

**UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTONOMA DE MEXICO**

FACULTAD DE INGENIERIA

**COMUNICACION Y CONTROL
DE UN ACUEDUCTO**

**SEMINARIO DE ELECTRONICA
AREA DE COMUNICACION Y CONTROL**

Por:

**Beatriz Refugio Guzmán Alvarado
y Norma Elva Chávez Rodríguez**



MEXICO, D.F. 1982



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

TESIS CON FALLA DE ORIGEN

A DIOS:

Gracias por todo, nunca acabare de dar las gracias.

I N D I C E

INTRODUCCION

P A R T E I.

CAPITULO I.

Diseño de un prototipo digital de planta de Bombeo

CAPITULO II.

Control supervisorio centralizado

CAPITULO III.

Generalidades del control supervisorio

CAPITULO IV.

Especificaciones de control supervisorio del Equipo motor-Bomba.

P A R T E II.

EQUIPO MULTIPLEX

CAPITULO I.

Unidad de canal

CAPITULO II.

Modulador

CAPITULO III.

Unidad de control digital de transmisión

CAPITULO IV.

Unidad de interconexión de línea de transmisión (opcional)

CAPITULO V.

Unidad de interconexión de línea de recepción (opcional)

CAPITULO VI.

Unidad de control digital de recepción

CAPITULO VII.

Demodulador

CAPITULO VIII.

Unidad de canal de recepción

CAPITULO IX.

Unidad de alarma.

RECOMENDACIONES

BIBLIOGRAFIA

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

Se ha visto la gran necesidad de crear acueductos que lleven agua a los diferentes estados debido al gran desarrollo de la población que se ha tenido en los últimos años.

Se pretende crear una forma sencilla, objetiva y práctica de instalar un equipo de control y comunicaciones en un acueducto.

Cuando se desea construir un acueducto, es necesario conocer el comportamiento del lugar mediante parámetros como: Temperatura Media Anual, Presión, Humedad, cantidad de agua en los ríos; etc.

Estos datos se encontrarán diseminados en puntos estratégicos de la región, a los que designaremos como plantas de bombeo, ya que en ellas también se encontrarán las bombas y motores que se requieran para ir haciendo el recorrido del agua.

Es necesario que una persona (de menos) se encuentre en cada planta de bombeo, para verificar lecturas y arrancar las bombas y motores que sean necesarias. Esta es una labor difícil, ya que muchas de las plantas de bombeo se encontrarán en lugares apartados de la civilización y en lugares agrestes de difícil acceso.

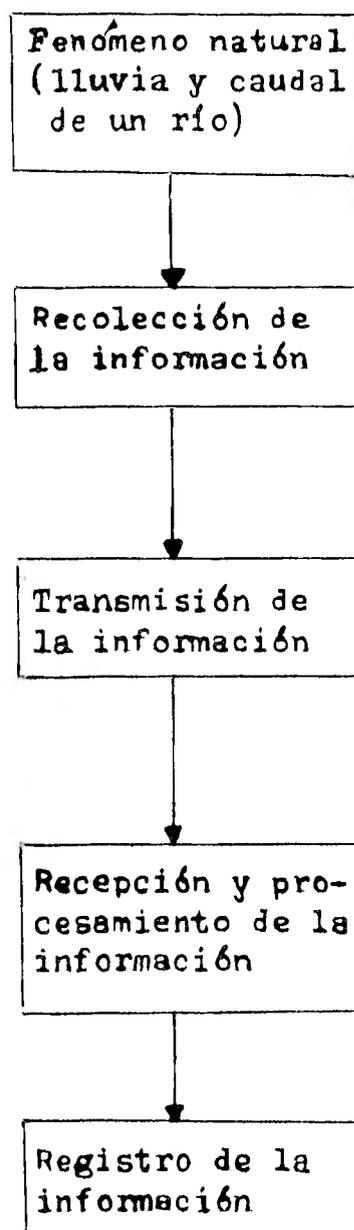
De todo lo anterior surge la idea de construir una Planta de Bombeo Central, que opere en forma automática, de tal manera que se puedan controlar y obtener datos de las diferentes Plantas de bombeo. Esta Planta de Bombeo Central, se encontrará en un lugar donde sea de muy fácil acceso y sea el más seguro de todo el acueducto.

En cada Planta de Bombeo se tiene la necesidad de saber, en cualquier momento, el régimen pluviométrico de la región y a la vez el caudal que lleva el o los ríos que desembocan en la presa, para con esos datos poder predecir (mediante modelos de lluvia-escorrimento) una posible avenida en la presa y poder así tomar las medidas precautorias necesarias.

El objetivo de este trabajo es el de realizar un sistema de control y comunicaciones con técnicas digitales, con transmisión de datos en forma periódica.

El sistema que se ideó está detallado en el diagrama de la figura I.

Fig. I Diagramas de bloques del sistema de adquisición remota de datos.



C A P I T U L O I

DISEÑO DE UN PROTOTIPO DIGITAL DE PLANTA DE BOMBEO.

DESCRIPCION GENERAL

En la figura 2 se muestra esquemáticamente las partes de la planta e bombeo experimental.

La transferencia de datos, desde la planta de bombeo remota a la "Planta Central", se lleva a cabo mediante un enlace de radio VHF calidad voz. La planta de bombeo opera en forma intermitente con período programable y consta de dos fases: Conteo y Transmisión. Durante la primera fase; el transmisor está apagado y se cuentan y ponen en marcha los motores-bomba requeridos según el gasto demandado. La segunda fase se inicia activando el transmisor, enviando la información de "teleindicación".

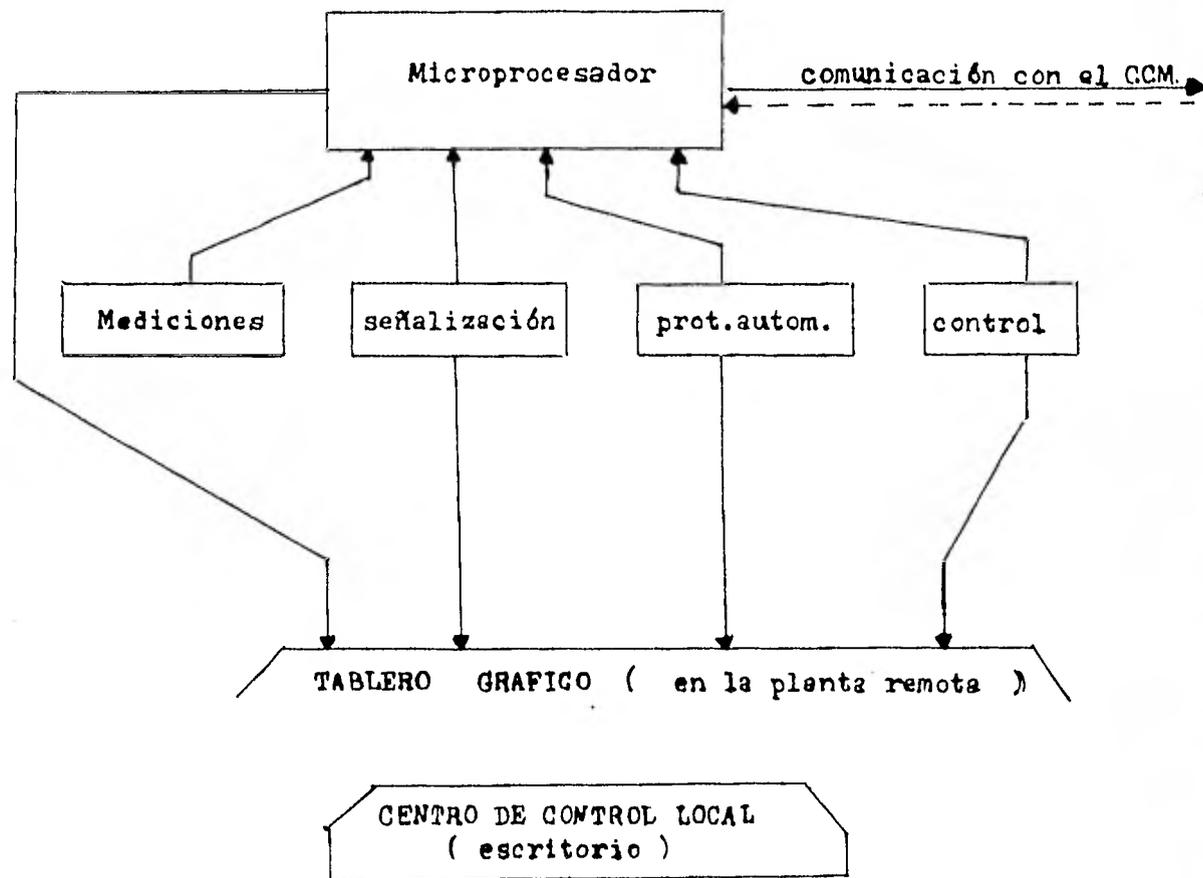
TELE INDICACION

El conocimiento de variables binarias tales como:

- Estado de las bombas y válvulas.
- Estado de cuchillas e interruptores.
- Estado de los sistemas de enfriamiento y lubricación.
- Alarmas de los transformadores.
- Alarmas de protecciones eléctricas.
- Alarmas de servicios (baterías, presión, neumáticos, etc).
- Alarmas de incendio.

De cada una de las estaciones de bombeo, así como a todo lo largo del acueducto, proporcionan al operador una idea clara y completa del sistema para cualquier instante de tiempo y condición de operación, ya que esta señalización aunada a la proporcionada por todos los transductores y elementos primarios, de medición, completa toda la información que se deba y pueda manejar eficientemente.

ARREGLO DE UNA ESTACION DE BOMBEO



----- = Línea para el control automático del C.C.M/ sobre el control local

C.C.M. = Centro de control maestro.

Fig. 2

El proceso de información digital, se hace por medio de un programa de muestreo, que se encarga de recibir los cambios correspondientes, a secuencia y las anomalías, haciéndoselas ver al operador, de una forma ordenada oportuna, que permita su rápida intervención, siendo ésta la única forma eficiente de manejarla.

Deben tomarse medidas para registrar señales de entrada de alarmas que cierren solo momentáneamente. Una indicación de un cambio instantáneo de estado solo deberá transmitirse si el impulso dura más de 20 milisegundos.

En toda entrada digital, un cambio de estado que dure menos de 4 milisegundos, deberá ser rechazado.

C O M A N D O S D E C O N T R O L D E S A L I D A

Todas las órdenes de salida de las Plantas de Bombeo remotas deberán poder ajustarse de 20 miliseg. a 5 seg., o para operación continua, mediante un revelador de salida.

Los pulsos de control de salida deberán usarse, en la primera fase para:

- Arranque y Paro de bombas principales.
- Apertura y Cierre de las válvulas reguladoras.
- Selección del tipo de control (local/remoto).
- Apertura y Cierre de válvulas de control.
- Apertura y Cierre de interruptores.

Los pulsos de salida de control de las plantas de bombeo remotas, deberán activar relevadores auxiliares.

Los controles de salida de las plantas de bombeo remotas deberán

ser diseñados para operar conjuntamente con los relevadores suministrados. Estos relevadores auxiliares deberán ser adecuados para operar -- con un suministro de energía de 125 V.C.D.

C E N T R O D E C O N T R O L

El control deberá consistir de una "Planta de Bombeo Central", regida por computador para supervisar y controlar directamente y realizar las dos funciones principales.

- Adquisición de datos.
- Control Remoto.

Y en caso de falla de la computadora tener un control primario pudiendo operar el sistema en forma manual.

S I S T E M A D E S U P E R V I S I O N

Se propone del tipo centralizado con pregunta secuencial; es decir, que el criterio de operaciones es con división de tiempos y secuencial - en el sentido que las plantas de bombeo remotas son interrogadas una -- tras otra en el tiempo desde el centro y contestan a la interrogación de manera que se realiza una actualización puesta al día, continua al integral del estado de la red controlada.

Esta red se forma al enlazar cada una de las plantas remotas y la - central con el centro de control. Cada estación se enlaza al centro con un aparato G.O.L. (Gobierno de Línea).

Este intercambio de información entre las plantas y el correspondien - te G.O.L. se efectúa en cada sistema independiente de los otros; por --

tanto el mal funcionamiento en uno, no se representa en los otros.

Gracias a esto, no hay que prever una reserva a los centros de supervisión que controlan todo el sistema secundario, pues una avería nulifica solo a la zona afectada (del aparato en avería), que constituye una parte de toda la red controlada. Esto significa que no se requiere redundancias especiales para garantizar una seguridad y continuidad de servicio -- satisfactorio

C O N T R O L S U P E R V I S O R I O

C E N T R A L I Z A D O

La ventaja principal del control supervisorio centralizado consiste en la posibilidad de tener una supervisión constante y sin interrupciones sobre toda la zona de llegada y distribución del agua.

