



**FACULTAD DE INGENIERÍA UNAM  
DIVISIÓN DE EDUCACIÓN CONTINUA**

**"Tres décadas de orgullosa excelencia" 1971 - 2001**

# **CURSOS INSTITUCIONALES**

## **DIPLOMADO EN AUTOMATIZACIÓN DE INSTALACIONES PETROLERAS**

**MOD. I ELECTRÓNICA, INSTRUMENTACIÓN Y  
AUTOMATIZACIÓN**

Del 23 al 27 de julio de 2001

### ***APUNTES GENERALES***

Ing. Javier Valencia Figueroa  
Instituto Mexicano del Petróleo  
Julio/2001

## **ELECTRONICA.**

### **DEFINICION.**

**CIENCIA: ESTUDIA EL MOVIMIENTO DE PARTICULAS ELEMENTALES POR DIFERENTES MEDIOS FISICOS (-VACIO, SEMICONDUCTORES, ETC ).**

**TECNOLOGIA: ESTUDIA LOS METODOS, TECNICAS Y PROCEDIMIENTOS PARA DISEÑAR Y CONTRUIR CIRCUITOS, EQUIPOS Y SISTEMAS.**

### **CLASIFICACION.**

**ELECTRONICA ANALÓGICA (O LINEAL): SU OBJETIVO ES EL DISEÑAR Y CONSTRUIR, CIRCUITOS Y SISTEMAS, QUE PROCESAN LA INFORMACION CONTENIDA EN SEÑALES ANALOGICAS (CONTINUAS).**

- A.- AMPLIFICADORES OPERACIONALES.**
- B.- REGULADORES DE VOLTAJE.**
- C.- TEMPORIZADORES (TIMER).**
- D.- OSCILADORES.**
- E.- COMPARADORES.**
- F.- AMPLIFICADORES DE AUDIO Y VIDEO.**

**TEORIA PARA DISEÑO: ANALISIS Y SINTESIS DE CIRCUITOS PASIVOS Y ACTIVOS.**

**ELECTRONICA DIGITAL: SU OBJETIVO ES EL DISEÑAR Y CONTRUIR, CIRCUITOS Y SISTEMAS, QUE PROCESAN LA INFORMACION CONTENIDA EN SEÑALES DIGITALES (DISCRETAS).**

**A.- FAMILIA TTL.**

**B.- FAMILIA CMOS.**

**C.- MICROPROCESADORES.**

**D.- MEMORIAS, DISPOSITIVOS DE E/S Y CONVERTIDORES A/D Y D/A (HIBRIDOS).**

**TEORIA PARA DISEÑO: LOGICA Y ALGEBRA BOOLEANA.**

**TIPOS DE CIRCUITOS.**

**CIRCUITOS COMBINACIONALES: ES AQUEL, QUE SU SALIDA DEPENDE UNICAMENTE DE UNA ENTRADA.**

**CIRCUITOS SECUENCIALES: ES AQUEL, QUE SU SALIDA DEPENDE DE LAS ENTRADAS Y LO ALMACENADO EN LA MEMORIA (SOFTWARE).**

**ELECTRONICA DE POTENCIA: SU OBJETIVO ES LA CONVERSION Y CONTROL DE LA ENERGIA ELECTRICA.**

**A.- FAMILIA DE TIRISTORES. (TRIAIC, DIAC, SCR, PUT, SBS, UJT Y OTROS).**

**TEORIA DE DISEÑO: ANALISIS DE LOS CIRCUITOS.**

**TIPOS DE CIRCUITOS.**

**AC -- DC RECTIFICADOES (MONOFASICOS, TRIFASICOS Y POLIFASICOS)**

**DC -- DC TROCEADORES.**

**DC -- AC INVERSORES.**

**AC -- AC CICLO CONVERTIDORES.**

**VOLTAJE Y CORRIENTE DIRECTA.**

**ES AQUELLA SEÑAL QUE TIENE SU VALOR CONSTANTE EN TODO TIEMPO.**

**VOLTAJE Y CORRIENTE ALTERNA.**

**ES AQUELLA SEÑAL QUE VARIA SU VALOR INSTANTANEO EN TODO TIEMPO Y TIENE UN CICLO POSITIVO Y NEGATIVO.**

**CIRCUITO SERIE.**

**DOS ELEMENTOS ESTAN EN SERIE, SI POR ELLOS CIRCULA LA MISMA INTENSIDAD DE CORRIENTE.**

**CIRCUITO PARALELO.**

**DOS ELEMENTOS ESTAN EN PARALELO, SI TIENEN LA MISMA DIFERENCIA DE POTENCIAL EN SUS TERMINALES.**

**CIRCUITO ESTRELLA.**

**TRES ELEMENTOS ESTAN EN ESTRELLA, SI TIENEN EL MISMO NODO EN COMUN, ES DECIR COMPARTEN UN NODO EN COMUN (EL MISMO) LOS TRES ELEMENTOS.**

**CIRCUITO DELTA.**

**TRES ELEMENTOS ESTAN EN DELTA, SI FORMAN UNA MALLA CERRADA ENTRE ELLAS.**

## INTEGRACION DE LA ELECTRONICA.

### DISPOSITIVOS.

RESISTENCIA, CAPACITORES, DIODOS, TRANSISTORES, ETC.

### CIRCUITOS INTEGRADOS.

CONJUNTO DE DISPOSITIVOS, INTEGRADOS EN UN CHIP.  
TARJETAS.

CONJUNTO DE CIRCUITOS INTEGRADOS Y ALGUNOS DISPOSITIVOS.

### SISTEMAS.

CONJUNTO DE TARJETAS.

### ENFERMEDADES.

TEMPERATURA

VARIACION DE VOLTAJE

HUMEDAD

INTERFERENCIAS ELECTROMAGNETICAS.

### COMO EVITARLAS.

VENTILACION, AIRE SECO.

FUENTES REGULADAS.

BOLSAS DE SILICA.

SISTEMA DE TIERRAS Y

JAULAS DE FARADAY.

### TARJETAS DE UN SISTEMA.

1. FUENTE DE PODER: CONVIERTE AC AL DC.
2. C.P.U.: EJECUTA LOS ALGORITMOS DE CONTROL.
3. T. DE ENTRADAS Y SALIDAS: PROTECCION, CONVERSION Y CONFIGURA LAS ENTRADAS Y SALIDAS.
4. T. DE COMUNICACION: COMUNICA AL SISTEMA CON OTROS SISTEMAS Y REDES.  
(VIA MODEM, T. DE REDES Y RADIOENLACES).

### INTRODUCCION

"¿Puedo usar un capacitor de 0.22 uF en lugar de uno de 0.01 uF?"

"¿Es correcto sustituir un resistor de 10 000 ohms por uno de 12 000?"

Esta sección contestará esas preguntas comunes y muchas otras. Domínalas y estará bien preparado para comprender los circuitos que se explican en este libro.

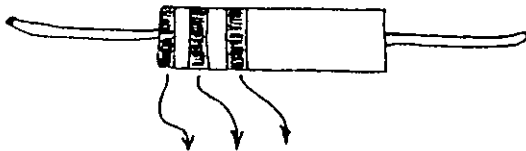
### RESISTORES

Los resistores limitan el flujo de la corriente eléctrica. Un resistor tiene una resistencia (R) de 1 ohm, si una corriente (I) de 1 ampere fluye por ella cuando se aplica en sus extremos una diferencia de potencial (E) de 1 volt. En otras palabras:

$$R = \frac{E}{I} \quad \text{ó} \quad I = \frac{E}{R} \quad \text{ó} \quad E = IR$$

Estas fórmulas útiles expresan la ley de Ohm. Memorícelas, ya que tendrá que usarlas con frecuencia.

Los resistores se identifican por un código de colores:



COLOR	1	2	3 (Multiplicador)
NEGRO	0	0	1
MARRON	1	1	10
ROJO	2	2	100
ANARANJADO	3	3	1 000
AMARILLO	4	4	10 000
VERDE	5	5	100 000
AZUL	6	6	1 000 000
VIOLETA	7	7	10 000 000
GRIS	8	8	100 000 000
BLANCO	9	9	(ninguno)

Puede estar presente una cuarta banda de color que especifica la tolerancia del resistor. El color dorado indica + 5%, el plateado + 10% y la ausencia de la cuarta banda de color indica + 20%.

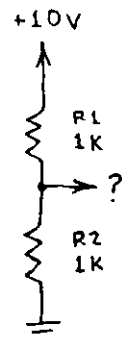
Puesto que ningún resistor tiene una tolerancia perfecta, con frecuencia se sustituyen. Por ejemplo, casi siempre se puede emplear un resistor de 1.8 K en lugar de uno de 2 K; únicamente trate de mantenerse entre el 10 y el 20% del valor especificado.

¿Qué significa la K? Es la abreviatura de 1 000. 20 K significa 20 x 1 000 ó 20 000 ohms. M es la abreviatura de megaohm ó 1 000 000 ohms; así, un resistor de 2.2 M tiene una resistencia de 2 200 000 ohms.

Los resistores que soportan mucha corriente deben poder disipar el calor producido. Utilice siempre resistores con la capacidad de disipación especificada. ¿No se especifica la disipación? Entonces úselos de 1/4 ó de 1/2 watt.

Casi todos los circuitos electrónicos utilizan resistores. A continuación se indican tres de los usos más importantes:

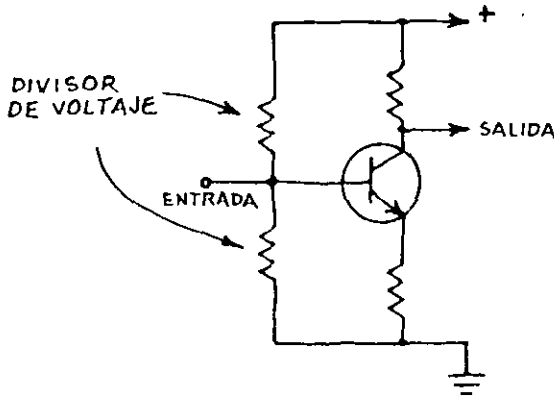
1. Para limitar la corriente de los diodos emisores de la luz (LED), transistores, altavoces, etc.
2. Dividen el voltaje; por ejemplo:



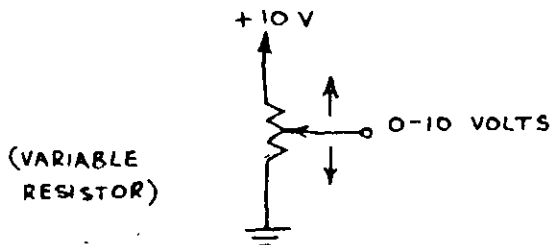
El voltaje en  $\zeta$  es  $I \times R_2$ . I expresa la corriente a través de  $R_1$  y  $R_2$ , de modo que  $I = 10 / (R_1 + R_2)$  ó 0.005 amperes. Por consecuencia  $\zeta = (0.005) \times (1000)$  ó 5 volts.

Observe que la resistencia total de  $R_1$  y  $R_2$  es simplemente  $R_1 + R_2$ . Esta regla proporciona un medio útil para hacer resistencias a la medida.

Los divisores de voltaje se usan para polarizar transistores:



También son una fuente conveniente de voltaje variable.



Y también son útiles en circuitos sensores de voltaje. Véanse los circuitos comparadores en este cuaderno.

3. Controlan el tiempo de carga de los capacitores. Siga leyendo...

### CAPACITORES

Los capacitores almacenan energía eléctrica e impiden el flujo de la corriente directa, dejando pasar la corriente alterna. La capacitancia se especifica en farads. Un farad representa una capacitancia inmensa, de modo que la mayoría de los capacitores tienen valores de pequeñas fracciones de un farad.

$$1 \text{ microfarad (}\mu\text{F)} = 10^{-6} \text{ farad}$$

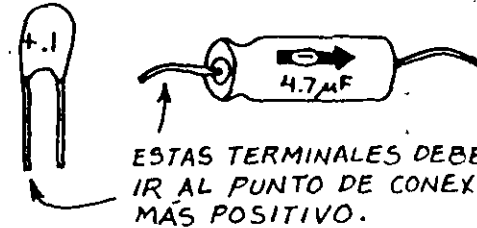
$$1 \text{ picofarad (pF)} = 10^{-12} \text{ farad}$$

6

$$1 \mu\text{F} = 1\,000\,000 \text{ pF}$$

El valor de un capacitor por lo general está impreso sobre el componente. Las designaciones  $\mu\text{F}$  y  $\text{pF}$  pueden no estar presente. Los pequeños marcados de 1 a 1000, están especificados en  $\text{pF}$ ; los más grandes, marcados de .001 a 1 000, están especificados en  $\mu\text{F}$ .

Los capacitores electrolíticos proporcionan alta capacidad en espacio reducido. Sus terminales están polarizadas y deben conectarse en el circuito en la dirección apropiada.



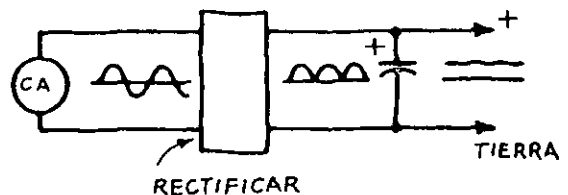
Los capacitores tienen especificación de voltaje, impresa generalmente bajo el valor de la capacitancia. La especificación de voltaje debe ser mayor que el máximo voltaje esperado (usualmente el voltaje de la fuente de alimentación).

Precaución: un capacitor puede almacenar carga por tiempo considerable después de desconectar la energía. ¡Esta carga puede ser peligrosa! Un capacitor electrolítico grande, cargado sólo a 5 ó 10 volts puede fundir la punta de un destornillador colocado entre sus terminales. ¡Los capacitores de alto voltaje pueden almacenar cargas letales! Descargue un capacitor conectando cuidadosamente un resistor a sus terminales 1 K o más; use la ley de Ohm. Use sólo una mano para evitar tocar ambas terminales del capacitor.

Aplicaciones importantes de los capacitores:

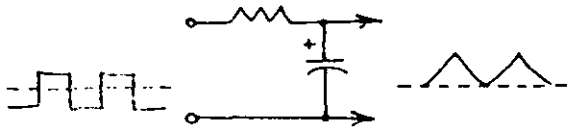
1. Eliminan los transitorios de la fuente de alimentación (Conecte un capacitor de 0.01 a 0.1  $\mu\text{F}$  a las patas de la fuente de alimentación en los CI digitales; esto evita el disparo en falso.)

2. Suavizan el voltaje alterno rectificado, convirtiéndolo en voltaje directo (Conecte de 100 a 10 000  $\mu\text{F}$  a la salida del rectificador.)

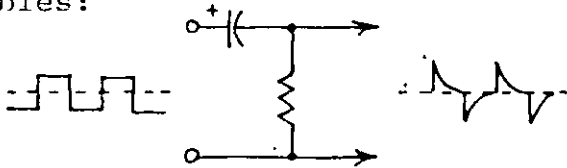


# SEMICONDUCTORES

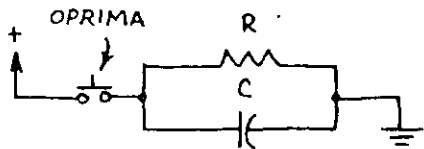
- 3. Bloquean la señal de CC y dejan pasar la señal de
- 4. Dejan pasar la señal de alrededor de un circuito o a tierra.
- 5. Filtran las componentes no deseadas de una señal variable.
- 6. Se emplean con resistores para integrar señales variables.



- 7. O para diferenciar señales variables:



- 8. Realizan funciones de temporización:



C se carga rápidamente... después se descarga lentamente a través de R.

- 9. Almacenan carga para mantener un transistor en corte o en conducción.

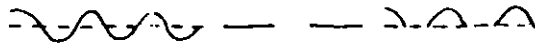
- 10. Almacenan carga para vaciarla a través de un tubo de destello o un LED, como un pulso rápido y potente.

¿Puede usted sustituir capacitores? En la mayor parte de los casos, el cambiar el valor de un capacitor en 10% o aún en 100% no causará fallas, pero puede afectar al funcionamiento del circuito. En un circuito temporizador, por ejemplo, el aumento de valor del capacitor de temporización alargará el período de temporización. El cambio de los capacitores en un filtro, alterará la respuesta en frecuencia del filtro. Asegúrese de usar la especificación adecuada de voltaje y no se preocupe por la diferencia entre 0.47 y 0.5 uF.

Generalmente se fabrican de silicio. Asegúrese de observar todas las restricciones de operación. He aquí unas breves descripciones de dispositivos semiconductores importantes:

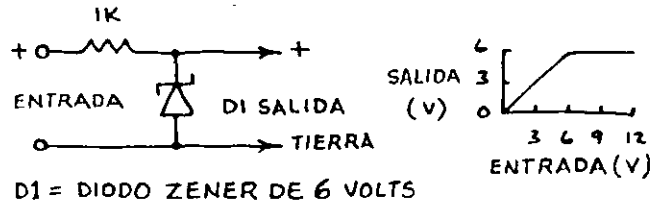
## DIODOS

Permiten el flujo de corriente en una sola dirección (polarización directa). Se usan para rectificar, permiten que la corriente fluya hacia un circuito pero bloquean su retorno, etc.



## DIODOS ZENER

El diodo zener es un regulador de voltaje. En este circuito típico, el voltaje que excede al voltaje de disrupción del diodo se deriva a tierra:

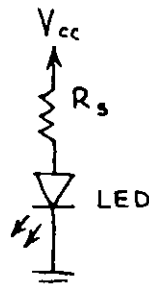


Los diodos zener también pueden proteger los componentes sensibles al voltaje y proporcionar voltajes de referencia convenientes.

## DIODOS EMISORES DE LUZ (LED)

Los LED emiten luz verde, amarilla, roja o infrarroja cuando están polarizados directamente. Debe emplearse un resistor en serie para limitar la corriente a menos de la máxima permitida:

$$R_S = \frac{V_{CC} - V_{LED}}{I_{LED}}$$



Ejemplo: VLED de un LED rojo es 1.7 volts. Para una corriente en sentido directo (ILED) de 20 mA a V = 5 volts, R = 165 ohms. ¡No exceda la ILED!



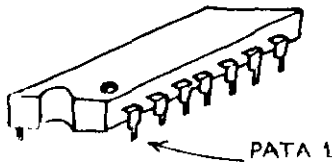
Los LED infrarrojos son mucho más-10-  
potentes que los visibles, pero  
su radiación es totalmente invisí-  
ble. Uselos para detectores de  
objetos y para comunicadores.

## TRANSISTORES

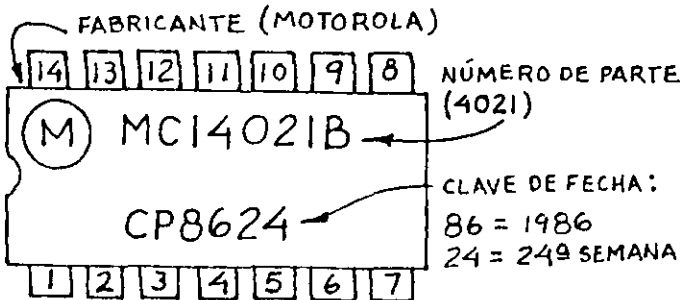
En estos apuntes los transistores  
se utilizan como simples amplifi-  
cadores e interruptores que  
encienden los LED. Esto se logra  
con cualquier transistor de  
conmutación de propósito general.

## CIRCUITOS INTEGRADOS

Puesto que un CI es un circuito  
completo en una pastilla de  
silicio, se deben observar todas  
las restricciones de operación.  
La polaridad invertida, el  
voltaje excesivo de alimentación  
y suministrar o extraer mucha  
corriente pueden destruir un CI.  
Asegúrese de prestar mucha  
atención a la ubicación de las  
patas de la fuente de alimentación.  
La mayoría de los CI están  
encapsulados en plástico de 8, 14  
ó 16 patas (DIP o Duan In-line  
Packages).



Cuando el CI está de cara hacia  
arriba, la pata 1 se encuentra  
en el extremo inferior izquierdo:



A propósito, la clave de fecha  
puede no estar presente, pero  
otros números sí... y la clave de  
fecha no siempre está debajo del  
número de dispositivo:



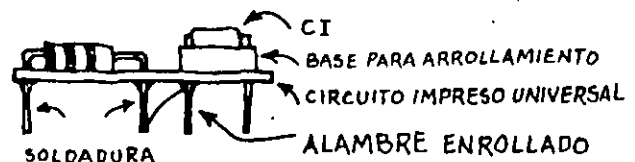
Almacene los CI en un gabinete de  
plástico, si puede conseguir uno,  
o bien insértelos en una bandeja  
de espuma de plástico (como las  
que se emplean para la carne en  
las tiendas de autoservicio).  
PRECAUCION: nunca guarde los  
CI MOS/CMOS en plástico ordinario  
no conductor.

## CONSTRUCCION DE CIRCUITOS

Construya sus circuitos en una  
tablilla de las que no requieren  
soldadura, para hacer cambios y  
encontrar errores; después haga  
versiones permanentes. Son  
ideales las tablillas modulares  
de plástico, Radio Shack (276-  
173, etc.) Incluyen dos filas de  
contactos para las fuentes de  
alimentación y rieles de sujeción  
para unir las tablillas. Los  
componentes y alambres pueden  
insertarse directamente en los  
agujeros de la base.

En el caso de los circuitos per-  
manentes, utilice circuitos im-  
presos Radio Shack; los que tie-  
nen números de catálogo 276-024  
y 276-151 son ideales para pro-  
yectos simples con CI. Para pro-  
yectos más complejos utilice  
circuitos impresos universales  
mayores (276-152 y 276-157).  
Puede cortarlos en secciones más  
pequeñas con una segueta.

Yo prefiero usar alambre enro-  
llado para los proyectos con CI.  
Inserte las bases para arrolla-  
miento en el circuito impreso y  
efectúe las conexiones con una  
herramienta enrolladora de alam-  
bre (como la 276-1570). Aplique  
este alambre directamente a las  
terminales de los transistores,  
resistores, etc. y sóldelo.



## COMO DIFERENCIAR LOS DISTINTOS TIPOS DE TRANSISTORES

Debido a su gran diversidad de utilización debemos distinguir de alguna manera cuál es el transistor adecuado o necesario para una determinada aplicación.

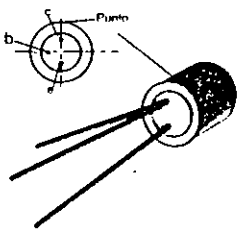
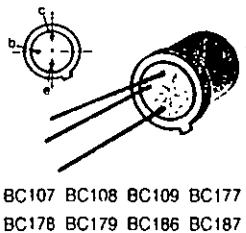
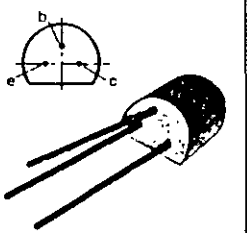
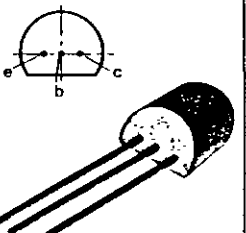
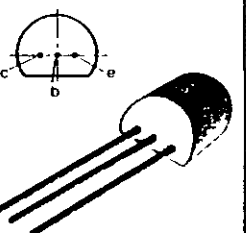
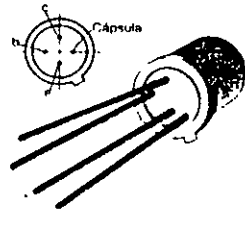
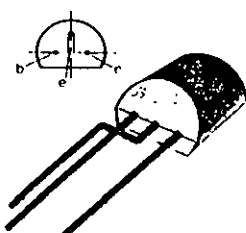
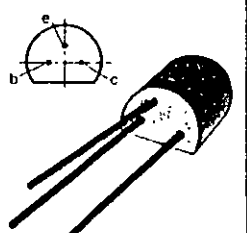
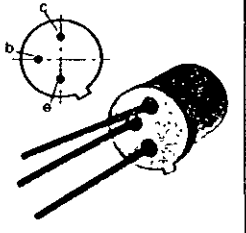
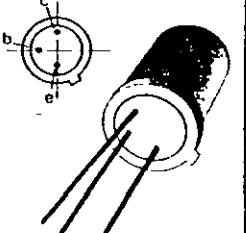
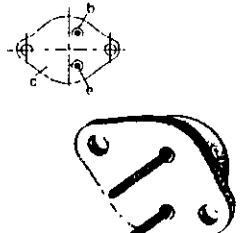
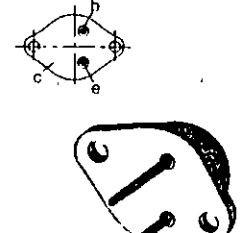
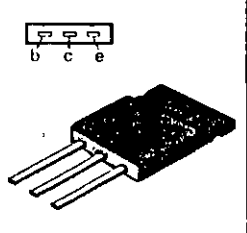
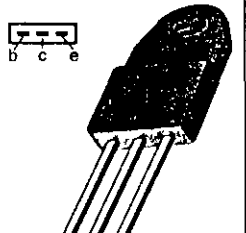
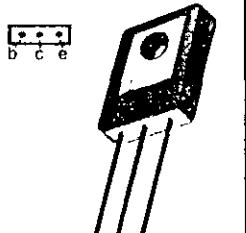
Por tanto, podemos dividir los transistores en varios grupos:

- Los transistores que empiezan por AF y BF se utilizan en radio frecuencia.
- Los que empiezan por las letras AC y BD son de uso general.

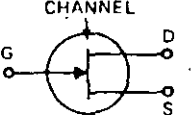
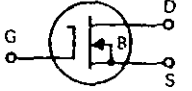
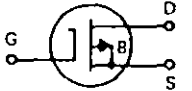
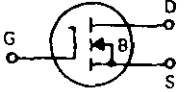
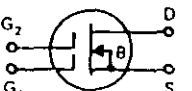
- Otros que empiezan por las letras AD y BD son de potencia.

Para saber las características y aplicaciones de un transistor existen **catálogos** que debemos adquirir a fin de familiarizarnos con su utilización.

Los dibujos siguientes nos muestran diferentes tipos de transistores y la distribución de sus terminales:

 <p>AC125 AC126 AC127 AC128 AC125 AC152 AC153 AC181 AC182 AC183 AC184 AC187 AC188</p>	 <p>BC107 BC108 BC109 BC177 BC178 BC179 BC186 BC187 BC190 BC192 BC216 BC218 BC234 BC235 BC261 BC262 BC263 BC280 BC281 BC282 BC283 BC284 BC285</p>	 <p>BC181 BC182 BC183 BC184 BC212 BC213 BC214 BC315 BC330 BC381 BC382 BC383 BC384 BC385 BC386</p>	 <p>BC317 BC318 BC319 BC320 BC321 BC322</p>	 <p>BC167 BC168 BC169 BC231 BC232 BC254 BC255 BC257 BC258 BC259</p>
 <p>AF106 AF109 AF129 AF130 AF131 AF132 AF139 AF239 BF155 BF175 BF180 BF181 BF182 BF183 BF200</p>	 <p>BF311 BF378 BF440 BF441</p>	 <p>BF237 BF238 BF340 BF341 BF342 BF540 BF541 BF542</p>	 <p>BC140 BC141 BC212 BD115 BD150 BF117 BF140 2N1613 2N1711 2N2904 2N2905</p>	 <p>AC122 AC150 AC160 AC170 AC171</p>
 <p>AD130 AD131 AD132 AD149 BD116 BD117 BD118 2N3055</p>	 <p>AD139 AD148 AD152 AD155 AD156 AD157 AD161 AD162</p>	 <p>TIP29 TIP30 TIP31 TIP32 TIP41 TIP42 TIP48 TIP49 TIP50</p>	 <p>TIP2955 TIP3055 TIP5530</p>	 <p>BD135 BD136 BD137 BD138 BD139 BD140</p>

**Tabla F-4**  
**Transistores de efecto de campo, TEC\* (FET)**

Tipo	Símbolo	Electrodos	Notas
JFET		D = Dren G = Compuerta S = Fuente	FET de juntura; la flecha señalando al canal indica la compuerta P y el canal N; polarización en sentido inverso en la juntura
IGFET o MOSFET Canal N		D = Dren G = Compuerta S = Fuente	Compuerta aislada; tipo de agotamiento o de estrechamiento-ensanchamiento; B es el sustrato conectado internamente a la fuente
IGFET o MOSFET Canal P		D = Dren G = Compuerta S = Fuente	La flecha que se aleja del canal indica que es canal P
IGFET o MOSFET Canal N, de ensanchamiento		D = Dren G = Compuerta S = Fuente	Las líneas punteadas para el canal muestran que se trata del tipo de ensanchamiento
IGFET o MOSFET Canal N de doble compuertas		D = Dren G <sub>2</sub> = Compuerta 2 G <sub>1</sub> = Compuerta 1 S = Fuente	Cualquiera o ambas compuertas controlan la intensidad de corriente $I_D$

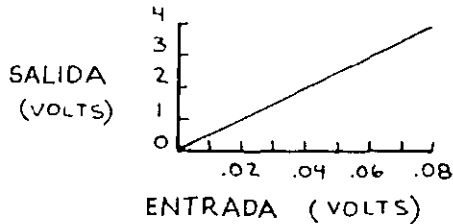
\*Clasificados por la IFA como tipos A, B o C. Para un canal N: el tipo A de agotamiento toma una polarización de compuerta negativa para un valor medio de  $I_D$ ; el tipo B de agotamiento o estrechamiento-ensanchamiento puede operar con polarización cero de compuerta; el tipo de ensanchamiento C necesita polarización de compuerta positiva

# CIRCUITOS INTEGRADOS LINEALES

-13-

## INTRODUCCIÓN

LA SALIDA DE UN CI LINEAL ES PROPORCIONAL A LA SEÑAL EN SU ENTRADA. EL CI LINEAL CLÁSICO ES EL AMPLIFICADOR OPERACIONAL. LA GRÁFICA MUESTRA LA RELACIÓN LINEAL ENTRE LA SALIDA Y LA ENTRADA DE UN CIRCUITO TÍPICO CON AMPLIFICADOR OPERACIONAL:



MUCHOS CI NO DIGITALES, ENTRE ELLOS LOS AMPLIFICADORES OPERACIONALES, PUEDEN USARSE TANTO EN EL MODO LINEAL COMO EN EL NO LINEAL. A VECES SE LLAMAN CI ANALÓGICOS.

LOS CI LINEALES GENERALMENTE REQUIEREN MÁS COMPONENTES EXTERNAS QUE LOS CI DIGITALES, LO QUE AUMENTA SU SUSCEPTIBILIDAD AL RUIDO EXTERNO Y HACE QUE SU USO REQUIERA MÁS CUIDADO. POR OTRA PARTE, ALGUNOS CI LINEALES PUEDEN HACER ESENCIALMENTE LO MISMO QUE TODA UNA RED DE CI DIGITALES.

HE AQUÍ UNA BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS CI LINEALES INCLUIDOS EN ESTA SECCIÓN.

## REGULADORES DE VOLTAJE

PROPORCIONA UN VOLTAJE ESTABLE, YA SEA FIJO O AJUSTABLE, AL QUE NO AFECTAN LOS CAMBIOS EN EL VOLTAJE DE ALIMENTACIÓN, MIENTRAS QUE SE MANTENGA POR ARRIBA DEL VOLTAJE DESEADO DE SALIDA.

## AMPLIFICADORES OPERACIONALES

ES CASI EL AMPLIFICADOR IDEAL. ALTA GANANCIA E IMPEDANCIA DE ENTRADA. LA GANANCIA SE CONTROLA FÁCILMENTE CON UN SOLO RESISTOR DE RETROALIMENTACIÓN. LOS AMPLIFICADORES OPERACIONALES DE ENTRADA POR FET

(BIFETS) TIENEN UNA RESPUESTA EN FRECUENCIA MUY AMPLIA. GENERALMENTE PUEDEN SUSTITUIRSE LOS AMPLIFICADORES OPERACIONALES CUANDO LA ALIMENTACIÓN NORMAL DE AMBOS SE REALIZA CON FUENTE BIPOLAR ( $\frac{1}{2}$  LF353 POR UN 741C, ETC.)... PERO EL DESEMPEÑO SERÁ MEJOR O PEOR DE ACUERDO CON LAS ESPECIFICACIONES DEL NUEVO AMPLIFICADOR.

## COMPARADOR

ES LO MISMO QUE UN AMPLIFICADOR OPERACIONAL SIN RESISTOR DE RETROALIMENTACIÓN. TIENE GANANCIA ULTRA ALTA QUE DA UNA RESPUESTA DE TIPO ESCALÓN AL VOLTAJE APLICADO A UNA ENTRADA, CUANDO EXCEDE AL VOLTAJE DE REFERENCIA QUE SE APLICA A UNA SEGUNDA ENTRADA.

## TEMPORIZADORES

ÚSELOS SOLOS O CON OTROS CI PARA NUMEROSAS APLICACIONES DE TEMPORIZACIÓN DE PULSOS.

## CI PARA LED

LOS MÁS IMPORTANTES SON UN CI DESTELLADOR Y UN CONVERTIDOR ANALÓGICO DIGITAL PARA UNA PANTALLA DE PUNTOS Y BARRAS. SON FÁCILES DE USAR.

## OSCILADORES

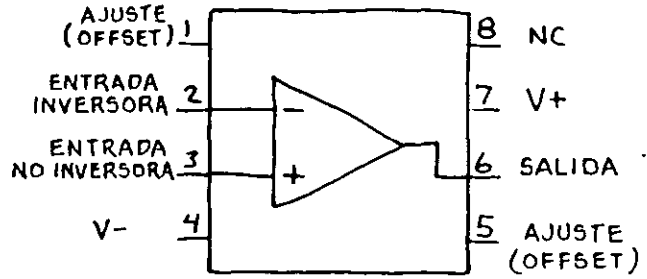
UN OSCILADOR CONTROLADO POR VOLTAJE Y UN CONVERTIDOR COMBINADO DE VOLTAJE A FRECUENCIA Y DE FRECUENCIA A VOLTAJE. SE INCLUYE TAMBIÉN UN DECODIFICADOR DE TONO QUE PUEDE USARSE PARA INDICAR UNA FRECUENCIA ESPECÍFICA.

## AMPLIFICADORES DE AUDIO

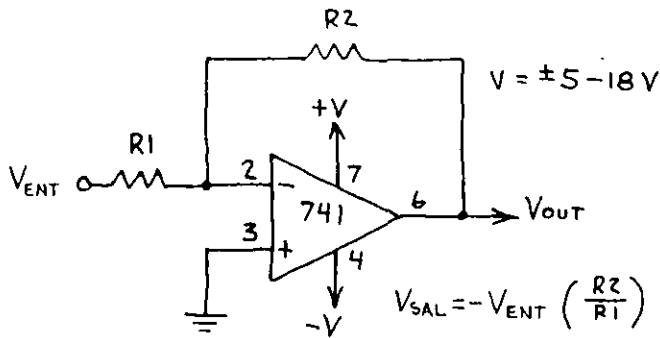
ESTA SECCIÓN INCLUYE VARIOS AMPLIFICADORES DE POTENCIA DE USO FÁCIL, QUE SON IDEALES PARA QUE UNO MISMO CONSTRUYA ESTÉREOS, SISTEMAS DE SONIDO, INTERCOMUNICADORES Y OTRAS APLICACIONES DE AUDIO.

# AMPLIFICADOR OPERACIONAL 741C

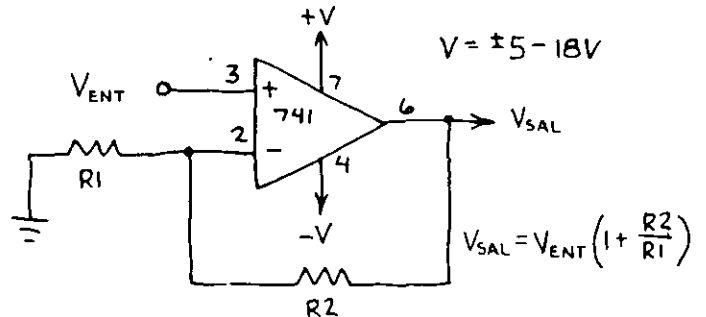
ES EL AMPLIFICADOR OPERACIONAL MAS POPULAR. ÚSELO EN TODAS LAS APLICACIONES DE PROPÓSITO GENERAL. (PARA OPERACIÓN CON UNA SOLA FUENTE Y MUY ALTA IMPEDANCIA DE ENTRADA UTILICE OTROS AMPLIFICADORES OPERACIONALES INCLUIDOS EN ESTE CUADERNO.)



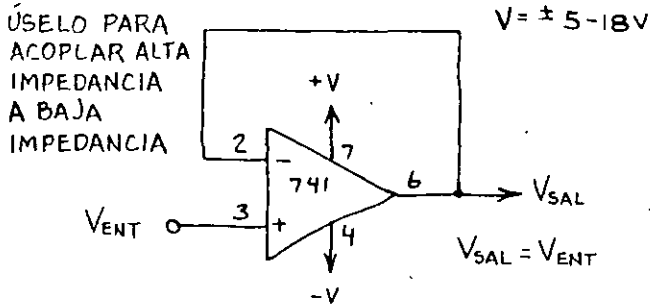
## AMPLIFICADOR INVERSOR



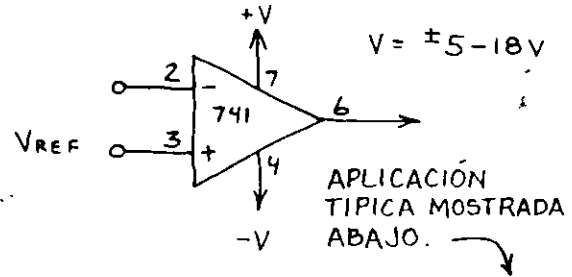
## AMPLIFICADOR NO INVERSOR



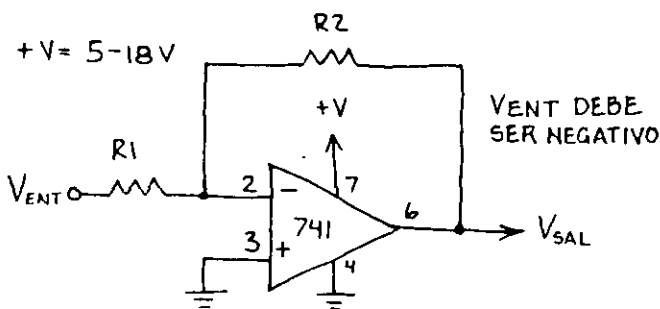
## SEGUIDOR DE VOLTAJE DE GANANCIA UNITARIA



## COMPARADOR

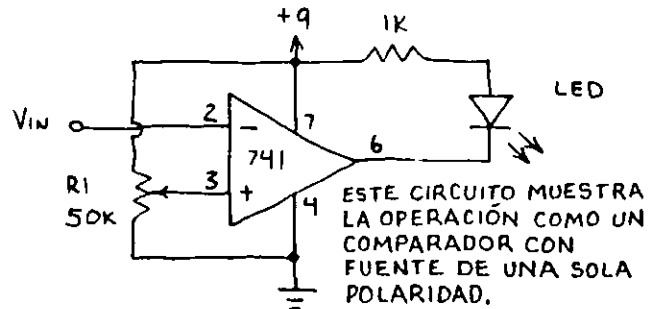


## FUENTE DE UNA SOLA POLARIDAD



SON TÍPICOS: AMPLIFICACIÓN DE VOLTAJE CC Y PULSOS.

## DETECTOR DE NIVEL

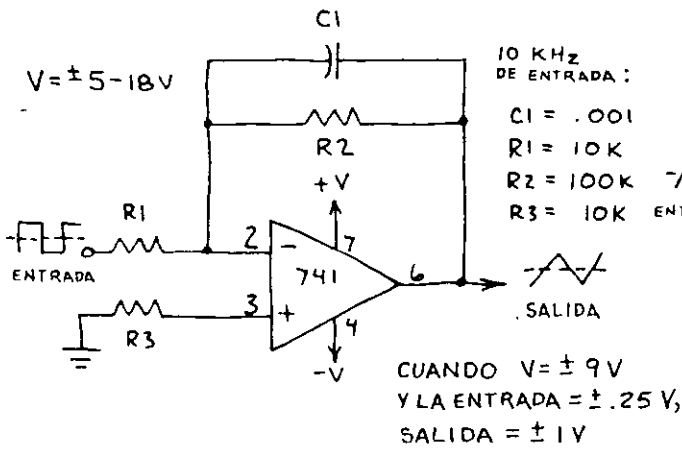


R1 AJUSTA EL UMBRAL DE DETECCIÓN DE VOLTAJE (HASTA +9V). CUANDO V\_ENT EXCEDE AL UMBRAL (TAMBIÉN LLAMADO REFERENCIA), EL LED SE ENCIENDE.

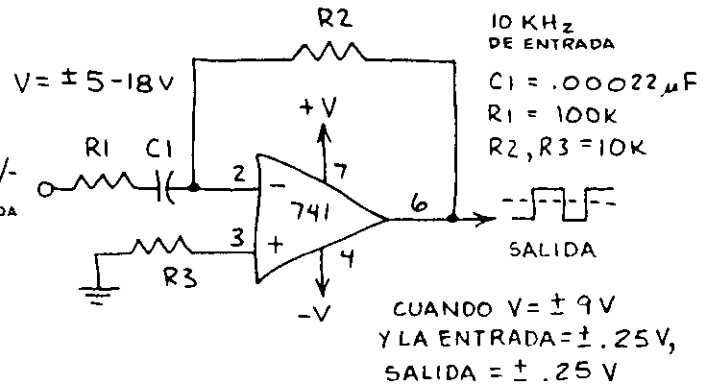
# AMPLIFICADOR OPERACIONAL (CONTINUACIÓN)

## 741C

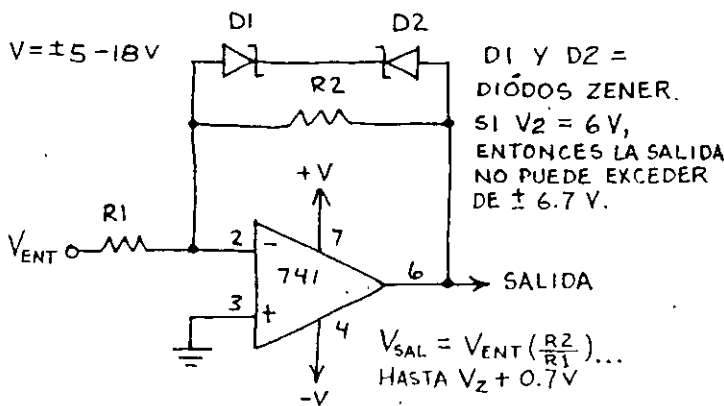
### INTEGRADOR BÁSICO



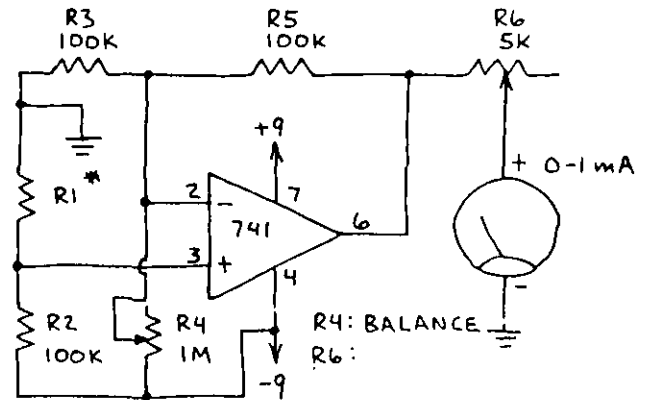
### DIFERENCIADOR BÁSICO



### AMPLIFICADOR RECORTADOR

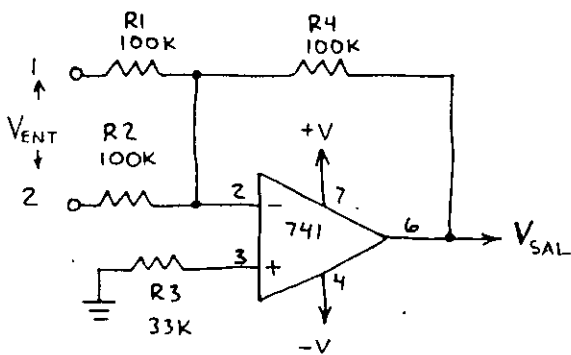


### AMPLIFICADOR DE PUENTE



R1 ES UN RESISTOR DE VALOR DESCONOCIDO. USE UNA CELDA DE Cds EN LUGAR DE R1 PARA HACER UN MEDIDOR DE LUZ MUY SENSIBLE.

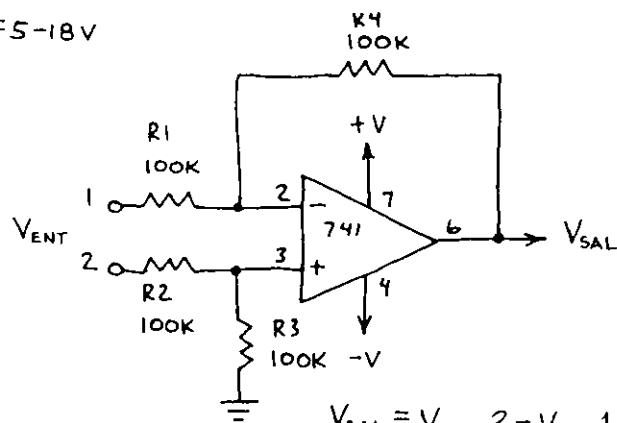
### AMPLIFICADOR SUMADOR



$$V_{SAL} = -(V_{ENT 1} + V_{ENT 2})$$

NOTA:  $V_{SAL}$  NO PUEDE EXCEDER DE  $\pm V$

### AMPLIFICADOR DE DIFERENCIA



$$V_{SAL} = V_{ENT 2} - V_{ENT 1}$$

# REGULADORES DE VOLTAJE

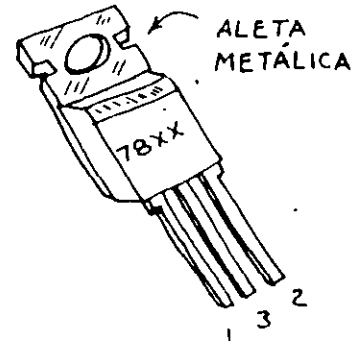
7805 (5 - VOLTS)

7812 (12 - VOLTS)

7815 (15 - VOLTS)

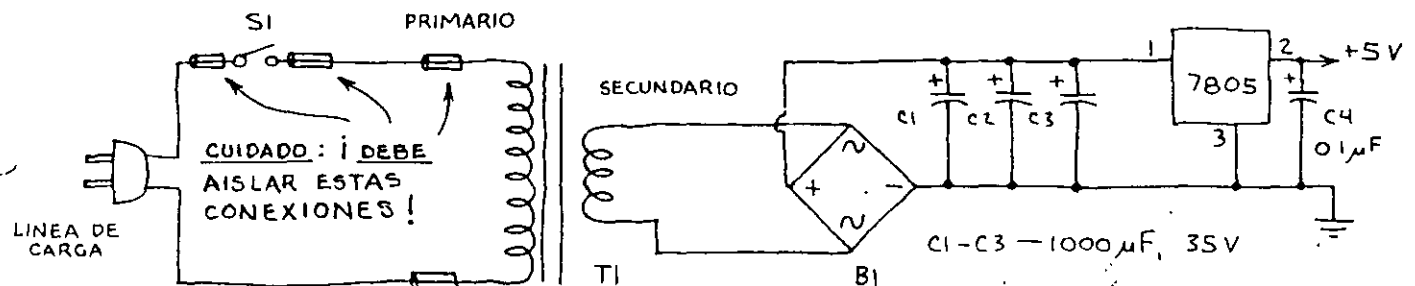
REGULADORES DE VOLTAJE FIJO, SON IDEALES PARA FUENTES DE ALIMENTACIÓN AUTÓNOMAS, REGULADORES SOBRE TABLILLAS, PROYECTOS PARA AUTOMÓVILES CON ALIMENTACIÓN DE BATERÍA, ETC. TIENEN SALIDAS HASTA DE 1.5 AMPERES SI SE TIENE DISIPACIÓN TÉRMICA ADECUADA Y SUFICIENTE CORRIENTE DE ENTRADA. UN CIRCUITO DE CORTE TÉRMICO APAGA EL REGULADOR SI EL DISIPADOR ES MUY PEQUEÑO.

COLOQUE DISIPADOR TÉRMICO SI SE REQUIERE



- 1.- ENTRADA
- 2.- SALIDA
- 3.- TIERRA

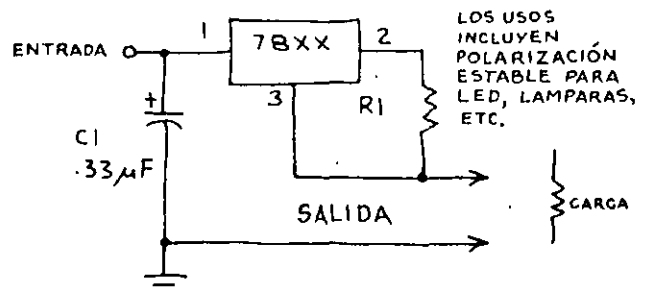
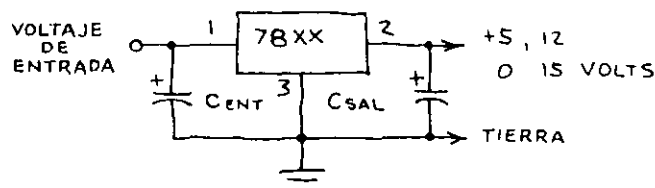
## FUENTE DE ALIMENTACIÓN DE 5 VOLTS TTL/LS CONECTADA A LA LÍNEA



- T1 - TRANSFORMADOR DE 117 A 12.6 V, 1.2 ó 3 A (273-1505 o 273-1511)
- B1 - RECTIFICADOR DE ONDA COMPLETA 1 A 4 A (276-1161, 276-1151 o 276-1171).  
(ENTRE PARÉNTESIS LOS NÚMEROS DE CATÁLOGO RADIO SHACK)

## REGULADOR DE VOLTAJE

## REGULADOR DE CORRIENTE



- C<sub>ENT</sub> - OPCIONAL; USE 0.33 µF O UN VALOR SEMEJANTE SI EL REGULADOR ESTÁ LEJOS DE LA FUENTE DE ALIMENTACIÓN.
- C<sub>SAL</sub> - OPCIONAL; USE 0.1 µF O MÁS PARA ELIMINAR PICOS QUE AFECTEN A LOS CI LÓGICOS

$$\text{CORRIENTE DE SALIDA} = \frac{\text{VOLTAJE DEL REGULADOR}}{R1}$$

# CIRCUITOS INTEGRADOS DIGITALES

-17-

## INTRODUCCIÓN

LOS CI DIGITALES SON DISPOSITIVOS DE DOS ESTADOS. UN ESTADO ESTÁ CERCANO A 0 VOLT, O TIERRA (BAJO O L) Y EL OTRO ESTÁ CERCANO AL VOLTAJE DE ALIMENTACIÓN DEL CI (ALTO O H). SUBSTITUYENDO L POR 0 Y H POR 1, LOS CI DIGITALES PUEDEN PROCESAR DÍGITOS BINARIOS (BITS) O PALABRAS DE MÚLTIPLES BITS. UNA PALABRA DE 4 BITS SE LLAMA NIBBLE Y UNA DE 8 BITS SE LLAMA BYTE.

## EL SISTEMA BINARIO

ES DE GRAN AYUDA SABER LOS PRIMEROS 16 NÚMEROS BINARIOS. SI 0 = L Y 1 = H, ESTOS NÚMEROS SON:

- |             |              |
|-------------|--------------|
| 0 - L L L L | 8 - H L L L  |
| 1 - L L L H | 9 - H L L H  |
| 2 - L L H L | 10 - H L H L |
| 3 - L L H H | 11 - H L H H |
| 4 - L H L L | 12 - H H L L |
| 5 - L H L H | 13 - H H L H |
| 6 - L H H L | 14 - H H H L |
| 7 - L H H H | 15 - H H H H |

NÓTESE QUE L L L L (0) ES UN NÚMERO IGUAL QUE CUALQUIER OTRO.

## COMPUERTAS LÓGICAS

LOS CIRCUITOS LÓGICOS SE FORMAN INTERCONECTANDO DOS O MÁS DE ESTAS COMPUERTAS LÓGICAS BÁSICAS:



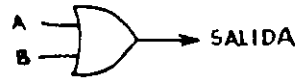
AND

A	B	SALIDA
L	L	L
L	H	L
H	L	L
H	H	H



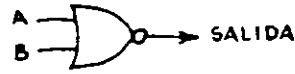
NAND

A	B	SALIDA
L	L	H
L	H	H
H	L	H
H	H	L



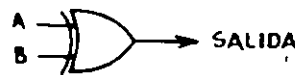
OR

A	B	SALIDA
L	L	L
L	H	H
H	L	H
H	H	H



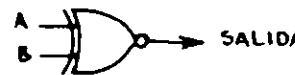
NOR

A	B	SALIDA
L	L	H
L	H	L
H	L	L
H	H	L



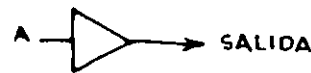
OR EXCLUSIVO

A	B	SALIDA
L	L	L
L	H	H
H	L	H
H	H	L



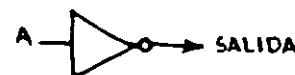
NOR-EXCLUSIVO

A	B	SALIDA
L	L	H
L	H	L
H	L	L
H	H	H



SEPARADOR (BUFFER)

A	SALIDA
L	L
H	H



INVERSOR

A	SALIDA
L	H
H	L

## LÓGICA DE 3 ESTADOS



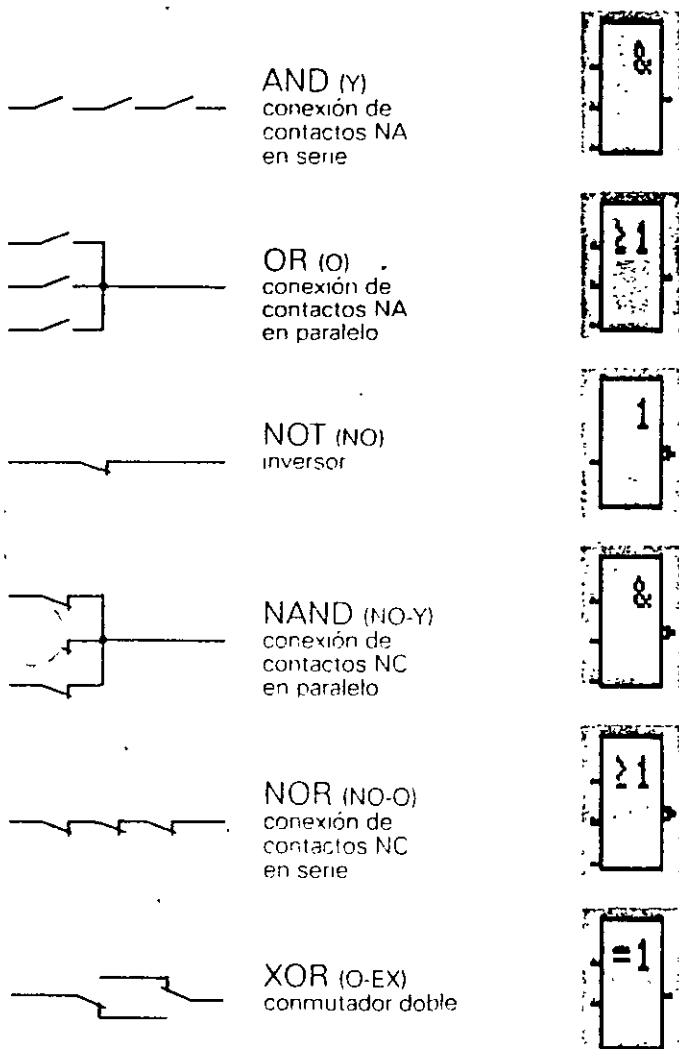
CONTROL	A	SALIDA
L	L	L
L	H	H
H	X	Z-ALTA

CONTROL	A	SALIDA
L	L	H
L	H	L
H	X	Z-ALTA

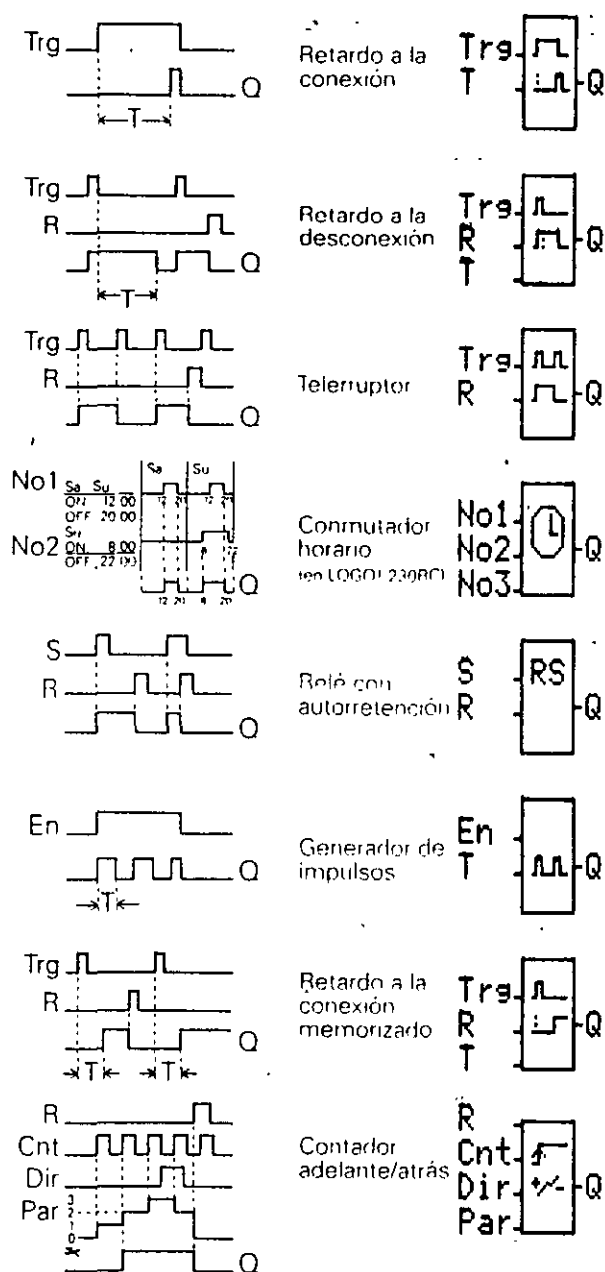
Z-ALTA: SALIDA EN ESTADO DE ALTA IMPEDANCIA.



## Las 6 funciones básicas integradas



## Las 8 funciones especiales integradas

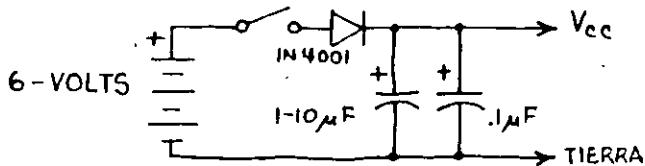


# CIRCUITOS INTEGRADOS TTL/LS

-19-

## INTRODUCCIÓN

LA FAMILIA TTL ES LA MEJOR ESTABLECIDA Y MÁS DIVERSIFICADA DE LOS CIRCUITOS INTEGRADOS. LA FAMILIA LS ES FUNCIONALMENTE IDÉNTICA A TTL, PERO ES UN POCO MÁS RÁPIDA Y CONSUME 80% MENOS POTENCIA. LOS CIRCUITOS INTEGRADOS TTL/LS REQUIEREN UNA FUENTE DE VOLTAJE REGULADA DE 4.75 A 5.25 VOLTS. HE AQUÍ UNA FUENTE SIMPLE CON BATERÍA:



EL DIODO REDUCE EL VOLTAJE DE LA BATERÍA A UN NIVEL SEGURO. AMBOS CAPACITORES DEBEN INSTALARSE EN LA TABLILLA DEL CIRCUITO TTL/LS. LOS CIRCUITOS CON MUCHOS CIRCUITOS INTEGRADOS DE TTL/LS PUEDEN CONSUMIR MUCHA CORRIENTE. USE UNA FUENTE DE ALIMENTACIÓN COMERCIAL DE 5 VOLTS CONECTADA A LA LÍNEA PARA AHORRAR BATERÍAS, O CONSTRUYA LA SUYA PROPIA (VEA EL 7805 EN LA PAGINA 86).

## REQUERIMIENTOS DE OPERACIÓN

1.  $V_{cc}$  NO DEBE EXCEDER DE 5.25 VOLTS.
2. LAS SEÑALES DE ENTRADA NUNCA DEBEN EXCEDER A  $V_{cc}$  NI SER INFERIORES AL NIVEL DE TIERRA.
3. LAS ENTRADAS TTL/LS NO CONECTADAS POR LO GENERAL TOMAN EL ESTADO H... ¡PERO NO CUENTE CON ELLO! SI UNA ENTRADA DEBE ESTAR FIJA EN H, CONÉCTELA A  $V_{cc}$ .
4. SI UNA ENTRADA DEBE ESTAR FIJA EN L, CONÉCTELA A TIERRA.
5. CONECTE LAS ENTRADAS NO USADAS DE AND/NAND/OR A UNA ENTRADA USADA DEL MISMO CI.
6. OBLIGUE A LAS SALIDAS DE COMPUERTAS NO USADAS A ESTAR EN NIVEL H PARA AHORRAR CORRIENTE (NAND-UNA ENTRADA H; NOR-TODAS LAS ENTRADAS L).

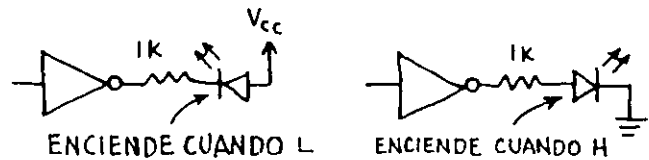
7. USE AL MENOS UN CAPACITOR DE DESACOPLAMIENTO (0.01-0.1  $\mu$ F) POR CADA 5 A 10 PAQUETES DE COMPUERTAS, UNO POR CADA 2 A 5 CONTADORES Y REGISTROS Y UNO POR CADA MONOESTABLE. LOS CAPACITORES DE DESACOPLAMIENTO NEUTRALIZAN LOS PICOS DE VOLTAJE DE LA FUENTE DE ALIMENTACIÓN QUE OCURREN CUANDO UNA SALIDA TTL/LS CAMBIA DE ESTADO. LOS CAPACITORES DEBEN TENER TERMINALES CORTAS Y CONECTARSE ENTRE  $V_{cc}$  Y TIERRA LO MÁS CERCA POSIBLE DE LOS CI TTL/LS.

8. EVITE LOS CABLES LARGOS DENTRO DE LOS CIRCUITOS.

9. SI LA FUENTE DE ALIMENTACIÓN NO ESTÁ SOBRE LA TABLILLA DEL CIRCUITO, CONECTE UN CAPACITOR DE 1 A 10  $\mu$ F A LAS TERMINALES DE LA FUENTE DE ALIMENTACIÓN A SU LLEGADA A LA TABLILLA.

## INTERCONEXIÓN DE TTL/LS

1. UNA SALIDA TTL PUEDE ALIMENTAR HASTA 10 ENTRADAS TTL O 20 LS.
2. UNA SALIDA LS PUEDE ALIMENTAR HASTA 5 ENTRADAS TTL O 10 LS.
3. EXCITADORES DE LED CON TTL/LS.



## LOCALIZACIÓN DE FALLAS EN TTL/LS

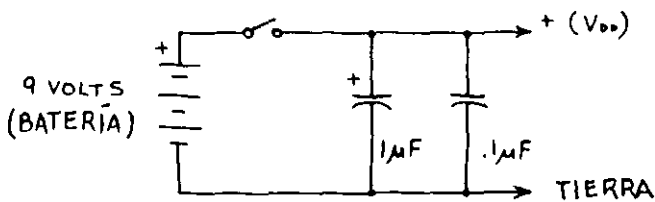
1. ¿VAN TODAS LAS ENTRADAS A ALGUNA PARTE?
2. ¿ESTÁN TODAS LAS PATAS DEL CI INSERTADAS EN LA TABLILLA O EN SU BASE?
3. ¿CUMPLE EL CIRCUITO CON TODOS LOS REQUERIMIENTOS DE OPERACIÓN DE TTL/LS?
4. ¿NO OLVIDÓ ALGUNA CONEXIÓN?
5. ¿USÓ SUFICIENTES CAPACITORES DE DESACOPLAMIENTO? ¿SON CORTAS SUS TERMINALES?
6. ¿ESTÁ  $V_{cc}$  DENTRO DE LOS LÍMITES EN CADA CI?

# CIRCUITOS INTEGRADOS MOS/CMOS

-20-

## INTRODUCCIÓN

LOS CI MOS PUEDEN CONTENER MÁS FUNCIONES POR CI QUE LOS TTL/LS Y SON DE USO MUY FÁCIL. LA MAYOR PARTE DE LOS CI EN ESTA SECCIÓN SON CMOS (MOS COMPLEMENTARIOS). CONSUMEN MUY POCOS POTENCIA Y FUNCIONAN EN UN INTERVALO DE  $\pm 3$  A 15 VOLTS. LOS CMOS PUEDEN ALIMENTARSE CON EL CIRCUITO SIGUIENTE :



O PUEDE USARSE UNA FUENTE DE ALIMENTACIÓN CONSTRUIDA CON UN 7805/7812/7815. VEÁSE LA SECCIÓN LINEAL.

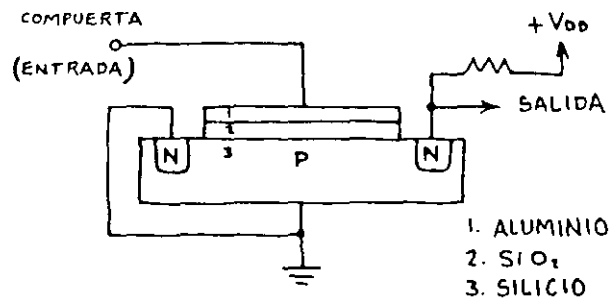
INCIDENTALMENTE, UN CIRCUITO CMOS PUEDE ALIMENTARSE CON DOS PILAS PEQUEÑAS CONECTADAS EN SERIE, PERO UNA FUENTE DE ALIMENTACIÓN DE 9 A 12 VOLTS DARÁ MEJOR RESULTADO.

## REQUISITOS DE OPERACIÓN

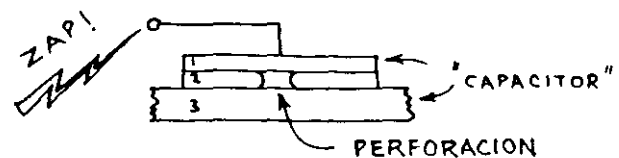
1. ¡ EL VOLTAJE DE ENTRADA NO DEBE EXCEDER A  $V_{DD}$  ! (DOS EXCEPCIONES SON EL 4049 Y EL 4050).
2. EVÍTENSE EN LO POSIBLE LAS SEÑALES DE SUBIDA Y BAJADA LENTAS YA QUE PUEDEN CAUSAR UN CONSUMO EXCESIVO DE POTENCIA. SON MEJORES LOS TIEMPOS DE SUBIDA MENORES DE 15 MICROSEGUNDOS.
3. TODAS LAS ENTRADAS NO USADAS DEBEN CONECTARSE A  $V_{DD}$  (+) O  $V_{SS}$  (TIERRA). DE LO CONTRARIO EL CI SE COMPORTARÁ ERRÁTICAMENTE Y HABRÁ UN CONSUMO EXCESIVO DE CORRIENTE.
4. NUNCA CONECTE UNA SEÑAL DE ENTRADA A UN CIRCUITO CMOS CUANDO NO ESTÉ ENERGIZADO.
5. OBSERVE LAS PRECAUCIONES DE MANEJO.

