc} = I_{C1} R_c + V_{CE1} + V_{B2}$$

$$24 \text{V} = 5 \text{mA} R_c + 0.2 \text{V} + 21.4 \text{V}$$

$$R_c = 0.48K$$

$$\text{Valor comercial } R_c = 0.47K$$

$$R_c = 4700hms$$

Potencia disipada en R_c :

$$P = \frac{1}{2} (I_{C1})^2 R_c = \frac{1}{2} (0.005)^2 R_c = 1.1 \text{ Watts}$$

$$P = 1.1 \text{ Watts}$$

Potencia disipada por el diodo D_2

$$P = V_{D2} I_{D2} = (21.4V) (4.15mA) = 0.08 \text{ Watts}$$

$$P = 0.08 \text{ Watts}$$

5.4. TEMPORIZADORES

Un temporizador es un dispositivo de control que se utiliza para retardar una señal.

Los temporizadores son ampliamente usados en la industria - para iniciar algunos procesos y detenerlos después de un de terminado tiempo.

La duración de este retardo puede ser de segundos, minutos, horas ó días, para algunas aplicaciones, los intervalos de tiempo son medidos en microsegundos o fracciones de segundo. Existen cinco tipos básicos en uso común.

- a.) Un temporizador inicia un proceso inmediatamente después de arrancar, guarda el proceso durante un período de tiempo determinado, y detiene el proceso cuando el período se completa.
 - b.) Un temporizador inicia el proceso al finalizar el tiempo retardado y detiene el proceso después de otro lapso de tiempo predeterminado.
 - c.) Un temporizador de reciclaje inicia y detiene un proceso después de un lapso de tiempo predeterminado, e inmediatamente se autorestablece para repetir el ciclo.
 - d.) Un interruptor de tiempo abre y cierra un interruptor a intervalos de tiempos ajustados durante algún tiempo.
 - e.) Un medidor de tiempo de operación registra el tiempo de operación total de una pieza de un equipo determinado.
- Los temporizadores empleados en este diseño son de los tipos mencionados en los incisos a y b.

5.4.1. TEMPORIZADOR DE EFECTO ADELANTADO

La acción básica de este dispositivo eléctrico es controlar a un proceso al finalizar el tiempo de ajuste predeterminado después de la transición de una señal de pulso de $0V_{C.D.}$ (cero lógico) a + 5 V (uno lógico) en la entrada de este dispositivo.

En la figura 5.4.1. (a) se muestra en un diagrama de tiempos la acción de este temporizador.

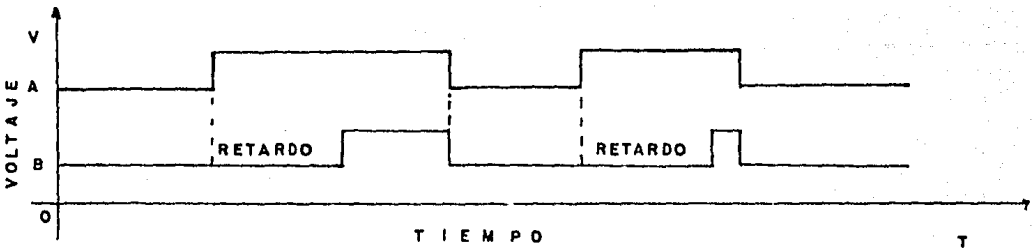


FIGURA 5.4.1 (a) DIAGRAMA DE TIEMPOS DEL TEMPORIZADOR DE EFECTO ADELANTADO

La letra A representa a la señal de entrada y B, la señal de salida. Para diseñar este sistema se utilizó el circuito integrado SN7490. Este circuito tiene la facultad de dividir a la frecuencia de la señal de entrada entre 2,3,4,5,6,7,8,9 y 10.

Gracias a esto, es posible retardar a la señal de entrada al tiempo deseable. Además de este circuito integrado se utilizó un oscilador de pulsos positivos como base de tiempo de la señal de entrada, una compuerta and (y), para permisivo de entrada la señal D y al final un arreglo para fijar el pulso positivo, mientras la señal D permanezca en el estado de uno lógico.

En la figura 5.4.1. (b) se muestra el arreglo utilizado para generar los ajustes de 10 seg., 30 seg., y 5.4. minutos.

La frecuencia del oscilador base de tiempo es de 60 Hz. Como puede observarse en la figura antes mencionada, la salida de 30 segundos es autoretenida por el arreglo de las compuertas and y Or. De igual modo se hace con la salida de 10 segundos y deben diseñarse en forma separada ya que la señal de control D varía de acuerdo con la secuencia lógica y los ajustes de tiempo de 10 y 30 segundos no son simultáneos.

Para generar el tiempo de 5.4. minutos; se cambió la frecuencia de entrada a 3KHz., y se aumentaron 3 circuitos integrados SN7490 conectados en cascada, de acuerdo a como se observa en la figura 5.4.1. (b).

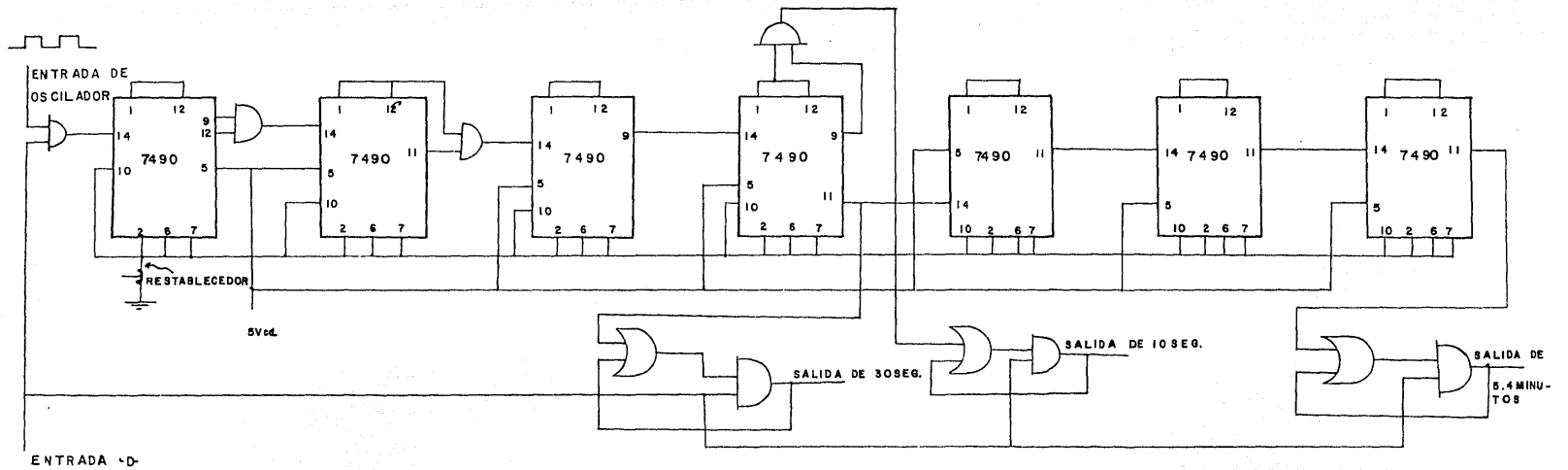


FIGURA 5.4.1 TEMPORIZADOR DE EFECTO ADELANTADO

5.4.2 TEMPORIZADOR DE EFECTO ATRAZADO

Este temporizador tiene una función similar al anterior, la diferencia es que el retardo de tiempo es al final y no al principio. En la figura 5.4.2.(a) se muestra mediante un diagrama de tiempos, la acción de este temporizador.

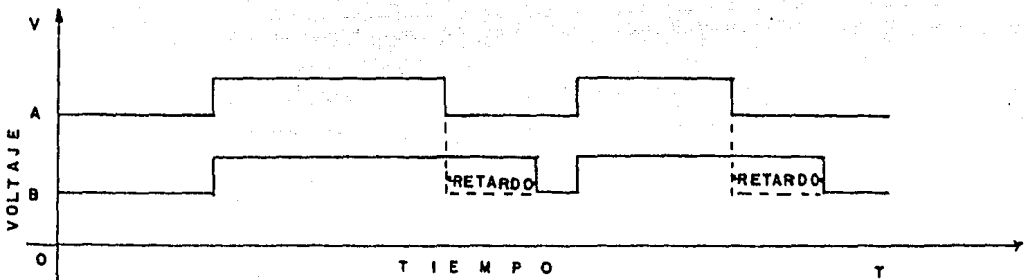


FIGURA 5.4.2(a)

Para lograr este diseño se utilizó el circuito integrado SN74121 (multivibrador monoestable).

La función de este circuito es mantener un estado estable en la salida, de ahí su nombre de multivibrador monoestable. Este estado estable es posible cambiarlo mediante la aplicación de una señal de entrada de pulso que puede ser de cero a (cero lógico) a 1 (uno lógico), o viceversa

Cuando nosotros aplicamos una señal de pulso positivo en la entrada la señal de salida cambia únicamente durante un tiempo definido por un circuito externo RC conectado al circuito integrado.

De acuerdo a la tabla de verdad mostrada en la hoja de datos de este circuito integrado: $A_1 = 1$, $B=1$ y cuando A_2 cambia de 1 a 0 se obtiene en la salida Q un 1, este nivel permanece en ese estado hasta que termine el ajuste de tiempo del circuito RC. Este ajuste de tiempo es utilizado para controlar un proceso determinado.

De acuerdo a pruebas experimentales el máximo ajuste de tiempo logrado con un circuito integrado fué de dos minutos; pero mediante conexiones en cascada fué posible generar un ajuste de tiempo mucho mayor.

Durante el desarrollo de este sistema se utilizó un transistor como acoplador de impedancias entre etapas.

En las figuras 5.4.2. (b) y 5.4.2 (c) se muestran los arreglos efectuados.

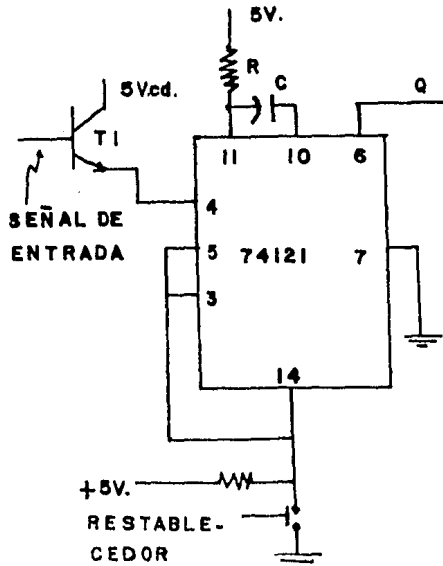


FIG. 5.4.2. (b) TEMPORIZADOR DE EFECTO ATRAZADO

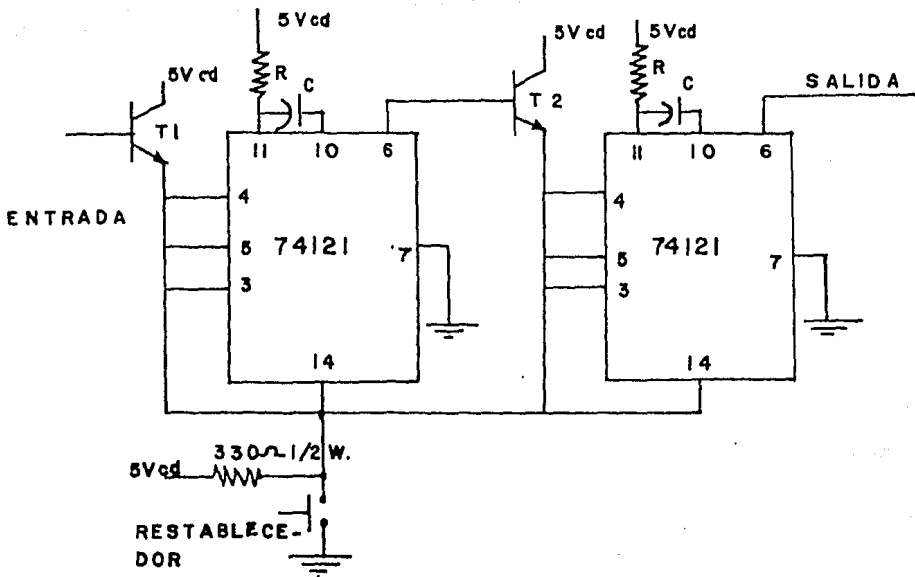


FIGURA 5.4.2(C) CONECCION EN CASCADEL DEL TEMPORIZADOR DE EFECTO ATRASADO

Ajuste de tiempos y componentes empleados:

$T_1 = 5$ segundos

Resistor ; $R = 47K\Omega$, 1/4 Watts.

Capacitor; $C = 150\mu F$, 12 Volts

Transistor T_1 , BC237

$T_2 = 10$ segundos

Resistor; $R = 105 K\Omega$, 1/4 Watts

Capacitor; $C = 100\mu F$, 12 Volts

Transistor ; T_1 , BC237

$T_3 = 15$ segundos;

Resistor variable TRI-POINT, R=0 - 150 K Ω

Capacitor; C = 100 μ F, 25 Volts

Transistor, T_1 , BC237

$T_4 = 60$ segundos;

Resistor variable, TRI-POINT R=0 - 150 K Ω

Capacitor; C = 100 μ F, 25 Volts

Transistor; T_1 , BC237

$T_5 = 2$ minutos:

Resistor; R= 100K , 1/4 Watts

Capacitor C= 1000 μ F, 25 Volts

Transistor; T_1 , BC237

$T_6 = 4$ minutos; acoplamiento de dos temporizadores de dos minutos en cascada.

$T_7 = 56$ minutos, acoplamiento de 28 temporizadores de dos minutos en cascada.

DESCRIPCION DE ARRANQUE DEL TURBOCOMPRESOR

Este capítulo consta de una integración de temporizadores, compuertas lógicas, amplificadores, etc., del diseño eléctrico. Se muestra un diagrama de flujo y una descripción detallada del arranque, desde el restablecimiento de sus permisos hasta su operación automática.

6.1 Permisivos de arranque.:

- a.) Debe energizarse la fuente de alimentación eléctrica de +24V_{C.D.} y de +5V_{C.D.}
- b.) Los interruptores S101 y S111 deben colocarse en la posición local.
- c.) El interruptor de nivel de aceite S388 debe estar cerrado, indicando con esto un nivel adecuado en el tanque.
- d.) Las lámparas DS164-2, DS162-2 y DS161-2 que corresponden respectivamente a válvulas de descarga cerrada, succión cerrada y carga cerrada. También las lámparas DS160-1 y DS167-1 de válvulas de desvío y venteo abiertas respectivamente.
- e.) La compuerta K268 de secuencia de válvulas tiene un "1" en su salida, el cual es permisivo para energizar a la compuerta K269.
- f.) El interruptor de baja presión de gas combustible --- S386-1 debe cerrar si la presión de gas de arranque es superior a 11.62 Kg/cm^2 pero menor de 14.43 Kg/cm^2 .

g.) Deben estar transferidos, todos los contactos de las unidades de control eléctrico, excepto los contactos J-K y H-G de velocidad y de sobrevelocidad respectivamente.

h.) La compuerta K239 proporciona un "1" en su salida, este "1" habilita al acoplamiento óptico del amplificador A_{10} , el cual energiza al relevador K239 B, que conecta mediante sus contactos normalmente abiertos al generador de rampa (Z149) con el actuador L344.

6.2 Arranque:

a.) Presionamos el interruptor de restablecimiento S114 momentáneamente.

1.- La compuerta K277 nos proporciona un "1" como salida y se ilumina ES177 de máquina lista para funcionar.

2.- El interruptor desobrevolucionado Z353 cierra sus contactos H-G en el circuito de válvulas de combustible.

b.) Presionamos el interruptor de arranque S110

1.- Iluminándose la lámpara DS130 de máquina operando normalmente.

2.- Se obtiene un "1" en la compuerta K210; iluminándose la lámpara DS23. Seguidamente empieza a operar la motobomba de pre/post lubricación al ser habilitado el amplificador A_2 , simultáneamente empieza a operar el extractor de aire de la cabina, al ser habilitado el -

amplificador óptico A_1 , seguidamente se energiza la válvula solenoide L567-2, con esto el interruptor de limitación BVFC cierra y se ilumina la lámpara DS167-2 que indica que la válvula de desvío cierra.

3.- Al haber un "1" en la entrada de la compuerta $K263$ y un "1" en la salida de la compuerta K210, son permisivos suficientes para iniciar el retardo del temporizador --- KT261 de 5.4 minutos; este temporizador es una protección para el turbocompresor ya que es el tiempo suficiente para que se efectúe toda la secuencia de carga y la máquina alcance el 90% de velocidad.

c.) Incremento de la presión de prelubricación.

1.- Al aumentar la presión de prelubricación de aceite los contactos del interruptor S322 transfieren y permiten la continuidad de un nivel lógico "1" hacia la entrada de la compuerta K266 la cual proporciona como salida un "1" el cual es invertido para desenergizar las válvulas solenoides L366-1,2; al ser desenergizadas permiten la entrada de aire de piloto hacia una válvula de bloqueo la cual abre y permite la entrada de gas de arranque para iniciar la operación de la motobomba de aceite de sellos del compresor.

d.) La presión de aceite de sellos se incrementa.

1.- Cuando la presión de aceite de sellos es de 1.12 Kg/cm^2 , el interruptor S365 cierra sus contactos normalmente abiertos y se obtiene un "1" en la entrada de la compuerta

K265 iluminándose la lámpara de bomba de aceite de sellos operando; ésta energiza a la válvula solenoide L561-1, ésta solenoide permite el paso de aire de control para abrir la válvula de carga del compresor y se ilumina la lámpara-DS161-1, al cerrar el interruptor de limitación LVFO, indicando la apertura de la válvula de carga. Seguidamente se desenergiza la válvula solenoide L561-1 ya que transfirió el interruptor de limitación LVFC a LVFO, enseguida se obtiene un "0" en K261-1 este "0" inicia el retardo de 30 segundos del temporizador KT260. El cual es el tiempo de barrido del compresor hacia el quemador.

2.- Después de haber transcurrido el tiempo de barrido se obtiene un "1" a la salida del temporizador KT260, el cual habilita el acoplamiento óptico (amplificador A₁₉) para energizar a la válvula solenoide L560-2 y en este momento la válvula de venteo hacia el quemador cierra, el interruptor de limitación VVFC cierra iluminándose la lámpara, DS160-2, indicando el cierre de la válvula de venteo, enseguida se desenergiza la válvula solenoide L560-2.

e.) La presión del compresor de carga se incrementa:

1.- El interruptor S360-A de presión del compresor cierra cuando el compresor alcanza una presión de 0.63Kg/cm^2 , autososteniendo a la compuerta de control de aceite, de sellos.

El interruptor S360-B de contacto normalmente cerrado abre a 0.63Kg/cm^2 , para permitir la apertura de la válvula-

de desvío al desenergizar la válvula solenoide L567-2, enseguida esta válvula de desvío abre y cierra el interruptor de limitación BVFO y se obtiene un "1" en K267-1, de este modo se ilumina la lámpara DS167-1 de válvula de desvío abierta, un cero en K267-1 desenergiza a la válvula solenoide L567-1.

2.- Cuando la presión diferencial entre el compresor y carga es de 3.52 Kg/cm^2 , el interruptor S362 cierra energizando las válvulas solenoides L562-1, L564-1 y L567-1, que corresponden respectivamente a válvula de succión abierta, válvula de descarga abierta y válvula de desvío abierta, al abrir estas válvulas los interruptores de limitación SVFO, DVFO y BVFO transfieren y se iluminan las lámparas DS162-2, DS-164-1 y DS167-1; seguidamente se desenergizan las válvulas solenoides L562-1, L564-1 y L567-1.

f.) Cuatro minutos después de haber presionado el botón de arranque.

1.- Termina el retardo del temporizador KT222 enseguida se obtiene un "1" a la salida de la compuerta K230, este "1" habilita al amplificador óptico A_4 y se energiza el relevador R230-B, dos de los contactos normalmente abiertos de este relevador cierran y unen los puntos E, F y N del control de temperatura y M-Z del control de combustible principal de la máquina, simultáneamente la compuerta K230, habilita al amplificador --

óptico A3, para energizar a las válvulas solenoides L-335-1 y L335-2 y en este momento los motores de arranque empiezan a acelerar la máquina.

El interruptor de verificación de válvulas de gas combustible S342 - cierra cuando existe una presión de 3.73 Kg/cm^2 , con esto se obtiene un "1" en K241.

Termina el retardo del temporizador de secuencia de válvulas de gas-combustible KT240 (5 segundos), éste provoca que las solenoides - - L341-1 y L341-2 sean desenergizadas.

G.) Al alcanzar el turbocompresor un 15% de su velocidad:

1.- Los contactos J-K del control de velocidad Z183 - - cierran, e inicia el retardo del temporizador KT241 (10 segundos), - se obtiene un "1" en K242 para mantener acoplado al amplificador óptico que mantiene energizado al relevador K496, del extractor del -- aire de cabina (A1).

Se abre el circuito de restablecimiento hacia la compuerta K277 a - través del nivel alto "1" de K242.

La válvula solenoide L342 es energizada al obtenerse un "1" en la salida de K240-1; con esto entra gas combustible proveniente de las -- válvulas solenoides, L341-1 y L341-2.

Como estas válvulas ya habían sido desenergizadas, la presión disminuye al entrar el gas hacia la línea de piloto y consiguientemente, - el interruptor S342 abre, obteniéndose un "0" en K241, esto permite a la compuerta K237 energizarse y autosostenerse.