Esta supervisión se puede ampliar hasta un número teórico indefinido de puntos a controlar y de mediciones a efectuar.

Es evidente que, en la calidad del control centralizado no solo, -- los aparatos de la "Planta Central", se encargan de la recopilación de los datos, y juegan un papel decisivo, sino también y sobre todo los aparatos de transmisión que en las estaciones lejanas detectan la cantidad medida -- la preparan para la transmisión.

Los objetivos iniciales a seguir pueden definirse:

- Suspensión interrumpida del mayor número posible de parámetros del sistema
- Flexibilidad de todos los aparatos con posibilidad de una fácil adaptación a menos requerimientos y configuraciones.
- Confiabilidad en las operaciones a efectuar.
- Relación inmediata de eventos anormales importantes.

- Estadísticas precisas y calculadas automáticamente.

Un control supervisorio organizado de esta forma permitirá un crecimiento operativo gradual del sistema, substituciones económicas numerosas y sin problemas de actualización y formación del personal encargado de operar el sistema.

De esta forma la necesidad de implantar en el sistema nuevas funciones será dictada por una experiencia con la operación y no por una hipótesis de trabajo que en la realidad podría resultar superflua, incluso perjudicial.

S I S T E M A D E T E L E O P E R A C I O N E S

En cualquier configuración posible para un puesto central, siempre es útil garantizar la seguridad y la sencillez de las conexiones entre aparatos de telecontrol y sistemas de elaboración.

Esas exigencias toman particular relieve si se toma en cuenta que las distancias entre los diferentes aparatos pueden llegar a varias decenas de metros y que ampliaciones y modificaciones del sistema se efectúan también mediante adiciones de nuevos aparatos en el puesto central y por eso con nuevos cables de conexión.

Según lo indicado anteriormente, para la planta considerada se utiliza en la planta central la estructura con multiplexor.

Esta conexión tiene la propiedad de permitir el intercambio de información entre los diversos equipos de la planta central, aún muy diferentes como naturaleza y función, en la manera más general posible.

Dado que el multiplexor, gobierna todos los componentes del sistema, este se ha realizado para tener un grado de disponibilidad muy alto, lo

se se obtiene con una redundancia completa con una continua función de autodiagnósis, lo que en caso de haber un mal funcionamiento determina la autoexclusión de la parte del multiplexor en avería.

El conjunto de interfase entre los aparatos de tele-control y el sistema de elaboración deberá ser completamente compatible con los módulos de entrada/salida previstos por la generalidad de las computadoras para aplicaciones en tiempo real.

G O B I E R N O D E L A L I N E A (G.O.L.)

En el puesto central se prevé la instalación de 3 aparatos G.O.L., para el control de las plantas remotas. Cada G.O.L., está formado físicamente por un subastidor con doble disposición de grupos enchufables. Los G.O.L., serán instalados en un único bastidor.

En esta configuración el subastidor G.O.L., queda equipado para realizar las siguientes funciones:

- Protección de la transmisión mediante la creación y correspondiente verificación del código cíclico y control de los frentes de recepción.
- Sincronización bits, de palabras de mensaje.
- Composición del mensaje de telemando.
- Programación de ciclos de preguntas fijando previamente el número de los ciclos, el número de mensaje por ciclo y el número de palabras por mensaje.
- Interpretación de los datos que llegan desde el multiplexor y transmisión de los mismos.

EL MULTIPLEXOR

El sistema utilizará, para las interrogaciones, un microprogramador especial realizado con gotas de estaño y diodos.

El microprogramador permite adaptar el ciclo de interrogaciones al número de transmisores presentes y a la diferente rapidez de ejecución de las unidades asociadas.

La sincronización de las llamadas se realiza mediante una puesta al paso final de cada transmisión y al final de cada ciclo de preguntas.

El sistema está formado por dos multiplexores que preguntan cada uno contemporáneamente a todas las unidades. Se realiza por medio de un generador de direcciones que examina cíclicamente los trasreceptores enlazados con las unidades en las cuales se desea realizar el intercambio de informaciones.

Sobre cada uno de los dos multiplexores, mediante una doble red de enderezamiento del microprogramador se controla la exactitud de la sucesión de direcciones en caso de que falle el sistema de enderazamiento, así como para cualquier otra causa de alarma que se presente; el multiplexor interesado se excluye por sí mismo. Con este doble sistema hay además una menor pérdida debida a disturbios, pues la transmisión puede hacerse por dos caminos topológicamente diferentes.

El coloquio entre las dos estaciones del multiplexor y las unidades asociadas se realizan de manera que sea garantizado en envío correcto de información incluso si hay en función un solo multiplexor.

Cada una de las dos partes del multiplexor se forma por un sub-bastidor, esos están situados en los mismos tipos de bastidores en que se instala el G.O.L., pero cada multiplexor tendrá un propio alimentador por razones de confiabilidad.

EQUIPOS DE RESTITUCION

Se entiende por equipo de restitución las memorias de teleseñales - de telemidas, las lógicas de alarma, decodificaciones para códigos - de telemidas, los circuitos, partida hacia los órganos de visualización.

VISUALIZACION DE TELESEÑALES

Es posible seleccionar hasta dos plantas, cuales quiera de las plantas de pozos (1 en cada centro regional) y en las periferias mayores, diferentes grupos de teleseñales, una apropiada tabla de correspondencia dará para cada selección efectuada, el sentido exacto asociado a las lámparas.

VISUALIZACION DE MEDIDAS

La restitución de los valores de medida se hará sobre 2 indicadores digitales a la red con 7 segmentos cada uno de 4 cifras.

La elección de la medida se hace mediante los pulsadores que localizarán los grupos de restitución sobre la palabra de telemidación interesada, imponiendo simultáneamente el factor de conversión necesario para -- una presentación de la medida, en unidades de la ingeniería.

Una vez que, a través del multiplexor, se reciba la información requerida, en el display de confirmación puesto cerca de los pulsos aparecerá el número seleccionado y, en el indicador se podrá leer el valor de la medida.

IMPOSICION DE TELEMANDOS

Para cargar esta imposición en el registro donde se forma el mensaje - de telemando será necesario operar sobre el botón de comienzo de selección.

La actualización podrá hacerse solo después que en los displays de confirmación aparezca el número correspondiente a la selección efectuada.

C A P I T U L O I I
C O N T R O L S U P E R V I S O R I O C E N T R A L I Z A D O

ESTACION REMOTA :

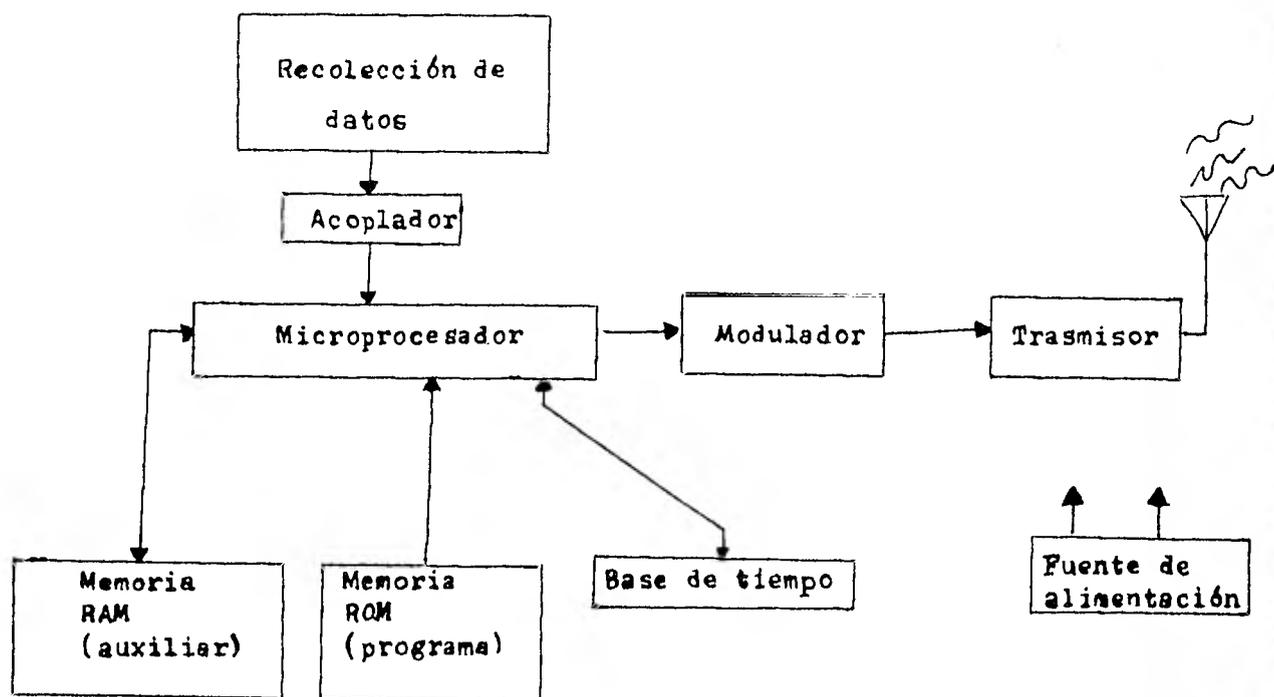


Figura 7

Con la base de tiempo del microprocesador (1MHz) y subrutinas de re ar do se controlan los períodos de recolección y transmisión de datos.

Al iniciarse el período de transmisión de datos, se enciende el tr an s m i s o r en cuanto a los datos. Para ello, por programa se realizan, en co difican y acondicionan mediante modulación FSK, y se transmiten a 110- ba u d s.

El transmisor es de VHF, con modulación FM, calidad voz, el sumi- n i s t r o de energía eléctrica es mediante un cargador y batería automa tr iz en flotación.

La instalación opera en dos modos automático y manual.

En el primero (Fig. 7), al darse un reset el programa entra al pe r i o do de recolección de datos.

Durante el tiempo máximo, se cuentan los eventos del tablero de la pl a n t a de bombeo y al final se transmite el paquete de información y se re p i t e nuevamente el ciclo.

En el modo manual Des p u é s del reset se transmite inmedia t a m e n t e la información que se tenga acumulada y al t é r m i n o de esta tr an s m i s i o n empieza el período de recolección de datos, siguiendo a par t i r de este momento, el modo de transmisión automático.

El microprocesador es de 8 bits, que está construido en un solo ci r c u i t o integrado, con tecnología MOS, canal P, de empobrecimiento. La ar q u i t e c t u r a de su unidad central de procesamiento (C.P.U.), se muestra e n la Fig. 8.

Este microprocesador cuenta con un acervo de 46 instrucciones; en tr e e l l as operaciones lógicas, aritméticas, manejos de registro y acce s o d i r e c t o a memoria (D.M.A.), tiene una capacidad de direccionamiento d e h a s t a 65,536 localidades de memoria.

Por Software se pueden controlar interrupciones, señales de con t r o l -

de entrada por salida, (comunicación con dispositivos externos), y la -
transferencia de datos en serie o en paralelo.

C O N S I D E R A C I O N E S P A R A U N
A C U E D U C T O D E 8 0 K m .

- A) El tiempo de bombeo diario será de 20 horas excepto en la planta-potabilizadora que será de 24 hrs.
- B) En virtud de que la planta potabilizadora trabajará 24 hrs/día, es necesario contar con un depósito regulador que permita cambiar el régimen de 20 a 24 hrs., antes de llegar a la planta potabili-
zadora.
El depósito tendrá una capacidad de regularización de 288×10^3 -
 M^3 .
- C) Los arranques de cada una de las bombas del sistema se harán a -
intervalos de 30 seg., para no afectar el sistema eléctrico y el
paro podrá hacerse de todas las bombas al mismo tiempo si así --
conviene. Los tiempos mínimos de apertura y cierre de válvulas-
será de 30 seg.
- D) La velocidad de reversa en las bombas, no deberá exceder de 40%-
- E) La localización de torres de oscilación en zonas altas cercanas-
a las plantas de bombeo, disminuye las sobrepresiones a valores-
que serán absorbidos totalmente por las tuberías de acero, de --
los tramos de bombeo.
- F) Los tramos de bombeo estarán constituidos, por una tubería de --
acero de 2,900 mm., de diámetro, para el primer bombeo y de --
3,100 mm., para los 4 restantes, los tramos de gravedad están --
constituidos por dos tuberías de concreto perforado de 2,510 mm.
de diámetro.