## PRECAUCIONES DE MANEJO

UN CI CMOS ESTÁ CONSTITUIDO DE TRANSISTORES PMOS Y NMOS. MOS SIGNIFICA METAL-ÓXIDO-SILICIO (O SEMICONDUCTOR). P Y N SE REFIEREN A LOS TRANSISTORES MOS DE CANAL POSITIVO Y NEGATIVO. UN TRANSISTOR NMOS TIENE EL SIGUIENTE ASPECTO :



UN TRANSISTOR PMOS ES IDÉNTICO, EXCEPTO QUE LAS REGIONES P Y N ESTÁN INTERCAMBIADAS. LA CAPA DE  $SiO_2$  (DIOXIDO DE SILICIO) ES UNA PELÍCULA CRISTALINA QUE SEPARA Y AISLA LA COMPUERTA METÁLICA DEL SUSTRATO DE SILICIO. ESTA PELÍCULA ES LA CAUSA DE QUE UN TRANSISTOR O UN CIRCUITO INTEGRADO MOS NO PRESENTE PRÁCTICAMENTE CARGA ALGUNA SOBRE LA FUENTE DE SEÑAL DE ENTRADA. LA PELÍCULA ES MUY DELGADA Y, EN CONSECUENCIA, LA PERFORAN FÁCILMENTE LAS DESCARGAS ELECTROSTÁTICAS.

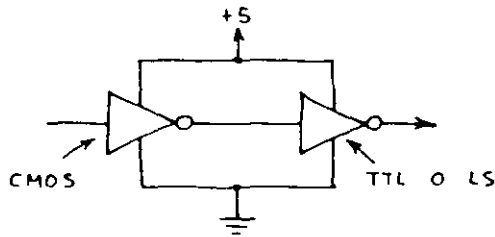
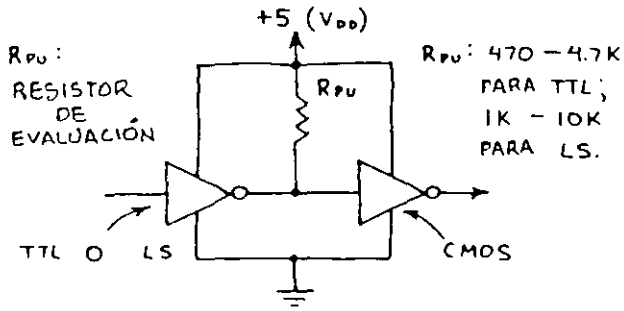


## ¡ EVITE LAS DESCARGAS ELECTROSTÁTICAS !

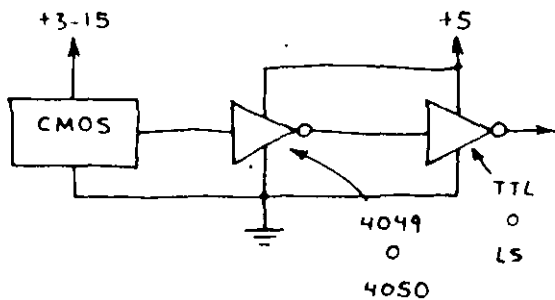
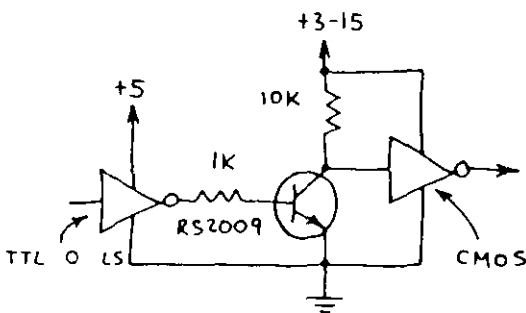
1. NUNCA ALMACENE LOS CIRCUITOS INTEGRADOS MOS EN PLÁSTICO NO CONDUCTIVO, YA SEA EN FORMA DE "NIEVE", BANDEJAS, BOLSAS O ESPUMA.
2. CUANDO LOS CIRCUITOS INTEGRADOS MOS NO ESTÁN EN UN CIRCUITO, COLOQUELOS SOBRE UNA HOJA O BANDEJA DE ALUMINIO CON LAS PATAS HACIA ABAJO O BIEN ALMACÉNELOS EN ESPUMA CONDUCTIVA.
3. PARA SOLDAR LOS CIRCUITOS INTEGRADOS MOS USE UN CAUTÍN ALIMENTADO POR BATERÍAS. NO USE UN CAUTÍN ALIMENTADO POR CA.

# INTERCONEXIÓN DE CMOS

## 1. SI LOS VOLTAJES DE ALIMENTACIÓN SON IGUALES:

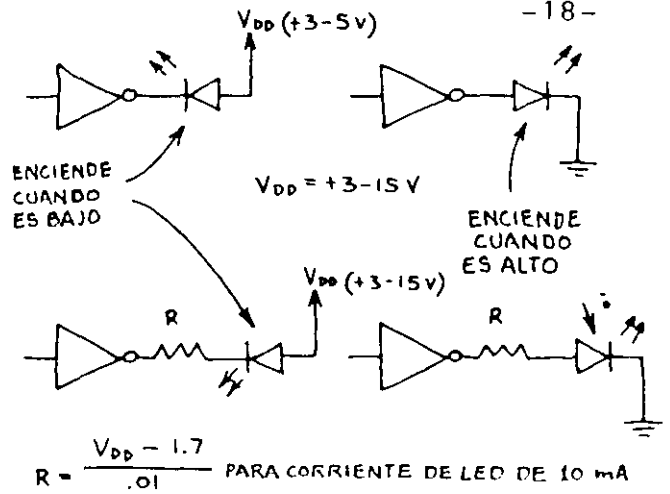


## 2. VOLTAJES DE ALIMENTACIÓN DIFERENTES.



OBSÉRVESE QUE LOS CIRCUITOS CMOS DEBEN ALIMENTARSE POR LO MENOS CON 5 VOLTS CUANDO SE INTERCONECTAN CON CIRCUITOS TTL. DE OTRA MANERA LA ENTRADA AL CMOS EXCEDERÍA A  $V_{DD}$

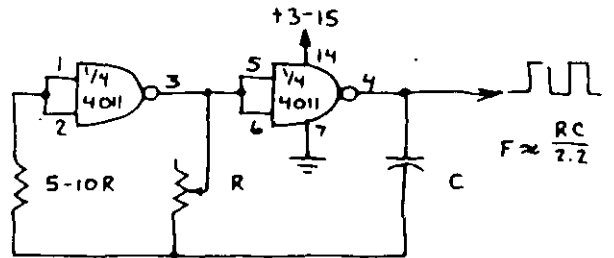
## 3. EXCITADORES DE LED CON CMOS.



USE 1000 OHMS PARA LA MAYORÍA DE APLICACIONES.

## RELOJ LÓGICO CON CMOS

MUCHOS CIRCUITOS DE ESTA SECCIÓN REQUIEREN UNA FUENTE DE PULSOS. HE AQUÍ UN RELOJ SIMPLE CON CMOS.



VALORES TÍPICOS:  $R = 100 K$ ,  $C = 0.01 - 0.1 \mu F$

SE PUEDE USAR EL 4049... PERO CONSUMIRÁ UNA CORRIENTE MUCHO MAYOR.

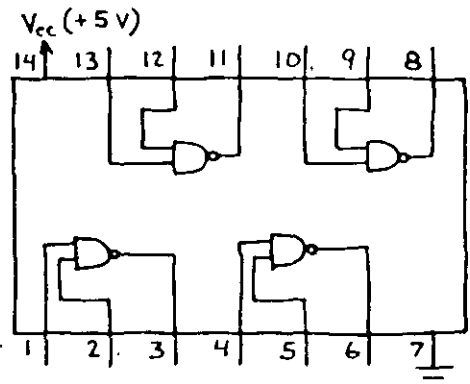
## LOCALIZACIÓN DE FALLAS EN CMOS

1. ¿VAN A ALGUNA PARTE TODAS LAS ENTRADAS?
2. ¿ESTÁN TODAS LAS PARTES DEL CI INSERTADAS EN LA TABLILLA O EN LA BASE?
3. ¿ESTÁ CALIENTE EL CI? SI ES ASÍ, VEA LOS NÚMEROS 1 Y 2 ANTERIORES Y ASEGÚRESE DE QUE LA SALIDA NO ESTÉ SOBRECARGADA.
4. ¿CUMPLE EL CIRCUITO TODOS LOS REQUISITOS DE OPERACIÓN PARA CMOS?
5. ¿OLVIDÓ ALGUNA CONEXIÓN?

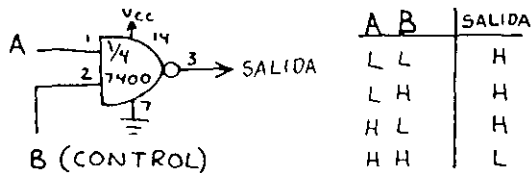
# COMPUERTA NAND CUÁDRUPLE

## 7400 / 74LS00

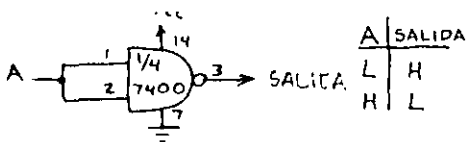
CIRCUITO QUE CONSTITUYE EL BLOQUE BÁSICO DE LA FAMILIA TTL. ES MUY FÁCIL DE USAR. TIENE CIENTOS DE APLICACIONES.



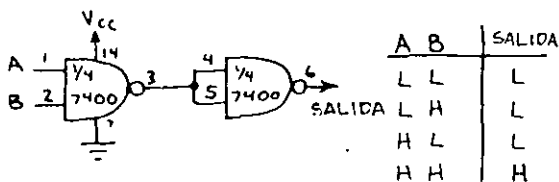
### COMPUERTA DE CONTROL



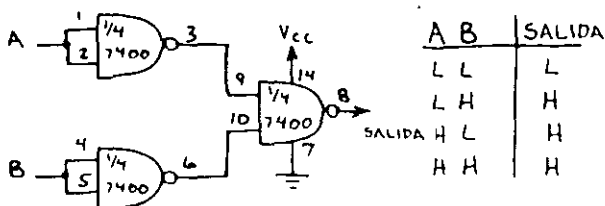
### INVERSOR



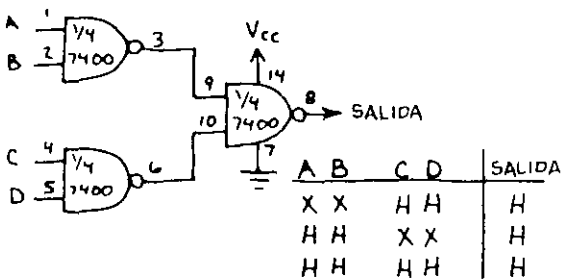
### COMPUERTA AND



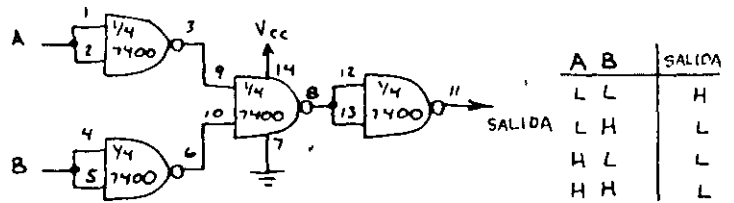
### COMPUERTA OR



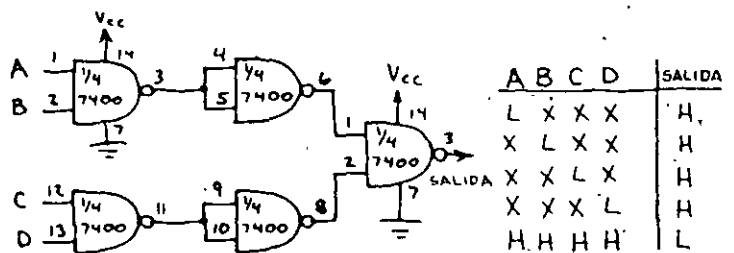
### COMPUERTA AND-OR



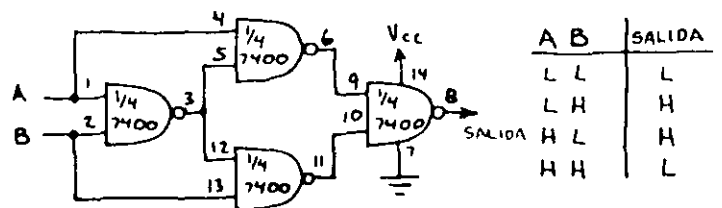
### COMPUERTA OR



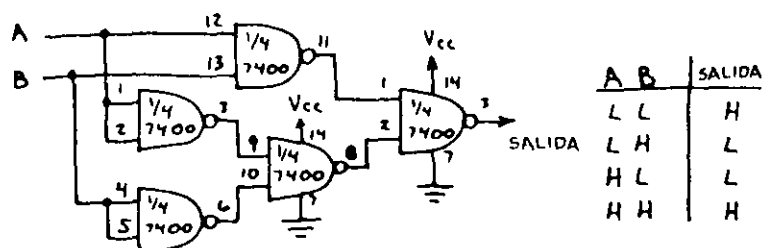
### COMPUERTA NAND DE 4 ENTRADAS



### COMPUERTA OR EXCLUSIVO



### COMPUERTA NOR EXCLUSIVO



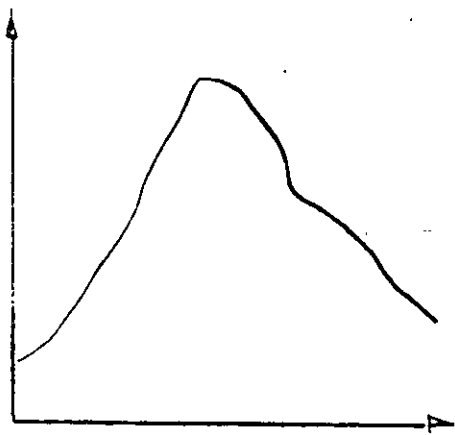
NOTA: LOS NÚMEROS DE LAS PATAS PUEDEN REORDENARSE SI SE DESEA.

## CONVERSION ANALOGICO-DIGITAL Y DIGITAL-ANALOGICO.

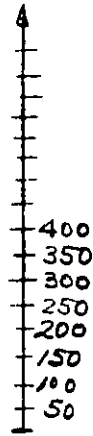
### CUANTIZACION Y CODIFICACION

El convertidor analógico-digital es un dispositivo electrónico que realiza una transformación de cualquier señal eléctrica analógica a un patrón binario susceptible de ser manejado por una computadora. Este dispositivo es muy útil en todas aquellas aplicaciones donde una computadora tenga que almacenar información de naturaleza analógica, como puede ser la salida de un sensor de temperatura o presión. Una señal analógica puede adquirir cualquier valor dentro de un rango dado. Una señal digital solo puede adquirir un número finito y fijo de valores dentro del rango. Así, para lograr la conversión de una señal continua en una señal digital, primeramente se divide el rango de la señal continua entre varios valores discretos. A la diferencia entre dos valores discretos contiguos cualesquiera de la señal se le denomina "cuanto". Si el valor del "cuanto" en todo el rango de la señal es constante, al proceso anterior se le denomina "cuantización uniforme o lineal". En la mayoría de los casos la cuantización lineal resulta adecuada, sin embargo, existen algunos casos especiales como la medición de volumen de un fluido en un tanque de geometría irregular donde una cuantización no lineal puede resultar ventajosa.

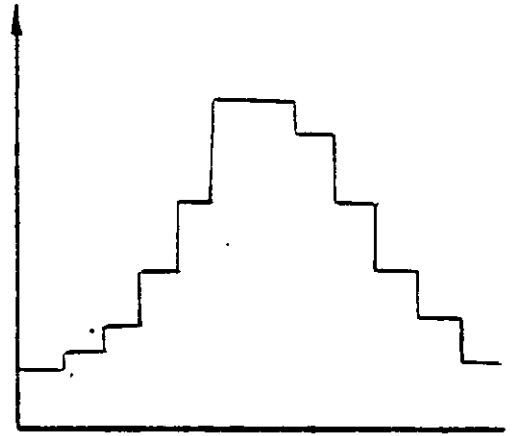
Cuantización es el nombre del proceso que asigna o fija un número discreto de valores para una señal continua, Codificación es el nombre del proceso que asigna un patrón binario a cada uno de los valores discretos, completando así el proceso de conversión de una señal analógica en una señal digital. El código binario puro o sistema binario de numeración es el código mas empleado en el proceso de codificación, sin embargo, existen aplicaciones particulares que requieren los códigos Gray o BCD.



señal eléctrica continua



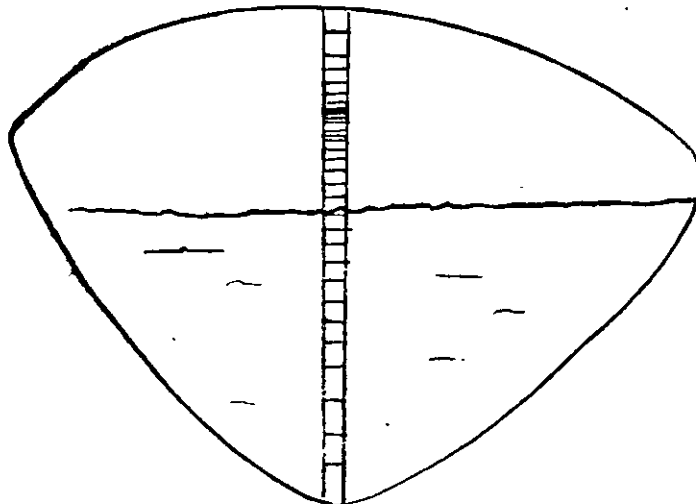
Cuantización



señal cuantizada

<u>Codificación</u>	señal analógica o volts	patrón binario
		000
	125 mv	001
	250 mv	011
	375 mv	010
	500 mv	110
	625 mv	111
	750 mv	101

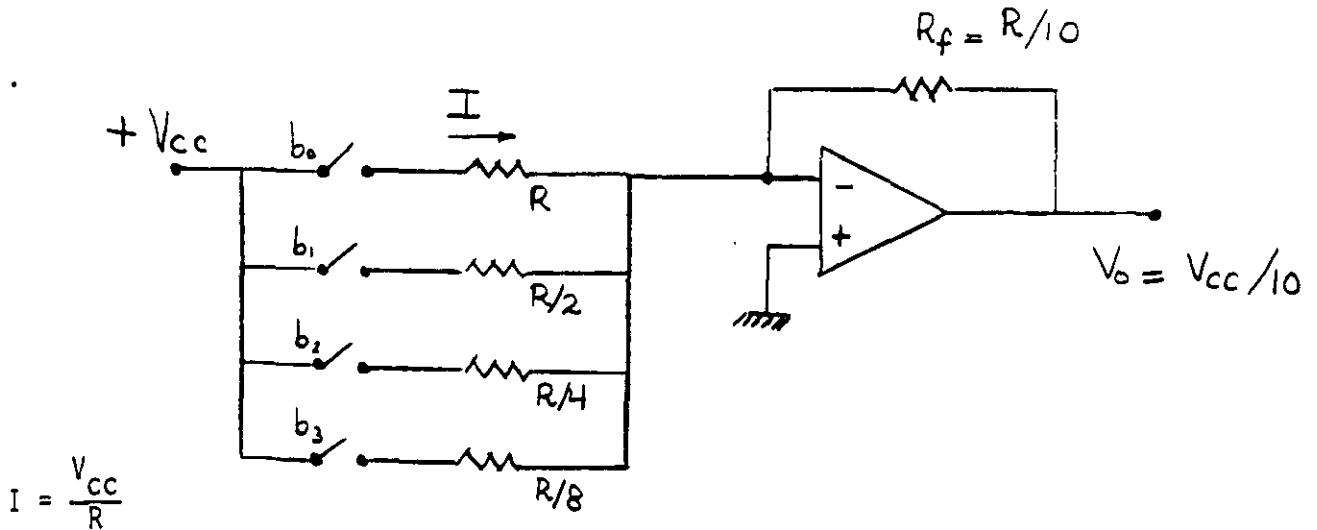
Cuantización no uniforme



El convertidor digital-analógico realiza el proceso inverso al convertidor analógico-digital. Un convertidor digital-analógico produce como salida una corriente o un voltaje proporcional a un patrón binario de entrada. Se discutirán primero los convertidores digital-analógico por ser más simples y porque algunos convertidores analógico-digital emplean convertidores digital-analógico como parte de su circuito.

### CONVERTIDORES DIGITAL-ANALOGICO

RESISTIVO: es el convertidor digital analógico más simple y consiste de resistencias de valores precisos proporcionales siguiendo potencias de 2 y un amplificador operacional de muy alta ganancia (mayor de 100 000) baja impedancia de salida y alta impedancia de entrada.



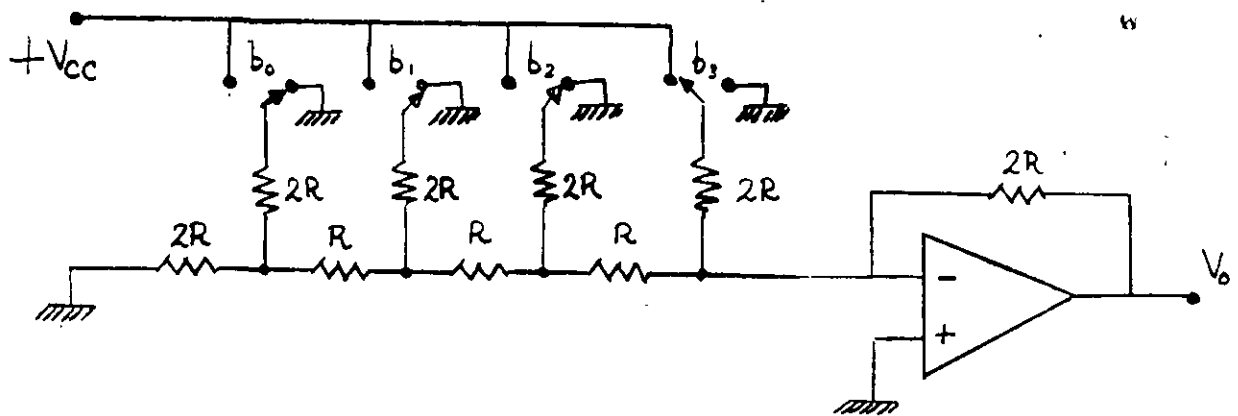
Considerando el interruptor  $b_0$  cerrado, ocurre que por efecto de la tierra virtual que aparece a la entrada negativa del amplificador operacional, una corriente  $I = \frac{V_{CC}}{R}$  circula pasando por  $R$  y  $R_f$  y generando en la salida un voltaje  $V_o = R_f \times I = R_f \times V_{CC} / R = V_{CC} / 10$ . Si consideramos ahora el interruptor  $b_1$  cerrado la corriente que circula por la resistencia  $R/2$  será igual a  $2V_{CC}/10$ , el interruptor  $b_2$  cerrado contribuye con  $4V_{CC}/10$  y el interruptor  $b_3$  cerrado contribuye con  $8V_{CC}/10$ .

Los valores de las resistencias del circuito producen corrientes que tienen los mismos pesos que los dígitos del sistema binario de numeración. Si más de un interruptor se cierra, las corrientes de los interruptores se suman en el punto de tierra virtual y circulan por  $R_f$ . Así, el voltaje a

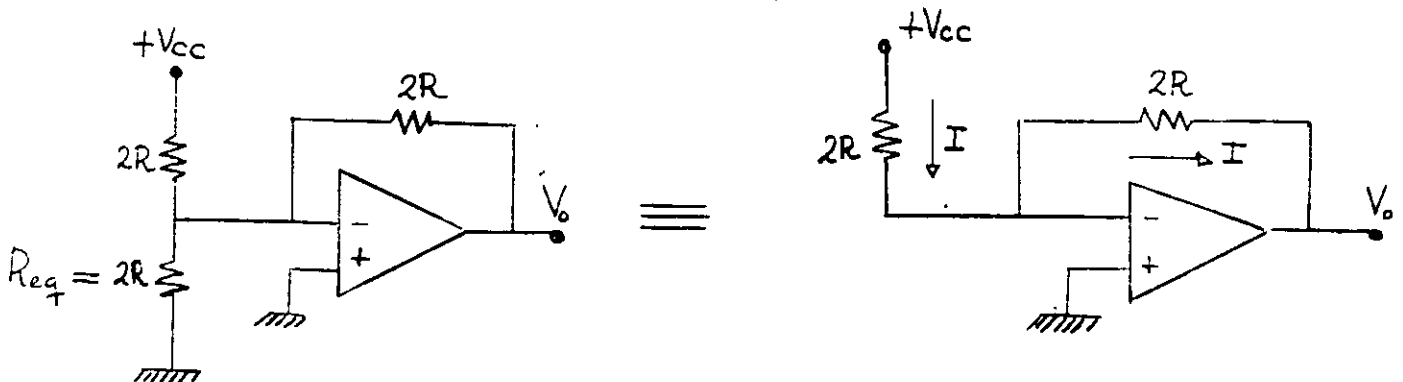


La salida del circuito sera proporcional a la palabra digital programada en los interruptores  $b_3, b_2, b_1$  y  $b_0$ . El circuito anterior se puede construir facilmente en el laboratorio y en lugar de los interruptores se pueden conectar las salidas de un contador binario TTL de 4 bits. La forma de la señal de salida resultante semeja una escalera de 15 escalones. La amplitud de los escalones está dada directamente por  $V_{CC}/10$ , considerando  $R_f = R/10$ . La amplitud de los escalones se puede modificar, variando el valor de  $R_f$ ; si  $R_f$  se hace demasiado grande se puede saturar al amplificador operacional. La desventaja principal del convertidor anterior radica en el rango muy amplio de resistencias que se necesitan para un convertidor de un número grande de bits.

ESCALERA R/2R: este convertidor opera básicamente igual al convertidor denominado "resistivo", pero evita el rango amplio de valores de resistencias empleando solamente 2 valores.

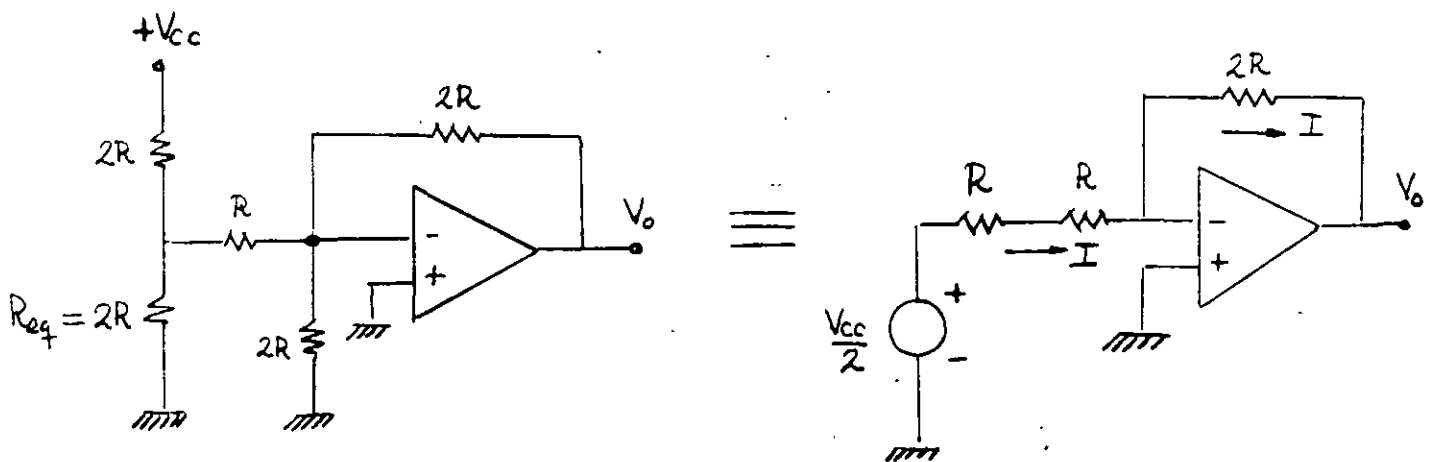


Considerando el interruptor  $b_3$  conectado a  $V_{CC}$ , en tanto que los interruptores  $b_2, b_1$  y  $b_0$  conectados a tierra resulta el siguiente circuito equivalente:



el último circuito resulta de la eliminación de  $R_{eq}$  ya que por la "tierra virtual" a la entrada del amplificador los extremos de  $R_{eq}$  quedan conectados casi al mismo potencial y la corriente a través de ella es despreciable. De aquí resulta el valor de la corriente  $I = V_{CC}/2R$  y  $V_o = -V_{CC}$ .

Para encontrar la contribución al voltaje de salida para el interruptor  $b_2$  se sigue un procedimiento análogo. Considerando el interruptor  $b_2$  conectado a  $+V_{CC}$  y los interruptores  $b_3$ ,  $b_1$  y  $b_0$  conectados a tierra resulta el siguiente circuito equivalente:

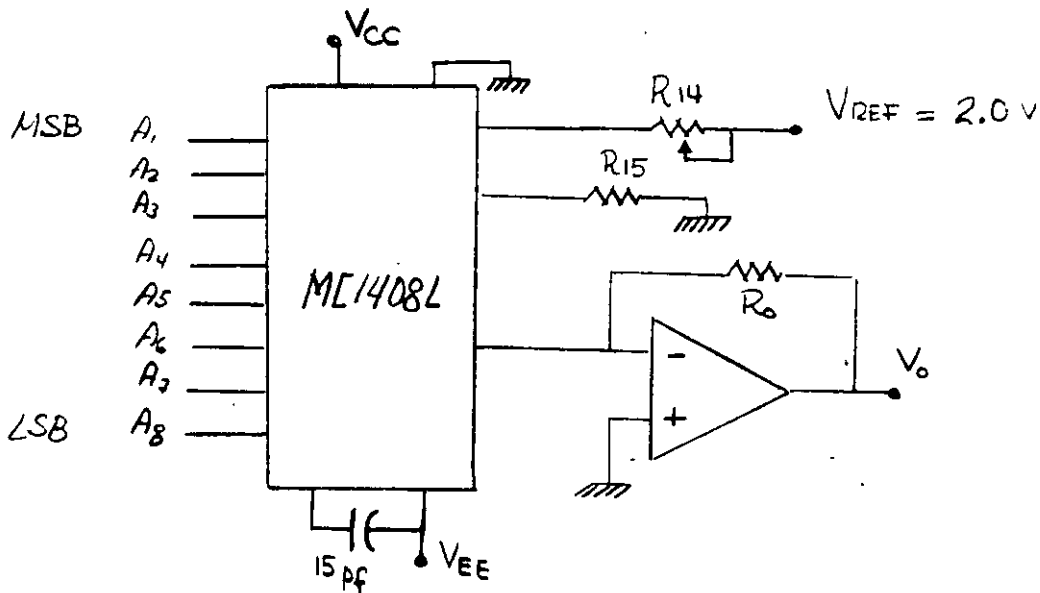


el último circuito resulta de eliminar la resistencia de  $2R$  conectada entre la terminal negativa del amplificador operacional (tierra virtual) y tierra, y de obtener el equivalente de Thévenin del circuito a la izquierda de la resistencia  $R$ . De aquí es inmediato el cálculo de  $I = V_{CC}/4R$  y  $V_o = -V_{CC}/2$ .

Con un análisis similar se puede demostrar que el cierre del interruptor  $b_1$  genera un voltaje de salida  $V_o = -V_{CC}/4$  y que el cierre del interruptor  $b_0$  genera un voltaje de salida  $V_o = -V_{CC}/8$ . Si más de un interruptor se cierra, sus contribuciones individuales al voltaje de salida se suman. Este convertidor es mucho más fácil de construir ya que solo se necesitan controlar muy precisamente dos valores de resistencias. El número de bits del convertidor puede ser incrementado simplemente agregando mas secciones de la escalera con los mismos valores  $R$ ,  $2R$ .

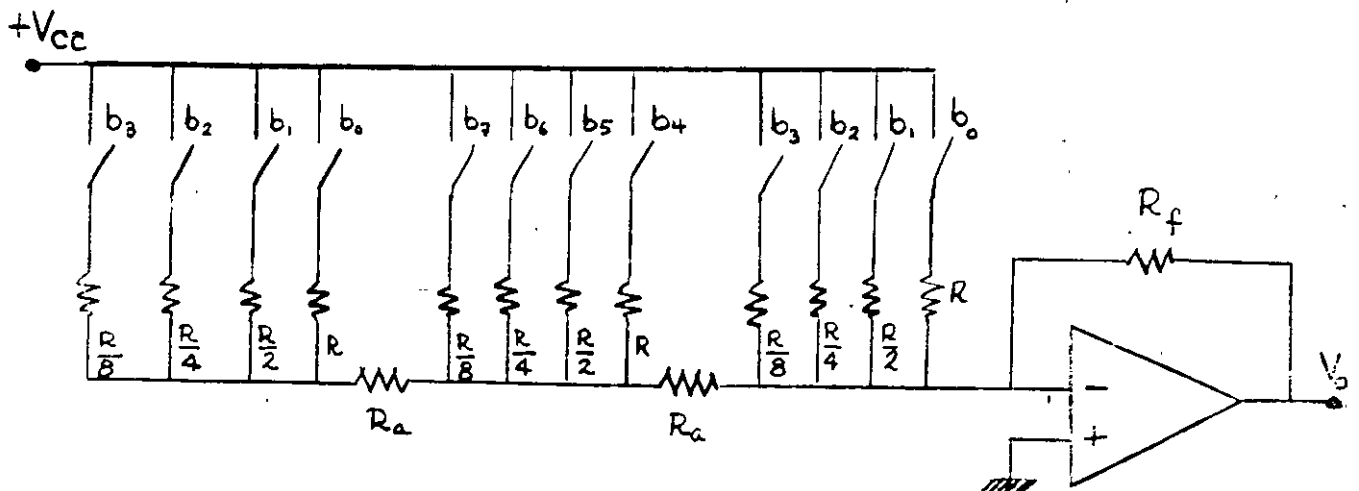
CONVERTIDORES D/A COMERCIALES: un convertidor digital-analógico popular realizado en base a una configuración del tipo escalera  $R/2R$  es el MC1408L.

Se trata de un convertidor de 8 bits que requiere para su operación de +5 y -5 volts. Dentro del MC1408L una escalera R/2R divide una corriente de referencia en 8 corrientes de peso igual a los dígitos del sistema binario de numeración.



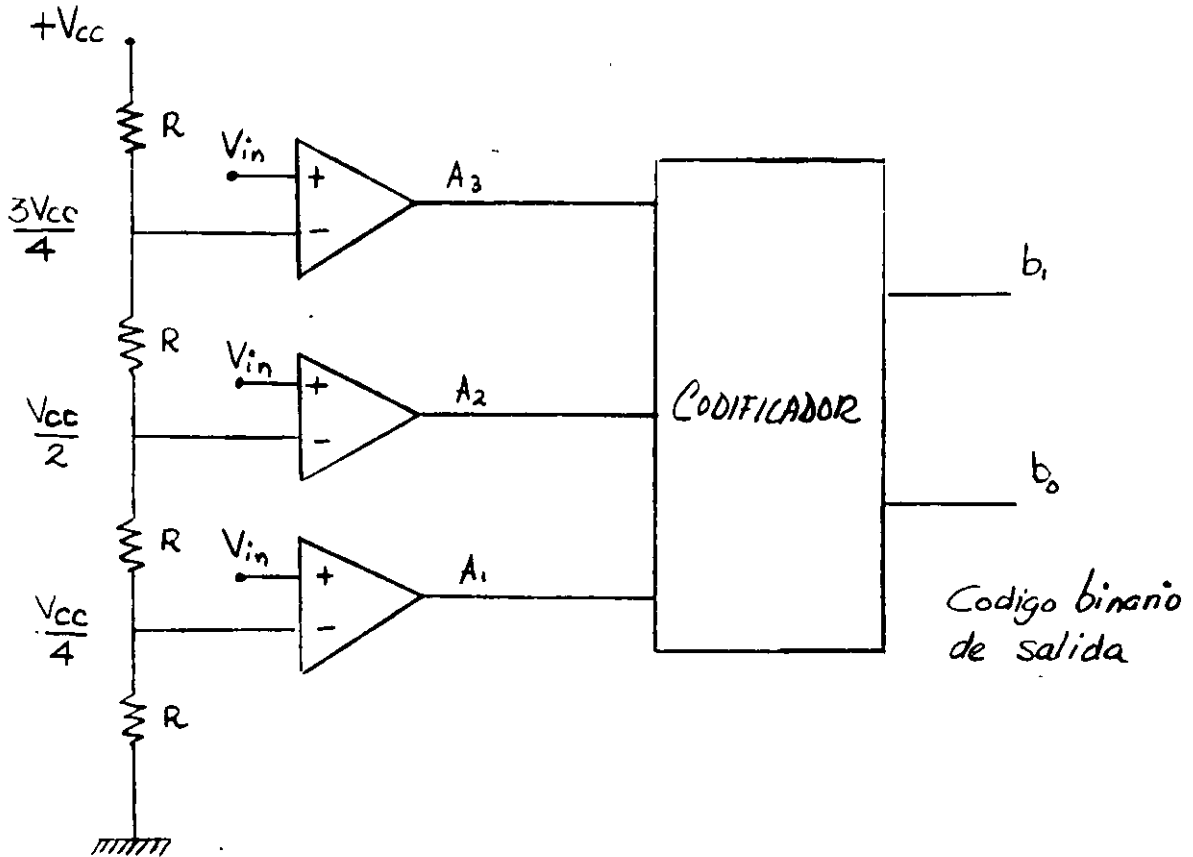
$$V_o = \frac{V_{REF}}{R_{14}} \times R_o \left( \frac{A_7}{2} + \frac{A_6}{4} + \frac{A_5}{8} + \frac{A_4}{16} + \frac{A_3}{32} + \frac{A_2}{64} + \frac{A_1}{128} + \frac{A_0}{256} \right)$$

Para aplicaciones que requieren más bits de resolución existen convertidores como el DAC-HZ12BGC que es un convertidor de 12 bits en base a una configuración del tipo "resistivo", donde para evitar el problema del amplio rango de valores de resistencia necesario para un convertidor de 12 bits, se conectan 3 etapas idénticas de 4 bits mediante resistencias de atenuación.



CONVERTIDORES ANALOGICO-DIGITAL

COMPARADORES EN PARALELO: es el más simple y mas rápido de los comparadores analógico-digital. Un divisor resistivo de voltaje fija los voltajes de umbral de los comparadores en paralelo

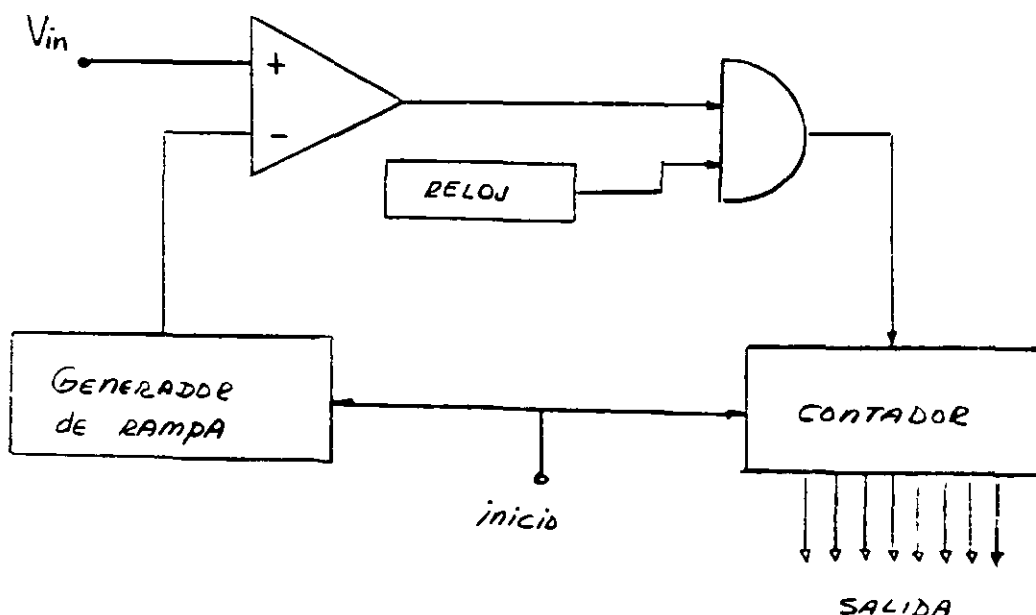


$V_{in}$	Salidas de los comparadores			Código de salida	
	$A_3$	$A_2$	$A_1$	$b_1$	$b_0$
0 a $V_{cc}/4$	0	0	0	0	0
$V_{cc}/4$ a $V_{cc}/2$	0	0	1	0	1
$V_{cc}/2$ a $3V_{cc}/4$	0	1	1	1	0
$3V_{cc}/4$ a $V_{cc}$	1	1	1	1	1

La señal analógica que será digitalizada se aplica a la terminal positiva de los comparadores en paralelo. La salida de cada comparador será un voltaje alto si el voltaje de entrada  $V_{in}$  es mayor que su respectivo voltaje de umbral conectado a su terminal negativa. La magnitud de la señal analógica de entrada determina el número de comparadores que a su salida presentaran

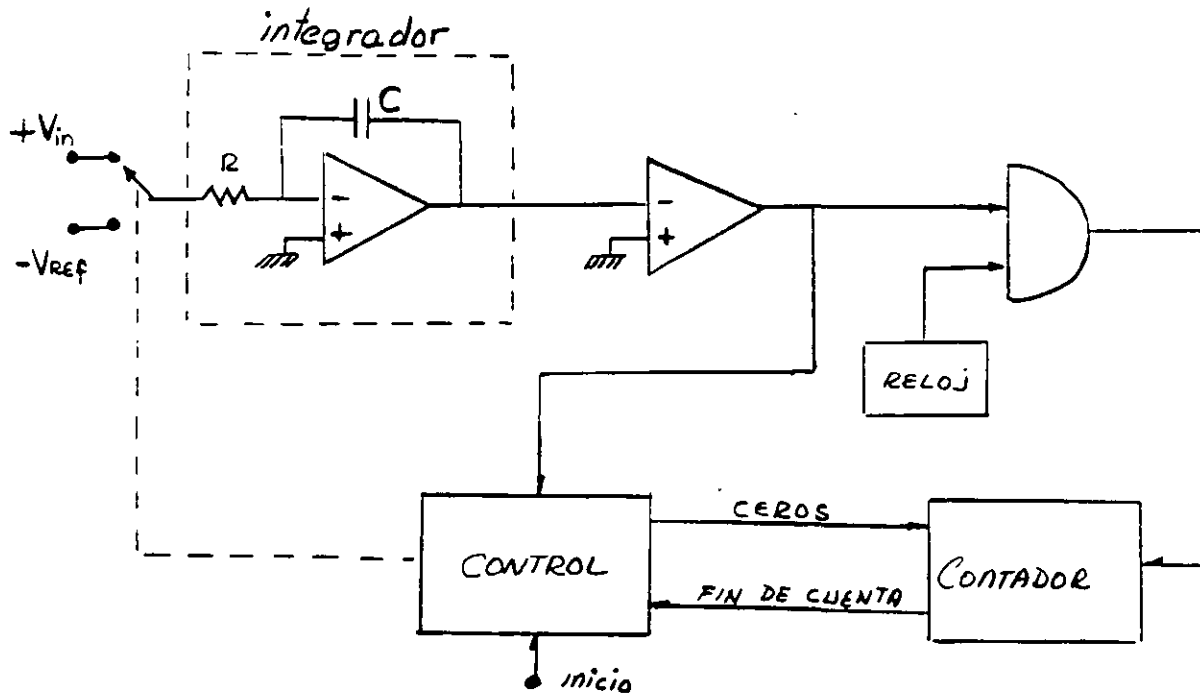
un voltaje alto. Un circuito combinacional realiza la codificación de la magnitud digitalizada de la señal analógica de entrada, presente a la salida de los comparadores. Este convertidor entrega una señal digitalizada de 2 bits, ya que solo discrimina 4 distintos valores para la señal analógica de entrada  $V_{in}$ . Si se desea una mayor resolución se necesitan más comparadores. Esta es la principal desventaja de este convertidor, ya que requiere  $2^n - 1$  comparadores si se desea un código de salida de  $n$  bits. Para un convertidor A/D de 8 bits se necesitan 255 convertidores. La gran ventaja de este convertidor está en su velocidad de operación igual al tiempo de los comparadores más el retraso de propagación del codificador. Por ésta razón este tipo de convertidores se denominan convertidores "FLASH".

CONVERTIDOR DE RAMPA: este convertidor emplea un generador de rampa, un contador y un comparador. La señal de inicio pone en ceros el contador y al generador de la rampa. El comparador recibe en su terminal positiva a la señal analógica de entrada  $V_{in}$  y en su terminal negativa la salida del generador de la rampa. Mientras la señal  $V_{in}$  sea mayor que el valor de la rampa la salida del comparador será un voltaje alto lo que permite el paso de la señal de reloj al contador. El voltaje de la rampa parte de cero y comienza a crecer linealmente; en el momento que alcanza al voltaje analógico de entrada  $V_{in}$  la salida del comparador se hace un voltaje bajo lo que corta el paso de la señal de reloj al contador y esto detiene la cuenta en un valor proporcional al voltaje de entrada  $V_{in}$ .

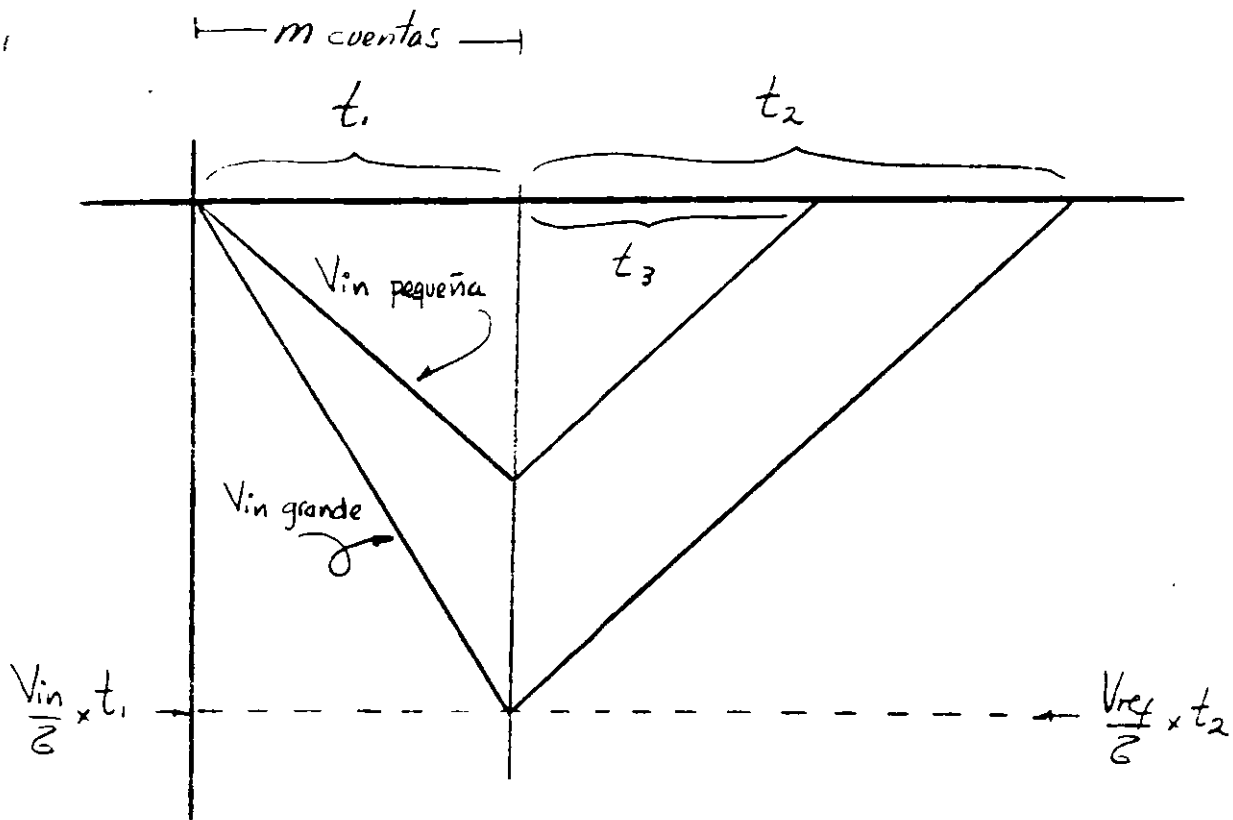


La velocidad de operación depende de la pendiente (Volts/segundo) de la rampa generada y del valor  $V_{in}$  a convertir. Este circuito presenta variaciones debidas a la temperatura, tiempo o sensibilidad al voltaje de entrada.

CONVERTIDOR DE DOBLE RAMPA: este convertidor pretende eliminar la sensibilidad de la conversión con respecto a los elementos del circuito.



La señal de inicio pone al contador en ceros y hace que el bloque de control conecte la señal analógica de entrada  $V_{in}$  al integrador. Si  $V_{in}$  se mantiene aproximadamente constante la salida del integrador será una rampa negativa. Mientras la salida del integrador sea negativa la salida del comparador será un voltaje alto lo que habilita el paso del reloj al contador. Cuando el bloque de control recibe la señal de "fin de cuenta" del contador, conecta la señal  $-V_{Ref}$  al integrador y pone en ceros otra vez al contador. A partir de ahora la salida del integrador es una rampa de pendiente positiva que finalmente alcanzará el valor 0 volts, lo que forzará un voltaje bajo a la salida del comparador que impedirá la entrada de la señal de reloj al contador deteniendo con ésto la cuenta.

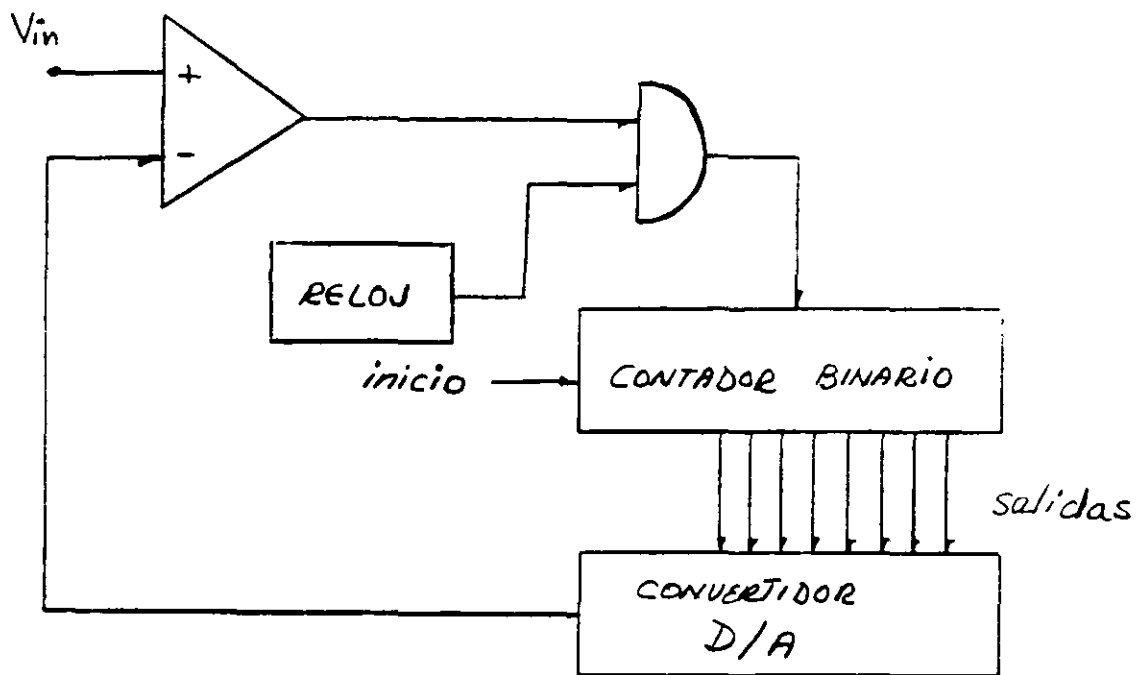


$$\frac{V_{in}}{2} \times t_1 = \frac{V_{ref}}{2} \times t_2 \quad \rightarrow \quad V_{in} \times t_1 = V_{ref} \times t_2$$

$$t_2 = \frac{V_{in} \times t_1}{V_{ref}}$$

como  $t_1$  y  $V_{ref}$  son constantes  $t_2$  resulta directamente proporcional a  $V_{in}$ . Las ventajas de este convertidor son su precisión y su costo reducido, lo mismo que su inmunidad a efectos de temperatura o variaciones en los parametros del integrador; por estas razones, éste circuito es muy empleado en voltímetros digitales. Su principal desventaja estriba en el tiempo consumido en la doble rampa lo que da un tiempo de conversión grande.

CONVERTIDOR A/D DE RAMPA USANDO UN CONVERTIDOR D/A: este circuito es muy similar al circuito del convertidor A/D de rampa, solo que en este caso se emplea un convertidor D/A para generar la rampa, la cual por esta razón está formada de escaloncitos.



Una vez aplicada la señal analógica de entrada  $V_{in}$  en la terminal positiva del comparador, la señal de inicio pone en ceros al contador binario cuyas salidas alimentan al convertidor D/A. Mientras  $V_{in}$  sea mayor que la salida del convertidor D/A, la salida del comparador tendrá un voltaje alto lo que habilitará el paso de la señal de reloj al contador. Conforme aumenta la cuenta del contador así va creciendo el voltaje a la salida del convertidor D/A; cuando dicho voltaje alcance al voltaje analógico de entrada  $V_{in}$ , la salida del comparador será un voltaje bajo lo que impedirá el paso de la señal de reloj al contador, deteniendo de este modo la cuenta.

Este circuito requiere un convertidor D/A de precisión, a fin de minimizar errores y tiene un tiempo de conversión que depende directamente del nivel del voltaje a convertir  $V_{in}$ , ya que el conteo del contador siempre parte de cero.

CONVERTIDOR DE RASTREO: este convertidor pretende reducir el tiempo de conversión empleando para ello un contador que tenga la capacidad de incrementar o decrementar su cuenta.



## **DEFINICION DE UN MICROPROCESADOR.**

**ES UN CIRCUITO INTEGRADO (C.I), QUE CONTIENE UNA MAQUINA SECUENCIAL (TEORIA) EN UN C.P.U. (UNIDAD DE PROCESAMIENTO CENTRAL).**

## **PARTES DE UN C.P.U.**

<b>8 BITS.</b>	<b>ALU (UNIDAD LOGICA ARITMETICA). C.R. (CONJUNTO DE REGISTROS) U. E. (UNIDAD DE EJECUCION).</b>
<b>16 BITS.</b>	<b>UNIDAD DE EJECUCION DE INSTRUCCIONES. UNIDAD DE INTERFASE DE RUTAS.</b>
<b>32 BITS</b>	<b>ABIERTA.</b>

## **UN MICROPROCESADOR CONTIENE TRES BUSES**

- BUS DE DATOS. (DETERMINA LA LOGITUD DE PALABRA).**
- BUS DE CONTROL (LEE Y ESCRIBE EN MEMORIA Y PUERTOS ).**
- BUS DE DIRECCIONES. (DETERMINA LA CAPACIDAD DE DIRECCIONAMIENTO).**

## **CARACTERISTICAS PRINCIPALES DE UN MICROPROSESADOR.**

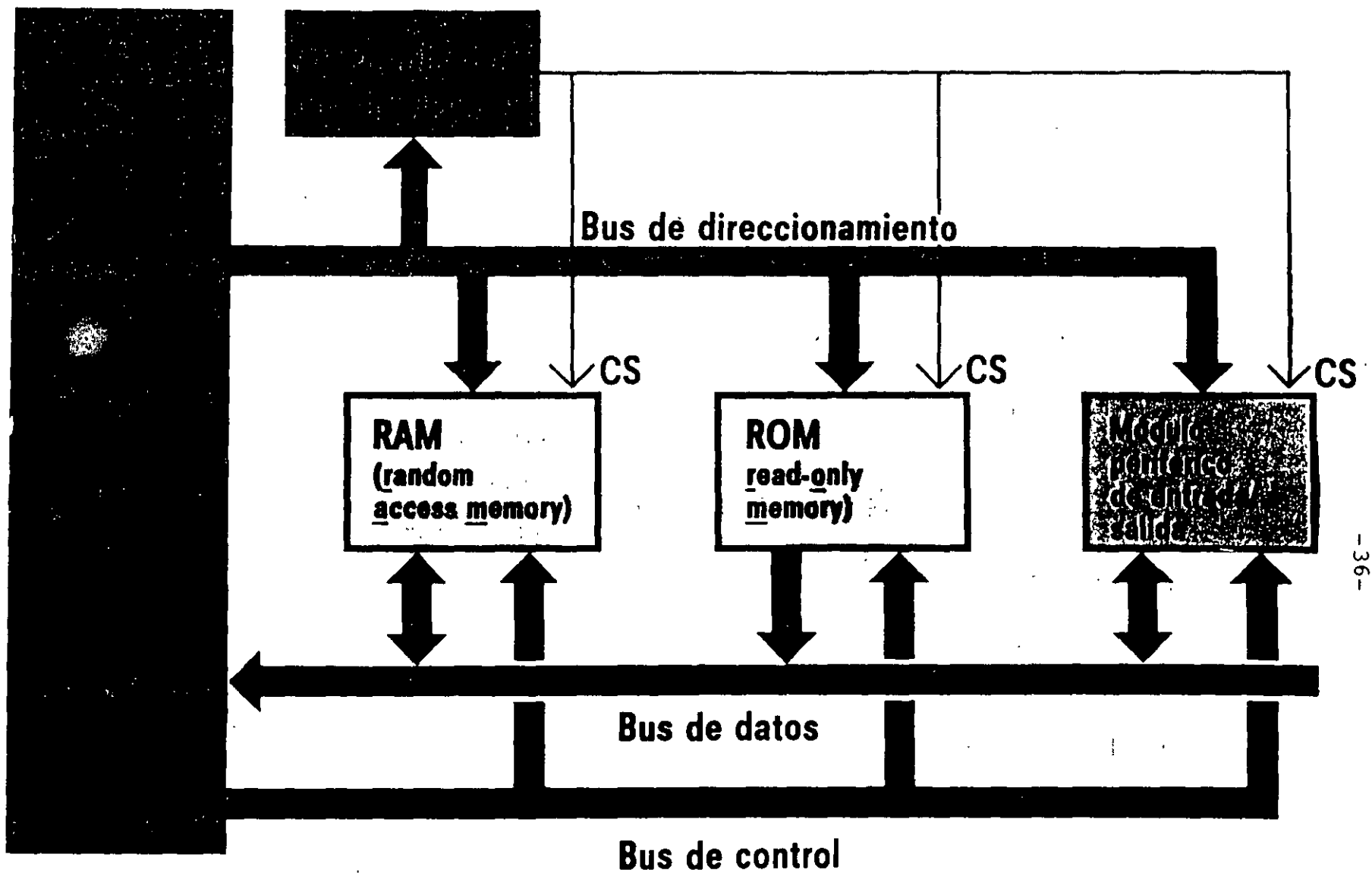
- 1. VELOCIDAD**
- 2. TAMAÑO DE PALABRA.**
- 3. ESPACIO DE DIRECCIONES DE MEMORIA Y PUERTOS**

## **ARQUITECTURA MININA (TARJETA MADRE).**

- 1. RELOJ.**
- 2. MICROPROCESADOR.**
- 3. MEMORIA RAM.**
- 4. MEMORIA ROM (PROM, EEPROM Y EPROM)**
- 5. DISPOSITIVOS DE E/S (DMA, PPI, USART, ETC.)**
- 6. DISPOSITIVOS TTL.**

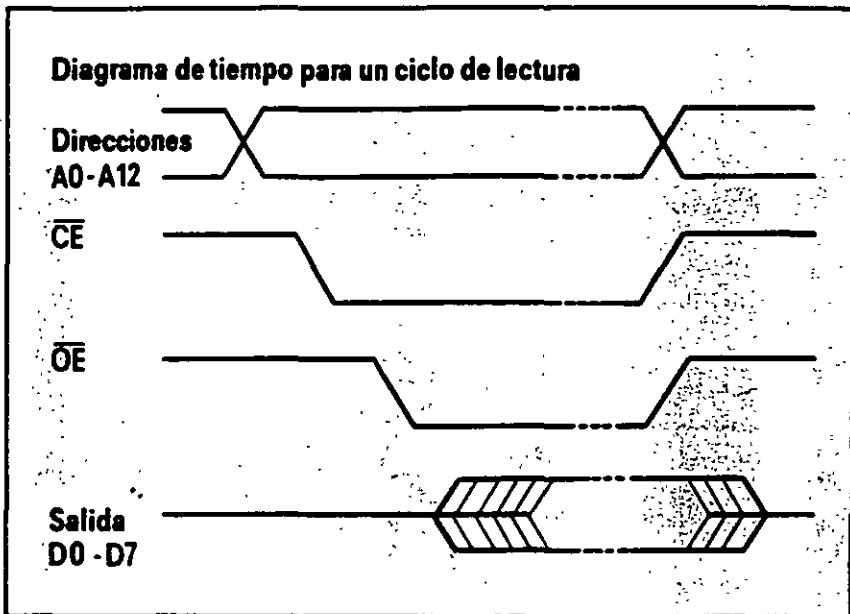
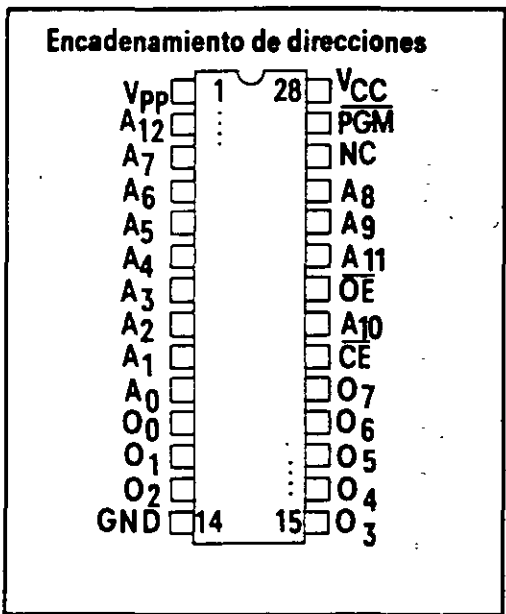
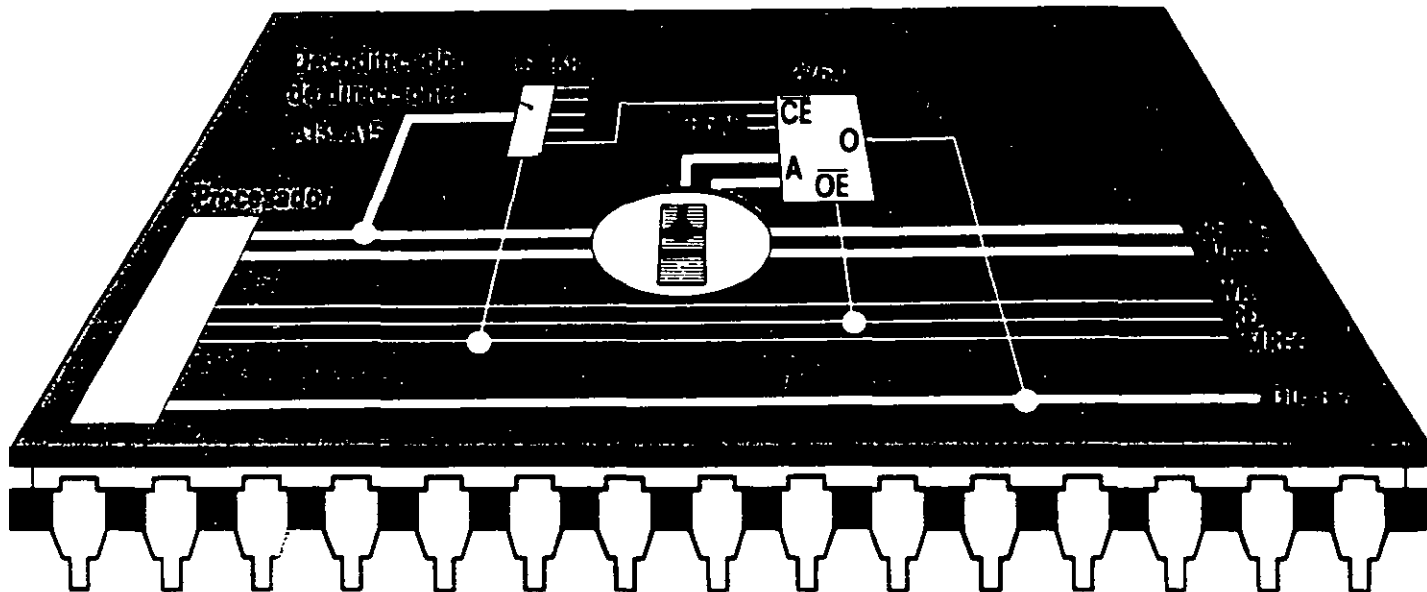
## **APLICACIONES PRINCIPALES DE LOS MICROPROCE- SADORES.**

- 1. CONTROL Y MEDICION**
- 2. COMPUTADORAS**  
**PROCESAMIENTO DE INFORMACION.**  
**SISTEMA DE COMUNICACION.**



-36-

## Funcionamiento de la microcomputadora y su estructura bus



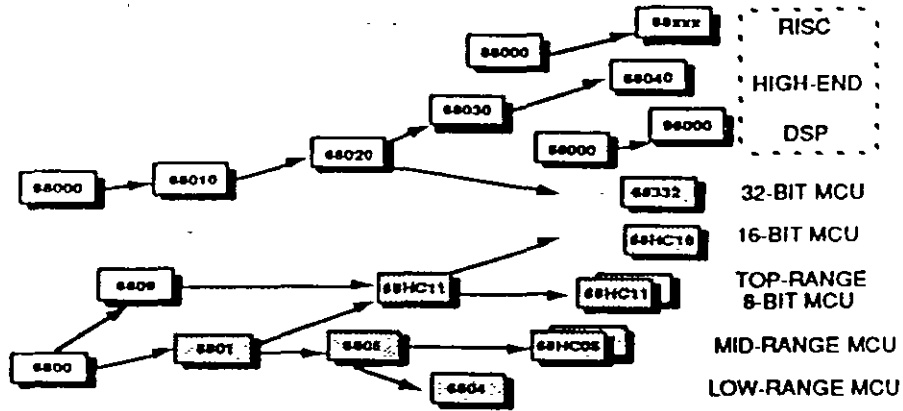
## Selección de una memoria de sólo lectura tomando como ejemplo una EPROM de 8Kbit x 8

## FAMILIA INTEL.

FECHA	MODELO	B.DATOS	RELOJ	TRANSIS.	PIN	MEMORIA	OBSERVACIONES
1971	4004	4 BITS					PRIMER MICROPROSA.
1972	4040	4 BITS					
1973	8008	8 BITS				16 KB.	
1974	8080	8 BITS				64 KB.	
1976	8085	8 BITS				128 KB.	
1978	8086	16 BITS	8 MHZ	27000	40P DIN	20=1 MB.	V30 SEGUNDA FUENTE.
1979	8088	8 BITS	88-1 5MHZ 88-2 8MHZ	29000	40P DIP	20=1 MB	V20 NO LOTUS 1-2-3 V3.0
1982	80286	16 BITS	6-8-10-12 20 MHZ	120000	PGA PLCC	24=16MB	MULTITAREAS M.EXTEN. MODALIDAD PROTE. Y REAL.
1982	80188						
1985	80386DX	32 BITS	40 MHZ	275000	PGA	32=4096MB	M. VIRTUAL, MULTITA.
1988	80386SX	32 BITS	20-25-33M	260000	PGA	24=16MB	COMPATIBLE CON 80286.

1989	80486DX	32 BITS	50 MHZ	1200000	PGA	80386+CONTROL+CACHE 80385+COPROCESADOR. SIN CACHE
1990	80386SL	5 VOLT	20-25 MHZ			CON CACHE 8KB.
	80386SLC	3.3 VOLT	20 MHZ			SIN COPROCESADOR.
1991	80486SX	32 BITS	25-33 MHZ	1200000	PGA	
1992	80486DX2	OVERDRIVE				
1992	80486SL	BAJA CORRIENTE.				
1993	PENTIUM	64 BITS	60-66MHZ	3200000	273PIN	SMM(ADMON. DE SISTE- MA) 16KC. COPROC. INT.