H.) Quince segundos después que los motores de arranque empezaron a mover la flecha, termina el retardo del temporizador KT243 (15 segundos) que había iniciado cuando terminaron los 4 minutos del temporizador KT222.

I.) Diez segundos después del 15% de velocidad;

1.- Termina el retardo del temporizador KT241 (10 segundos), este proporciona como salida un "1", el cual hace disparar al amplificador óptico A₇, habilita al generador de rampa 7149; dispara al amplificador óptico A₉, que controla a las válvulas solenoides de gas combustible L341-1, L341-2- y por último (este nivel alto "1"), habilita al amplificador óptico A₅ para energizar al excitador de ignición G340, esta unidad energiza a una bujía, la cual energiza a un piloto para iniciar la combustión. En este momento comienza el retardo del temporizador de monitoreo de luz KT246 (10 segundos)- para mantener energizada a la válvula L340 a través del amplificador óptico A₆, de gas hacia el piloto.

2.- La salida de control del generador de rampa - - Z149 se incrementa de cero a un valor máximo inmediatamente ; energizando al actuador de control de combustible L344 hacia la cámara de combustión.

J.) La temperatura en la cámara de combustión alcanza un valor de 176.6°C.

1.- Los contactos (G-H-J) de la unidad de control de temperatura Z182 transfieren y energizan al relevador K239-B,

dos contactos normalmente abiertos del relevador K239-B unen dos cables del generador de rampa Z149 a la unidad de control de combustible principal Z144 y de esta forma la aceleración continúa automáticamente.

2.- Termina el retardo de 10 segundos del temporizador KT246 y desenergiza a la válvula solenoide L340 de gas hacia el piloto, que se apaga de este modo.

3.- Se inhibe el generador de rampa a través de la salida del temporizador KT246-1 . Cuando la presión de aceite lubricante alcanza el valor de 2.46Kg/cm^2 (25Psig) el interruptor S380A cierra y se para la motobomba de pre/post lubricación.

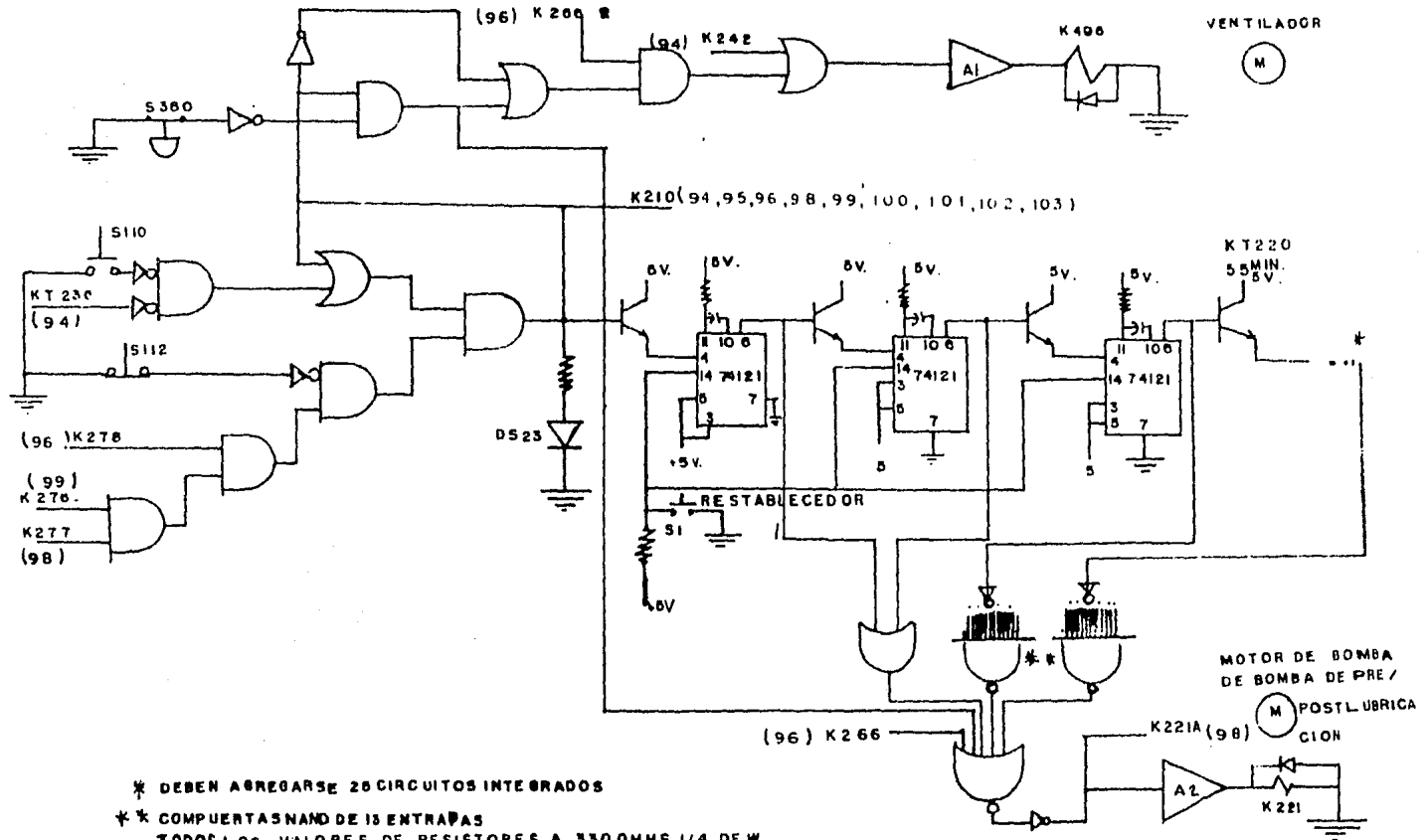
4.- Cuando la presión de aceite lubricante alcanza un valor de 3.2Kg/cm^2 , (46 Psi) el interruptor S380-2 cierra y se habilita a la compuerta K274.

K.) La velocidad de la máquina aumenta a un 60%.

1.- La unidad de control de velocidad (Z183) cierra los contactos (P-R), los cuales son permisivos para que se obtenga un '1' a la salida de la compuerta K251-1 al haber un 0 en la entrada de la compuerta K230 se obtiene en su salida también un cero , ésto hace que se inhiba el amplificador óptico A_4 , desenergizando a las válvulas solenoides L335 Y L335-1, estas solenoides bloquean el gas de arranque hacia los arrancadores parándose inmediatamente.

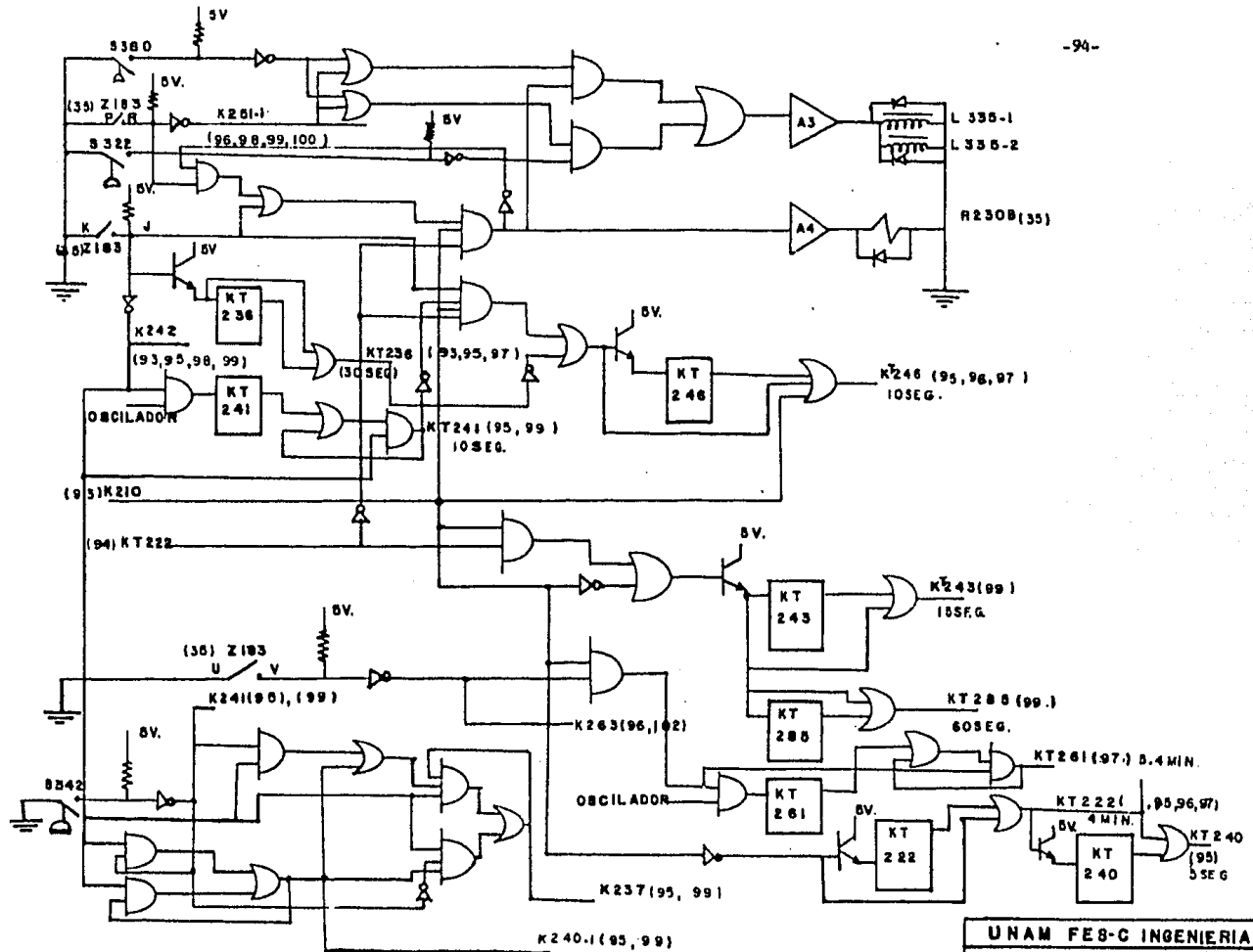
Después la máquina alcanza su velocidad previamente ajustada y se estabiliza.

Termina el retardo del temporizador KT285 y de este modo la secuencia de arranque automática queda completa.

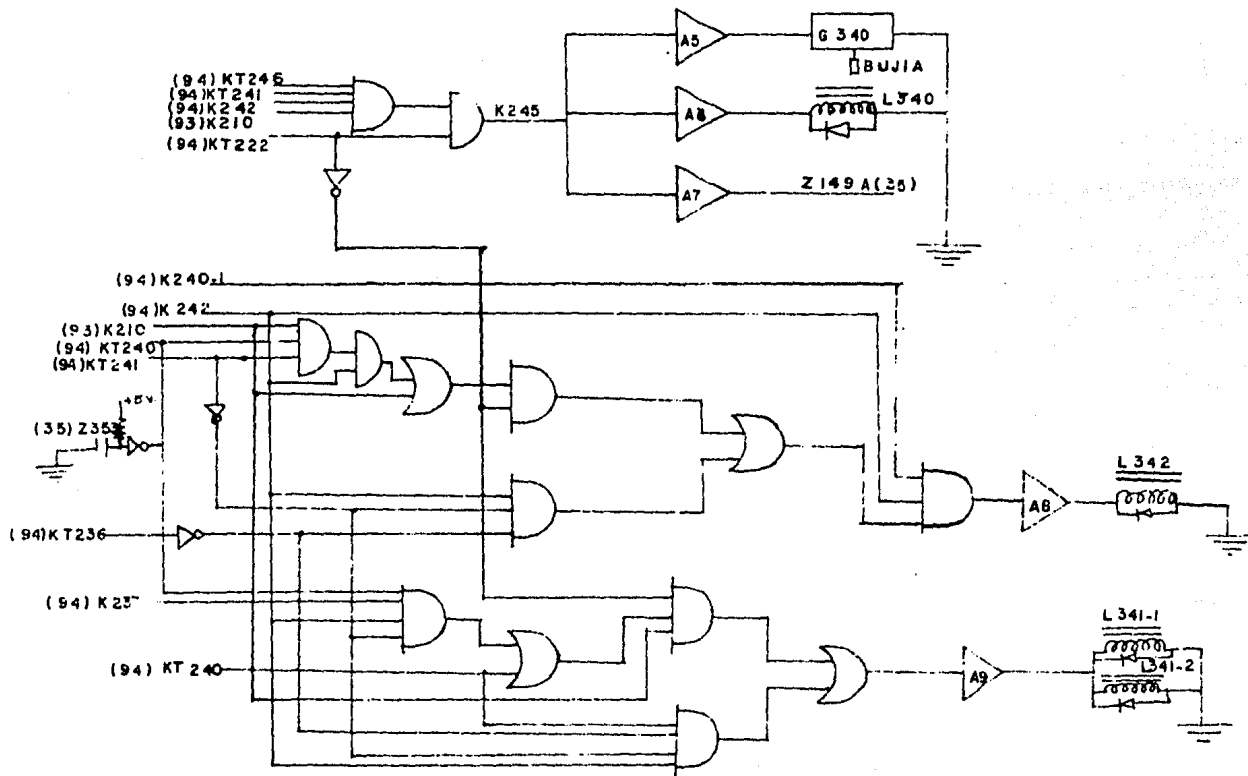


* DEBEN AÑADIRSE 26 CIRCUITOS INTEGRADOS
 ** COMPUERTAS NAND DE 15 ENTRADAS
 TODOS LOS VALORES DE RESISTORES A 330 OHMS 1/4 DE W

UNAM FES INGENIERIA
 ARRANQUE DE BOMBA DE
 PRE/POST LUBRICACION



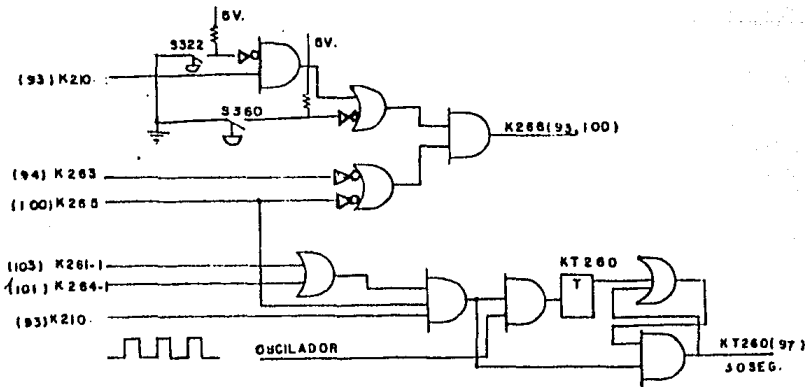
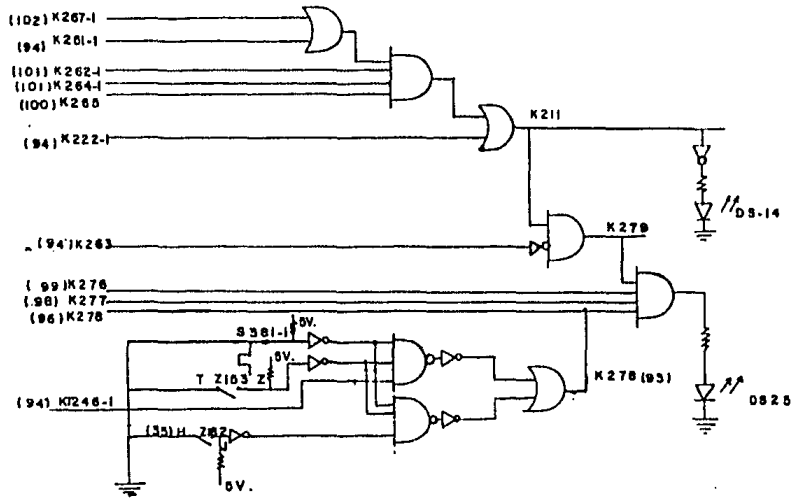
UNAM FES-C INGENIERIA
SECUENCIA DE ARRANQUE
(TEMPORIZADORES)



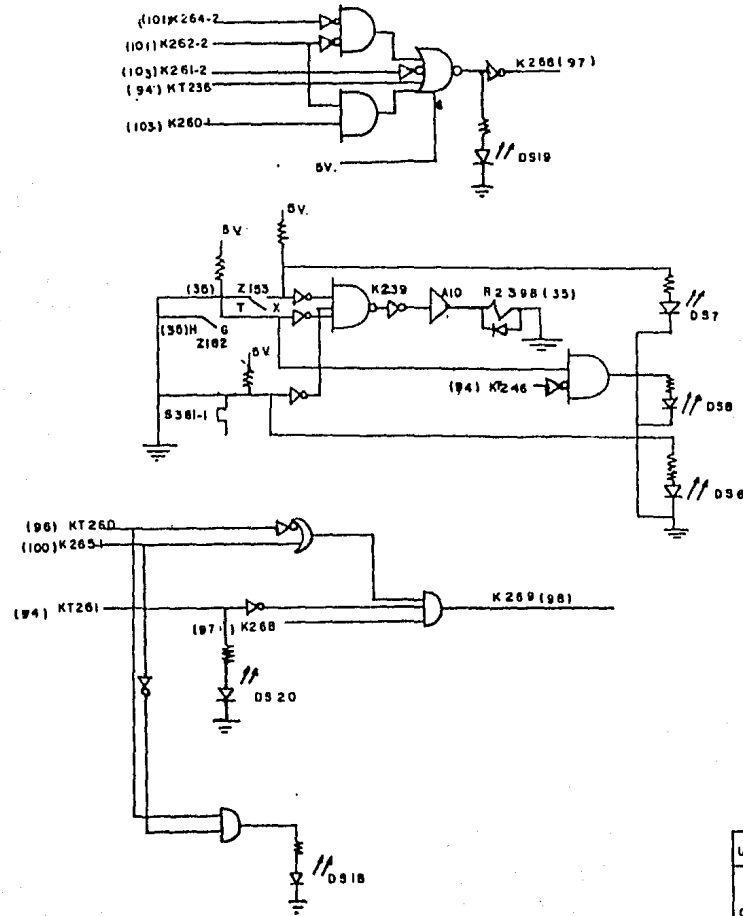
U N A M - F E S C I N G E N I E R I A

S E C U E N C I A D E A R R A N Q U E

(I G N I C I O N)

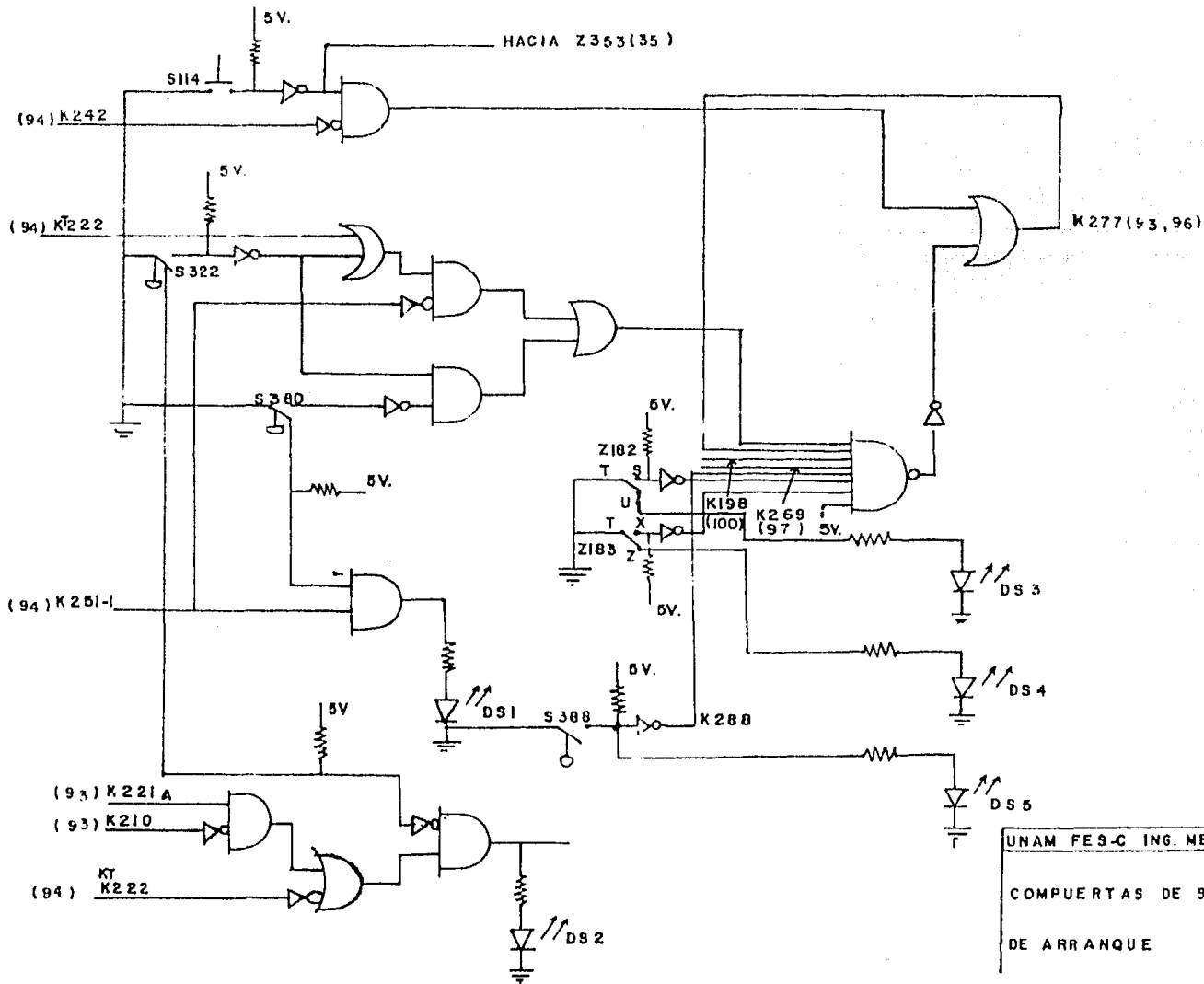


UNAM FEB CUAUTILAN
COMPUERTAS DE MALFUNCIONAMIENTO
(SECUENCIA DE ARRANQUE)