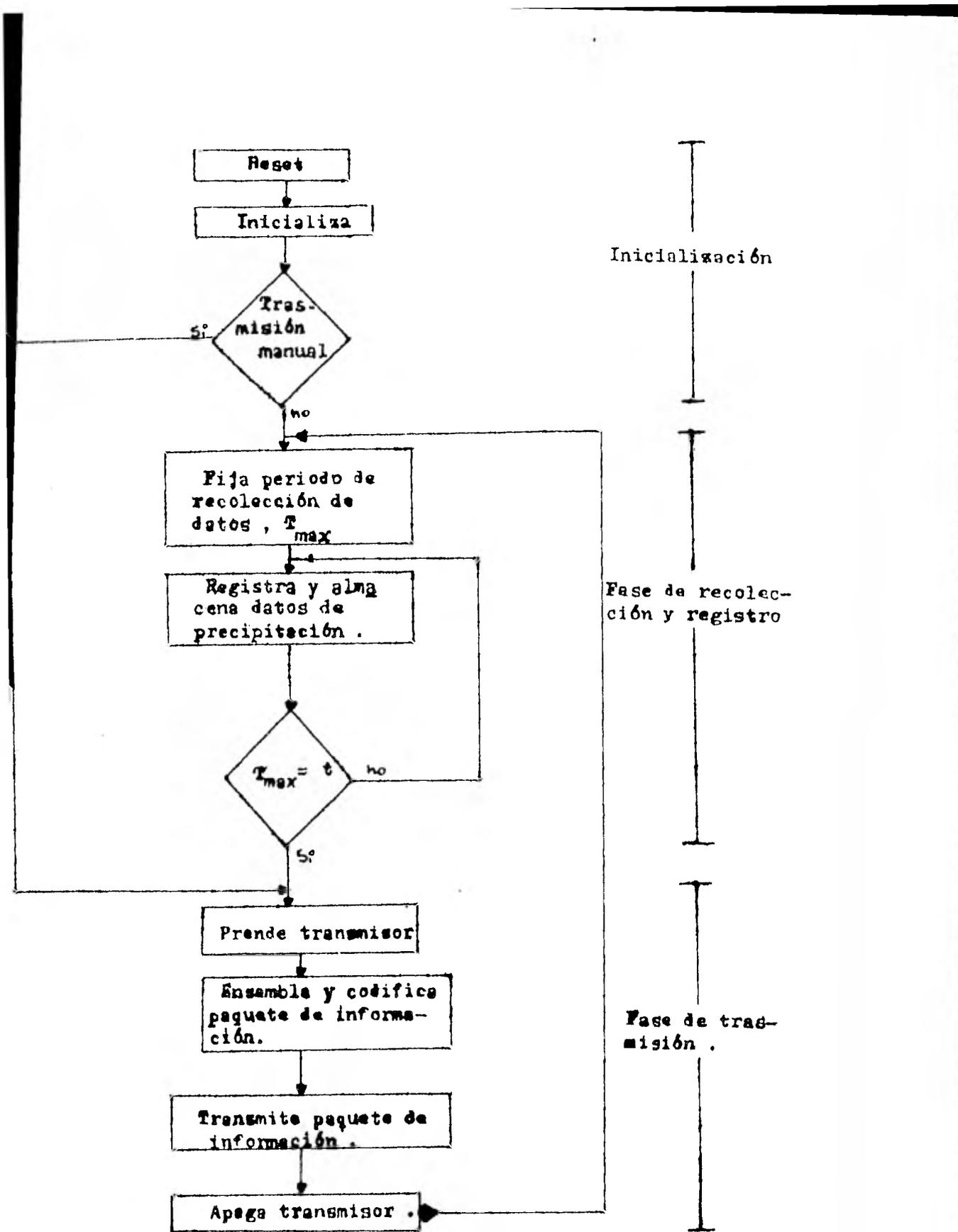
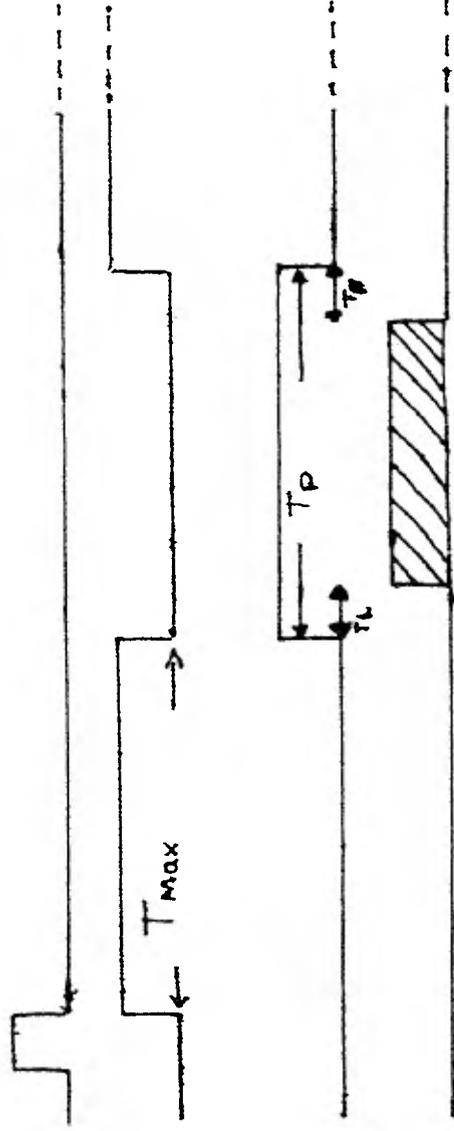


Fig. 10 CICLO DE TRABAJO

MODO AUTOMÁTICO :



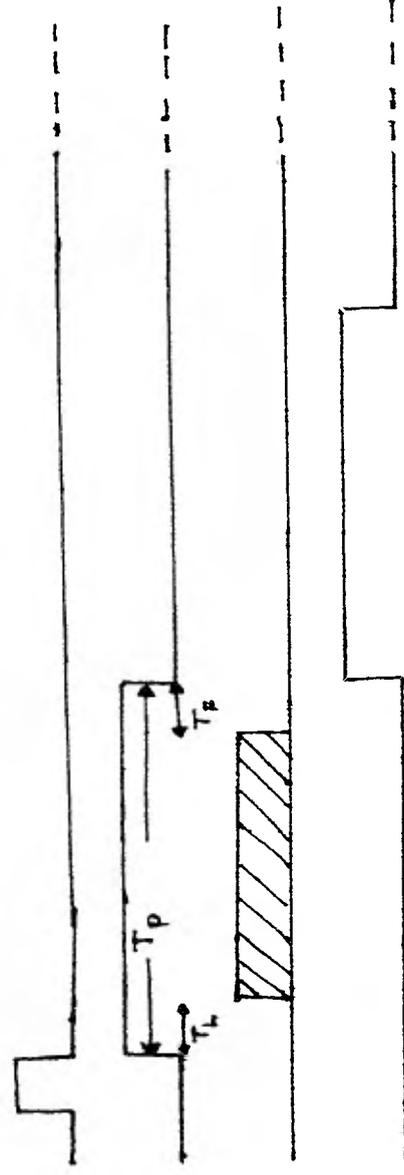
Reset :

Período de recepción de datos :

Encendido transmisor :

Datos :

MODO MANUAL :



Reset :

Encendido transmisor :

Datos :

Período de recolección de datos :

CONSIDERACIONES BASICAS

Para cada planta de bombeo, se garantizará la sumergencia de las bombas, y el volumen necesario por tiempo de respuesta, para paros y arranques, instalando tanques de sumergencia o succión.

Las torres de oscilación y sumergencia deben de encontrarse conectadas a la línea mediante una tubería, en lugar de entrar y salir de la torre, debido a las pérdidas de carga que se tendrían.

Para controlar los gastos que salen se utilizará una estructura distribuidora, que tendrá compuertas deslizantes para permitir regular el gasto que se pretende sacar de acuerdo al nivel que se tenga en esa estructura.

A la entrada de las bombas es necesario tener tanques de succión o sumergencia, con el fin de evitar los problemas de sobrepresiones y subpresiones, que se producen en la línea que llega a cada una de las plantas de bombeo, cuando se paran o fallan las bombas a la salida de las plantas de bombeo, se tiene las torres de oscilación para que las sobrepresiones y subpresiones que se producen en los casos de falla fundamentalmente afectan solo a la tubería de presión.

Las torres de oscilación no tienen capacidad de almacenamiento y por lo tanto solo servirán como aliviadores de presión, estando sujetos a oscilaciones en sus niveles por el efecto de los tiempos de respuesta entre maniobras de paro, arranque o falla en plantas subsecuentes.

Los tiempos indican el tiempo en el cual, si inició la maniobra de cierre o apertura de la válvula, la cuál durará 30 seg.

Se requiere de seccionamiento de válvula en tramos de 8 Km., con esto se pretende lograr mayor seguridad ante la incertidumbre de los daños que se puedan originar por la rotura de alguna tubería a lo largo de la vida útil de la obra.

Para el seccionamiento, se cuenta con dos alternativas:

A L T E R N A T I V A (1)

En esta alternativa, se considera el seccionamiento con válvulas cada 3 Km., además de los tanques, la disposición de las válvulas es la que aparece en la Fig. (2.9), se tiene una sola válvula en cada línea, al tener este tipo de conexión se dificultaría el mantenimiento al necesitarse alguna reparación en la válvula o al probar si las válvulas están en buenas condiciones, ya que se tendría que interrumpir forzosamente el servicio de una de las líneas, pero es económico.

A L T E R N A T I V A (2)

Con el objeto de facilitar las maniobras de mantenimiento o separación de las válvulas y no tener que interrumpir el servicio se consideró un paso lateral, con una válvula, además en las líneas principales se consideran 3 válvulas, 2 de operación manual para aislar la válvula principal, la cual será de operación automática, (ver fig. 3.9).

En las 2 alternativas, para calcular la presión a la que trabajan las tuberías se ha considerado la suma de la carga estática de la torre inmediata anterior más sobrepresión por golpe de ariete, esta última se ha calculado como el 20 % de la sobrepresión máxima al tenerse un cierre rápido.

Observando la tabla, se juzga conveniente el seccionamiento de la línea por válvulas, además de las dificultades que tendrían en el caso que se opere equivocadamente alguna de ellas.

SIMULACION DEL SISTEMA EN ARRANQUES.

Con el objeto de conocer el funcionamiento del sistema cuando arrancan las bombas, se elabora un programa que hace la simulación de la puesta en operación de las bombas.

Las bombas se arrancan a intervalos de 40 seg., entre cada una, con su respectiva válvula esférica cerrada, cuando la bomba alcanza su velocidad normal se comienza a abrir su válvula esférica en una maniobra que dura 30-seg., después de 10 segundos más se empieza a abrir la válvula siguiente y así sucesivamente hasta que todas las bombas estén trabajando a válvulas totalmente abiertas.

Cuando se arrancan las bombas, se establece inmediatamente el flujo entre las plantas de bombeo y la torre de oscilación, y la masa de agua se va acelerando poco a poco, porque el flujo se establece hacia la torre de oscilación, dado que es el camino de menor resistencia, y va incrementándose el nivel en la torre de oscilación, como la velocidad con que se llena la torre de oscilación dado que tiene poca área, es superior a la forma en que se va llenando la columna, para alcanzar el régimen establecido se produce una sobre-elevación en la torre de oscilación.

El método utilizado para resolver el problema es el método de la característica, el cual toma en cuenta las deformaciones de la tubería y el flujo, los objetivos primordiales de esta simulación son determinar la sobre-elevación que alcanza el nivel en el tanque de oscilación y conocer en que forma afecta el tiempo de respuesta en el gasto que llega al tanque, para poder establecer el funcionamiento.

La elevación máxima del agua en la torre de oscilación obtenida mediante cálculos no debe rebasar 2,708.2 mts. y el gasto que entra al tanque respecto al tiempo en que se inicia la operación de apertura de válvulas es el siguiente:

Se hace la simulación de 2 tanques con el objeto de saber si su funcionamiento es adecuado en el funcionamiento de las bombas.

El gasto irá incrementando el nivel y acelerará la columna del agua en forma proporcional a su magnitud, la fricción será en todo momento proporcional al cuadrado de la velocidad, hasta que llegue un momento en que se alcance el equilibrio entre la fuerza dada por la diferencia de niveles y la fuerza de fricción, debido a que muchas veces las aguas captadas por las presas provienen de escurrimientos superficiales, abundantes en algunos años, - el sistema se sobre-equipa, para poder aprovechar volúmenes que de otra manera tendrían que ser derramados por las presas, de esta forma en años abundantes se podrá reducir la extracción de las aguas subterráneas permitiendo que se recuperen los acuíferos. El sobre-equipo define un gasto de diseño de -- 12 m/seg.