## Microprocessor Products Group Product Portfolio

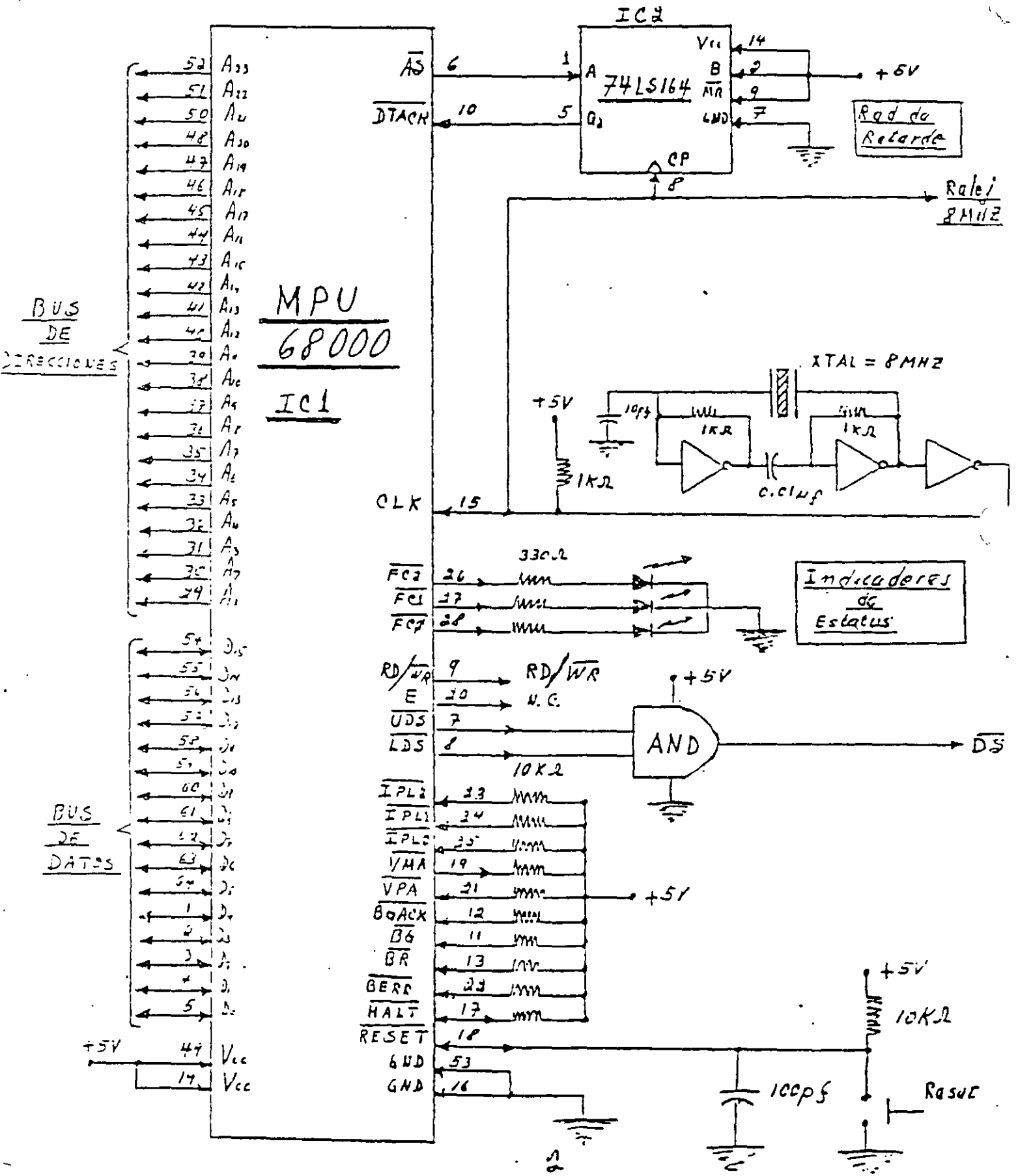


## Technology

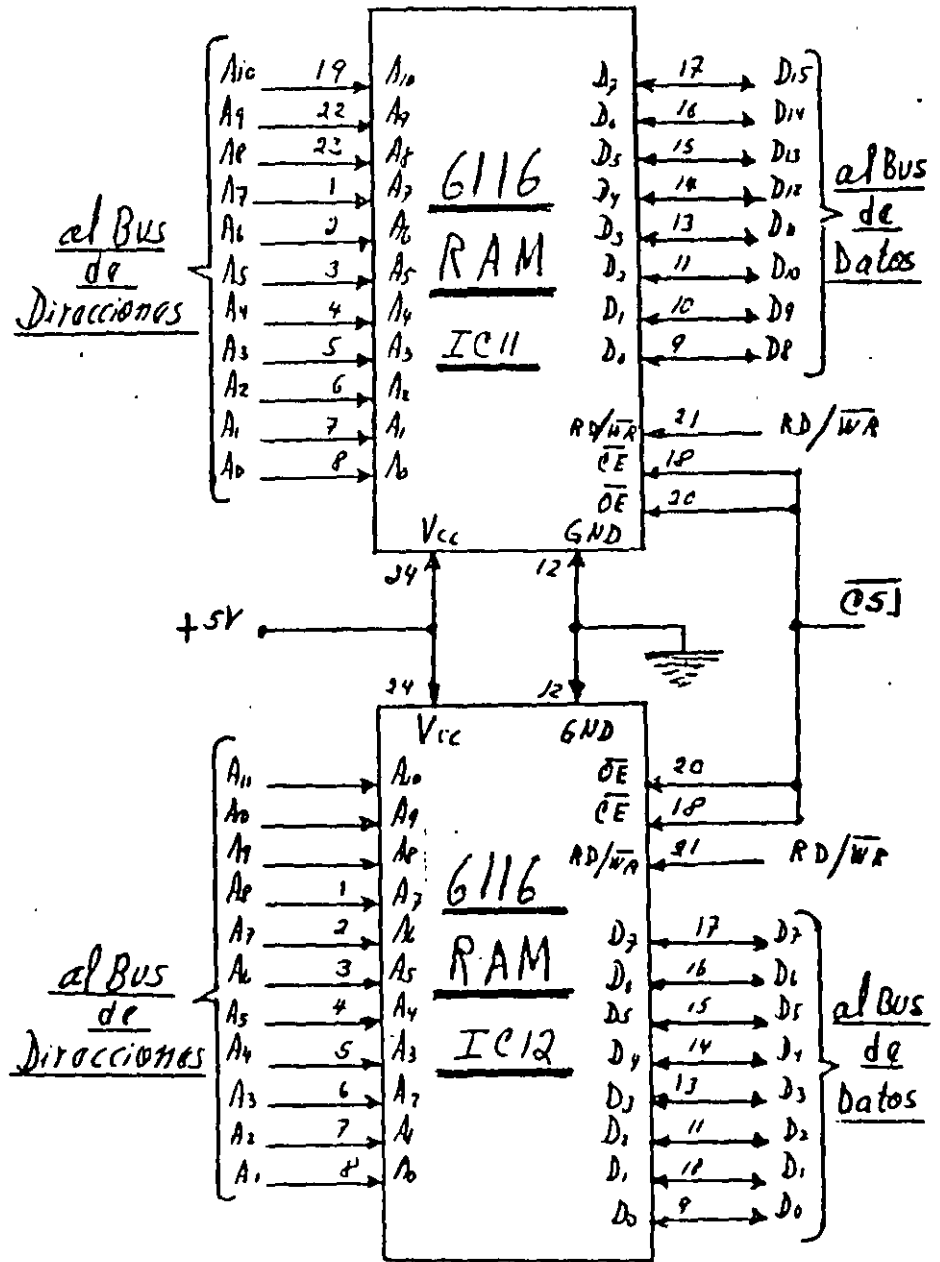
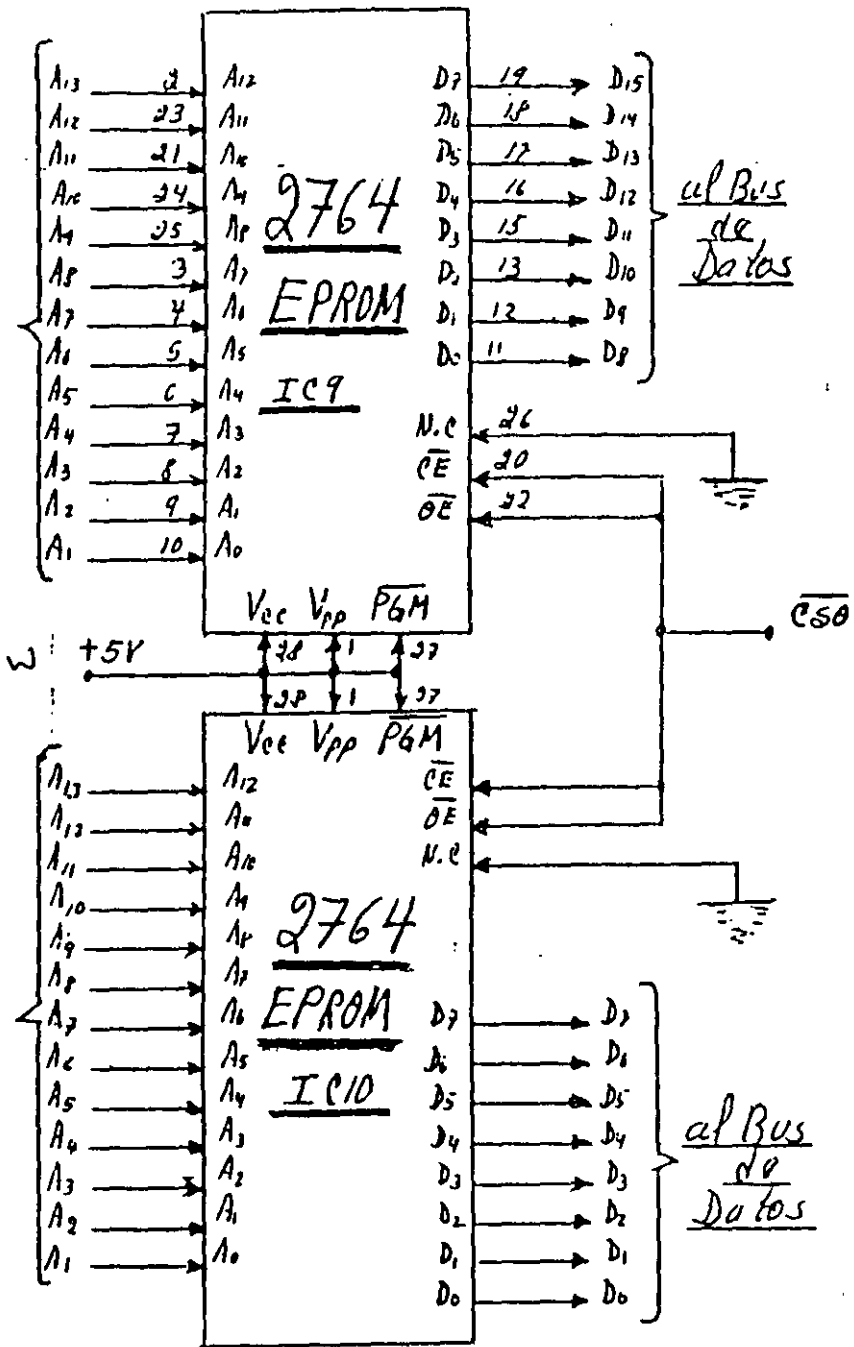
Introduction	1984	1989	1992	1995
Geometry (µm)	2.0	1.0	.6-.5	.5-.25
Clock Freq (MHz)	16	50	100	300
Transistors	190K	1500K	6000K	15 M
Technology	SLM HCMOS	DLM HCMOS	TLM BI-CMOS	TLM BI-CMOS
Die size	360 mils	550 mils	600 mils	650 mils
Pin Count	114	180+	250+	400+

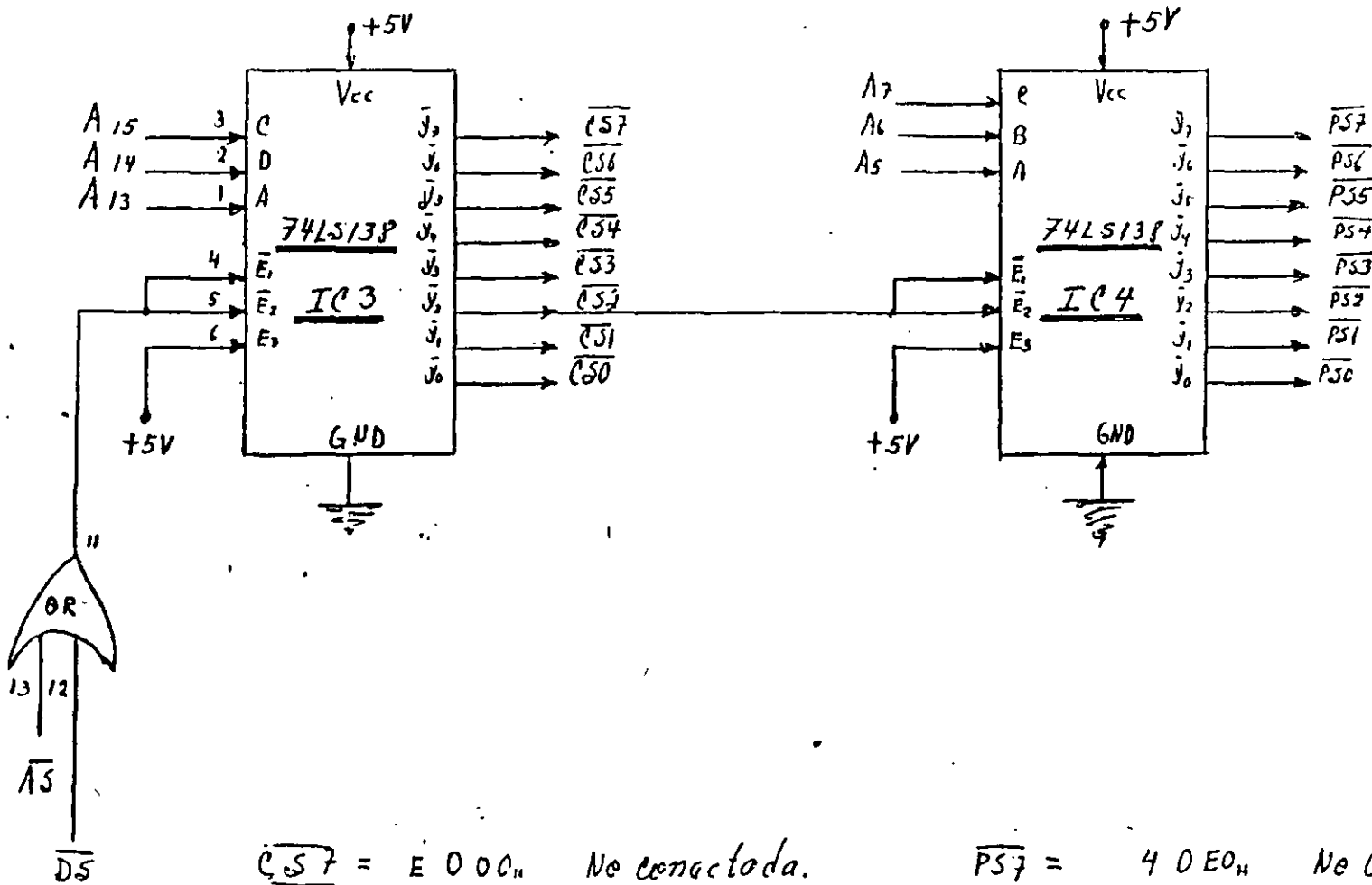


# Sistema Mnimo del Microprocesador 6800



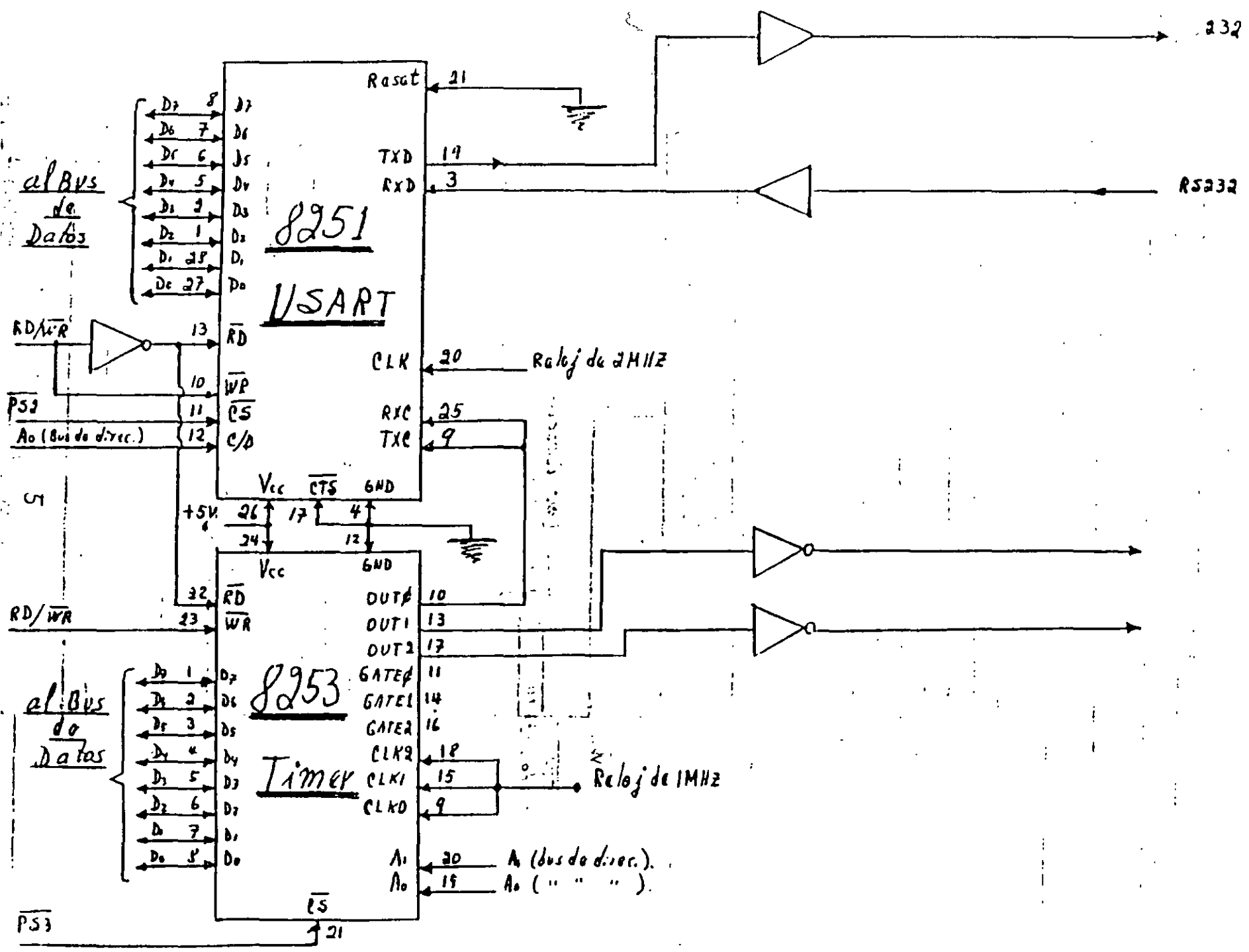




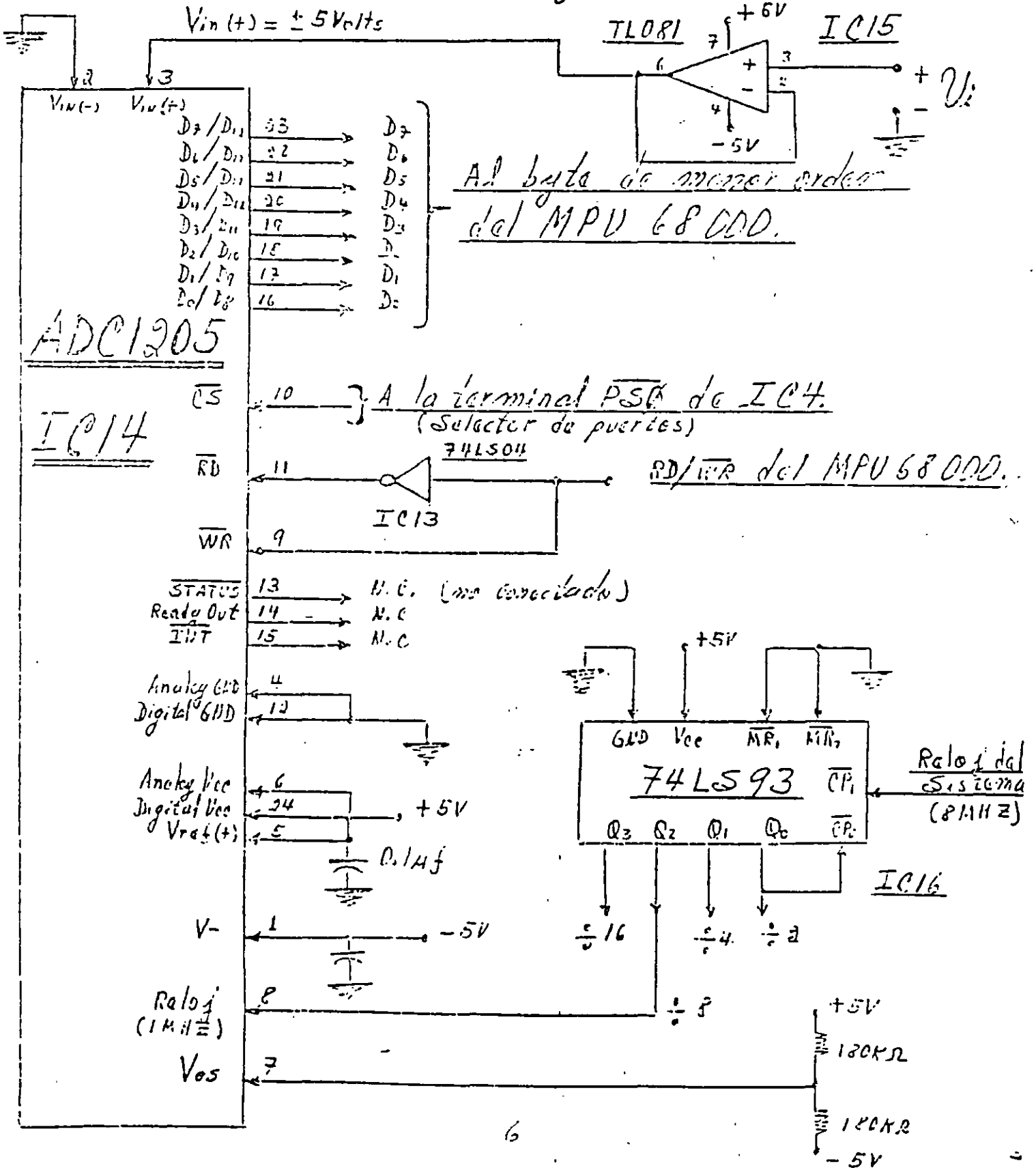


$\overline{CS7}$	=	E 0 0 0 <sub>H</sub>	No conectada.
$\overline{CS6}$	=	C 0 0 0 <sub>H</sub>	" "
$\overline{CS5}$	=	A 0 0 0 <sub>H</sub>	" "
$\overline{CS4}$	=	8 0 0 0 <sub>H</sub>	" "
$\overline{CS3}$	=	6 0 0 0 <sub>H</sub>	" "
$\overline{CS2}$	=	4 0 0 0 <sub>H</sub>	Puertos de E/S.
$\overline{CS1}$	=	2 0 0 0 <sub>H</sub>	RAM.
$\overline{CS0}$	=	0 0 0 0 <sub>H</sub>	Monitor.

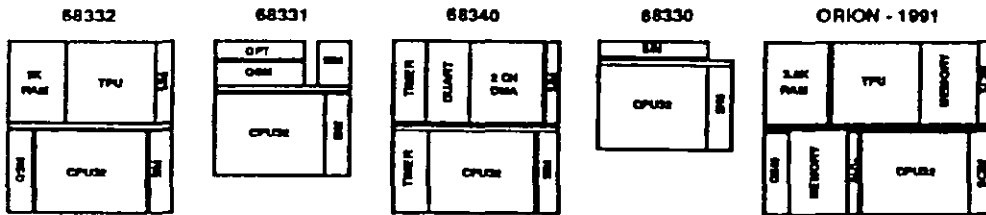
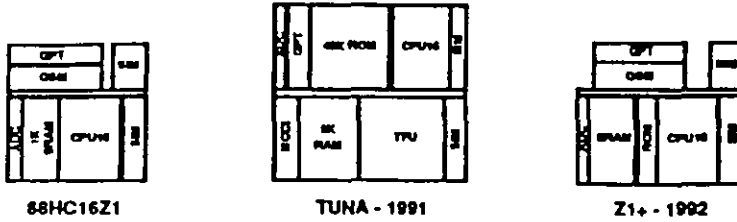
$\overline{PS7}$	=	4 0 E 0 <sub>H</sub>	No Conectado.
$\overline{PS6}$	=	4 0 C 0 <sub>H</sub>	" "
$\overline{PS5}$	=	4 0 A 0 <sub>H</sub>	" "
$\overline{PS4}$	=	4 0 8 0 <sub>H</sub>	" "
$\overline{PS3}$	=	4 0 6 0 <sub>H</sub>	" "
$\overline{PS2}$	=	4 0 4 0 <sub>H</sub>	" "
$\overline{PS1}$	=	4 0 2 0 <sub>H</sub>	Convertidor D/A.
$\overline{PS0}$	=	4 0 0 0 <sub>H</sub>	Convertidor A/D.



# Convertidor Analógico-Digital de 12 bits, Con un bit "D<sub>12</sub>" indicador de Signo de Polaridad.



## 16 / 32-Bit Family Plan



MOTOROLA

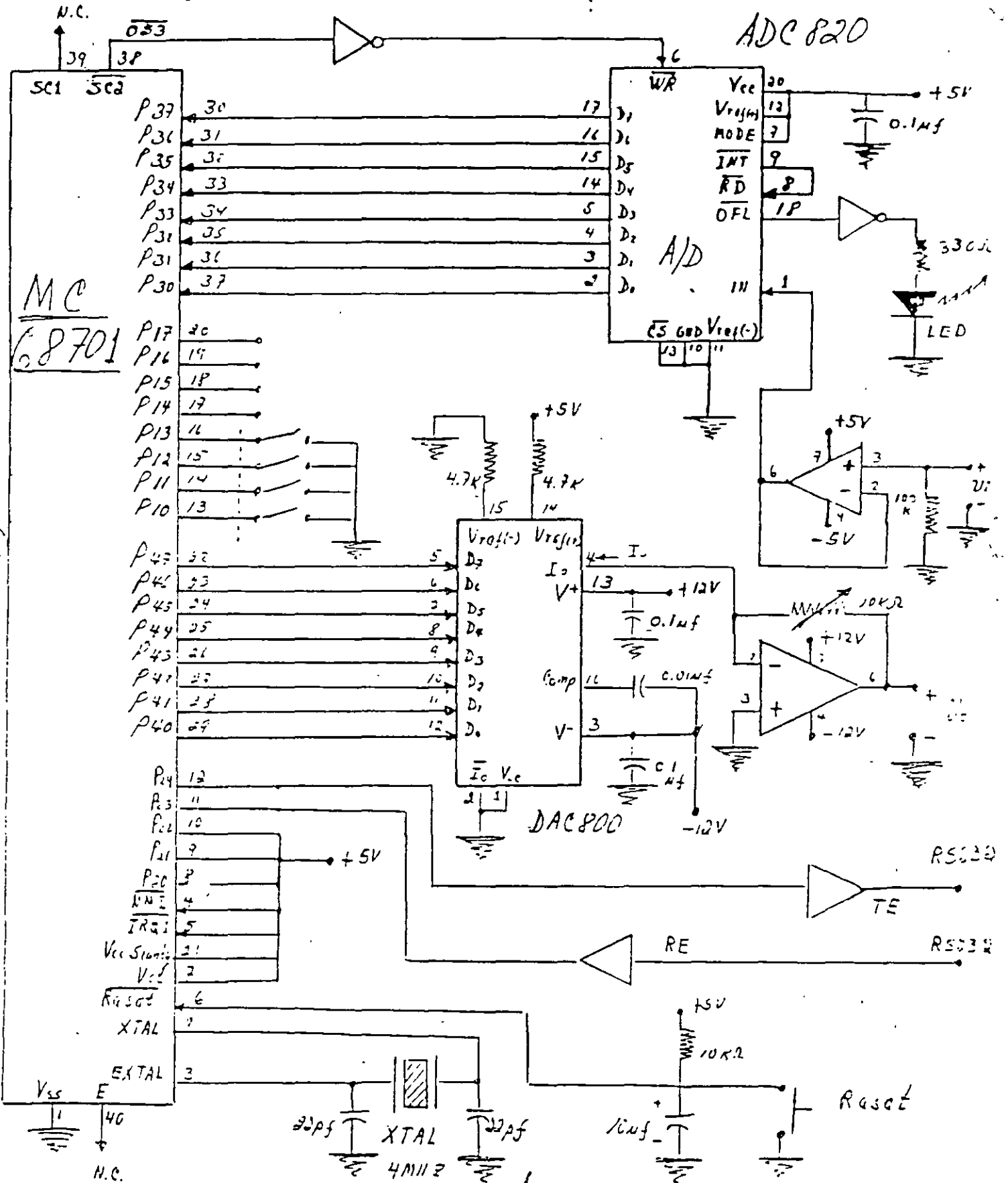
## Motorola Microcontrollers

<u>Family</u>	<u>Characteristics</u>
68HC05	Lowest Cost 8-Bit , Versatile Functions, CSIC
68HC11	High Performance 8-Bit, Complex Functions, EEPROM
68HC16	16-Bit Extension Of 68HC11, Modular Design, DSP
68300	32-Bit Performance, Modular Design, Intelligent Peripherals



MOTOROLA

# Configuración en Modo 7 del 1a MCU68701 con Convertidores A/D y D/A o Interface para Puerto Serie



## **METODOLOGIA DE MANTENIMIENTO DE CIRCUITOS Y SISTEMAS.**

- PASO 1. OBSERVAR Y OLER TARJETAS (NO TOCAR COMPONENTES SIN PROTECCION).**
- PASO 2. LIMPIAR TARJETAS.  
(USAR PULSERA ANTIESTATICA O CONECTAR LA TARJETA, A VOLTAJE Y TIERRA EN CASO DE CIRCUITOS CMOS).**
- PASO 3. VERIFICAR TIERRAS Y VOLTAJES.**
- PASO 4. CARACTERIZAR A LOS CIRCUITOS.**
- PASO 5. EN CASO DE TENER MANUAL DEL EQUIPO, REVISAR LOS PUNTOS DE PRUEBA, DE LA SALIDA A LA ENTRADA.**
- PASO 6. EN CASO DE NO TENER MANUAL DEL EQUIPO, VERIFICAR LAS TABLAS DE VERDAD DE LOS CIRCUITOS DIGITALES O ENTRADA/SALIDA DE LOS CIRCUITOS LINEALES.**
- PASO 7. CAMBIAR LOS COMPONENTES EN FORMA ALEATORIA.**
- PASO 8. CAMBIAR LA TARJETA (BAJO CONTRATO SOLICITAR DESCUENTO POR LA NUEVA TARJETA AL REGRESAR LA MALA).**

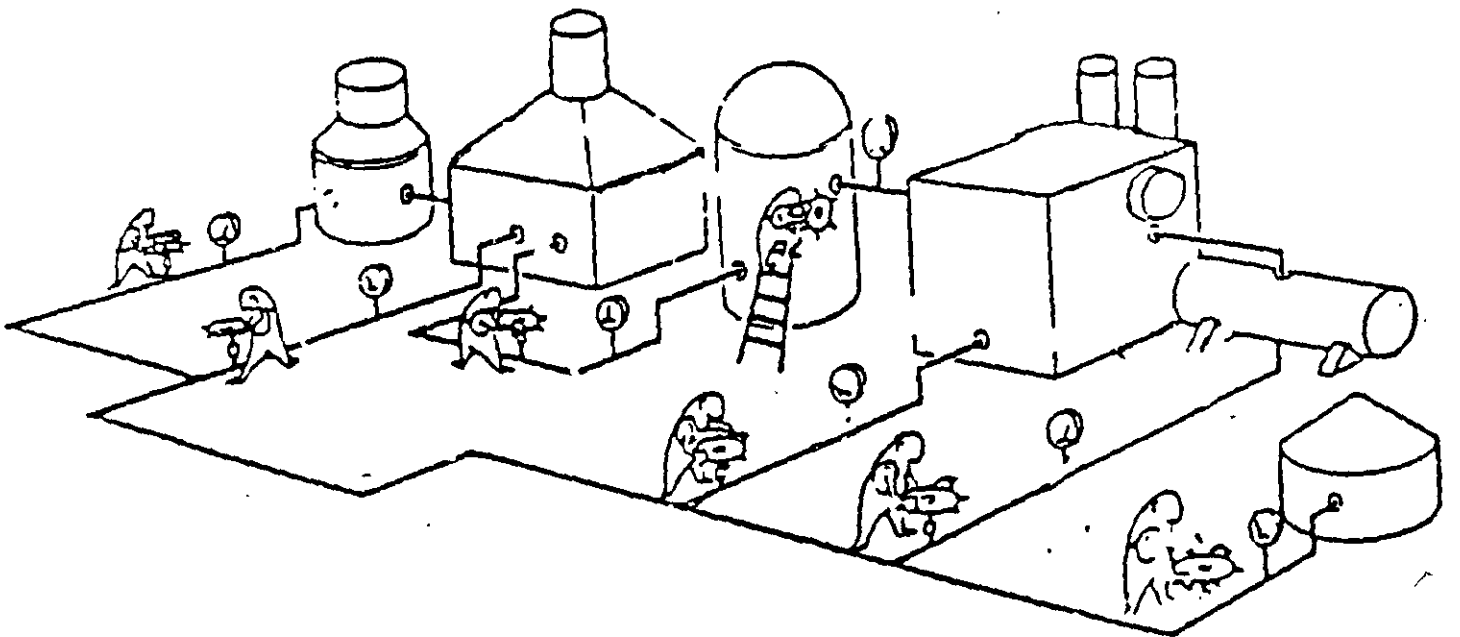
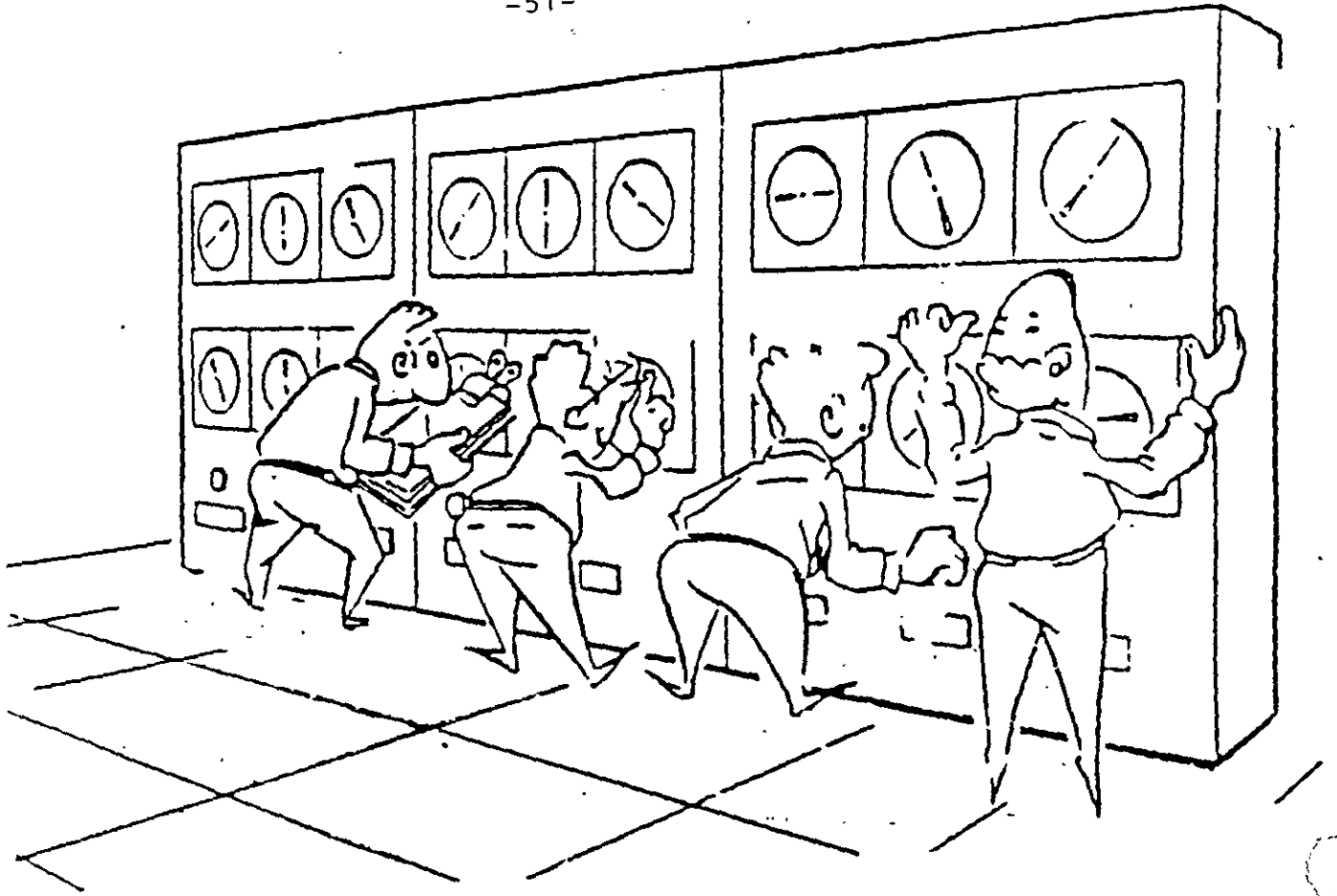
- RESPECTIVO DESQUELLO POR BUEN DE EJERCICIO
- BAZO 1: EN CASO DE NO PODER REPARARLA, CAMBIARLA POR UNA NUEVA CON SU
- BAZO 2: DAR MANTENIMIENTO A LA TABLETA MUY BUENA RESERVARLA
- BAZO 3: QUITAR TABLETA Y CAMBIARLA POR UNA BUENA
- BAZO 4: COBRAR DE NUEVO EL SOFTWARE DE DIAGNOSTICO Y LOS MENSUALES
- BAZO 5: AL PROCEDIMIENTO
- BAZO 6: DAR CONTACTOS, TERMINALES DE LA TABLETA Y INSTALAR DE ACUERDO
- BAZO 7: DIAGNOSTICO
- BAZO 8: COBRAR SOFTWARE DE MANTENIMIENTO Y OBSERVAR LOS MENSUALES DE
- BAZO 9: VERIFICAR EL SUMINISTRO DE ENERGIA EN LAS TABLETAS Y SISTEMAS

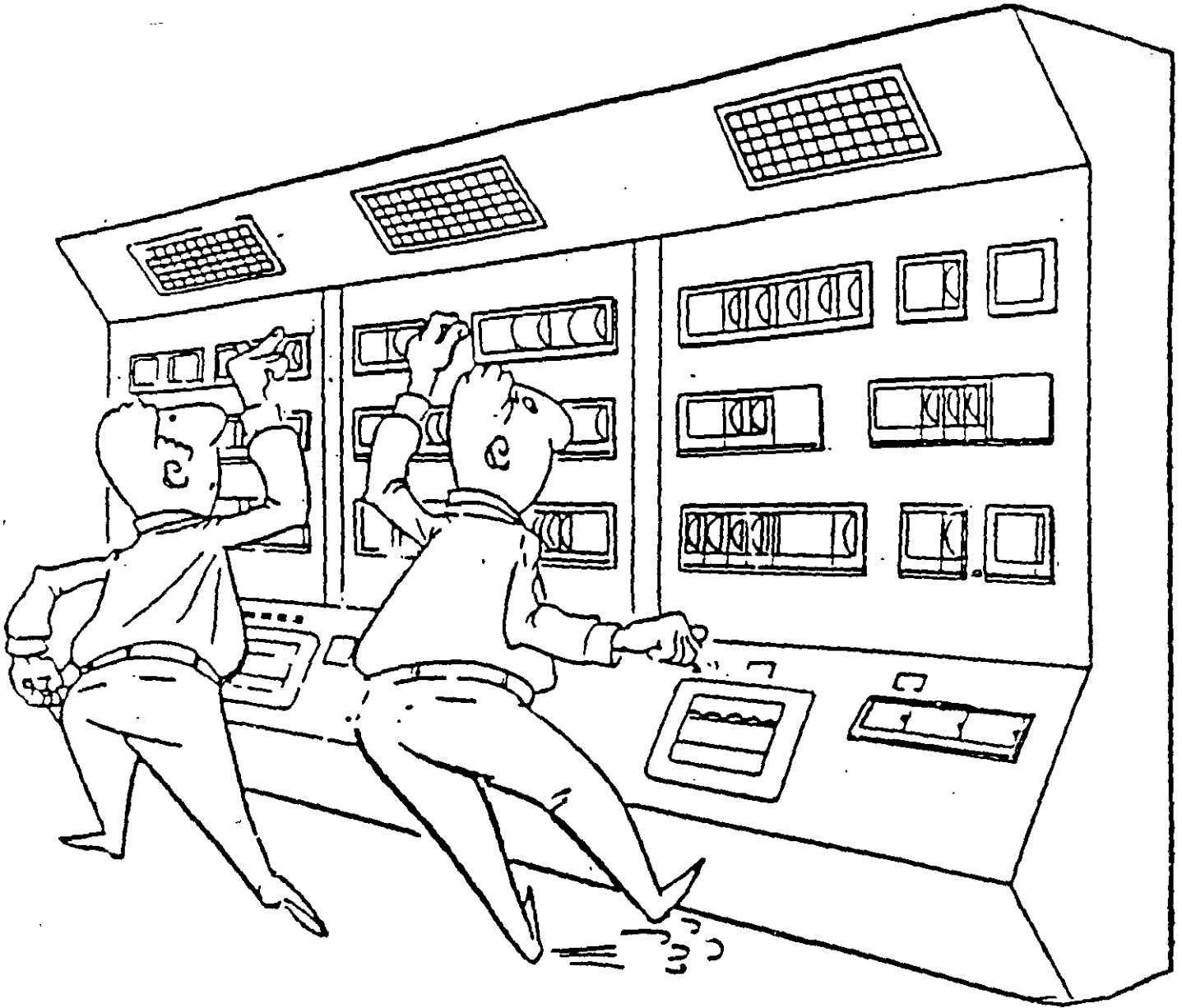
SOFTWARE DE DIAGNOSTICO  
 METODOLOGIA DE MANTENIMIENTO EN CIRCUITOS Y SISTEMAS QUE TIENEN

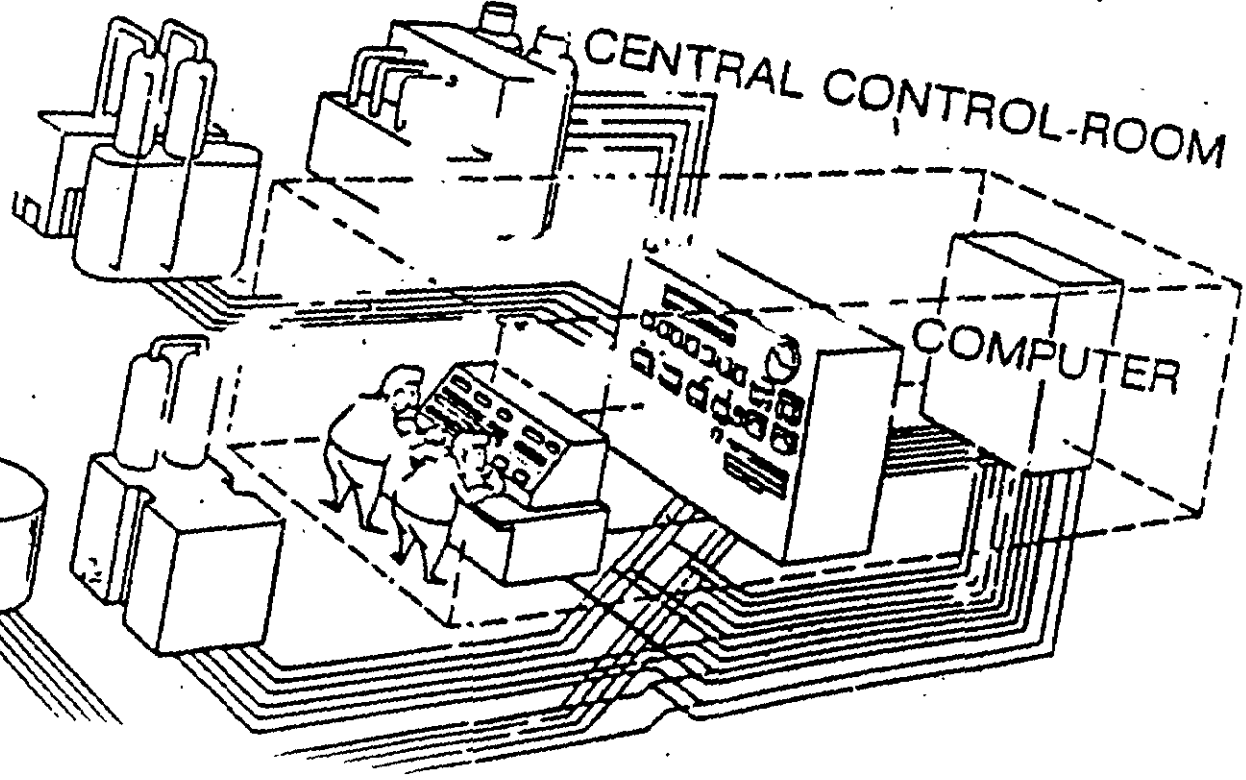
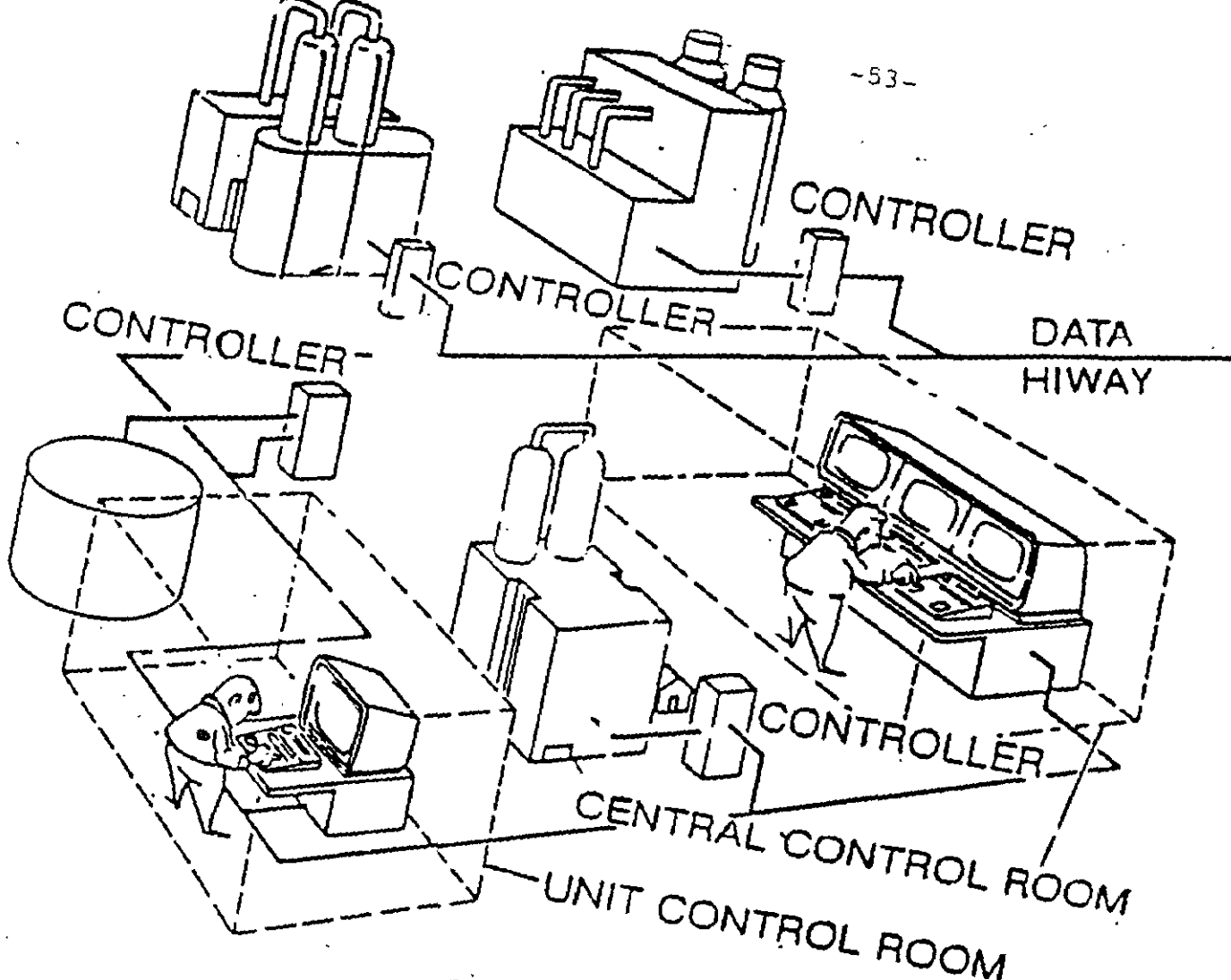


## EVOLUCION DE LOS SISTEMAS DE CONTROL.

DECADA.	NOMBRE	F. DE OPERACION.	F. DE MANTENIMIENTO
30'S	CONTROL MANUAL.	SINTONIZACION O ENTONACION HUMANA.	PROCEDIMIENTOS DE MANTTO. MANUALES, EQUIPOS Y REFAC- CIONES.
40'S	C. CENTRALIZADO SUPER- VISORIO CON INSTRUMEN- TACION NEUMATICA.	SINTONIZACION O ENTONACION HUMANA.	PROCEDIMIENTOS DE MANTTO. MANUALES, EQUIPOS Y REFAC- CIONES.
50'S	C. CENTRALIZADO SUPER- VISORIO CON INSTRUMEN- TACION ELECTRONICA A.	SINTONIZACION O ENTONACION HUMANA ( M. DE 1/4 DE CICLO ).	PROCEDIMIENTOS DE MANTTO. MANUALES, EQUIPOS Y REFAC- CIONES.
60'S	CONTROL DIGITAL DIRECTO	SINTONIZACION DEL SISTEMA CON SUPERVI- SION HUMANA.	SEÑALIZACION DE FALLAS. CAMBIO DE TARJETAS. PROCEDIMIENTOS DE MANTTO
70'S	CONTROL DISTRIBUIDO	SINTONIZACION DEL SISTEMA CON SUPERVI- SION HUMANA.	SEÑALIZACION DE FALLAS. SOFTWARE DE MANTTO. CAMBIO DE TARJETAS. PROCEDIMIENTOS BAJO NORMA
80'S	CONTROL AVANZADO.	AUTOSINTONIZACION, PREDICION Y OPTIMIZA- CION	SOFTWARE DE MANTTO. PROCEDIMIENTOS DE CALIDAD ISO 9000
90'S	INTEGRACION.	AUTOSINTONIZACION, PREDICION, OPTIMIZA- CION Y SIMULACION DE PROCESOS.	SOFTWARE DE MANTTO. PROCEDIMIENTOS DE CALIDAD MANUALES Y AUDITORIAS ISO 14000.







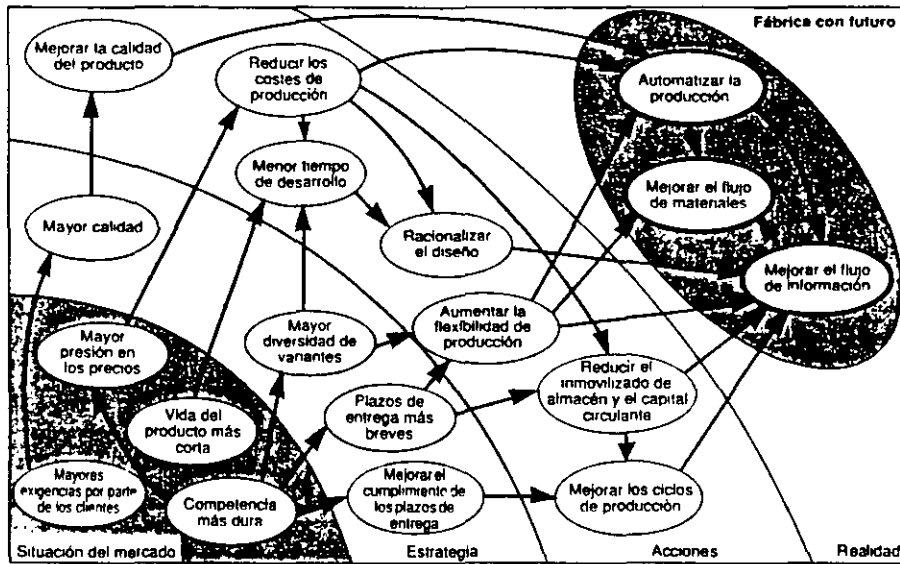
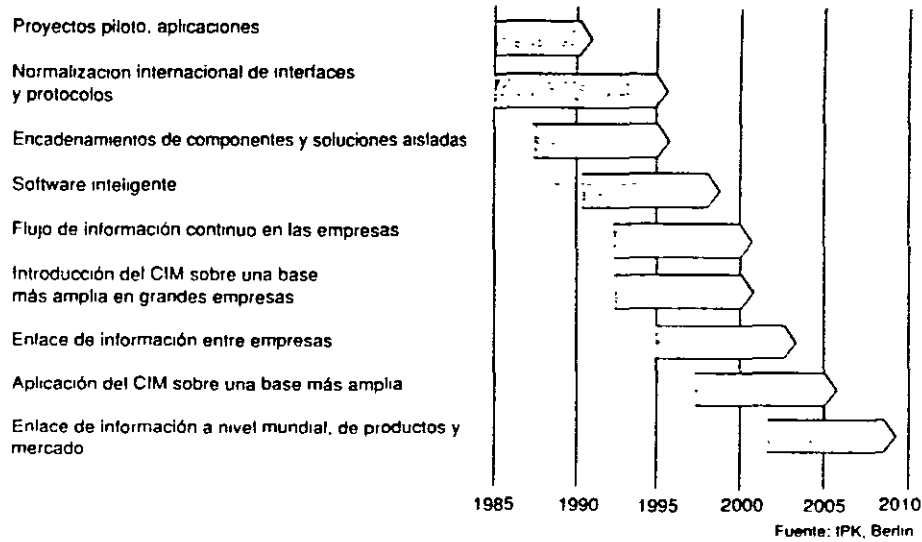


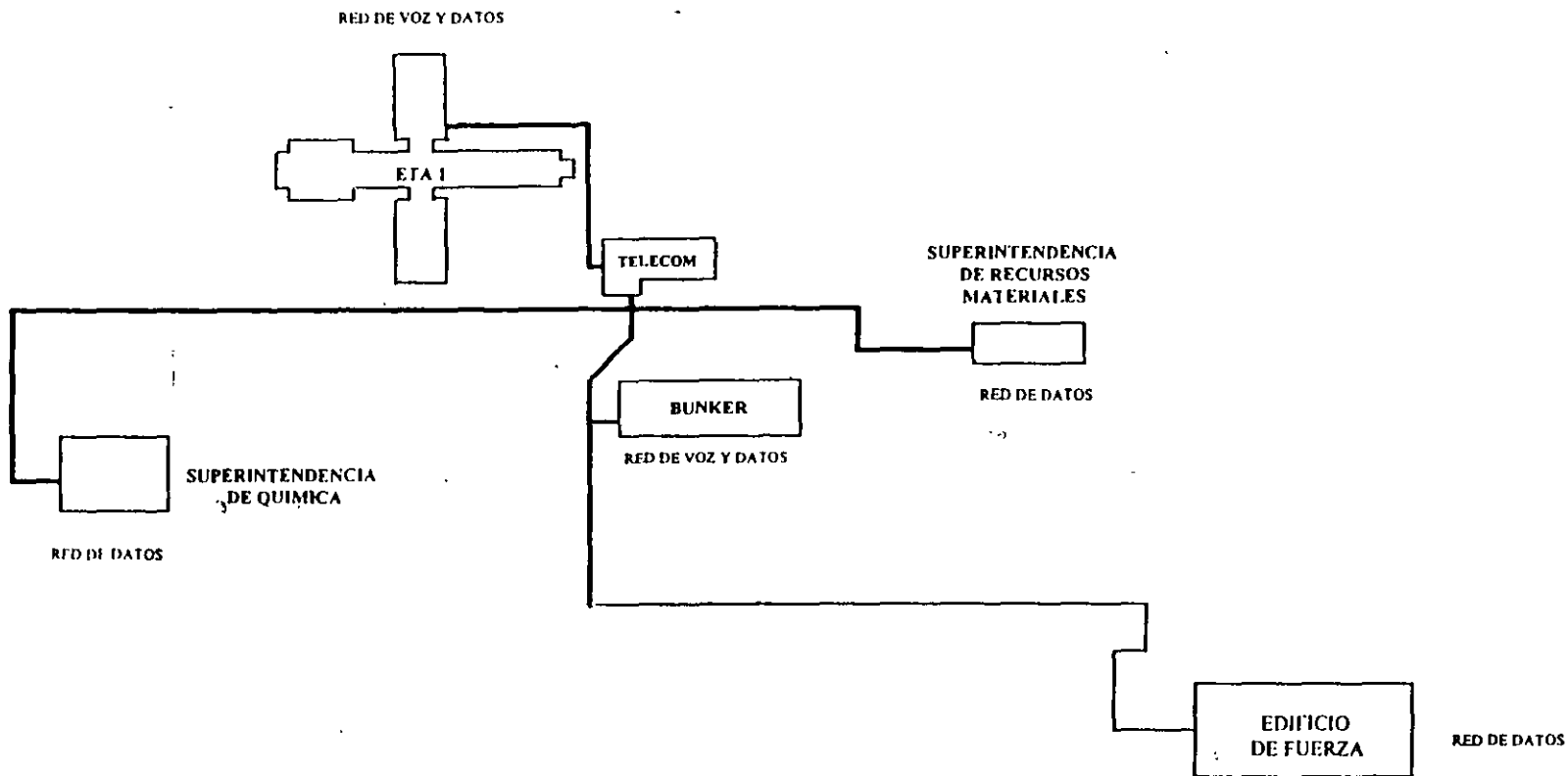
Fig. 1.1-1: El nacimiento del concepto CIM.

I ¿Qué es CIM? ¿Por qué CIM?



**Fig. 1.2-1: Etapas de integración del CIM (a nivel mundial).**

El IPK (Instituto para Instalaciones de Producción y Técnica de Diseño, Berlín) ha publicado un informe relativo a los intentos internacionales de normalización, en el que aporta una visión de conjunto sobre las fechas en las que se pueden alcanzar a nivel mundial las distintas etapas del CIM.

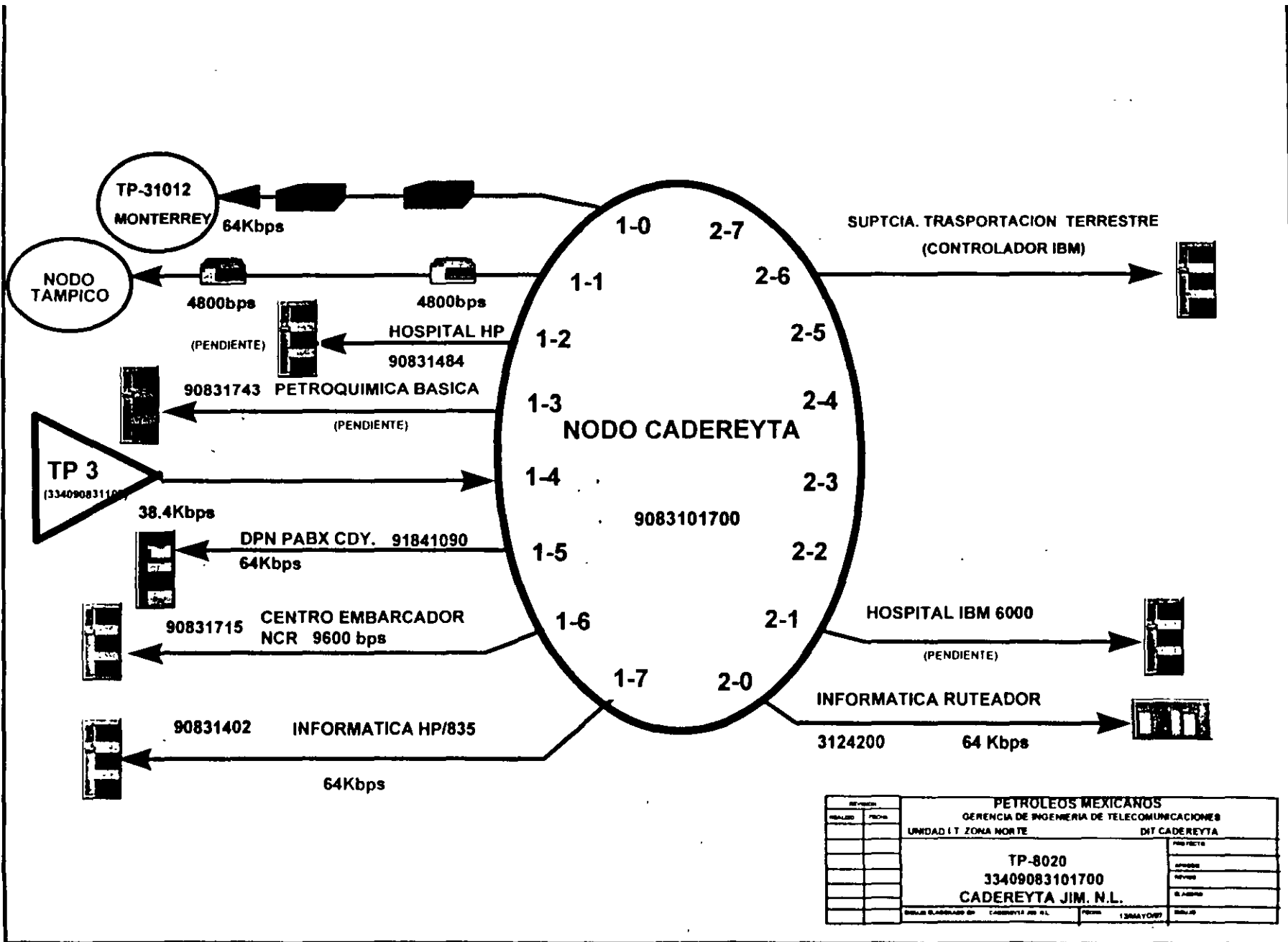


—  
**TRAYECTORIA DE LA RED**  
**(CABLE TELEFONICO Y FIBRA OPTICA)**

<b>PETROLEOS MEXICANOS</b>			
REFINERIA ING. HECTOR R. LARA SOSA			
DEPTO. DE INGENIERIA DE TELECOMUNICACIONES CADEREYTA			
PLANO DE RED DE PLANTA EXTERNA EN LA REFINERIA DE CADEREYTA			
DIB. ING. EJGR	ELAB. ING. IAAS	REV. ING. CBC	AUT. ING. AGC
ESC. S/E	ACOT. cms	FECHA: 17/ENE/97	No. PLANO.SCE-RC-05







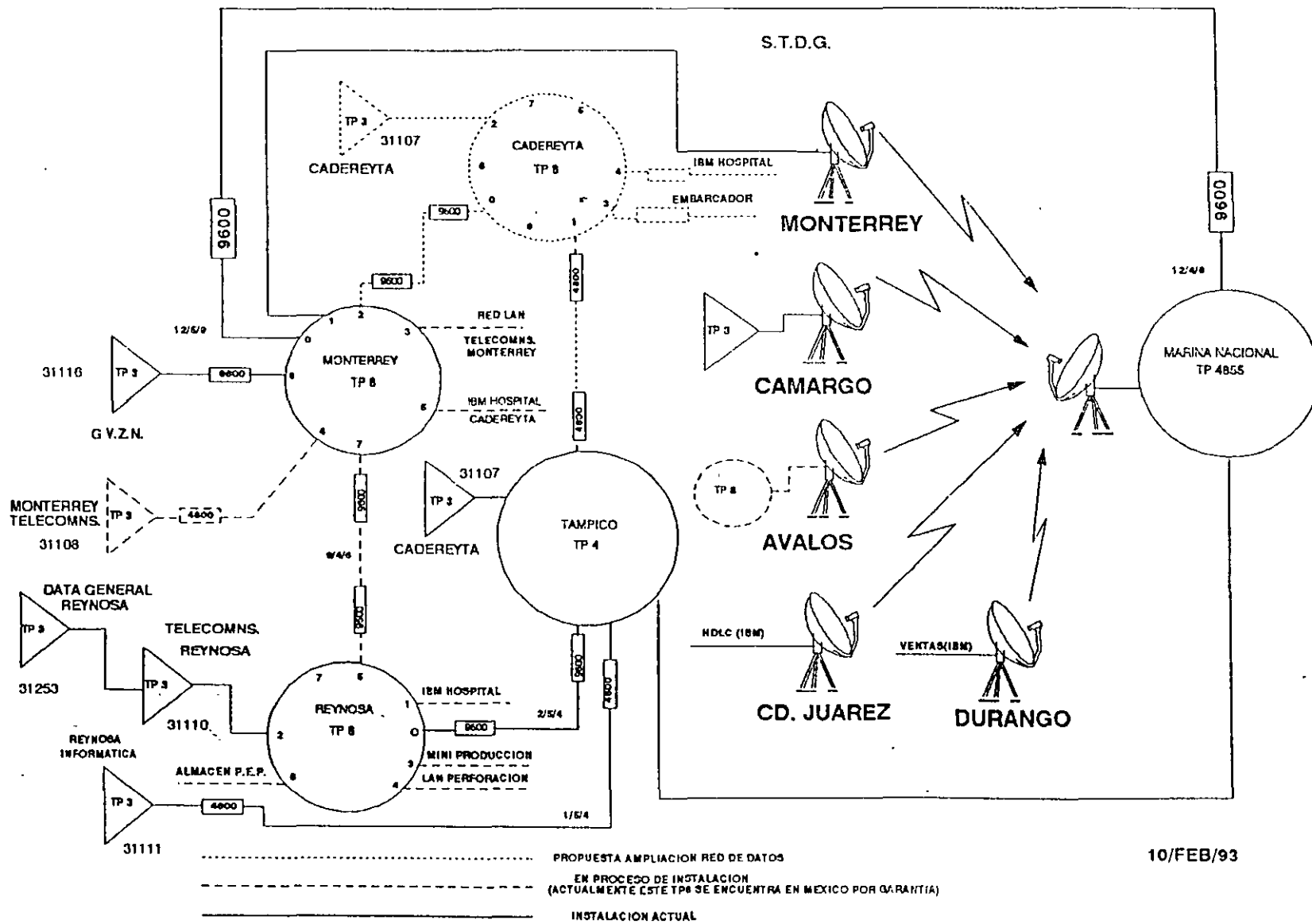
REVISION		FECHA	

**PETROLEOS MEXICANOS**  
GERENCIA DE INGENIERIA DE TELECOMUNICACIONES  
UNIDAD I.T ZONA NORTE      DIT CADEREYTA

**TP-8020**  
**33409083101700**  
**CADEREYTA JIM. N.L.**

REG. BLANCO DE CADEREYTA JIM. N.L.      FECHA 13MAY07      REG. 0010

# PROPUESTA AMPLIACION RED DE DATOS U.I.T. ZONA NORTE



## **NIVELES DE AUTOMATIZACION EN DIFERENTES EQUIPOS O SISTEMAS.**

### **CONTROL DISTRIBUIDO.**

- 1. NIVEL CONVENCIONAL.**
- 2. NIVEL SUPERVISORIO.**
- 3. NIVEL GERENCIAL.**

### **CONTROLADORES LOGICOS PROGRAMABLES O P.L.C.**

- 1. NIVEL DE MANDOS INDIVIDUALIZADOS (MAQUINAS Y PROCESOS).**
- 2. NIVEL DE MANDO CENTRALIZADO.**
- 3. NIVEL DE GESTION DE LA PRODUCCION.**
- 4. NIVEL DE PLANIFICACION Y CONTROL DE LA PRODUCCION.**

### **EN GENERAL.**

- 1. RED DE CAMPO (PROFIBUS, MODBUS, ETC.).**
- 2. RED DE CONTROL O PROCESO ( RED LAN ).**
- 3. RED DE INFORMACION O GERENCIAL ( RED WAN ).**

## EVOLUCION DE LA AUTOMATIZACION INDUSTRIAL

### REVOLUCION AGRICOLA      MEDIADOS DEL SIGLO XVIII

1. ROTACION DE CULTIVOS
2. MAQUINAS QUE PERMITEN SEMBRAR EN LINEA (TRACCION ANIMAL)
3. AUMENTO DE CALIDAD EN EL GANADO

### REVOLUCION INDUSTRIAL      FINAL DEL SIGLO XVIII (1768)

1. INDUSTRIA TEXTIL      (INGLATERRA)
2. MAQUINAS DE VAPOR      (MECANIZACION)
3. INDUSTRIA QUIMICA      (FRANCLA-ALEMANIA)
4. ENERGIA ELECTRICA      (ELECTRIFICACION)

**MECANIZACION:- SUSTITUIR EL MUSCULO HUMANO Y TRACCION ANIMAL POR MAQUINAS MECANICAS**

**ELECTRIFICACION.- SUSTITUIR EL MUSCULO HUMANO Y TRACCION ANIMAL POR MAQUINAS ELECTRICAS**

## **OBJETIVOS Y CONSECUENCIAS.**

### **OBJETIVOS DE LA AUTOMATIZACION.**

- 1. AUMENTAR LA PRODUCTIVIDAD.**
- 2. AUMENTAR LA SEGURIDAD.**
- 3. AUMENTAR LA CALIDAD.**
- 4. LOGRAR FLEXIBILIDAD EN LA PRODUCCION.**
- 5. OPTIMIZAR LOS ALMACENES Y MATERIALES.**
- 6. MEJORAR LA PROTECCION DEL MEDIO AMBIENTE.**
- 7. DISMINUIR COSTOS**

### **CONSECUENCIAS Y COMO AFRONTARLAS.**

- 1. DESEMPLEO TECNOLOGICO**
  - 1.1 CAMBIO DE TRABAJO**
  - 1.2 CAPACITARSE**
  - 1.3 GENERACION DE NUEVAS FUNCIONES.**
- 2. DISMINUCION DE HORAS DE TRABAJO EN PROCESO Y GENERARDO NUEVAS FUNCIONES ADMINISTRATIVAS Y SUPERVISORIAS AL TRABAJADOR**
- 3. DISTRIBUCION A NIVEL MUNDIAL DE LOS SERVICIOS Y MATERIAS PRIMAS.**

## **EQUIPOS Y SISTEMAS PARA AUTOMATIZACION.**

- 1. CONTROL DISTRIBUIDO.**
- 2. SISTEMAS S.C.A.D.A. (SUPERVISION, CONTROL Y ADQUISICION DE DATOS) O. TELEMEDICION.**
- 3. AUTOMATAS PROGRAMABLES O P.L.C. (CONTROLADORES LOGICOS PROGRAMABLES.**
- 4. REDES LAN Y WAN**
- 5. ROBOTS INDUSTRIALES**
- 6. SISTEMAS DE MEDICION COMPUTARIZADOS (C. DE FLUJO ).**

## SISTEMAS DE CONTROL DISTRIBUIDO.

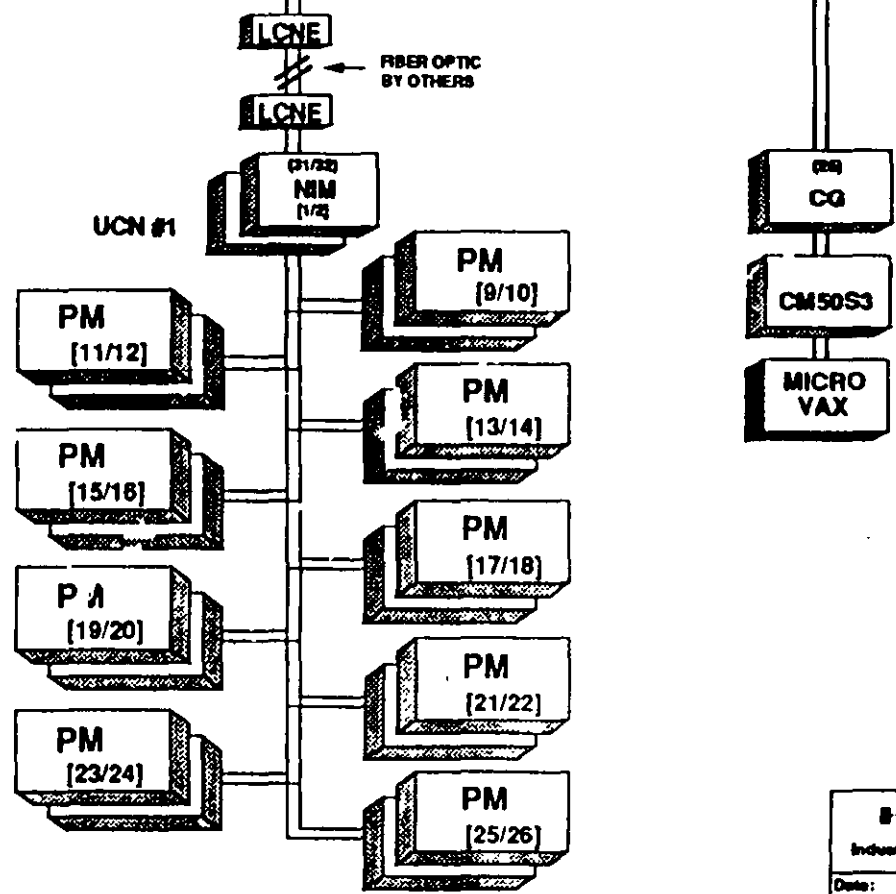
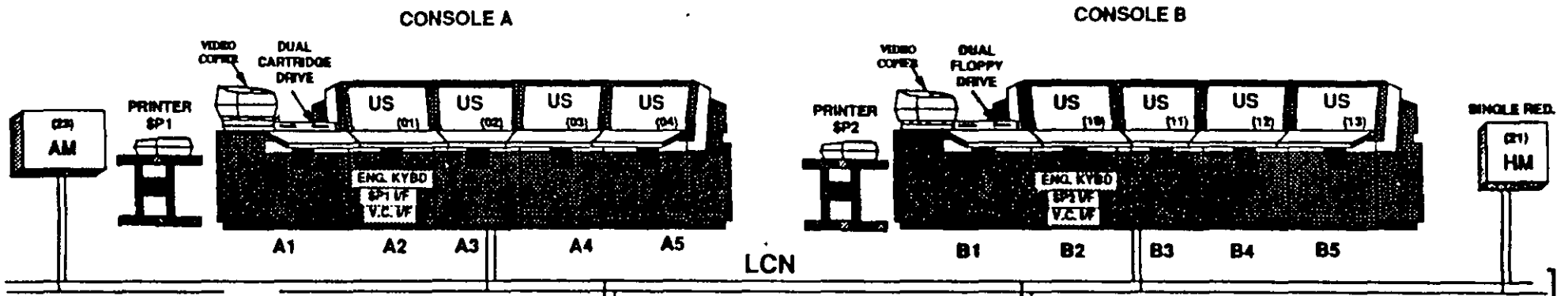
### DEFINICION.