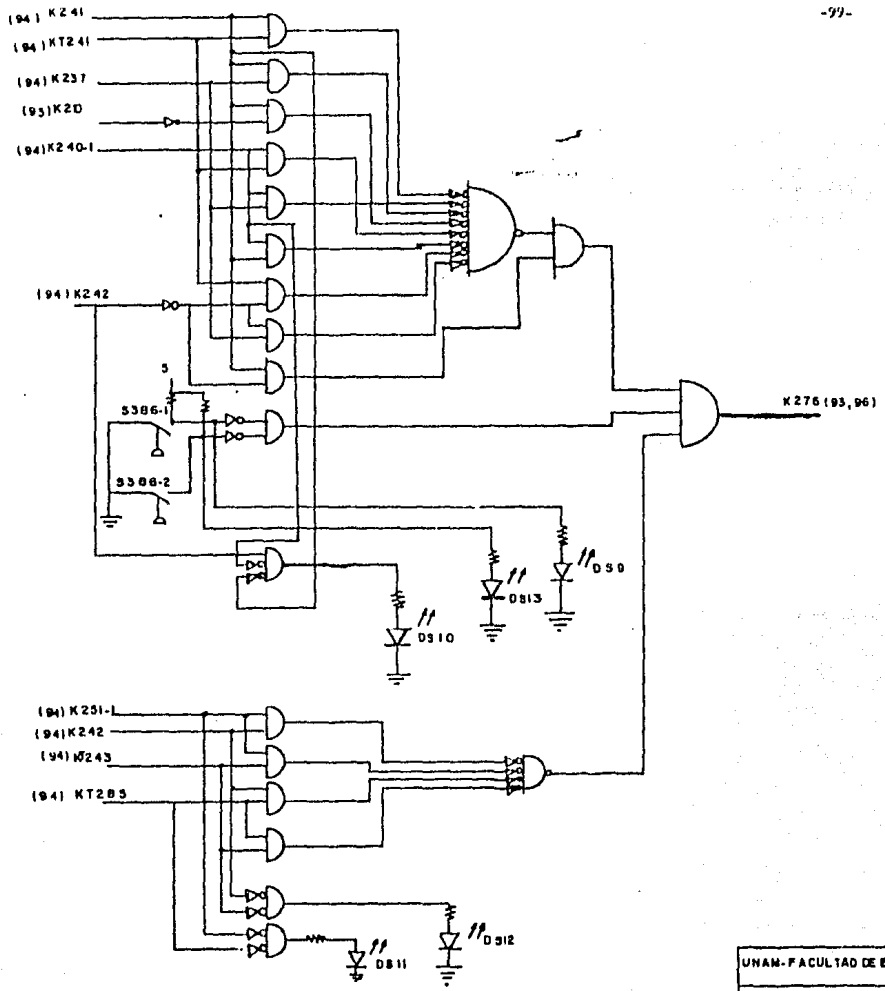
UNAM FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES
CUAUVTLAH

COMPUERTAS DE FALLA DE SECUENCIA
DE VALVULAS Y DE MALFUNCIONAMIENTO



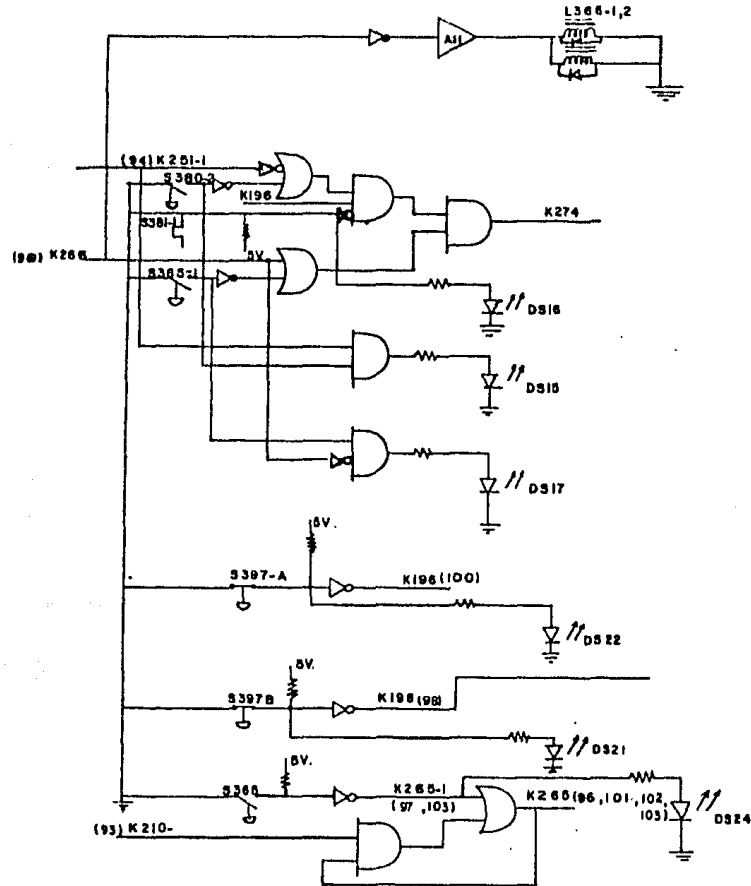
UNAM FES-C ING. MEC. ELECT.

COMPUERTAS DE SECUENCIA
DE ARRANQUE

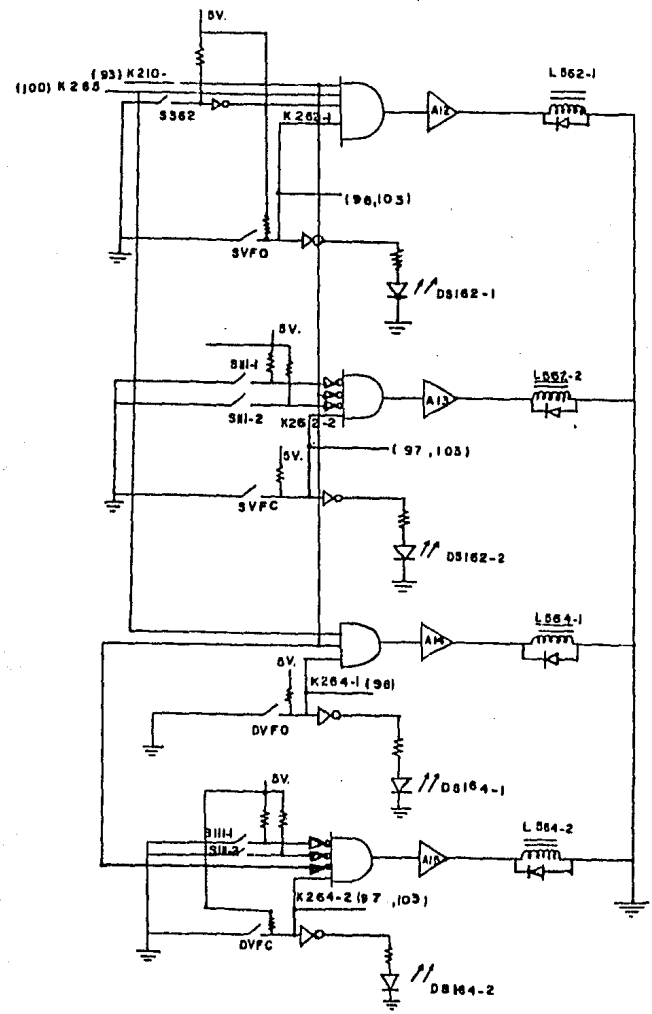


UNAM-FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES C

COMPUERTA DE MALFUNCIONAMIENTO

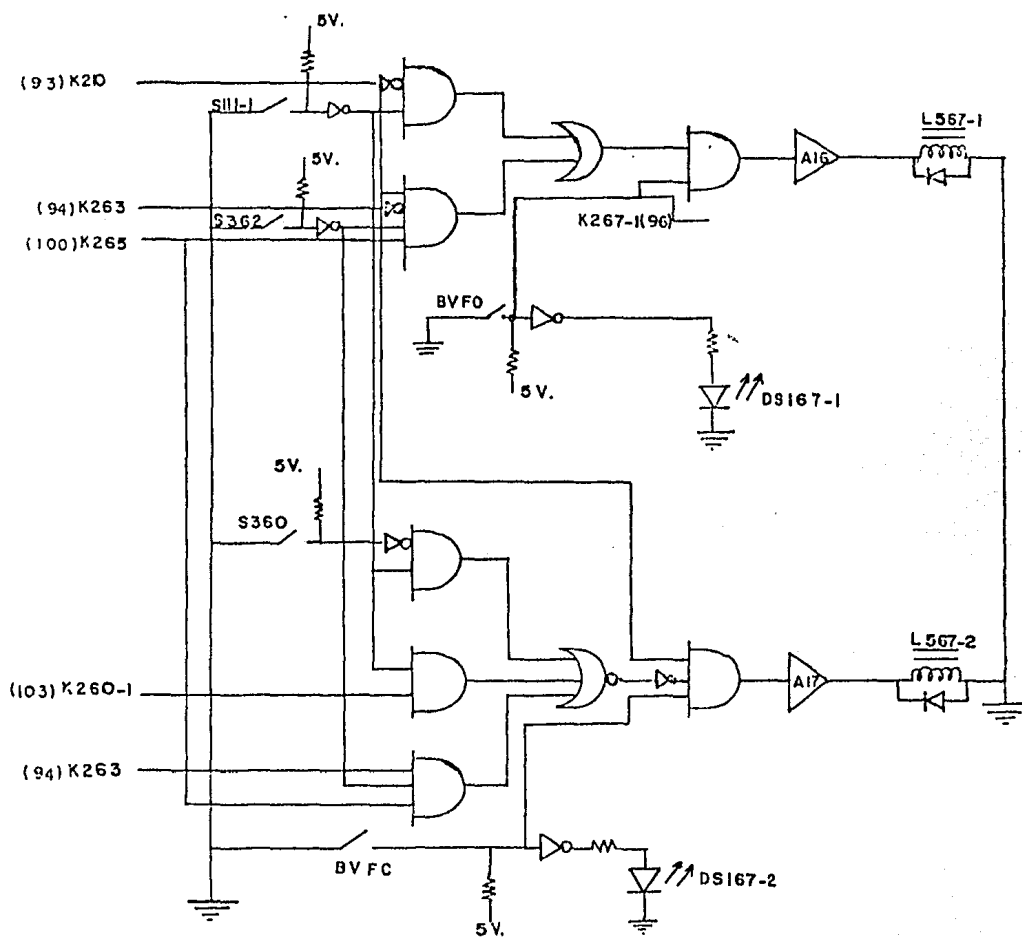


UNAM FES-CUAUTILAN
COMPUERTAS DE A MALFUNCIONA -
MIENTO



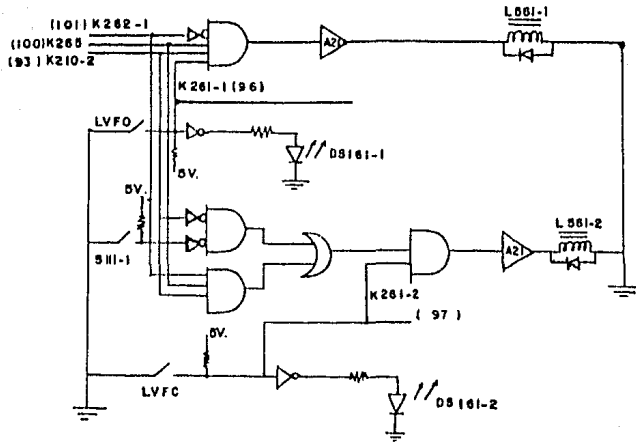
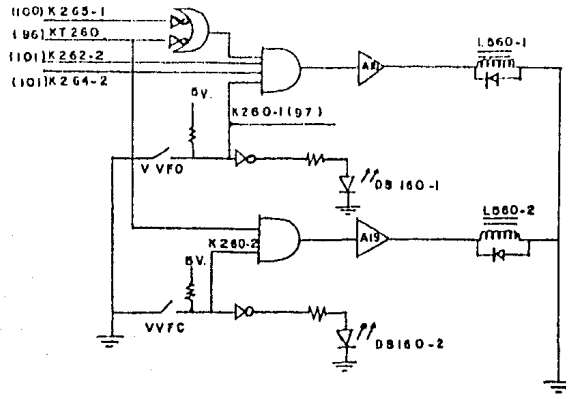
UNAM FES-CUAMTILAN

CONTROL DE VALVULAS Ø PATIO



UNAM FES-CUAUTITLAN C-4

CONTROL DE VALVULAS DE DESVIC



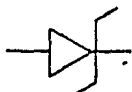
UNAM FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES - C
CONTROL DE VALVULAS DE PATIO
(VENTEO Y CARGA)

I.1 SIMBOLOS ELECTRICOS

APENDICE I



DIODO SEMICONDUCTOR



DIODO ZENER



BOBINA DE RELEVADOR



TEMPORIZADOR



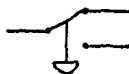
CONTACTOR N. C.



CONTACTOR N. O.



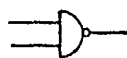
SWITCH DE TEMPERATURA



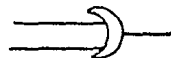
SWITCH DE PRESION



COMPUERTA "Y"

COMPUERTA "Y" CON
MÚLTIPLES ENTRADAS

COMPUERTA "NO-Y"



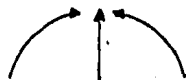
COMPUERTA "O"



COMPUERTA "NO-O"



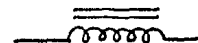
INVERSOR

COMPUERTA "Y" CON
ENTRADA INVERSORACOMPUERTA "O" CON
ENTRADA INVERSORA

CONTACTOR MOMENTANEO



RESISTOR



SOLENOIDE



CABLE ATERRIZADO



RESISTOR VARIABLE



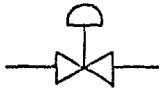
TERMOPAR



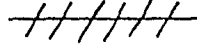
MOTOR ELECTRICO



AMPLIFICADOR (5-24 V.c.c.)



VALVULA DE CONTROL



LINEA DE CONTROL NEUMATICO



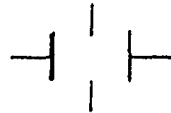
VALVULA CHECK



VALVULA DE COMPUERTA



VALVULA DE CONTROL MANUAL



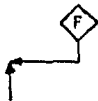
ELEMENTO DE FLUJO



VALVULA DE MARIPOSA



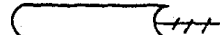
RELEVO A LA ATMOSFERA



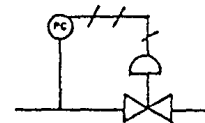
RELEVO A QUEMADOR



CONTINUACION DE LINEA



CONTINUACION DE LINEA DE INSTRUMENTACION



VALVULA DE CONTROL CON PILOTO

CW AGUA DE ENFRIAMIENTO

HO ACEITE CALIENTE

SA AIRE DE ARRANQUE

JT JOULE - THOMPSON

IG GAS DE INSTRUMENTOS

1.3 TRANSDUCTORES

Un transductor es un elemento existente en la naturaleza, tiene la facultad de convertir un tipo de energía en otra diferente.

Como ejemplos tenemos a la sal de Rochel, que transforma energía mecánica en energía eléctrica (micrófonos), termopares; transforman energía calorífica en energía eléctrica, sensores de velocidad, convierten energía mecánica en energía eléctrica; R.T.D., cambia energía calorífica en variaciones de resistividad; sensores de presión (energía mecánica-energía eléctrica), sensor de vibración (energía mecánica a energía eléctrica), sensor de desplazamiento de una flecha a energía eléctrica, etc.

1.3.1. Termopar:

Es un transductor formado mediante la unión de dos elementos metálicos con una soldadura de plata.

Existen varios tipos, los cuales operan en diferentes rangos de temperatura.

Funcionamiento: Cuando este transductor se coloca sobre una superficie caliente en las dos terminales libres, se genera una señal eléctrica (mv), la cual es proporcional a la temperatura de la superficie caliente y aumenta conforme se incrementa la temperatura de la superficie.

En nuestro caso, la temperatura es la cámara de combustión de la turbina.

Para ello se tiene un arreglo de seis termopares, los cuales están distribuidos en dos conjuntos conectados en paralelo; tres termopares por cada conjunto, situados en diferentes partes de la cámara de combustión.

Todo el conjunto en cuestión envía una señal (mv) a la unidad de control de temperatura (Z182), la cual es filtrada y compensada por un control eléctrico dentro de la unidad de control antes mencionada, simultáneamente se obtiene una lectura de temperatura.

El tipo de termopar empleado es el K (Chromel alumel).

El rango de temperatura se muestra en la figura I.3.1

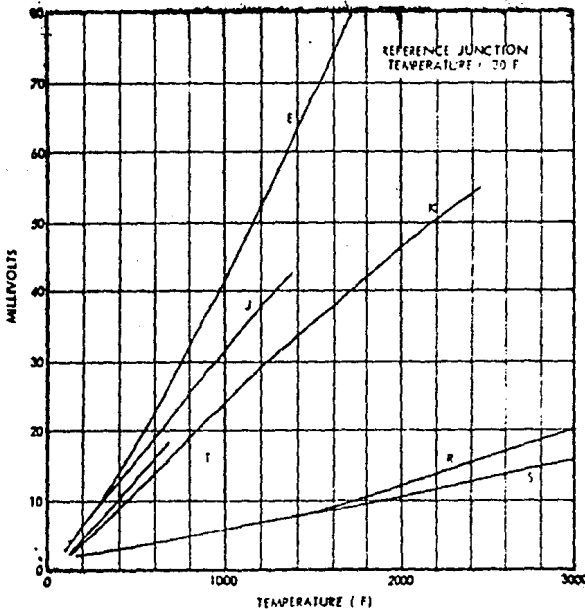


FIG. I.3.1. VARIACIONES DE VOLTAJE CON LA TEMPERATURA

1.3.2 SENSOR DE VELOCIDAD:

Este sensor de velocidad, es un elemento metálico magnetizado, el cual tiene un arrollamiento de alambre en forma espiral con dos cables externos.

Se encuentra localizado cerca de la flecha del compresor de acuerdo a como se muestra en la figura II.2.

Funcionamiento:

Al girar la flecha del compresor, el campo magnético permanente se altera en una relación igual al número de dientes de la rueda dentada, de este modo la bobina genera una señal de corriente alterna (mv) con una frecuencia proporcional a la velocidad de rotación de la flecha.

Esta frecuencia es posible calcularla de acuerdo a la fórmula:

$$F = (\text{R.P.M.}) (N) / 60 = (\text{Hz})$$

$N = N^{\circ}$ de dientes (12); $F = 12 \text{ R.P.M.} / 60 = 0.2 \text{ R.P.M.}$

Esta señal de corriente alterna se envía a las unidades de control de velocidad, las cuales tienen integrado un circuito convertidor de frecuencia a voltaje; este voltaje es proporcional a la frecuencia de la señal de entrada y varía de acuerdo a la señal, la cual se lee en un indicador de carátula.

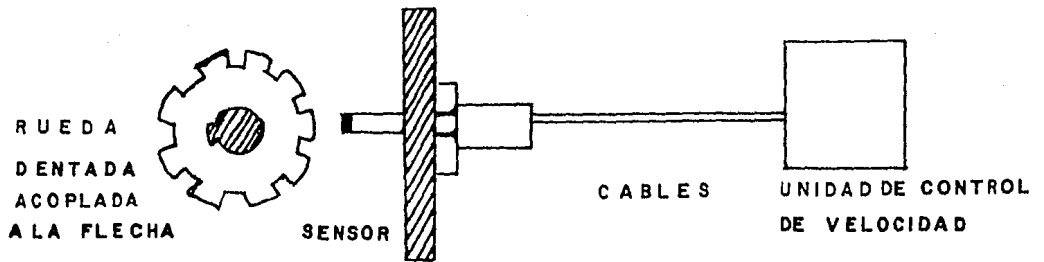


FIGURA II.2

I.4 INTERRUPTORES

- S 388 Interruptor de disparo por bajo nivel de aceite lubricante, si la capacidad baja de 251 lts., la máquina se dispara.
- S 380 A Interruptor de disparo por baja presión de aceite a 35 Psi (2.46 Kg/cm^2) cierra su contacto y abre a 25 Psi (1.76 Kg/cm^2)
- S 380 2A Interruptor de alarma por baja presión de aceite lubricante a 3.2 Kg/cm^2 cierra y a una presión de 2.9 Kg/cm^2 abre.
- S 381-1 Interruptor de alarma y disparo por alta temperatura de aceite.
Envía una señal de alarma a una temperatura mayor de 77°C , (170°F) si la temperatura aumenta a 80°C (180°F), la máquina se dispara automáticamente.
- S 322-A Interruptor por baja presión de prelubricación a 0.4 Kg/cm^2 cierra, a 0.28 Kg/cm^2 abre.
- S 342 Interruptor de presión de gas combustible regulado abre a una presión inferior de 3.45 Kg/cm^2 , cierra a una presión mayor o igual a 3.73 Kg/cm^2 .
- S 386-1 Si la presión de gas combustible regulado de la línea principal baja a una presión menor o igual de 10.63 Kg/cm^2 este-

Interruptor abre sus contactos y la máquina se para.