S O B R E - E Q U I P O

El sobre-equipo, contará con un control supervisorio. Ya que es muy - satisfactorio para resolver las necesidades de controlar un gran número de - variables con diferentes estados en ellas.

Además se tiene la gran ventaja de que el personal requerido, no re--- quiere de mucho entrenamiento.

En el acueducto se controlarán señales en cada una de las plantas de - bombeo, siendo algunas transmitidas al control central, esto es para que en un momento dado se pueda verificar desde ese control central, el buen funcionamiento y operación de las bombas en cada una de las plantas de bombeo.

Se podrá controlar a una o varias plantas de bombeo desde la estación central mediante el uso de un permisivo.

<p>Estado del control ----- local / remoto.</p> <p>Bomba ----- dentro / fuera</p> <p>Posición de la válvula de control ----- abierta / cerrada.</p> <p>Alarma en auxiliares ----- apagada / encendida.</p> <p>Nivel ----- alto / bajo.</p>	INDICACIONES DE LAS ALARMAS	INFORMACION TRANSMITIDA EN PLANTAS DE BOMBEO
<p>Flujo actual (analógica)</p> <p>Flujo total (incremental)</p> <p>Presión (analógica)</p> <p>Nivel (analógica)</p> <p>Corriente (analógica)</p>	MEDICIONES	SUBESTACIONES ELECTRICAS
<p>Válvula reguladora ----- dentro / fuera.</p> <p>Bomba ----- dentro / fuera .</p> <p>Commutador ----- planta / central .</p> <p>Reservas y alarmas -- fuera / dentro</p>	COMANDOS	SUBESTACIONES ELECTRICAS
<p>Voltaje (analógica)</p> <p>Corriente (analógica)</p> <p>Kw (analógica)</p> <p>Kwh (incremental)</p> <p>Reserva (analógica)</p> <p>Reserva (incremental)</p>	MEDICIONES	SUBESTACIONES ELECTRICAS

C A P I T U L O I I I
GENERALIDADES DEL CONTROL SUPERVISORIO

(A) T E L E C O N T R O L

Para realizar el intercambio de datos entre las estaciones remotas y la estación central, se requiere de un sistema de telecontrol basado en computadora, con facilidades para expansión modular del sistema.

El sistema para control remoto y telemedición deberá tener las siguientes características:

- Tecnología moderna.
- Alta seguridad de transmisión.
- Módulos idénticos para la estación central y las estaciones remotas.
- Y computadoras de proceso integrada, en la estación central.
- Estaciones remotas inteligentes, impulsadas por sistemas micro-computadoras.
- Aplicación de módulos normalizados de "Software".
- Alta capacidad de transmisión y flexibilidad.
- Mantenimiento sencillo.

(B) T R A N S M I S I O N

El intercambio de información entre la estación central y las remotas debe efectuarse mediante transmisión de la señal multiplexada.

La iniciativa de la operación debe originarse en la estación central; la central se comunica con las remotas en secuencia cíclica predeterminada.

Durante el ciclo, se llama sucesivamente a las estaciones remotas y estas contestan el llamado.

Todas las mediciones que van a ser transmitidas se convierten, mediante transductores estáticos, a una señal dentro del rango de corrientes nominales.

El rango de corriente nominal es: 4-20 MA.

- Las zonas de control en los tanques serán:

Nivel alto: 8.50 a 9 mts.

Nivel bajo: 2.00 a 1.5 mts.

Entre los niveles 2.00 y 8.50 mts., las válvulas estarán totalmente --- abiertas.

En las zonas de control se proveerá de sensores que permitan distinguir si el nivel está bajando o está subiendo.

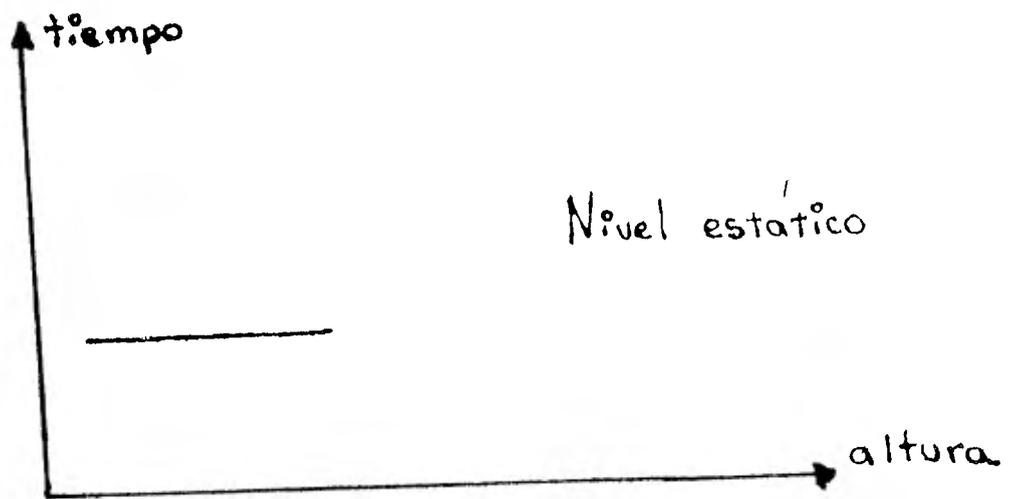
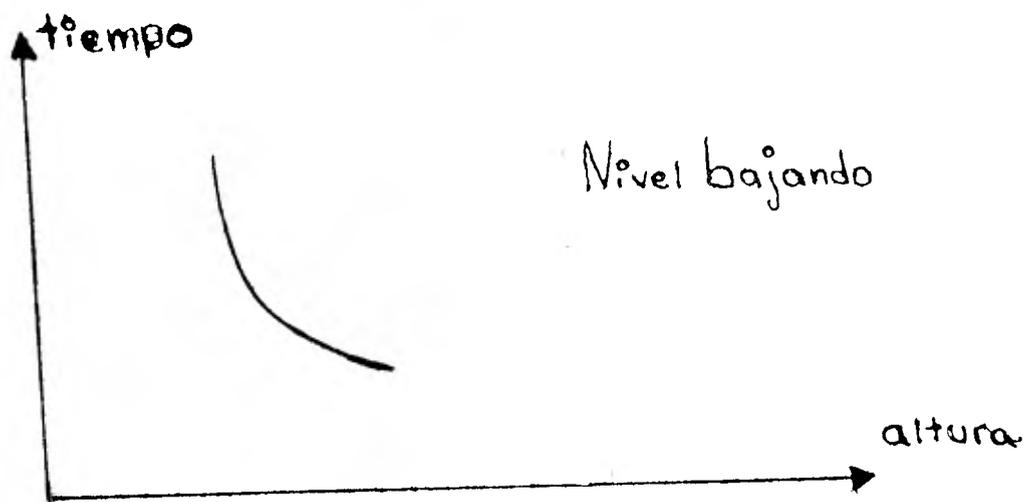
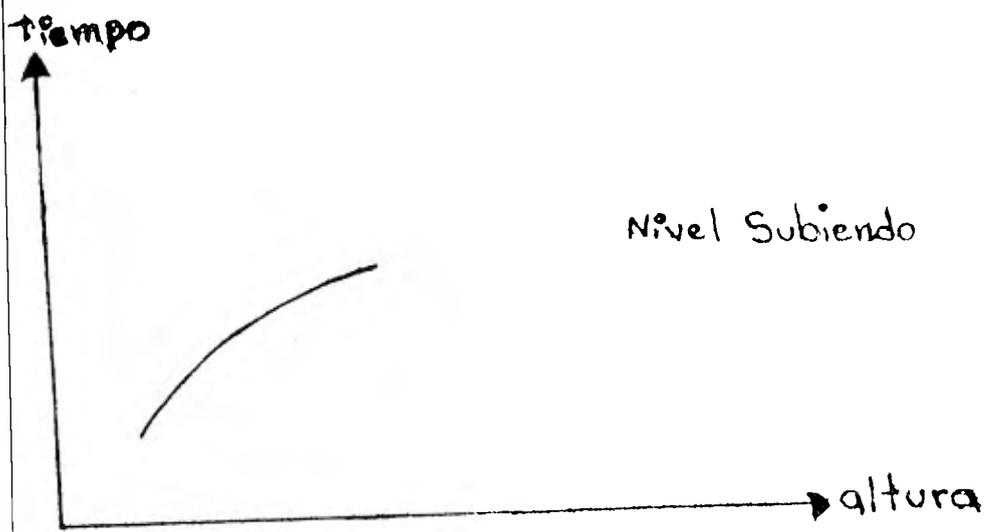
Ello lo determinará la pendiente de la curva tiempo-altura. (Nivel subiendo es la pendiente positiva y Nivel bajando es la pendiente negativa, y el Nivel estático es la pendiente cero).

Con las señales transmitidas por las estaciones remotas a la estación central, ésta podrá emitir la orden que proceda la estación a la estación remota correspondiente, pero desde la estación remota se podrá autorizar o no este control automático.

Todas las terminales remotas deben incluir todos los módulos de comunicación y cableado para conectarse con los medios suministrados.

Las condiciones de estado de alarma del suministro de energía a cada es tación remota, deben incluirse en los datos que serán analizados por el sistema de control.

El estado de bombas, válvulas e interruptores deberá ser transmitido - con 2 bits, un contacto N.A., y otro N.C., ambos contactos deberán represen-- tar una situación anormal y pasado un período de tiempo prefijado, deberán --



ser manejados como alarmas, todos los demás estados y alarmas deberán ser representados por 1 bit.

(C) C O N M U T A D O R

Las llamadas entre las extensiones se realizan a través de circuitos de conexión; la alimentación es individual para cada teléfono. En el momento que se cuelga una extensión, su línea queda libre para realizar otra llamada y el circuito de conexión se libera, solo que ambas extensiones hayan colgado

En el caso de que una extensión sea llamada y esté ocupada, en la que llama se escuchará tono de ocupado desde el círculo de conexión y si no se completa una llamada, dentro de un tiempo determinado, el registrador se liberará y la persona que llama recibirá un tono de ocupado, procedente del circuito de conexión como antes se mencionó.

En este caso, por lo menos una de las extensiones (la del centro de control) deberá estar dotada de preferencia sobre las demás.

Adicionalmente se deberá contar con una extensión general, para la comunicación entre todas las estaciones de bombeo en forma simultánea. Realmente no se usan las 16 extensiones del conmutador, sin embargo, se dejan como reserva para posibles expansiones en el sistema.

P R O G R A M A S

El sistema operativo, del control supervisorio deberá constar de programas para:

- Muestreo y medición supervisora .
- Control remoto.
- Integración de flujos, watts, bars, etc.
- Alarmas al operar.
- Generación de reportes.

(B) E N E R G I A E L E C T R I C A

Se deben tener tantos circuitos como máquinas, estén instaladas y todas ellas llevarán conectores especiales prefabricados tipo hembra/macho; esto es:

- Unidad Central.
- Periféricos.
- Unidad de control E/S, etc.

Para el cálculo de estos circuitos se debe tomar un factor de seguridad de 100 %, en el calibre de los conductores y la protección de éstos circuitos debe ser del tipo termomagnético.

Los circuitos deben llevar un tubo metálico flexible y se deben dejar sueltos bajo el piso (sobre las charolas) lo más próximo a las máquinas que alimentarán, rematando con conectores tipo industrial a prueba de agua y explosión.

El tablero de distribución debe colocarse para tener una caída máxima del 2 % y debe ser independiente de otras cargas.

La alimentación a los equipos será de una fase en 120 volts con las siguientes tolerancias:

- Voltaje 120v \pm 5 % MAX.
- Frecuencia 60 Hz \pm 0.5 % MAX.
- Armónicos \leq 5 %.

Provenientes de una unidad ininterrumpida de energía con la siguiente configuración (ver diagrama de la subestación eléctrica).

- Potencia 15 KVA.
- Entrada al rectificador cargador (3 \emptyset)
 - 240 volts \pm 10 %
 - 60 Hz \pm 3 Hz.
- Salida del inversor (1 \emptyset).
 - 120 volts \pm 5 %.
 - 60 Hz \pm 0.5 %
- Distorsión armónica \leq 5 %.
para un factor de potencia de 0.7.

(C) B A T E R I A S

830 amp/hrs., 110 V.C.D., para tres horas, se recomienda tener una --- planta de emergencia con capacidad suficiente para satisfacer la demanda del "Control maestro" (localizado en la planta de bombeo central), así como servicios de emergencia como:

Iluminación, seguridad, etc., ya que las baterías se calcularon para - tres horas.

(D) S E G U R I D A D

La mejor prevención contra incendios consiste en emplear materiales -- combustibles o en su defecto tratarlos con pinturas impregnaciones u otro -- rífuga que impida o retarde al menos su inflamación.