SISTEMA DE REDES, QUE DISTRIBUYEN LA INFORMACION ALREDEDOR DE LA PLANTA. PARA SU PROCESAMIENTO, CONTROL Y MEDICION, CON ALTA SEGURIDAD Y SUPERVICION HUMANA.

### LISTA DE FABRICANTES Y MARCAS DE CONTROL DISTRIBUIDO.

FABRICANTE.	MODELO.
HONEYWELL.	TDC 2000, TDC 3000, TPS.
ASEA BROWN BOVERI (TAYLOR)	MOD. 300.
BAILEY CONTROLS.	NETWORK 90, INFI 90.
FISHER CONTROLS.	PROVOX PLUS.
FOXBORO. (SIEBE).	FOX 3. I/A.
SIEMENS.	TELEPERM ME. TELEPERM XP. PCS S7.
JOHNSON YOKOGAWA.	μXL.

# PEMEX-TULA HIDALGO REFINERY GASOLINE TRAIN #2



### LEGEND

- AM - APPLICATION MODULE
- VM - MEMORY MODULE
- LCN - LOCAL CONTROL NETWORK
- LCNE - LCN EXTENDER LINK
- NIM - NETWORK INTERFACE MODULE
- PM - PROCESS MANAGER
- UCN - UNIVERSAL CONTROL NETWORK
- CG - UNIVERSAL STATION
- CM50S3 - COMMERCIAL KEYBOARD
- SP1 - LCN ADDRESS
- SP2 - UCN ADDRESS

HONEYWELL SUPPLIED	SUPPLIED BY OTHERS
-----------------------	-----------------------

<b>Honeywell</b>		PEMEX-TULA HIDALGO REFINERY	
Industrial Automation & Control		GASOLINE TRAIN #2	
Date:	Rev:	S/D:	PEMEX P.O. #
			DRAWN BY:



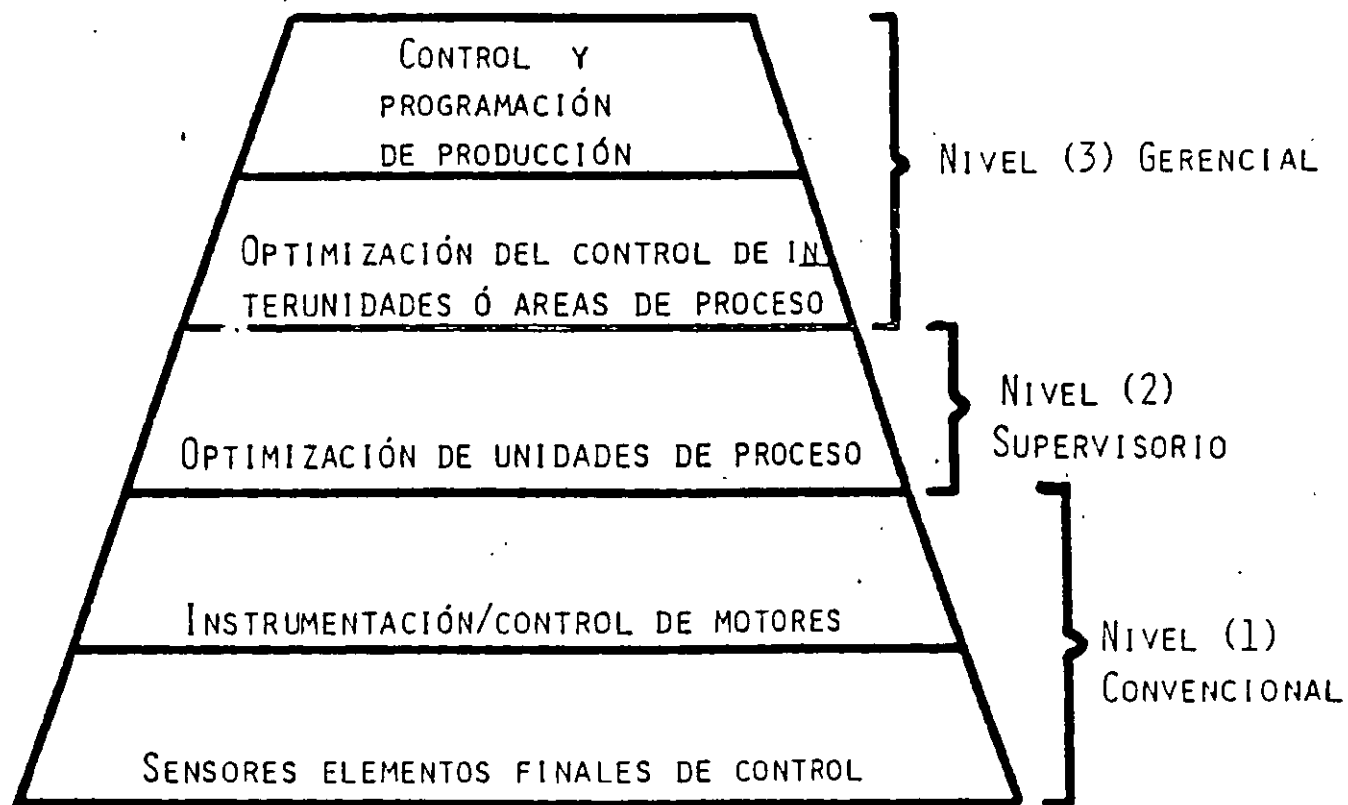
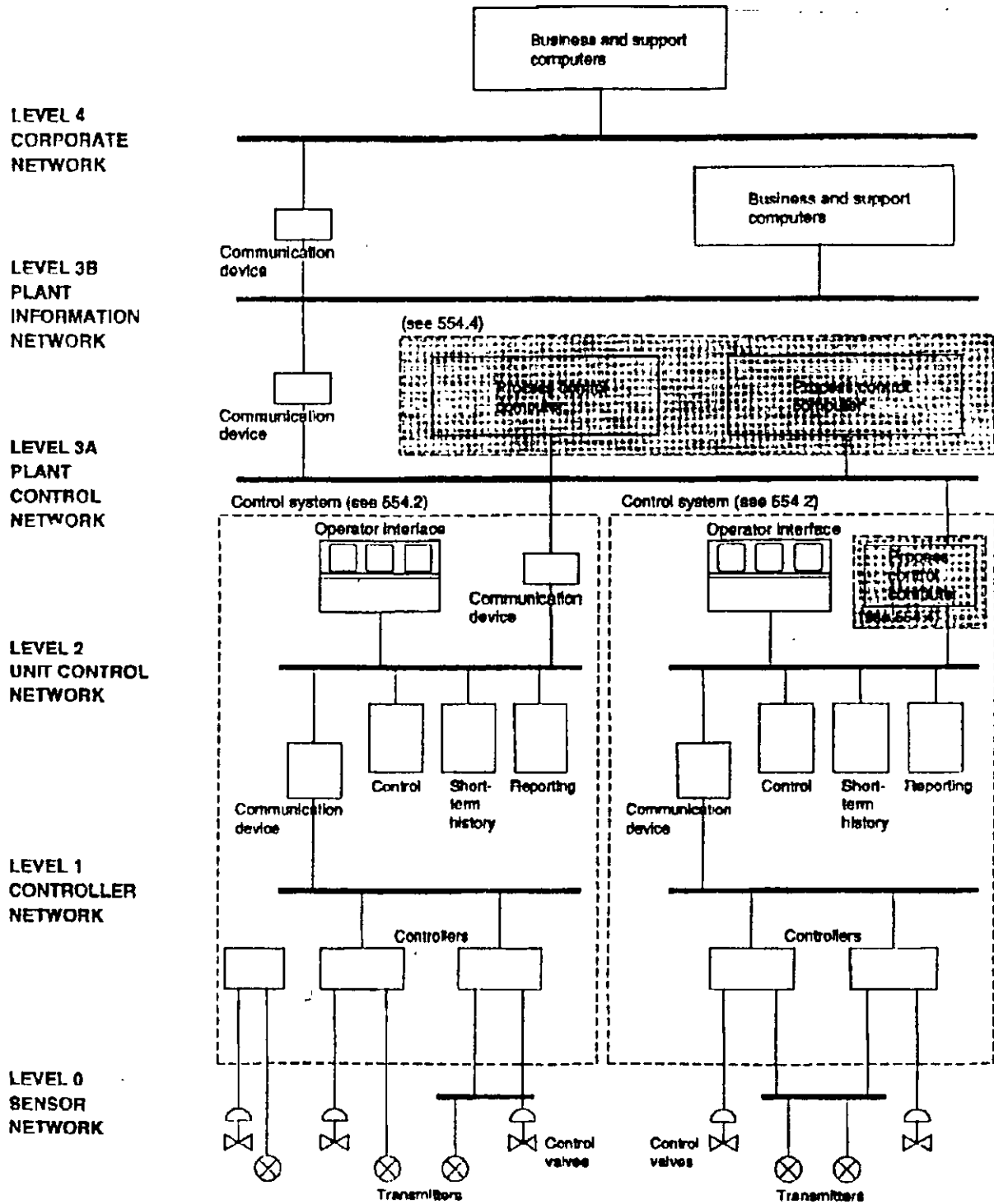
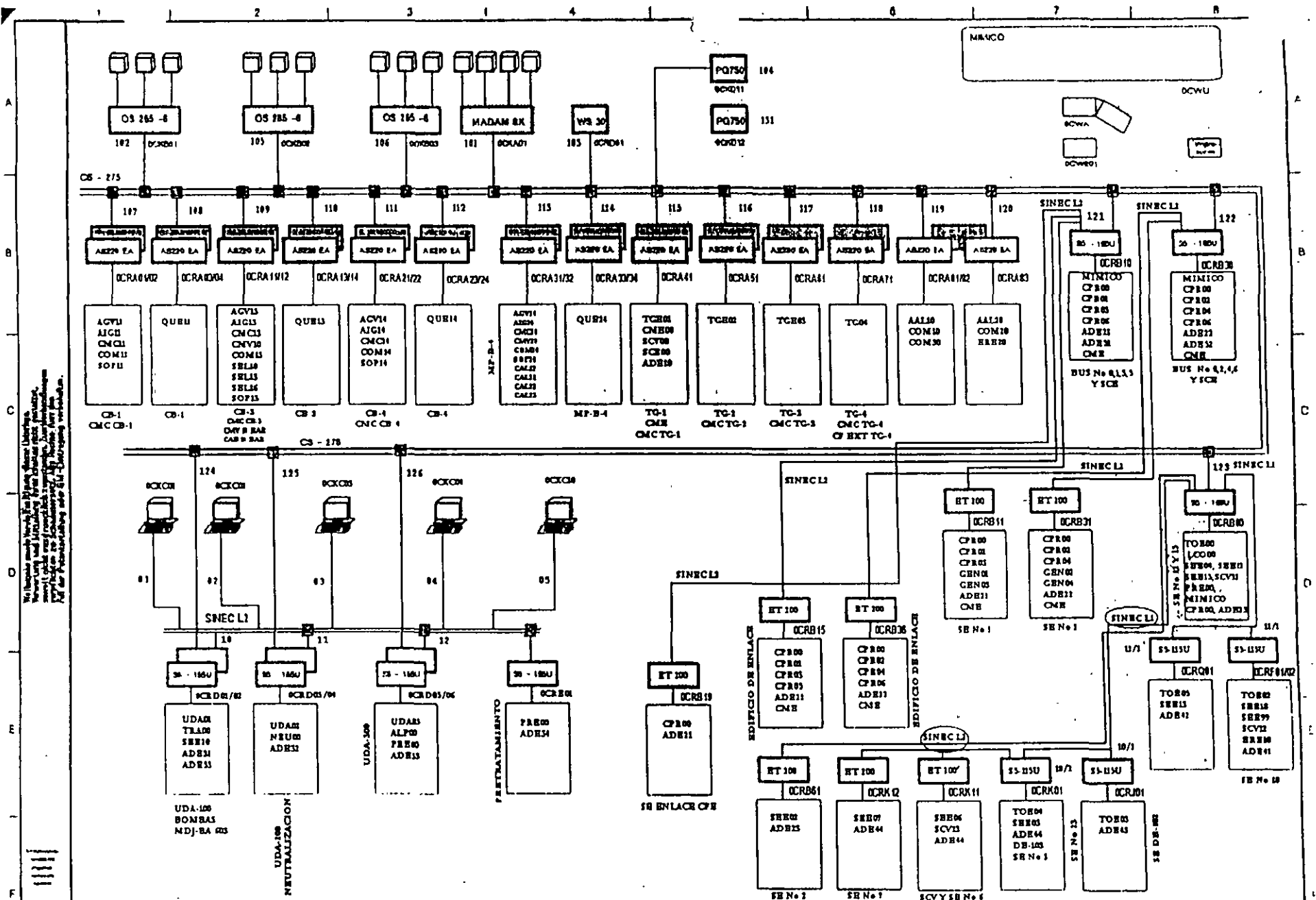


FIGURA 1



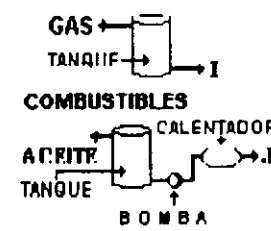
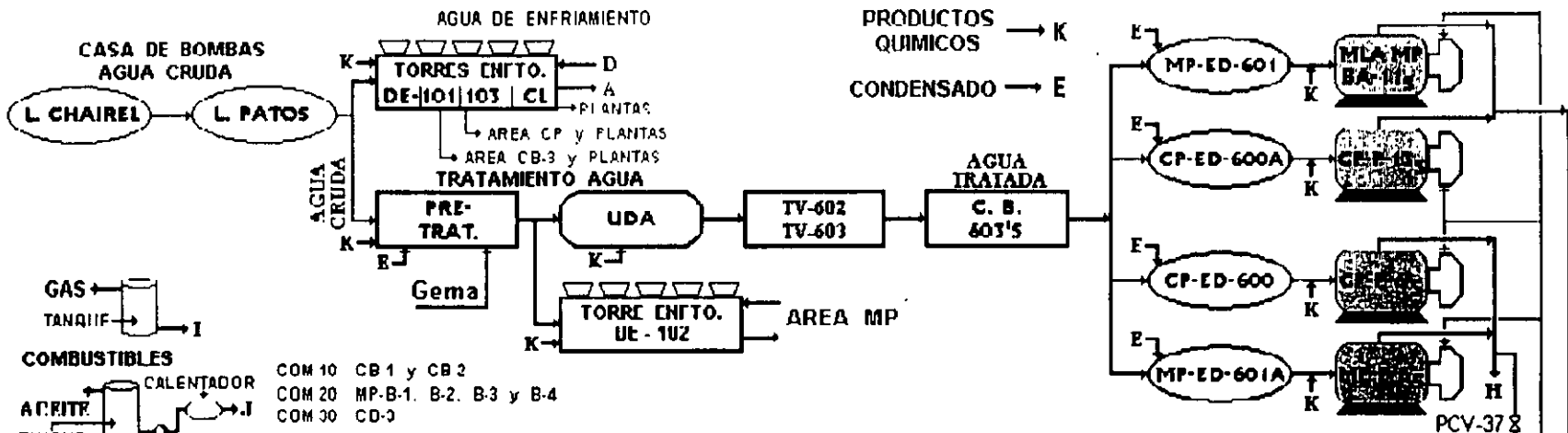
Note: 554.2 is equivalent to Section 2 of this RP.  
554.4 is equivalent to Section 4 of this RP.

Figure 6—Functional Process Instrumentation, Control, and Information Network Architecture, View B



Siemens AG, München, FRG. Dieses Diagramm ist ein Entwurf für ein Steuerungssystem. Die Beschriftungen sind in Spanisch. Die Zeichnung ist ein Entwurf für ein Steuerungssystem. Die Beschriftungen sind in Spanisch. Die Zeichnung ist ein Entwurf für ein Steuerungssystem. Die Beschriftungen sind in Spanisch.

Fecha:		PEMEX, REFINERIA FRANCISCO I MADERO		Siemens AG		CONCEPTO DE CONTROL		STI - P028 / 91		COPY 01		1	
Dibujó:		SISTEMA DE CONTROL											
Revisó:		OPERACIONAL AVANZADO FUERZA											
Nombre:		Unsur. / Era. / / Era. d											
Indice	Notas	Fecha	Horario										



- COM 10 CB 1 y CB 2
- COM 20 MP-B-1, B-2, B-3 y B-4
- COM 30 CD-3

ENERGIA TERMICA

ENERGIA ELECTRICA

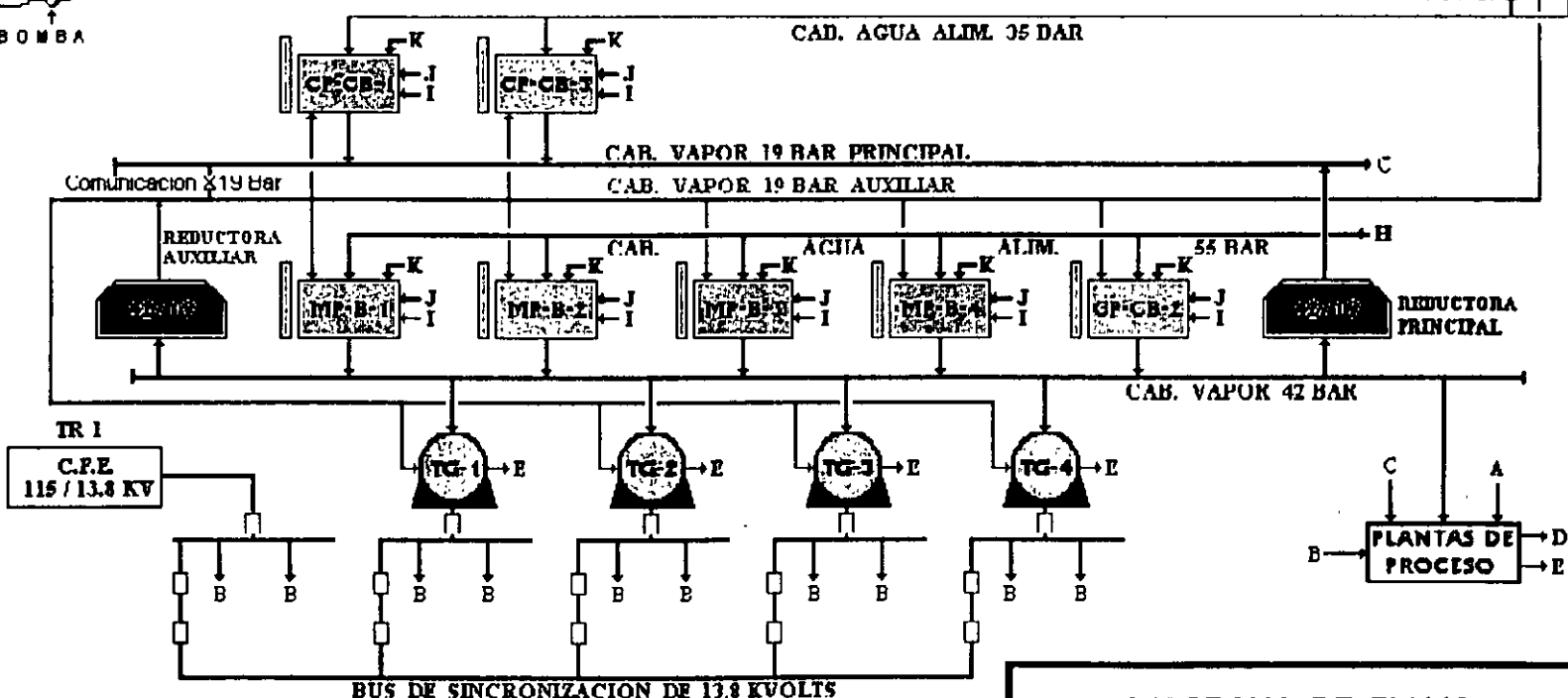


DIAGRAMA DE FLUJO SUPERINTENDENCIA DE FUERZA

## DEFINICION DE UN AUTOMATA PROGRAMABLES O P.L.C.

ES UN EQUIPO ELECTRONICO PROGRAMABLE EN LENGUAJE NO INFORMATICO, DISEÑADO PARA CONTROLAR EN TIEMPO REAL Y EN AMBIENTE INDUSTRIAL, PROCESOS SECUENCIALES.

### LISTA DE FABRICANTES Y FAMILIAS.

FABRICANTE.	FAMILIA.
TELEMECANIQUE	TSX 17, 20, 47, 67 Y 87.
SIEMENS ( TEXAS INSTRUMENTS)	SIMATICS S5 90U, 95U, 100U, 115U, 135U Y 155U.
ALLEN BRADLEY. ( ROCKWELL )	SLC 100, SLC 150, SLC 500, PLC 2, PLC 3 Y PLC 5.
AEG	MODICON A020, A030, A120, A130, A330, A500 Y A800. FAMILIA 984 Y 32000M.
GENERAL ELECTRIC	FANUC SERIE 90-20, 90-30 Y 90-70.

## **ARQUITECTURA TIPICA DE UN P.L.C.**

- A). FUENTES DE PODER (P.S.)**
- B). UNIDAD DE PROCESAMIENTO CENTRAL (C.P.U.) → PROGRAMADOR.**
- C). T. DE ENTRADA Y SALIDA DIGITAL → SENSORES Y ACTUADORES.**
- D). T. DE ENTRADA Y SALIDA ANALOGICA → ELEMENTOS PRIMARIOS Y FINALES DE CONTROL.**
- E). MODULOS DE FUNCIONES → CONTADORES, TEMPORIZADORES Y COMPARADORES.**
- F). PROCESADOR DE COMUNICACIONES → REDES, COROS Y MANTENIMIENTO.**
- G). MODULOS CON PREPROCESAMIENTO → IP ( REGULACION, POSICIONAMIENTO, ETC. ).**
- H). MODULO DE INTERFASE → REGLETA INTELIGENTE ET 100U Y ET 200U.**

### 7.3 Ejemplo 1: Configuración centralizada

#### Crear la configuración centralizada

Para crear la configuración centralizada, los módulos se disponen junto a la CPU en un bastidor y luego en otros bastidores. El número de bastidores que se pueden dotar con módulos depende de la CPU utilizada.

#### Procedimiento

Al igual que en una instalación física, en STEP 7 los módulos se colocan en bastidores. La diferencia es que, en STEP 7, los bastidores se representan en forma de "tablas de configuración" cuyo número de líneas es igual a la cantidad de módulos enchufables en el bastidor.

#### Convertir a una tabla de configuración

La figura siguiente muestra a modo de ejemplo cómo plasmar la configuración de un equipo físico en una tabla de configuración.

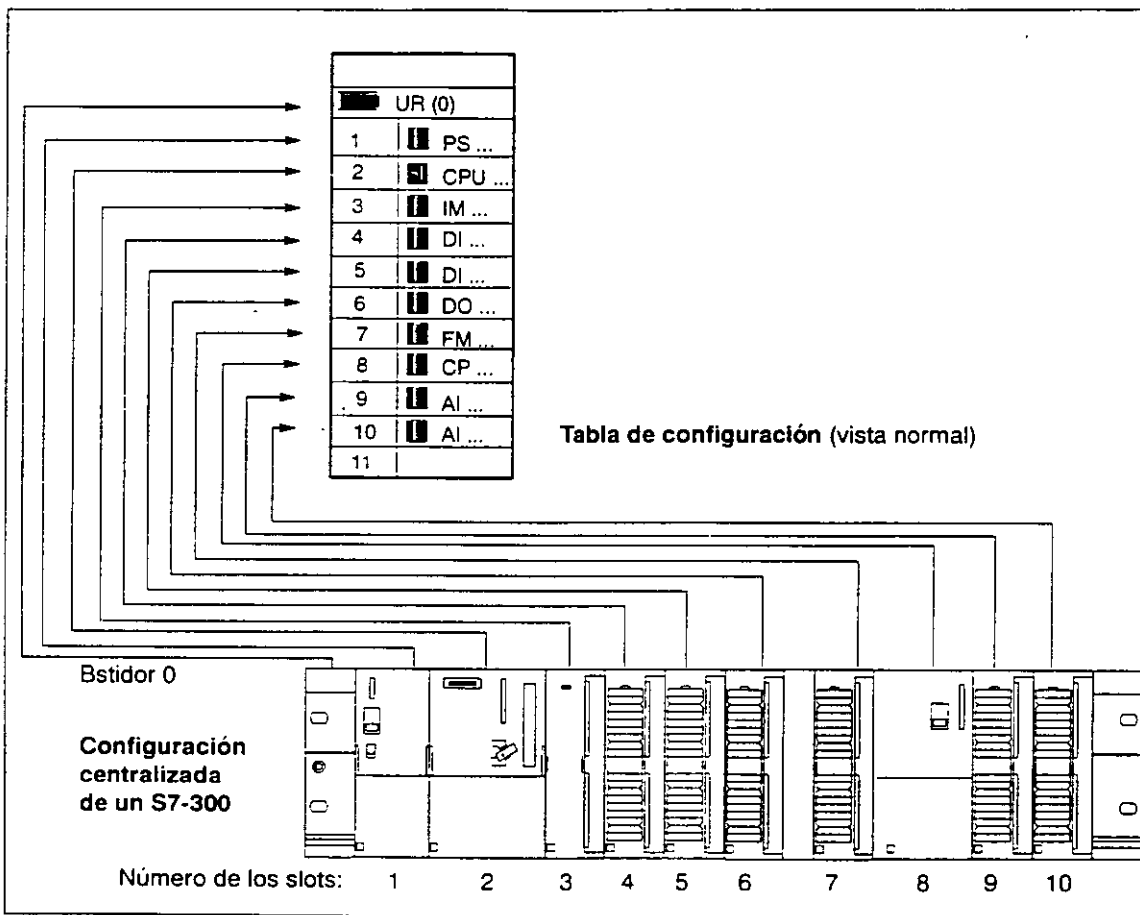
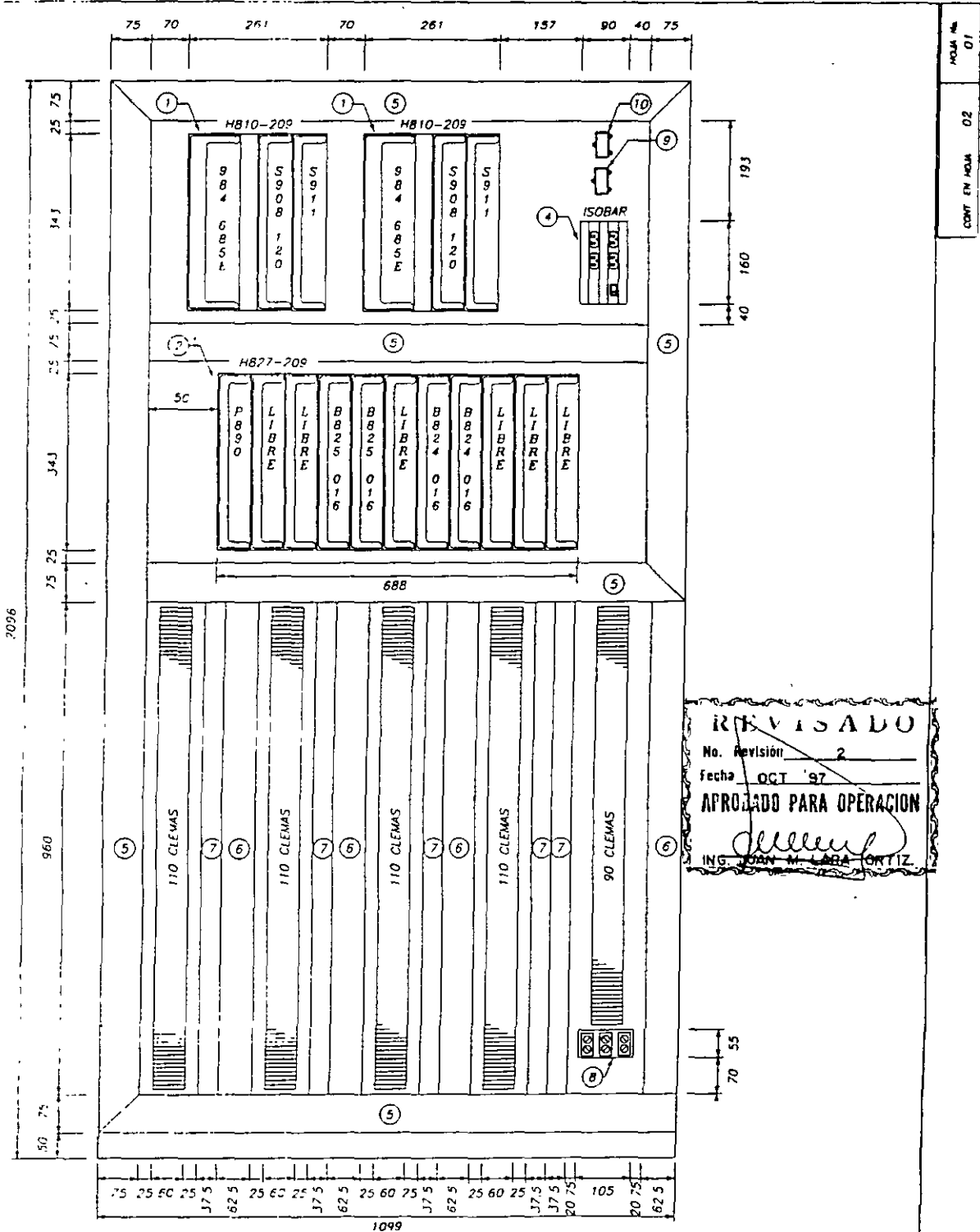


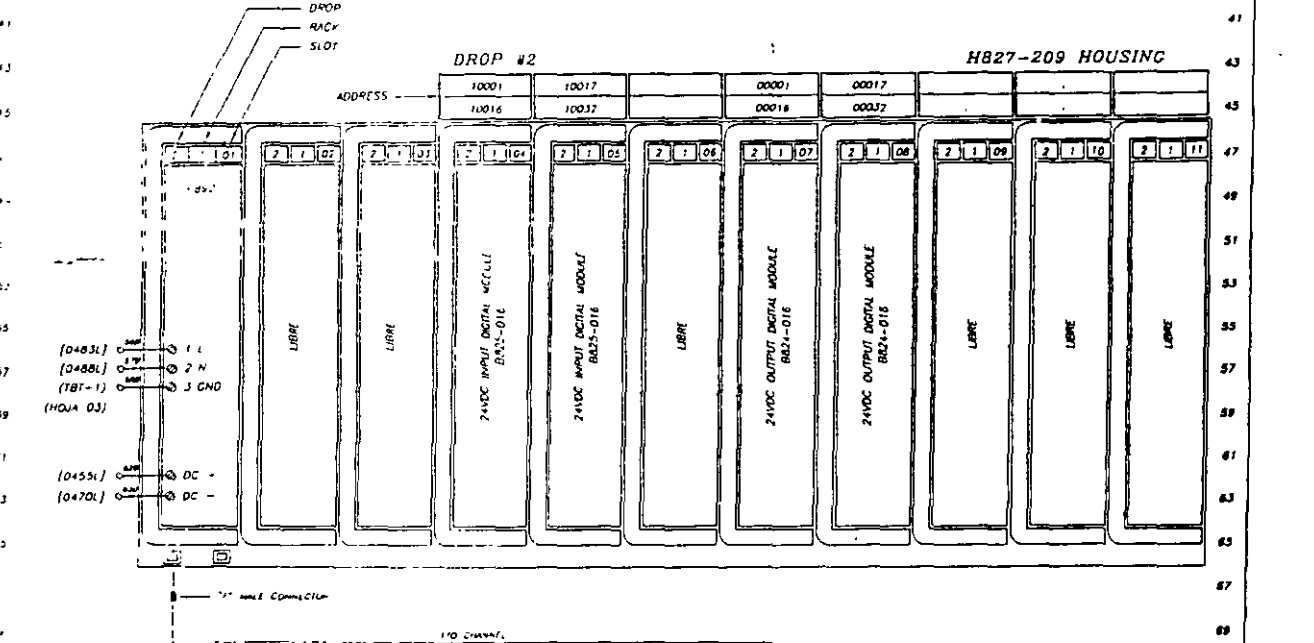
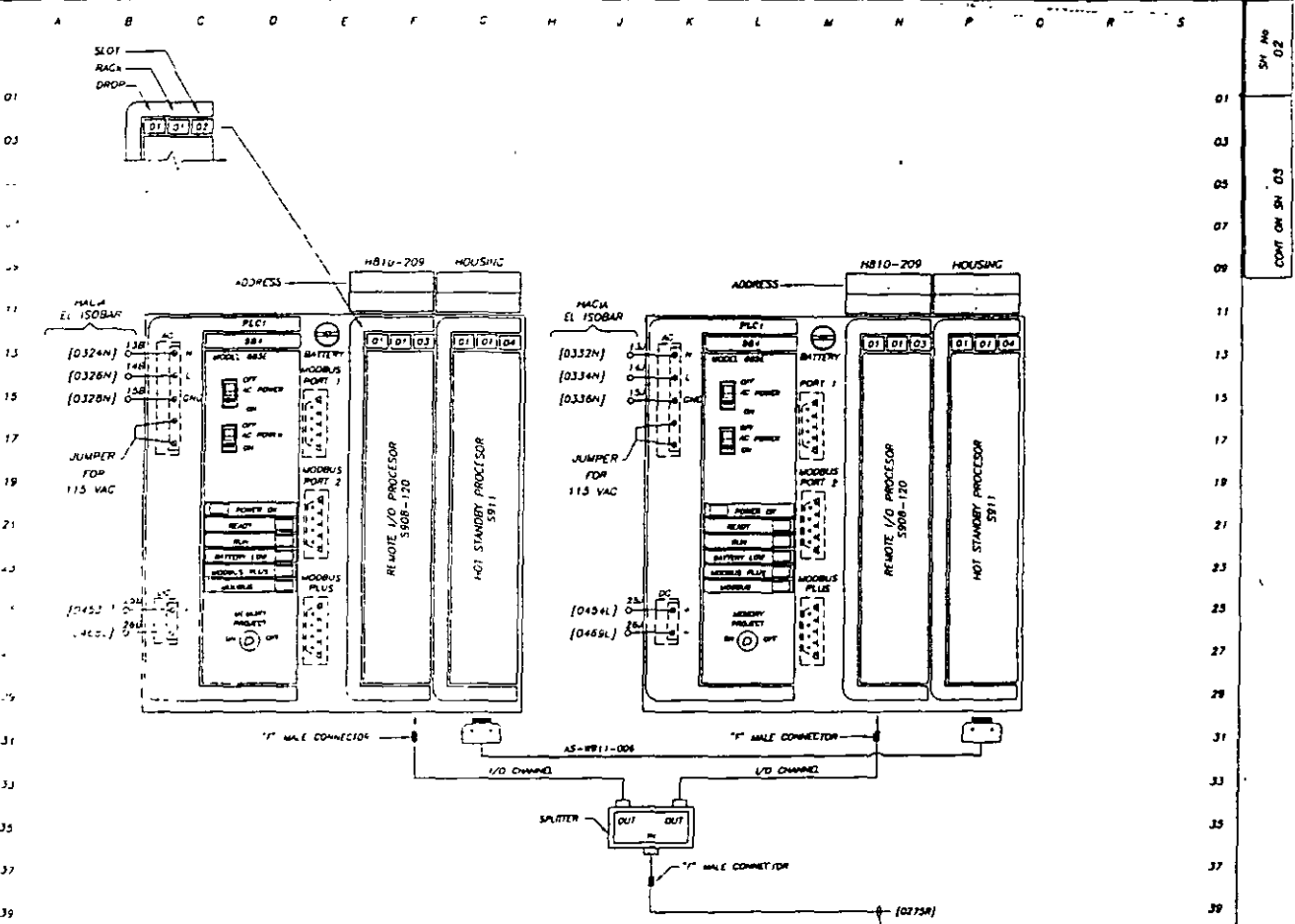
Figura 7-3 De la configuración real centralizada a la tabla de configuración



**REVISADO**  
 No. Revisión: 2  
 Fecha: OCT '97  
**APROBADO PARA OPERACION**  
 ING. JOAN M. LARA GORTIZ

PARTIDA	CANTIDAD	UNIDAD	DESCRIPCION	MODELO
1	2	PZA	RACK PRIMARIO 10"	HB10-209
2	1	PZA	RACK SECUNDARIO 27"	HB27-209
3				
4	1	PZA	ISOBAR	4 OUTLET
5		MTS	PANDUIT 75mm	75mm
6		PZA	PANDUIT 62.5mm	62.5mm
7		PZA	PANDUIT 37.5mm	37.5mm
8	1	PZA	TABLILLA DE TIERRAS	
9	1	PZA	TAP	MA-185-100
10	1	PZA	SPLITTER	MA-186-100



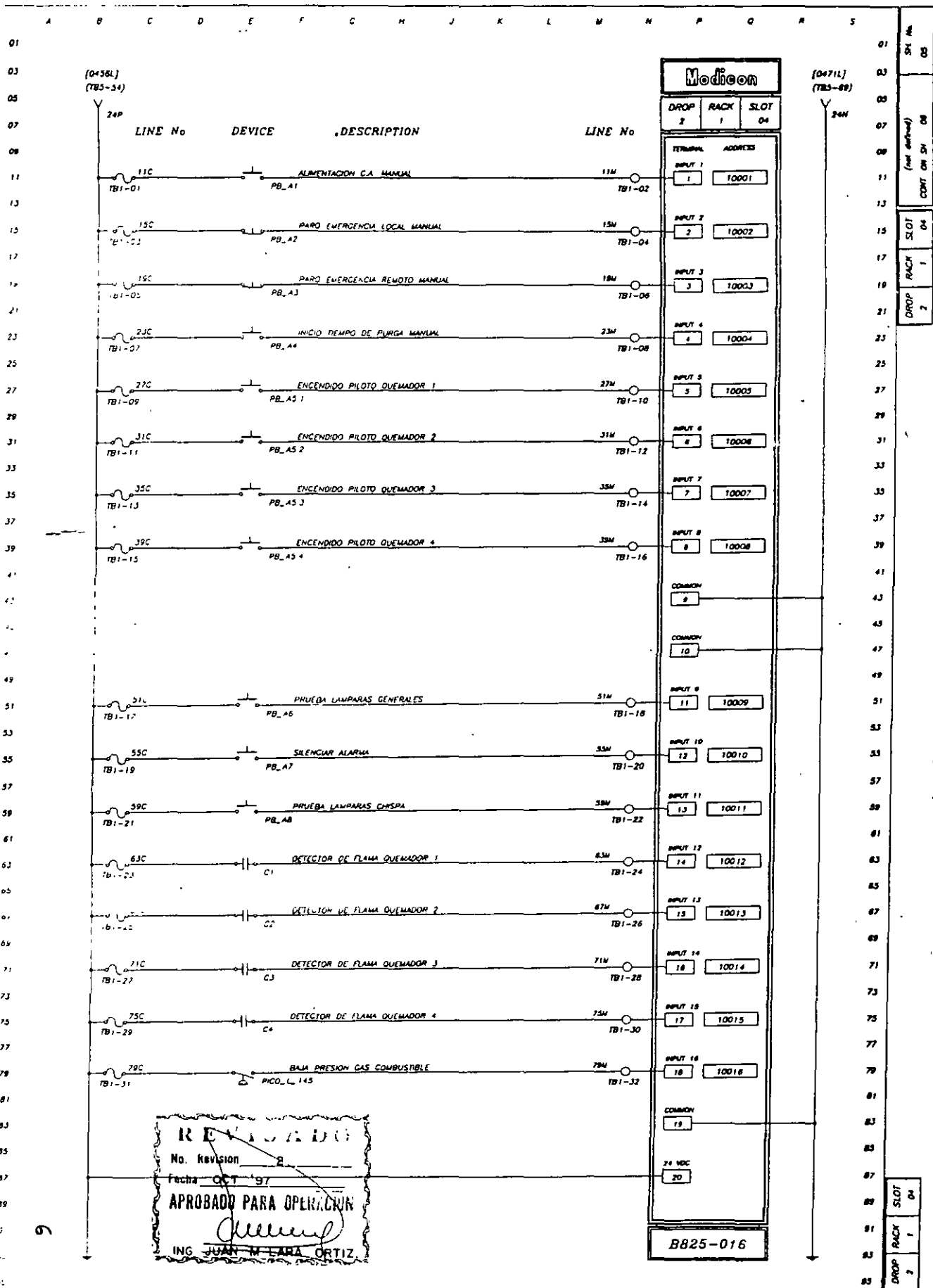


REVISION  
 No. Revision 2  
 fecha OCT 97  
 INGENIERO PARA OIL  
 ING. JUANITA LARA ORTIZ

 AMI AUTOMATION INC	CUSTOMER PEMEX FOYDORO	SECTION. METANOL II CALDERA AUXILIAR	DES J.J.H.M	AGO/95	REV
	PROJECT DPT. QUIMICA INDUSTRIAL	TITLE CONFIGURACION DE PLC Y MODULOS	REV M.G.B	SEP./95	REV.
			CUSTOMER DWG No	AMI DWG No	SHEET 02
					CONT 03

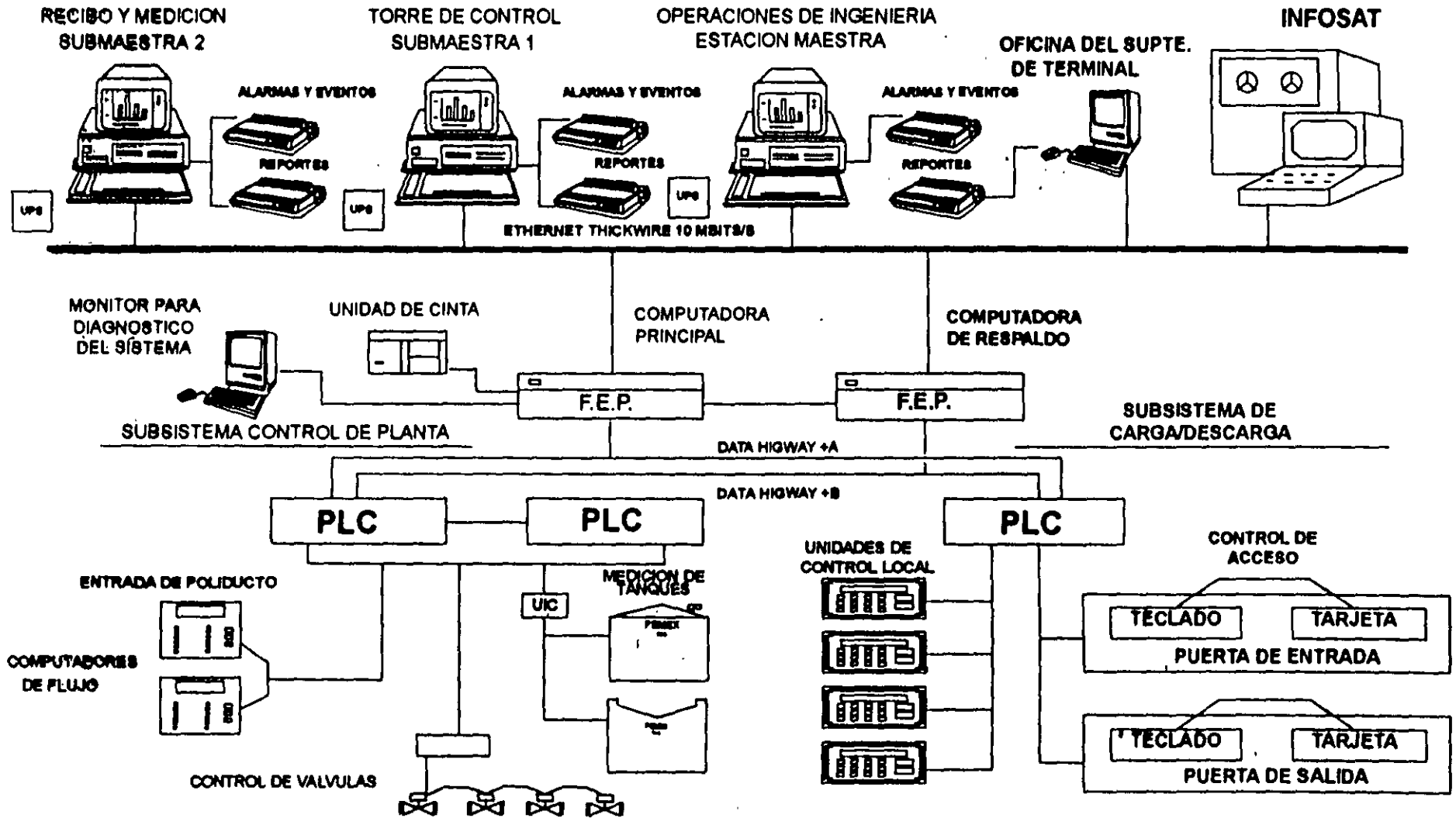
SHEET No 02  
 CONT ON SH 03

FILE NAME  
 PMX-MT32



**REVISADO**  
 No. Revisión: 2  
 Fecha: OCT '97  
**APROBADO PARA OPERACION**  
*Juan M. Lara Ortiz*  
 ING. JUAN M. LARA ORTIZ

**ARQUITECTURA SIMCOT**



RED.

GRUPO DE NODOS INTERCONECTADOS.

SERIE DE PUNTOS, NODOS O ESTACIONES CONECTADOS  
POR CANALES DE COMUNICACION.

ROBOT.

UN ROBOT INDUSTRIAL, ES UN MANIPULADOR  
MULTIFUNCIONAL REPROGRAMABLE, DISEÑADO PARA  
DESPLAZAR MATERIALES, PIEZAS, HERRAMIENTAS O  
DISPOSITIVOS ESPECIALES. MEDIANTE MOVIMIENTOS  
PROGRAMADOS VARIABLES, PARA LA EJECUCION DE UNA  
DIVERSIDAD DE TAREAS.

SCADA.

SISTEMA DE SUPERVISION, CONTROL Y ADQUISICION DE  
DATOS.



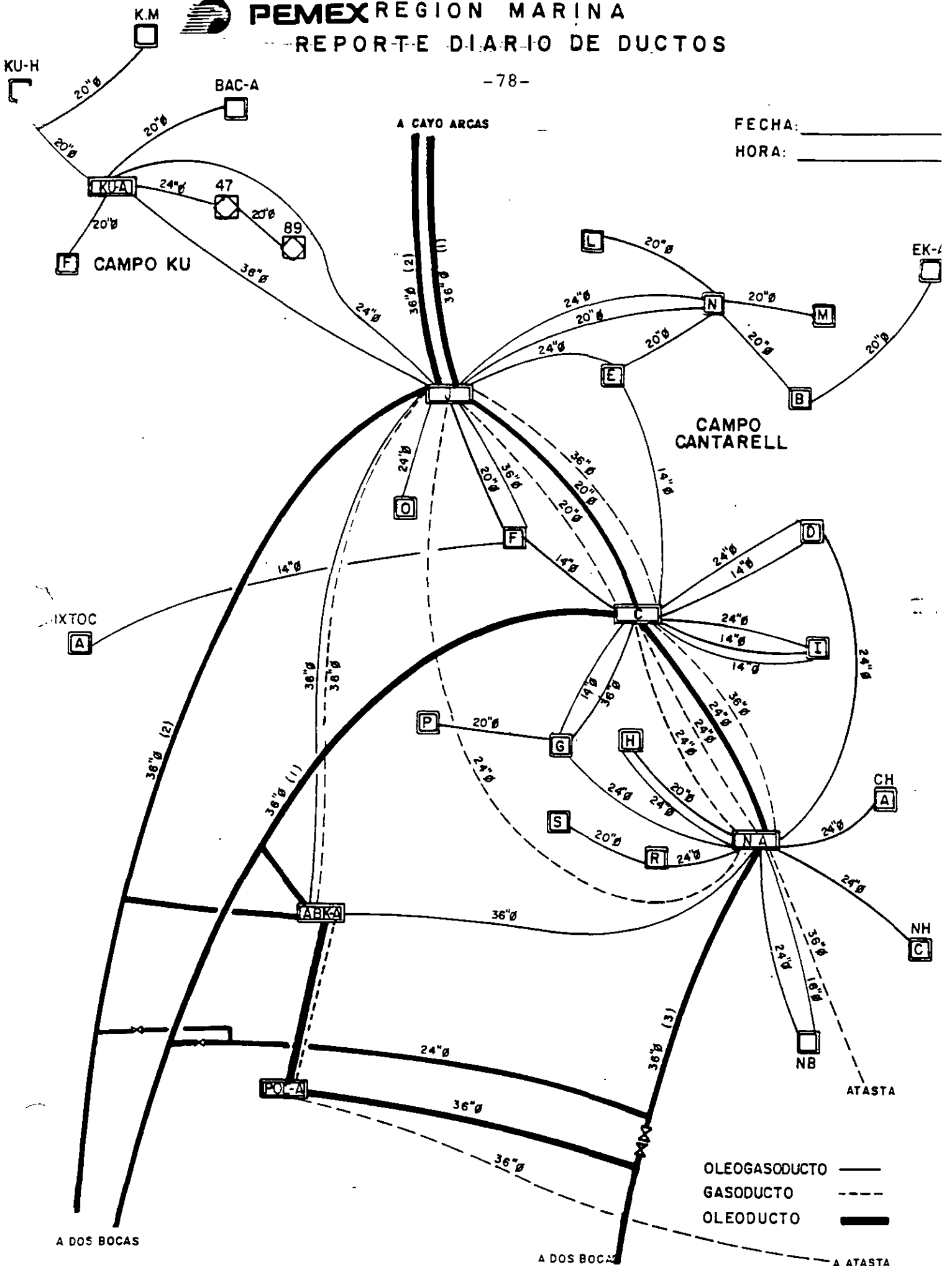
# PEMEX REGION MARINA

## REPORTE DIARIO DE DUCTOS

-78-

FECHA: \_\_\_\_\_

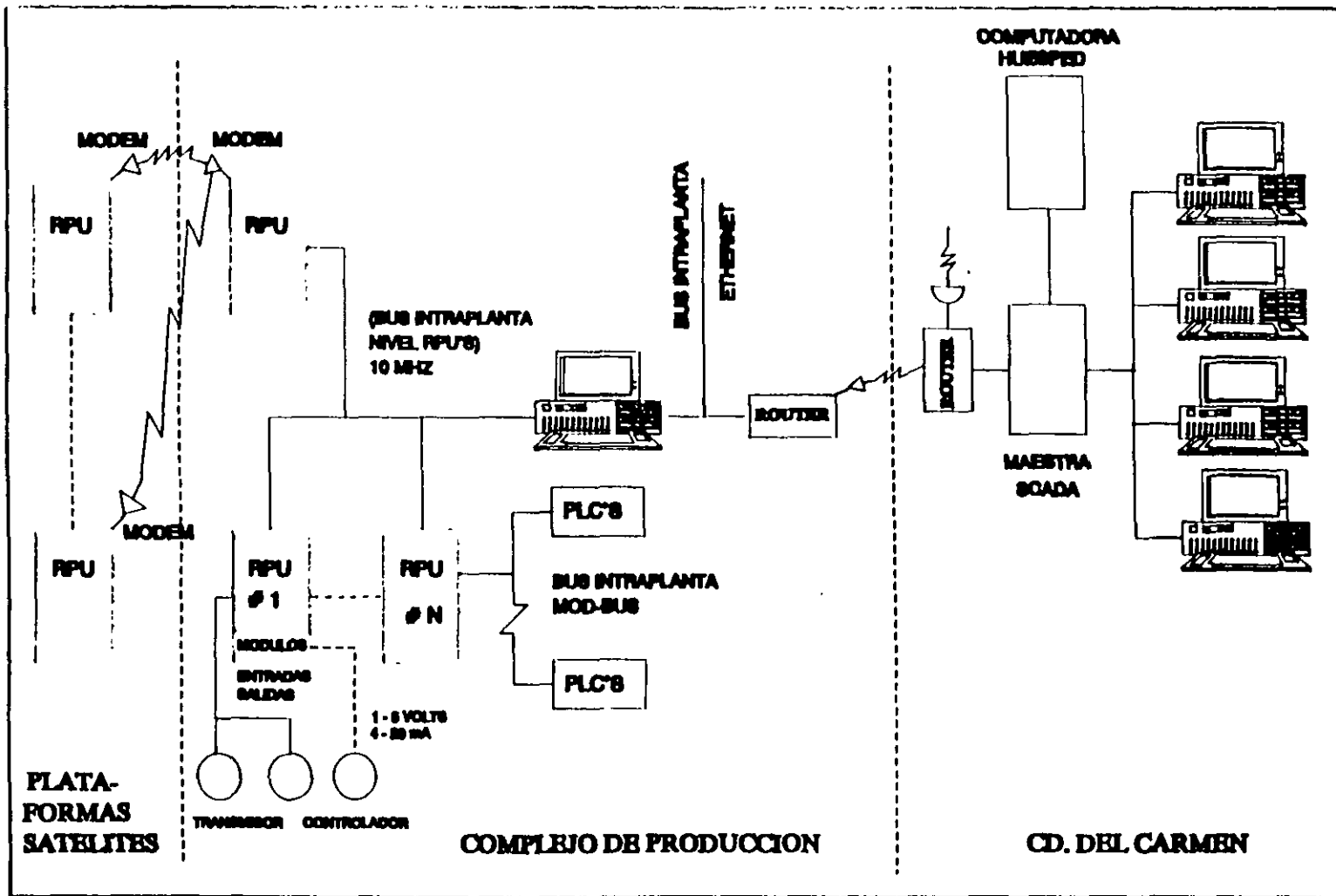
HORA: \_\_\_\_\_





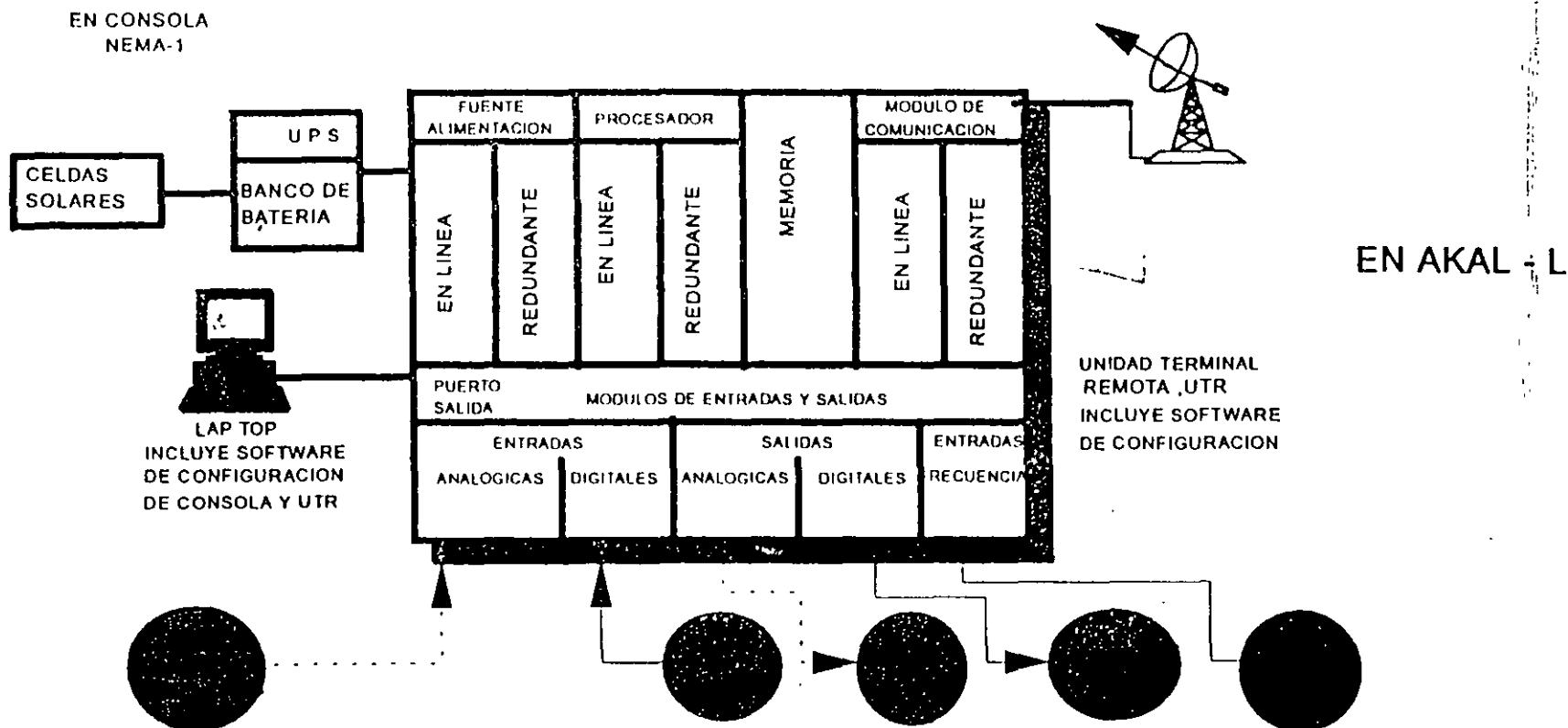
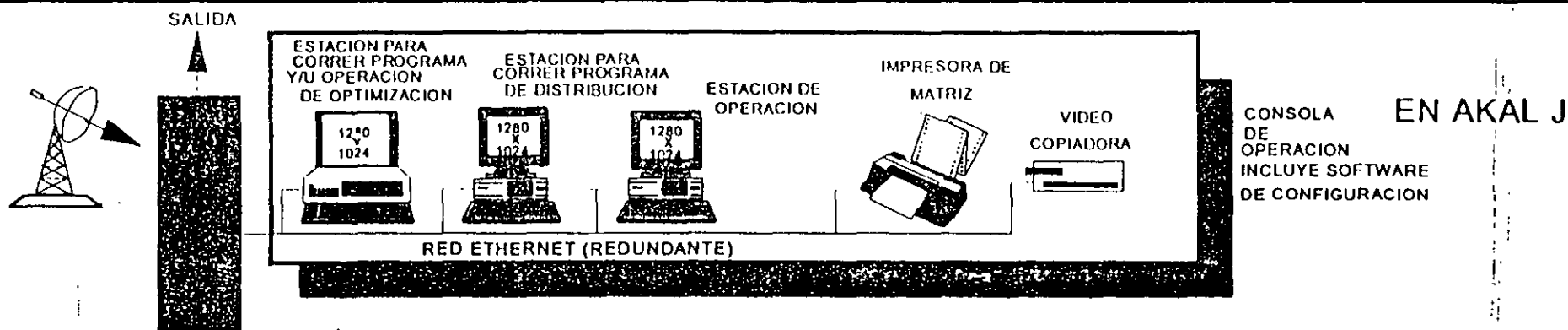
SUBDIRECCION DE PRODUCCION PRIMARIA  
REGION MARINA  
GERENCIA DE PRODUCCION

## AUTOMATIZACION DE LAS INSTALACIONES DE PRODUCCION





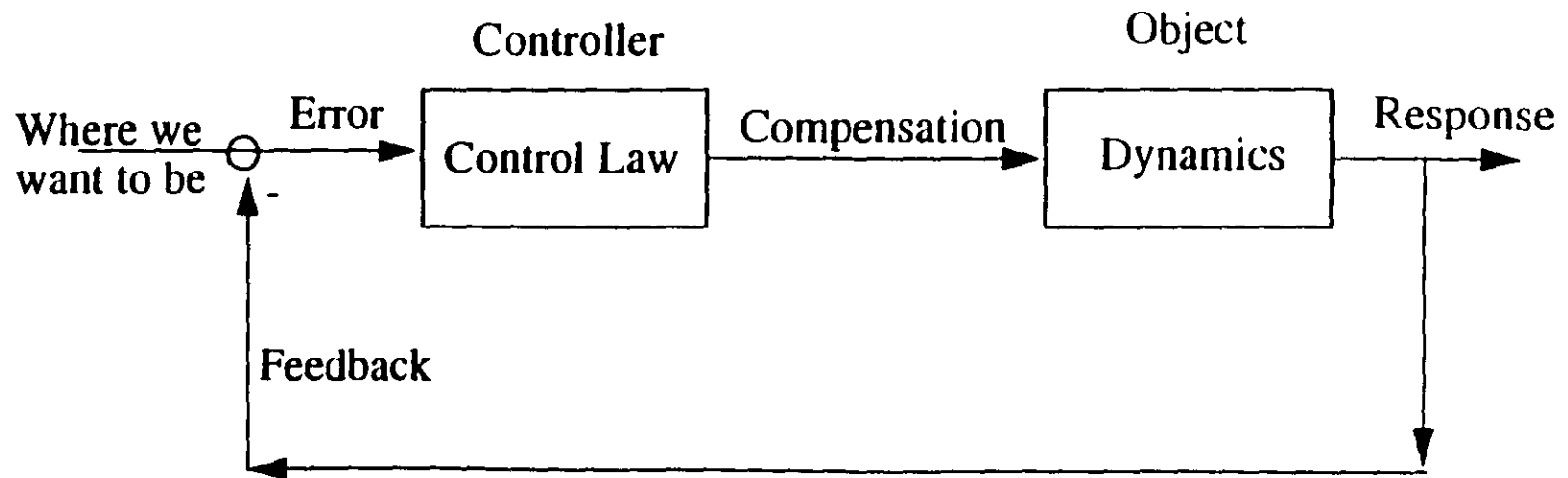
"FRATERNIDAD Y SUPERACION"



ARQUITECTURA PROPUESTA

FIGURA 8

# Abstract Control Diagram





FEEDBACK (REALIMENTACION).