A una presión mayor de 11.61 Kg/cm^2 cierra su contacto y tenemos una presión adecuada.

S 386-2

Interruptor por alta presión de gas combustible a una presión mayor de 14.43 Kg/cm^2 , - la máquina no opera, pero si es menor o - igual a 13.38 Kg/cm^2 , la máquina opera normalmente.

S 397

Este interruptor protege a la máquina cuando existe mucha suciedad en los filtros del aire de admisión del compresor indica alta suciedad a una presión diferencial de 20 Psi (1.4 Kg/cm^2 a 15 Psi (1.05 Kg/cm^2) normal.

S 365

Este interruptor nos indica una protección por baja presión diferencial de aceite de sellos entre la presión de gas de succión del compresor y la presión de aceite de sellos. Si la presión es inferior a 0.84 Kg/cm^2 , la máquina se para y opera normalmente cuando la presión de sellos es igual a - - 1.12 Kg/cm^2 .

S 365-1B

Este interruptor tiene la función de enviar una señal de alarma antes del disparo por baja presión de succión.

- Si la presión es menor de 15 Psi (1.05Kg/cm²) alarma y opera normalmente a 19 Psi 1.3Kg/cm²
- S 360 Interruptor de presión. Cuando la presión va en aumento cierra a 0.60 Kg/cm² y abre cuando la presión disminuye a 0.2 Kg/cm².
- S 362 Interruptor de presión diferencial en el compresor de carga.
- S 381-1 Interruptor de temperatura del aceite lubricante. A una temperatura de 36^oC envía una señal de alarma y un disparo a 77^oC.
- S 111-1 Interruptor múltiple de secuencia de válvulas de patio.
- VVFO Interruptor de válvula de venteo completamente abierta.
- VVFC Interruptor de válvula de venteo completamente cerrada.
- BVFO Interruptor de válvula de desvío completamente abierta.
- BVFC Interruptor de válvula de desvío completamente cerrada.
- LVFO Válvula de carga completamente abierta
- LVFC Válvula de carga completamente cerrada
- DVFO Válvula de descarga completamente abierta
- DVFC Válvula de descarga completamente cerrada
- SVFO Válvula de succión completamente abierta
- SVFC Válvula de succión completamente cerrada.

APENDICE II

| | |
|-------|---|
| II-1 | LAMPARAS DE SEÑALIZACION DEL TURBOCOMPRESOR. |
| DS-1 | Baja presión de lubricación |
| DS-2 | Baja presión de pre/post lubricación |
| DS-3 | Sobrevelocidad de la turbina productora de gas |
| DS-4 | Alta temperatura de la máquina |
| DS-5 | Bajo nivel de aceite en el tanque |
| DS-6 | Alta temperatura de aceite lubricante |
| DS-7 | Sobrevelocidad de la turbina de potencia |
| DS-8 | Falla de ignición |
| DS-9 | Baja presión de gas combustible |
| DS-10 | Falla de la válvula de gas combustible |
| DS-11 | Falla de arranque |
| DS-12 | Falla de giro del compresor |
| DS-13 | Alta presión de gas combustible |
| DS-14 | Falla de prearranque |
| DS-15 | Alarma por baja presión de aceite lubricante |
| DS-16 | Alarma por alta temperatura del aceite lubricante |
| DS-17 | Alarma por alta presión diferencial de aceite de sellos |
| DS-18 | Alarma por baja presión diferencial de aceite de sellos |

| | |
|----------|---|
| DS-19 | Falla de secuencia de válvulas |
| DS-20 | Falla de carga del compresor |
| DS-21 | Alta presión diferencial de los filtros de aire |
| DS-22 | Alarma por alta presión diferencial de los filtros del aire de admisión |
| DS-23 | Turbina operando normalmente |
| DS-24 | Bomba de aceite de sellos operando |
| DS-25 | Turbina lista para arrancar |
| DS-161-1 | Válvula de carga abierta |
| DS-161-2 | Válvula de carga cerrada |
| DS-162-1 | Válvula de succión abierta |
| DS-162-2 | Válvula de succión cerrada |
| DS-167-1 | Válvula de desvío abierta |
| DS-164-1 | Válvula de descarga abierta |
| DS-164-2 | Válvula de descarga cerrada |
| DS-160-1 | Válvula de venteo abierta |
| DS-160-2 | Válvula de venteo cerrada |

II.2 Localización de compuertas, relevadores, temporizadores, válvulas solenoides, amplificadores ópticos e interruptores dentro de los Diagramas Eléctricos. .

| <u>Compuertas</u> | <u>Página</u> | <u>Descripción</u> |
|-------------------|---------------|--|
| K 210 | 93 | Compuerta de arranque |
| K 237 | 94 | Compuerta de baja presión de gas combustible. |
| K 240-1 | 94 | Compuerta de verificación de válvulas de gas combustible |
| K 251-1 | 94 | Compuerta del 60% de velocidad |
| K 245 | 95 | Compuerta del excitador de ignición. |
| K 211 | 96 | Compuerta de control de re arranque |
| K 241 | 94 | Compuerta de alta presión de gas |
| K242 | 94 | Compuerta del 15% de velocidad de la turbina productora de gas |
| K 279 | 95 | Compuerta de mal funcionamiento |
| K 278 | 96 | Compuerta de mal funcionamiento |
| K 266 | 96 | Compuerta de aceite de sellos |
| K 268 | 97 | Compuerta de falla de secuencia de válvulas de patio |
| K 239 | 97 | Compuerta de control del generador de rampa |
| K 269 | 97 | Compuerta de mal funcionamiento |
| K 277 | 93 | Compuerta de mal funcionamiento |
| K 288 | 93 | Compuerta de nivel de aceite lubricante |
| K 276 | 99 | Compuerta de mal funcionamiento |
| K 263 | 94 | Compuerta del 90% de velocidad de la turbina productora de gas |

| <u>Compuertas</u> | <u>Página</u> | <u>Descripción</u> |
|-------------------|---------------|---|
| K 274 | 100 | Compuerta de alarmas |
| K 196 | 100 | Compuerta de alarmas de filtros de aire. |
| K 198 | 100 | Compuerta de mal funcionamiento |
| K 265 | 100 | Compuerta de presión diferencial de aceite de sellos. |
| K 265-1 | 100 | Compuerta de presión diferencial de aceite de sellos |

| <u>Relevadores</u> | <u>Página</u> | <u>Descripción</u> |
|--------------------|---------------|---|
| K 496 | 93 | Relevador de control del extractor de aire |
| K 221 | 93 | Relevador de control de la bomba de pre/post lubricación. |
| R 230 B | 94 | Relevador de control de arranque |
| R 239 B | 97 | Relevador de control del actuador L341 |

| <u>Temporizadores</u> | <u>Página</u> | <u>Descripción</u> |
|-----------------------|---------------|---|
| KT 220 | 93 | Temporizador de post-lubricación (56 - minutos) |
| KT 246 | 94 | Temporizador de flama de piloto (10 seg.) |
| KT 243 | 94 | Temporizador de giro del compresor (15- segundos) |
| KT 285 | 94 | Temporizador de tiempo de arranque (60- segundos) |
| KT 261 | 94 | Temporizador de falla de carga (5.4 min.) |
| KT 222 | 94 | Temporizador de prelubricación (4 min.) |
| KT 240 | 94 | Temporizador de secuencia de válvulas de gas combustible (5 segundos) |

| <u>Temporizadores</u> | <u>Página</u> | <u>Descripción</u> |
|-----------------------|---------------|--|
| KT 236 | 94 | Temporizador de re arranque (30 segundos) |
| KT 241 | 94 | Temporizador de limpieza del compresor -- (10 segundos) |
| KT 260 | 96 | Temporizador de barrido del compresor -- (30 segundos) |

| <u>Válvula solenoides</u> | <u>Página</u> | <u>Descripción</u> |
|---------------------------|---------------|---|
| L 335-1,2 | 94 | Solenoides de gas de arranque |
| L 340 | 95 | Solenoides de gas piloto |
| L 342 | 95 | Solenoides de la válvula secundaria |
| L 341-1,2 | 95 | Solenoides primarias de gas combustible |
| L 366-1,2 | 100 | Solenoides de la bomba auxiliar de aceite de sellos |
| L 562-1 | 101 | Solenoides de la válvula de succión abierta |
| L 562-2 | 101 | Solenoides de la válvula de succión cerrada |
| L 564-1 | 101 | Solenoides de apertura de la válvula de des- carga |
| L 564-2 | 101 | Solenoides de cierre de la válvula de des-- carga |
| L 567-1 | 102 | Solenoides de apertura de la válvula de des- vío |
| L 567-2 | 102 | Solenoides de cierre de la válvula de desvío. |
| L 560-1 | 103 | Solenoides de apertura de la válvula de ven- teo |
| L 560-2 | 103 | Solenoides de cierre de la válvula de venteo |
| L 561-1 | 103 | Solenoides de cierre de la válvula de carga |
| L 561-2 | 103 | Solenoides de apertura de la válvula de carga |

| <u>Amplificadores</u> <u>- Ópticos</u> | <u>Página</u> | <u>Descripción</u> |
|---|---------------|--|
| A-1 | 93 | Amplificador de control del extractor de aire |
| A-2 | 93 | Amplificador de control del motor de la bomba de pre-post lubricación. |
| A-3 | 94 | Amplificador de control de arrancador |
| A-4 | 94 | Amplificador de control de arranque |
| A-5 | 95 | Amplificador de control del excitador de ignición. |
| A-6 | 95 | Amplificador de control de la solenoide del piloto |
| A-7 | 95 | Amplificador de control del generador de rampa |
| A-8 | 95 | Amplificador de control de la válvula secundaria |
| A-9 | 95 | Amplificador de control de las válvulas primarias |
| A-10 | 97 | Amplificador de control del relevador -- R239-B |
| A-11 | 100 | Amplificador de control de las solenoides L 366-1,2 |
| A-12 | 101 | Amplificador de la solenoide L562-1 |
| A-13 | 101 | Amplificador de las solenoides L562-2 |
| A-14 | 101 | Amplificador de las solenoides L564-1 |
| A-15 | 101 | Amplificador de la solenoide L564-2 |
| A-16 | 102 | Amplificador de la solenoide L567-1 |
| A-17 | 102 | Amplificador de la solenoide L560-1 |

| <u>Amplificadores Opticos</u> | <u>Página</u> | <u>D e s c r i p c i ó n</u> |
|-----------------------------------|---------------|--|
| A-18 | 103 | Amplificador de la solenoide L560-1 |
| A-19 | 103 | Amplificador de la solenoide L560-2 |
| A-20 | 103 | Amplificador de la solenoide L561-1 |
| A-21 | 103 | Amplificador de la solenoide L561-2 |
| <u>Interruptores</u> | <u>Página</u> | <u>D e s c r i p c i ó n</u> |
| S 380 | 93,94,93 | Interruptor de presión de aceite - lubricante |
| S 110 | 93 | Interruptor de arranque de la tur- bina |
| S 112 | 93 | Interruptor de paso de la turbina |
| S 322 | 94,95,93 | Interruptor de baja presión de pre- lubricación |
| S 342 | 94 | Interruptor de presión de gas com- bustible |
| S 381-1 | 93,97 | Interruptor de alta temperatura del aceite de lubricación. |
| S 360 | 95,102 | Interruptor de presión del compresor |
| S 114 | 93 | Interruptor de restablecimiento |
| S 388 | 93 | Interruptor de bajo nivel de aceite |
| S 386-1 | 99 | Interruptor de baja presión de gas - combustible |
| S 386-2 | 99 | Interruptor de alta presión de gas - combustible |
| S 380-2 | 100 | Interruptor de alarma por baja pre- sión de aceite lubricante |

| <u>Interruptores</u> | <u>Página</u> | <u>Descripción</u> |
|----------------------|---------------|---|
| S 365-1 | 100 | Interruptor de baja presión diferencial de aceite de sellos |
| S 397-A | 100 | Interruptor de presión diferencial de los filtros de aire |
| S 397-B | 100 | Interruptor de presión diferencial de los filtros de aire |
| S 365 | 100 | Interruptor de baja presión diferencial de aceite de sellos |
| S 362 | 101, 102 | Interruptor de presión diferencial del compresor de carga |
| SVFO | 101 | Interruptor de válvula de succión abierta |
| S 111-1 | 101, 102, 103 | Interruptor multicontacto de sec. de válvulas |
| SVFC | 101 | Interruptor de válvula de succión cerrada |
| DVFC | 101 | Interruptor de válvula de descarga abierta |
| DVFC | 101 | Interruptor de válvula de descarga cerrada |
| BVFO | 102 | Interruptor de apertura de la válvula de desvío |
| BVFC | 102 | Interruptor de cierre de la válvula de desvío |
| WFO | 103 | Interruptor de apertura de la válvula de venteo |
| WFC | 103 | Interruptor de cierre de la válvula de venteo |
| LVFO | 103 | Interruptor de apertura de la válvula de carga |
| LVFC | 103 | Interruptor de cierre de la válvula de carga |

| <u>Interruptores</u> | <u>Página</u> | <u>Descripción</u> |
|----------------------|---------------|---|
| Z 183 (P-R) | 94 | Interruptor del 60% de velocidad |
| Z 183 (J-K) | 94 | Interruptor del 15% de velocidad |
| Z 183 (U-V) | 94 | Interruptor del 90% de velocidad |
| Z 353 (H-G) | 95 | Interruptor de sobrevelocidad |
| Z 153 (T-Z) | 96 | Interruptor de sobrevelocidad de la turbina de potencia |
| Z 153 (T-X) | 97 | Interruptor de sobrevelocidad de la turbina de potencia |
| Z 182 (H-G) | 97 | Interruptor de falla de ignición. |
| Z 182 (T-S-U) | 96 | Interruptor de alta temperatura de la máquina |
| Z 183 (T-X-Z) | 96 | Interruptor de sobrevelocidad de la turbina productora de gas |

recommended operating conditions

| | 54 FAMILY 74 FAMILY | SERIES 54 SERIES 74 | | | SERIES 54H SERIES 74H | | | SERIES 54L SERIES 74L | | | SERIES 54LS SERIES 74LS | | | SERIES 54S SERIES 74S | | | UNIT |
|--|------------------------|----------------------------|-----|-----|---------------------------------|-----|-----|---------------------------------|-----|-----|--------------------------------------|-----|-----|---|-----|-----|------|
| | | '00, '04, '10, '20, '30 | | | 'H00, 'H04, 'H10, 'H20, 'H30 | | | 'L00, 'L04, 'L10, 'L20, 'L30 | | | 'LS00, 'LS04, 'LS10, 'LS20, 'LS30 | | | 'S00, 'S04, 'S10, 'S20, 'S30, 'S133 | | | |
| | | MIN | NOM | MAX | MIN | NOM | MAX | MIN | NOM | MAX | MIN | NOM | MAX | MIN | NOM | MAX | |
| Supply voltage, V _{CC} | 54 Family 74 Family | 4.5 | 5 | 5.5 | 4.5 | 5 | 5.5 | 4.5 | 5 | 5.5 | 4.5 | 5 | 5.5 | 4.5 | 5 | 5.5 | V |
| High-level output current, I _{OH} | 54 Family 74 Family | -400 | | | -500 | | | -100 | | | -400 | | | -1000 | | | mA |
| Low-level output current, I _{OL} | 54 Family 74 Family | 16 | | | 20 | | | 2 | | | 4 | | | 20 | | | mA |
| Operating free-air temperature, T _A | 54 Family 74 Family | -55 | | | 125 | | | -55 | | | 125 | | | -55 | | | °C |

electrical characteristics over recommended operating free-air temperature range (unless otherwise noted)

| PARAMETER | TEST FIGURE | TEST CONDITIONS ¹ | SERIES 54 SERIES 74 | | | SERIES 54H SERIES 74H | | | SERIES 54L SERIES 74L | | | SERIES 54LS SERIES 74LS | | | SERIES 54S SERIES 74S | | | UNIT |
|---|-------------|--|----------------------------|------------------|-----|---------------------------------|------------------|----------|---------------------------------|------------------|-----|--------------------------------------|------------------|---------|---|------------------|------|------|
| | | | '00, '04, '10, '20, '30 | | | 'H00, 'H04, 'H10, 'H20, 'H30 | | | 'L00, 'L04, 'L10, 'L20, 'L30 | | | 'LS00, 'LS04, 'LS10, 'LS20, 'LS30 | | | 'S00, 'S04, 'S10, 'S20, 'S30, 'S133 | | | |
| | | | MIN | TYP ² | MAX | MIN | TYP ² | MAX | MIN | TYP ² | MAX | MIN | TYP ² | MAX | MIN | TYP ² | MAX | |
| V _{IH} High-level input voltage | 1, 2 | | 2 | | | 2 | | | 2 | | | 2 | | | 2 | | V | |
| V _{IL} Low-level input voltage | 1, 2 | | | 0.8 | | | 0.8 | | 0.7 | | | 0.7 | | | 0.8 | | V | |
| V _{IK} Input clamp voltage | 3 | V _{CC} = MIN, I _I = I | | -1.5 | | | -1.5 | | | | | -1.5 | | | -1.2 | | V | |
| V _{OH} High-level output voltage | 1 | V _{CC} = MIN, I _{OH} = MAX, V _{IL} = V _{IL} max. | 54 Family 74 Family | 2.4 3.4 | | 2.4 3.5 | | 2.4 3.1 | | 2.5 3.4 | | 2.5 3.4 | | 2.5 3.4 | | | V | |
| V _{OL} Low-level output voltage | 2 | V _{CC} = MIN, V _{IH} = 2 V, I _{OL} = 4 mA | 54 Family 74 Family | 0.2 0.4 | | 0.2 0.4 | | 0.15 0.3 | | 0.25 0.4 | | 0.25 0.5 | | 0.5 | | | V | |
| I _I Input current at maximum input voltage | 4 | V _{CC} = MAX, V _I = 5.5 V, V _I = 7 V, V _{IH} = 2.4 V | Series 74LS | | 1 | | 1 | 0.1 | | 0.1 | | | | | | | mA | |
| I _{IH} High-level input current | 4 | V _{CC} = MAX, V _{IH} = 2.7 V | | | | | 40 | 50 | 10 | | | 70 | | 50 | | | mA | |
| I _{IL} Low-level input current | 5 | V _{CC} = MAX, V _{IL} = 0.3 V, V _{IL} = 0.4 V, V _{IL} = 0.5 V | | | | | -1.6 | -2 | -0.18 | | | -0.4 | | -2 | | | mA | |
| I _{OS} Short-circuit output current ³ | 6 | V _{CC} = MAX | 54 Family 74 Family | -20 | | -55 | | -40 | | -100 | | -3 | | -15 | | -20 | -100 | mA |
| I _{CC} Supply current | 7 | V _{CC} = MAX | | | | | | | | | | | | | | | mA | |

¹ For conditions shown as MIN or MAX, use the appropriate value specified under recommended operating conditions.

² All typical values are at V_{CC} = 5 V, T_A = 25°C.

³ I_I = -12 mA for 54B4/54B74, -8 mA for 54B4LS/54B74LS, and 54B4S/54B74S.