Se deben instalar detectores de humo y temperatura en todos los lugaa -- s posibles de incendio, tales como:

- Sala de computadoras.
- Archivos.
- Tableros gráficos.

Es necesario que el cuarto control, cuente por lo menos con 3 extingui -- res portátiles de bióxido de carbono de 4 Kg., y su ubicación debe ser mar -- da en el techo y pared y debe ser accesible a las personas que trabajan en -- área, de tal forma que no se presente dificultad alguna al usarlos, cuan -- las alarmas respectivas de humos y temperaturas se activen.

C A P I T U L O I V
ESPECIFICACIONES DE CONTROL SUPERVISORIO
DEL EQUIPO MOTOR-BOMBA

GENERALIDADES

Para el control del equipo motor-bomba se deberá contar con un tablero al. El cual constará con un sistema de respaldo de corriente continua para asegurar la operación del sistema hidráulico.

El arranque de la bomba deberá registrarse en 40 segundos.

Además deberá contar con un dispositivo que asegure que tenga la presión mínima para poder hacer la operación de retorno.

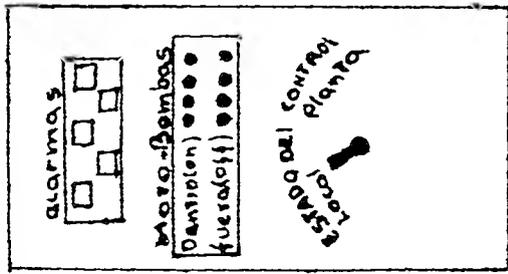
El "Tablero Local" se encontrará situado abajo, en el cuarto de equipo, más se contará con otro "Tablero de Planta", que se encontrará arriba en el cuarto de observación y control de cada estación remota.

El arranque de las bombas se podrá hacer desde el tablero local (y con permiso de el tablero local) se podrán arrancar desde el tablero de planta, éste a su vez podrá dar permiso o no a la planta central de controlar o no dicha planta.

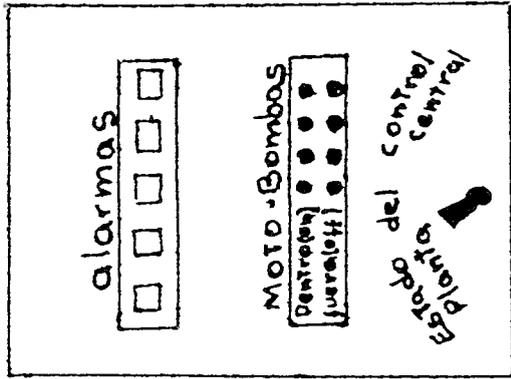
El flujo de señales e instrumentos necesarios para el control de el conjunto motor-bomba, se comprenderá mejor al ver los diagramas de la figura 1.1.R. que se anexan.

CONDICIONES TRANSITORIAS DE OPERACION EN TRAMOS DE PRESION.

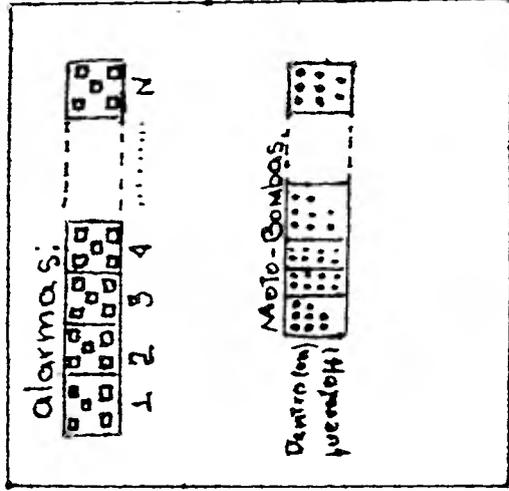
Con el fin de conocer el comportamiento del sistema ante condiciones que alteren su funcionamiento normal se elaboró un módulo de simulación del sistema ante fenómenos transitorios como los que ocurren en los arranques y paros normales o en fallas de las plantas de bombeo.



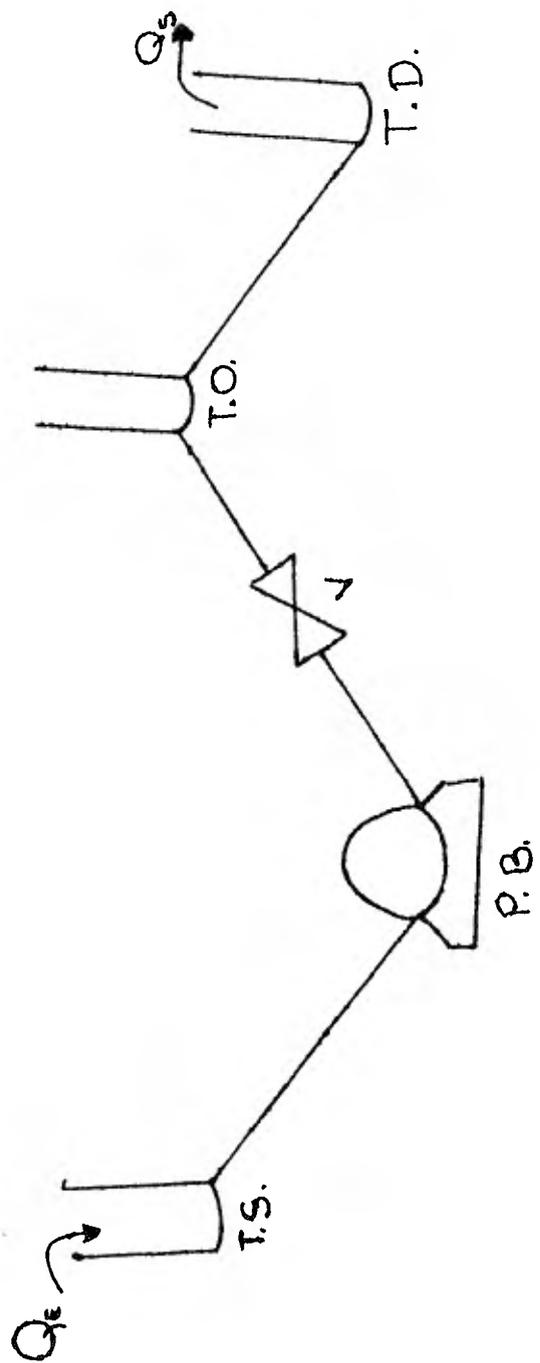
Tablero local (1)



Tablero planta (2)



Tablero Central (3)



Modelo de Simulación

Fig. 9.8.

El modelo simulación puede representarse de la siguiente manera:
(ver fig.98).

Y la nomenclatura usada es:

T.S. = Tanque de sumergencia.

P.B. = Planta de bombeo.

V. = Válvula de control.

T.O. = Torre de oscilación.

T.D. = Tanque de descarga.

Q.E. = Gasto que entra al sistema.

Q.S. = Gasto que sale del sistema.

Los TS, TO y TD están determinados por su área transversal.

Las variables que rigen el comportamiento de la planta de bombeo son - su momento de inercia y sus curvas característica en gasto, carga, par torsionante y velocidad angular. El comportamiento de las válvulas se define por su curva de pérdida de carga contra ángulos de apertura, el cuál es función del tiempo, de acuerdo al comportamiento de los tramos anterior y posterior al sistema estudiado.

Como se observa, este modelo toma en cuenta solo una planta de bombeo, por lo que para su aplicación en este problema en que se tienen varios bombes, en serie hay necesidad de ligar los resultados de un tramo con los -- adyacentes por medio de los gastos QE y QS.

El modelo simula las sobrepresiones por golpe de ariete y las oscilaciones que se producen en los tanques.

Las sobrepresiones por golpe de ariete afectan practicamente solo al - tramo que se encuentra antes de la torre de oscilación, porque en esta, los cambios de presión se amortiguan grandemente. El fenómeno de oscilación in fluye únicamente en el tramo posterior a la torre de oscilación y se efec--

entre la torre de oscilación y el tanque de succión. método utilizado para establecer el modelo es el de las características, cual permite resolver en velocidad y carga para puntos intermedios separados una distancia definida por el intervalo de tiempo considerado y la amplitud de las ondas de presión en la tubería. Se elaboró un programa de computadora ya que es un método sumamente laborioso, para intervalos de tiempo pequeños como los que se necesitan en sistemas de bombeo para tener resultados apegados a la realidad.

al simular falla en todas las bombas se obtienen las presiones máximas y mínimas y las oscilaciones mostradas en la figura siguiente (7.2) la velocidad máxima en reversa en las bombas es de 120.6% .

al simular la falla de solo una de las bombas y las demás operando, la velocidad máxima alcanzada por la bomba en reversa es de 113.5% al simular la falla en todas las bombas se obtuvieron resultados presentados en la figura siguiente (7.3) la velocidad máxima en reversa en las bombas es de 118.4%, que resulta aceptable.

al simular los arranques de las bombas, de acuerdo al programa de la figura 5 , en los resultados se observó que la sobreelevación de nivel no es la crítica, quedando determinado el nivel máximo esperado en la torre de oscilación cuando falla la planta de bombeo siguiente y se para en 30 seg. toda la planta de bombeo siguiente, alcanzando la cota 1 903.72 .

en los tanques de sumergencia, se tiene un nivel máximo cuando falla la PB anterior, y existe nivel máximo.

al efectuar la simulación de falla total en la planta, la velocidad en reversa máxima resulto de 132% lo que se considera excesivo se analizó un dispositivo de alivio, el cual consistirá en una valvula que descargará el tanque de sumergencia. Será una valvula de cono de 1m de diámetro que se comenzará a abrir inmediatamente que falle la planta de bombeo, hasta 45 en 15 seg, posteriormente se cerrará completamente en otros 15 seg. esta maniobra será automática cuando ocurra la

falla total. En este caso los resultados que se obtienen aparecen en la fig. 98.

La velocidad máxima en reversa con el dispositivo se reduce a 126 %. - En el caso de que falle solo una de las bombas la velocidad de reversa máxima es de 115 %.

Al suponer falla total se llega a los resultados presentados en la -- fig. (DG), la velocidad en reversa máxima se reduce 123 %. Con el fin de -- disminuir la velocidad en reversa que presentan las bombas se analizó su comportamiento suponiendo un estrangulamiento en la conexión a la torre de oscilación con el fin de que la carga que provoca la velocidad en reversa sea menor, la reducción tiene un diámetro de 1.95 metros.

Los resultados de la simulación aparecen en la fig. (9.7), para nivel mínimo y nivel máximo, se tiene velocidades de 128.6 % y 126.7 % respectivamente.

El nivel máximo en el tanque de succión se presenta cuando falla totalmente la planta potabilizadora se alcanza la cota 2,236.71.

La estructura tendrá los siguientes niveles:

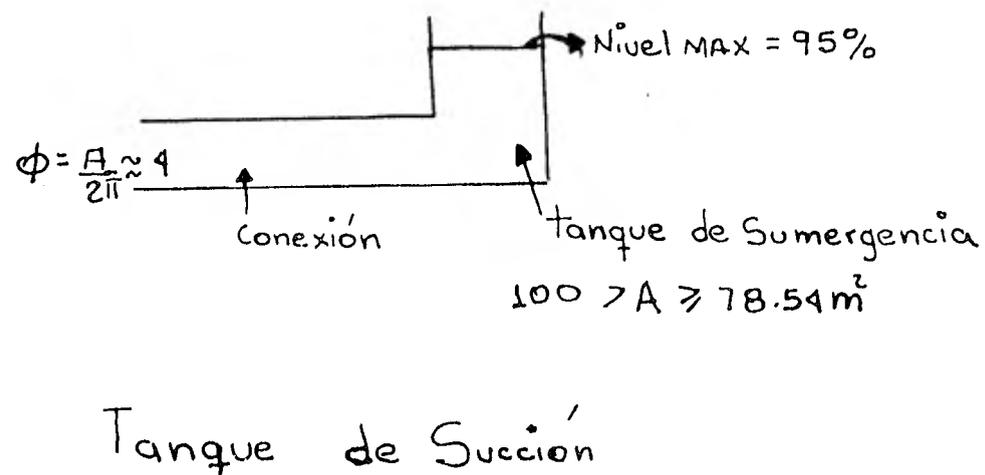


fig 9.8

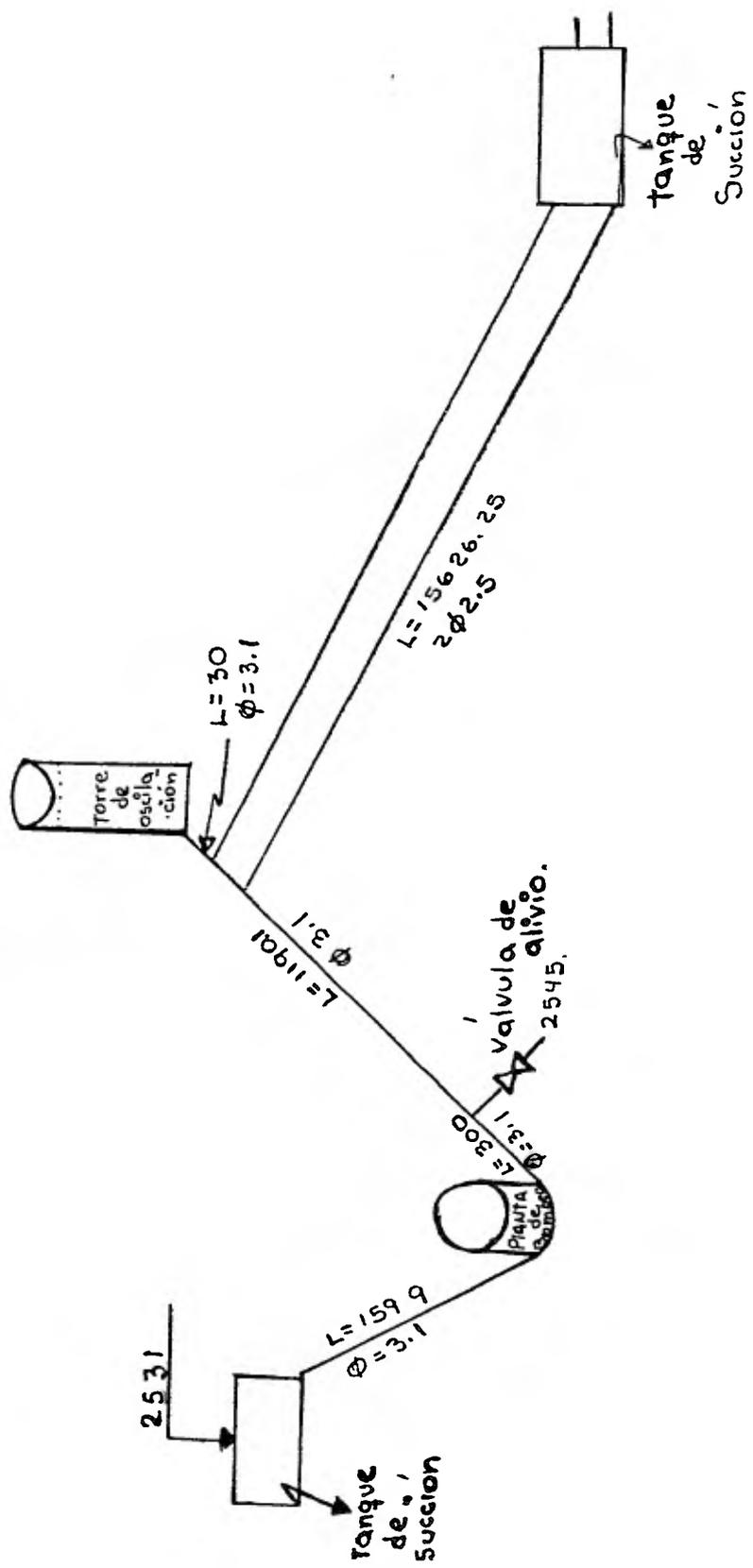


Fig 7-2

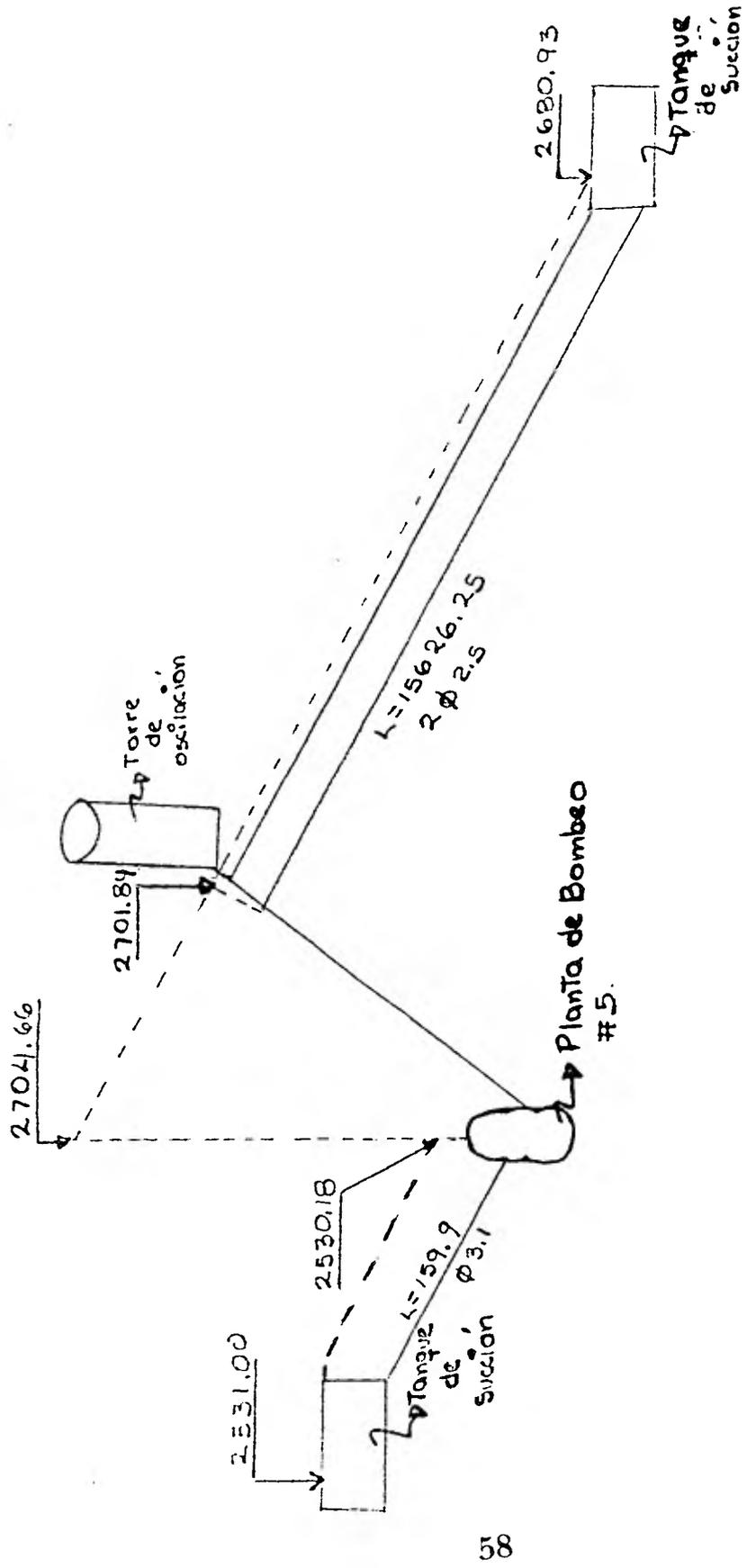
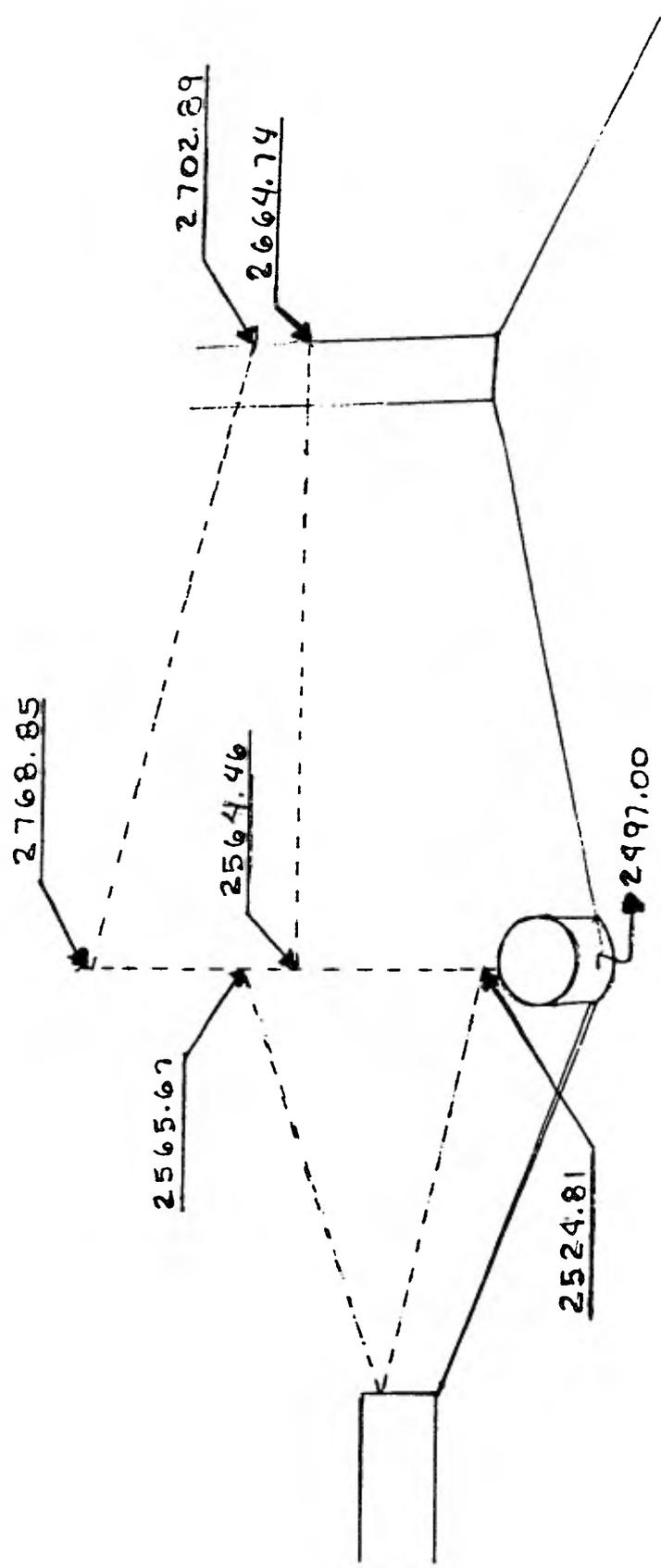
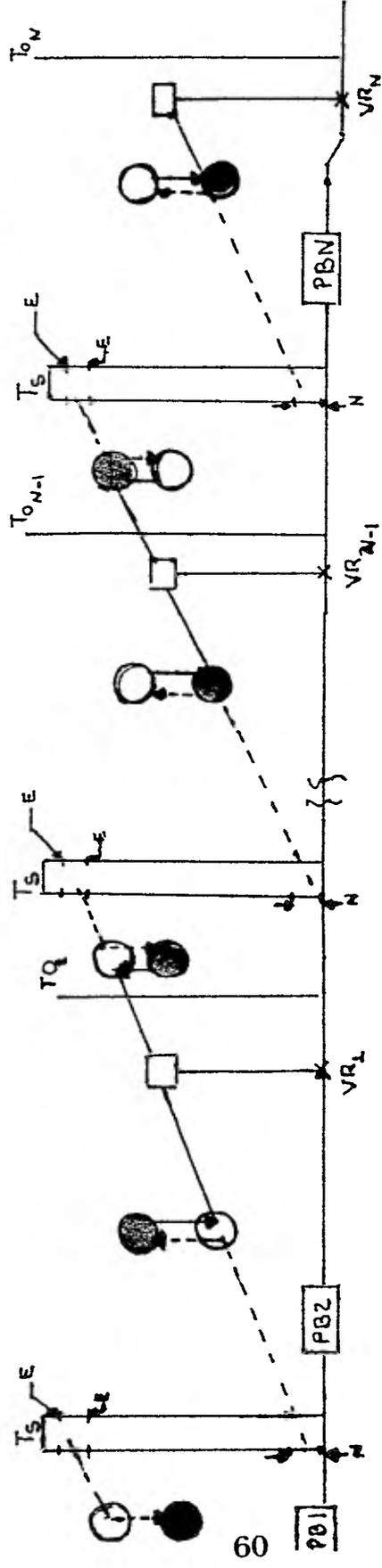