PROPIEDAD DE LOS SISTEMAS CERRADOS, QUE PERMITE TOMAR LA SALIDA (PV), PARA COMPARARLA CON UN PUNTO DE AJUSTE (SP), CON OBJETO DE GENERAR UNA ACCION CORRECTIVA DE CONTROL - (CV) Y CORREGIR LA ENTRADA AL SISTEMA.

TIPOS DE FEEDBACK.

- A. POSITIVO.
- B. NEGATIVO.

EFFECTOS EN EL FEEDBACK NEGATIVO (SP-PV).

- A. AUMENTA LA ESTABILIDAD ( $PV=SP$ ).
- B. DECREMENTA LA GANANCIA.
- C. DECREMENTA LA SENSIBILIDAD, SIEMPRE Y CUANDO EL SISTEMA PERMANEZCA ESTABLE.

CARACTERISTICAS FUNDAMENTALES DE UN PROCESO.

- A. RESISTENCIA.
- B. CAPACITANCIA.
- C. TIEMPO DE TRANSPORTE.

ACCIONES BASICAS DE CONTROL.

- A. PROPORCIONAL.
- B. DERIVATIVO.
- C. INTEGRAL.

OTROS MODOS DE CONTROL.

- A. CONTROL CASCADA.
- B. CONTROL RELACIONAL.
- C. CONTROL ANTICIPATIVO (FEED FORWARD).

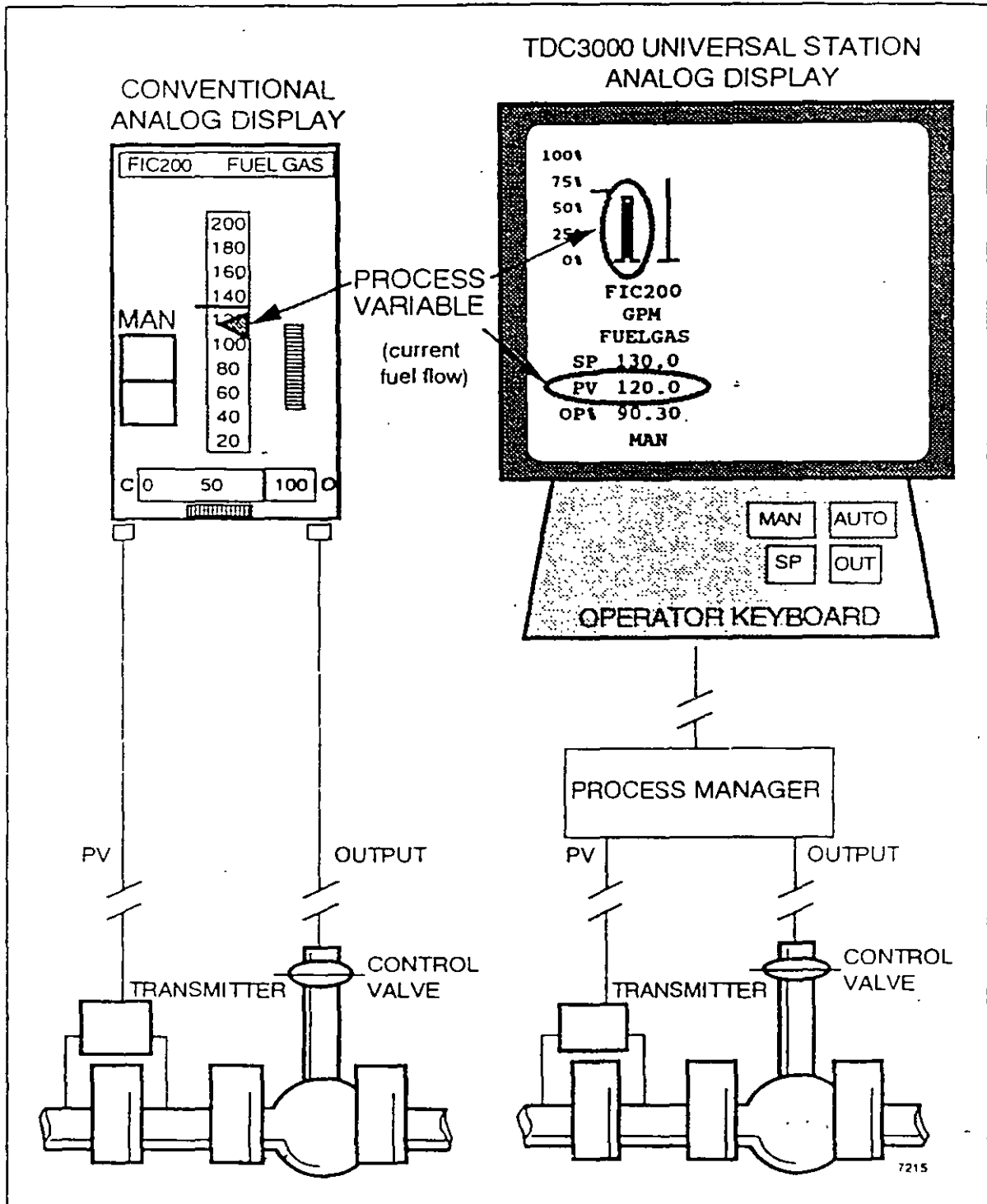
MODOS DE ENTONACION O SINTONIZACION.

- A. CURVA DE REACCION.
- B. PRUEBA Y ERROR.
- C.  $\frac{1}{4}$  DE CICLO.
- D. AUTOSINTONIZACION.

CONTROL AVANZADO.

- A. CORRECTORES DE SMITH.
- B. CONTROL MULTIVARIABLE.
- C. CONTROL OPTIMO.
- D. CONTROL ADAPTATIVO.
- E. CONTROL PREDICTIVO.

Figure 5 PV Display for an Analog Point



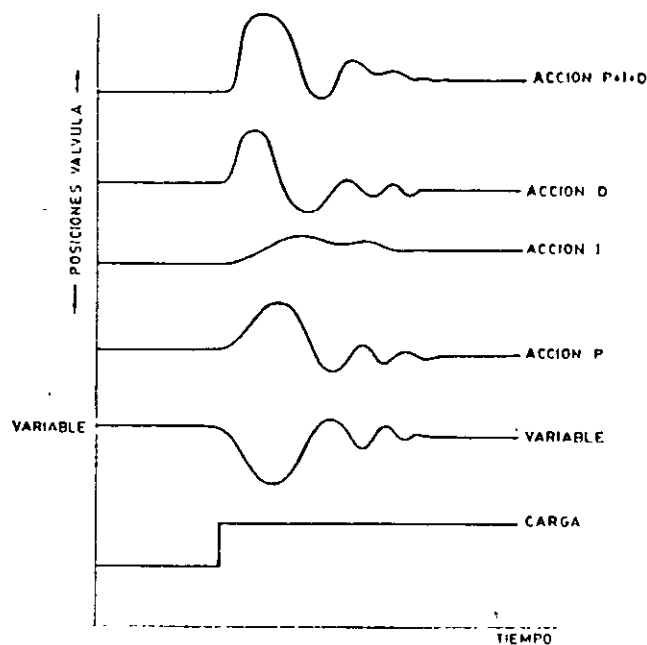


Fig 9.38 Acciones PID.

instrumentos actuales de tipo modular admiten fácilmente la adición de una o más acciones. Los controladores digitales incorporan las tres acciones, de modo que la elección de las mismas es técnica, para que el proceso esté bien controlado, y no económica.

TABLA 9.1 Guía de selección de un sistema de control

Control	Proceso		Cambios de carga	Aplicaciones
	Capacidad	Resistencia		
Todo-nada	Grande	Cualquiera	Cualquiera	Control de nivel y temperatura en procesos de gran capacidad
Flotante	Media	"	"	Procesos con pequeños tiempos de retardo
Proporcional	Pequeña a media	Pequeña	Moderados	Presión, temperatura y nivel donde el offset no es inconveniente
Proporcional + Integral	Cualquiera	"	Cualquiera	La mayor parte de aplicaciones, incluyendo el caudal
Proporcional + derivada	Media	"	"	Cuando es necesaria una gran estabilidad con un offset mínimo y sin necesidad de acción integral
Proporcional (+ Integral +) derivada	Cualquiera	Grande	Rápido	Procesos con cambios rápidos y retardos apreciables (control de temperaturas en intercambiador de calor)

540 Instrumentación industrial

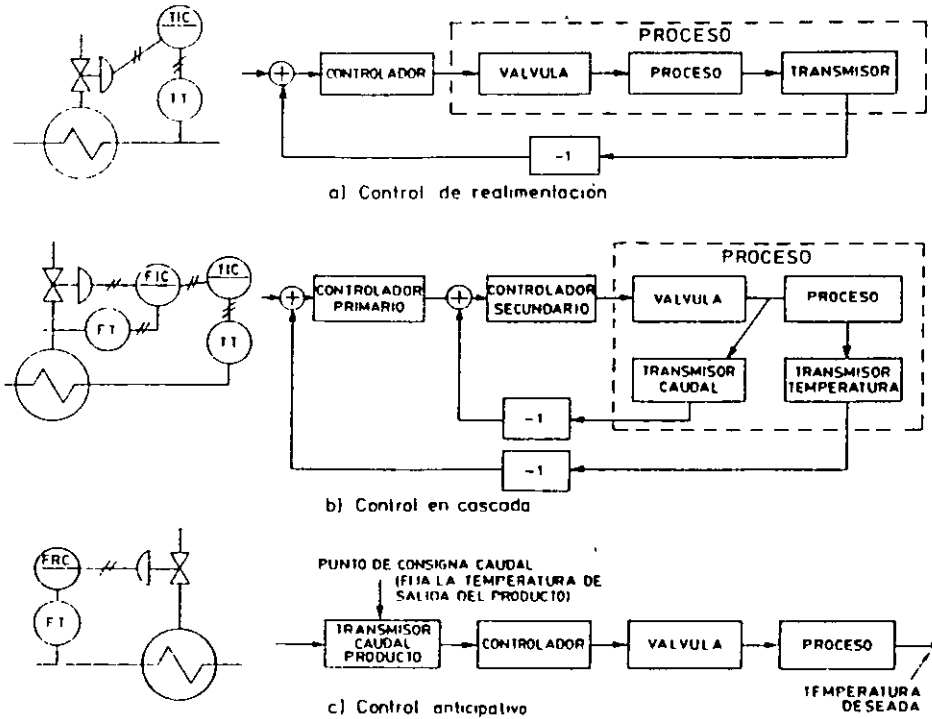


Fig. 9.56 Comparación entre controles de realimentación, en cascada y anticipativo.

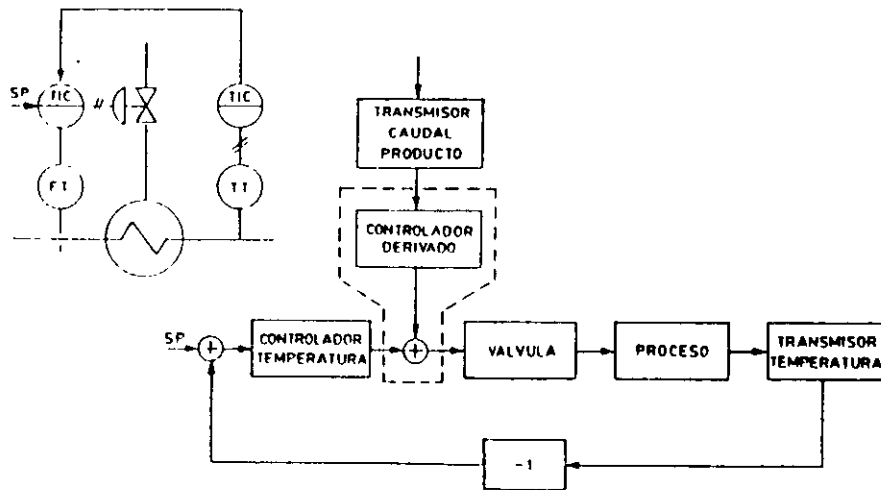


Fig 957 Control de realimentación y anticipativo combinados en un intercambiador de temperatura.

## Direct Synthesis (2)

- Suppose we could command a closed-loop response for the setpoint tracking,  $y/R$ : (assuming for now  $L=0$ )
- And also 
$$y/R = \frac{G_p G_c}{1 + G_p G_c}$$
- The controller can be solved and would, if realizable, give the closed-loop response commanded.
  - solving for  $G_c$  gives the form of the controller required to give a user-specified response,  $y/R$ :

$$G_c = \frac{1}{G_p} \left( \frac{y/R}{1 - y/R} \right).$$

# Direct Synthesis (3)

- Perfect Control (if possible)

- Defined as response of  $y/R = 1$
- Impossible to achieve since  $G_c = >\infty$

- Finite Settling Time (if realizable)

- Defined as response of  $y/R = \frac{1}{\tau_c s + 1}$

Where  $\tau_c$  is closed-loop time constant.

- Choice of  $\tau_c$  will give a closed-loop response to a setpoint change which resembles a first order process with time constant equal to  $\tau_c$ .

## CONTROL AVANZADO (SOFTWARE).

### REQUISITOS:

1. TENER UN EQUIPO AUTOMATICO DE CONTROL (S.C.D., P.L.C., S.C.A.D.A., REDES, ETC).
2. 1 MES DE HISTORICOS DE LA PLANTA TRABAJANDO EN AUTOMATICO.
3. UN MODELO DE LA PLANTA O ESTIMACION DE PARAMETROS.

### ESTRATEGIAS.

- A. OPTIMIZACION DE PROCESOS.
- B. CONTROL PREDICTIVO.
- C. CONTROL ADAPTATIVO (AUTOSINTONIZACION).

OPTIMIZACION DE PROCESOS, PONER VARIAS VARIABLES DE PROCESO EN FUNCION DE UNAS POCAS.  
(50 PV EN FUNCION DE 10 PV, ES SOFTWARE).

CONTROL PREDICTIVO, PODER EN UNA TENDENCIA, DETERMINAR LO QUE PASARA A FUTURO.

CONTROL ADAPTATIVO, PODER CALCULAR LOS PARAMETROS DE P.I.D., PARA UNA AUTOSINTONIZACION DE LOS LAZOS DE CONTROL.

# Mathematical Modeling

- Class Discussion:
  - (Ordinary) Differential Equations
  - Laplace Transform
  - Z - Transforms
  - Step Response.
- See Appendix for
  - First Principle Models
  - FIR/Step/ARX/Theta Models



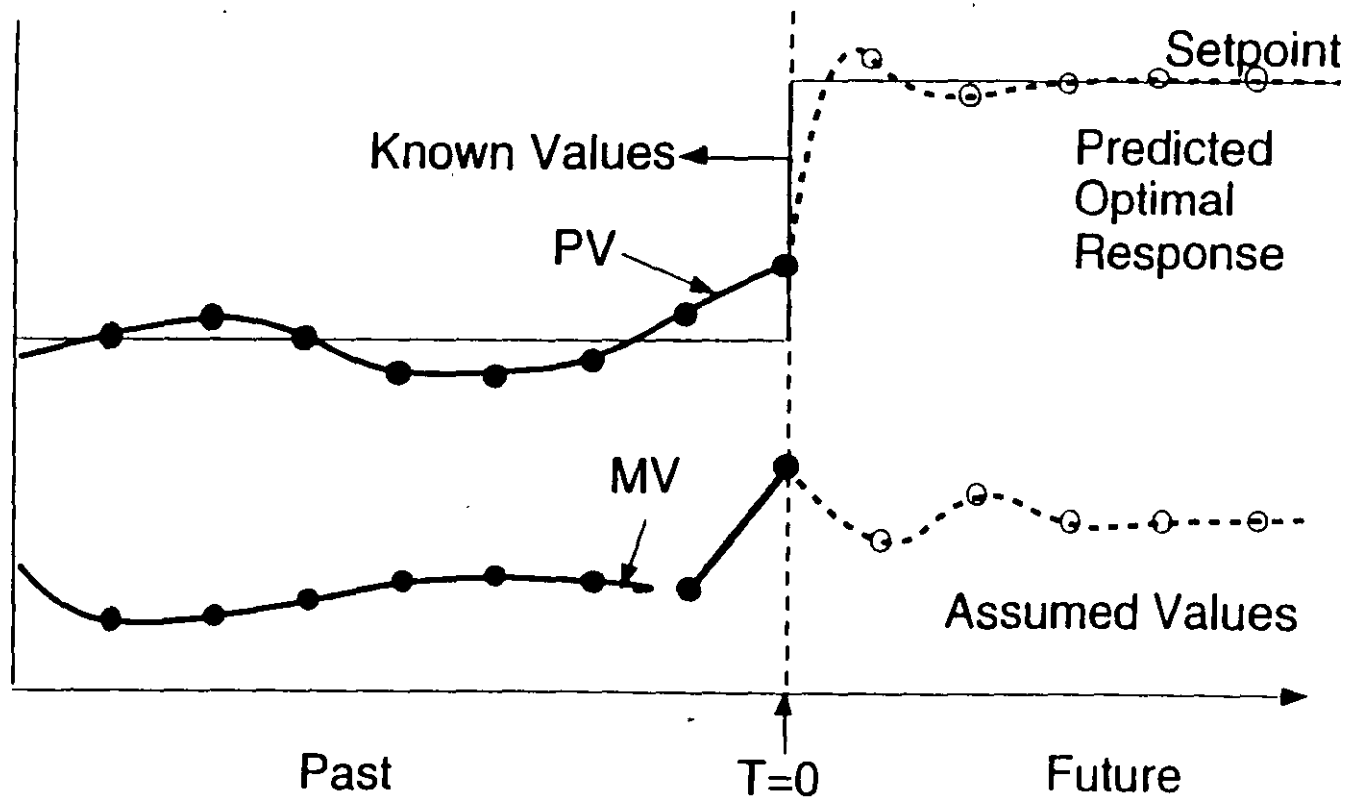
# Robust PID Design

- Step 1: Obtain a model (doesn't have to be very good)
- Step 2: Estimate an uncertainty (say, 20~50%)
- Step 3: Compute the PID parameters (using Mac App.)
- Step 4: Apply on TDC system (or other systems).

# Model Predictive Control (MPC)

- Prediction
  - Different Model Types
  - Example: Step Response Model
  - Model Initialization
  - Prediction Bias Correction.
- Control
  - Error Least Squares Solution
  - Ill Condition and Move Suppression
  - Response Trajectory
  - Theoretical Solution (possible).

# Model Predictive Control (5)



## **ETAPAS DE UN PROYECTO DE AUTOMATIZACION.**

- \* OBJETIVOS.**
- \* CLASIFICACION DE BENEFICIOS.**
- \* ALCANCE DEL PROYECTO.**
- \* CARACTERISTICAS GENERALES DE LOS SISTEMAS DE AUTOMATIZACION.**
- \* PLANTEAMIENTO DE LA EVALUACION ECONOMICA.**
  - INGENIERIA ( BASICA, DE DISEÑO Y DETALLE ).**
  - ANALISIS DE LOS BENEFICIOS.**
  - ESTIMACION DE COSTOS.**
  - FINANCIAMIENTO.**
  - FLUJO DE EFECTIVO**
  - PARAMETROS DE RENTABILIDAD.**
  - PROGRAMA EJECUTIVO.**
- \* BASES DE PROYECTO PARA LICITACION ( DIARIO OFICIAL DE LA FEDERACION ) PARA EMPRESAS PUBLICAS ( LEY DE ADQUISICION DE OBRAS PUBLICAS ).**  
**BASES DE PROYECTO PARA INVITACION A FIRMAS DE INGENIERIA ( PARA EMPRESAS PRIVADAS ).**
- \* EVALUACION TECNICA Y ECONOMICA DEL PROYECTO.**  
**( EN SU CASO, DECLARACION DE NO GANADOR DE PROYECTO ).**
- \* FIRMA DE CONTRATO ( OPCION CONTRATOS LLAVES EN MANO ),**  
**( PUBLICACION EN DIARIO OFICIAL DEL GANADOR DEL PROYECTO, EMPRESAS PUBLICAS ).**



# PLANTEAMIENTO DE LA EVALUACION ECONOMICA

**INGENIERIA**

- DT'S
- PLOT PLAN
- INDICE INSTRUM.
- H.D. INSTRUM.
- ESPEC. S.D.M.C.



**ESTIMACION DE COSTOS**

- INVERSION
- OPERACION Y MANTTO.



**ANALISIS DE BENEFICIOS**

- DEFINICION POSIBLES BENEFICIOS
- DESARROLLO Y METODOLOGIA
- RESULTADOS
- CONCLUSIONES



**SELECCION DE BENEFICIOS CUANTIFICABLES IMPLICITOS EN LA IMPLANTACION DE LA AUTOMATIZACION**



**FLUJO DE EFECTIVO**

- PERIODO DE IMPLANTACION
- TASA DE DESCUENTO 10%
- HORIZONTE DE ESTUDIO 10 AÑOS



**PARAMETROS DE RENTABILIDAD**

- TASA INTERNA DE RENDIMIENTO (TIR)
- VALOR PRESENTE NETO (VPN)
- RELACION B/C



**TOMA DE DECISIONES Y CONCLUSIONES**

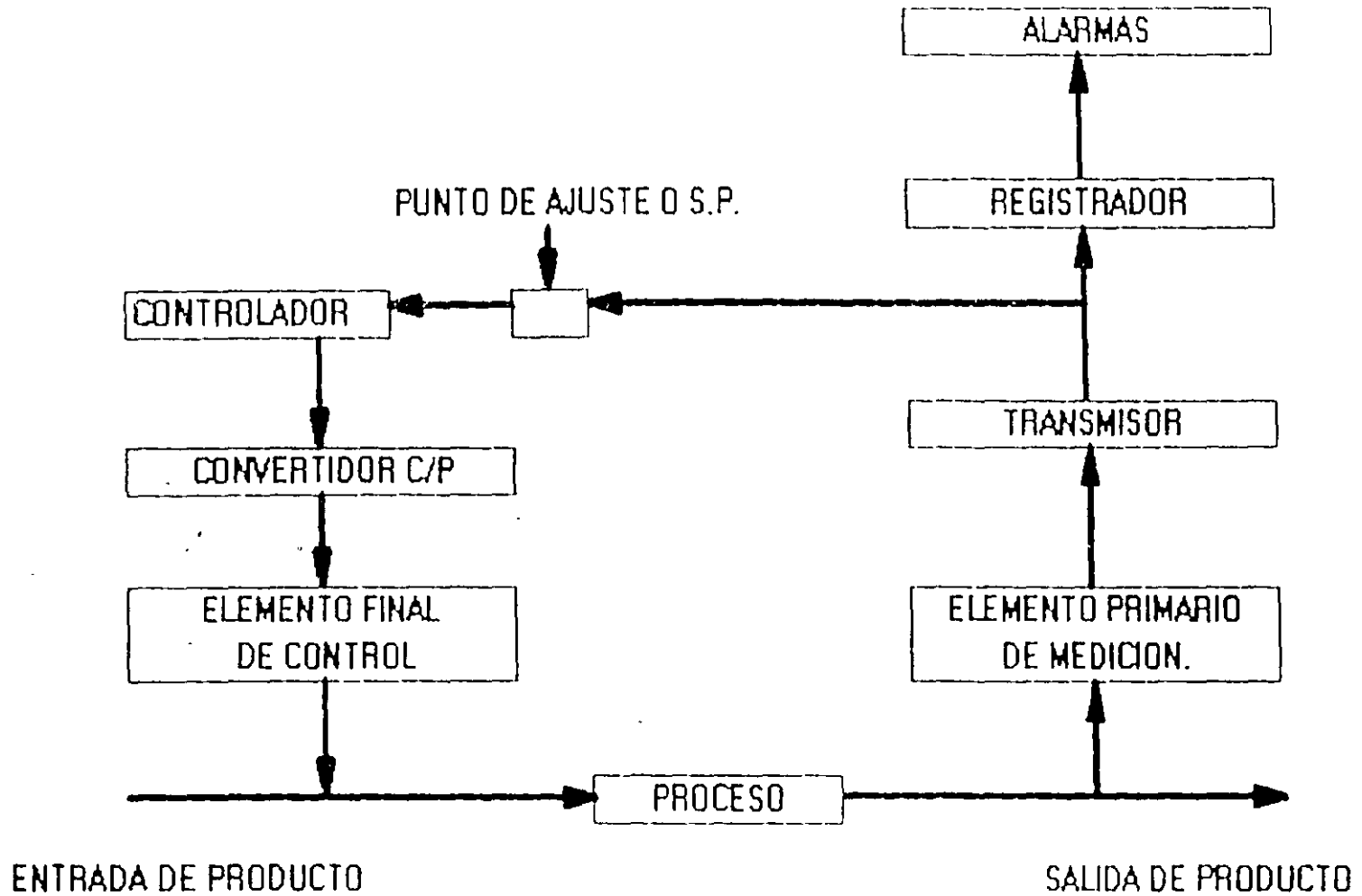
**FINANCIAMIENTO**

- PERIODO DE GRACIA 2 AÑOS
- 10% TASA DE INTERES
- 20% INVERSION PROPIA
- 80% INVERSION FINANCIADA



\* SISTEMA DIGITAL DE MONITOREO Y CONTROL

# PARTES DE UN LAZO DE CONTROL INDUSTRIAL.



## OBJETIVO DE LAS PARTES.

### A. ELEMENTOS PRIMARIOS DE MEDICION.

SENSAR LA VARIABLE FISICA DEL PROCESO ( LAS PRINCIPALES VARIABLES SON TEMPERATURA, PRESION, NIVEL Y FLUJO ).  
JUNTO CON EL TRANSMISOR, FORMAN EL MEDIDOR DE CAMPO.

### B. TRANSMISOR.

CONVERTIR LA VARIABLE FISICA EN UNA SEÑAL ELECTRICA ESTANDAR.  
( SEÑAL ANALOGICA DE 4 A 20 mA DE C.D. ).  
( SEÑAL DIGITAL, MODULADA Y PROTOCOLIZADA ).

### C. REGISTRADORES.

GUARDAR LA INFORMACION DEL PROCESO, PARA EL CALCULO, CONTROL ESTADISTICO O AVANZADO ( MODULO HISTORICO ).

### D. ALARMAS.

SEÑALIZAR LOS RANGOS MAXIMO Y MINIMOS, PARA EL APAGADO ORDENADO DEL PROCESO O TOMAR LAS ACCIONES ADECUADAS.

### E. CONTROLADORES

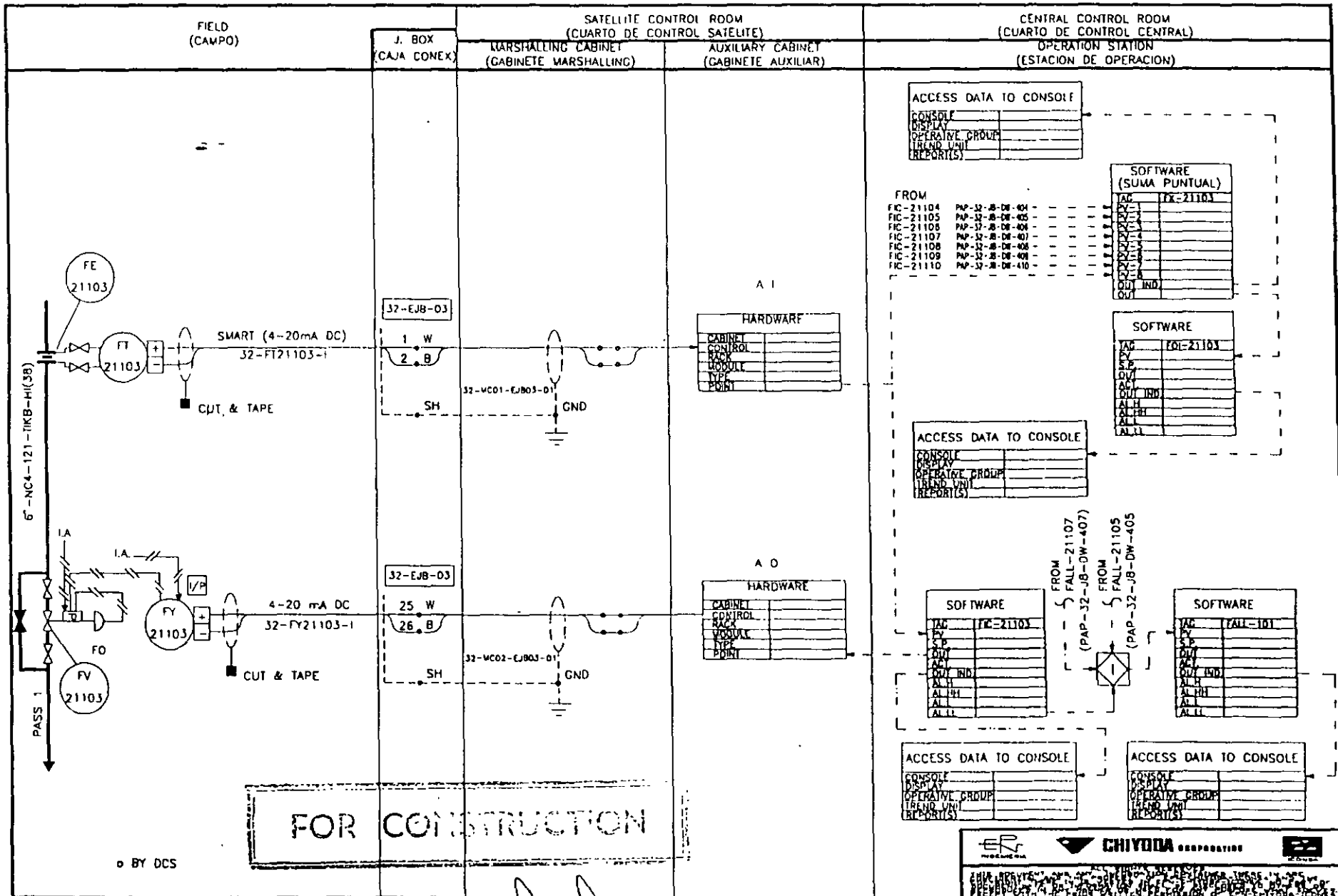
SINTONIZAR O ENTONAR EL PROCESO ( PARA LOGRAR SU ESTABILIDAD Y BUEN FUNCIONAMIENTO ).  
JUNTO CON LAS ALARMAS Y REGISTRADORES, FORMAN PARTE DEL CUARTO DE CONTROL.

### F. CONVERTIDOR CORRIENTE-PRESION.

CONVIERTE LA SEÑAL ELECTRICA A UNA SEÑAL NEUMATICA.  
( SI EL ELEMENTO FINAL ES UNA SERVOVALVULA, NO ES NECESARIO ESTE ELEMENTO ).

### G. ELEMENTO FINAL DE CONTROL (VALVULAS).

EJERCER LA ACCION DE CONTROL ( CORRECTIVA ) SOBRE LA SEÑAL DE ENTRADA DEL PROCESO.



o BY DCS

FOR CONSTRUCTION

**CHIYODA CORPORATION**

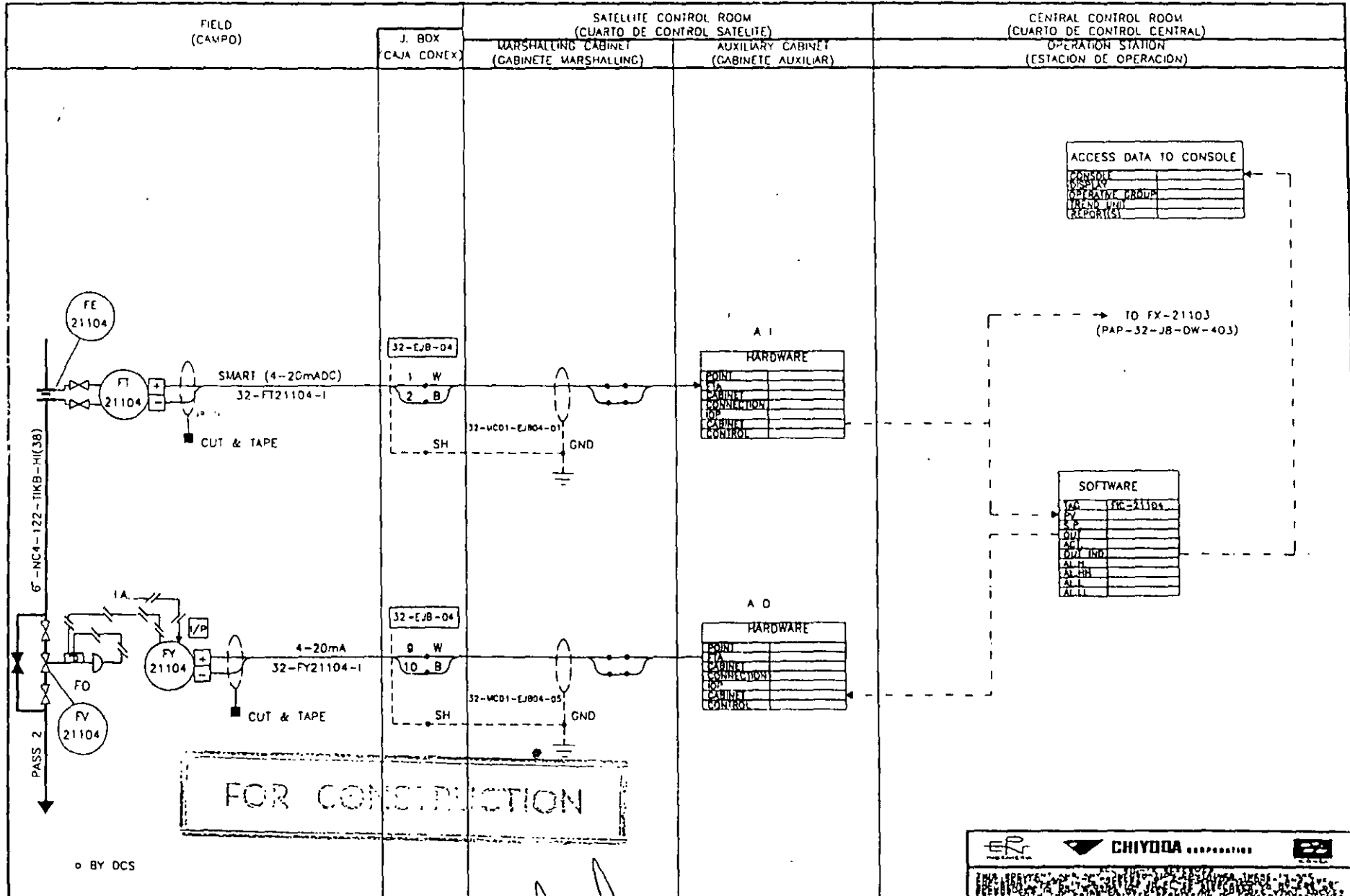
OWNER: PEMEX REFINACION  
 PLANT: DESUBANIZADOR UNID MINATITLAN VCR  
 PROJECT No: R-102-36 01  
 (PROYECTO No)

DRAFT BY: [Signature]  
 CHECKED BY: [Signature]  
 SERVICE No: [Signature]  
 DRAWING No: [Signature]

LOGIC DIAGRAM (DIAGRAMA DE LAZO)

REV.	DATE (FECHA)	DESCRIPTION (DESCRIPCION)	BY (POR)	DSGND (DS)	CHKD (CHEC)	APPR (APR)	APPR (APR)	APPR (APR)
1	095	ISSUED FOR CONSTRUCTION	JLC	[Signature]	[Signature]	[Signature]	[Signature]	[Signature]





o BY DCS

REV	DATE (FECHA)	DESCRIPTION (DESCRIPCION)	BY (POR)	DSGND (DES)	CHKD (CHEC)	APPR (APR)	APPR (APR)	APPR (APR)
1	15	ISSUED FOR CONSTRUCTION	JLC					

**CHIYODA CORPORATION**

LOOP DIAGRAM (DIAGRAMA DE LAZO)

DWNER: PEMEX REFINACION  
 CLIENTES: PLANT: DESUBUTANIZER UNIT  
 MINATITLAN VER

DRAFT BY: HEP  
 CHECKED BY: F.P.L.  
 TAG: IC-21104  
 SERVICE: 5  
 REPOILER H:101

PAP-33-JB-DW-152  
 JUNCTION BOX DMC  
 P & I D

CLIENT: PEMEX REFINACION  
 PROJECT TITLE: DEISOBUTANIZER UNIT, MINATITLAN, VER.  
 JOB No.: R - 182 - 36 - 01  
 DOC No: PAP - 32 - J7 - TB - 001  
 TYPE: FLOW  
 PAGE: 1 OF 4

REV:	1	3	4	MADE:	LJG
BY:	LJG			CHKD:	JAN/ALN
CHKD:	JAN/ALN			APVD:	GVP
APVD:	GVP			DATE:	05/03/95
DATE:	12/12/95			SHEET:	3/15

REV. 1 (ISSUED FOR CONSTRUCTION)

REV	TAG	SERVICE DESCRIPTION	ENGINEERING UNITS RANGE	INPUT SIGNAL		CONTROL ALGORITHM	OUTPUT SIGNAL		SET POINT	ALARM (PRIORITY)	DCS FUNCTION	NOTES
				ORIGIN	TYPE		DESTINE(SC)	TYPE				
0	FIC-21101	BUTANES TO DEISOBUTANIZER TOWER DA-201 FROM SPHERE FA-202	0-170 m3/hr	FT-21101 (P)	SMART (*)	PI (I)	FY-21101(FC)	4-20 mA DC	123 m3/hr		CONTROLLER TREND HISTORY	
0	FIC-21102	ISOBUTANE REFLUX TO DEISOBUTANIZER TOWER DA-201	0-900 m3/hr	FT-21102 (P)	SMART (*)	PI (I)	FY-21102 (FO)	4-20 mA DC			CONTROLLER TREND HISTORY	SET POINT FROM TIC-21101
1	FIC-21103	N-BUTANE TO DEISOBUTANIZER REBOILER H-101 (PASS 1)	0-250 m3/hr	FT-21103 (P)	SMART (*)	PI (I)	FY-21103 (FO) FX-21103	4-20 mA DC INTERNAL	179 m3/hr		CONTROLLER TREND HISTORY LOW ALARM LOW LOW ALARM	REBOILER SHUTDOWN (INTERLOCK FALL-101)
1	FIC-21104	N-BUTANE TO DEISOBUTANIZER REBOILER H-101 (PASS 2)	0-250 m3/hr	FT-21104 (P)	SMART (*)	PI (I)	FY-21104 (FO) FX-21103	4-20 mA DC INTERNAL	179 m3/hr		CONTROLLER TREND HISTORY LOW ALARM LOW LOW ALARM	
1	FIC-21105	N-BUTANE TO DEISOBUTANIZER REBOILER H-101 (PASS 3)	0-250 m3/hr	FT-21105 (P)	SMART (*)	PI (I)	FY-21105 (FO) FX-21103	4-20 mA DC INTERNAL	179 m3/hr		CONTROLLER TREND HISTORY LOW ALARM LOW LOW ALARM	REBOILER SHUTDOWN (INTERLOCK FALL-101)

REDUNDANT (D) DIRECT (I) INVERSE (SC) SAFE CONDITION (FO) FAIL OPEN (FC) FAIL CLOSE (P) PROCESS (U) UTILITIES (T) TIE-INS (1) EMERGENCY (2) HIGH (3) LOW

## PARTES DE UN SISTEMA DE MEDICION.

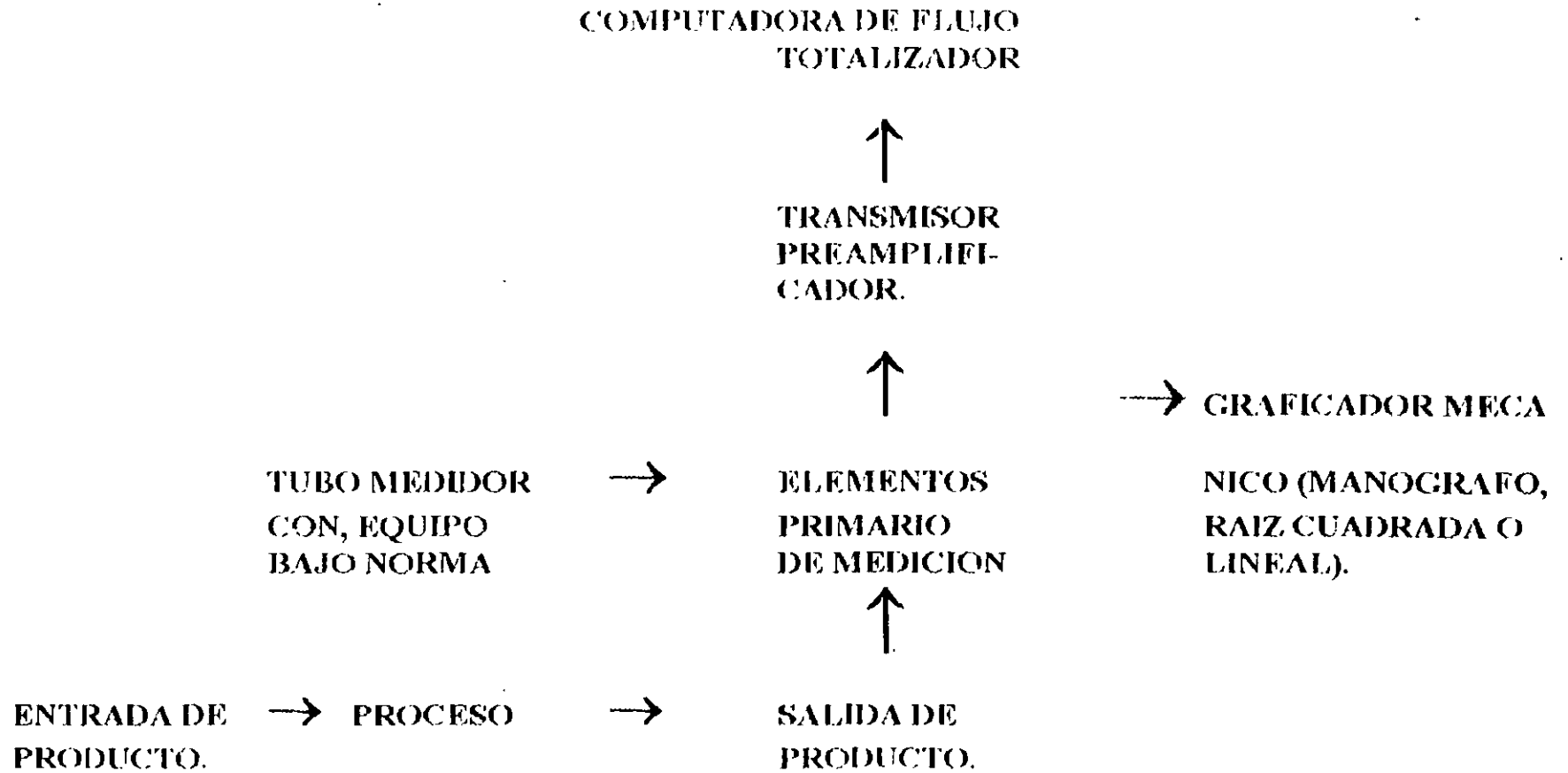
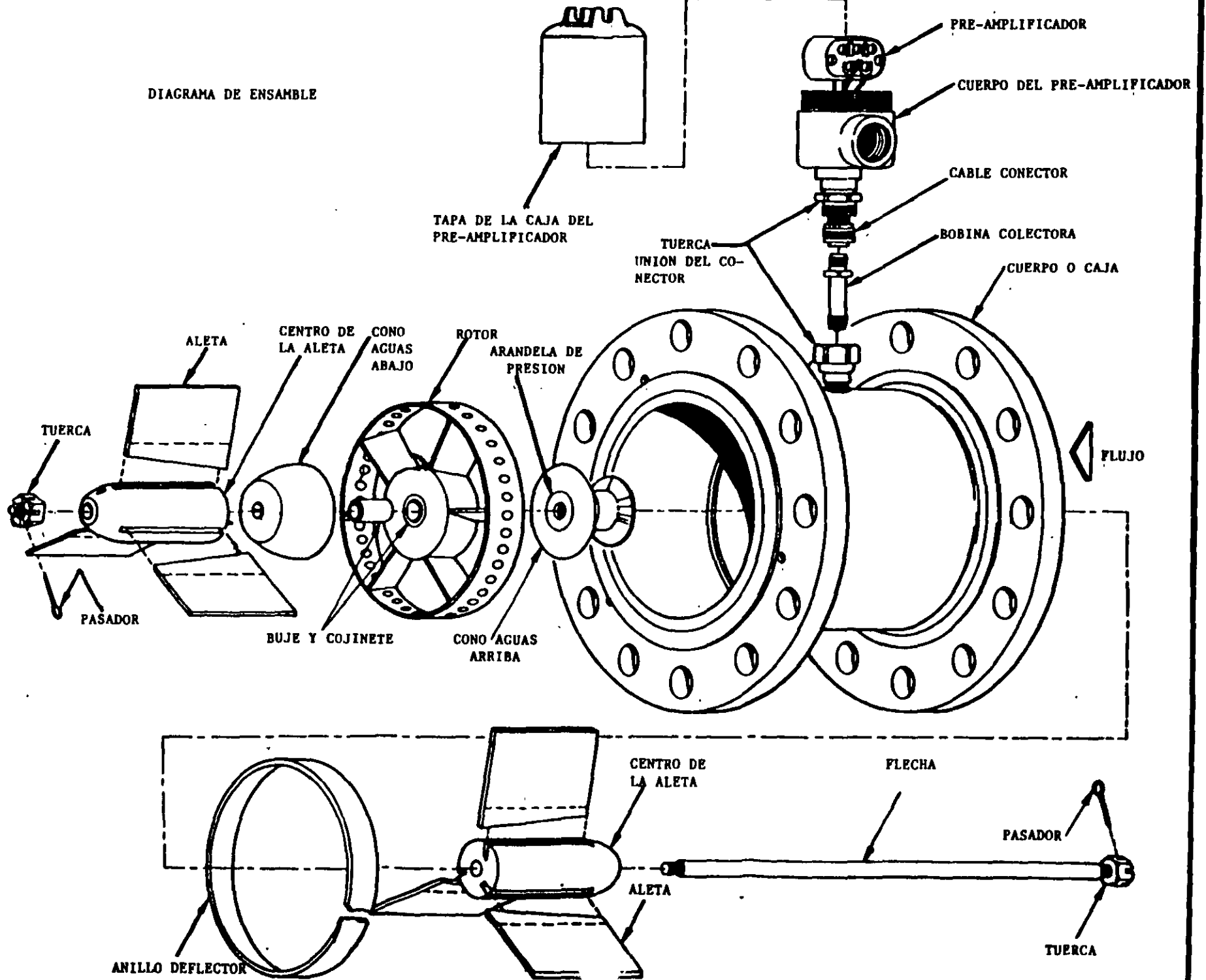


DIAGRAMA DE ENSAMBLE



## VI.2 INSTRUMENTOS DE PROCESO.

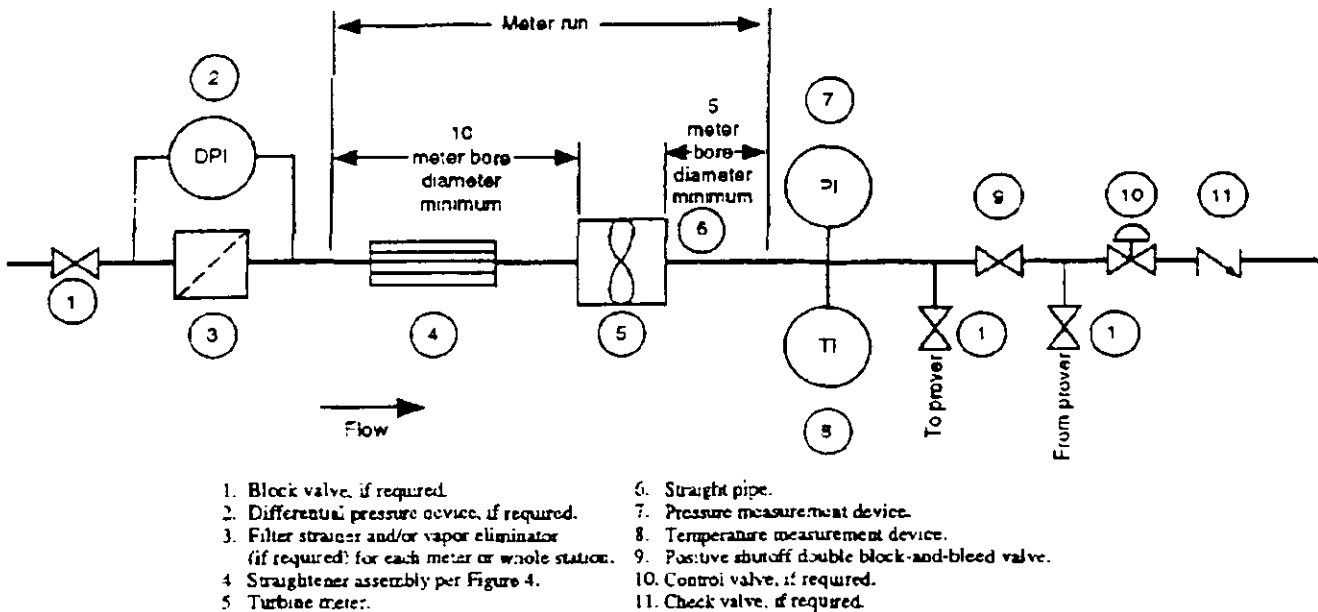
### VI.2.1 INSTRUMENTOS PARA MEDICION LLENADO DE AUTOTANQUES

#### VI.2.1.1 MEDIDOR DE FLUJO TIPO TURBINA

CLAVE	MTF-XX
TAMAÑO	3" DE DIAMETRO
CONEXION	BRIDADA, 150 # RF
RANGO FLUJO NOMINAL	60 A 600 GPM.
REPETIBILIDAD	+/- 0.02 %
LINEALIDAD	+/- 0.15 %
FACTOR	ANEXAR CURVA DE CALIBRACION.

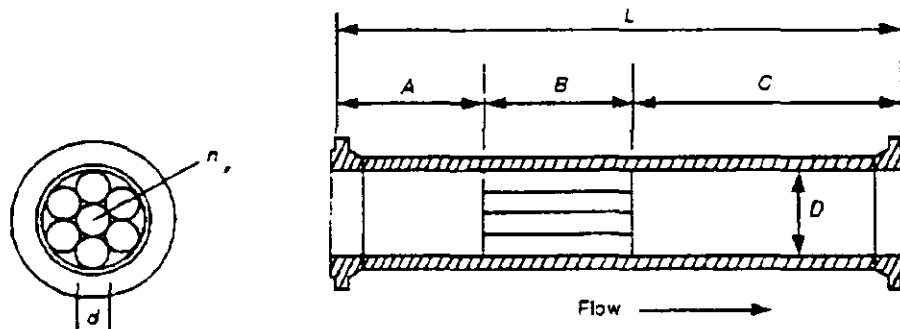
#### MATERIALES:

CUERPO	ACERO AL CARBON
SOPORTE	ACERO INOXIDABLE
FLECHA	ACERO INOXIDABLE
BRIDAS	ACERO AL CARBON
ROTOR	ACERO INOXIDABLE
COJINETE TIPO	POR FABRICANTE
MATERIAL DEL COJINETE	CARBURO DE TUNGSTENO
DIRECTOR DE FLUJO	CON PLATO DIRECTOR DE FLUJO DE AC. INOX. 316
VOLTAJE DE SALIDA PICO A PICO MINIMO	POR FABRICANTE
RANGO DE FRECUENCIA Hz.	POR FABRICANTE
TIPO BOBINA Y CONECTOR	A PRUEBA DE EXPLOSION
CLASIFICACION DE LA CAJA	A PRUEBA DE EXPLOSION, NEMA 7
PREAMPLIFICADOR TRANSMISOR	SI
MONTAJE	INTEGRAL
SUMINISTRO DE ENERGIA	24 VCD.
CONDICIONES DE OPERACIÓN	INTERMITENTE PARA CARGA DE A/T's.
FLUIDO	P. MAGNA /PREMIUM/ DIESEL.
PRESION DE OPERACIÓN	MAX. 4 KG/CM2
TEMP. DE OPERACIÓN	0-45 °C.
GRAVEDAD ESPECIFICA	P. MAGNA 0.726, PREMIUM 0.726, DIESEL 0.852,
VISCOSIDAD EN CENTIPOISES	P. MAGNA 0.6, DIESEL 7.0 , PREMIUM 0.6



Note: All sections of line that may be blocked between valves should have provisions for pressure relief (preferably not installed between the meter and the prover).

Figure 3—Schematic Diagram of Turbine Meter Installations



Note. This figure shows assemblies installed upstream of the meter. Downstream of the meter, 5D minimum of straight pipe should be used.

- L = overall length of straightener assembly ( $\geq 10D$ ).
- A = length of upstream plenum ( $2D-3D$ ).
- B = length of tube of vane-type straightening element ( $2D-3D$ ).
- C = length of downstream plenum ( $\geq 5D$ ).
- D = nominal diameter of meter.
- n = number of individual tubes or vanes ( $\geq 4$ ).
- d = nominal diameter of individual tubes ( $B/b \geq 10$ ).

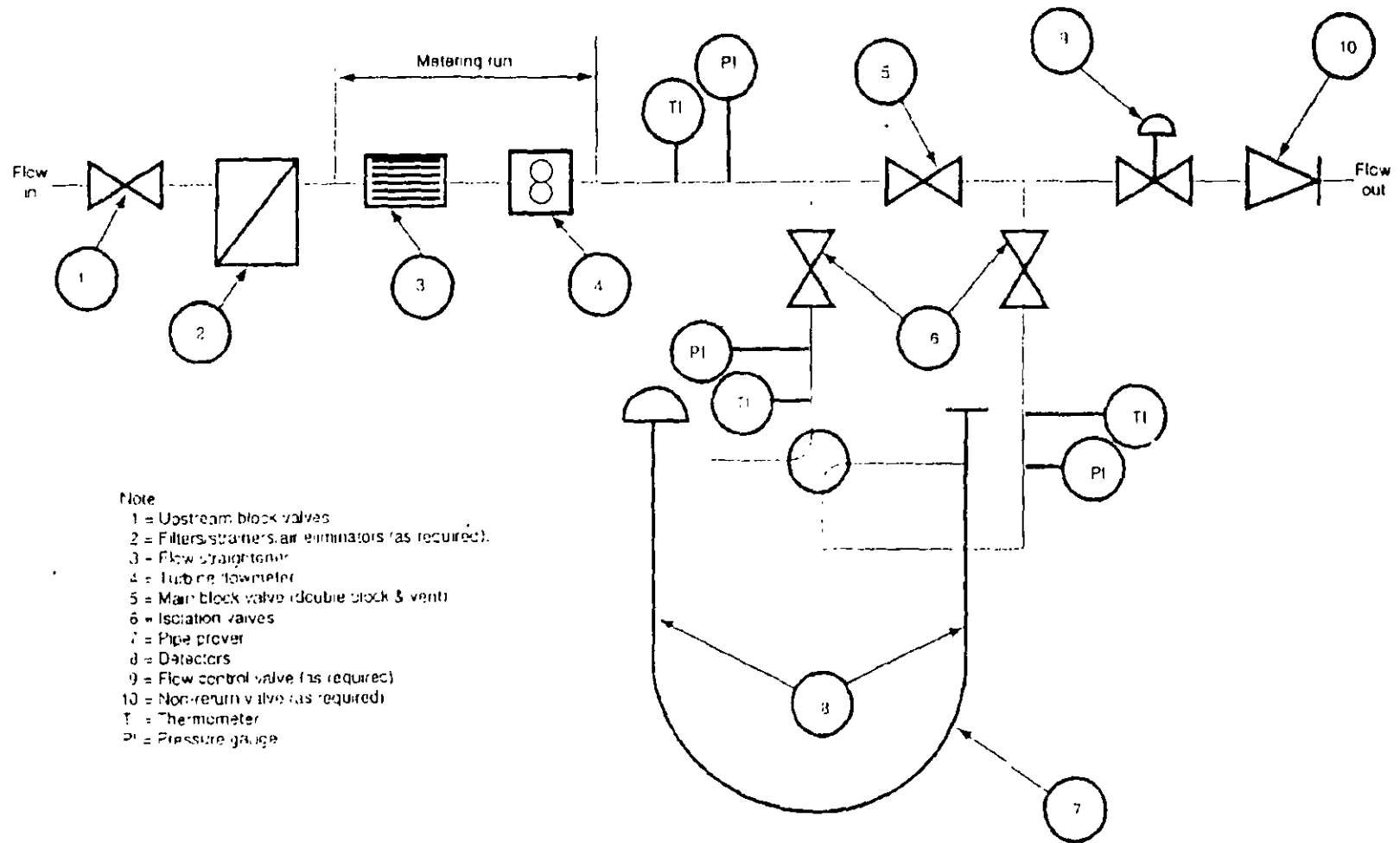
Figure 4—Example of Flow-Conditioning Assembly With Straightening Element

the technique. Experience has shown that, in many installations, pipe lengths of 20 meter-bore diameters upstream of the meter and 5 meter-bore diameters downstream of the meter provide effective conditioning

**5.3.7.1.4** A straightening element usually consists of a cluster of tubes, vanes, or equivalent devices that are inserted longitudinally in a section of straight pipe (see Figure 4).

Straightening elements effectively assist flow conditioning by eliminating liquid swirl. Straightening elements may also consist of a series of perforated plates or wiremesh screens, but these forms normally cause a larger pressure drop than do tubes or vanes.

**5.3.7.1.5** Proper design and construction of the straightening element is important to ensure that swirl is not gener-



- Note
- 1 = Upstream block valves
  - 2 = Filters/strainers/air eliminators (as required)
  - 3 = Flow straightener
  - 4 = Turbine flowmeter
  - 5 = Main block valve (double block & vent)
  - 6 = Isolation valves
  - 7 = Pipe prover
  - 8 = Detectors
  - 9 = Flow control valve (as required)
  - 10 = Non-return valve (as required)
  - T = Thermometer
  - PI = Pressure gauge

Figure 1—Simple Turbine Flowmeter Installation

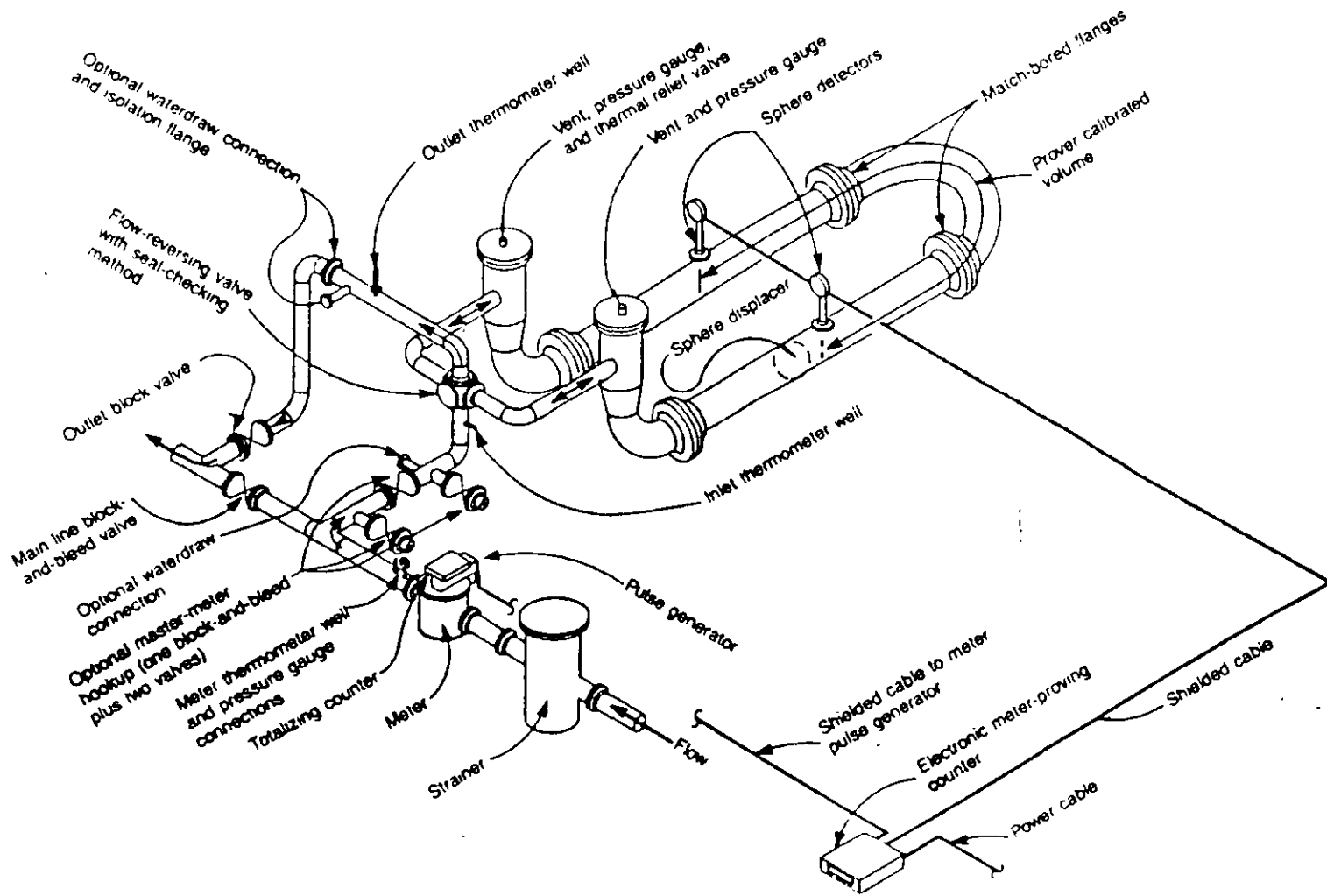


Figure 2—Typical Bidirectional U-Type Sphere Prover System



CHAPTER 12—CALCULATION OF PETROLEUM QUANTITIES

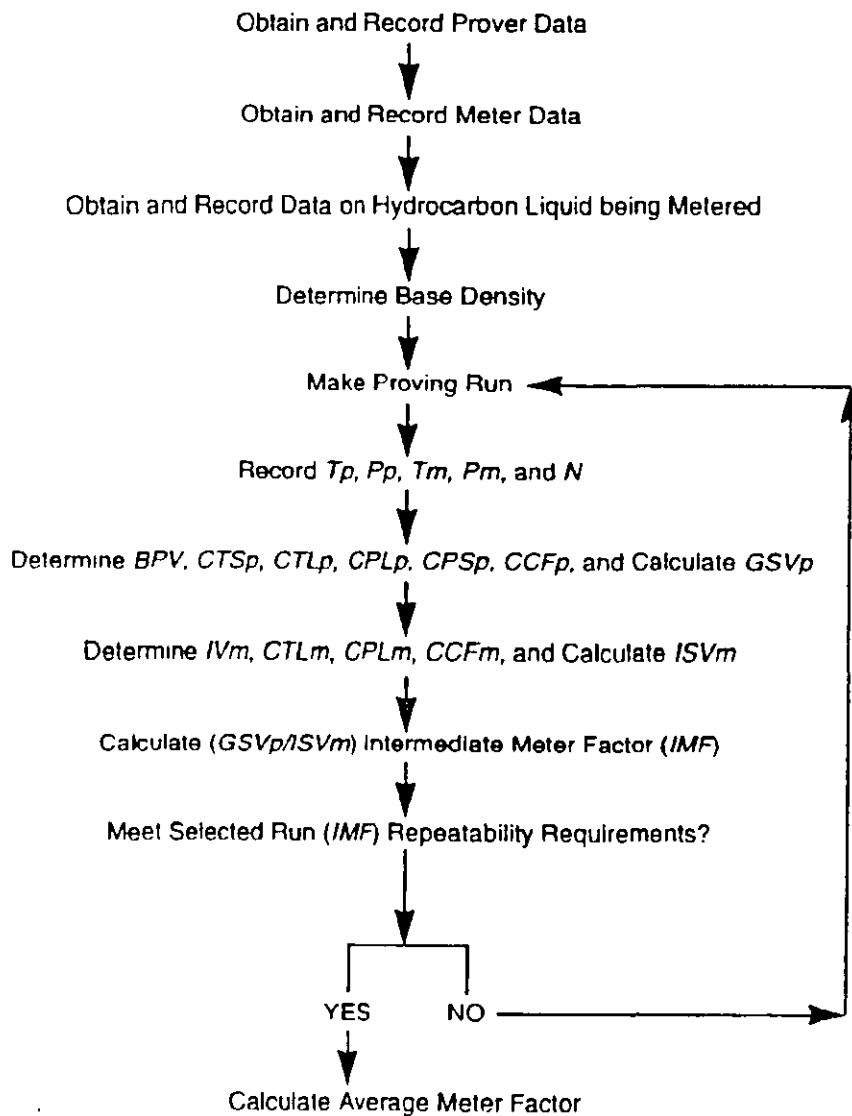


Figure 1—Proving Report Flow Chart  
Displacement Pipe Prover Using Average Meter Factor Method

Reproducido de Information Handling Services(r)  
The Worldwide Standards Service Plus(c) 1997 por IHS  
Thu Jun 11 12:55:03 1998

- Ⓜ ISA S7.0.01 Quality Standard for Instrument Air Supersedes SP7.1, SP7.3, SP7.3S, SP7.4, SP7.6, RP7.1-1956, S7.3-1975 (R 1981), S7.4-1981 and RP7.7-1984
- Ⓜ ISA S12.1 Definitions and Information Pertaining to Electrical Instruments in Hazardous (Classified) Locations
  - ISA S12.4 (WITHDRAWN) Instrument Purging for Reduction of Hazardous Area Classification
  - Ⓜ ISA S12.10 Area Classification in Hazardous (Classified) Dust Locations
  - ISA S12.11 (WITHDRAWN) Electrical Instruments in Hazardous Dust Locations
  - Ⓜ ISA S12.12 Nonincendive Electrical Equipment for Use in Class I and II, Division 2 and Class III, Divisions 1 and 2 Hazardous (Classified) Locations
  - Ⓜ ISA S12.13 PT I Performance Requirements, Combustible Gas Detectors
  - Ⓜ ISA S12.15 PT I Performance Requirements for Hydrogen Sulfide Detection Instruments (10-100 ppm)
  - Ⓜ ISA S18.1 Annunciator Sequences and Specifications R(1992)
  - Ⓜ ISA S20 Specification Forms for Process Measurement and Control Instruments, Primary Elements and Control Valves
  - Ⓜ ISA S26 Dynamic Response Testing of Process Control Instrumentation
  - Ⓜ ISA S37.1 Electrical Transducer Nomenclature and Terminology R(1982)
  - Ⓜ ISA S37.3 Specifications and Tests for Strain Gage Pressure Transducers R(1995)
  - Ⓜ ISA S37.5 Specifications and Tests for Strain Gage Linear Acceleration Transducers R(1995)
  - Ⓜ ISA S37.6 Specifications and Tests of Potentiometric Pressure Transducers R(1995)
  - Ⓜ ISA S37.8 Specifications and Tests for Strain Gage Force Transducers R(1995)
  - Ⓜ ISA S37.10 Specifications and Tests for Piezoelectric Pressure and Sound-Pressure Transducers R(1995)
  - Ⓜ ISA S37.12 Specifications and Tests for Potentiometric Displacement Transducers R(1995)
  - Ⓜ ISA S50.1 Compatibility of Analog Signals for Electronic Industrial Process Instruments R(1992)
  - Ⓜ ISA S50.02 Fieldbus Standard for Use in Industrial Control Systems Part 2: Physical Layer Specification and Service Definition
  - Ⓜ ISA S50.02 PART 3 Fieldbus Standard for Use in Industrial Control Systems, Part 3: Data Link Service Definition
  - Ⓜ ISA S50.02 PART 4 Fieldbus Standard for Use in Industrial Control Systems, Part 4: Data Link Protocol Specification
  - Ⓜ ISA S51.1 Process Instrumentation Terminology R(1993)
  - ISA S61.1 (WITHDRAWN) Industrial Computer System FORTRAN Procedures for Executive Functions, Process Input/Output, and Bit Manipulation
  - ISA S61.2 (WITHDRAWN) Industrial Computer System FORTRAN Procedures for File Access and the Control of File Contention
  - Ⓜ ISA S67.01 Transducer and Transmitter Installation for Nuclear Safety Applications
  - Ⓜ ISA S67.02.01 Nuclear Safety-Related Instrument Sensing Line Piping and Tubing Standard for Use in Nuclear Power Plants
  - Ⓜ ISA S67.03 Light Water Reactor Coolant Pressure Boundary Leak Detection
  - Ⓜ ISA S67.04 PART 1 Setpoints for Nuclear Safety-Related Instrumentation
  - Ⓜ ISA S67.05 Response Time Testing of Nuclear Safety-Related Instrument Channels in Nuclear Power Plants
  - Ⓜ ISA S67.10 Sample-Line Piping and Tubing Standard for Use in Nuclear Power Plants
  - Ⓜ ISA S67.14 Qualifications and Certification of Instrumentation and Control Technician in Nuclear Facilities

TABLA 1.1 Letras de identificación

1.ª Letra		Letras sucesivas		
Variable medida (3)	Letra de modificación	Función de lectura pasiva	Función de salida	Letra de modificación
A	Análisis (4)	Alarma		
B	Llama (quemador)	Libre (1)	Libre (1)	Libre (1)
C	Conductividad		Control	
D	Densidad o peso específico	Diferencial (3)		
E	Tensión (f.e.m.)	Elemento primario		
F	Caudal	Relación (3)		
G	Calibre	Vidrio (8)		
H	Manual			Alto (6) (13) (14)
I	Corriente eléctrica	Indicación (9) o indicador		
J	Potencia	Exploración (6)		
K	Tiempo		Estación de control	
L	Nivel	Luz piloto (10)		Bajo (6) (13) (14)
M	Humedad			Medio o intermedio (6) (13)
N	Libre (1)	Libre	Libre	Libre
O	Libre (1)	Orificio		
P	Presión o vacío	Punto de prueba		
Q	Cantidad	Integración (3)		
R	Radiactividad	Registro		
S	Velocidad o frecuencia	Seguridad (7)	Interruptor	
T	Temperatura		Transmisión o transmisor	
U	Multivariable (5)	Multifunción (11)	Multifunción (11)	Multifunción (11)
V	Viscosidad		Válvula	
W	Peso o Fuerza	Vaina		
X	Sin clasificar (2)	Sin clasificar	Sin clasificar	Sin clasificar
Y	Libre (1)		Relé o computador (12)	
Z	Posición		Elemento final de control sin clasificar	

(1) Para cubrir las designaciones no normalizadas que pueden emplearse repetidamente en un proyecto se han previsto letras libres. Estas letras pueden tener un significado como primera letra y otro como letra sucesiva. Por ejemplo, la letra N puede representar como primera letra el módulo de elasticidad y como sucesiva un osciloscopio.