⁴ Not more than one output should be shorted at a time, and for 54B4H/54B74H, 54B4LS/54B74LS, and 54B4S/54B74S, duration of short-circuit should not exceed 1 second.

supply current†

| TYPE | I _{CC1} (mA) | | I _{CC2} (mA) | | I _{CC} (mA) |
|---------|-------------------------|------|------------------------|------|----------------------|
| | Total with outputs high | | Total with outputs low | | Average per gate |
| | TYP | MAX | TYP | MAX | (50% duty cycle) |
| '00 | 4 | 8 | 12 | 22 | 2 |
| '04 | 6 | 12 | 18 | 33 | 2 |
| '10 | 3 | 6 | 9 | 16.5 | 2 |
| '20 | 2 | 4 | 6 | 11 | 2 |
| '30 | 1 | 2 | 3 | 6 | 2 |
| 'H00 | 10 | 18.8 | 26 | 40 | 4.5 |
| 'H04 | 16 | 26 | 40 | 58 | 4.5 |
| 'H10 | 7.5 | 12.6 | 19.5 | 30 | 4.5 |
| 'H20 | 5 | 8.4 | 13 | 20 | 4.5 |
| 'H30 | 2.5 | 4.2 | 6.5 | 10 | 4.5 |
| 'L00 | 0.44 | 0.8 | 1.16 | 2.04 | 0.20 |
| 'L04 | 0.66 | 1.2 | 1.74 | 3.06 | 0.20 |
| 'L10 | 0.33 | 0.6 | 0.87 | 1.53 | 0.20 |
| 'L20 | 0.22 | 0.4 | 0.58 | 1.02 | 0.20 |
| SN54L00 | 0.11 | 0.33 | 0.29 | 0.51 | 0.20 |
| SN74L30 | 0.11 | 0.2 | 0.29 | 0.51 | 0.20 |
| 'LS00 | 0.8 | 1.6 | 2.4 | 4.4 | 0.4 |
| 'LS04 | 1.2 | 2.4 | 3.6 | 6.6 | 0.4 |
| 'LS10 | 0.6 | 1.2 | 1.8 | 3.3 | 0.4 |
| 'LS20 | 0.4 | 0.8 | 1.2 | 2.2 | 0.4 |
| 'LS30 | 0.36 | 0.5 | 0.8 | 1.1 | 0.48 |
| 'S00 | 10 | 16 | 20 | 36 | 3.75 |
| 'S04 | 15 | 24 | 30 | 54 | 3.75 |
| 'S10 | 7.5 | 12 | 15 | 27 | 3.75 |
| 'S20 | 5 | 8 | 10 | 18 | 3.75 |
| 'S30 | 3 | 5 | 6.5 | 10 | 4.25 |
| 'S133 | 3 | 5 | 6.5 | 10 | 4.25 |

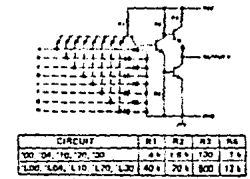
switching characteristics at V_{CC} = 5 V, T_A = 25°C

| TYPE | TEST CONDITIONS* | t _{PLH} (ns) | | | t _{PHL} (ns) | | |
|---------------------------|--|--|-----|-----|--|-----|-----|
| | | Propagation delay time, low-to-high-level output | | | Propagation delay time, high-to-low-level output | | |
| | | MIN | TYP | MAX | MIN | TYP | MAX |
| '00, '10 | | | 11 | 22 | | 7 | 15 |
| '04, '20 | C _L = 16 pF, R _L = 400 Ω | | 12 | 22 | | 9 | 15 |
| '30 | | | 13 | 22 | | 8 | 15 |
| 'H00 | | | 5.9 | 10 | | 6.2 | 10 |
| 'H04 | | | 6 | 10 | | 6.5 | 10 |
| 'H10 | C _L = 25 pF, R _L = 280 Ω | | 5.9 | 10 | | 6.3 | 10 |
| 'H20 | | | 5 | 10 | | 7 | 10 |
| 'H30 | | | 6.8 | 10 | | 8.9 | 12 |
| 'L00, 'L04, 'L10, 'L20 | C _L = 50 pF, R _L = 4 kΩ | | 35 | 60 | | 31 | 60 |
| 'L30 | | | 35 | 60 | | 39 | 100 |
| 'LS00, 'LS04 'LS10, 'LS20 | C _L = 15 pF, R _L = 2 kΩ | | 9 | 15 | | 10 | 15 |
| 'LS30 | | | 8 | 15 | | 13 | 20 |
| 'S00, 'S04 | C _L = 15 pF, R _L = 280 Ω | | 3 | 4.5 | | 3 | 5 |
| 'S10, 'S20 | C _L = 50 pF, R _L = 280 Ω | | 4.5 | | | 5 | |
| 'S30, 'S133 | C _L = 15 pF, R _L = 280 Ω | | 4 | 5 | | 4.5 | 7 |
| | C _L = 50 pF, R _L = 280 Ω | | 5.5 | | | 6.6 | |

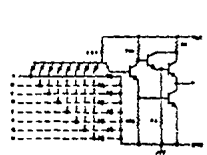
*Load circuits and voltage waveforms are shown on pages 3-10 and 3-11.

†Maximum values of I_{CC} are over the recommended operating ranges of V_{CC} and T_A; typical values are at V_{CC} = 5 V, T_A = 25°C.

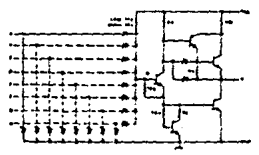
schematics (each gate)



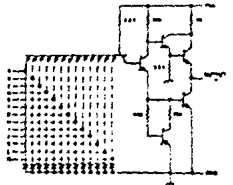
'00, '04, '10, '20, '30
'L00, 'L04, 'L10, 'L20, 'L30, CIRCUITS
Input clamp diodes not on SN54L/BN74L¹ circuits.



'H00, 'H04, 'H10, 'H20, 'H30 CIRCUITS



'LS00, 'LS04, 'LS10, 'LS20, 'LS30 CIRCUITS
*The 12.4 Ω resistor is not on 'LS30.



'S00, 'S04, 'S10, 'S20, 'S30, 'S133 CIRCUITS

Resistor values shown are nominal and in ohms.

recommended operating conditions

| | 54 FAMILY 74 FAMILY | SERIES 54 SERIES 74 | | | SERIES 54L SERIES 74L | | | SERIES 54LS SERIES 74LS | | | SERIES 54S SERIES 74S | | | UNIT | | | | |
|--|------------------------|------------------------|-----|------|--------------------------|-----|------|----------------------------|-----|------|--------------------------|-----|------|------|-------------|------|-----|----|
| | | '02 | | | '25, '27 | | | '02 | | | 'LS02, 'LS27 | | | | 'S02, 'S260 | | | |
| | | MIN | NOM | MAX | MIN | NOM | MAX | MIN | NOM | MAX | MIN | NOM | MAX | | MIN | NOM | MAX | |
| Supply voltage, V _{CC} | 54 Family 74 Family | 4.75 | 5 | 5.5 | 4.75 | 5 | 5.5 | 4.75 | 5 | 5.5 | 4.75 | 5 | 5.5 | 4.75 | 5 | 5.5 | V | |
| High-level output current, I _{OH} | 54 Family 74 Family | -400 | | -400 | -400 | | -400 | -400 | | -400 | -400 | | -400 | -400 | | -400 | μA | |
| Low-level output current, I _{OL} | 54 Family 74 Family | 16 | | 16 | 16 | | 16 | 16 | | 16 | 16 | | 16 | 16 | | 16 | mA | |
| Operating free-air temperature, T _A | 54 Family 74 Family | -55 | 125 | -55 | 125 | -55 | 125 | -55 | 125 | -55 | 125 | -55 | 125 | -55 | 125 | -55 | 125 | °C |

electrical characteristics over recommended operating free-air temperature range (unless otherwise noted)

| PARAMETER | TEST FIGURE | TEST CONDITIONS ¹ | SERIES 54 SERIES 74 | | SERIES 54L SERIES 74L | | SERIES 54LS SERIES 74LS | | SERIES 54S SERIES 74S | | UNIT | |
|---|--|--|-------------------------|----------------------|--------------------------|----------------------|----------------------------|----------------------|--------------------------|----------------------|------|----|
| | | | '02, '25, '27 | | '02 | | 'LS02, 'LS27 | | 'S02, 'S260 | | | |
| | | | MIN | TYP ² MAX | MIN | TYP ² MAX | MIN | TYP ² MAX | MIN | TYP ² MAX | | |
| V _{IH} High-level input voltage | 1, 2 | | 2 | | 2 | | 2 | | 2 | | V | |
| V _{IL} Low-level input voltage | 1, 2 | | 54 Family | 0.8 | 74 Family | 0.7 | 0.7 | 0.7 | 0.8 | 0.8 | V | |
| V _{IK} Input clamp voltage | 3 | V _{CC} = MIN, I _I = 8 | | -1.5 | | -1.5 | | -1.5 | | -1.2 | V | |
| V _{OH} High-level output voltage | 1 | V _{CC} = MIN, I _{OH} = MAX | 54 Family | 2.4 3.4 | 74 Family | 2.4 3.2 | 2.5 3.4 | 2.5 3.4 | 2.5 3.4 | 2.5 3.4 | V | |
| V _{OL} Low-level output voltage | 2 | V _{CC} = MIN, I _{OL} = MAX | 54 Family | 0.2 0.4 | 74 Family | 0.2 0.4 | 0.25 0.4 | 0.25 0.4 | 0.25 0.4 | 0.5 | V | |
| I _I Input current at maximum input voltage | 4 | V _{CC} = MAX | Series 74LS | | V _I = 5.5 V | 1 | 0.1 | | 0.1 | | mA | |
| I _{IH} High-level input current | Date inputs Strobe of '25 All inputs | V _{CC} = MAX | V _{IH} = 2.4 V | | 40 | 10 | | | | | μA | |
| | | | V _{IH} = 2.7 V | | 160 | | | | | | | |
| I _{IL} Low-level input current | Date inputs Strobe of '25 All inputs | V _{CC} = MAX | V _{IL} = 0.3 V | | | | -0.18 | | | | mA | |
| | | | V _{IL} = 0.4 V | | | | -1.6 | | | -0.4 | | |
| I _{OS} Short-circuit output current ³ | 6 | V _{CC} = MAX | 54 Family | -20 | -57 | -3 | -15 | -20 | -100 | -40 | -100 | mA |
| I _{CC} Supply current | 7 | V _{CC} = MAX | 74 Family | -18 | -55 | -3 | -15 | -20 | -100 | -40 | -100 | mA |

¹ For conditions shown as MIN or MAX, use the appropriate value specified under recommended operating conditions.

² All typical values are at V_{CC} = 5 V, T_A = 25°C.

³ I_I = -12 mA for SN54/SN74¹ and -18 mA for SN54LS/SN74LS¹ and SN54S/SN74S¹.

⁴ Not more than one output should be shorted at a time, and for SN54LS/SN74LS¹ and SN54S/SN74S¹, duration of output short-circuit should not exceed one second.

See table on next page

POSITIVE-NOR GATES WITH TOTEM-POLE OUTPUTS

supply current¹

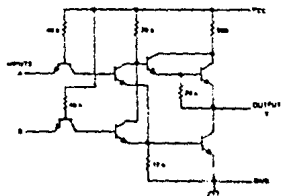
| TYPE | I _{CCH} (mA) Total with outputs high | | I _{CCL} (mA) Total with outputs low | | I _{CC} (mA) Average per gate (50% duty cycle) |
|-------|--|-----|---|-----|--|
| | TYP | MAX | TYP | MAX | |
| | '02 | 8 | 16 | 14 | |
| '25 | 8 | 16 | 10 | 19 | 2.25 |
| '27 | 10 | 16 | 16 | 26 | 4.34 |
| 'L02 | 0.8 | 1.6 | 1.4 | 2.6 | 0.775 |
| 'LS02 | 1.6 | 3.2 | 2.8 | 5.4 | 0.55 |
| 'LS27 | 2.0 | 4 | 3.4 | 6.8 | 0.9 |
| 'S02 | 17 | 29 | 26 | 45 | 5.38 |
| 'S260 | 17 | 29 | 26 | 45 | 10.75 |

¹Maximum values of I_{CC} are over the recommended operating ranges of V_{CC} and T_A; typical values are at V_{CC} = 5 V, T_A = 25°C

switching characteristics at V_{CC} = 5 V, T_A = 25°C

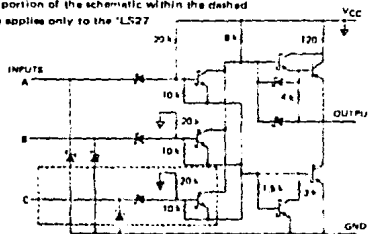
| TYPE | TEST CONDITIONS [#] | t _{PLH} (ns) Propagation delay time, low-to-high-level output | | | t _{PHL} (ns) Propagation delay time, high-to-low-level output | | |
|--------------|--|--|-----|-----|--|-----|-----|
| | | MIN | TYP | MAX | MIN | TYP | MAX |
| | | '02 | | 12 | 15 | 8 | 15 |
| '25 | C _L = 15 pF, R _L = 400 Ω | 13 | 22 | 8 | 15 | | |
| '27 | | 10 | 15 | 7 | 11 | | |
| 'L02 | C _L = 50 pF, R _L = 4 kΩ | 31 | 60 | 35 | 60 | | |
| 'LS02, 'LS27 | C _L = 15 pF, R _L = 2 kΩ | 10 | 16 | 10 | 15 | | |
| 'S02 | C _L = 15 pF, R _L = 280 Ω | 3.5 | 5.5 | 3.5 | 5.5 | | |
| | C _L = 50 pF, R _L = 280 Ω | 5 | | 5 | | | |
| 'S260 | C _L = 15 pF, R _L = 280 Ω | 4 | 5.5 | 4 | 6 | | |

[#]Load circuit and voltage waveforms are shown on pages 3-10 and 3-11.



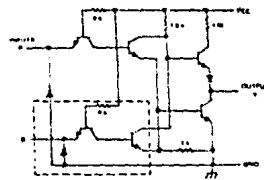
'L02 CIRCUITS

The portion of the schematic within the dashed lines applies only to the 'LS27



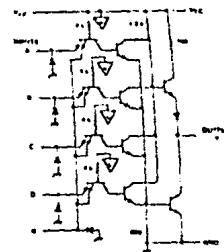
'LS02, 'LS27 CIRCUITS

schematics (each gate)



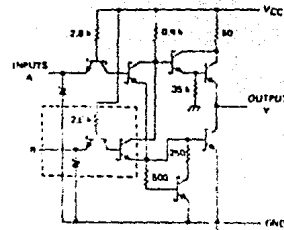
The portion of the schematic within the dashed lines is repeated for the C input of the '27.

'02, '27 CIRCUITS



'25 CIRCUITS

Resistor values are nominal and in ohms.



The portion of the schematic within the dashed lines is repeated for each additional input of the 'S260, and the 0.9 kΩ resistor is changed to 0.6 kΩ.

'S02, 'S260 CIRCUITS

recommended operating conditions

| | 54 FAMILY | SERIES 54 | | | SERIES 54H | | | SERIES 54LS | | | SERIES 54S | | | UNIT |
|---------------------------------------|-----------|-----------|------------|------|---------------------|-----|------------|-------------|-----|------|------------|-----|------|--------------|
| | 74 FAMILY | SERIES 74 | | | SERIES 74H | | | SERIES 74LS | | | SERIES 74S | | | |
| | | '08, | 'H11, 'H21 | | 'LS08, 'LS11, 'LS21 | | 'S08, 'S11 | | | | | | | |
| | | MIN | NOM | MAX | MIN | NOM | MAX | MIN | NOM | MAX | MIN | NOM | MAX | |
| Supply Voltage, V_{CC} | 54 Family | 4.5 | 5 | 5.5 | 4.5 | 5 | 5.5 | 4.5 | 5 | 5.5 | 4.5 | 5 | 5.5 | V |
| | 74 Family | 4.75 | 5 | 5.25 | 4.75 | 5 | 5.25 | 4.75 | 5 | 5.25 | 4.75 | 5 | 5.25 | |
| High-level output current, I_{OH} | | -800 | | | -500 | | | -400 | | | -1000 | | | μ A |
| Low-level output current, I_{OL} | 54 Family | 16 | | | 20 | | | 4 | | | 20 | | | mA |
| | 74 Family | 16 | | | 20 | | | 8 | | | 20 | | | |
| Operating free-air temperature, T_A | 54 Family | -55 | 125 | -55 | 125 | -55 | 125 | -55 | 125 | -55 | 125 | -55 | 125 | $^{\circ}$ C |
| | 74 Family | 0 | 70 | 0 | 70 | 0 | 70 | 0 | 70 | 0 | 70 | 0 | 70 | |

electrical characteristics over recommended operating free-air temperature range (unless otherwise noted)

| PARAMETER | TEST FIGURE | TEST CONDITIONS ¹ | 54 FAMILY | SERIES 54 | | | SERIES 54H | | | SERIES 54LS | | | SERIES 54S | | | UNIT | |
|--|-------------|--|------------------|-----------|------------|------------------|---------------------|-------------------------|------------------|-------------|------|------------------|------------|------|------------------|------|---------|
| | | | 74 FAMILY | SERIES 74 | | | SERIES 74H | | | SERIES 74LS | | | SERIES 74S | | | | |
| | | | | '08, | 'H11, 'H21 | | 'LS08, 'LS11, 'LS21 | | 'S08, 'S11 | | | | | | | | |
| | | MIN | TYP ² | MAX | MIN | TYP ² | MAX | MIN | TYP ² | MAX | MIN | TYP ² | MAX | MIN | TYP ² | MAX | |
| V_{IH} High-level input voltage | 1, 2 | | 2 | | 2 | | 2 | | 2 | | 2 | | 2 | | 2 | | V |
| V_{IL} Low-level input voltage | 1, 2 | | | 0.8 | | 0.5 | | 0.7 | | 0.8 | | 0.8 | | 0.8 | | 0.8 | V |
| V_{IK} Input clamp voltage | 3 | $V_{CC} = \text{MIN}, I_I = I$ | | -1.5 | | -1.5 | | -1.5 | | -1.2 | | -1.2 | | -1.2 | | -1.2 | V |
| V_{OH} High-level output voltage | 1 | $V_{CC} = \text{MIN}, I_{OH} = \text{MAX}$ | 54 Family | 2.4 | 3.4 | 2.4 | 3.4 | 2.5 | 3.4 | 2.5 | 3.4 | 2.5 | 3.4 | | 2.5 | 3.4 | V |
| | | | 74 Family | 2.4 | 3.4 | 2.4 | 3.4 | 2.7 | 3.4 | 2.7 | 3.4 | 2.7 | 3.4 | | 2.7 | 3.4 | |
| V_{OL} Low-level output voltage | 2 | $V_{CC} = \text{MIN}, I_{OL} = \text{MAX}$ | 54 Family | 0.2 | 0.4 | 0.15 | 0.3 | 0.25 | 0.4 | 0.25 | 0.4 | 0.25 | 0.4 | | 0.25 | 0.4 | V |
| | | | 74 Family | 0.2 | 0.4 | 0.2 | 0.4 | 0.35 | 0.5 | 0.35 | 0.5 | 0.35 | 0.5 | | 0.35 | 0.5 | |
| | | $V_{IH} = 2\text{ V}$ | Series 74LS | | | | | 0.25 | 0.4 | | | | | | | | |
| I_I Input current at maximum input voltage | 4 | $V_{CC} = \text{MAX}$ | | | | | | 0.1 | | | | | | | | | 1 mA |
| | | | | | | | | $V_I = 5.5\text{ V}$ | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | $V_I = 7\text{ V}$ | | | | | | | | | |
| I_{IH} High-level input current | 4 | $V_{CC} = \text{MAX}$ | | | | | | $V_{IH} = 2.4\text{ V}$ | 40 | | 50 | | | | | | μ A |
| | | | | | | | | $V_{IH} = 2.7\text{ V}$ | | | | 20 | | | | | 50 |
| I_{IL} Low-level input current | 5 | $V_{CC} = \text{MAX}$ | | | | | | $V_{IL} = 0.4\text{ V}$ | -1.6 | | -2 | | | | | | mA |
| | | | | | | | | $V_{IL} = 0.5\text{ V}$ | | | | | | | | | -2 |
| I_{OS} Short circuit output current* | 6 | $V_{CC} = \text{MAX}$ | 54 Family | -20 | -55 | -40 | -100 | -20 | -100 | -40 | -100 | -40 | -100 | | -40 | -100 | mA |
| | | | 74 Family | -18 | -55 | -40 | -100 | -20 | -100 | -40 | -100 | -40 | -100 | | -40 | -100 | |
| I_{CC} Supply current | 7 | $V_{CC} = \text{MAX}$ | | | | | | | | | | | | | | | mA |

¹ For conditions shown as MIN or MAX, use the appropriate values specified under recommended operating conditions.

² All typical values are at $V_{CC} = 25^{\circ}\text{C}$.

³ $I_I = -12\text{ mA}$ for SN54/SN74, -8 mA for SN54H/SN74H, and -18 mA for SN54LS/SN74LS and SN54S/SN74S.

* Not more than one output should be shorted at a time, and for BN54H/BN74H, BN54LS/BN74LS and SN54S/BN74S, duration of output short circuit should not exceed one second.

supply current†

| TYPE | I_{CCH} (mA) | | I_{CCL} (mA) | | I_{CC} (mA) |
|-------|-------------------------|-----|------------------------|-----|-----------------------------------|
| | Total with outputs high | | Total with outputs low | | Average per gate (50% duty cycle) |
| | TYP | MAX | TYP | MAX | TYP |
| '08 | 11 | 21 | 20 | 33 | 3.88 |
| 'H11 | 18 | 30 | 30 | 48 | 8 |
| 'H21 | 12 | 20 | 20 | 32 | 8 |
| 'LS08 | 2.4 | 4.8 | 4.4 | 8.8 | 0.85 |
| 'LS11 | 1.8 | 3.6 | 3.3 | 6.6 | 0.85 |
| 'LS21 | 1.2 | 2.4 | 2.2 | 4.4 | 0.85 |
| 'S08 | 18 | 32 | 32 | 57 | 6.25 |
| 'S11 | 13.5 | 24 | 24 | 42 | 6.25 |

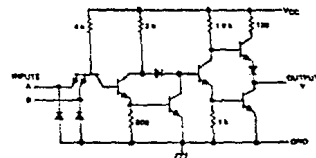
†Maximum values of I_{CC} are over the recommended operating ranges of V_{CC} and T_A ; typical values are at $V_{CC} = 5\text{ V}$, $T_A = 25^\circ\text{C}$.

switching characteristics at $V_{CC} = 5\text{ V}$, $T_A = 25^\circ\text{C}$

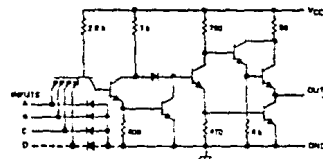
| TYPE | TEST CONDITIONS# | t_{PLH} (ns) | | | t_{PHL} (ns) | | |
|--------------|---|--|------|-----|--|-----|-----|
| | | Propagation delay time, low-to-high-level output | | | Propagation delay time, high-to-low-level output | | |
| | | MIN | TYP | MAX | MIN | TYP | MAX |
| '08 | $C_L = 15\text{ pF}$, $R_L = 400\ \Omega$ | | 17.5 | 27 | 12 | 19 | |
| 'H11, 'H21 | $C_L = 25\text{ pF}$, $R_L = 280\ \Omega$ | | 7.6 | 12 | 8.8 | 12 | |
| 'LS08, 'LS11 | $C_L = 15\text{ pF}$, $R_L = 2\text{ k}\Omega$ | | 8 | 15 | 10 | 20 | |
| 'LS21 | $C_L = 15\text{ pF}$, $R_L = 280\ \Omega$ | | 4.5 | 7 | 5 | 7.5 | |
| 'S08, 'S11 | $C_L = 50\text{ pF}$, $R_L = 280\ \Omega$ | | 6 | | 7.5 | | |

#Load circuit and voltage waveforms are shown on pages 3-10 and 3-11.