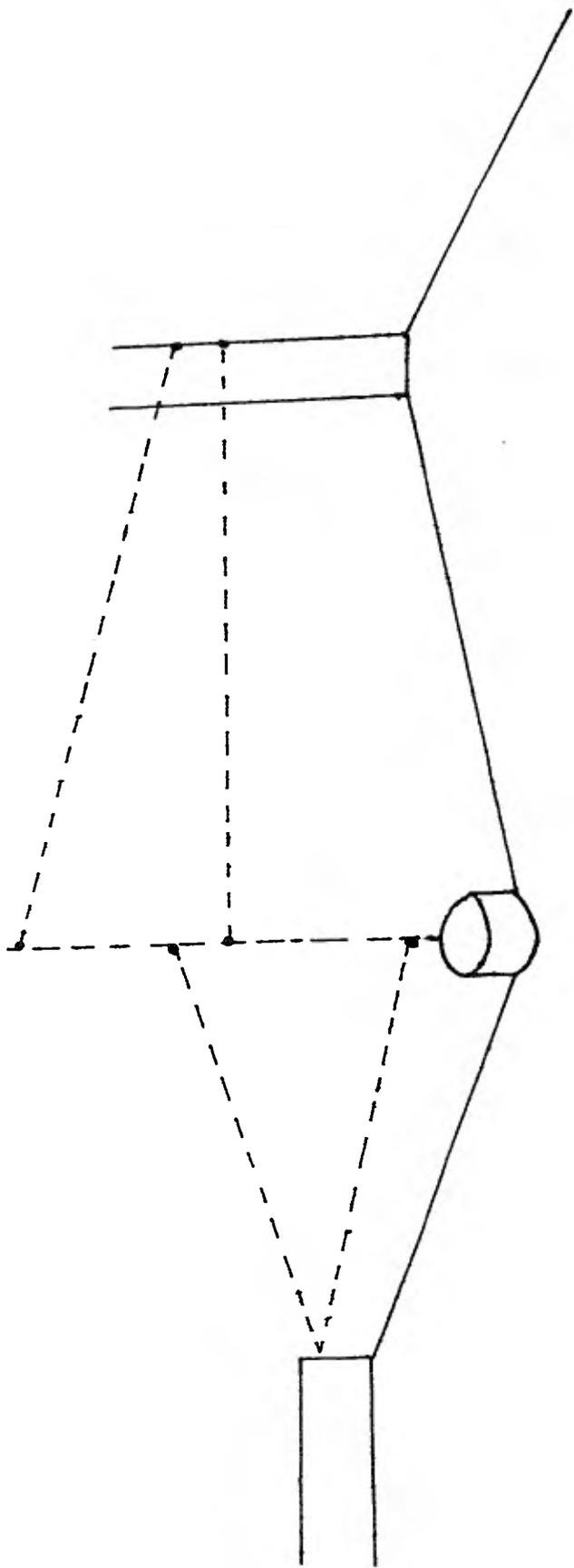
FIG 7.3



Control Automático de Nivel



- N = Zona de control bajo nivel
- E = Zona de control alto nivel
- > Señal de nivel
- > mando de apertura o cierre
- = actuador de válvula
- = estación remota
- = estación central



61

• = puntos que se deben calcular, según el tamaño del acueducto
 Y siempre guardan la misma relación entre ellos (que es la que se muestra.)

EQUIPO MULTIPLEX.

El equipo Multiplex consta de las siguientes Unidades:

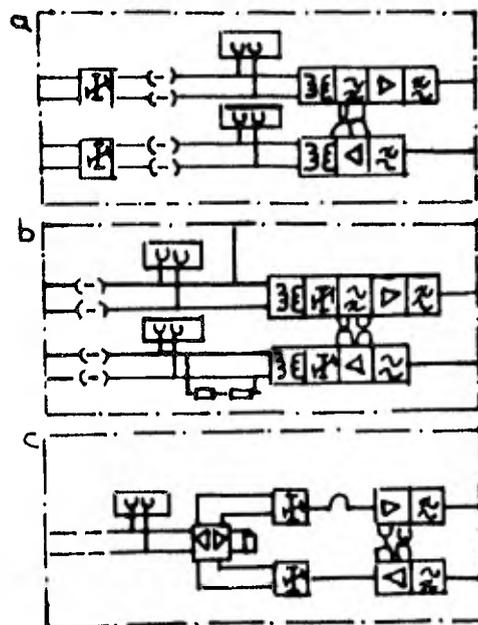
- I. 5 UNIDADES DE CANAL DE TRANSMISION.
- II. 1 MODULADOR.
- III. 1 UNIDAD DE CONTROL DIGITAL DE TRANSMISION.
- IV. 1 UNIDAD DE INTERCONEXION DE LINEA DE TRANSMISION (OPCIONAL).
- V. 1 UNIDAD DE INTERCONEXION DE LINEA DE RECEPCION (OPCIONAL).
- VI. 1 UNIDAD DE CONTROL DIGITAL DE RECEPCION.
- VII. 1 DEMODULADOR.
- VIII. 5 UNIDADES DE CANAL DE RECEPCION.
- IX. 1 UNIDAD DE ALARMA (OPCIONAL).

I) UNIDADES DE CANAL DE TRANSMISION.

Existen 3 versiones diferentes que pueden emplearse en el equipo multi-lex P.C.M., llamadas comúnmente de 4 hilos, de 4 hilos con contactos mojados y de 2 hilos.

La unidad de canal sirve para acoplar las señales entrantes de F.V. al modulador. La señal entrante de F.V. pasa a través de un atenuador variable e canal hacia un transformador, vía de un puente de enlace "U" y un punto de prueba en paralelo.

Posteriormente, la señal se aplica a un filtro paso-alto, se amplifica finalmente se aplica un filtro paso-baja. Cada unidad tiene capacidad para 6 canales de F.V., (ver fig. 1).

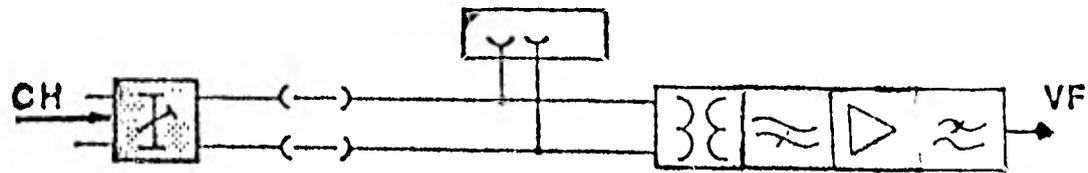


a: 4 hilos

b: 4 hilos con contactos mojados

c: 2 hilos.

1. ATENUADORES DE CANAL.



Los atenuadores de canal se usan para obtener el nivel adecuado, por medio de "el corte" (conexión) de los puentes: Localizados en su parte superior.

La atenuación puede variar entre 0.5 y 15.5 dB en pasos de 0.5-dB.

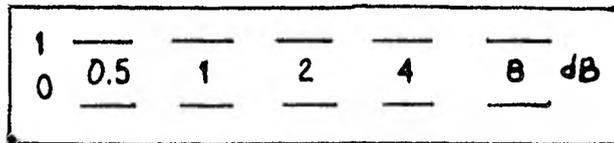


Fig. 3

Vista de la parte superior del atenuador

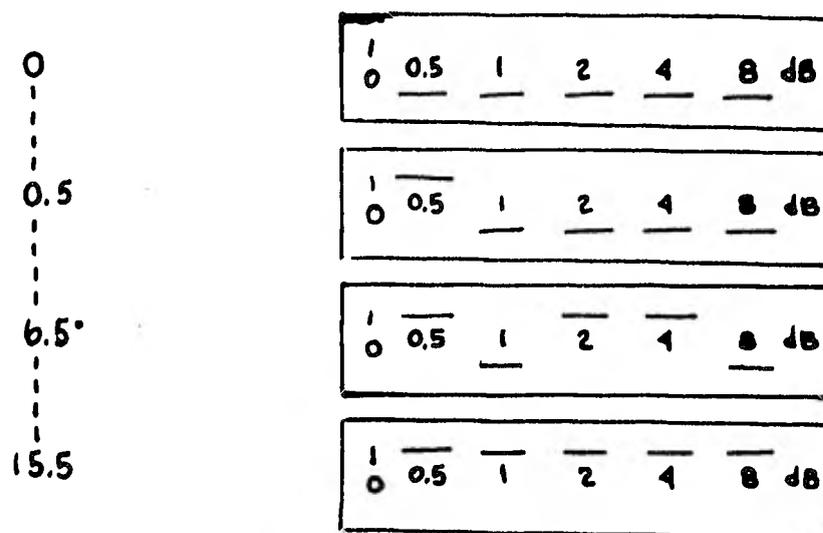
Como se muestra en la figura 3, hay 2 puentes por cada valor de atenuación: Una línea superior (1) y una línea inferior (0). Cuando se requiere cierta atenuación, el puente correspondiente de (1) se conecta y el de (0) se elimina.

Cuando una atenuación no se desea, el puente correspondiente a (1) se elimina y el de (0) se conecta.

Ejemplo de Punteo:

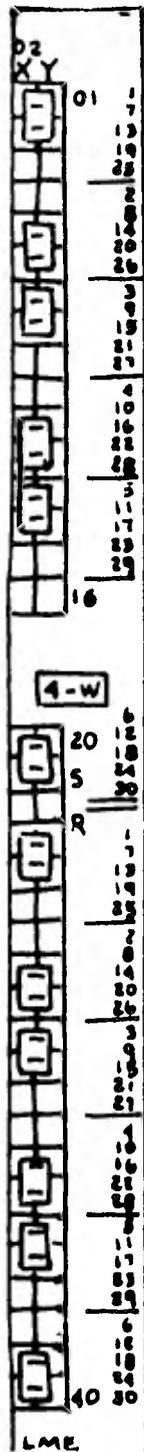
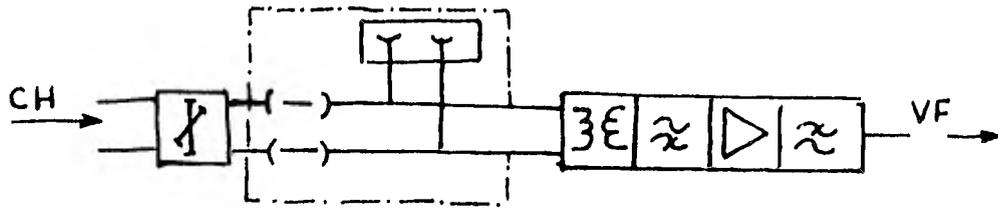
Valor de Atenuación en dB.

P U E N T E O



Ex: $1.05 + 0.1 + 1.2 + 1.4 + 0.8 = 6.5$ dB.

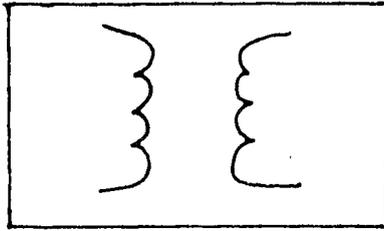
2. PUNTOS DE ACCESO Y DE PRUEBA.



Los puntos de acceso están entre el atenuador de canal y el transformador. Están contruídos como puentes "U" para permitir el acceso al sistema PCM ó al cableado de estación. Se localizan en el frente de la unidad.

Cada canal tiene un punto de prueba de dos polos, entre el punto de acceso y el transformador para medición del nivel. El nivel en éste punto es de -14 dBr (transmisión).

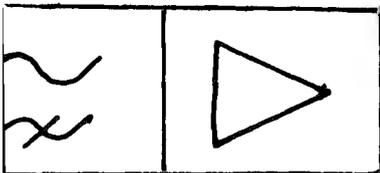
Fig: 5
Frente de una tarjeta de canal, donde se aprecian los puntos de acceso y de prueba.



3. TRANSFORMADOR

La función del transformador es convertir la señal de 600Ω balanceada a una no balanceada.

4. FILTRO PASO - ALTO CON AMPLIFICADOR.



Es un filtro activo RC que elimina la frec. de 50 Hz y su primera armónica (100Hz). El amplificador operacional del filtro, se usa al mismo tiempo como limitador, con lo que el nivel de salida de la unidad se limita a ± 3.4 V.

5. FILTRO PASO - BAJO



Es un filtro LC que limita la banda de frecuencias de la señal entrante al valor normalizado de 3400 Hz. El filtro elimina los componentes de C.D. a la salida.

II. M O D U L A D O R

La función del modulador es convertir las señales analógicas entrantes a un tren de pulsos.

La modulación se realiza en 2 etapas que son primero un muestreo y posteriormente la codificación, ambas funciones se realizan en la misma unidad.

El modulador recibe 30 canales de voz y un canal de supervisión, los cuales son muestreados multicanalizados en tiempo y codificados en palabras de 8 bits (ver fig. 7).

Por lo tanto el modulador contiene básicamente 2 circuitos para las funciones de:

- 1 MUESTREO.
- 2 CODIFICACION.