(2) La letra sin clasificar X, puede emplearse en las designaciones no indicadas que se utilicen sólo una vez o un número limitado de veces. Se recomienda que su significado figure en el exterior del círculo de identificación del instrumento. Ejemplo: XR-3 registrador de vibración.

(3) Cualquier letra primera si se utiliza con las letras de modificación D (diferencial), F (relación) o Q (integración) o cualquier combinación de las mismas cambia su significado para representar una nueva variable medida. Por ejemplo, los instrumentos TDI y TI miden dos variables distintas, la temperatura diferencial y la temperatura, respectivamente.

(4) La letra A para análisis, abarca todos los análisis no indicados en la tabla 1.1, que no

están cubiertos por una letra libre. Es conveniente definir el tipo de análisis al lado del símbolo en el diagrama de proceso.

(5) El empleo de la letra U como multivariable en lugar de una combinación de primeras letras es opcional.

(6) El empleo de los términos de modificaciones alto, medio, bajo, medio o intermedio y exploración, es preferible pero opcional.

(7) El término seguridad, debe aplicarse sólo a elementos primarios y a elementos finales de control que protejan contra condiciones de emergencia (peligrosas para el equipo o el personal). Por este motivo, una válvula autorreguladora de presión que regula la presión de salida de un sistema, mediante el alivio o escape de fluido al exterior, debe ser PCV, pero si esta misma válvula se emplea contra condiciones de emergencia, se designa PSV.

La designación PSV se aplica a todas las válvulas proyectadas para proteger contra condiciones de emergencia de presión sin tener en cuenta si las características de la válvula y la forma de trabajo la colocan en la categoría de válvula de seguridad, válvula de alivio, o válvula de seguridad de alivio.

(8) La letra de función pasiva *vidrio*, se aplica a los instrumentos que proporcionan una visión directa no calibrada del proceso.

(9) La letra *indicación* se refiere a la lectura de una medida real de proceso. No se aplica a la escala de ajuste manual de la variable si no hay indicación de ésta.

(10) Una luz piloto que es parte de un bucle de control debe designarse por una primera letra seguida de la letra sucesiva L. Por ejemplo, una luz piloto que indica un período de tiempo terminado se designará KL. Sin embargo, si se desea identificar una luz piloto fuera del bucle de control, la luz piloto puede designarse en la misma forma o bien alternativamente por una letra única L. Por ejemplo, una luz piloto de marcha de un motor eléctrico puede identificarse EL, suponiendo que la variable medida adecuada es la tensión, o bien XL, suponiendo que la luz es excitada por los contactos eléctricos auxiliares del arrancador del motor, o bien simplemente L.

La actuación de la luz piloto puede ser acompañada por una señal audible.

(11) El empleo de la letra U como multifunción en lugar de una combinación de otras letras, es opcional.

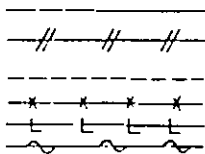
(12) Se supone que las funciones asociadas con el uso de la letra sucesiva Y se definirán en el exterior del símbolo del instrumento cuando sea conveniente hacerlo así.

(13) Los términos alto, bajo y medio o intermedio deben corresponder a valores de la variable medida, no a los de la señal a menos que se indique de otro modo. Por ejemplo, una alarma de nivel alto derivada de una señal de un transmisor de nivel de acción inversa debe designarse LAH incluso aunque la alarma sea actuada cuando la señal cae a un valor bajo.

(14) Los términos alto y bajo, cuando se aplican a válvulas, o a otros dispositivos de cierre-apertura, se definen como sigue:

*Alto* indica que la válvula está, o se aproxima a la posición de apertura completa.  
*Bajo* denota que se acerca o está en la posición completamente cerrada.

Figuran a continuación los símbolos a emplear en los planos y dibujos de representación de instrumentos en los procesos industriales.



1. Conexión a proceso o enlace mecánico, o alimentación de instrumentos\*
2. Señal neumática\*\* o señal sin definir en una línea de proceso
3. Señal eléctrica
4. Tubo capilar
5. Señal hidráulica
6. Señal electromagnética\*\*\* o sónica (sin hilo ni tubo)

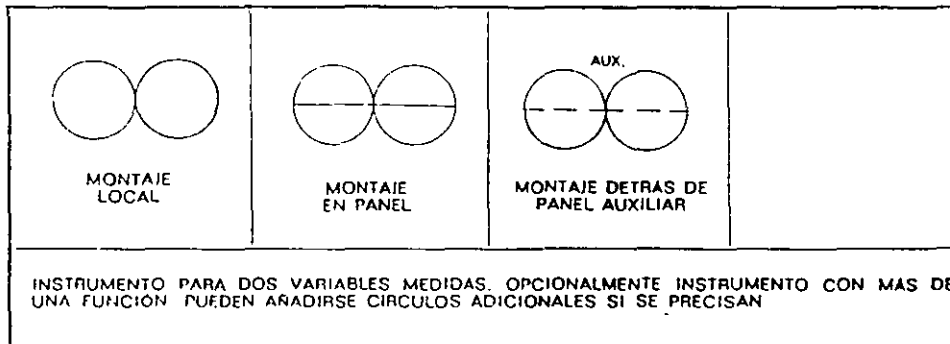
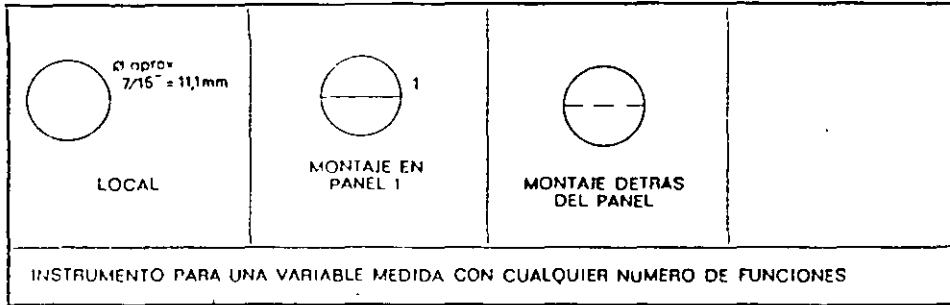
\* Se sugieren las siguientes abreviaturas para representar el tipo de alimentación (o bien de purga de fluidos)

- AB Alimentación de aire
- ES Alimentación eléctrica
- GS Alimentación de gas
- HS Alimentación hidráulica
- NS Alimentación de nitrógeno
- VS Alimentación de vapor
- WA Alimentación de agua

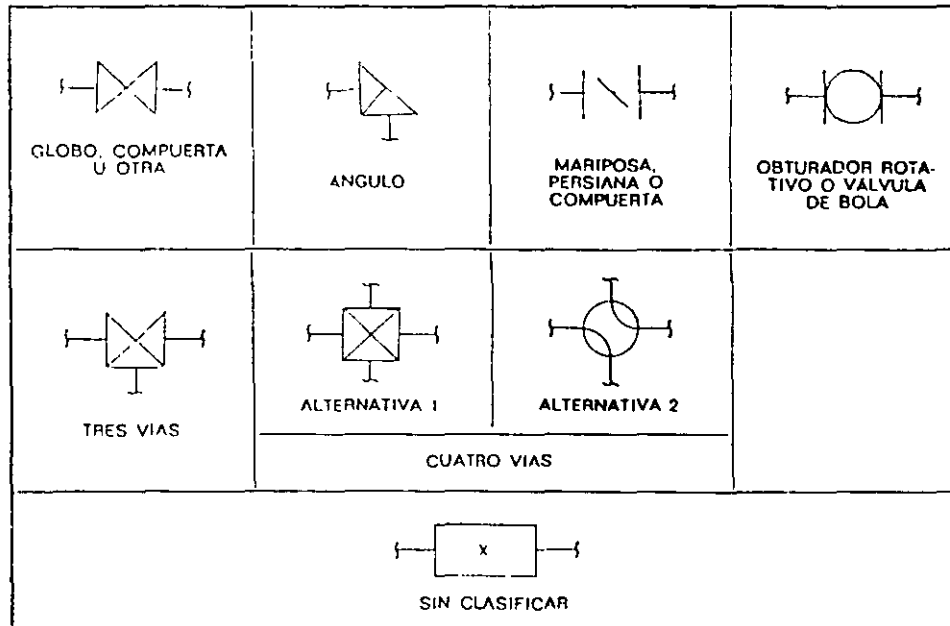
\*\* El símbolo se aplica también a cualquier señal que emplee gas como medio de transmisión. Si se emplea un gas distinto del aire debe identificarse con una nota al lado del símbolo o bien de otro modo.  
 \*\*\* Los fenómenos electromagnéticos incluyen calor, ondas de radio, radiación nuclear y luz.

26 Instrumentación industrial

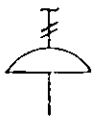
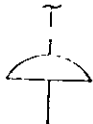
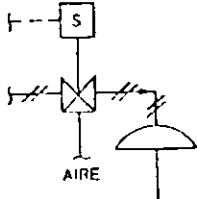
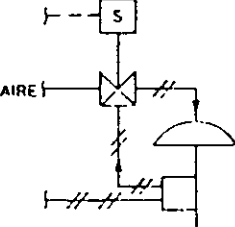
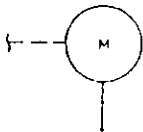
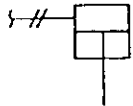
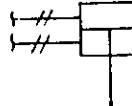
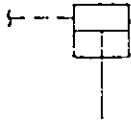


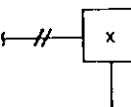
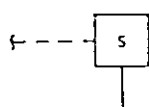

Simbolos generales



Simbolos para válvulas de control



Simbolos para actuadores

 <p>SIN POSICIONADOR</p>	 <p>PREFERIDA PARA DIAFRAGMA CON PILOTO (POSICIONADOR VALVULA SOLENOIDE, ...)</p>	 <p>AIRE</p> <p>PREFERIDO</p>	 <p>AIRE</p> <p>OPCIONAL</p>
<p>DIAFRAGMA CON MUELLE</p>		<p>DIAFRAGMA CON MUELLE, POSICIONADOR Y VALVULA PILOTO QUE PRESURIZA EL DIAFRAGMA AL ACTUAR</p>	
 <p>MOTOR ROTATIVO</p>	 <p>SIMPLE ACCION</p>  <p>DOBLE ACCION</p> <p>CILINDRO SIN POSICIONADOR U OTRO PILOTO</p>		
 <p>PREFERIDO PARA CUALQUIER CILINDRO</p>	 <p>ACTUADOR MANUAL</p>	 <p>ELECTROHIDRAULICO</p>	
 <p>SIN CLASIFICAR</p>	 <p>SOLENOIDE</p>	 <p>PARA VALVULA DE ALVIO O DE SEGURIDAD (DENOTA UN MUELLE, PESO, O PILOTO INTEGRAL)</p>	

fuelle de alimentación o su pérdida debe entrarse como entrada lógica al sistema o a los elementos lógicos individuales. En las memorias, la fuente de alimentación puede entrarse como una entrada lógica o en la forma indicada en los diagramas. También puede ser necesario mostrar el efecto de la restauración de la alimentación.

*Definiciones*

En la tabla que aparece en las páginas anteriores se representan y definen los símbolos lógicos; los símbolos con tres entradas A, B y C son típicos de funciones lógicas con cualquier número de dos o más entradas. En las tablas de verdad, 0 indica la no existencia de la entrada lógica o de la señal de salida o el estado dado en la cabecera de la columna. 1 indica la existencia de la señal o estado de entrada lógica. D indica la existencia de la señal o estado de salida lógica como resultado de las entradas lógicas apropiadas.

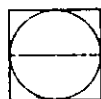
**Resumen Norma ISA-S5.3**

El objeto de esta norma es documentar los instrumentos formados por ordenadores, controladores programables, miniordenadores y sistemas a microprocesador que disponen de control compartido, visualización compartida y otras características de interfase. Los símbolos representan la interfase con los equipos anteriores de la instrumentación de campo, de la instrumentación de la sala de control y de otros tipos de hardware.

El tamaño de los símbolos debe ser conforme a la norma ISA-S5.1, a la que complementa.

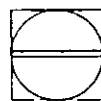
*Símbolos de visualización del control distribuido/compartido*

- 1. Accesible normalmente al operador-indicador/controlador/registrador o punto de alarma.



- (1) Visualización compartida.
- (2) Visualización y control compartidos.
- (3) Acceso limitado a la red de comunicaciones.
- (4) Interfase del operador en la red de comunicaciones.

- 2. Dispositivo de interfase auxiliar del operador.



- (1) Montado en panel; carátula analógica; no está montado normalmente en la consola principal del operador.
- (2) Controlador de reserva o estación manual.
- (3) El acceso puede estar limitado a la red de comunicaciones.
- (4) Interfase del operador vía la red de comunicaciones.

**42 Instrumentación industrial**

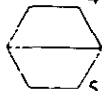
3. No accesible normalmente al operador.



- (1) Controlador ciego compartido.
- (2) Visualización compartida instalada en campo.
- (3) Cálculo, acondicionamiento de señal en controlador compartido.
- (4) Puede estar en la red de comunicaciones.
- (5) Normalmente operación ciega.
- (6) Puede ser alterado por la configuración.

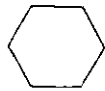
*Símbolos del ordenador*

A utilizar cuando los sistemas incluyen componentes identificados como ordenadores, diferentes de un procesador integral que excita las varias funciones de un sistema de control distribuido. El componente ordenador puede ser integrado en el sistema, vía la red de datos, o puede ser un ordenador aislado.



4. Normalmente accesible al operador-indicador/controlador/registrator o punto de alarma. Utilizado usualmente para indicar la pantalla de video.

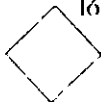
5. Normalmente no accesible al operador.



- (1) Interfase entrada/salida.
- (2) Cálculo /acondicionamiento de señal dentro de un ordenador.
- (3) Puede usarse como controlador ciego o como módulo de cálculo de software.

*Símbolos de control lógico y secuencial*

6. Símbolo general. Para complejos no definidos interconectando control lógico o secuencial (ver ISA-S5.1)



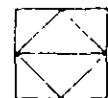
7. Control distribuido interconectando controladores lógicos con funciones lógicas binarias o secuenciales.



(1) Paquete de controlador lógico programable o controladores lógicos digitales integrales con el equipo de control distribuido.

(2) No accesible normalmente al operador.

8. Control distribuido interconectando un controlador lógico con funciones lógicas binarias o secuenciales.



(1) Paquete de controlador lógico programable o controladores lógicos digitales integrales con el equipo de control distribuido.

(2) Accesible normalmente al operador.



*Símbolos de funciones internas del sistema*

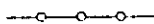
9. Cálculo/condicionamiento de señal.



- (1) Para identificación de bloques consulte ISA-S5.1 tabla 2 «Designaciones de funciones para relés».
- (2) Para requerimientos de cálculo amplios, use la designación «C». Escriba aclaraciones en documentación suplementaria.
- (3) Utilizado en combinación con válvulas de alivio según ISA-S5.1.

*Símbolos comunes*

10. Red del sistema.



- (1) Usado para indicar una red de software, o conexiones entre funciones suministradas en el sistema del fabricante.
- (2) Alternativamente, la red puede ser mostrada implícitamente por símbolos contiguos.
- (3) Puede utilizarse para indicar una red de comunicaciones a opción del usuario.

*Registradores y otros sistemas de retención de datos históricos*

Los registradores convencionales, tales como los de gráfico de banda se mostrarán de acuerdo con ISA-S5.1.

En los registradores asignables utilice el símbolo 1.

El almacenamiento en masa de largo plazo de una variable de proceso mediante memorias digitales como cinta, disco, etc., debe representarse de acuerdo con los símbolos de visualización de control distribuido/compartido o símbolos de ordenador de esta norma, dependiendo de la localización del aparato.

*Identificación*

Los códigos de identificación de esta norma deben cumplir con ISA-S5.1 con las siguientes adiciones.

*Alarmas de software*

Las alarmas de software pueden ser identificadas situando letras de designación de la tabla 1.1 de ISA-S5.1 en las líneas de señal de entrada o de salida de los controladores, o de otro componente específico integral del sistema. Ver Alarmas que aparecen posteriormente.

**Tabla C-2. Sensores comunes para mediciones de temperatura**

---

- I. Termómetro de expansión
  - A. Termómetro de líquido en vidrio
  - B. Termómetro de expansión de sólidos (tira bimetallica)
  - C. Termómetros de sistema lleno (termómetros a presión)
    - 1. Llenos de gas
    - 2. Llenos de líquido
    - 3. Llenos de vapor
  
- II. Dispositivos con sensor de resistencia
  - A. Termómetros de resistencia
  - B. Termistores
  
- III. Termopares
  
- IV. Métodos sin contacto
  - A. Pirómetros ópticos
  - B. Pirómetros por radiación
  - C. Técnicas infrarrojas

---

**Tabla C-4. Clasificación de la Scientific Apparatus Manufacturers' Association para los termómetros de sistema lleno.**

---

<i>Clase</i>	<i>Relleno</i>	<i>Características</i>
I	Líquido distinto al mercurio	Sin compensación
IA	Líquido distinto al mercurio	Contenedor y capilar con compensación
IB	Líquido distinto al mercurio	Contenedor con compensación
IIA	Vapor	Para aplicaciones del bulbo en condiciones por arriba de la temperatura ambiente
IIR	Vapor	Para aplicaciones del bulbo en condiciones por abajo de la temperatura ambiente
IIC	Vapor	Para aplicaciones del bulbo en condiciones por arriba o por abajo de la temperatura ambiente Se utiliza tubo grande
IID	Vapor	Para aplicaciones del bulbo en condiciones por arriba o por abajo de la temperatura ambiente Se utiliza líquido no volátil para la transmisión
IIIA	Gas	Contenedor y capilar con compensación
IIIR	Gas	Contenedor con compensación
VA	Mercurio	Contenedor y capilar con compensación
VB	Mercurio	Contenedor con compensación

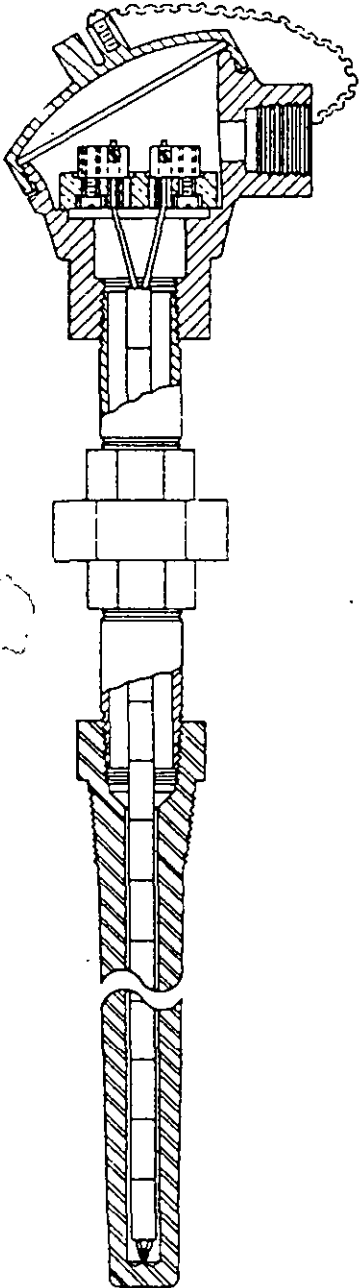
---

*Nota:* Para IV no existe clasificación SAMA



## TERMOPARES INDUSTRIALES

ENSAMBLES STANDARD



### EXPERIENCIA

E.I.M. ha realizado su programa de investigación, desarrollo y fabricación por más de veinte años. Todos los componentes de nuestros Ensamblados de Termopares, son manufacturados en nuestra planta en Monclova, Coah., México, y cada uno es el resultado de estudios completos e investigaciones prácticas de aplicación. Los estrictos controles en la fabricación de cada componente, son su garantía de la más alta calidad: diseños de acuerdo a las técnicas más recientes, larga duración y eficiente operación en su aplicación.

### CONTENIDO

Esta sección presenta los Ensamblados de Termopares de aplicación más frecuente en la industria. Le permite seleccionar la combinación correcta para la mayor parte de sus aplicaciones. En caso necesario, E.I.M. puede ofrecer variaciones de construcción, respecto a los standards, en cualquier Ensamble o su parte. Si nuestros materiales y construcciones standard no satisfacen sus necesidades, envíenos especificaciones y dibujos de sus Ensamblados especiales.

3-8

**Electrónica industrial monclova, s. de r. l.**

Monclova, Coah., México

— **BLOCK TERMINAL:** es un block de material aislante, con terminales metálicas, para sostener mecánicamente y conectar eléctricamente los extremos de los conductores del elemento. (Fig. 5).

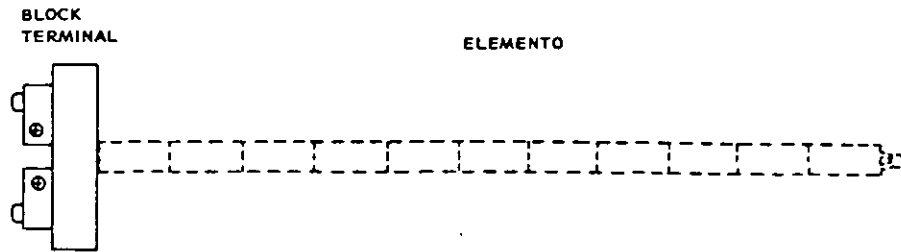


Fig. 5 BLOCK TERMINAL PARA ELEMENTO

— **CABEZA DE CONEXION:** es una caja de protección para el block terminal, con aberturas roscadas para conectarse al tubo protector o al termopozo y a un conduit. (Fig. 6).

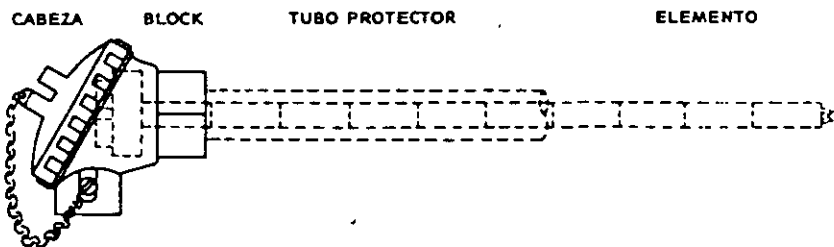


Fig. 6 CABEZA DE CONEXION

— **TUBO PROTECTOR:** es un tubo diseñado para encerrar un elemento sensor de temperatura y protegerlo contra los efectos perjudiciales del ambiente en que está instalado. (Fig. 7).



Fig. 7 TUBO PROTECTOR

— **TERMOPOZO:** es un receptáculo de forma tubular, a prueba de presión, diseñado para encerrar y proteger un elemento sensor de temperatura, provisto de rosca exterior u otro medio para conectarse al proceso en forma hermética. (Fig. 8).



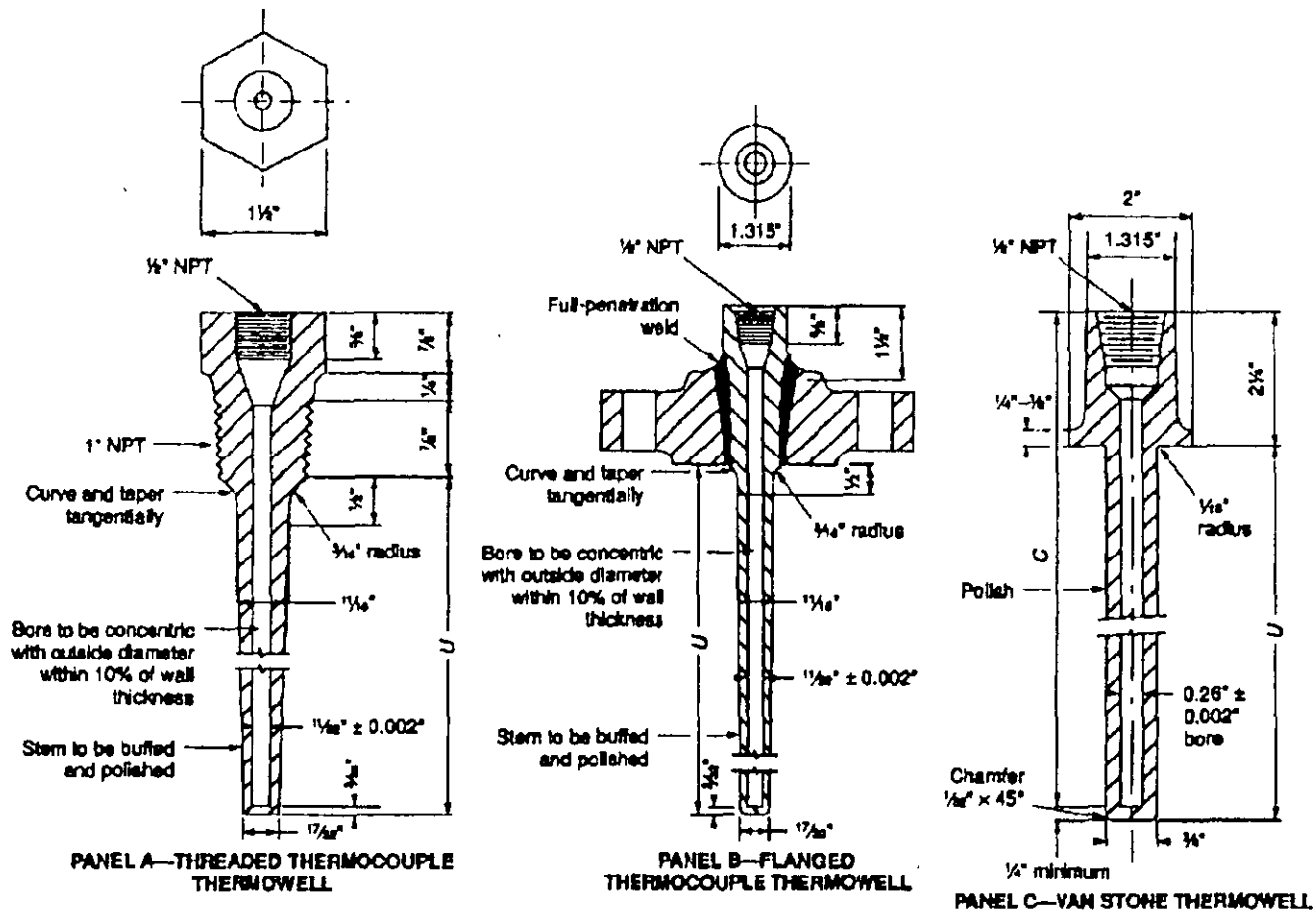
Fig. 8 TERMOPOZO

### TERMOPARES COMPACTOS (AEROPAK)

Además de los Termopares convencionales arriba descritos, se usan comúnmente los Termopares compactos (Aeropak), que están constituidos por uno o más pares de termoelementos encerrados en material cerámico aislante (normalmente óxido de magnesio), firmemente compactado adentro de un blindaje metálico. (Fig. 9).



Fig. 9 AEROPAK



Notes:

1. For flanged thermocouples, an ASME B16.5 flange suitable for the thermocouple's rating (see project specifications) should be used. The flange should be furnished and fabricated by the well supplier.
2. For Van Stone thermowells, the 1500-pound pressure class, as specified in ASME B16.5, should be used.

Figure 26—Thermowell Installation

**10.- Explique El codigo de colores, alcance y aplicación típica de Los termopares.**

TIPO	MATERIAL	ALCANCE	COLOR	FORRO	OBSERVACIONES
J	Fierro (+) Constantan (-) Cu-Ni	0 a 750 °C	Blanco (+) Rojo (-)	Negro	El fierro se oxida con la humedad y se vuelve fragil. En ambientes sulfurosos hay que usarlo hasta 500°C
K	Cromel (+) Ni-Cr Alumel (-) Ni-Al	-250 a 1260 °C	Amarillo (+) Rojo (-)	Amarillo	No usarse en ambiente sulfuroso y vacio
T	Cobre (+) Constantan (-) Cu-Ni	-200 a 370°C	Azul (+) Rojo(-)	Azul	No usar en plantas nucleares, el Cobre se convierte a Niquel o a Zinc.
E	Cromel (+) Constantan (-) Cu-Ni	-200 a 900°C	Violeta (+) Rojo(-)	Violeta	No se tiene la documentacion completa

TABLA 6.5 F.e.m. de los termopares en función de la temperatura en °C con la unión de referencia a 0° C

<i>(ITS 1968)</i>												
°C	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	°C
<b>Tipo E</b>												
<i>Milivoltios</i>												
-270	-9,835											-270
-260	-9,797	-9,802	-9,808	-9,813	-9,817	-9,821	-9,825	-9,828	-9,831	-9,833		-260
-250	-9,719	-9,728	-9,737	-9,746	-9,754	-9,762	-9,770	-9,777	-9,784	-9,791		-250
-240	-9,604	-9,617	-9,630	-9,642	-9,654	-9,666	-9,677	-9,688	-9,699	-9,709		-240
-230	-9,455	-9,475	-9,488	-9,503	-9,519	-9,534	-9,549	-9,563	-9,577	-9,591		-230
-220	-9,274	-9,293	-9,313	-9,332	-9,350	-9,368	-9,386	-9,404	-9,421	-9,438		-220
-210	-9,063	-9,085	-9,107	-9,129	-9,151	-9,172	-9,193	-9,214	-9,234	-9,254		-210
-200	-8,824	-8,850	-8,874	-8,899	-8,923	-8,947	-8,971	-8,994	-8,017	-8,040		-200
-190	-8,561	-8,588	-8,615	-8,642	-8,669	-8,696	-8,722	-8,748	-8,774	-8,799		-190
-180	-8,273	-8,303	-8,333	-8,362	-8,391	-8,420	-8,449	-8,477	-8,505	-8,533		-180
-170	-7,936	-7,995	-7,027	-7,058	-7,090	-7,121	-7,152	-7,183	-7,213	-7,243		-170
-160	-7,631	-7,665	-7,699	-7,733	-7,767	-7,800	-7,833	-7,866	-7,898	-7,931		-160
-150	-7,279	-7,315	-7,351	-7,387	-7,422	-7,458	-7,493	-7,528	-7,562	-7,597		-150
-140	-6,907	-6,945	-6,983	-7,020	-7,058	-7,095	-7,132	-7,169	-7,206	-7,243		-140
-130	-6,516	-6,556	-6,596	-6,635	-6,675	-6,714	-6,753	-6,792	-6,830	-6,869		-130
-120	-6,107	-6,149	-6,190	-6,231	-6,273	-6,314	-6,354	-6,395	-6,436	-6,476		-120
-110	-5,680	-5,724	-5,767	-5,810	-5,853	-5,896	-5,938	-5,981	-5,023	-5,065		-110
-100	-5,237	-5,282	-5,327	-5,371	-5,416	-5,460	-5,505	-5,549	-5,593	-5,637		-100
-90	-4,777	-4,824	-4,870	-4,916	-4,963	-5,009	-5,055	-5,100	-5,146	-5,191		-90
-80	-4,301	-4,350	-4,398	-4,446	-4,493	-4,541	-4,588	-4,636	-4,683	-4,730		-80
-70	-3,811	-3,860	-3,910	-3,959	-4,009	-4,058	-4,107	-4,156	-4,204	-4,253		-70
-60	-3,306	-3,357	-3,408	-3,459	-3,509	-3,560	-3,610	-3,661	-3,711	-3,761		-60
-50	-2,787	-2,839	-2,892	-2,944	-2,996	-3,048	-3,100	-3,152	-3,203	-3,254		-50
-40	-2,254	-2,308	-2,362	-2,416	-2,469	-2,522	-2,575	-2,628	-2,681	-2,734		-40
-30	-1,709	-1,764	-1,819	-1,874	-1,929	-1,983	-2,038	-2,092	-2,146	-2,200		-30
-20	-1,151	-1,208	-1,264	-1,320	-1,376	-1,432	-1,487	-1,543	-1,599	-1,654		-20
-10	-0,581	-0,639	-0,696	-0,754	-0,811	-0,868	-0,925	-0,982	-1,038	-1,095		-10
-0	0,000	-0,059	-0,117	-0,176	-0,234	-0,292	-0,350	-0,408	-0,466	-0,524		-0
0	0,000	0,059	0,118	0,176	0,235	0,295	0,354	0,413	0,472	0,532		0
10	0,591	0,651	0,711	0,770	0,830	0,890	0,950	1,011	1,071	1,131		10
20	1,192	1,252	1,313	1,373	1,434	1,495	1,556	1,617	1,678	1,739		20
30	1,801	1,862	1,924	1,985	2,047	2,109	2,171	2,233	2,295	2,257		30
40	2,419	2,482	2,544	2,607	2,669	2,732	2,795	2,858	2,421	2,984		40
50	3,047	3,110	3,173	3,237	3,300	3,364	3,428	3,491	3,555	3,619		50
60	3,683	3,748	3,812	3,876	3,941	4,005	4,070	4,134	4,199	4,264		60
70	4,329	4,394	4,459	4,524	4,590	4,655	4,720	4,786	4,852	4,918		70
80	4,983	5,049	5,115	5,181	5,247	5,314	5,380	5,446	5,513	5,579		80
90	5,646	5,713	5,780	5,846	5,913	5,981	6,048	6,115	6,182	6,250		90
100	6,317	6,385	6,452	6,520	6,588	6,656	6,724	6,792	6,860	6,928		100
110	6,996	7,064	7,133	7,201	7,270	7,339	7,407	7,476	7,545	7,614		110
120	7,683	7,752	7,821	7,890	7,960	8,029	8,099	8,168	8,238	8,307		120
130	8,377	8,447	8,517	8,587	8,657	8,727	8,797	8,867	8,937	9,008		130
140	9,078	9,149	9,220	9,290	9,361	9,432	9,503	9,573	9,644	9,715		140
150	9,787	9,858	9,929	10,000	10,072	10,143	10,215	10,286	10,358	10,429		150
160	10,501	10,573	10,645	10,717	10,789	10,861	10,933	11,005	11,077	11,150		160
170	11,222	11,294	11,367	11,439	11,512	11,585	11,657	11,730	11,803	11,876		170
180	11,949	12,022	12,095	12,168	12,241	12,314	12,387	12,461	12,534	12,608		180
190	12,681	12,755	12,828	12,902	12,975	13,049	13,123	13,197	13,271	13,345		190
200	13,419	13,493	13,567	13,640	13,715	13,789	13,864	13,938	14,012	14,087		200
210	14,161	14,236	14,310	14,385	14,460	14,534	14,609	14,684	14,759	14,834		210
220	14,090	14,984	15,059	15,134	15,209	15,284	15,359	15,435	15,510	15,585		220
230	15,661	15,736	15,812	15,887	15,963	16,038	16,114	16,190	16,266	16,341		230
240	16,417	16,493	16,569	16,645	16,721	16,797	16,873	16,949	17,025	17,101		240

REFINERIA ING. HECTOR R. LARA SOSA  
SUPTCIA. GENERAL DE MANTTO.  
INGENIERIA DE CONTROL AUTOMATICO.

**PROCEDIMIENTO DICA No. 027**  
REFERENCIA DOC. DE CALIDAD  
No. 312-42700-03-408

No. DE HOJAS: 1  
EDICION: 1  
FECHA: 6-04-99

**TITULO:** PROCEDIMIENTO PARA LA ENTREGA/RECEPCION DE UN TERMOPAR

**APROBO:** ING. JOSE LUIS OVIEDO SALAZAR.

**OBJETIVO:** OPTIMIZAR EL MANTENIMIENTO DE EL EQUIPO. ASI COMO DAR MAYOR RAPIDEZ A LA VERIFICACION Y PUESTA EN SERVICIO

**ALCANCE:** EL MANTENIMIENTO Y VERIFICACION DE LOS TERMOPARES.

**EQUIPO DE PROTECCION PERSONAL**

CASCO

BOTAS

GUANTES

PROTECCION AUDITIVA

ROPA DE ALGODON

LENTES CONTRA IMPACTO

SI ES EN ALTURA UTILIZAR CINTURON DE SEGURIDAD CON CABLE DE VIDA

**PROCEDIMIENTO:**

SI

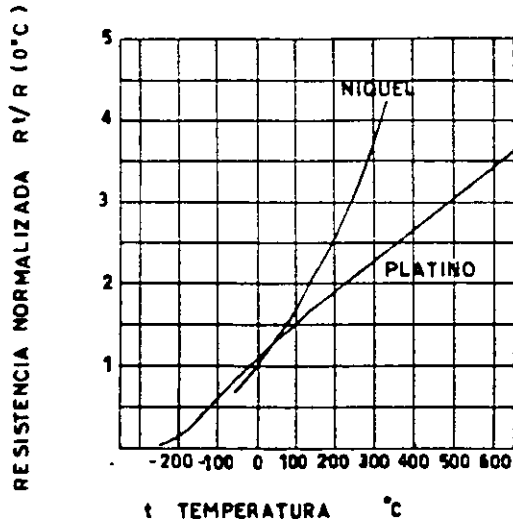
1. AVISAR Y COORDINARSE CON EL PERSONAL DE OPERACION EL SUPERVISOR Y/O ENCARGADO. ( )
2. SI ES LA VARIABLE DE UN CONTROLADOR. EL ENCARGADO DE OPERACION DEBE COLOCAR EL CONTROL POR MANUAL. ( )
3. EL OPERADOR DEL AREA DEBERA ENTREGAR EL TERMOPAR EN CAMPO. ( )
4. INSTRUMENTOS DESCONECTARA TERMOPAR Y VERIFICARA LA TEMPERATURA CON EL CALIBRADOR SI NO ES LA CORRECTA REVISAR TERMOPAR Y SI ES NECESARIO CAMBIARLO POR OTRO DEL MISMO TIPO Y LONGITUD. LIMPIAR TERMINALES. INSTALAR ADECUADAMENTE MANGUERA LICUATITE O COUPLE FLEXIBLE. SI ESTAN DAÑADOS CAMBIARLOS. ( )
5. MANDAR SEÑAL CAMPO-TABLERO ( )
6. PINTAR Y ROTULAR TAG EN TERMOPAR. ( )
7. ENTREGAR A OPERACION TRABAJO TERMINADO. RECABANDO FIRMAS Y LA HORA EN LA SOLICITUD DE TRABAJO ( )



**TERMOMETROS  
DE  
RESISTENCIA**

**MATERIALES CONDUCTORES PARA ELEMENTOS DE RESISTENCIA**

Se ha comprobado que, entre varios metales y sus aleaciones, el PLATINO y el NIQUEL son los conductores más adecuados para la fabricación de Elementos de Resistencia, por la reproducibilidad de sus características eléctricas, su elevado coeficiente de temperatura y su resistencia a ataque químico.



Los respectivos coeficientes de temperatura entre 0°C y 100°C son:

PLATINO:  $ct = 3.85 \times 10^{-3} (1/°C)$

NIQUEL:  $ct = 6.17 \times 10^{-3} (1/°C)$

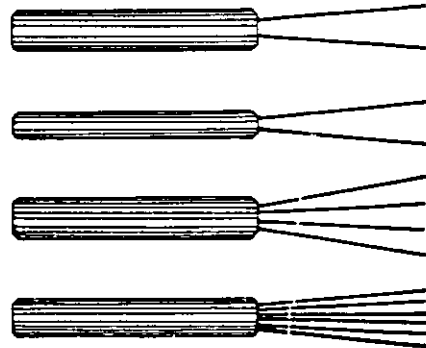
La gráfica de la Fig. 2 muestra la relación Resistencia-Temperatura para el Platino y el Níquel.

Nótese el rango más amplio y la mejor linealidad del Platino.

**ELEMENTOS DE RESISTENCIA**

Están constituidos por un embobinado sensible a la temperatura, hecho de alambre muy fino del Platino o Níquel, montado sobre un cuerpo de cerámica, vidrio, mica o papel duro. Los Elementos de Níquel son apropiados para medir temperaturas de  $-0°C + 180°C$ .

Los Elementos de Platino son apropiados para temperaturas de  $-250°C + 850°C$ .



Para su mayor exactitud y excelente estabilidad, los Elementos de Resistencia de Platino son normalmente preferidos. Tienen, además, la ventaja que pueden ser totalmente encapsulados en vidrio o cerámica, impidiendo el contacto de cualquier sustancia extraña con el Elemento de Medición.

Los Elementos de Resistencia, además que con un embobinado, se fabrican también con dos o tres embobinados sobre el mismo cuerpo, permitiendo así efectuar dos o tres mediciones con diferentes instrumentos, garantizando que todos los embobinados están a la misma temperatura.

Los Elementos de Resistencia tienen en un extremo los alambres terminales para conectarse a las extensiones interiores.

Las Tablas 1 y 2 dan los valores básicos de Resistencia contra Temperatura de los Elementos de Platino y Níquel.

La presión puede medirse en valores absolutos o diferenciales. En la figura 3.1 se indican las clases de presión que los instrumentos miden comúnmente en la industria.

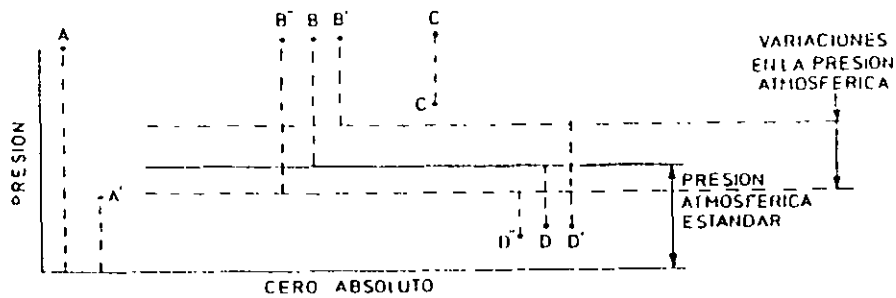


Fig 3.1 Clases de presión

La *presión absoluta* se mide con relación al cero absoluto de presión (puntos A y A' de la figura).

La *presión atmosférica* es la presión ejercida por la atmósfera terrestre medida mediante un barómetro. A nivel del mar, esta presión es próxima a 760 mm (29,9 pulgadas) de mercurio absolutos o 14,7 psia (libras por pulgada cuadrada absolutas) y estos valores definen la presión ejercida por la atmósfera estándar.

La *presión relativa* es la determinada por un elemento que mide la diferencia entre la presión absoluta y la atmosférica del lugar donde se efectúa la medición (punto B de la figura). Hay que señalar que al aumentar o disminuir la presión atmosférica, disminuye o aumenta respectivamente la presión leída (puntos B' y B''), si bien ello es despreciable al medir presiones elevadas.

La *presión diferencial* es la diferencia entre dos presiones, puntos C y C'.

El *vacío* es la diferencia de presiones entre la presión atmosférica existente y la presión absoluta, es decir, es la presión medida por debajo de la atmosférica (puntos D, D' y D''). Viene expresado en mm columna de mercurio, mm columna de agua o pulgadas de columna de agua. Las variaciones de la presión atmosférica influyen considerablemente en las lecturas del vacío.

El campo de aplicación de los medidores de presión es amplio y abarca desde valores muy bajos (vacío) hasta presiones de miles de bar. En la figura 3.2 pueden verse los tipos de instrumentos y su campo de aplicación.

Los instrumentos de presión se clasifican en tres grupos: mecánicos, neumáticos, electromecánicos y electrónicos.

En la tabla No. 1, se indican los factores de conversión para transformar los valores de la presión de una unidad a su equivalente en otra, y éstas en la Cd. de México.

Unidades de presión	lb/pulg <sup>2</sup>	pulg de H <sub>2</sub> O	Pies de H <sub>2</sub> O	Pulg de Hg	Atmósfera Normal	g/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	cm de H <sub>2</sub> O	mm de Hg
1 lb/pulg <sup>2</sup>	1.000	27.68	2.307	2.036	0.06805	70.31	0.07031	70.31	51.72
1 plg de agua (39°F)	0.03613	1.000	0.08333	0.07355	0.002458	2.540	0.002540	2.540	1.868
1 pie de agua (39°F)	0.4335	12.000	1.000	0.8826	0.02950	30.48	0.03048	30.48	22.42
1 plg de mercurio (32°F)	0.4912	13.60	1.133	1.000	0.03342	34.53	0.03453	34.53	25.40
1 atmósfera normal	14.7	406.79	33.90	29.92	1.000	1.033	1.033	1,033.0	760.0
1 g/cm <sup>2</sup>	0.01422	0.3937	0.03281	0.02896	0.0009678	1.000	0.0010	1.000	0.7356
1 kg/cm <sup>2</sup>	14.22	393.7	32.81	28.96	0.9678	1,000	1.000	1,000	735.6
1 cm de agua a 4°C	0.01422	0.3937	0.03281	0.02896	0.0009678	1.000	0.0010	1.000	0.7355
1 mm de Hg a 0°C	0.01934	0.5353	0.04461	0.03937	0.001316	1.360	0.001360	0.001360	1.000

I ATMOSFERA

EN MEXICO

- = 14.7 PSI
- = 1.0332 kg/cm<sup>2</sup>
- = 760 mm Hg
- = 29.92" Hg
- = 406.79" H<sub>2</sub>O
- = 33.92 ft H<sub>2</sub>O

- = 11.3 PSI
- = 0.795 kg/cm<sup>2</sup>
- = 585 mm Hg
- = 23.0" Hg
- = 313.12" H<sub>2</sub>O
- = 26.10 ft H<sub>2</sub>O

Tabla No. 1

Factores para la conversión de las unidades de presión. (Cortesía de Automatización).

PRINCIPIOS BASICOS

Al aplicar una presión a un fluido que se encuentra en un recipiente, ésta se transmite íntegramente en todos los sentidos y a cada punto del fluido y de las paredes del recipiente (ver figura 2-1).

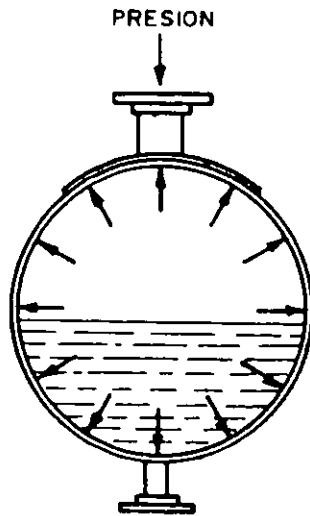


FIG. 2-1

Forma en que se distribuye la presión en un recipiente.

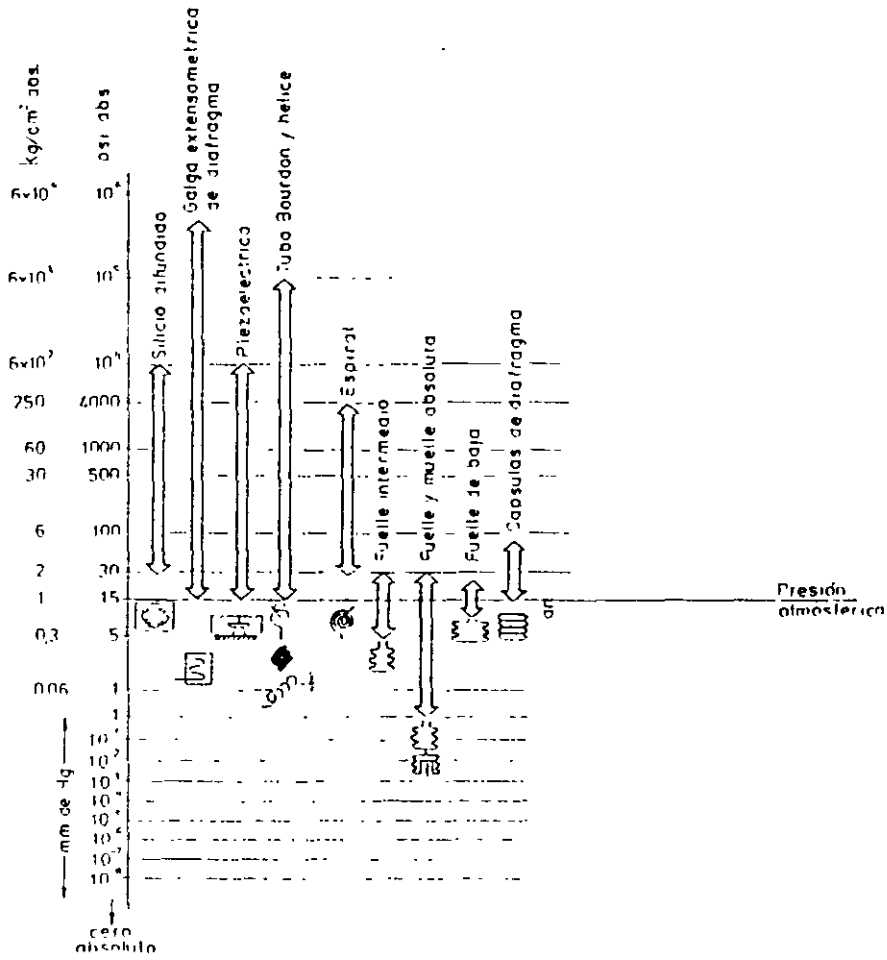


Fig. 32 Instrumentos de presión y campo de aplicación.

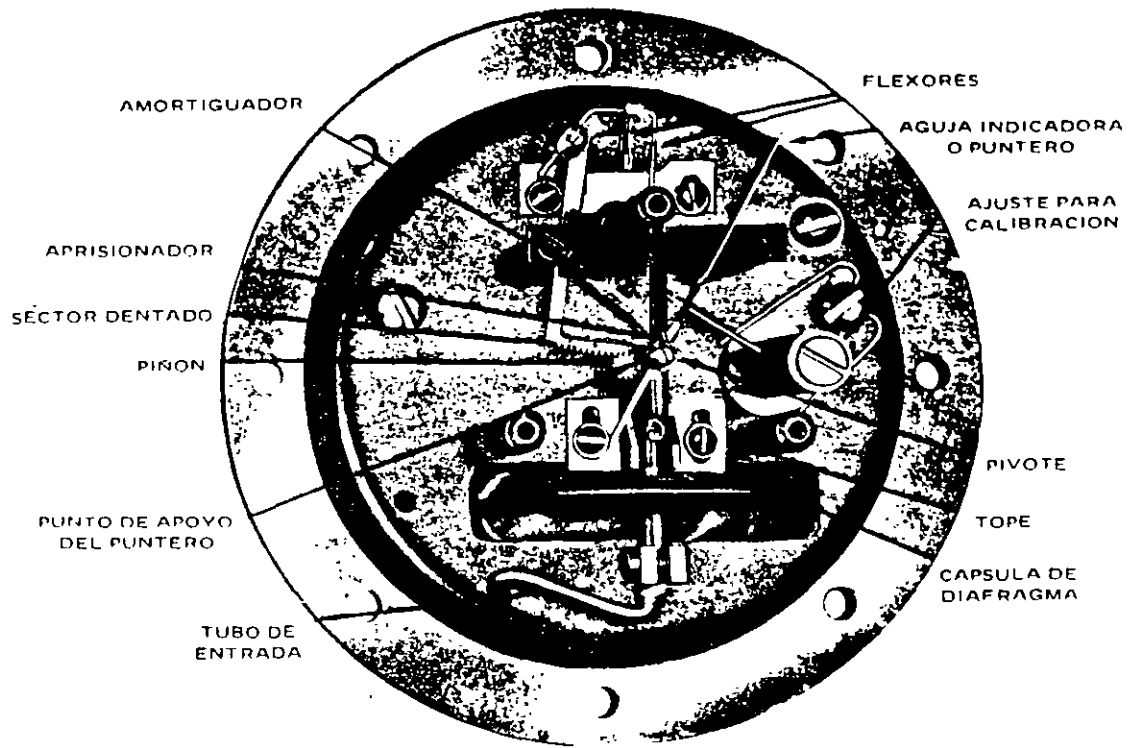


FIG. 2-19A

Vista interior del manómetro de diafragma. (Cortesía de Wallace & Tiernan Inc.)

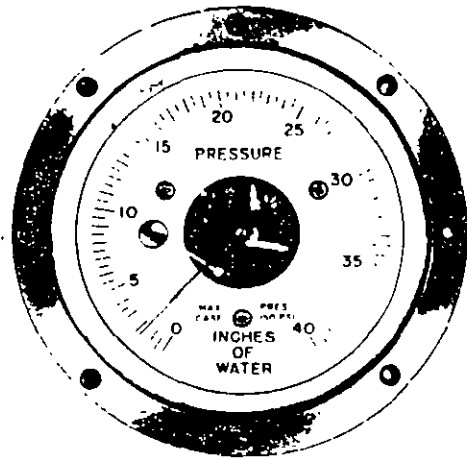


FIG. 2 19B

Manómetro de diafragma. (Cortesía de Wallace & Tiernan, Inc.)

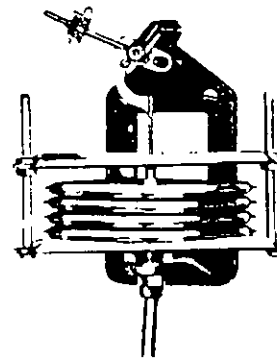


FIG. 2-20

Manómetro de diafragma. (Cortesía de The Bristol Co.)

REFINERIA ING. HECTOR R. LARA SOSA  
SUPTCIA. GENERAL DE MANTTO.  
INGENIERIA DE CONTROL AUTOMATICO.

PROCEDIMIENTO DICA No. 012  
REFIERASE AL DOCUMENTO DE CALIDAD  
312-42700-03-427

No DE HOJAS. 1  
EDICION 1  
FECHA 6-04-99

TITULO PROCEDIMIENTO PARA LA ENTREGA/RECEPCION DE UN MANOMETRO

APROBO ING. JOSE LUIS OVIEDO SALAZAR.

OBJETIVO OPTIMIZAR EL MANTENIMIENTO DE EL EQUIPO, ASI COMO DAR MAYOR RAPIDEZ A LA CALIBRACION Y PUESTA EN SERVICIO

ALCANCE EL MANTENIMIENTO Y CALIBRACION DE LOS MANOMETROS

EQUIPO DE PROTECCION PERSONAL

CASCO  
BOTAS  
GUANTES  
PROTECCION AUDITIVA  
ROPA DE ALGODÓN  
LENTES CONTRA IMPACTO  
SI ES EN ALTURA UTILIZAR CINTURON DE SEGURIDAD CON CABLE DE VIDA

PROCEDIMIENTO:

- |   | SI  |
|---|-----|
| 1 AVISAR Y COORDINARSE CON EL PERSONAL DE OPERACION SUPERVISOR Y/O ENCARGADO  | ( ) |
| 2 EL OPERADOR DE AREA DEBERA ENTREGAR EL MANOMETRO. BLOQUEADO. DEPRESIONADO Y PURGADO   | ( ) |
| 3 INSTRUMENTOS ANTES DE RETIRAR EL MANOMETRO. VERIFICARA QUE MARQUE CERO Y LO QUITARA EN FORMA LENTA. ASEGURANDOSE QUE NO HAYA FUGA DE PRODUCTO | ( ) |
| 4 INSTRUMENTOS CALIBRARA EL MANOMETRO EN EL TALLER. EN CASO DE ESTAR DAÑADO LO REONDRA POR UNO DEL MISMO RANGO Y LO INSTALARA EN SU LUGAR       | ( ) |
| 5 EL OPERADOR DEL AREA CERRARA LA PURGA DEL MANOMETRO Y PROCEDERA A ALINEAR EL BLOQUEO PRINCIPAL. QUEDANDO ALINEADO EL MANOMETRO                | ( ) |
| 6 ENTREGAR A OPERACION TRABAJO TERMINADO. RECABANDO FIRMAS Y LA HORA EN LA SOLICITUD DE TRABAJO.  | ( ) |

**Table 6.1 Flowmeter Selection Table**

Flowmeter	Pipe size, in (mm)	Gases (vapors)		Liquids					
		Clean	Dirty	Clean	Viscous	Dirty	Corrosive	Slurries	
								Fibrous	Abrasive
SQUARE-ROOT SCALE: MAXIMUM SINGLE RANGE 4:1									
Orifice									
Square edged	>1.5 (40)	■		■		■	■		
Honed meter run Foxboro IFOA	0.5-1.5 (12-40)	■		■	■		■		
Integral	<0.5 (12)		□	■			■		
Quadrant/round edge	<1.5 (40)	□		■			■		
Eccentric	>2 (50)	■		■		■	■		
Segmental	>4 (100)	■		■		■	■		
Annular	<4 (100)	■		■		■	■		
Target	>0.5-4 (12-100)	■		■		■	■		
Venturi	<2 (50)		■	■	■	■	■	■	■
Flow nozzle	>2 (50)		■	■	■	■	■	■	■
Lo-Loss	>3 (75)			■		■	■		
Pitot	>3 (75)			■		■	■		
Multipoint averaging	>1 (25)		■	■		■	■		
Elbow	>2 (50)		■	■		■	■		
LINEAR SCALE: TYPICAL RANGE 10:1									
Magnetic	0.1-72 (25-1800)			■		■	■		
Mass flowmeter Coriolis		■		■		■	■		
Positive displacement	<12 (300)	■		■		■	■		
Turbine	0.25-24 (6-600)	■		■		■	■		
Ultrasonic				■		■	■		
Time of flight	>0.5 (12)			■	■		■		
Doppler	<0.5 (12)			■	■		■		
Variable area	≤3 (75)	■		■		■	■		
Vortex	0.5-16 (12-400)	■	■	■		■	■		

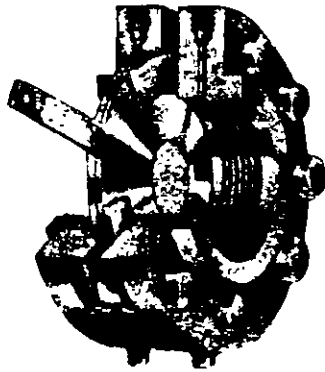
■ = designed for this application; ■ = normally applicable; □ = not designed for this application

### E) PLACA DE ORIFICIO

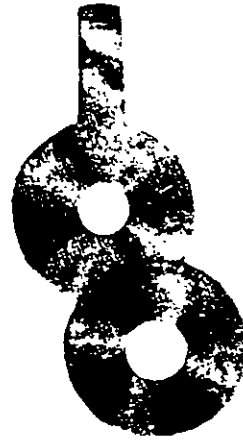
Esta es la forma más común de reducción del área de circulación para producir diferencia de presiones y sus características son:

- a) Máxima pérdida de presión permanente.
- b) Es el más comúnmente usado
- c) Más fácil de instalar.
- d) Fácilmente reproducible.
- e) Requiere inspección periódica.
- f) Es el de más bajo costo.

Este tipo de elemento primario de medición para medir flujo es una placa delgada de metal con una abertura generalmente redonda y concéntrica como se muestra en la fig. 1-21

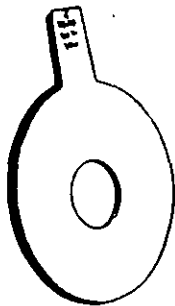


Placa de orificio y unión de brida. (Cortesía The Bristol Co.)



Placa de orificio tipo Daniel. (Cortesía de Daniel Inc.).

FIG. 1 - 21



Orificio concéntrico



Orificio segmental



Orificio excéntrico

FIG. 1 - 21A

(Cortesía The Foxboro Co.)



The temperature ( $T_r$ ) is the reference temperature used to determine the reference orifice plate bore diameter ( $d_r$ ) and/or the reference internal meter tube diameter ( $D_r$ ), as specified in 2.4.3 and 2.5.1.2.

**2.3.4 ROUGHNESS AVERAGE ( $R_a$ )**

The roughness average ( $R_a$ ) used in this standard is that given in ANSI<sup>1</sup> B46.1 and is "the arithmetic average of the absolute values of the measured profile height deviation taken within the sampling length and measured from the graphical centerline."

**2.4 Orifice Plate Specifications**

The symbols for the orifice plate dimensions are shown in Figure 2-1.

**2.4.1 ORIFICE PLATE FACES**

The upstream and downstream faces of the orifice plate shall be flat. Deviations from flatness on the orifice plate of less than or equal to 1 percent of dam height (that is, 0.010 inch per inch of dam height) under static conditions are allowed. The dam height can be calculated from the formula  $(D_m - d_m)/2$ . This criterion for flatness applies to any two points on the orifice plate within the dimensions of the inside diameter of the pipe. The departure from flatness is illustrated in Table 2-1.

The surface roughness of the upstream and downstream faces of the orifice plate shall have no abrasions or scratches visible to the naked eye that exceed 50 microinches  $R_a$ . The

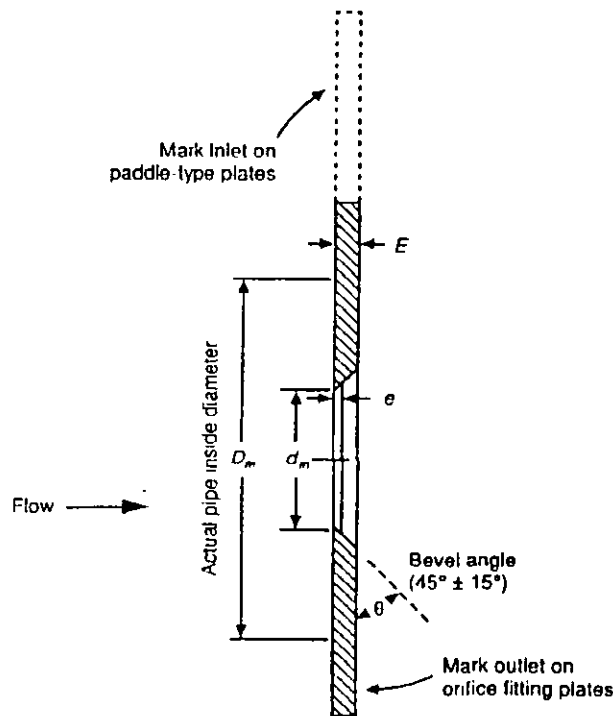


Figure 2-1—Symbols for Orifice Plate Dimensions

<sup>1</sup>American National Standards Institute, 1430 Broadway, New York, New York 10018.

### 1.5.2.2 Flange Taps

Flange taps are a pair of tap holes positioned as follows (see Figure 1-2):

- a. The upstream tap center is located 1 inch (25.4 millimeters) upstream of the nearest plate face.
- b. The downstream tap center is located 1 inch (25.4 millimeters) downstream of the nearest plate face.

### 1.5.2.3 Differential Pressure ( $\Delta P$ )

The differential pressure ( $\Delta P$ ) is the static pressure difference measured between the upstream and downstream flange taps.

### 1.5.2.4 Static Pressure ( $P_s$ )

The static pressure ( $P_s$ ) is the absolute flowing fluid pressure measured at one of the flange tap holes. The absolute pressure may be measured directly or can be obtained by adding local barometric pressure to measured gauge pressure:

$$\text{Absolute static pressure} = \text{Gauge static pressure} + \text{Local barometric pressure}$$

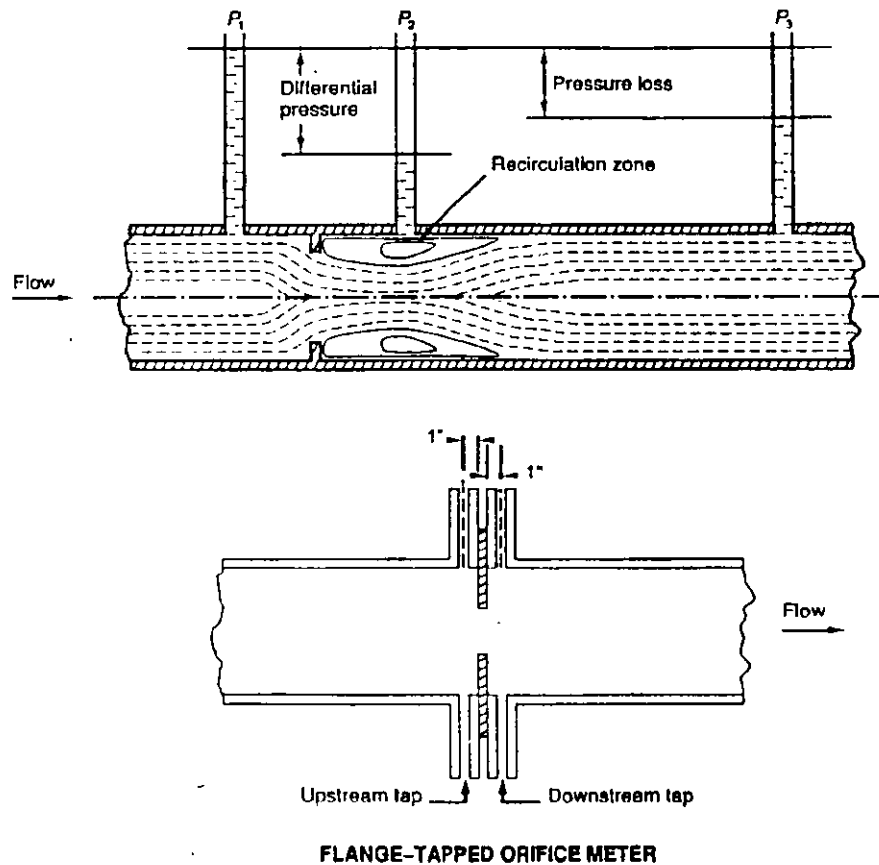


Figure 1-2—Orifice Tapping Location

### 3.4.2 DIAMETER RATIO ( $\beta$ )

The diameter ratio ( $\beta$ ), which is used in determining (a) the orifice plate coefficient of discharge ( $C_d$ ), (b) the velocity of approach factor ( $E_v$ ), and (c) the expansion factor ( $Y$ ), is the ratio of the orifice bore diameter ( $d$ ) to the internal diameter of the meter tube ( $D$ ). For the most precise results, the actual dimensions should be used, as determined in Parts 1 and 2.

$$\beta = d / D \quad (3-8)$$

Where

$$d = d_r [1 + \alpha_1 (T_f - T_r)] \quad (3-9)$$

And

$$D = D_r [1 + \alpha_2 (T_f - T_r)] \quad (3-10)$$

Where:

- $d$  = orifice plate bore diameter calculated at flowing temperature,  $T_f$ .
- $d_r$  = reference orifice plate bore diameter calculated at reference temperature,  $T_r$ .
- $D$  = meter tube internal diameter calculated at flowing temperature,  $T_f$ .
- $D_r$  = reference meter tube internal diameter calculated at reference temperature,  $T_r$ .
- $T_f$  = temperature of the fluid at flowing conditions.
- $T_r$  = reference temperature for the orifice plate bore diameter and/or the meter tube internal diameter.
- $\alpha_1$  = linear coefficient of thermal expansion of the orifice plate material (see Table 3-1).
- $\alpha_2$  = linear coefficient of thermal expansion of the meter tube material (see Table 3-1).
- $\beta$  = diameter ratio.