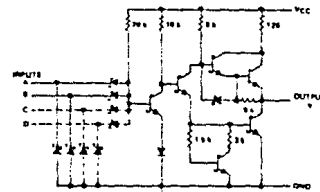
schematics (each gate)



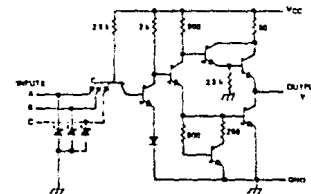
'08 CIRCUITS



'H11, 'H21 CIRCUITS



'LS08, 'LS11, 'LS21 CIRCUITS



'S08, 'S11 CIRCUITS

Resistor values shown are nominal and in ohms.

recommended operating conditions

| | 54 FAMILY 74 FAMILY | SERIES 54 SERIES 74 | | | SERIES 54LS SERIES 74LS | | | SERIES 54S SERIES 74S | | | UNIT |
|---------------------------------------|------------------------|------------------------|-----|------|----------------------------|-----|------|--------------------------|-----|-------|------|
| | | '32 | | | 'LS32 | | | 'S32 | | | |
| | | MIN | NOM | MAX | MIN | NOM | MAX | MIN | NOM | MAX | |
| Supply voltage, V_{CC} | 54 Family 74 Family | 4.5 | 5 | 5.5 | 4.5 | 5 | 5.5 | 4.5 | 5 | 5.75 | V |
| High-level output current, I_{OH} | | | | -800 | | | -400 | | | -1000 | mA |
| Low-level output current, I_{OL} | 54 Family 74 Family | | 16 | | | 4 | | | 20 | | mA |
| Operating free-air temperature, T_A | 54 Family 74 Family | -55 | 125 | | -55 | 125 | | -55 | 125 | | °C |

electrical characteristics over recommended free-air temperature range (unless otherwise noted)

| PARAMETER | TEST FIGURE | TEST CONDITIONS ¹ | SERIES 54 SERIES 74 | | | SERIES 54LS SERIES 74LS | | | SERIES 54S SERIES 74S | | | UNIT |
|--|-------------|--|---------------------------------------|--------------------|-------------------|----------------------------|-------------------|-------------|--------------------------|------------|-----|------|
| | | | '32 | | | 'LS32 | | | 'S32 | | | |
| | | | MIN | TYP | MAX | MIN | TYP | MAX | MIN | TYP | MAX | |
| V_{IH} High-level input voltage | 1, 2 | | 2 | | | 2 | | | | | V | |
| V_{IL} Low-level input voltage | 1, 2 | | | 0.8 | | 0.7 | | 0.4 | | 0.8 | V | |
| V_{IK} Input clamp voltage | 3 | $V_{CC} = \text{MIN.}$ $I_I = \beta$ | | -1.5 | | -1.5 | | -1.2 | | -1.2 | V | |
| V_{OH} High-level output voltage | 1 | $V_{CC} = \text{MIN.}$ $I_{OH} = \text{MAX.}$ $V_{IH} = 2 \text{ V.}$ | 54 Family 74 Family | 2.4 2.4 | 3.4 3.4 | 2.7 2.7 | 3.4 3.4 | 2.7 2.4 | 3.4 3.4 | | V | |
| V_{OL} Low-level output voltage | 2 | $V_{CC} = \text{MIN.}$ $V_{IL} = V_{IL \text{ max}}$ $I_{OL} = \text{MAX.}$ $I_{OL} = 4 \text{ mA}$ | 54 Family 74 Family Series 74LS | 0.2 0.2 0.25 | 0.4 0.4 0.4 | 0.25 0.3 | 0.4 0.5 0.4 | 0.25 0.5 | 0.4 0.5 0.4 | 0.5 0.5 | V | |
| I_I Input current at maximum input voltage | 4 | $V_{CC} = \text{MAX.}$ $V_I = 5.5 \text{ V.}$ $V_I = 7 \text{ V.}$ | | 1 | | 0.1 | | | | | mA | |
| I_{IH} High-level input current | 4 | $V_{CC} = \text{MAX.}$ $V_{IH} = 2.4 \text{ V.}$ $V_{IH} = 2.7 \text{ V.}$ | | 40 | | | 20 | | 50 | | mA | |
| I_{IL} Low-level input current | 5 | $V_{CC} = \text{MAX.}$ $V_{IL} = 0.4 \text{ V.}$ $V_{IL} = 0.5 \text{ V.}$ | | -1.6 | | -0.4 | | | | | mA | |
| I_{OS} Short-circuit output current ⁶ | 6 | $V_{CC} = \text{MAX.}$ | 54 Family 74 Family | -20 18 | -45 55 | -20 20 | 100 100 | 40 40 | 100 100 | 100 100 | mA | |
| I_{CC} Supply current | 7 | Total, no-load free | | 15 | 22 | 3.1 | 6.2 | 16 | 32 | | mA | |
| | | Average per gate | | 23 | 38 | 4.0 | 8.8 | 18 | 68 | | mA | |
| | | $V_{CC} = 5 \text{ V.}$ 50% duty cycle | | 4.75 | | 1.0 | | 7 | | | | mA |

¹For conditions shown as MIN or MAX, use the appropriate value specified under recommended operating conditions.

²All typical values are at $V_{CC} = 5 \text{ V.}$ $T_A = 25^\circ\text{C.}$

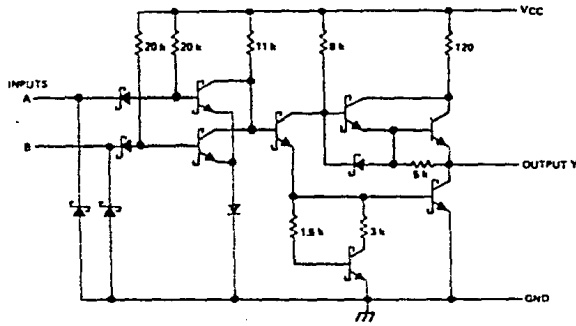
³ $I_I = -12 \text{ mA}$ for SN84/SN74⁴ and -18 mA for SN84LS/SN74LS⁴ and SN84S/SN74S⁴.

⁶Not more than one output should be shorted at a time, and for SN84LS/SN74LS⁴ and SN84S/SN74S⁴, duration of the short-circuit should be less than one second.

switching characteristics at $V_{CC} = 5\text{ V}$, $T_A = 25^\circ\text{C}$

| TYPE | TEST CONDITIONS# | t_{pLH} (ns) | | | t_{pHL} (ns) | | |
|-------|---|--|-----|-----|--|-----|-----|
| | | Propagation delay time, low-to-high-level output | | | Propagation delay time, high-to-low-level output | | |
| | | MIN | TYP | MAX | MIN | TYP | MAX |
| '32 | $C_L = 15\text{ pF}$, $R_L = 400\ \Omega$ | 10 | 15 | | 14 | 22 | |
| 'LS32 | $C_L = 15\text{ pF}$, $R_L = 2\text{ k}\Omega$ | 14 | 22 | | 14 | 22 | |
| 'S32 | $C_L = 15\text{ pF}$, $R_L = 280\ \Omega$ | 4 | 7 | | 4 | 7 | |
| | $C_L = 60\text{ pF}$, $R_L = 280\ \Omega$ | 5 | | | 5 | | |

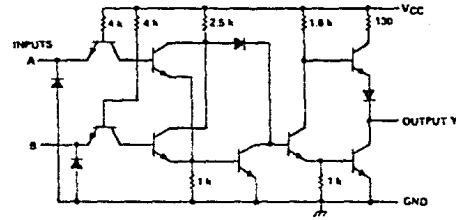
Load circuit and voltage waveforms are shown on pages 3-10 and 3-11.



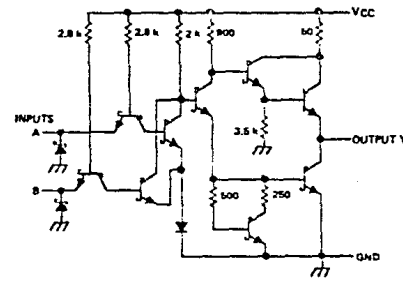
'LS32 CIRCUITS

Resistor values shown are nominal and in ohms.

schematics (each gate)



'32 CIRCUITS



'S32 CIRCUITS

POSITIVE-OR GATES WITH TOTEM-POLE OUTPUTS

TYPES SN54121, SN54L121, SN74121, SN74L121 MONOSTABLE MULTIVIBRATORS WITH SCHMITT-TRIGGER INPUTS

- Programmable Output Pulse Width
With $R_{int} \dots 35 \text{ ns Typ}$
With $R_{ext}/C_{ext} \dots 40 \text{ ns to 28 Seconds}$
- Internal Compensation for Virtual
Temperature Independence
- Jitter-Free Operation up to 90%
Duty Cycle
- Inhibit Capability

| FUNCTION TABLE | | | | | |
|----------------|----|---|---------|-----------|--|
| INPUTS | | | OUTPUTS | | |
| A1 | A2 | B | Q | \bar{Q} | |
| L | X | H | L | H | |
| X | L | H | L | H | |
| X | X | L | L | H | |
| H | H | X | L | H | |
| H | J | H | | | |
| I | H | H | | | |
| I | J | H | | | |
| L | X | ↑ | | | |
| X | L | ↑ | | | |

For explanation of function table symbols, see page 3-8.

description

These multivibrators feature dual negative-transition-triggered inputs and a single positive-transition-triggered input which can be used as an inhibit input. Complementary output pulses are provided.

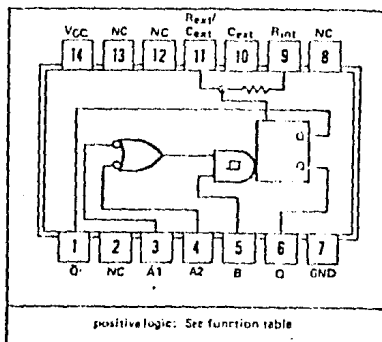
Pulse triggering occurs at a particular voltage level and is not directly related to the transition time of the input pulse. Schmitt-trigger input circuitry (TTL hysteresis) for the B input allows jitter-free triggering from inputs with transition rates as slow as 1 volt/second, providing the circuit with an excellent noise immunity of typically 1.2 volts. A high immunity to V_{CC} noise of typically 1.5 volts is also provided by internal latching circuitry.

Once fired, the outputs are independent of further transitions of the inputs and are a function only of the timing components. Input pulses may be of any duration relative to the output pulse. Output pulse length may be varied from 40 nanoseconds to 28 seconds by choosing appropriate timing components. With no external timing components (i.e., R_{int} connected to V_{CC} , C_{ext} and R_{ext}/C_{ext} open), an output pulse of typically 30 or 35 nanoseconds is achieved which may be used as a d-c triggered reset signal. Output rise and fall times are TTL compatible and independent of pulse length.

Pulse width stability is achieved through internal compensation and is virtually independent of V_{CC} and temperature. In most applications, pulse stability will only be limited by the accuracy of external timing components.

Jitter-free operation is maintained over the full temperature and V_{CC} ranges for more than six decades of timing capacitance (10 pF to 10 μF) and more than one decade of timing resistance (2 $\text{k}\Omega$ to 30 $\text{k}\Omega$ for the SN54121/SN54L121 and 2 $\text{k}\Omega$ to 40 $\text{k}\Omega$ for the SN74121/SN74L121). Throughout these ranges, pulse width is defined by the relationship $t_{w(out)} = C_{ext} R_T \ln 2 \approx 0.7 C_{ext} R_T$. In circuits where pulse cutoff is not critical, timing capacitance up to 1000 μF and timing resistance as low as 1.4 $\text{k}\Omega$ may be used. Also, the range of jitter-free output pulse widths is extended if V_{CC} is held to 5 volts and free air temperature is 25°C. Duty cycles as high as 90% are achieved when using maximum recommended R_T . Higher duty cycles are available if a certain amount of pulse width jitter is allowed.

SN54121 ... J OR W PACKAGE
SN54L121 ... J OR T PACKAGE
SN74121, SN74L121 ... J OR N PACKAGE



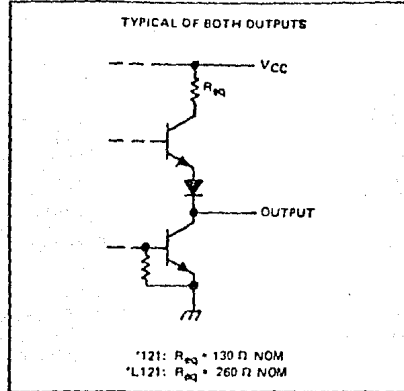
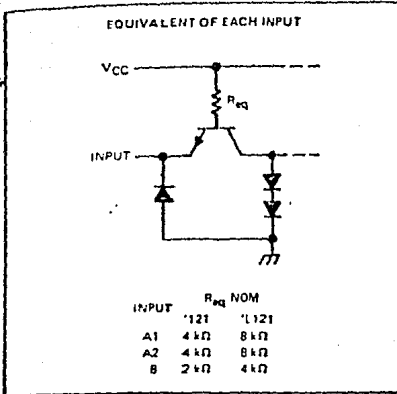
positive logic: See function table

NC—No internal connection

- NOTES: 1. An external capacitor may be connected between C_{ext} (positive) and R_{ext}/C_{ext} .
2. To use the internal timing resistor, connect R_{int} to V_{CC} . For improved pulse width accuracy and repeatability, connect an external resistor between R_{ext}/C_{ext} and V_{CC} with R_{int} open-circuited.

TYPES SN54121, SN54L121, SN74121, SN74L121 MONOSTABLE MULTIVIBRATORS WITH SCHMITT-TRIGGER INPUTS

schematics of inputs and outputs



recommended operating conditions

| | 54 FAMILY | SN54121 | | | SN54L121 | | | UNIT |
|--|----------------------|---------|-----|------|----------|-----|------|------------|
| | 74 FAMILY | SN74121 | | | SN74L121 | | | |
| | | MIN | NOM | MAX | MIN | NOM | MAX | |
| Supply voltage, V_{CC} | 54 Family | 4.5 | 5 | 5.5 | 4.5 | 5 | 5.5 | V |
| | 74 Family | 4.75 | 5 | 5.25 | 4.75 | 5 | 5.25 | |
| High-level output current, I_{OH} | | | | -400 | | | -200 | μ A |
| Low-level output current, I_{OL} | | | | 16 | | | 8 | mA |
| Rate of rise or fall of input pulse, dv/dt | Schmitt input, B | 1 | | | 1 | | | V/ μ s |
| | Logic inputs, A1, A2 | 1 | | | 1 | | | V/ μ s |
| Input pulse width, $t_{w(in)}$ | | 50 | | | 100 | | | ns |
| External timing resistance, R_{ext} | 54 Family | 1.4 | | | 1.4 | | | 30 |
| | 74 Family | 1.4 | | | 1.4 | | | 40 |
| External timing capacitance, C_{ext} | | 0 | | | 0 | | | 1000 |
| Duty cycle | | 67 | | | 67 | | | % |
| | | (4) | | | 90 | | | |
| Operating free air temperature, T_A | 54 Family | -55 | | | -55 | | | 125 |
| | 74 Family | 0 | | | 0 | | | 70 |

TYPES SN54121, SN54L121, SN74121, SN74L121 MONOSTABLE MULTIVIBRATORS WITH SCHMITT-TRIGGER INPUTS

electrical characteristics over recommended operating free air temperature range (unless otherwise noted)

| PARAMETER | TEST CONDITIONS ¹ | SN54121 | | SN54L121 | | UNIT | | | |
|-----------------|---|--|----------------------|-----------|----------------------|------|-----|-----|----|
| | | MIN | TYP ² MAX | MIN | TYP ² MAX | | | | |
| V _{T+} | Positive-going threshold voltage at A input | V _{CC} - MIN | | 1.4 | 2 | V | | | |
| V _{T-} | Negative-going threshold voltage at A input | V _{CC} - MIN | | 0.8 | 1.4 | V | | | |
| V _{T+} | Positive-going threshold voltage at B input | V _{CC} - MIN | | 1.55 | 2 | V | | | |
| V _{T-} | Negative-going threshold voltage at B input | V _{CC} - MIN | | 0.8 | 1.35 | V | | | |
| V _{IK} | Input clamp voltage | V _{CC} - MIN, I _I = -12 mA | | -1.5 | | V | | | |
| V _{OH} | High-level output voltage | V _{CC} - MIN, I _{OH} - MAX | | 2.4 | 3.4 | V | | | |
| V _{OL} | Low-level output voltage | V _{CC} - MIN, I _{OL} - MAX | | 0.2 | 0.4 | V | | | |
| I _I | Input current at maximum input voltage | V _{CC} - MAX, V _I = 5.5 V | | 1 | | mA | | | |
| I _{IH} | High-level input current | V _{CC} - MAX, V _I = 2.4 V | | A1 or A2 | 40 | 70 | μA | | |
| | | | | B | 80 | 40 | | | |
| I _{IL} | Low-level input current | V _{CC} - MAX, V _I = 0.4 V | | A1 or A2 | -1.6 | -0.8 | mA | | |
| | | | | B | -3.2 | -1.6 | | | |
| I _{OS} | Short-circuit output current* | V _{CC} - MAX | | 54 Family | -20 | -55 | -10 | -27 | mA |
| | | | | 74 Family | -18 | -55 | -9 | -27 | |
| I _{CC} | Supply current | V _{CC} - MAX | | Quiescent | 13 | 25 | 7 | 12 | mA |
| | | | | Triggered | 23 | 40 | 9 | 20 | |

¹For conditions shown as MIN or MAX, use the appropriate value specified under recommended operating conditions.

²All typical values are at V_{CC} = 5 V, T_A = 25°C.

*Not more than one output should be shorted at a time.

switching characteristics, V_{CC} = 5 V, T_A = 25°C

| PARAMETER | TEST CONDITIONS | '121 | | | 'L121 | | | UNIT | | |
|---------------------|--|------|-----|-----|-------|-----|-----|------|----|----|
| | | MIN | TYP | MAX | MIN | TYP | MAX | | | |
| t _{PLH} | Propagation delay time, low-to-high-level Q output from either A input | 45 | | 70 | 140 | | | ns | | |
| t _{PLH} | Propagation delay time, low-to-high-level Q output from B input | 35 | | 55 | 110 | | | ns | | |
| t _{PHL} | Propagation delay time, high-to-low-level Q output from either A input | 50 | | 80 | 160 | | | ns | | |
| t _{PHL} | Propagation delay time, high-to-low-level Q output from B input | 40 | | 65 | 130 | | | ns | | |
| t _{w(out)} | Pulse width obtained using internal timing resistor | 70 | | 110 | 150 | 70 | 225 | 260 | ns | |
| t _{w(out)} | Pulse width obtained with zero timing capacitance | 30 | | 60 | 35 | | | 70 | ns | |
| t _{w(out)} | Pulse width obtained using external timing resistor | 600 | | 700 | 800 | 600 | 700 | 850 | ns | |
| | | 6 | | 7 | 8 | 6 | | 7 | 8 | ms |

NOTE 3: Load circuit and voltage waveforms are shown on pages 3-10 and 3-11.

TYPES SN54121, SN54L121, SN74121, SN74L121 MONOSTABLE MULTIVIBRATORS WITH SCHMITT-TRIGGER INPUTS

TYPICAL CHARACTERISTICS

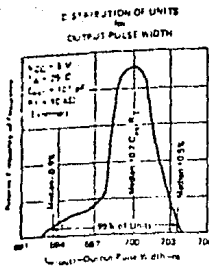


FIGURE 1

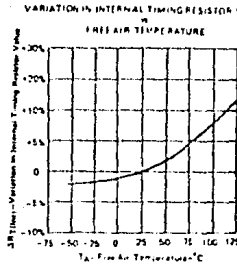


FIGURE 2

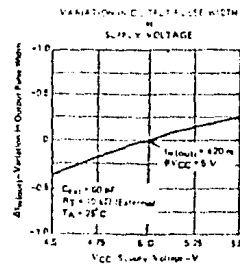


FIGURE 3

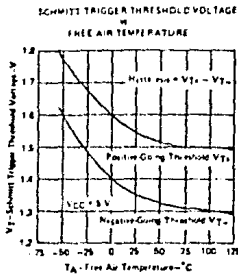


FIGURE 4

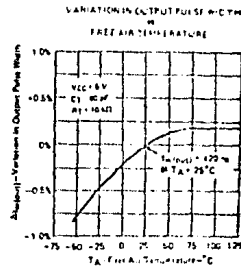


FIGURE 5

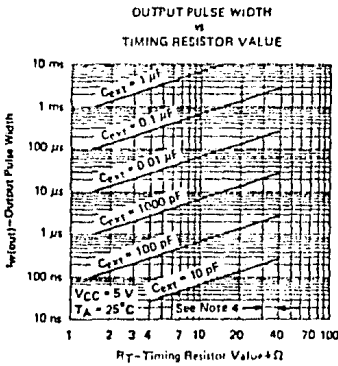


FIGURE 6

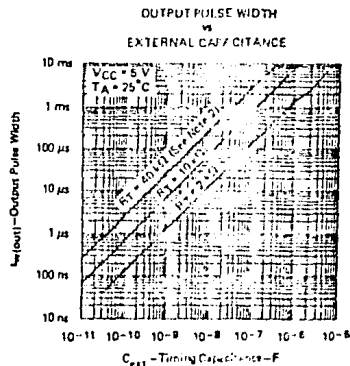


FIGURE 7

NOTE 4: These values of resistance exceed the maximum recommended for use over the full temperature range of the SN54L121.
 † Data for temperatures below 0°C and above 70°C are applicable for SN54121 and SN54L121.

TTL
MSI

TYPES SN5490A, SN5492A, SN5493A, SN54L90, SN54L93,
SN54LS90, SN54LS92, SN54LS93, SN7490A, SN7492A, SN7493A,
SN74L90, SN74L93, SN74LS90, SN74LS92, SN74LS93
DECADE, DIVIDE-BY-TWELVE, AND BINARY COUNTERS

PULL OUT NO. DLS 7611107, MARCH 1974, REVISED OCTOBER 1976

'90A, 'L90, 'LS90... DECADE COUNTERS

'92A, 'LS92... DIVIDE-BY-TWELVE
COUNTERS'93A, 'L93, 'LS93... 4-BIT BINARY
COUNTERS

| TYPES | TYPICAL POWER DISSIPATION |
|--------------|------------------------------|
| '90A | 145 mW |
| 'L90 | 20 mW |
| 'LS90 | 45 mW |
| '92A, '93A | 130 mW |
| 'LS92, 'LS93 | 45 mW |
| 'L93 | 16 mW |

description

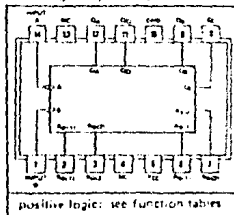
Each of these monolithic counters contains four master-slave flip-flops and additional gating to provide a divide-by-two counter and a three-stage binary counter for which the count cycle length is divide-by-five for the '90A, 'L90, and 'LS90, divide-by-six for the '92A and 'LS92, and divide-by-eight for the '93A, 'L93, and 'LS93.

All of these counters have a gated zero reset and the '90A, 'L90, and 'LS90 also have gated set to nine inputs for use in BCD nine's complement applications.

To use their maximum count length (decade, divide-by twelve, or four-bit binary) of these counters, the B input is connected to the Q_D output. The input count pulses are applied to input A and the outputs are as described in the appropriate function table. A symmetrical divide-by-ten count can be obtained from the '90A, 'L90, or 'LS90 counters by connecting the Q_D output to the A input and applying the input count to the B input which gives a divide-by-ten square wave at output Q_A .

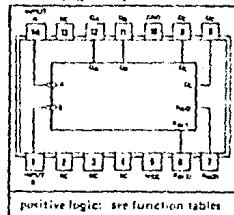
SN54, SN54LS... J OR W PACKAGE
SN54L... J OR T PACKAGE
SN74, SN74L, SN74LS... J OR N PACKAGE

'90A, 'L90, 'LS90 (TOP VIEW)



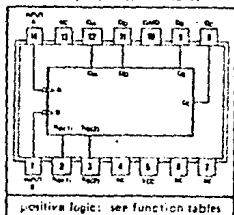
positive logic: see function tables

'92A, 'LS92 (TOP VIEW)



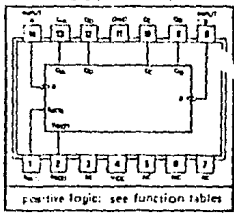
positive logic: see function tables

'93A, 'LS93 (TOP VIEW)



positive logic: see function tables

'L93 (TOP VIEW)



positive logic: see function tables

NC - A no internal connection

TYPES SN5400A, '92A, '93A, SN54L90, 'L93, SN54LS90, 'LS92, 'LS93, SN7490A, '92A, '93A, SN74L90, 'L93, SN74LS90, 'LS92, 'LS93 DECADE, DIVIDE-BY-TWELVE, AND BINARY COUNTERS

'90A, 'L90, 'LS90
BCD COUNT SEQUENCE
(See Note A)

| COUNT | OUTPUT | | | |
|-------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| | O _D | O _C | O _B | O _A |
| 0 | L | L | L | L |
| 1 | L | L | L | H |
| 2 | L | L | H | L |
| 3 | L | L | H | H |
| 4 | L | H | L | L |
| 5 | L | H | L | H |
| 6 | L | H | H | L |
| 7 | L | H | H | H |
| 8 | H | L | L | L |
| 9 | H | L | L | H |

'90A, 'L90, 'LS90
BINARY (5 2)
(See Note B)

| COUNT | OUTPUT | | | |
|-------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| | O _A | O _D | O _C | O _B |
| 0 | L | L | L | L |
| 1 | L | L | L | H |
| 2 | L | L | H | L |
| 3 | L | L | H | H |
| 4 | L | H | L | L |
| 5 | H | L | L | L |
| 6 | H | L | L | H |
| 7 | H | L | H | L |
| 8 | H | L | H | H |
| 9 | H | H | L | L |

'92A, 'LS92
COUNT SEQUENCE
(See Note C)

| COUNT | OUTPUT | | | |
|-------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| | O _D | O _C | O _B | O _A |
| 0 | L | L | L | L |
| 1 | L | L | L | H |
| 2 | L | L | H | L |
| 3 | L | L | H | H |
| 4 | L | H | L | L |
| 5 | L | H | L | H |
| 6 | H | L | L | L |
| 7 | H | L | L | H |
| 8 | H | L | H | L |
| 9 | H | L | H | H |
| 10 | H | H | L | L |
| 11 | H | H | L | H |

'93A, 'L93, 'LS93
COUNT SEQUENCE
(See Note C)

| COUNT | OUTPUT | | | |
|-------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| | O _D | O _C | O _B | O _A |
| 0 | L | L | L | L |
| 1 | L | L | L | H |
| 2 | L | L | H | L |
| 3 | L | L | H | H |
| 4 | L | H | L | L |
| 5 | L | H | L | H |
| 6 | L | H | H | L |
| 7 | L | H | H | H |
| 8 | H | L | L | L |
| 9 | H | L | L | H |
| 10 | H | L | H | L |
| 11 | H | L | H | H |
| 12 | H | H | L | L |
| 13 | H | H | L | H |
| 14 | H | H | H | L |
| 15 | H | H | H | H |

'90A, 'L90, 'LS90
RESET/COUNT FUNCTION TABLE

| RESET INPUTS | | | | OUTPUT | | | |
|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| R ₀ (1) | R ₀ (2) | R ₉ (1) | R ₉ (2) | O _D | O _C | O _B | O _A |
| H | H | L | X | L | L | L | L |
| H | H | X | L | L | L | L | L |
| X | X | H | H | H | L | L | H |
| X | L | X | L | COUNT | | | |
| L | X | L | X | COUNT | | | |
| L | X | X | L | COUNT | | | |
| X | L | L | X | COUNT | | | |

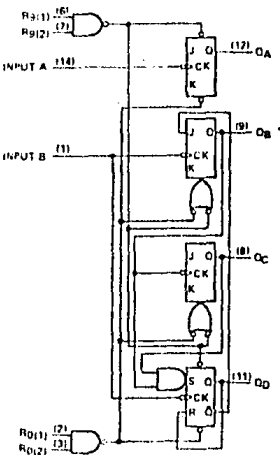
'92A, 'LS92, '93A, 'L93, 'LS93
RESET/COUNT FUNCTION TABLE

| RESET INPUTS | | OUTPUT | | | |
|--------------------|--------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| R ₀ (1) | R ₀ (2) | O _D | O _C | O _B | O _A |
| H | H | L | L | L | L |
| L | X | COUNT | | | |
| X | L | COUNT | | | |

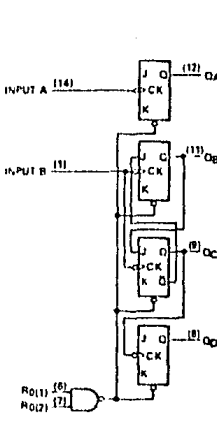
- NOTES: A. Output O_A is connected to input B for BCD count.
 B. Output O_D is connected to input A for binary count.
 C. Output O_A is connected to input B.
 D. H = high level, L = low level, X = irrelevant

functional block diagrams

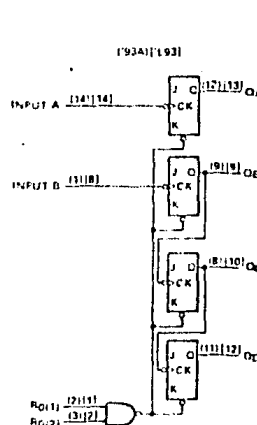
'90A, 'L90, 'LS90



'92A, 'LS92



'93A, 'L93, 'LS93



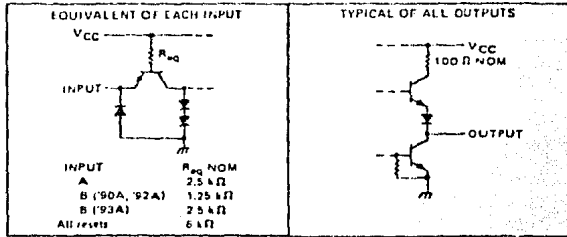
The J and K inputs shown without connection are for reference only and are functionally at a high level.

TYPES SN5490A, '92A, '93A, SN54L90, 'L93, SN54LS90, 'LS92, 'LS93,
 SN7490A, '92A, '93A, SN74L90, 'L93, SN74LS90, 'LS92, 'LS93
 DECADE, DIVIDE-BY-TWELVE, AND BINARY COUNTERS

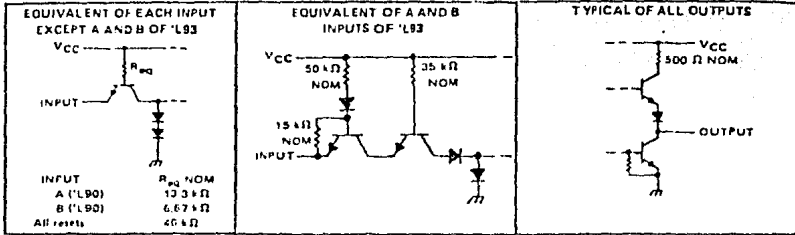
REVISED AUGUST 1977

schematics of inputs and outputs

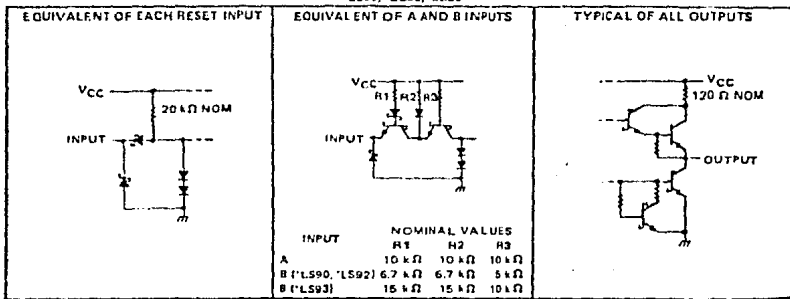
'90A, '92A, '93A



'L90, 'L93



'LS90, 'LS92, 'LS93



TYPES SN5490A, SN5492A, SN5493A, SN7490A, SN7492A, SN7493A DECADE, DIVIDE-BY-TWELVE, AND BINARY COUNTERS

absolute maximum ratings over operating free-air temperature range (unless otherwise noted)

| | |
|---|----------------|
| Supply voltage, V_{CC} (see Note 1) | 7 V |
| Input voltage | 5.5 V |
| Intermitter voltage (see Note 2) | 5.5 V |
| Operating free-air temperature range: SN5490A, SN5492A, SN5493A | -55°C to 125°C |
| SN7490A, SN7492A, SN7493A | 0°C to 70°C |
| Storage temperature range | -65°C to 150°C |

NOTES: 1. Voltage values, except intermitter voltage, are with respect to network ground terminal.
2. This is the voltage between two emitters of a multiple-emitter transistor. For these circuits, this rating applies between the two R_B inputs, and for the '90A circuit, it also applies between the two R_B inputs.

recommended operating conditions

| | SN5490A, SN5492A, SN5493A | | | SN7490A, SN7492A, SN7493A | | | UNIT |
|---|---------------------------|-----|-----|---------------------------|-----|------|---------|
| | MIN | NOM | MAX | MIN | NOM | MAX | |
| Supply voltage, V_{CC} | 4.5 | 5 | 5.5 | 4.75 | 5 | 5.25 | V |
| High-level output current, I_{OH} | -E00 | | | -E00 | | | μ A |
| Low-level output current, I_{OL} | 16 | | | 16 | | | mA |
| Count frequency, f_{count} (see Figure 1) | A input | 0 | 32 | 0 | 32 | | MHz |
| | B input | 0 | 16 | 0 | 16 | | |
| Pulse width, t_w | A input | 15 | | 15 | | | ns |
| | B input | 30 | | 30 | | | |
| | Reset inputs | 15 | | 15 | | | |
| Reset inactive-state setup time, t_{su} | 25 | | | 25 | | | ns |
| Operating free-air temperature, T_A | -55 | 125 | | 0 | 70 | | °C |

electrical characteristics over recommended operating free-air temperature range (unless otherwise noted)

| PARAMETER | TEST CONDITIONS† | '90A | | | '92A | | | '93A | | | UNIT | |
|-----------|--|---|-------|-----|------|------|-----|------|------|-----|------|---------|
| | | MIN | TYP‡ | MAX | MIN | TYP‡ | MAX | MIN | TYP‡ | MAX | | |
| V_{IH} | High-level input voltage | 2 | | | 2 | | | 2 | | | V | |
| V_{IL} | Low-level input voltage | | | 0.8 | | | 0.8 | | | 0.8 | V | |
| V_{IK} | Input clamp voltage | V_{CC}^* MIN, $I_I = -12$ mA | | | -1.5 | | | -1.5 | | | V | |
| V_{OH} | High-level output voltage | V_{CC}^* MIN, $V_{IH} = 2$ V, $V_{IL} = 0.8$ V, $I_{OH}^* = -800$ μ A | | | 2.4 | 3.4 | | 2.4 | 3.4 | | V | |
| V_{OL} | Low-level output voltage | V_{CC}^* MIN, $V_{IH} = 2$ V, $V_{IL} = 0.8$ V, $I_{OL} = 16$ mA† | | | 0.2 | 0.4 | | 0.2 | 0.4 | | V | |
| I_I | Input current at maximum input voltage | V_{CC}^* MAX, $V_I = 5.5$ V | | | 1 | | | 1 | | | mA | |
| I_{IH} | High-level input current | Any reset | 40 | | | 40 | | | 40 | | | μ A |
| | | A input | 80 | | | 80 | | | 80 | | | |
| | | B input | 120 | | | 120 | | | 80 | | | |
| I_{IL} | Low-level input current | Any reset | -1.6 | | | -1.6 | | | -1.6 | | | mA |
| | | A input | -3.2 | | | -3.2 | | | -3.2 | | | |
| | | B input | -4.8 | | | -4.8 | | | -3.2 | | | |
| I_{OS} | Short-circuit output current § | V_{CC}^* MAX | SN54* | -20 | -57 | -20 | -57 | -20 | -57 | -57 | mA | |
| | | | SN74* | -18 | -57 | -18 | -57 | -18 | -57 | | | |
| I_{CC} | Supply current | V_{CC}^* MAX, See Note 3 | | | 29 | 42 | | 26 | 39 | | mA | |

† For conditions shown as MIN or MAX, use the appropriate value specified under recommended operating conditions.

‡ All typical values are at $V_{CC} = 5$ V, $T_A = 25^\circ$ C.

§ Not more than one output should be driven at a time.

¶ I_{OL} outputs are tested at $I_{OL} = 16$ mA plus the limit value for I_{IL} for the B input. This permits driving the B input while maintaining full fan-out capability.

NOTE 3: I_{CC} is measured with all outputs open, both R_B inputs grounded following momentary connection to 4.5 V, and all other inputs grounded.

TIPOS TIP140, TIP141, TIP142 NPN
TIPOS TIP145, TIP146, TIP147 PNP
TRANSISTORES DE POTENCIA DE SILICIO TIPO DARLINGTON

CARACTERISTICAS ELECTRICAS A 25°C DE TEMPERATURA DE LA CAPSULA

| PARAMETRO | CONDICIONES DE PRUEBA | TIP140/145 MIN. MAX. | TIP141/146 MIN. MAX. | TIP142/147 MIN. MAX. | UNID. |
|--------------------------------------|---|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------|
| $V_{BRK(CE)}$ Tensión de Ruptura C-E | $I_{CE} = \pm 30mA, I_B = 0$ Ver nota 1 | ± 60 | ± 80 | ± 100 | V |
| $I_{CE(O)}$ Corriente de Corte C | $V_{CE} = \pm 30V, I_B = 0$ | ± 2 | | | mA |
| | $V_{CE} = \pm 40V, I_B = 0$ | | ± 2 | | |
| | $V_{CE} = \pm 50V, I_B = 0$ | | | ± 2 | |
| I_{CBO} Corriente de Corte C-B | $V_{CB} = \pm 60V, I_E = 0$ | ± 1 | | | mA |
| | $V_{CB} = \pm 80V, I_E = 0$ | | ± 1 | | |
| | $V_{CB} = \pm 100V, I_E = 0$ | | | ± 1 | |
| I_{EBO} Corriente de Corte E-B | $V_{EB} = \pm 5V, I_C = 0$ | ± 2 | ± 2 | ± 2 | mA |
| h_{FE} Ganancia de Cor. Estab. | $V_{CE} = \pm 4V, I_C = \pm 5A$ Ver nota 1 y 2 | 1000 | 1000 | 1000 | |
| | $V_{CE} = \pm 4V, I_C = \pm 10A$ Ver nota 1 y 2 | 500 | 500 | 500 | |
| V_{BE} Tensión Base Emisor | $V_{CE} = \pm 4V, I_C = \pm 10A$ Ver nota 1 y 2 | ± 3 | ± 3 | ± 3 | V |
| $V_{CE(sat)}$ Tensión C-E de Satur. | $I_B = \pm 10mA, I_C = \pm 5A$ | ± 2 | ± 2 | ± 2 | V |
| | $I_B = \pm 40mA, I_C = \pm 10A$ | ± 3 | ± 3 | ± 3 | |

- NOTAS 1. Estos parámetros deben ser medidos utilizando técnicas de pulsos. $t_p \leq 200 \mu s$, ciclo de trabajo $\leq 2\%$
2. Estos parámetros se miden con los conductores del sensor de tensión independientes para evitar el error introducido por la caída en los conductores que suministran corriente al dispositivo

CARACTERISTICAS TERMICAS

| | PARAMETRO | MAX. | UNID. |
|----------------|--------------------------------------|------|-------|
| θ_{J-C} | Resistencia Térmica Juntura-Cápsula | 1 | °C/W |
| θ_{J-A} | Resistencia Térmica Juntura-Ambiente | 35,7 | °C/W |

CARACTERISTICAS DE CONMUTACION A 25°C DE TEMPERATURA DE LA CAPSULA

| PARAMETRO | CONDICIONES DE PRUEBA* | TIPICO | UNID. |
|------------------------------|--|--------|---------|
| t_{on} Tiempo de Encendido | $I_C = \pm 10A, I_{B(1)} = \pm 40mA, I_{B(2)} = \pm 40mA,$ | 0,9 | μs |
| t_{off} Tiempo de Apagado | $V_{BE(off)} = \pm 4,2V, R_L = 3\Omega$ | 11 | |

Los valores de tensiones y corrientes indicados son nominales, los valores exactos varían ligeramente con los parámetros del transistor.
En todos los casos el signo superior corresponde al transistor NPN y el inferior al PNP

TYPES SN5490A, SN5492A, SN5493A, SN7490A, SN7492A, SN7493A
 DECADE, DIVIDE-BY-TWELVE, AND BINARY COUNTERS

REVISED OCTOBER 1976

switching characteristics, $V_{CC} = 5V$, $T_A = 25^\circ C$

| PARAMETER† | FROM (INPUT) | TO (OUTPUT) | TEST CONDITIONS | '90A | | | '92A | | | '93A | | | UNIT |
|------------|--------------|-------------|---|------|-----|-----|------|-----|-----|------|-----|-----|------|
| | | | | MIN | TYP | MAX | MIN | TYP | MAX | MIN | TYP | MAX | |
| f_{max} | A | Q_A | $C_L = 15pF$, $R_L = 400\Omega$, See Figure 1 | 32 | 42 | | 32 | 42 | | 32 | 42 | | MHz |
| | B | Q_B | | 16 | | | 16 | | | 16 | | | |
| t_{PLH} | A | Q_A | | 10 | 16 | | 10 | 16 | | 10 | 16 | | ns |
| t_{PHL} | A | Q_A | | 12 | 18 | | 12 | 18 | | 12 | 18 | | ns |
| t_{PLH} | A | Q_D | | 32 | 48 | | 32 | 48 | | 46 | 70 | | ns |
| t_{PHL} | A | Q_D | | 34 | 50 | | 34 | 50 | | 46 | 70 | | ns |
| t_{PLH} | B | Q_B | | 10 | 16 | | 10 | 16 | | 10 | 16 | | ns |
| t_{PHL} | B | Q_B | | 14 | 21 | | 14 | 21 | | 14 | 21 | | ns |
| t_{PLH} | B | Q_C | | 21 | 32 | | 10 | 16 | | 21 | 32 | | ns |
| t_{PHL} | B | Q_C | | 23 | 35 | | 14 | 21 | | 23 | 35 | | ns |
| t_{PLH} | B | Q_D | | 21 | 32 | | 21 | 32 | | 34 | 51 | | ns |
| t_{PHL} | B | Q_D | | 23 | 35 | | 23 | 35 | | 34 | 51 | | ns |
| t_{PHL} | Set-to-0 | Any | | 26 | 40 | | 26 | 40 | | 26 | 40 | | ns |
| t_{PLH} | Set-to-0 | Q_A, Q_D | | 20 | 30 | | | | | | | | ns |
| t_{PHL} | Set-to-0 | Q_B, Q_C | | 26 | 40 | | | | | | | | ns |