Note:  $\alpha$ ,  $T_f$ , and  $T_r$  must be in consistent units. For the purpose of this standard,  $T_r$  is assumed to be 68°F.

The orifice plate bore diameter,  $d_r$ , and the meter tube internal diameter,  $D_r$ , calculated at  $T_r$  are the diameters determined in accordance with Part 2.

### 3.4.3 COEFFICIENT OF DISCHARGE FOR FLANGE-TAPPED ORIFICE METER, $C_d(FT)$

The coefficient of discharge for a flange-tapped orifice meter ( $C_d$ ) has been determined from test data. It has been correlated as a function of diameter ratio ( $\beta$ ), tube diameter, and pipe Reynolds number. In this part, the equation for the flange-tapped orifice meter coefficient of discharge developed in Part 1 has been adapted to the inch-pound system of units.

The equation for the concentric, square-edged flange-tapped orifice meter coefficient of discharge,  $C_d(FT)$ , developed by Reader-Harris and Gallagher, is structured into distinct

Table 3-1—Linear Coefficient of Thermal Expansion

Material	Linear Coefficient of Thermal Expansion ( $\alpha$ ), in/in-°F
Type 304 and 316 stainless steel <sup>a</sup>	0.00000925
Monel <sup>a</sup>	0.00000795
Carbon steel <sup>b</sup>	0.00000620

Note: For flowing temperature conditions other than those stated in Footnotes a and b and for other materials, refer to the American Society for Metals *Metals Handbook* (Desk Edition, 1985).

<sup>a</sup>For flowing conditions between -100°F and +300°F, refer to the American Society of Mechanical Engineers data in PTC 19.5, *Application, Part II of Fluid Meters. Supplement on Instruments and Apparatus*.

<sup>b</sup>For flowing conditions between -7°F and +154°F, refer to Chapter 12, Section 2.

Table 2-4—Orifice Plate Dimensions

Nominal Inside Diameter (inches)																							
	2	3		4		6		8		10		12		16		20		24		30			
Published Inside Diameter	1.687 1.939 2.067	2.624 2.900 3.068		3.152 3.438 3.826 4.026		4.897 5.761 5.187 6.065		7.981 7.625 8.071		9.562 10.020 10.136		11.938 12.090		14.688 15.250		18.812 19.000 19.250		23.000 23.250		29.000 29.250			
Orifice Plate Thickness, E (inches)																							
Minimum	0.115	0.115	0.115	0.115	0.115	0.115	0.115	0.115	0.115	0.115	0.115	0.175	0.175	0.175	0.175	0.240	0.240	0.240	0.370	0.370			
Maximum	0.130	0.130	0.130	0.130	0.130	0.163	0.192	0.254	0.319	0.319	0.379	0.398	0.490	0.500	0.505	0.505	0.562	0.562	0.562	0.578	0.578		
Recommended	0.125	0.125	0.125	0.125	0.125	0.125	0.125	0.125	0.125	0.125	0.250	0.250	0.250	0.375	0.375	0.375	0.375	0.375	0.500	0.500	0.500	0.500	

Orifice Bore Diameter, $d_o$	$e \leq 0.125d_o$	Maximum Orifice Edge Thickness, e (inches)																						
		$\times \frac{1}{16}$	$\times \frac{1}{8}$	$\frac{1}{8}$	$\frac{1}{4}$	$\frac{3}{8}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{3}{4}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{3}{8}$	$\frac{1}{4}$	$\frac{3}{16}$	$\frac{1}{8}$	$\frac{3}{16}$	$\frac{1}{4}$	$\frac{3}{8}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{3}{4}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{3}{8}$	$\frac{1}{4}$			
0.250*	$\frac{1}{16}$	$\times \frac{1}{16}$	$\times \frac{1}{8}$	$\frac{1}{8}$	$\frac{1}{4}$	$\frac{3}{8}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{3}{4}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{3}{8}$	$\frac{1}{4}$	$\frac{3}{16}$	$\frac{1}{8}$	$\frac{3}{16}$	$\frac{1}{4}$	$\frac{3}{8}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{3}{4}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{3}{8}$	$\frac{1}{4}$			
0.375*	$\frac{1}{8}$		$\times \frac{1}{8}$	$\frac{1}{4}$	$\frac{3}{8}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{3}{4}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{3}{8}$	$\frac{1}{4}$	$\frac{3}{16}$	$\frac{1}{8}$	$\frac{3}{16}$	$\frac{1}{4}$	$\frac{3}{8}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{3}{4}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{3}{8}$	$\frac{1}{4}$				
0.500	$\frac{1}{4}$			$\times \frac{1}{4}$	$\frac{3}{8}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{3}{4}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{3}{8}$	$\frac{1}{4}$	$\frac{3}{16}$	$\frac{1}{8}$	$\frac{3}{16}$	$\frac{1}{4}$	$\frac{3}{8}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{3}{4}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{3}{8}$	$\frac{1}{4}$				
0.625	$\frac{3}{8}$				$\times \frac{3}{8}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{3}{4}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{3}{8}$	$\frac{1}{4}$	$\frac{3}{16}$	$\frac{1}{8}$	$\frac{3}{16}$	$\frac{1}{4}$	$\frac{3}{8}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{3}{4}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{3}{8}$	$\frac{1}{4}$				
0.750	$\frac{1}{2}$					$\times \frac{1}{2}$	$\frac{3}{4}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{3}{8}$	$\frac{1}{4}$	$\frac{3}{16}$	$\frac{1}{8}$	$\frac{3}{16}$	$\frac{1}{4}$	$\frac{3}{8}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{3}{4}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{3}{8}$	$\frac{1}{4}$				
0.875	$\frac{5}{8}$						$\times \frac{5}{8}$	$\frac{3}{4}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{3}{8}$	$\frac{1}{4}$	$\frac{3}{16}$	$\frac{1}{8}$	$\frac{3}{16}$	$\frac{1}{4}$	$\frac{3}{8}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{3}{4}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{3}{8}$	$\frac{1}{4}$			
1.000	$\frac{3}{4}$							$\times \frac{3}{4}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{3}{8}$	$\frac{1}{4}$	$\frac{3}{16}$	$\frac{1}{8}$	$\frac{3}{16}$	$\frac{1}{4}$	$\frac{3}{8}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{3}{4}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{3}{8}$	$\frac{1}{4}$			
1.125	$\frac{7}{8}$								$\times \frac{7}{8}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{3}{8}$	$\frac{1}{4}$	$\frac{3}{16}$	$\frac{1}{8}$	$\frac{3}{16}$	$\frac{1}{4}$	$\frac{3}{8}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{3}{4}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{3}{8}$	$\frac{1}{4}$		
1.250	$\frac{1}{2}$									$\times \frac{1}{2}$	$\frac{3}{8}$	$\frac{1}{4}$	$\frac{3}{16}$	$\frac{1}{8}$	$\frac{3}{16}$	$\frac{1}{4}$	$\frac{3}{8}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{3}{4}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{3}{8}$	$\frac{1}{4}$		
1.375	$\frac{3}{4}$										$\times \frac{3}{4}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{3}{8}$	$\frac{1}{4}$	$\frac{3}{16}$	$\frac{1}{8}$	$\frac{3}{16}$	$\frac{1}{4}$	$\frac{3}{8}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{3}{8}$	$\frac{1}{4}$		
1.500	$\frac{1}{2}$											$\times \frac{1}{2}$	$\frac{3}{8}$	$\frac{1}{4}$	$\frac{3}{16}$	$\frac{1}{8}$	$\frac{3}{16}$	$\frac{1}{4}$	$\frac{3}{8}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{3}{8}$	$\frac{1}{4}$		
1.625	$\frac{3}{4}$												$\times \frac{3}{4}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{3}{8}$	$\frac{1}{4}$	$\frac{3}{16}$	$\frac{1}{8}$	$\frac{3}{16}$	$\frac{1}{4}$	$\frac{3}{8}$	$\frac{1}{2}$		
1.750	$\frac{1}{2}$													$\times \frac{1}{2}$	$\frac{3}{8}$	$\frac{1}{4}$	$\frac{3}{16}$	$\frac{1}{8}$	$\frac{3}{16}$	$\frac{1}{4}$	$\frac{3}{8}$	$\frac{1}{2}$		
1.875	$\frac{3}{4}$														$\times \frac{3}{4}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{3}{8}$	$\frac{1}{4}$	$\frac{3}{16}$	$\frac{1}{8}$	$\frac{3}{16}$	$\frac{1}{4}$		
2.000	$\frac{1}{2}$															$\times \frac{1}{2}$	$\frac{3}{8}$	$\frac{1}{4}$	$\frac{3}{16}$	$\frac{1}{8}$	$\frac{3}{16}$	$\frac{1}{4}$		
2.250	$\frac{3}{4}$																$\times \frac{3}{4}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{3}{8}$	$\frac{1}{4}$	$\frac{3}{16}$	$\frac{1}{8}$	$\frac{3}{16}$	
2.375	$\frac{1}{2}$																	$\times \frac{1}{2}$	$\frac{3}{8}$	$\frac{1}{4}$	$\frac{3}{16}$	$\frac{1}{8}$	$\frac{3}{16}$	
2.500	$\frac{3}{4}$																		$\times \frac{3}{4}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{3}{8}$	$\frac{1}{4}$	$\frac{3}{16}$	
2.750	$\frac{1}{2}$																			$\times \frac{1}{2}$	$\frac{3}{8}$	$\frac{1}{4}$	$\frac{3}{16}$	
2.875	$\frac{3}{4}$																				$\times \frac{3}{4}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{3}{8}$	
3.000	$\frac{1}{2}$																					$\times \frac{1}{2}$	$\frac{3}{8}$	
3.250	$\frac{3}{4}$																						$\times \frac{3}{4}$	
3.500	$\frac{1}{2}$																							$\times \frac{1}{2}$
3.625	$\frac{3}{4}$																							$\times \frac{3}{4}$
3.750	$\frac{1}{2}$																							$\times \frac{1}{2}$
4.000	$\frac{3}{4}$																							$\times \frac{3}{4}$
4.250	$\frac{1}{2}$																							$\times \frac{1}{2}$
4.500	$\frac{3}{4}$																							$\times \frac{3}{4}$
4.625	$\frac{1}{2}$																							$\times \frac{1}{2}$
4.750	$\frac{3}{4}$																							$\times \frac{3}{4}$
5.000	$\frac{1}{2}$																							$\times \frac{1}{2}$

Notes:

- The maximum edge thickness is defined by  $e < 0.02D_o$  or  $e < 0.125d_o$ , whichever is smaller.
- An orifice edge thickness marked with an x is the maximum for that particular meter tube diameter and is applicable to all larger orifice diameters for that meter tube diameter.
- Orifice diameters smaller than those marked with an x are defined by  $e < 0.125d_o$ .
- Orifice plates whose edge thickness meets the value defined by  $e < 0.033D_o$  need not be beveled unless reconditioning is required for other reasons.
- All dimensions are in inches. For ease in machining, the next smaller values of e, in even multiples of  $\frac{1}{64}$  inch or  $\frac{1}{32}$  inch, may be used where e is given in 64ths of an inch.

- Bidirectional flow through an orifice meter requires a specially configured meter tube and the use of an unbeveled orifice plate. Use of an unbeveled orifice plate with bore thickness, e, that exceeds the limits specified in this table is outside of the scope of this standard.
- If a bevel is required, its minimum dimension, measured along the axis of the bore, shall not be less than  $\frac{1}{8}$  inch.
- The use of diameters marked with an asterisk (\*) may result in coefficient of discharge uncertainties larger than those specified in Chapter 14, Section 3, Part 1.
- To prevent plate deflection, the recommended 8-inch orifice plate thickness (E) requires that the differential pressure be limited to 150 inches water column.

**Date of Issue:** July 1991  
**Affected Publication:** *Manual of Petroleum Measurement Standards*, Chapter 14, "Natural Gas Fluids Measurement," Section 3, "Concentric, Square-Edged Orifice Meters," Part 1, "General Equations and Uncertainty Guidelines," Third Edition, September 1990

### ERRATA

*On page 2, Footnote 1 should read as follows:*

<sup>1</sup>American National Standards Institute, 11 West 42nd Street, New York, New York 10036.

*On page 3, Figure 1-1 should appear as follows (that is, the letters PE should be used to represent the downstream static pressure element):*

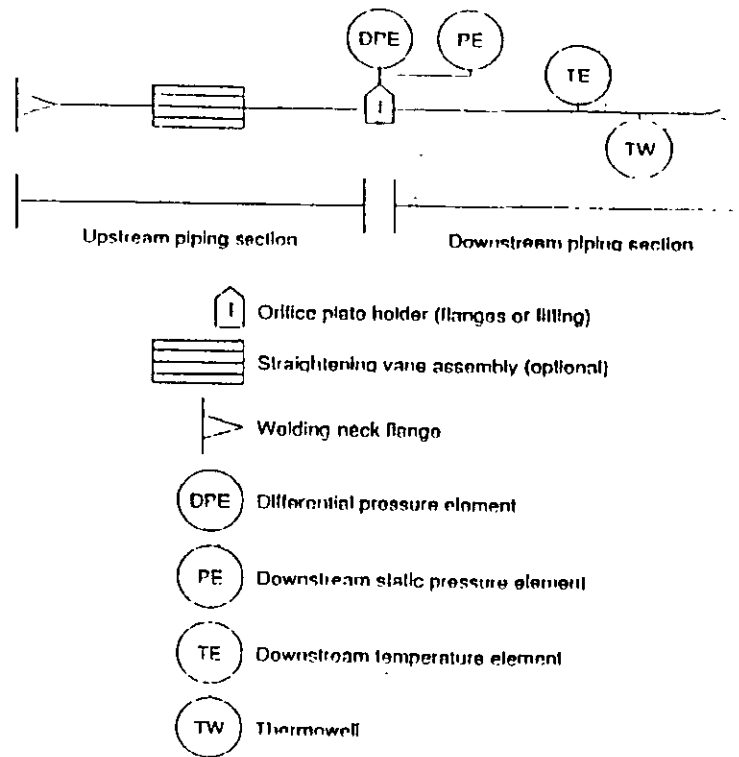


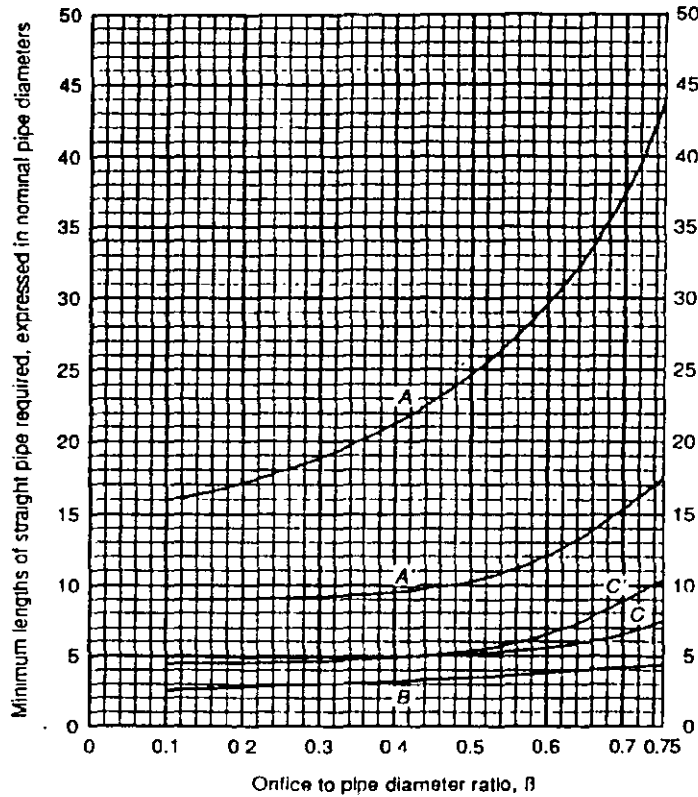
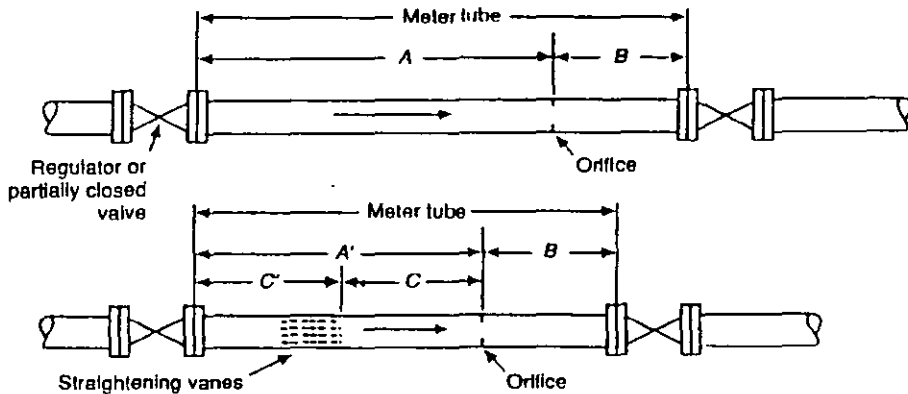
Figure 1-1—Orifice Meter

*On page 13, the first paragraph should read as follows (that is, the word Ohio should replace the word Oklahoma):*

Although it does not mean that other data are of inferior quality, it is known that insufficient information exists to determine whether the independent variables were controlled and quantified. Some examples of comparison quality data are the Ohio State University Data Base (303 flange-tapped points), the 1983 NBS Boulder Experiments, the Foxboro-Columbus-Daniel 1000 Point Data Base, and the Japanese Water Data Base.

individual station design may have a different set of conditions. It would therefore be impractical to set up specifications that would suit all conditions. The main consideration should be to minimize flow disturbance at the orifice plate from any upstream piping fittings.

The installation of straightening vanes as shown in the installation sketches will considerably reduce the amount of straight pipe required upstream from an orifice plate. The pur-



Notes:

1.  $A' - C = C'$

2. When the diameter of the orifice may require changing to meet different conditions, the lengths of straight pipe should be those required for the maximum orifice to pipe diameter ratio that may be used.

Figure 2-5—Partly Closed Valve Upstream of Meter Tube

### 1.12.4.3 Installation Conditions

To assure accurate flow measurement, the fluid should enter the orifice plate with a fully developed flow profile, free from swirl or vortices. Such a condition is best achieved through the use of flow conditioners and adequate lengths of straight pipe preceding and following the orifice plate.

For various technical reasons, the uncertainty associated with installation conditions is difficult to quantify. Therefore, Figure 1-6 has been provided as a general guide. This figure represents a combined practical uncertainty level attributed to the following parameters:

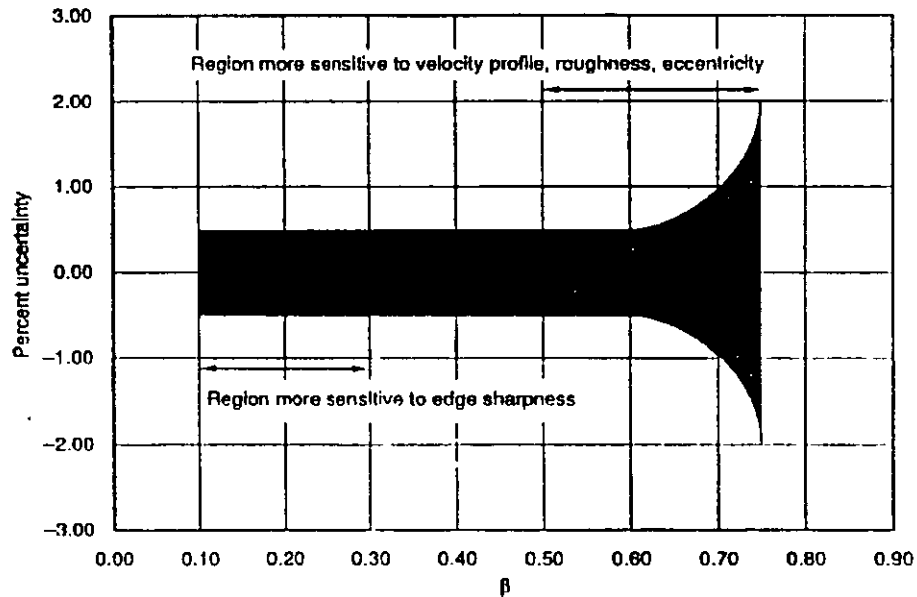
- a. Empirical coefficient of discharge.
- b. Installation conditions, such as velocity profile and swirl.
- c. Mechanical specifications, such as pipe wall roughness, plate eccentricity, and orifice plate bore edge sharpness.

Figure 1-6 depicts the prospective combined uncertainty level as a function of diameter ratio ( $\beta$ ). It is apparent from the figure that the lowest relative combined uncertainty levels occur over a diameter ratio range of 0.10–0.60.

The approach length (upstream meter tube), piping configuration, and flow conditioning recommendations presented in Chapter 14.3, Part 2, are essentially unchanged from the second (1985) edition of the standard. Substantial research programs in these areas are currently under way by the API, the EC,<sup>4</sup> and the GRI.<sup>5</sup> A restatement of the orifice meter

<sup>4</sup>Commission of the European Communities, rue de la Loi 200, B-1049, Brussels, Belgium.

<sup>5</sup>Gas Research Institute, 8600 West Bryn Mawr Avenue, Chicago, Illinois 60631.



Notes:

1. Orifice plates whose bore diameters are less than 0.43 inch (11.4 millimeters), installed according to Chapter 14, Section 3, Part 2, may have coefficient of discharge uncertainties as great as 3.0 percent. This large uncertainty is due to problems with edge sharpness.
2. The relative uncertainty level shown in the figure assumes a swirl-free inlet velocity profile.

Figure 1-6—Practical Uncertainty Levels

### 3.3 Flow Measurement Equations

#### 3.3.1 GENERAL

The following equations express flow in terms of mass and volume per unit time and produce equivalent results. Since this section deals exclusively with the inch-pound system of units, the numeric constants defined in Part 1 have been converted to reflect these units.

The numeric constants for the basic flow equations, unit conversion values, density of water, and density of air are given in 3.5 and Appendix 3-G. The tables in this part that list solutions to these equations incorporate these constants and values. Other physical properties are given in 3.5. Key equation components are developed in 3.4.

#### 3.3.2 EQUATIONS FOR MASS FLOW OF NATURAL GAS

The equations for the mass flow of natural gas, in pounds mass per hour, can be developed from the density of the flowing fluid (see Appendix 3-G), the ideal gas relative density (specific gravity), or the real gas relative density (specific gravity), using the following equations.

The mass flow developed from the density of the flowing fluid ( $\rho_{f,p}$ ) is expressed as follows:

$$Q_m = 359.072C_d(FT)E_vY_1d^2\sqrt{\rho_{f,p}h_w} \quad (3-1)$$

Mass flow developed from the ideal gas relative density (specific gravity),  $G_i$ , is expressed as follows:

$$Q_m = 589.885C_d(FT)E_vY_1d^2\sqrt{\frac{G_iP_fh_w}{Z_fT_f}} \quad (3-2)$$

The mass flow equation developed from the real gas relative density (specific gravity),  $G_r$ , assumes a pressure of 14.73 pounds force per square inch absolute and a temperature of 519.67°R (60°F) as the reference base conditions for the determination of real gas relative density (specific gravity). This assumption allows the base compressibility of air at 14.73 pounds force per square inch absolute and 519.67°R (60°F) to be incorporated into the numeric constant of the flow rate equation. If the assumption about the base reference conditions is not valid, the results obtained from this flow rate equation will have an added increment of uncertainty. The mass flow equation developed from real gas relative density (specific gravity),  $G_r$ , is expressed as follows:

$$Q_m = 590.006C_d(FT)E_vY_1d^2\sqrt{\frac{Z_sG_rP_fh_w}{Z_fT_f}} \quad (3-3)$$

Where:

- $C_d(FT)$  = coefficient of discharge for flange-tapped orifice meter.
- $d$  = orifice plate bore diameter, in inches, calculated at flowing temperature ( $T_f$ ).
- $E_v$  = velocity of approach factor.
- $G_i$  = ideal gas relative density (specific gravity).
- $G_r$  = real gas relative density (specific gravity).
- $h_w$  = orifice differential pressure, in inches of water at 60°F.
- $P_f$  = flowing pressure at upstream tap, in pounds force per square inch absolute.
- $Q_m$  = mass flow rate, in pounds mass per hour.
- $T_f$  = flowing temperature, in degrees Rankine.
- $Y_1$  = expansion factor (upstream tap).
- $Z_s$  = compressibility at standard conditions ( $P_s, T_s$ ).
- $Z_f$  = compressibility at upstream flowing conditions ( $P_f, T_f$ ).
- $\rho_{f,p}$  = density of the fluid at upstream flowing conditions ( $P_f, T_f$ , and  $Z_f$ ), in pounds mass per cubic foot.



### 3.3.3 EQUATIONS FOR VOLUME FLOW OF NATURAL GAS

The volume flow rate of natural gas, in cubic feet per hour at base conditions, can be developed from the densities of the fluid at flowing and base conditions and the ideal gas relative density (specific gravity) or real gas relative density (specific gravity) using the following equations.

The volume flow rate at base conditions,  $Q_b$ , developed from the density of the fluid at flowing conditions ( $\rho_{t,p_t}$ ) and base conditions ( $\rho_b$ ) is expressed as follows:

$$Q_b = \frac{359.072 C_d (FT) E_v Y_1 d^2 \sqrt{\rho_{t,p_t} h_w}}{\rho_b} \quad (3-4a)$$

The volume flow rate at base conditions, developed from ideal gas relative density (specific gravity),  $G_i$ , is expressed as follows:

$$Q_b = 218.573 C_d (FT) E_v Y_1 d^2 \frac{T_b Z_b}{P_b} \sqrt{\frac{P_f h_w}{G_i Z_f T_f}} \quad (3-5a)$$

To correctly apply the real gas relative density (specific gravity) to the flow calculation, the reference base conditions for the determination of real gas relative density (specific gravity) and the base conditions for the flow calculation must be the same. Therefore, the volume flow rate at base conditions, developed from real gas relative density (specific gravity),  $G_r$ , is expressed as follows:

$$Q_b = 218.573 C_d (FT) E_v Y_1 d^2 \frac{T_b}{P_b} \sqrt{\frac{P_f Z_b Z_{bw} h_w}{G_r Z_f T_f}} \quad (3-6a)$$

If standard conditions are substituted for base conditions in Equations 3-4a, 3-5a, and 3-6a, then

$$\begin{aligned} P_b &= P_s \\ &= 14.73 \text{ pounds force per square inch absolute} \\ T_b &= T_s \\ &= 519.67^\circ\text{R} \text{ (60}^\circ\text{F)} \\ Z_{bw} &= Z_{sw} \\ &= 0.999590 \end{aligned}$$

The volume flow rate at standard conditions,  $Q_s$ , can then be determined using the following equations.

The volume flow rate at standard conditions, developed from the density of the fluid at flowing conditions ( $\rho_{t,p_t}$ ) and standard conditions ( $\rho_s$ ), is expressed as follows:

$$Q_s = \frac{359.072 C_d (FT) E_v Y_1 d^2 \sqrt{\rho_{t,p_t} h_w}}{\rho_s} \quad (3-4b)$$

The volume flow rate at standard conditions, developed from ideal gas relative density (specific gravity),  $G_i$ , is expressed as follows:

$$Q_s = 7711.19 C_d (FT) E_v Y_1 d^2 Z_s \sqrt{\frac{P_f h_w}{G_i Z_f T_f}} \quad (3-5b)$$

The volume flow rate equation at standard conditions,  $Q_s$ , developed from the real gas relative density (specific gravity), requires standard conditions as the reference base conditions for  $G_r$  and incorporates  $Z_{sw}$  at 14.73 pounds force per square inch absolute and 519.67°R (60°F) in its numeric constant. Therefore, the volume flow rate at standard conditions, developed from real gas relative density (specific gravity),  $G_r$ , is expressed as follows:

$$Q_s = 7709.61 C_d (FT) E_v Y_1 d^2 \sqrt{\frac{P_f Z_s h_w}{G_r Z_f T_f}} \quad (3-6b)$$

**Where:**

- $C_d(FT)$  = coefficient of discharge for flange-tapped orifice meter.  
 $d$  = orifice plate bore diameter calculated at flowing temperature ( $T_f$ ), in inches.  
 $E_s$  = velocity of approach factor.  
 $G_i$  = ideal gas relative density (specific gravity).  
 $G_r$  = real gas relative density (specific gravity).  
 $h_w$  = orifice differential pressure, in inches of water at 60°F.  
 $P_b$  = base pressure, in pounds force per square inch absolute.  
 $P_{f1}$  = flowing pressure (upstream tap), in pounds force per square inch absolute.  
 $P_s$  = standard pressure  
 = 14.73 pounds force per square inch absolute.  
 $Q_b$  = volume flow rate per hour at base conditions, in cubic feet per hour.  
 $Q_s$  = volume flow rate per hour at standard conditions, in cubic feet per hour.  
 $T_b$  = base temperature, in degrees Rankine.  
 $T_f$  = flowing temperature, in degrees Rankine.  
 $T_s$  = standard temperature  
 = 519.67°R (60°F).  
 $Y_1$  = expansion factor (upstream tap).  
 $Z_b$  = compressibility at base conditions ( $P_b, T_b$ ).  
 $Z_{b,air}$  = compressibility of air at base conditions ( $P_b, T_b$ ).  
 $Z_{f1}$  = compressibility at upstream flowing conditions ( $P_{f1}, T_f$ ).  
 $Z_s$  = compressibility at standard conditions ( $P_s, T_s$ ).  
 $Z_{s,air}$  = compressibility of air at standard conditions ( $P_s, T_s$ ).  
 $\rho_b$  = density of the flowing fluid at base conditions ( $P_b, T_b$ ), in pounds mass per cubic foot.  
 $\rho_s$  = density of the flowing fluid at standard conditions ( $P_s, T_s$ ), in pounds mass per cubic foot.  
 $\rho_{f1}$  = density of the fluid at upstream flowing conditions ( $P_{f1}, T_f$ ), in pounds mass per cubic foot.

**3.3.4 VOLUME CONVERSION FROM STANDARD TO BASE CONDITIONS**

For the purposes of Part 3, standard and base conditions are assumed to be the same. However, if base conditions are different from standard conditions, the volume flow rate calculated at standard conditions can be converted to the volume flow rate at base conditions through the following relationship:

$$Q_b = Q_s \left( \frac{P_s}{P_b} \right) \left( \frac{T_b}{T_s} \right) \left( \frac{Z_b}{Z_s} \right) \quad (3-7)$$

**Where:**

- $P_b$  = base pressure, in pounds force per square inch absolute.  
 $P_s$  = standard pressure, in pounds force per square inch absolute.  
 $Q_b$  = base volume flow rate, in cubic feet per hour.  
 $Q_s$  = standard volume flow rate, in cubic feet per hour.  
 $T_b$  = base temperature, in degrees Rankine.  
 $T_s$  = standard temperature, in degrees Rankine.  
 $Z_b$  = compressibility at base conditions ( $P_b, T_b$ ).  
 $Z_s$  = compressibility at standard conditions ( $P_s, T_s$ ).

**3.4 Flow Equation Components Requiring Additional Computation****3.4.1 GENERAL**

Some of the terms in Equations 3-1 through 3-6 require additional computation and are developed in this section.

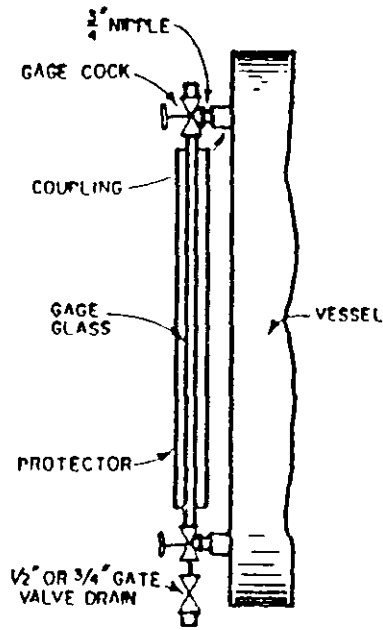


FIG. 2.1—Tubular Gage Glass Connections to Vessels.

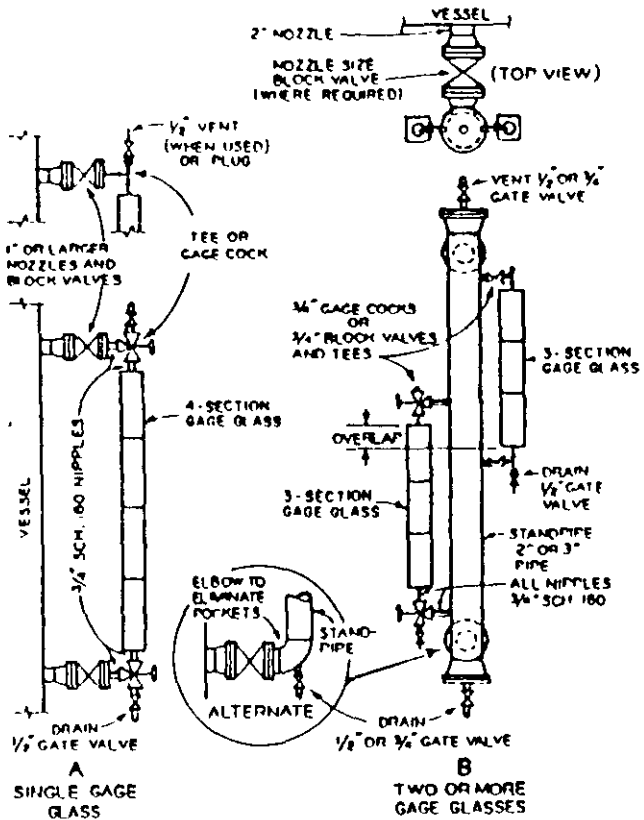
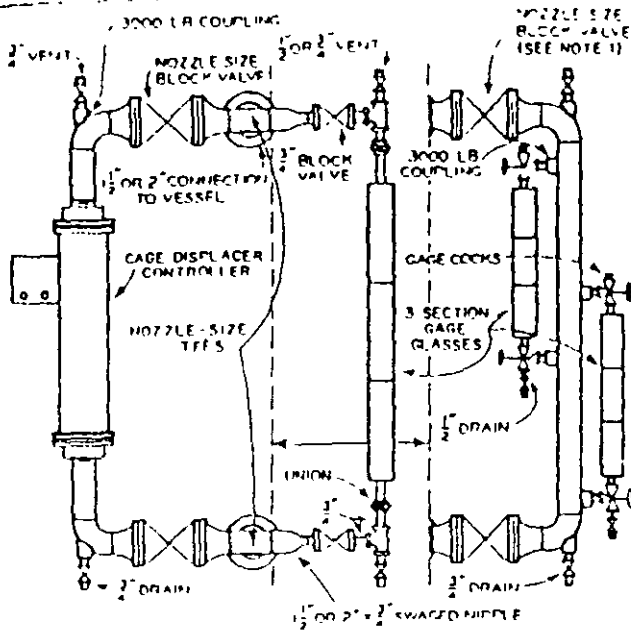


FIG. 2.2—Gage Assemblies.

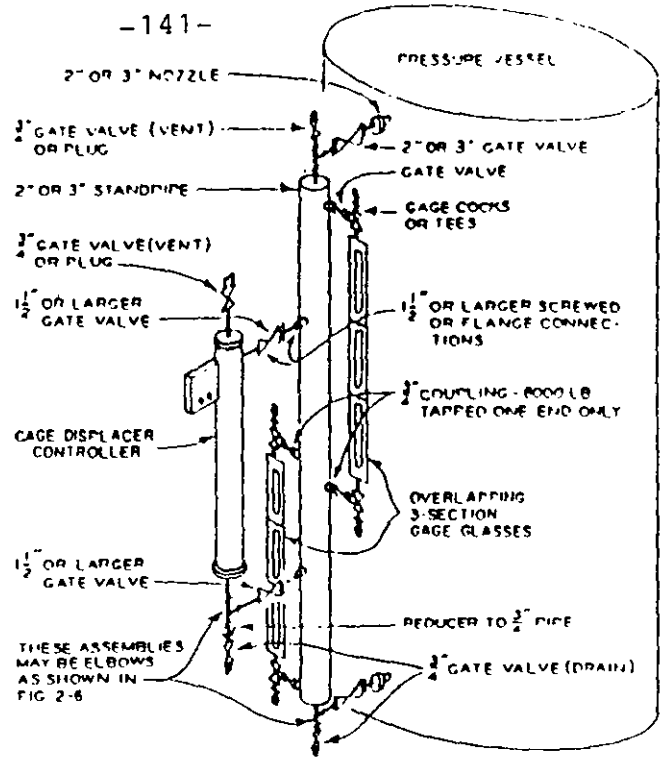


TYPICAL INSTALLATION USING DUAL BLOCK VALVES AND ONE GAGE, WITH WELDED ELBOW CONSTRUCTION  
 ALTERNATE - WITH STANDPIPE (WELDED ELBOW TYPE) FOR OVERLAPPING GAGES

NOTES:

1. Some companies omit the block valve at the nozzle in this type of assembly. If the block valve is omitted a gage cock alone should not be used.
2. Controller may be piped with side and bottom, side and side, or top and side connections, as shown in Fig. 2.5.
3. Nozzle spacing on the vessel is critical on close-coupled installations, especially where side and side connections are used, because of differential expansion of vessel and controller. Double or reverse elbow connections are sometimes used on the upper side connection to minimize trouble from this source.

FIG. 2.6—External Cage Displacer Controller with Parallel Cage or Standpipe.



NOTE: Controller may be piped with side and bottom or side and side connections as shown in Fig. 2.5

FIG. 2.7—Standpipe with External Cage Displacer Controller and Multiple Sight Gages.

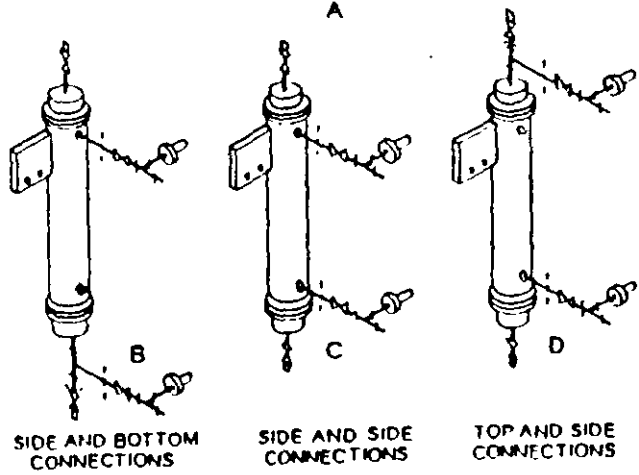
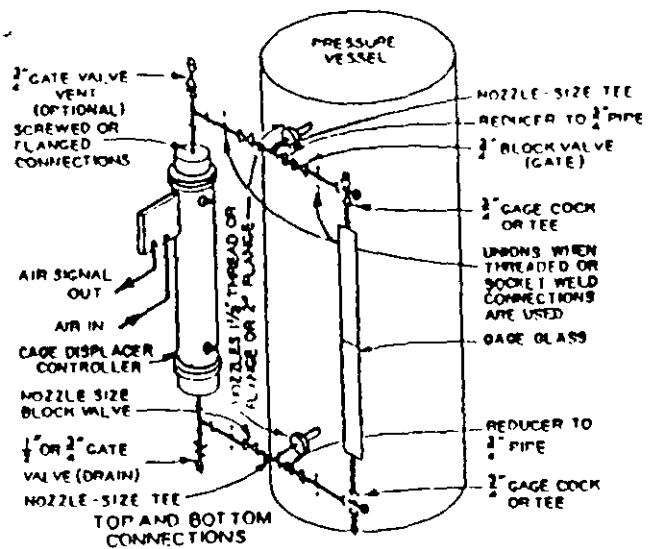


FIG. 2.5—External Cage Displacer Controller with Parallel Cage Glass.

REFINERIA ING HECTOR R. LARA SOSA  
SUPTCIA. GENERAL DE MANTTO.  
INGENIERIA DE CONTROL AUTOMATICO

PROCEDIMIENTO DICA No. 005  
REFERENCIA DOC. DE CALIDAD  
No. 312-42700-03-409

No. DE HOJAS 1  
EDICION. 1  
FECHA 6-04-99

TITULO: PROCEDIMIENTO PARA LA ENTREGA/RECEPCION DE CRISTALES DE NIVEL

APROBO ING JOSE LUIS OVIEDO SALAZAR.

OBJETIVO OPTIMIZAR EL MANTENIMIENTO DE EL EQUIPO. ASI COMO DAR MAYOR RAPIDEZ A LA CALIBRACION Y PUESTA EN SERVICIO

ALCANCE EL MANTENIMIENTO Y LIMPIEZA DE LOS CRISTALES DE NIVEL.

**EQUIPO DE PROTECCION PERSONAL:**

CASCO

BOTAS

GUANTES

PROTECCION AUDITIVA

ROPA DE ALGODON

LENTES CONTRA IMPACTO

SI ES EN ALTURA UTILIZAR CINTURON DE SEGURIDAD CON CABLE DE VIDA

SI EL PRODUCTO ES SOSA UTILIZAR CARETA Y GUANTES DE HULE

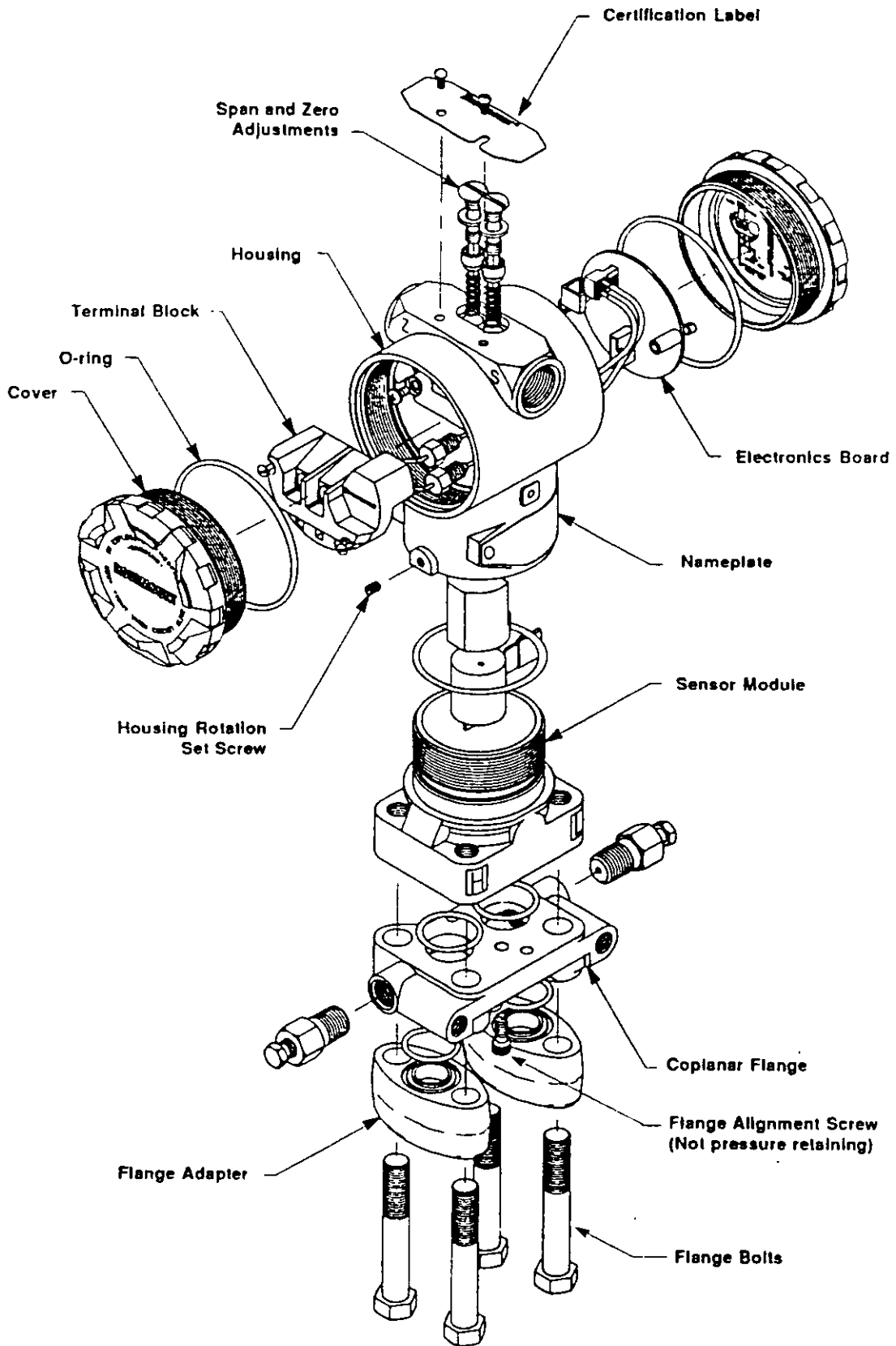
SI EL PRODUCTO ES ACIDO SULFURICO UTILIZAR ROPA Y GUANTES DE HULE. Y CARETA

SI EL PRODUCTO ES GAS AMARGO O SULFHIDRICO UTILIZAR EQUIPO RESPIRATORJO

**PROCEDIMIENTO:**

- |  |     |
|--|-----|
|  | SI  |
| 1. AVISAR Y COORDINARSE CON EL PERSONAL DE OPERACION SUPERVISOR Y/O ENCARGADO  | ( ) |
| 2. EL OPERADOR DE AREA DEBERA ENTREGAR EL CRISTAL DE NIVEL. BLOQUEADO, DEPRESIONADO Y PURGADO.   | ( ) |
| 3. INSTRUMENTOS EFECTUARA LA LIMPIEZA CON DESENGRASANTE A CRISTAL DE NIVEL. POSTERIORMENTE LO LAVARA CON DETERGENTE Y AGUA. EFECTUANDO MANTENIMIENTO A LAS VALVULAS DE AGUJA<br>NOTA: NUNCA UTILIZAR ACIDO PARA LIMPIAR CRISTALES. SE PUEDEN SUFRIR QUEMADURAS. DAÑA LAS MICAS Y EMPAQUES. ADEMAS REACCIONA AL CONTACTO CON EL AGUA. | ( ) |
| 4. INSTRUMENTOS PINTARA Y ROTULARA CRISTAL DE NIVEL  | ( ) |
| 5. INSTRUMENTOS Y OPERACION VERIFICARAN FLGAS ANTES DE ALINEAR TOTALMENTE. INSTRUMENTOS CORREGIRA LAS ANOMALIAS  | ( ) |
| 6. EL OPERADOR DEL AREA ALINEARA CRISTAL DE NIVEL  | ( ) |
| 7. INSTRUMENTOS LIMPIARA EL AREA DONDE REALIZO EL TRABAJO  | ( ) |
| 8. ENTREGAR A OPERACION EL TRABAJO TERMINADO. RECABANDO FIRMAS Y LA HORA EN LA SOLICITUD DE TRABAJO.   | ( ) |

FIGURE 9-2.  
Exploded view



## Section 10 Theory of operation

The Model 3051C Pressure Transmitter is a microprocessor-based instrument. As such, it operates differently from conventional analog transmitters. This section describes the operation of the Model 3051C in simple terms.

Process pressure is transmitted through the isolating diaphragm and fill fluid to the sensing diaphragm in the center of the capacitance cell, as illustrated in Figure 10-1. Any difference in pressure on the isolating diaphragms causes a change in the position of the sensing diaphragm. Capacitor plates on both sides of the sensing diaphragm detect the position of the sensing diaphragm.

The differential capacitance between the sensing diaphragm and the capacitor plates is measured electronically and converted to a digital format. While the pressure signal is in this format, the microprocessor corrects it based on stored characterization values. The corrected digital signal, in engineering units, is available for readout and transmission to suitable digital interface devices. This digital representation is then converted to a 4–20 mA output signal dependent upon configuration, that is available for use with conventional instrumentation. Figure 10-2 shows a block diagram of Model 3051C operation.

FIGURE 10-1. Capacitance cell

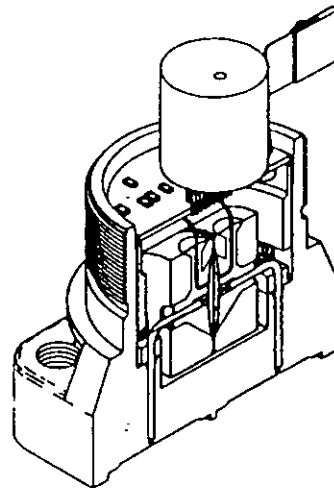


FIGURE 10-2. Model 3051C block diagram

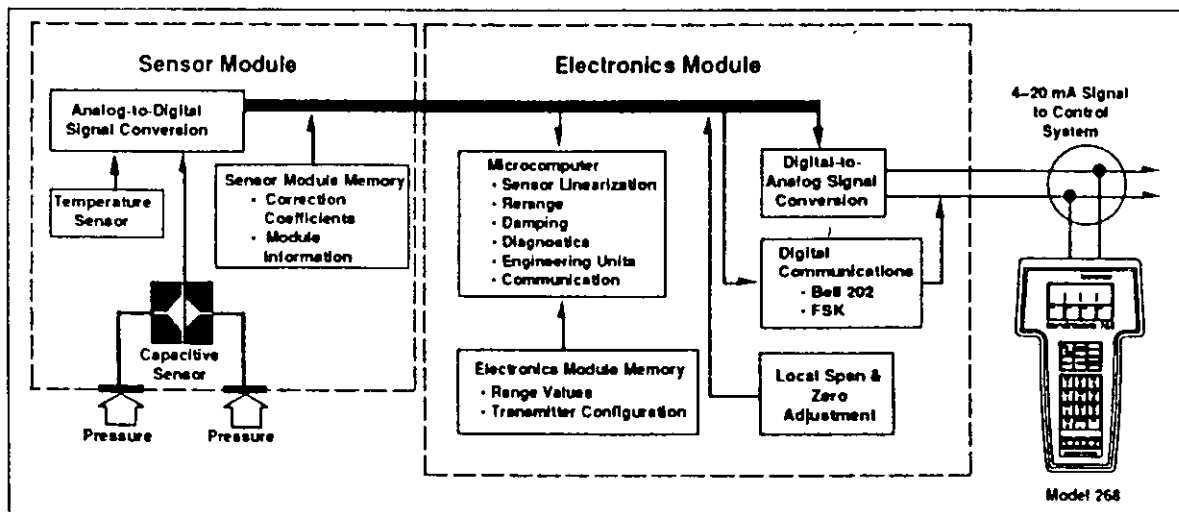
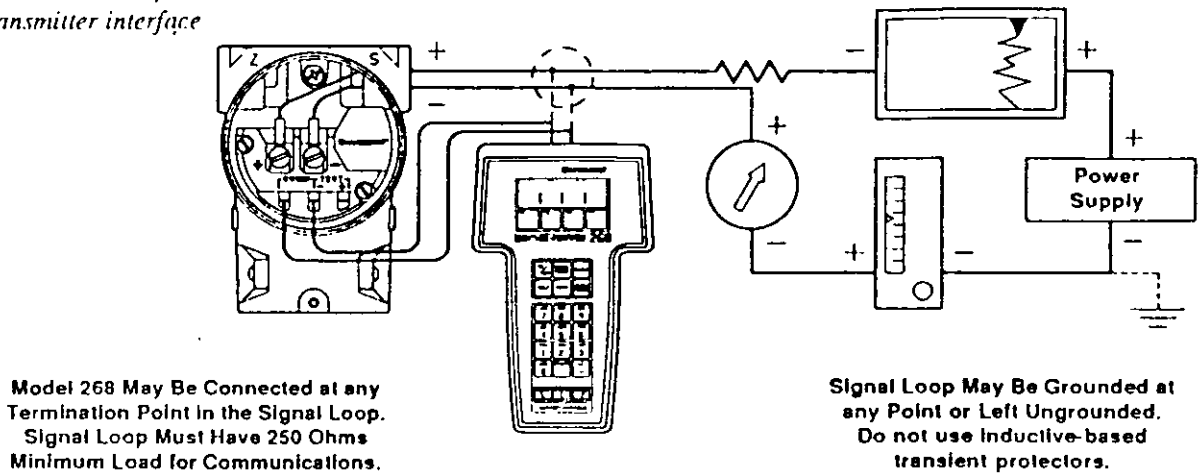


FIGURE 2-3. Connection points for direct transmitter interface



### Power supply

The Model 268 is available with a battery pack that holds five "AA" alkaline cells, or with a rechargeable nickel-cadmium power pack.

Battery life:

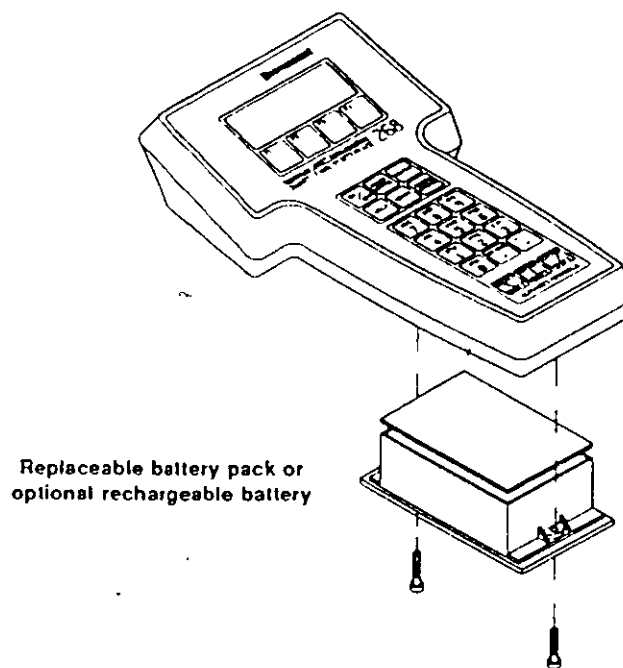
- alkaline: approximately 150 hours
- nickel-cadmium: approximately 60 hours



A low-battery indicator "LB" will appear in the lower right-hand corner of the display when approximately one-half hour of battery life remains

To conserve battery life, the Model 268 automatically shuts itself OFF after 20 minutes without a key press. This automatic shutoff function is disabled while the Model 268 is displaying the process variable or an error message. Figure 2-4 shows battery installation and removal.

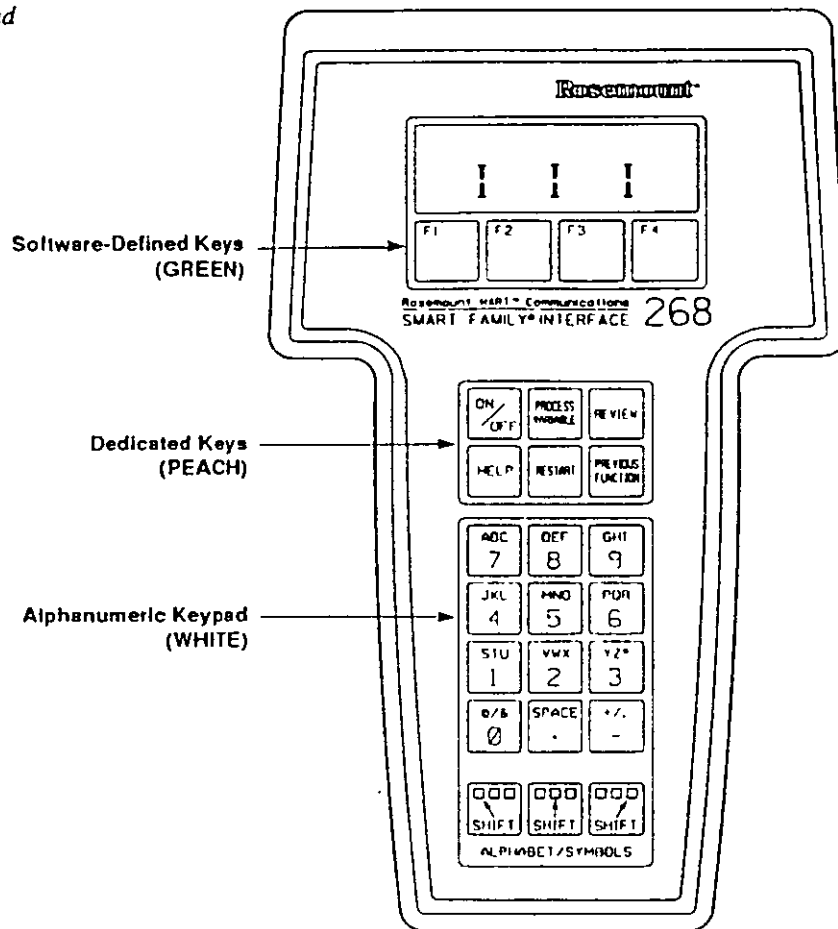
FIGURE 2-4. Battery installation and removal





## Rosemount Model 3051C

FIGURE 2-1. Model 268 keypad



### Review

allows you to step through all the information currently held in the four memory locations in the transmitter and Model 268: SAFE MEM, OFLN MEM, WORK REG, and XMTR MEM. These four memory locations are described in detail later in this section.

### Help

explains the software-defined key functions (F1-F4) in greater detail. You can step through the help screens by pressing the HELP CONT prompter. You can end a help session and return to the original screen by pressing HELP END.

### Restart

allows you to initiate communication with a smart transmitter while the Model 268 is still turned on. Upon connection to a new transmitter, pressing this key loads information from the new transmitter into the Model 268 Working Register.

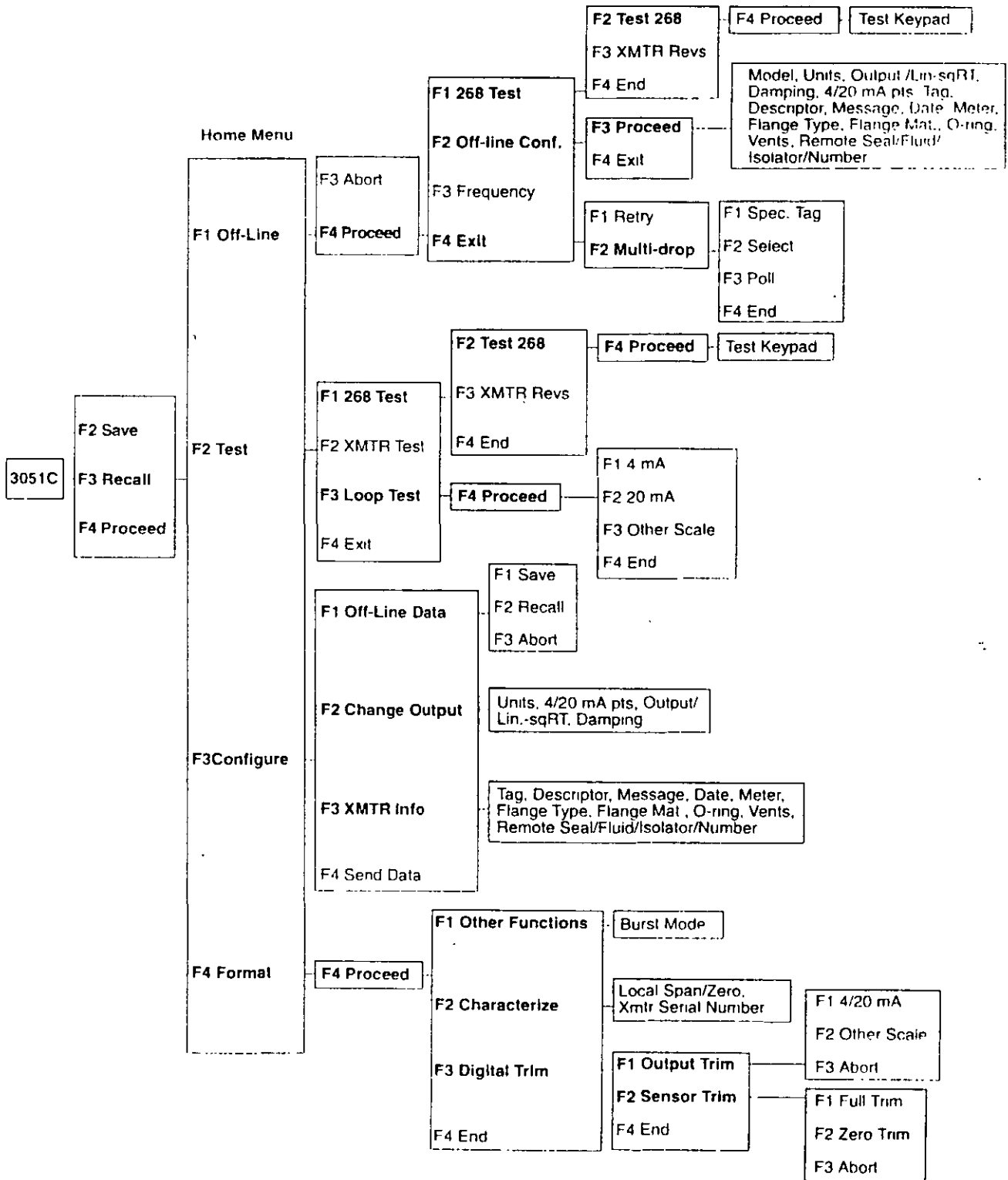
### Previous Function

returns you to the last decision level and allows you to select a different software-defined key function. For instance, if you want to configure the transmitter but press TEST on the top-level function menu by accident, the PREVIOUS FUNCTION key returns you to the previous menu and lets you choose again.

The PREVIOUS FUNCTION key is also useful for returning to a familiar menu when you lose your place in an unfamiliar operation.



FIGURE B-1. 268 Menu Tree



REFINERIA ING. HECTOR R. LARA SOSA  
SUPTCIA. GENERAL DE MANTTO.  
INGENIERIA DE CONTROL AUTOMATICO.

**PROCEDIMIENTO DICA No. 021**  
REFERENCIA DOC DE CALIDAD  
No. 312-42700-03-425

No. DE HOJAS: 2  
EDICION: 1  
FECHA: 6-04-99

**TITULO.** PROCEDIMIENTO PARA LA CALIBRACION DE TRANSMISORES ROSEMOUNT EN EN SITIO.  
CON EL CONFIGURADOR

**APROBO:** ING. JOSE LUIS OVIEDO SALAZAR.

**OBJETIVO:** UTILIZAR CORRECTAMENTE EL CONFIGURADOR DE LA MARCA ROSEMOUNT PARA LA  
CALIBRACION DE LOS TRANSMISORES.

**ALCANCE:** LA CALIBRACION DE LOS TRANSMISORES DE LA MARCA ROSEMOUNT.

**EQUIPO DE PROTECCION PERSONAL:**

CASCO  
BOTAS  
PROTECCION AUDITIVA  
ROPA DE ALGODÓN  
LENTES CONTRA IMPACTO

**PROCEDIMIENTO:**

- |   |           |
|---|-----------|
|   | <b>SI</b> |
| 1. AVISAR Y COORDINARSE CON EL PERSONAL DE OPERACIÓN SUPERVISOR Y/O ENCARGADO.  | ( )       |
| 2. INSTRUMENTOS SOLICITARA A OPERACION PASAR A MANUAL CIRCUITO DE CONTROL   | ( )       |
| 3. INSTRUMENTOS COLOCARA UNA RESISTENCIA EN SERIE DE 250 OHMS ENTRE LA TERMINAL POSITIVA DEL TRANSMISOR Y DEL CONFIGURADOR.   | ( )       |
| 4. INSTRUMENTOS PROCEDERA A CALIBRAR EL TRANSMISOR COMO SIGUE ENCIENDA EL CONFIGURADOR. OPRIMIENDO LA TECLA ON-OFF. CUANDO EL CONFIGURADOR SF1268. SE CONECTA AL TRANSMISOR Y SE ENCIENDE. EL MENU DA AL OPERADOR TRES OPCIONES.<br>SAVE EN DONDE LA MEMORIA DEL TRANSMISOR HA SIDO CARGADA<br>RECALL SOBREESCRIBE LOS DATOS CARGADOS DESDE EL TRANSMISOR<br>PROCEED AL SIGUIENTE MENU SIN SALVAR O RELAMAR<br>LAS CUATRO TECLAS DE FUNCION ETIQUETADAS DESDE F1 A F4 SE UTILIZAN PARA SELECCIONAR LOS TERMINOS DESPLEGADOS EN EL MENU.<br>OPRIMA LA TECLA PROCEED: (F4)<br>SE PRESENTARAN EN EL DISPLAY. LAS SIGUIENTES OPCIONES<br>F1 OFFLINE<br>F2 TEST<br>F3 CONF<br>F4 FORMAT<br>PRESIONE F3<br>EL OPERADOR REVISARA LOS AJUSTES ALMACENADOS EN EL REGISTRO DE TRABAJO Y LOS PODRA MODIFICAR SI SE DESEA.<br>EL DISPLAY MOSTRARA LOS SIGUIENTES MENUS<br>F1 OFLN DATA<br>F2 CHNG OUTPUT<br>F3 XMTRINFO<br>F4 SEND DATA<br>EL OPERADOR PODRA SELECCIONAR CUALQUIER VARIABLE ENLISTADA . PRESIONE F2 APARECERA EN EL DISPLAY LO SIGUIENTE<br>F1 NEXT OPTN<br>F2 LAST OPTN<br>F3 CHNG<br>F4 END CHGS<br>PRESIONANDO F1, Y/O F2 PODRA VER EN EL DISPLAY LAS CARACTERISTICAS DE LOS TIPOS | ( )       |

DE CAMBIOS QUE QUIERA REALIZAR

**POR EJEMPLO.PARA CAMBIAR LAS UNIDADES DE PRESION EN UN TRANSMISOR** PRESIONE F1 O F2 , HASTA QUE APAREZCA LAS UNIDADES DESEADAS EN EL DISPLAY . ENTONCES PRESIONE F4

**PARA CAMBIAR EL RANGO DE UN TRANSMISOR OPRIMA F1 O F2 HASTA QUE APAREZCA** LOS VALORES DE CORRIENTE DE 4 A 20 MA. EN EL DISPLAY . ENTONCES PRESIONE F3 CHNG APARECERA EN EL DISPLAY LO SIGUIENTE:

F1 CHNG 4MA

F2 CHNG 20MA

F3 SNSR LMIT

F4 END

OPRIMA F1 PARA CAMBIAR EL RANGO BAJO ( LRV) . O F2 PARA CAMBIAR EL RANGO ALTO ( URV) . EN EL DISPLAY APARECERA LO SIGUIENTE.