† f_{max} = maximum count frequency

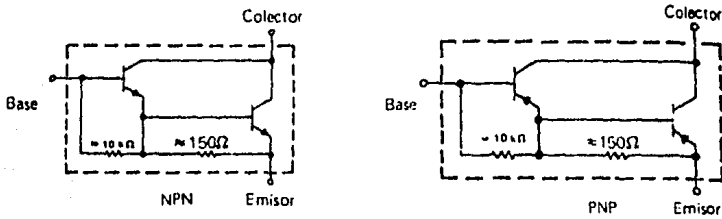
t_{PLH} = propagation delay time, low-to-high level output

t_{PHL} = propagation delay time, high-to-low level output

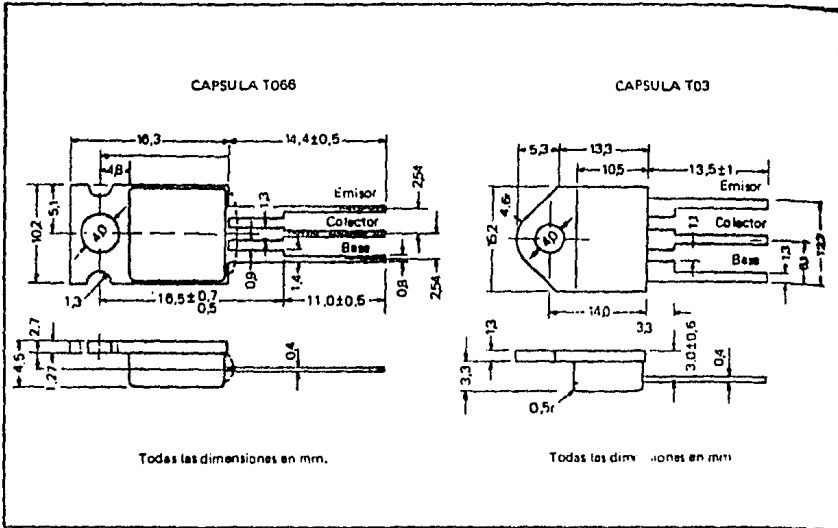
TIPOS TIP110, TIP111, TIP112, TIP115, TIP116, TIP117, TIP120, TIP121, TIP122, TIP125, TIP126, TIP127, TIP140, TIP141, TIP142, TIP145, TIP146, TIP147
TRANSISTORES DE POTENCIA NPN Y PNP DE SILICIO TIPO DARLINGTON ENCAPSULADOS EN PLASTICO

Potencia a 25°C de 50 W a 125 W
 Corriente de Colector de 2 A a 10 A
 hFE min de 500 a 1000

DISPOSITIVO ESQUEMATICO



SINTESIS DE CARACTERISTICAS



DISEÑADOS PARA SER USADOS COMO COMPLEMENTARIOS FORMANDO LOS PARES

| | | |
|----------------------|---------------------------|--------------|
| NPN TIP110, 111, 112 | con PNP TIP 115, 116, 117 | CAPSULA TO66 |
| NPN TIP120, 121, 122 | con PNP TIP 125, 126, 127 | CAPSULA TO66 |
| NPN TIP140, 141, 142 | con PNP TIP 145, 146, 147 | CAPSULA TO3 |



TEXAS INSTRUMENTS

CATALOGO DE SEMICONDUCTORES HIT
DISPOSITIVOS OPTICOS
FOTO TRANSISTORES

1-11

RANGO Y CARACTERISTICAS ($T_A = 25^\circ\text{C}$)

Tabla 5-1

| No. HIT | Voltaje Colector-Emitor V_{CE} | Voltaje Emisor-Colector V_{EC} | Distribución de Potencia P_c (mW) | Corriente de Oscuridad del Colector I_{CO} (μA) | Sensibilidad de Radiación Colector-Emitor S_{CE} ($\text{mA/m}^2\text{cm}^2$) (Mínimo) | Alineamiento Angular para Máxima Sensibilidad "g" (Grados) | Encapsulado |
|---------|----------------------------------|----------------------------------|-------------------------------------|--|--|--|-------------|
| SP0001 | 30 | 5.0 | 400 | 5.0 | 0.4 | 10 | 92 |
| SP0002 | 40 | 6.0 | 50 | 5.0 | 0.09 | — | 173 |

FOTO TRANSISTOR AMPLIFICADOR DARLINGTON - NPN

Tabla 5-2

| No. HIT | Voltaje Colector-Base V_{CB} | Voltaje Colector-Emitor V_{CE} | Voltaje Emisor-Base V_{EB} | Corriente de Luz del Colector I_L (mA) | Distribución de Potencia P_c (mW) | Encapsulado |
|---------|--------------------------------|----------------------------------|------------------------------|--|-------------------------------------|-------------|
| SP1001 | 18 | 12 | 8.0 | 250 | 200 | TD-92*1) |

*Plástico claro

DIODO EMISOR DE LUZ (LED) - INFRAROJO

Tabla 5-3

| | | | | | |
|--------|-----|----|-----|---|----------|
| SP2002 | 3.0 | 80 | 120 | — | TD-92(B) |
|--------|-----|----|-----|---|----------|

OPTO ACOMPLADORES

Tabla 5-4

| No. HIT | Diodo IR | | Fototransistor | | | Características de Acoplamiento | | Encapsulado |
|---------|----------|-------|----------------|----------|----------|--|-------------------------|-------------|
| | V_f | I_f | V_{CE} | V_{BE} | h_{FE} | $I_L = 10 \text{ mA } V_{CE} = 10 \text{ V}$ | Voltaje de Ajustamiento | |
| SP5000 | 3.0 V | 80 mA | 50 V | 20 V | 250 | 5.0 ma | 500 V | 673 |
| SP5031* | 3.0 V | 80 mA | 50 V | 20 V | 5000 | 10.0 ma | 500 V | 573 |

*Transistor Darlington

CATALOGO DE SEMICONDUCTORES HIT
TRANSISTORES DE SILICIO (Cont.)
ALTO VOLTAJE

RANGOS Y CARACTERISTICAS ($T_A = 25^\circ\text{C}$)

Tabla 1-5

| No. HIT | Polaridad | Voltaje Colector Base V_{VC} | Voltaje Colector Emisor V_{VE} | Voltaje Emisor Base V_{VB} | Corriente de Colector I_C (mAdc) | Disipación Total (mW) | Temp de Operación ($^{\circ}\text{Cmax}$) | Frecuencia Típica de Corte f_c (MHz) | Ganancia Típica de Corriente h_{FE} (β) | Corriente Típica de Corte del Colector @ V_{VC} I_{CO} | Encapsulado |
|---------|-----------|--------------------------------|----------------------------------|------------------------------|------------------------------------|-----------------------|---|--|---|--|-------------|
| S 50005 | NPN | 160 | 160 | 6.0 | 600 | 310 mW | 135 | 200 | 160 @ 10 mA | 50 nA, 120V | TO-92(A) |
| S 50027 | NPN | 300 | 300 | 6.0 | 500 | 625 mW | 150 | 50 min | 40 min @ 10 mA | 100 nA, 200V | TO-92(A) |
| S 50028 | PNP | 300 | 300 | 5.0 | 500 | 625 mW | 150 | 50 min | 40 min @ 10 mA | 250 nA, 200V | TO-92(A) |
| S 53019 | NPN | 160 | 160 | 5.0 | 1 A | 8 W | 175 | 100 min | 40 min @ 10 mA | 100 nA, 150V | 152 |
| S 53021 | NPN | 300 | 300 | 8.0 | 500 | 10 W | 150 | 60 min | 100 @ 10 mA | 200 nA, 200V | 152 |
| S 53022 | NPN | 500 | 500 (CES) | 5.0 | 1 A | 40 W | 150 | 20 | 80 | - | TC-220 |
| S 53032 | PNP | 100 (CBI) | 100 | 4.0 | 2 A | 10 W | 150 | 100 | 140 @ 50 mA | 100 nA, 40V | 152 |
| S 55010 | NPN | 300 | 250 | 6.0 | 2 A | 25 W | 200 | 8 | 100 | - | TO-68 |
| S 55011 | NPN | 300 | 300 | 6.0 | 500 | 10 W | 150 | 10 | 115 @ 50 mA | 100 μ A, 300V | TO-66 |
| S 55015 | NPN | 300 | 300 | 3.0 | 500 | 20 W | 150 | 15 | 60 @ 50 mA | 100 μ A, 300V | 77(A) |
| S 55016 | NPN | 1100 | 1100 (CES) | 6.0 | 1 A | 40 W | 200 | 5 min | 30 min | - | TO-66 |
| S 55020 | NPN | 400 (CBI) | 325 | 5.0 | 10 A | 125 W | 150 | 2.5 min | 40 @ 1 A | - | TO-3 |
| S 55024 | NPN | 350 | 325 | 6.0 | 100 | 4 W | 175 | 10 | 25 | 1 μ A, 150V | TO-39 |
| S 57006 | NPN | 1500 | 750 | 5.0 | 5 A | 56 | 115 | 7.5 | - | ICES 1 mA, 1500V | TO-3 |

① Estos dispositivos pueden ser empleados como pares complementarios.

AMPLIFICADORES DARLINGTON

RANGOS Y CARACTERISTICAS ($T_A = 25^\circ\text{C}$)

Tabla 1-6

| No. HIT | Polaridad | Voltaje Colector Base V_{VC} | Voltaje Colector Emisor V_{VE} | Voltaje Emisor Base V_{VB} | Corriente de Colector I_C (mAdc) | Disipación Total (mW) | Temp de Operación ($^{\circ}\text{C MAX}$) | Frecuencia Típica de Corte f_c MHz | Ganancia Típica de Corriente h_{FE} (β) | Corriente Típica de Corte del Colector @ V_{VC} I_{CO} | Encapsulado |
|---------|-----------|--------------------------------|----------------------------------|------------------------------|------------------------------------|-----------------------|--|--------------------------------------|---|--|-------------|
| S 59100 | NPN | 30 | 30 | 10 | 300 | 500 mW | 135 | 200 | 20K min @ 100 mA | 100 nA, 30V | TO-92(A) |
| S 59101 | NPN | 60 | 60 | 5.0 | 4 A | 40 W | 150 | 20 | 750 min @ 1.5 A | 200 nA, 60V | 77(A) |
| S 59102 | NPN | 60 | 60 | 5.0 | 5 A | 70 W | 150 | 20 | 750 min @ 3 A | 200 nA, 60V | 90(C) |
| S 59103 | NPN | 50 | 40 (CES) | 12 | 2 A | 10 W | 150 | 300 | 15K min @ 5 A | 100 nA, 30V | 152 |
| S 59120 | PNP | 30 | 30 (CES) | 8.0 | 300 | 500 mW | 135 | 175 | 50K min @ 10 mA | 100 nA, 30V | TO-92 (4) |
| S 59121 | PNP | 60 | 60 | 5.0 | 4 A | 40 W | 150 | 20 | 750 min @ 1.5 A | 200 nA, 60V | 77(A) |
| S 59122 | PNP | 60 | 60 | 5.0 | 5 A | 70 W | 150 | 20 | 750 min @ 3 A | 200 nA, 60V | 90(C) |
| S 59123 | PNP | 50 | 40 | 10 | 2 A | 10 W | 150 | 50 | 15K min @ 5 A | 100 nA, 30V | 152 |
| S 59142 | NPN | 100 | 100 | 5.0 | 20 A | 160 W | 200 | 40 | 1K min @ 10 A | ICES 1 mA, 50V | TO-3 |
| S 59143 | PNP | 100 | 100 | 5.0 | 20 A | 160 W | 200 | 40 | 1K min @ 10 A | ICES 1 mA, 50V | TO-3 |
| S 59146 | NPN | 80 | 80 | 5.0 | 12 A | 150 W | 200 | - | 750 min @ 12 A | ICES 1 mA, 40V | TO-3 |
| S 59147 | PNP | 80 | 80 | 5.0 | 12 A | 150 W | 200 | - | 750 min @ 12 A | ICES 1 mA, 40V | TO-3 |
| S 59148 | NPN | 100 | 100 | 5.0 | 12 A | 150 W | 200 | - | 750 min @ 12 A | ICES 1 mA, 40V | TO-3 |
| S 59149 | PNP | 100 | 100 | 5.0 | 12 A | 150 W | 200 | - | 750 min @ 12 A | ICES 1 mA, 40V | TO-3 |
| S 59151 | NPN | 100 | 100 | 5.0 | 8 A | 65 W | 150 | - | 1K min @ 3 A | 200 μ A, 100V | TO-220 |
| S 59153 | PNP | 100 | 100 | 5.0 | 8 A | 65 W | 150 | - | 1K min @ 3 A | 200 μ A, 100V | TO-220 |

② ③ ④ ⑤ ⑥ ⑦ ⑧ ⑨ Estos dispositivos pueden ser empleados como pares complementarios.

APENDICE IV

COSTO DE COMPONENTES ELECTRICOS EMPLEADOS

| <u>CANTIDAD</u> | <u>DESCRIPCION</u> | <u>COSTO UNITARIO</u> |
|-----------------|--|-----------------------|
| 1 | Diodo Zener, 24 Volts., 5 Watts (SZ2526) | \$ 160.00 |
| 1 | Par de transistores tipo Darling ton (TIP-140) | \$ 243.00 |
| 2 | Condensadores electrolfticos, -- 4200 μ F, 50 Volts. C.D. | \$ 300.00 |
| 6 | Condensadores electrolfticos - - 0.1 μ F, 12 V. C.D. | \$ 50.00 |
| 3 | Reguladores de voltajes positivos (LM-7805) | \$ 175.50 |
| 1 | Interruptor dos polos, un tiro | \$ 100.00 |
| 3 | Fusibles, 10 amperes, 5 amperes,- 1 amper | \$ 23.00 |
| 4 | Diodos rectificadores, 12 amperes (SR-0130) | \$ 426.00 |
| 4 | Diodos de silicio, 6 amperes - - (SR-0101) | \$ 350.00 |
| 1 | Resistencia 370 Ohms, 20W | \$ 72.00 |
| 2 | Fototransistores integrados tipo- Darlington (SP-5001) | \$ 270.00 |
| 21 | Resistencias 470 Ohms, 1/4 W | \$ 2.90 |
| 1 | Resistencias de 100 Ohms, 1/2 W | \$ 3.60 |
| 21 | Diodos de protecci3n (SR0070) | \$ 150.00 |

| <u>CANTIDAD</u> | <u>DESCRIPCION</u> | <u>COSTO UNITARIO</u> |
|-----------------|---|-----------------------|
| 19 | Fototransistor integrado (SP-5000) | \$ 216.00 |
| 3 | Resistencias, 470 Ohms, 2 W | \$ 26.00 |
| 19 | Circuitos integrados tipo Darlington (SS9101) | \$ 200.00 |
| 2 | Resistencias de 4.7 K , 5W | \$ 26.00 |
| 14 | Diodos de silicio (SR0600) | \$ 32.00 |
| 15 | Circuitos integrados (SN7490) | \$ 75.00 |
| 20 | Circuitos integrados (SN7408) | \$ 66.00 |
| 11 | Circuitos integrados (SN7432) | \$ 69.00 |
| 3 | Interruptores normalmente cerrados | \$ 30.00 |
| 7 | Circuitos integrados (SN74121) | \$ 72.00 |
| 1 | Capacitor 150 μ F, 25 V _{C.D.} | \$ 22.00 |
| 1 | Resistencia 47 K Ω , 1/4 W | \$ 2.90 |
| 1 | Capacitor de 150 μ F, 12 V _{C.D.} | \$ 26.40 |
| 28 | Transistores, BC237 | \$ 24.00 |
| 87 | Resistencias de 330 Ohms, 1/4 W | \$ 2.90 |
| 9 | Interruptores normalmente abierto | \$ 30.00 |
| 1 | Resistencia 105 K Ω , 1/4 W | \$ 2.90 |
| 3 | Capacitores de 100 μ F, 12 V _{C.D.} | \$ 26.40 |
| 2 | Resistores variables TRIPOINT - - 0-150 K | \$ 50.00 |
| 34 | Resistencia de 100 K Ω , 1/4 W | \$ 2.90 |
| 34 | Capacitores de 1000 μ F, 25 V _{C.D.} | \$ 60.50 |
| 18 | Circuitos integrados; inversores - (SN-7404) | \$ 66.00 |

| <u>CANTIDAD</u> | <u>DESCRIPCION</u> | <u>COSTO UNITARIO</u> |
|-----------------|---|-----------------------|
| 2 | Circuitos integrados; NAND de 13 entradas (SN74133) | \$ 80.00 |
| 1 | Circuito inteagrado; NOR de 5 entradas (SN74260) | \$ 80.00 |
| 10 | Circuito integrado AND de 3 - entradas (SN7411) | \$ 70.00 |
| 1 | Circuito integrado AND de 4 - entradas (SN7421) | \$ 70.00 |
| 1 | Circuito integrado NOR de 3 - entradas (SN7427) | \$ 69.00 |
| 2 | Circuitos integrados, NAND de 3 entradas (SN7410) | \$ 64.50 |
| 1 | Circuito integrado, NOR de 4 - entradas con strobo (SN7425) | \$ 70.00 |
| 2 | Circuitos integrados NAND de 8 entradas (SN7430) | \$ 63.00 |
| 1 | Circuito integrado NAND de 4 - entradas (SN7420) | \$ 75.00 |
| 35 | Diodos luminosos (LED) | \$ 33.50 |
| 1 | Interruptor normalmente cerrado | \$ 30.00 |
| 2 | Relevadores, marca PROTTER AND BROMFIELD | \$500.00 |
| 2 | Relevadores, marca CUTTLER HAMMER | \$1,500.00 |
| 13 | Interruptores de presión | \$3,000.00 |

| <u>CANTIDAD</u> | <u>DESCRIPCION</u> | <u>COSTO UNITARIO</u> |
|-----------------|---------------------------|------------------------------|
| 16 | Válvulas solenoides | \$ 2,000.00 |
| 10 | Interruptor de limitación | \$ 8,000.00 |
| 1 | Interruptor multicontacto | \$ 1,500.00 |
| | SUBTOTAL: | \$ 180 ,969.00 |
| | 15% DE I.V.A. | <u>27 ,145.40</u> |
| | T O T A L: | <u><u>\$ 208 ,114.40</u></u> |

N O T A:

PRECIOS DE SEPTIEMBRE DE 1983.

CONCLUSIONES

Como resultado de pruebas de laboratorio efectuados en la Facultad de Estudios Superiores-Quautitlán, este sistema resultó confiable; ya que de 50 energizamientos efectuados a un relevador mediante un lazo de control digital, fallaron 2 de sus contactos mecánicos; no resultando ningún daño al lazo de control digital, lo que demuestra las ventajas de este diseño al sustituir el 99% de los relevadores, y el 100% de los temporizadores analógicos.

Además de las ventajas mencionadas, este sistema puede aprovecharse para control de motores eléctricos, aparatos domésticos, control del tiempo de iluminación de un recinto, tiempo de operación de un aire acondicionado, etc.

Espero haber contribuido con mi granito de arena, a la resolución de los problemas de desgastes de contactos, de relevadores, y ésta Tesis sea útil en los problemas de nuestra Industria Nacional.

B I B L I O G R A F I A

Diseño con Circuitos Integrados TTL

Robert L. Morris y John R. Miller

C.E.C.S.A., 1978

Manual TTL para Ingenieros de Diseño

Texas Instruments

Manual de Instrumentación y Controles

John D. Lenk

Prentice-Hall, 1980

Dispositivos Electrónicos Industriales, Aplicaciones

Y Circuitos

Edward F. Driscoll

American Technical Publishers

Circuitos Electrónicos Digitales

Schanadower I

Mc Graw Hill, 1979

Electrónica Digital Integrada

Herbert Taub/ Donald Schilling

Mc Graw Hill, Kogakusha, LTD, 1977.

Optoelectrónica: Teoría y Práctica

Series de Texas Instruments

Mc Graw Hill Book Company, 1978

Linear Data Book

National Semiconductor, 1980

Manual para usuarios de Circuitos Integrados

John D. Lenk

Diana, 1977

Signetics Analog

Data Manual, 1977

Diseño práctico con dispositivos del Estado sólido

Mannie Horowitz

Reston Publishing Company, Virginia, 1979

Manual de Turbinas Solar-Centauro

International Harvester, 1977

Turbomáquinas Térmicas

Claudio Mataix

C.E.C.S.A., 1977

Termodinámica

José A. Manrique y Rafael S. Cárdenas