F1

F2

F3 CLR

F4 ENTR

OPRIMA F3 PARA BORRAR DEL DISPLAY EL RANGO ANTERIOR Y CON EL TECLEADO ANOTAR EL VALOR DESEADO EN EL DISPLAY

DESPUES OPRIMA F4 ENTR

EN EL DISPLAY APARECERA LO SIGUIENTE

F1 CHNG 4MA

F2 CHNG 20MA

F3 SNSR LMIT

F4 END

OPRIMA F4 END. ENTONCES REGRESARA AL PRIMER NIVEL DEL DESPLEGADO

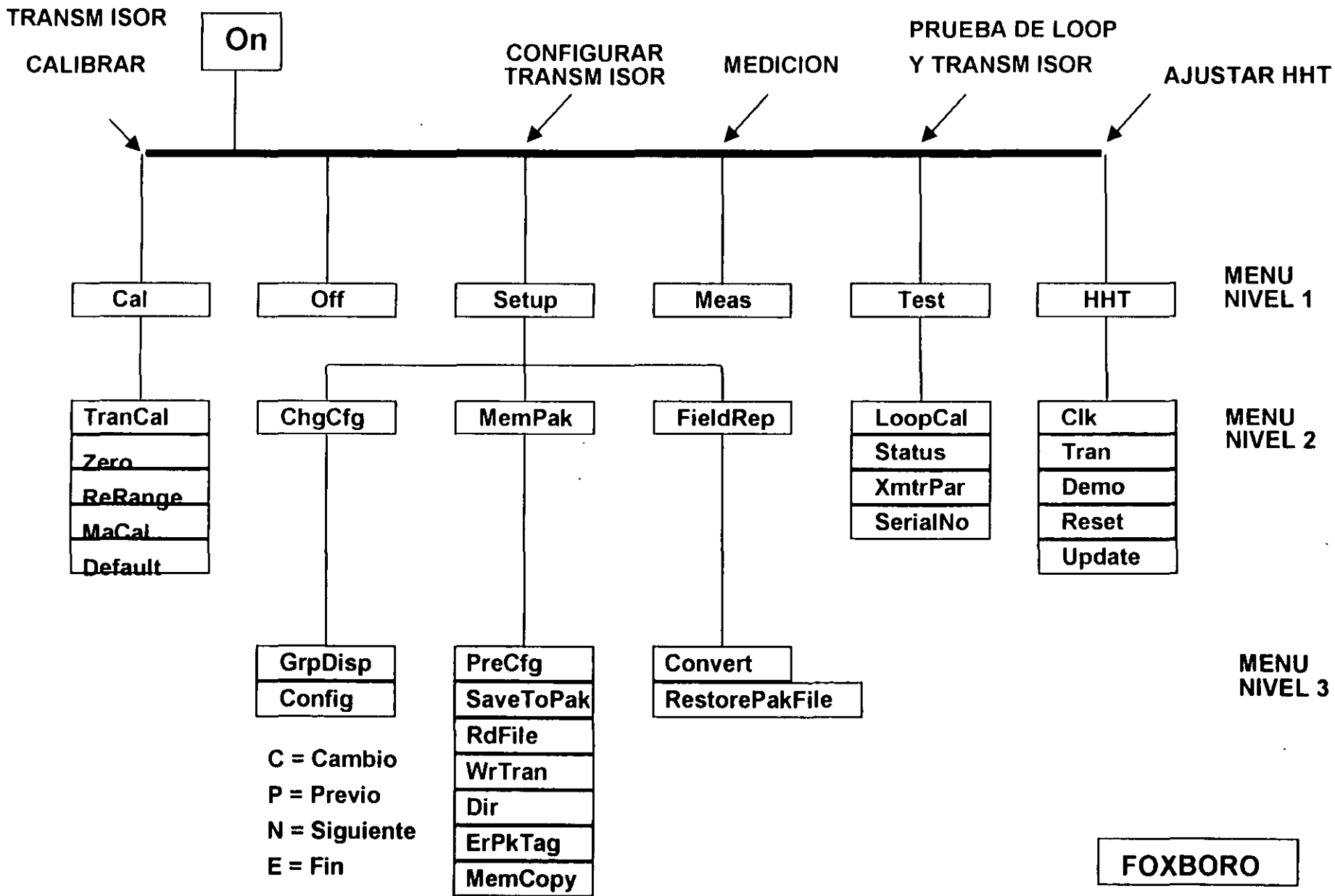
OPRIMA OTRA VEZ F4 END CHNG(FINAL DE LOS CAMBIOS Y REGRESARA A OTRO MENU EN EL DESPLEGADO

ES NECESARIO SALVAR LOS DATOS

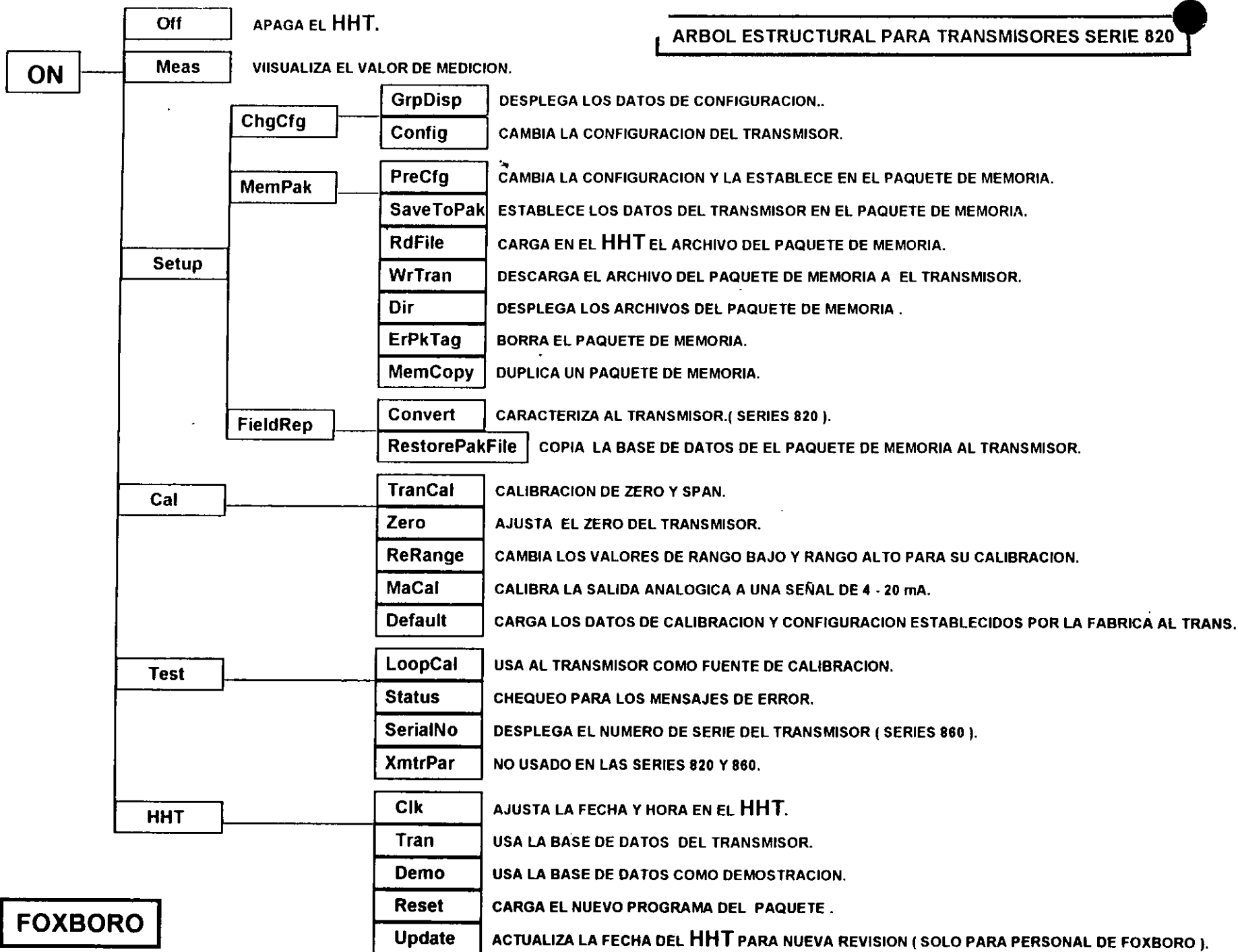
OPRIMA F4 SEND DATA OTRA VES ESTO TRANSFERIRA LOS CAMBIOS A LA MEMORIA DEL TRANSMISOR

- 5 INSTRUMENTOS SOLICITARA A OPERACIÓN QUE PONGAN EL CIRCUITO DE CONTROL EN AUTOMATICO. ( )
- 6 ENTREGAR A OPERACION TRABAJO TERMINADO. RECABANDO FIRMAS Y LA HORA EN LA SOLICITUD DE TRABAJO. ( )

ARBOL ESTRUCTURAL PARA TRANSMISORES SERIE 820



**ARBOL ESTRUCTURAL PARA TRANSMISORES SERIE 820**



**FOXBORO**

NIVEL DEL MENU

MODO DE COMUNICACIÓN DEL HHT

T = Transmisor

D = Demostración

M = Paquete de Memoria

1T	Off	Cal	Setup
Meas	Test	HHT	mP

MODO DE SALIDA DEL TRANSMISOR

4 a 20 mA = m

Digital = d

ambos = b

TIPO DE TRANSMISOR

P = Presión

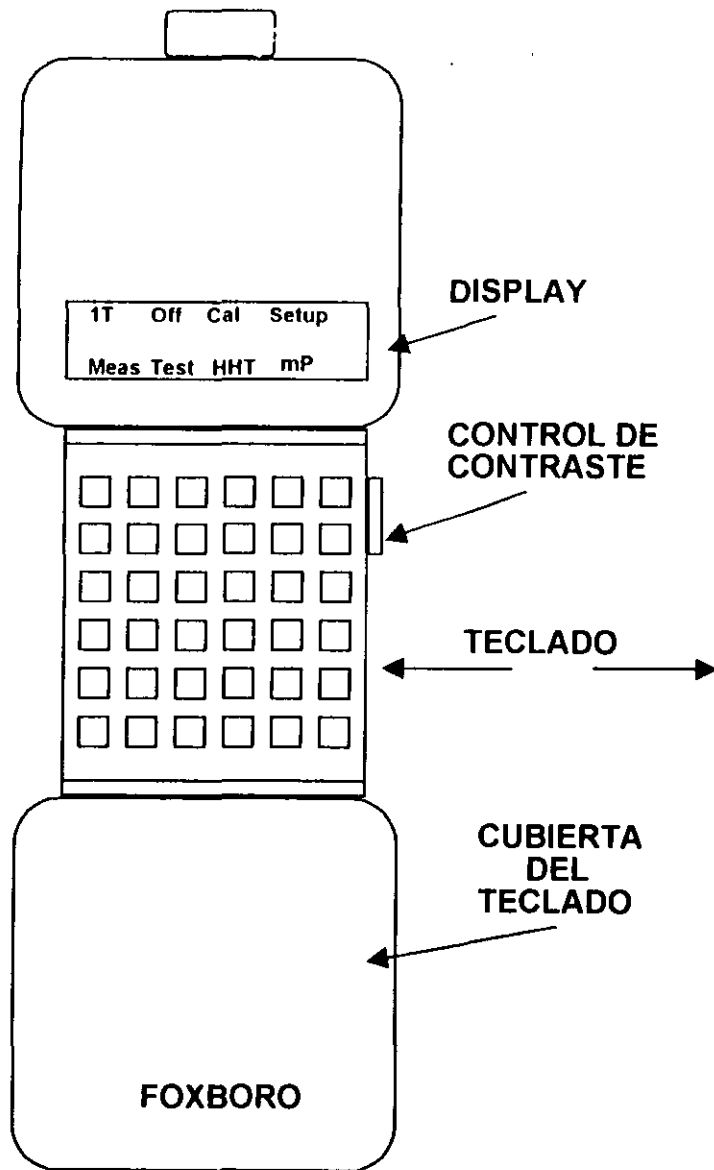
T = Temperatura

M = Flujo magnético

C = Flujo Másico ( coriolisis )

SUMARIO DE CODIGOS DEL MENU



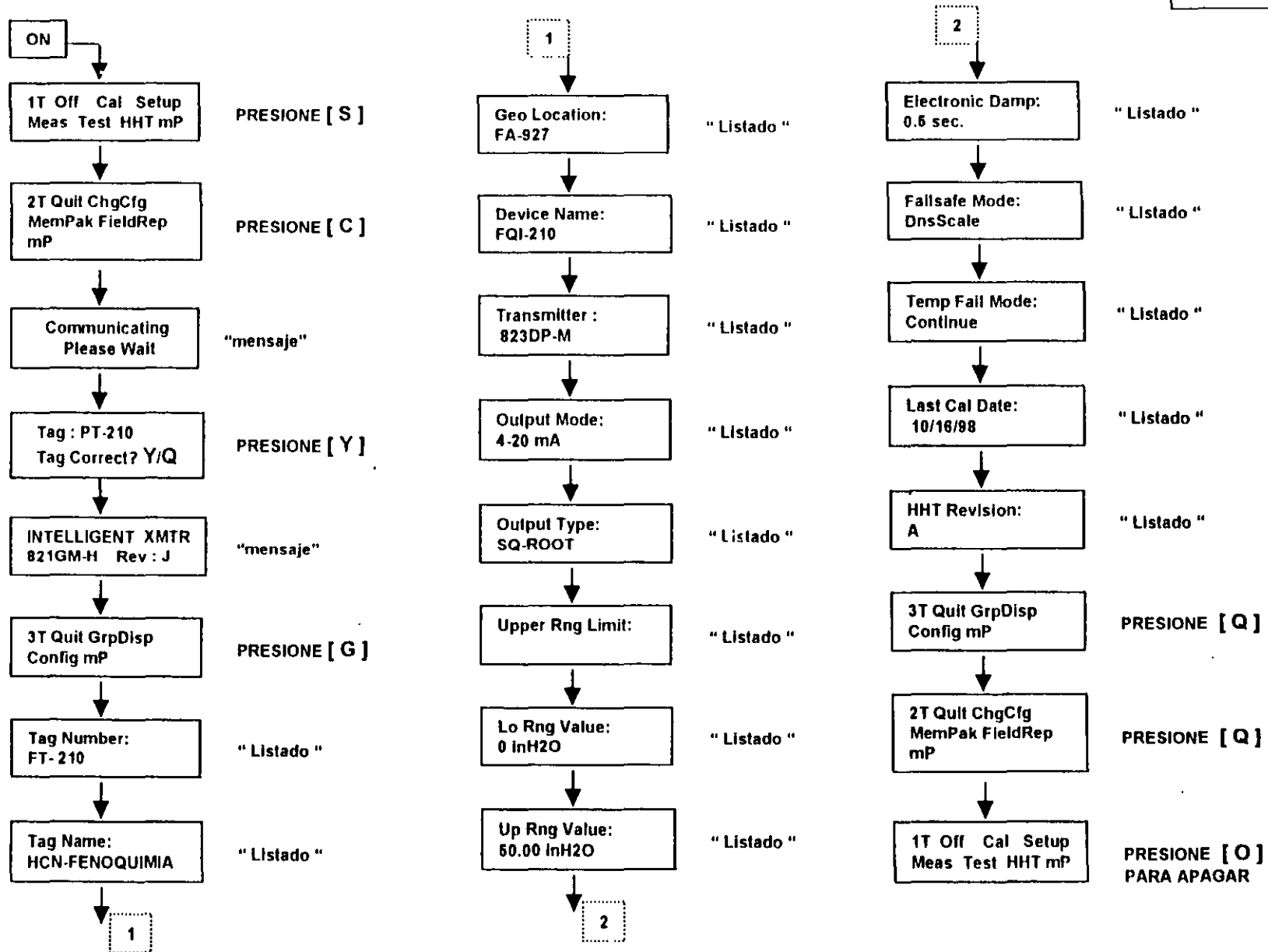


CLEAR ON	MODE	CAP ↑	NUM ↓	←	→
<	>	(	)	%	/
A	B	C	D	E	F
=	"	7	8	9	*
G	H	I	J	K	L
.	\$	4	5	6	-
M	N	O	P	Q	R
;	:	1	2	3	+
S	T	U	V	W	X
SHIFT	DEL	0 Y	Z	SPACE	EXE

**HHT-FOXBORO**

PROCEDIMIENTO PARA LECTURA DE DATOS DE CONFIGURACION ( GrpDisp ).

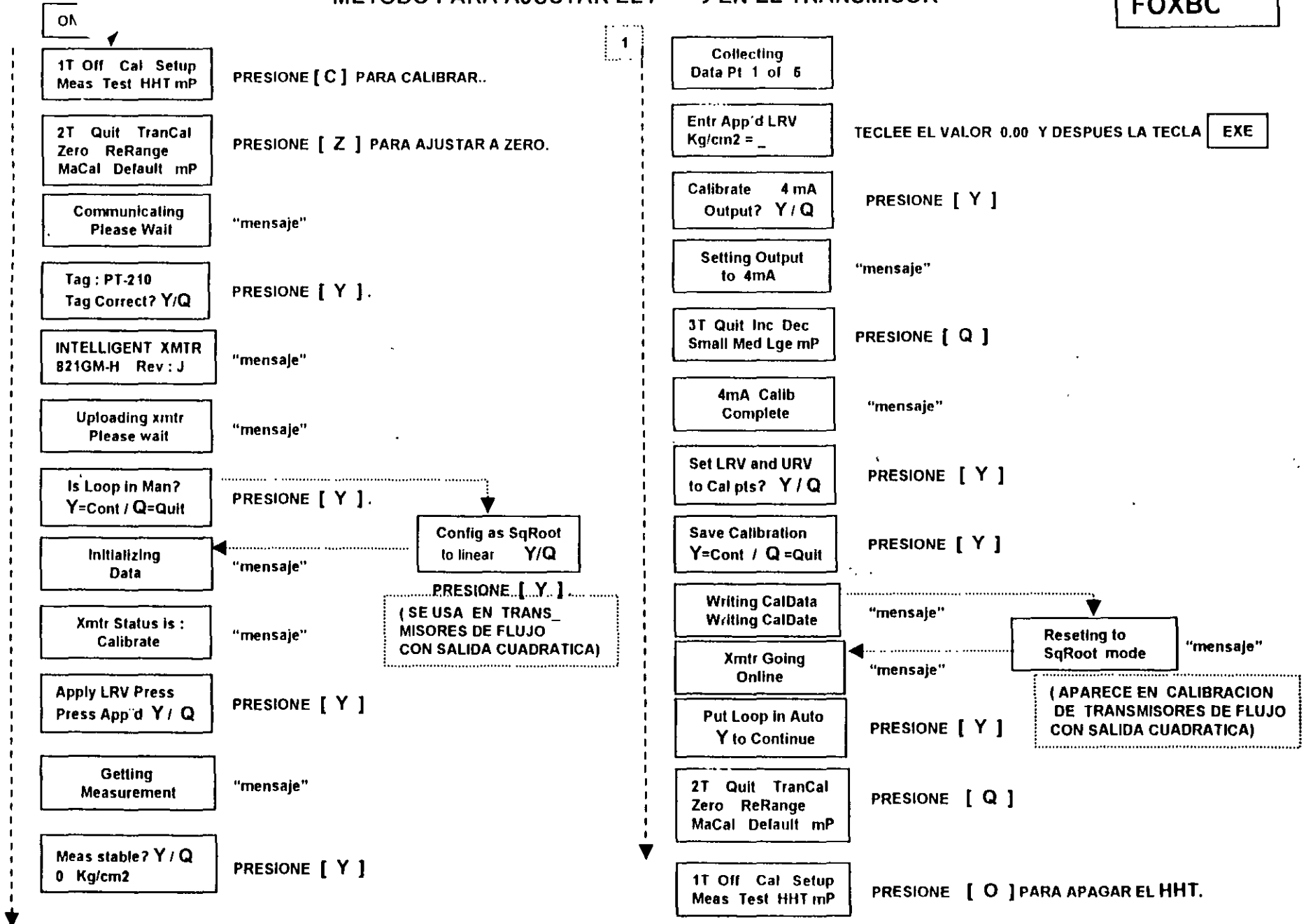
FOXBORO



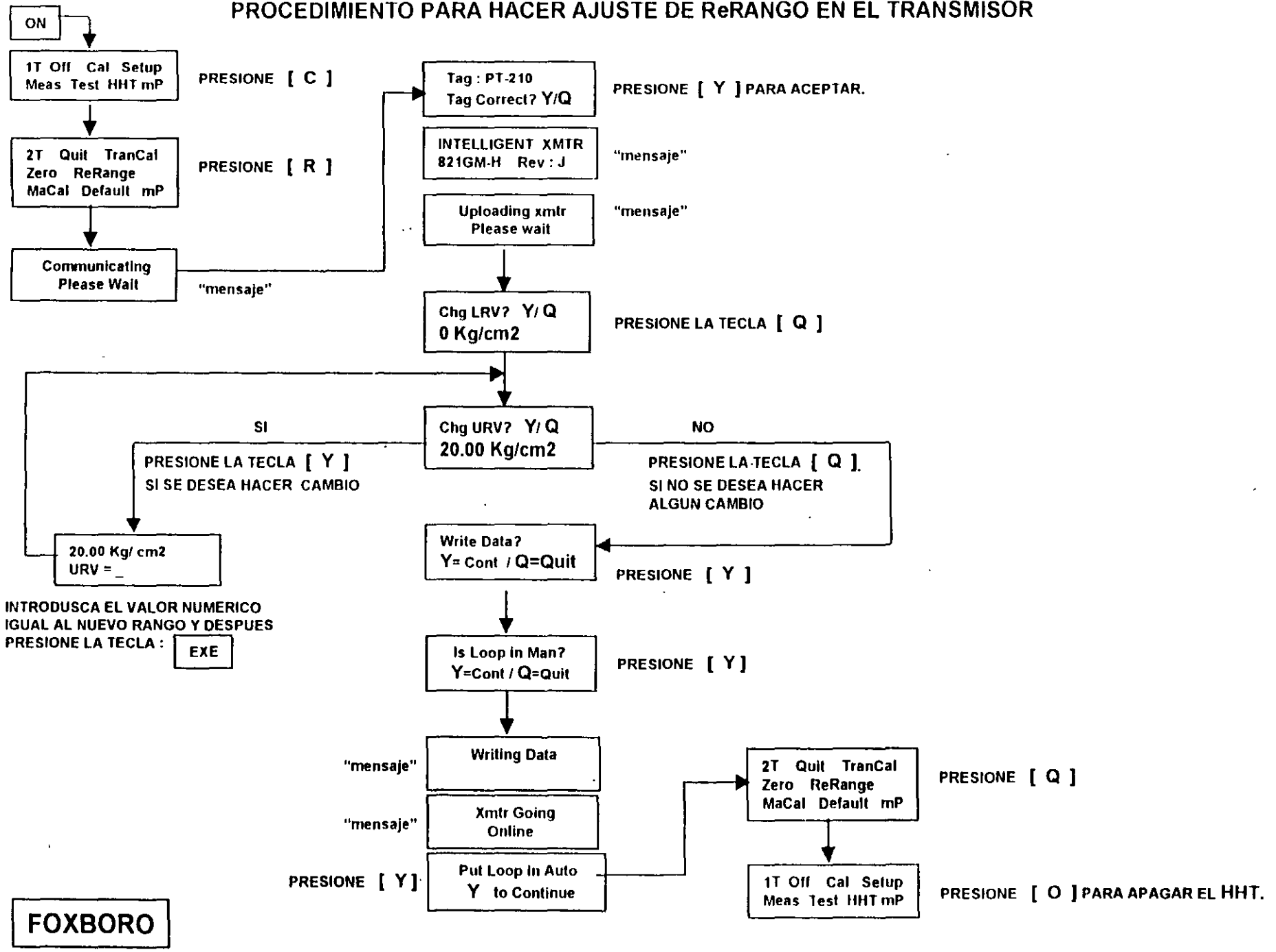
La lista desplegada en el HHT será solo visualizada y no podrá hacerse cambio alguno .  
 Para detenernos en algún parámetro nos ayudaremos de la letra [ H ] y al presionarla nuevamente continuarán apareciendo los demás parámetros.

# METODO PARA AJUSTAR EL 7 EN EL TRANSMISOR

FOXBC



# PROCEDIMIENTO PARA HACER AJUSTE DE ReRANGO EN EL TRANSMISOR



**FOXBORO**

'9-23C401

OPERATION

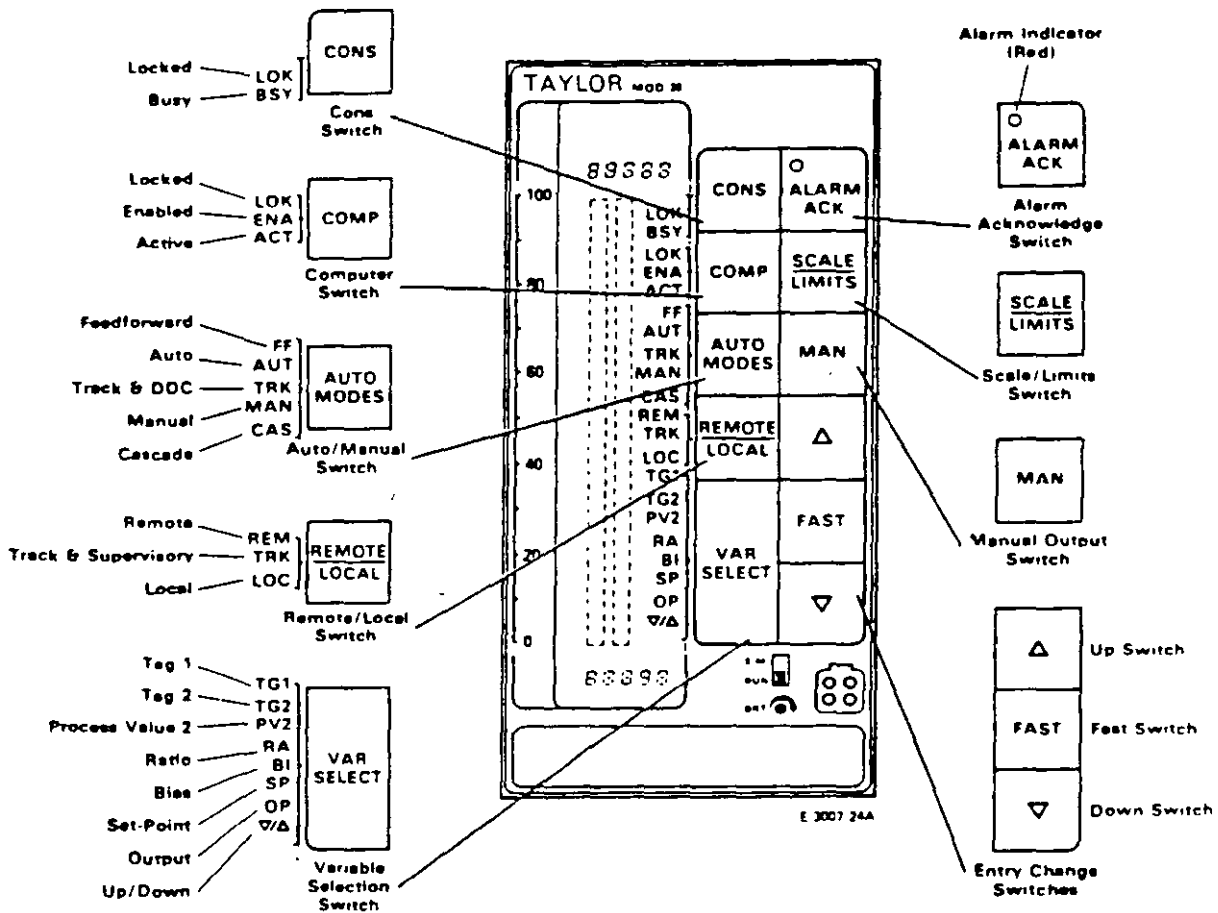


Figure 5-2. Keyboard Switches and Associated Status Indicators

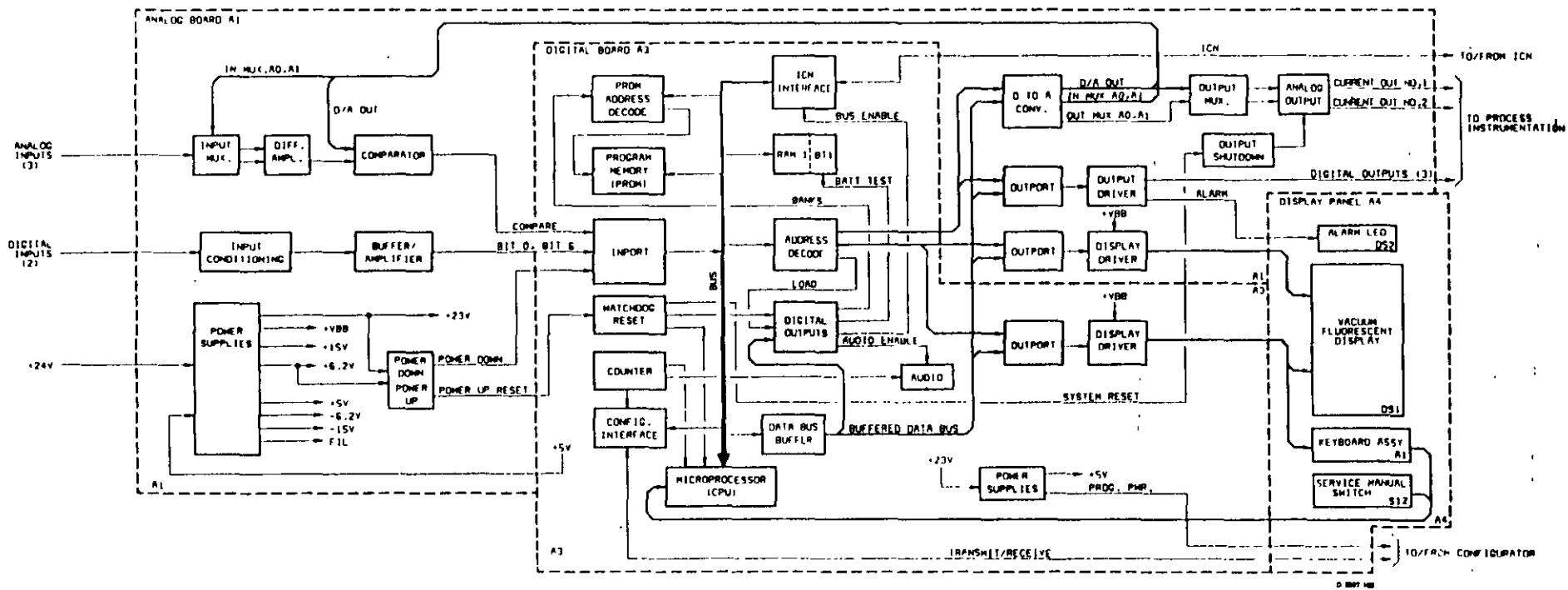
### JACK A1/J1 PIN IDENTIFICATION

PIN NO	SIGNAL	PIN NO	SIGNAL
1	+24V	13	COMMON
2	+24V	14	COMMON
3	ISPARE1	15	ISPARE1
4	DIGITAL INPUT NO.1	16	DIGITAL INPUT NO.2
5	ANALOG INPUT 1 +	17	ANALOG INPUT 1 -
6	ANALOG INPUT 2 +	18	ANALOG INPUT 2 -
7	ANALOG INPUT 3 +	19	ANALOG INPUT 3 -
8	ICM +	20	ICM -
9	CURRENT OUTPUT 1	21	D. H. RETURN
10	DIGITAL OUTPUT NO.3	22	D. H. SENSE
11	DIGITAL OUTPUT NO.2	23	DIGITAL OUTPUT NO.1
12	ISPARE1	24	CURRENT OUTPUT 2

### APPLICABLE CIRCUIT DIAGRAMS

DESIGNATION	NAME	CIRCUIT DIAGRAM
A1	ANALOG BOARD	WD-5-125-1982
A2	NOT USED	
A3	DIGITAL BOARD	WD-5-125-1983
A4	DISPLAY PANEL	WD-5-125-1984

### BLOCK DIAGRAM



-159-

REFINERIA ING. HECTOR R. LARA SOSA  
SUCURSIA GENERAL DE MANTTO  
INGENIERIA DE CONTROL AUTOMATICO

PROCEDIMIENTO DICA No. 001  
REFERENCIA DOC. DE CALIDAD  
312-46400-03-415

No. DE HOJAS 1  
EDICION 1  
FECHA 6-04-99

**TITULO** PROCEDIMIENTO PARA LA ENTREGA-RECEPCION DE UN CONTROLADOR

**APROBO** ING. JOSE LUIS OVIEDO SALAZAR

**OBJETIVO** OPTIMIZAR EL MANTENIMIENTO DE EL EQUIPO, ASI COMO DAR MAYOR RAPIDEZ A LA CALIBRACION Y PUESTA EN SERVICIO

**ALCANCE** EL MANTENIMIENTO DE LOS CONTROLADORES, DEJANDO OPERABLE EL CIRCUITO DE CONTROL

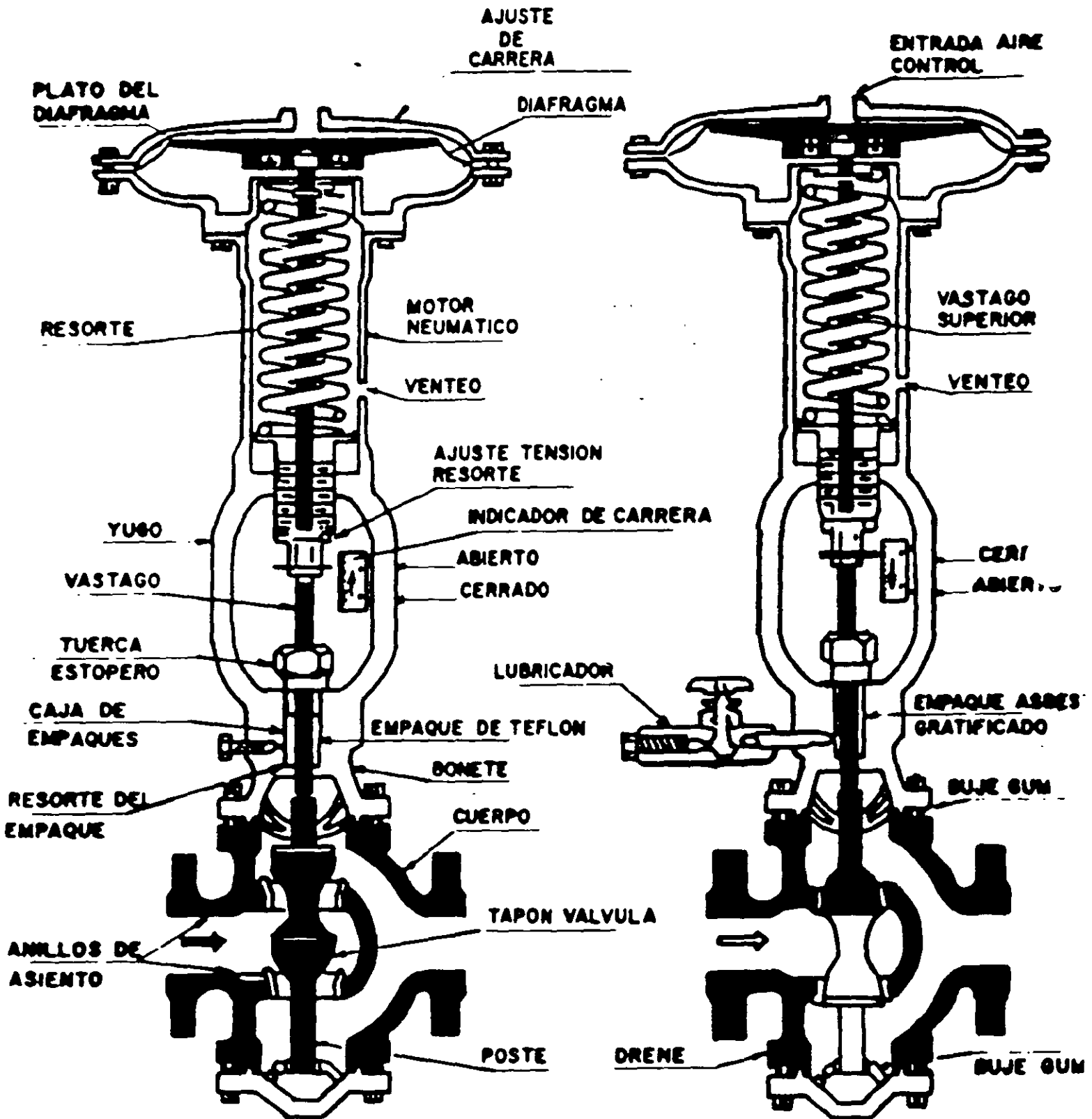
**EQUIPO DE PROTECCION PERSONAL**

CASCO  
BOTAS  
ROPA DE ALGODÓN

**PROCEDIMIENTO:**

- |   |     |
|---|-----|
|   | SI  |
| 1. AVISAR Y COORDINARSE CON EL PERSONAL DE OPERACIÓN SUPERVISOR Y/O ENCARGADO PARA QUE ENTREGUE EL CONTROLADOR EN MANUAL.   | ( ) |
| 2. OPERADOR DEL AREA PASARA POR DIRECTO VALVULA DE CONTROL.   | ( ) |
| 3. INSTRUMENTOS DESCONECTARA Y DESMONTARA EL CONTROLADOR, PARA SU REVISION Y CALIBRACION EN LABORATORIO DE ELECTRONICA  | ( ) |
| 4. INSTRUMENTOS INSTALARA OTRO CONTROLADOR EN TABLERO, CON LA ESCALA ADECUADA, SE DEBE DE AJUSTAR AL MISMO VALOR LOS MODOS DE CONTROL Y SELECCIONAR EL TIPO DE ACCION QUE TENIA EL CONTROLADOR QUE SE QUITO | ( ) |
| 5. EL OPERADOR DEL AREA ALINEARA LA VALVULA DE CONTROL, VERIFICANDO EN COORDINACION CON EL ENCARGADO DE OPERACIÓN EL ACCIONAMIENTO DE LA MISMA, DESDE EL CUARTO DE CONTROL.                                 | ( ) |
| 6. EL ENCARGADO DE OPERACION PASARA POR AUTOMATICO EL CONTROLADOR   | ( ) |
| 7. ENTREGAR A OPERACION TRABAJO TERMINADO, RECABANDO FIRMAS Y LA HORA EN LA SOLICITUD DE TRABAJO.   | ( ) |

VÁLVULAS DE CONTROL



A.- ABRE A FALLA DE AIRE

B.- CIERRA A FALLA DE AIRE

VÁLVULAS DE CONTROL DE DOBLE TAPON LINEAL, DISPUESTAS PARA ABRIR O CERRAR POR FALLA DE AIRE DE ACUERDO A LAS CONDICIONE DE SEGURIDAD E OPERACION.



## ELEMENTOS FINALES DE CONTROL

### 8.1 Válvulas de control

#### 8.1.1 Generalidades

En el control automático de los procesos industriales la válvula de control juega un papel muy importante en el bucle de regulación. Realiza la función de variar el caudal del fluido de control que modifica a su vez el valor de la variable medida comportándose como un orificio de área continuamente variable. Dentro del bu-

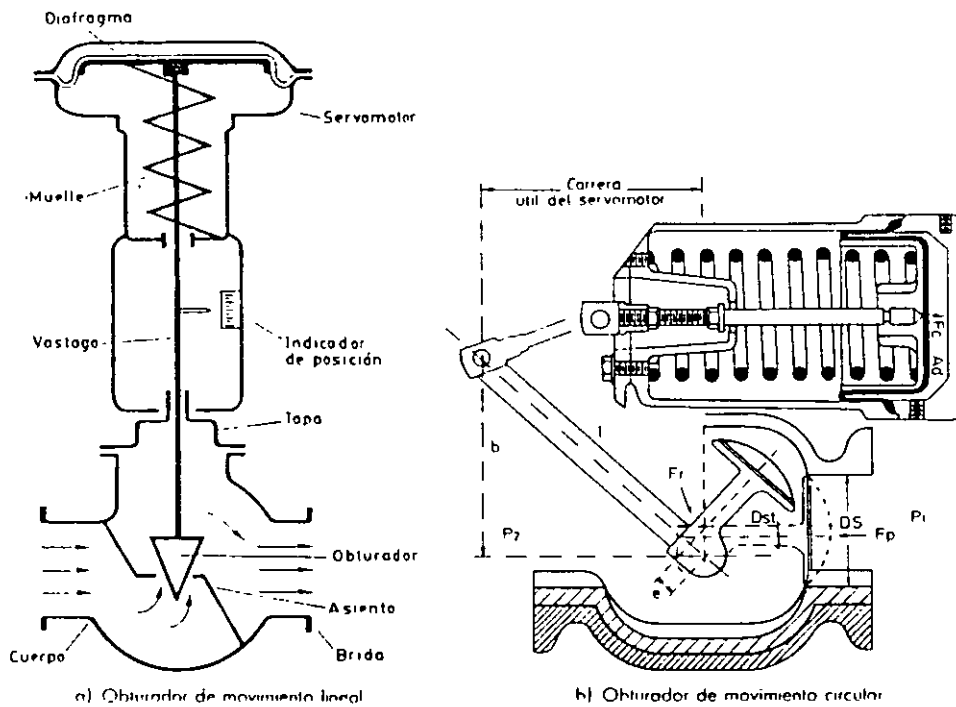


Fig 8 i Válvula de control representativa.

de control tiene tanta importancia como el elemento primario, el transmisor y el controlador. En la figura 8.1 puede verse una válvula de control típica. Se compone básicamente del cuerpo y del servomotor.

El cuerpo de la válvula contiene en su interior el obturador y los asientos y está provisto de rosca o de bridas para conectar la válvula a la tubería. El obturador es quien realiza la función de control de paso del fluido y puede actuar en la dirección de su propio eje o bien tener un movimiento rotativo. Está unido a un vástago que pasa a través de la tapa del cuerpo y que es accionado por el servomotor.

### 8.1.2 Tipos de válvulas

Las válvulas pueden ser de varios tipos según sea el diseño del cuerpo y el movimiento del obturador.

Las válvulas de movimiento lineal en las que el obturador se mueve en la dirección de su propio eje se clasifican como se especifica a continuación.

#### 8.1.2.1 Válvula de globo

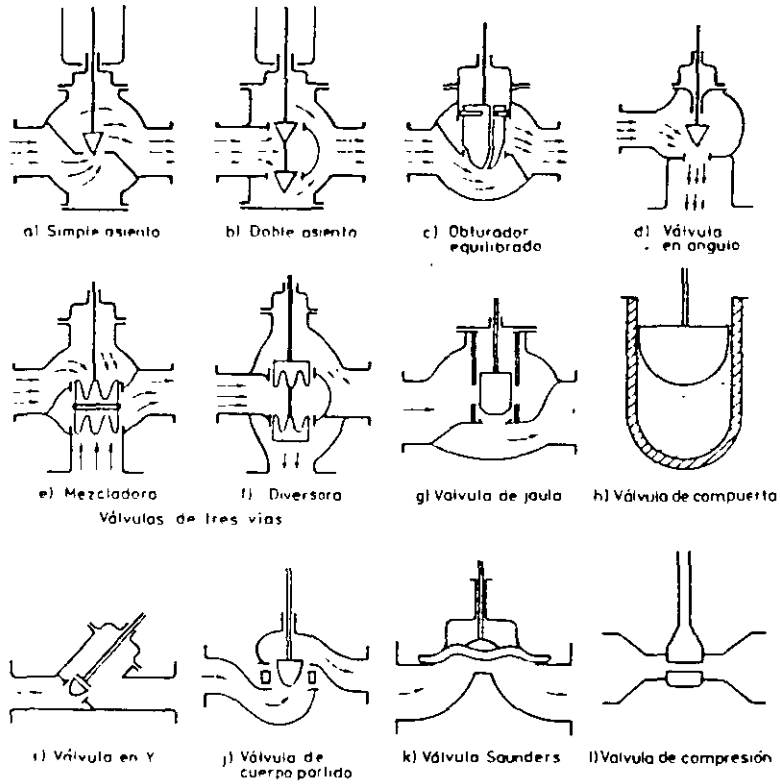
Puede verse en las figuras 8.2 *a*, *b* y *c* siendo de simple asiento, de doble asiento y de obturador equilibrado respectivamente. Las válvulas de simple asiento precisan de un actuador de mayor tamaño para que el obturador cierre en contra de la presión diferencial del proceso. Por lo tanto, se emplean cuando la presión del fluido es baja y se precisa que las fugas en posición de cierre sean mínimas. El cierre estanco se logra con obturadores provistos de una arandela de teflón. En la válvula de doble asiento o de obturador equilibrado la fuerza de desequilibrio desarrollada por la presión diferencial a través del obturador es menor que en la válvula de simple asiento. Por este motivo se emplea en válvulas de gran tamaño o bien cuando deba trabajarse con una alta presión diferencial. En posición de cierre las fugas son mayores que en una válvula de simple asiento.

Como dato orientativo puede señalarse que según la norma ANSI B 16.104-1976, las fugas admisibles son de 0,1 % del caudal máximo en la válvula de simple asiento y de 0,5 % en la válvula de doble asiento. Asimismo, las válvulas con obturador dotado de anillo de teflón para cierre hermético admiten un caudal de fuga de 1 a 40 burbujas de aire o NZ por minuto.

#### 8.1.2.2 Válvula en ángulo

Esta válvula representada en la figura 8.2 *d*, permite obtener un flujo de caudal regular sin excesivas turbulencias y es adecuada para disminuir la erosión cuando ésta es considerable por las características del fluido o por la excesiva presión diferencial. El diseño de la válvula es idóneo para el control de fluidos que vaporizan (*flashing*), para trabajar con grandes presiones diferenciales y para los fluidos que contienen sólidos en suspensión.

OBTURADORES DE MOVIMIENTO LINEAL



OBTURADORES DE MOVIMIENTO CIRCULAR

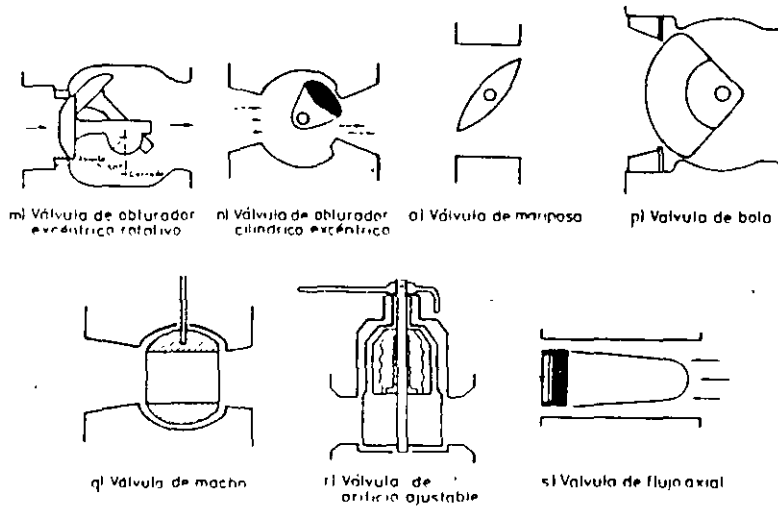


Fig 82 Tipos de válvulas de control

## 368 Instrumentación industrial

### 8.1.2.3 Válvula de tres vías

Este tipo de válvula se emplea generalmente para mezclar fluidos — válvulas mezcladoras (fig. 8.2 *e*) — o bien para derivar de un flujo de entrada dos de salida — válvulas diversoras (fig. 8.2 *f*). Las válvulas de tres vías intervienen típicamente en el control de temperatura de intercambiadores de calor.

### 8.1.2.4 Válvula de jaula

Consiste en un obturador cilíndrico que desliza en una jaula con orificios adecuados a las características de caudal deseadas en la válvula (fig. 8.2 *g*). Se caracterizan por el fácil desmontaje del obturador y porque éste puede incorporar orificios que permiten eliminar prácticamente el desequilibrio de fuerzas producido por la presión diferencial favoreciendo la estabilidad del funcionamiento. Por este motivo, este tipo de obturador equilibrado se emplea en válvulas de gran tamaño o bien cuando deba trabajarse con una alta presión diferencial. Como el obturador está contenido dentro de la jaula, la válvula es muy resistente a las vibraciones y al desgaste. Por otro lado, el obturador puede disponer de aros de teflón que, con la válvula en posición cerrada, asientan contra la jaula y permiten lograr así un cierre hermético.

### 8.1.2.5 Válvula de compuerta

Esta válvula efectúa su cierre con un disco vertical plano, o de forma especial, y que se mueve verticalmente al flujo del fluido. Por su disposición es adecuada generalmente para control todo-nada, ya que en posiciones intermedias tiende a bloquearse. Tiene la ventaja de presentar muy poca resistencia al flujo de fluido cuando está en posición de apertura total (fig. 8.2 *h*).

### 8.1.2.6 Válvula en Y

En la figura 8.2 *i* puede verse su forma. Es adecuada como válvula de cierre y de control. Como válvula todo-nada se caracteriza por su baja pérdida de carga y como válvula de control presenta una gran capacidad de caudal. Posee una característica de autodrenaje cuando está instalada inclinada con un cierto ángulo. Se emplea usualmente en instalaciones criogénicas.

### 8.1.2.7 Válvula de cuerpo partido

Esta válvula (fig. 8.2 *j*) es una modificación de la válvula de globo de simple asiento teniendo el cuerpo partido en dos partes entre las cuales está presionado el asiento. Esta disposición permite una fácil sustitución del asiento y facilita un flujo suave del fluido sin espacios muertos en el cuerpo. Se emplea principalmente para fluidos viscosos y en la industria alimentaria.

### 8.1.2.8 Válvula Saunders

En la válvula Saunders (fig. 8.2 *k*), el obturador es una membrana flexible que a través de un vástago unido a un servomotor, es forzada contra un resalte del cuerpo cerrando así el paso del fluido.

La válvula se caracteriza porque el cuerpo puede revestirse fácilmente de goma o de plástico para trabajar con fluidos agresivos.

Tiene la desventaja de que el servomotor de accionamiento debe ser muy potente. Se utiliza principalmente en procesos químicos difíciles, en particular en el manejo de fluidos negros o agresivos o bien en el control de fluidos conteniendo sólidos en suspensión.

#### 8.1.2.9 Válvula de compresión

Esta válvula funciona mediante el pinzamiento de dos o más elementos flexibles, por ejemplo, un tubo de goma. Igual que las válvulas de diafragma se caracterizan porque proporcionan un óptimo control en posición de cierre parcial y se aplican fundamentalmente en el manejo de fluidos negros corrosivos, viscosos o conteniendo partículas sólidas en suspensión (ver figura 8.2 *l*).

Las válvulas en las que el obturador tiene un movimiento circular se clasifican como se detalla a continuación.

#### 8.1.2.10 Válvula de obturador excéntrico rotativo

Consiste en un obturador de superficie esférica que tiene un movimiento rotativo excéntrico y que está unido al eje de giro por uno o dos brazos flexibles (fig. 8.2 *m*).

El eje de giro sale al exterior del cuerpo y es accionado por el vástago de un servomotor. El par de éste es reducido gracias al movimiento excéntrico de la cara esférica del obturador.

La válvula puede tener un cierre estanco mediante aros de teflón dispuestos en el asiento y se caracteriza por su gran capacidad de caudal, comparable a las válvulas mariposa y a las de bola y por su elevada pérdida de carga admisible.

#### 8.1.2.11 Válvula de obturador cilíndrico excéntrico

Esta válvula (fig. 8.2 *n*) tiene un obturador cilíndrico excéntrico que asienta contra un cuerpo cilíndrico. El cierre hermético se consigue con un revestimiento de goma o teflón en la cara del cuerpo donde asienta el obturador. La válvula es de bajo coste y tiene una capacidad relativamente alta. Es adecuada para fluidos corrosivos y líquidos viscosos o conteniendo sólidos en suspensión.

#### 8.1.2.12 Válvula de mariposa

El cuerpo está formado por un anillo cilíndrico dentro del cual gira transversalmente un disco circular (fig. 8.2 *o*). La válvula puede cerrar herméticamente mediante un anillo de goma encastrado en el cuerpo. Un servomotor exterior acciona el eje de giro del disco y ejerce su par máximo cuando la válvula está totalmente abierta (en control todo-nada se consideran 90° y en control continuo 60°, a partir de la posición de cierre ya que la última parte del giro es bastante inestable), siempre que la presión diferencial permanezca constante. En la selección de la válvula es importante considerar las presiones diferenciales correspondientes a las posiciones de completa apertura y de cierre; se necesita una fuerza grande del actuador para accionar la válvula en caso de una caída de presión elevada.

### 370 Instrumentación industrial

Las válvulas de mariposa se emplean para el control de grandes caudales de fluidos a baja presión.

#### 8.1.2.13 Válvula de bola

El cuerpo de la válvula tiene una cavidad interna esférica que alberga un obturador en forma de esfera o de bola (de ahí su nombre) (fig. 8.2 p). La bola tiene un corte adecuado (usualmente en V) que fija la curva característica de la válvula, y gira transversalmente accionada por un servomotor exterior. El cierre estanco se logra con un aro de teflón incorporado al cuerpo contra el cual asienta la bola cuando la válvula está cerrada. En posición de apertura total, la válvula equivale aproximadamente en tamaño a 75 % del tamaño de la tubería. La válvula de bola se emplea principalmente en el control de caudal de fluidos negros, o bien en fluidos con gran porcentaje de sólidos en suspensión.

Una válvula de bola típica es la *válvula de macho* (fig. 8.2 q) que consiste en un macho de forma cilíndrica o troncocónica con un orificio transversal igual al diámetro interior de la tubería. El macho ajusta en el cuerpo de la válvula y tiene un movimiento de giro de 90°. Se utiliza generalmente en el control manual todonada de líquidos o gases y en regulación de caudal.

#### 8.1.2.14 Válvula de orificio ajustable

El obturador de esta válvula consiste en una camisa de forma cilíndrica que está perforada con dos orificios, uno de entrada y otro de salida y que gira mediante una palanca exterior accionada manualmente o por medio de un servomotor. El giro del obturador tapa parcial o totalmente las entradas y salidas de la válvula controlando así el caudal. La válvula incorpora además una tajadera cilíndrica que puede deslizarse dentro de la camisa gracias a un macho roscado de accionamiento exterior. La tajadera puede así fijarse manualmente en una posición determinada para limitar el caudal máximo (fig. 8.2 r).

La válvula es adecuada en los casos en que es necesario ajustar manualmente el caudal máximo del fluido, cuando el caudal puede variar entre límites amplios de forma intermitente o continua y cuando no se requiere un cierre estanco. Se utiliza para combustibles gaseosos o líquidos, vapor, aire comprimido y líquidos en general.

#### 8.1.2.15 Válvula de flujo axial

Las válvulas de flujo axial consisten en un diafragma accionado neumáticamente que mueve un pistón, el cual a su vez comprime un fluido hidráulico contra un obturador formado por un material elastómero. De este modo, el obturador se expansiona para cerrar el flujo anular del fluido. Este tipo de válvulas se emplea para gases y es especialmente silencioso. Otra variedad de la válvula de flujo axial es la válvula de manguito, que es accionada por compresión exterior del manguito a través de un fluido auxiliar a una presión superior a la del propio fluido. Se utiliza también para gases (ver figura 8.2 s).

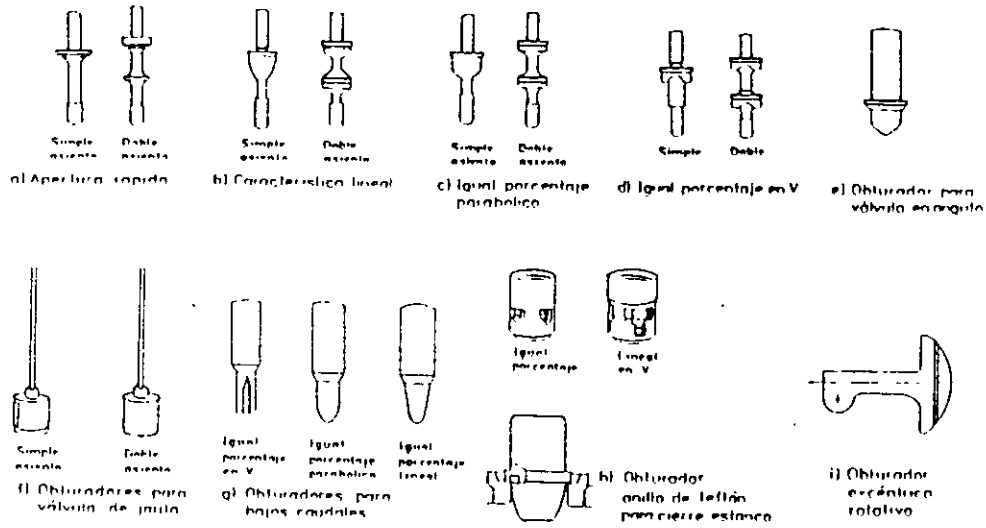


Fig 87 Tipos de obturadores.

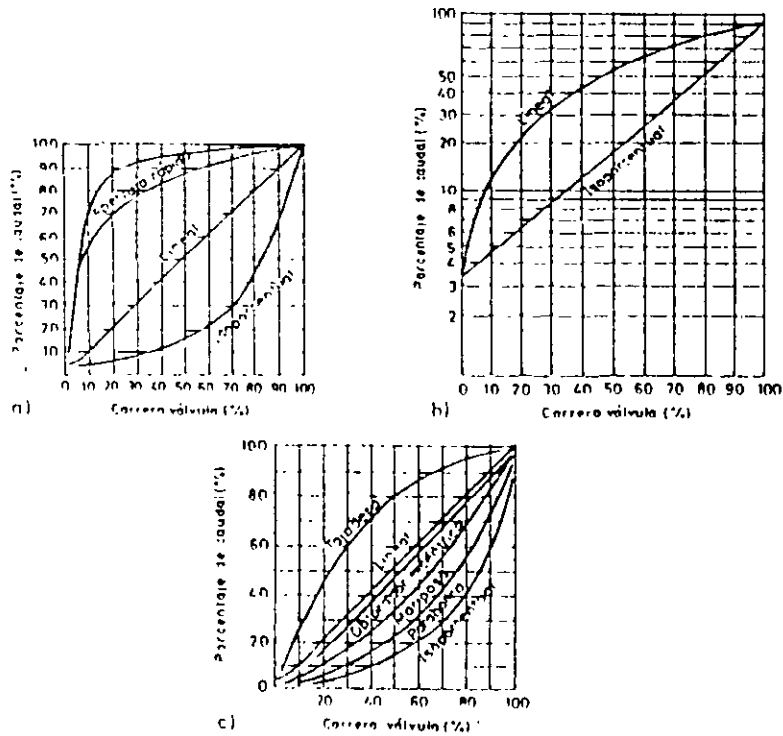


Fig 88. Tipos de características inherentes de la válvula.

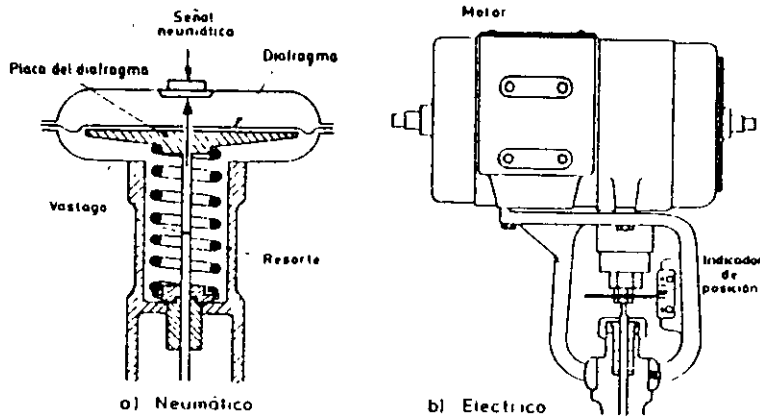


Fig 8.11 Tipos de servomotores o actuadores.

TABLA 87 Selección de curvas características de las válvulas de control

Variable	Aplicaciones	Característica
Presión	Líquidos y gases en general Gas con retardo considerable entre la toma de presión y la válvula de control y con alta pérdida de carga de la válvula de control	Igual porcentaje (%)  Lineal
Caudal	Margen de caudal amplio Margen de caudal estrecho y alta pérdida de carga de la válvula de control	Lineal  Igual porcentaje (%)
Nivel	Pérdida de carga constante Aumento de la pérdida de carga de la válvula con la carga del sistema sobrepasando el doble la pérdida de carga mínima de la válvula	Lineal
Temperatura	En general	Apertura rápida Igual porcentaje (%)



REFINERIA ING. HECTOR R. LARA SOSA  
SUPTCIA. GENERAL DE MANTTO.  
INGENIERIA DE CONTROL AUTOMATICO.

**PROCEDIMIENTO DICA No. 030**  
REFERENCIA DOC. DE CALIDAD  
No 312-42700-03-426

No. DE HOJAS: 1  
EDICION 1  
FECHA: 6-04-99

**TITULO:** PROCEDIMIENTO PARA LA ENTREGA DE UNA VALVULA DE CONTROL EN CAMPO EN EL SISTEMA DE CONTROL DISTRIBUIDO

**APROBO** ING. JOSE LUIS OVIEDO SALAZAR.

**OBJETIVO:** OPTIMIZAR EL MANTENIMIENTO DE EL EQUIPO. ASI COMO DAR MAYOR RAPIDEZ A LA CALIBRACION Y PUESTA EN SERVICIO.

**ALCANCE:** EL MANTENIMIENTO Y CALIBRACION DE LAS VALVULAS DE CONTROL

**EQUIPO DE PROTECCION PERSONAL:**

CASCO  
BOTAS  
ROPA DE ALGODÓN  
LENTES CONTRA-IMPACTO  
GUANTES  
PROTECCION AUDITIVA

**PROCEDIMIENTO:**

- |  | <b>SI</b> |
|--|-----------|
| 1. AVISAR Y COORDINARSE CON EL PERSONAL DE OPERACIÓN SUPERVISOR Y/O ENCARGADO. PARA LA ENTREGA DEL EQUIPO  | ( )       |
| 2. EL OPERADOR DEL AREA DEBE ENTREGAR LA VALVULA POR DIRECTO BLOQUEADA.Y PURGADA.  | ( )       |
| 3 EL SUPERVISOR DE OPERACION DEBE SACAR DE SCAN EL CONTROL QUE SE VA A INTERVENIR.   | ( )       |
| 4 SI SE VA A DESCONECTAR LA VALVULA COLOCAR UNA RESISTENCIA DE 250 OHMS EN LAS TERMINALES CORRESPONDIENTES EN LOS GABINETES EN EL CUARTO SATELITE.                                 | ( )       |
| 5 INSTRUMENTOS DARA LIMPIEZA EXTERNA A VALVULA DE CONTROL. LUBRICAR VASTAGO. PURGAR AIRE DE INSTRUMENTOS VERIFICAR CONDICIONES DE LA SOPORTERIA Y DE LA MANGUERA LICUATITE         | ( )       |
| 6. INSTRUMENTOS CALIBRARA EL COVERTIDOR Y POCISIONADOR DE VALVULA DE CONTROL EN CAMPO CON CALIBRADOR DE 4-20 MA. ( TRANSMATION). POSTERIORMENTE QUITARA LA RESISTENCIA DE 250 OHMS | ( )       |
| 7. INSTRUMENTOS PINTARA Y ROTULARA TAG A LA VALVULA DE CONTROL   | ( )       |
| 8. SUPERVISOR DE OPERACIÓN METERA EN SCAN EL CONTOLADOR.   | ( )       |
| 9. INSTRUMENTOS Y OPERACION VERIFICARAN LAS ABERTURAS DE LA VALVULA DESDE EL SCD- CAMPO  | ( )       |
| 10. INSTRUMENTOS LIMPIARA EL AREA DONDE REALIZO EL TRABAJO   | ( )       |
| 11. OPERACIÓN ALINEARA Y OPERARA EL CIRCUITO DE CONTROL EN AUTOMATICO.   | ( )       |
| 12. ENTREGAR A OPERACIÓN TRABAJO TERMINADO. RECABANDO FIRMAS Y LA HORA EN LA SOLICITUD DE TRABAJO  | ( )       |

# CL-9000 Series



## AccuPRO

# AccuPro™ Diamond™ Universal Field Calibrators and Computer-Aided Calibration Systems

Universal calibrator for all instrument types  
Always have the right tool at hand

Ergonomic design and carrying case  
Easy to carry into the field

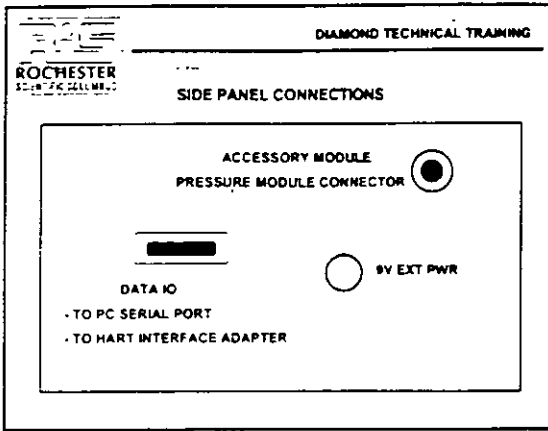
Operates as part of computer-aided  
calibration system

Automate the documentation and management  
of instrument recalibrations

NIST Traceable

For the Rochester Calibrator  
Sales Representative Nearest you,  
Call 1-800-450-2201





---

---

---

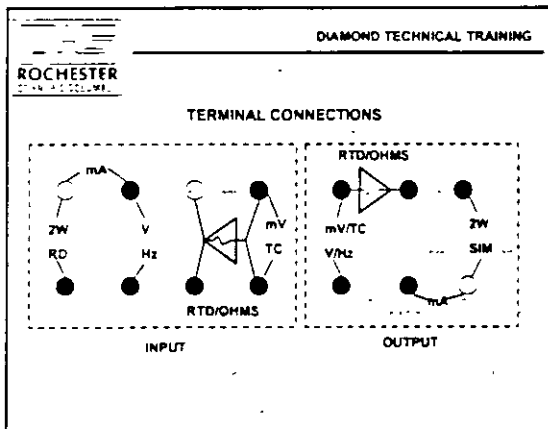
---

---

---

---

---



---

---

---

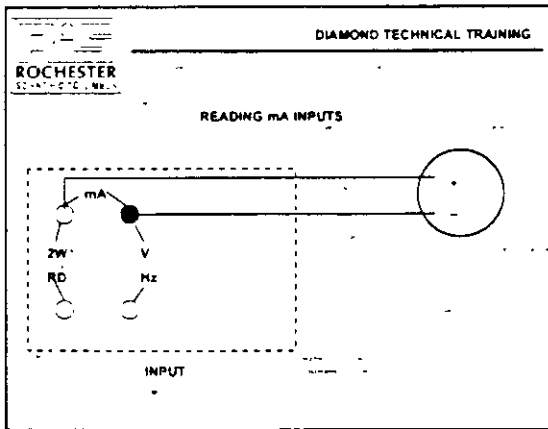
---

---

---

---

---



---

---

---

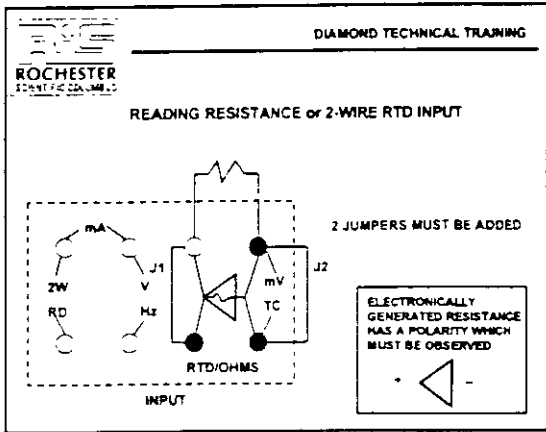
---

---

---

---

---



---

---

---

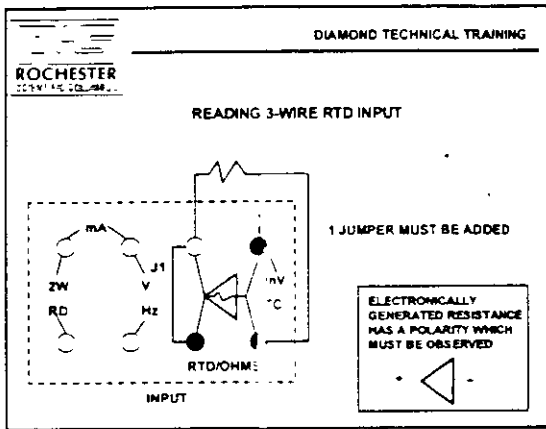
---

---

---

---

---



---

---

---

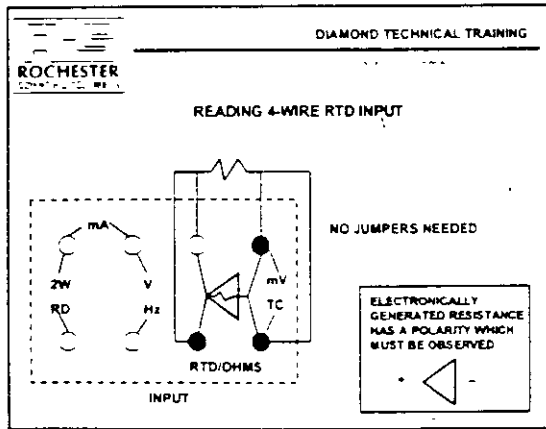
---

---

---

---

---



---

---

---

---

---

---

---

---