1. FUNCION DE MUESTREO.

La función de muestreo multicanaliza 30 canales de voz FV1-FV30, un canal de supervisión COE y un servo canal OV. La frecuencia de muestreo es 8000 Hz y el muestreo se lleva a cabo en 2 etapas; una lenta y una rápida.

La etapa lenta consiste de 4 multiplexores analógicos c/1 con 8 entradas analógicas de voz, 3 entradas digitales de control para direccionamiento y una salida.

La etapa rápida consiste de 4 compuertas fet discretas donde a cada canal de voz se le asigna 1 período de tiempo de 2.93 ms.

MODULADOR

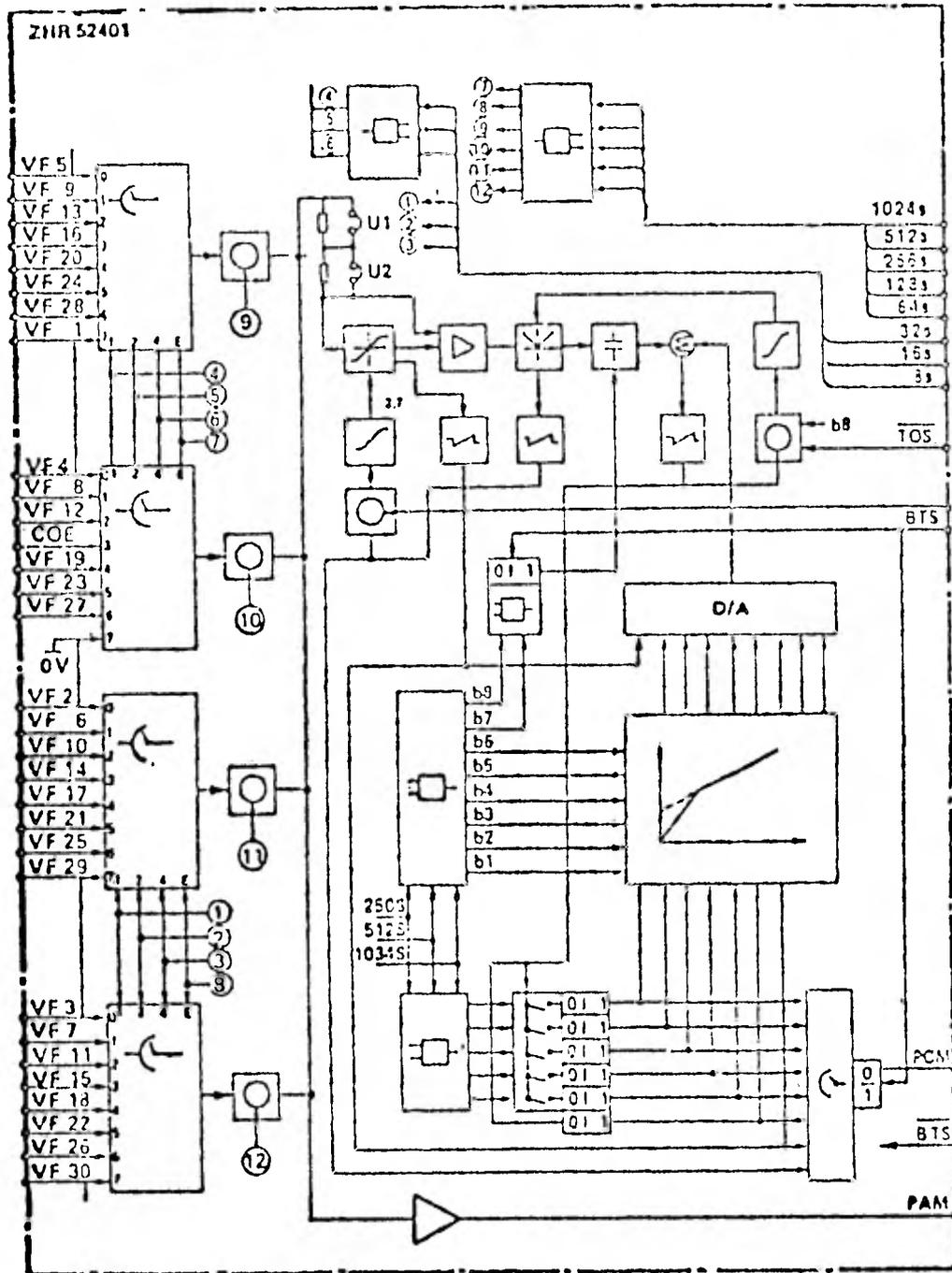


Fig 7 Modulador - Diagrama a Bloques.

Para evitar las posibilidades de diafonías causada por sobreposición de direccionamiento, las salidas se desconectan durante el cambio de direccionamiento por medio de una señal E.

La señal modulada en amplitud (PAM) obtenida de los circuitos de muestreo, se conecta a un punto de prueba a través de un amplificador con ganancia unitaria (ver fig. 8, a y b)

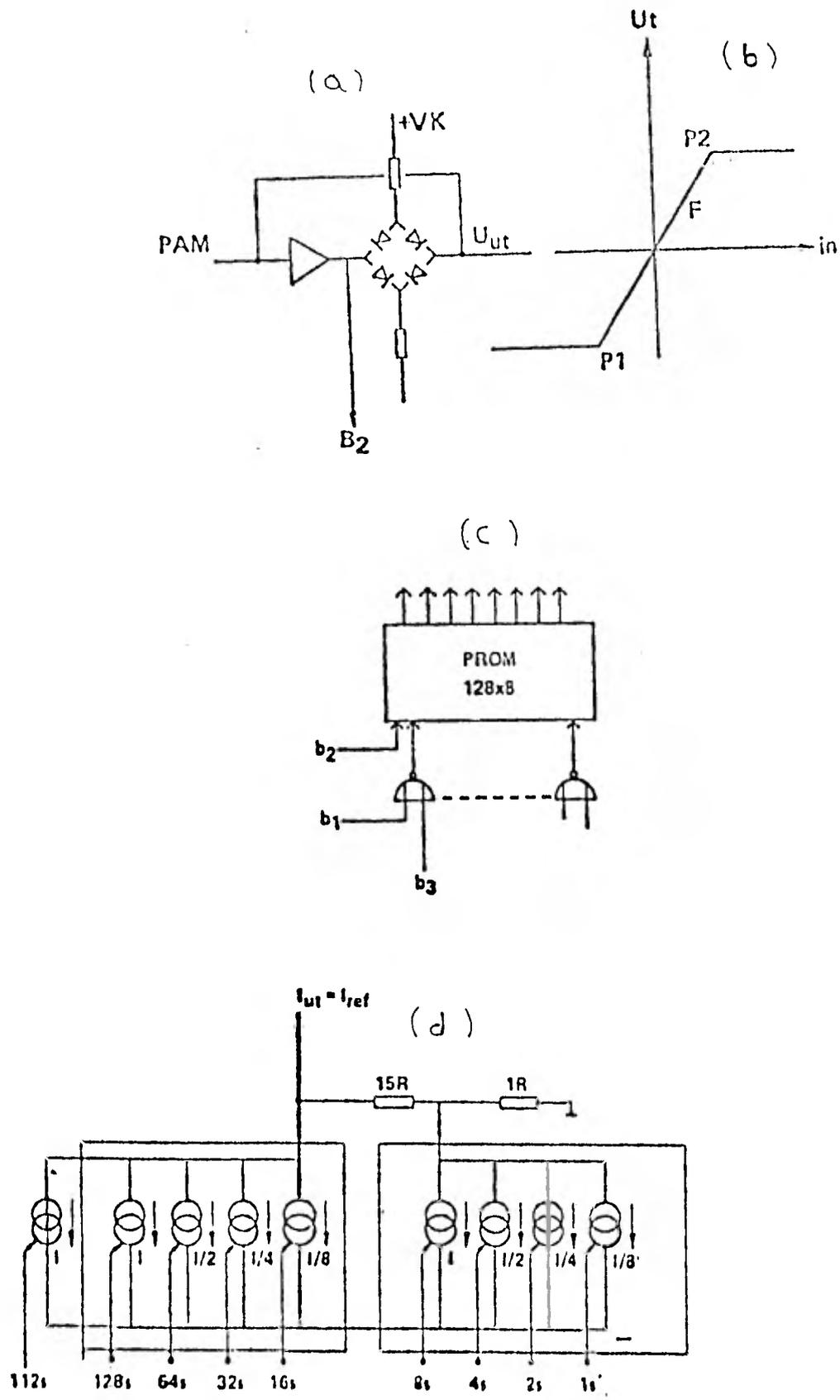
2. CODIFICACION .

El codificador consiste de 1 preamplificador y un convertidor A/D (no lineal). Siendo un codificador híbrido, ya que emplea 2 métodos de codificación (el método iterativo o de aproximación y el método de codificación en paralelo A/D).

El convertidor iterativo A/D se caracteriza por su velocidad moderada y alta exactitud, mientras que el convertidor paralelo A/D se caracteriza por su alta velocidad.

El codificador aprovecha las ventajas de ambos métodos (ver fig. 9).

fig. 8



CONVERTIDOR ITERATIVO A/D

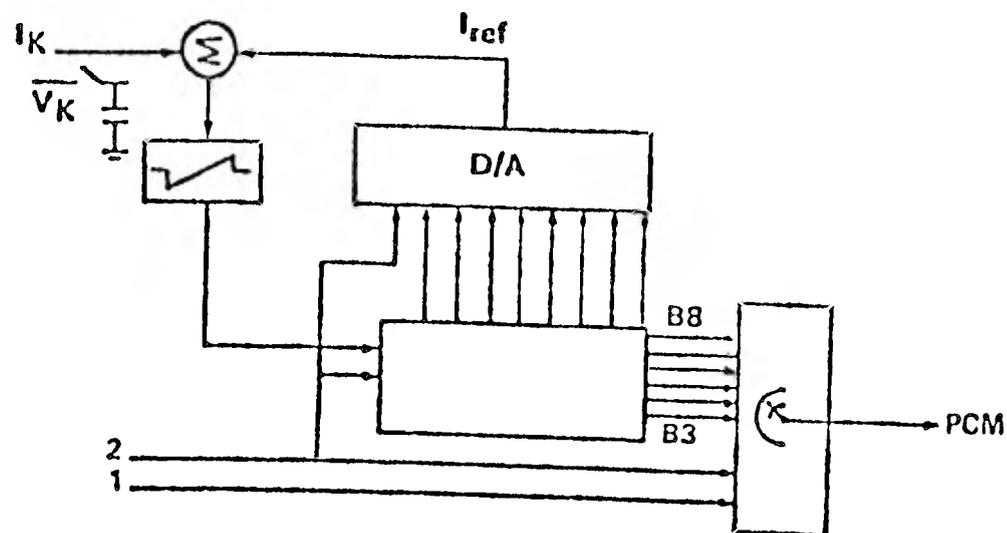


fig. 9

El voltaje a codificar es medido en el circuito de retención, que entregará una corriente proporcional, I_k . Esta corriente se compara con la I_{ref} generada en el convertidor D/A.

El convertidor D/A es controlado por un discriminador, el cual decide si $I_k - I_{ref} < 0$. Por un proceso iterativo, esta secuencia continúa hasta que se logra $I_{ref} \doteq I_k$ y se presentan seriamente los bits digitales de cada aproximación por el discriminador.

Los circuitos de control permiten la compresión digital y la conversión serie/paralelo para el control del convertidor D/A. El inicio del proceso iterativo depende del valor del bit B_2 , esto es; la codificación se inicia arriba o abajo de los puntos P_1, P_2 .

Finalmente, los bits $B_1, B_2 \dots B_8$ se conjuntan en un circuito multiplex que entrega la palabra PCM completa.

La figura número 9 muestra el proceso iterativo, cuando $B2 = 0$, el valor está abajo de P1, P2 y viceversa.

III UNIDAD DE CONTROL DIGITAL - TRANSMISION.

El propósito de esta unidad es generar todas las señales de control necesarias y la palabra de alineación de trama, además de la conversión de velocidad de 64 kb/s - 2, 048Mb/s.

La unidad de control-transmisión contiene las siguientes funciones:

1. DERIVACION DE SINCRONIA.

1.1 Limitador,

1.2 Discriminador de fase. CIRCUITO RELOJ.

1.3 Oscilador.

1.4 Divisor.

2. GENERACION DE SEÑALES DE CONTROL

3. SEÑALIZACION.

3.1 Circuitos de salida para la interconexión de 64 kb/s.

3.2 Circuitos de recepción.

3.3 Conversión de velocidad de 64 kb/s.

4 PROCESADOR DE DATOS.

4.1 Codificación ADI.

4.2 Amarre de trama.

4.3 Proceso de Datos. (ver fig. 12)

UNIDAD DE CONTROL DIGITAL - TRANSMISION.

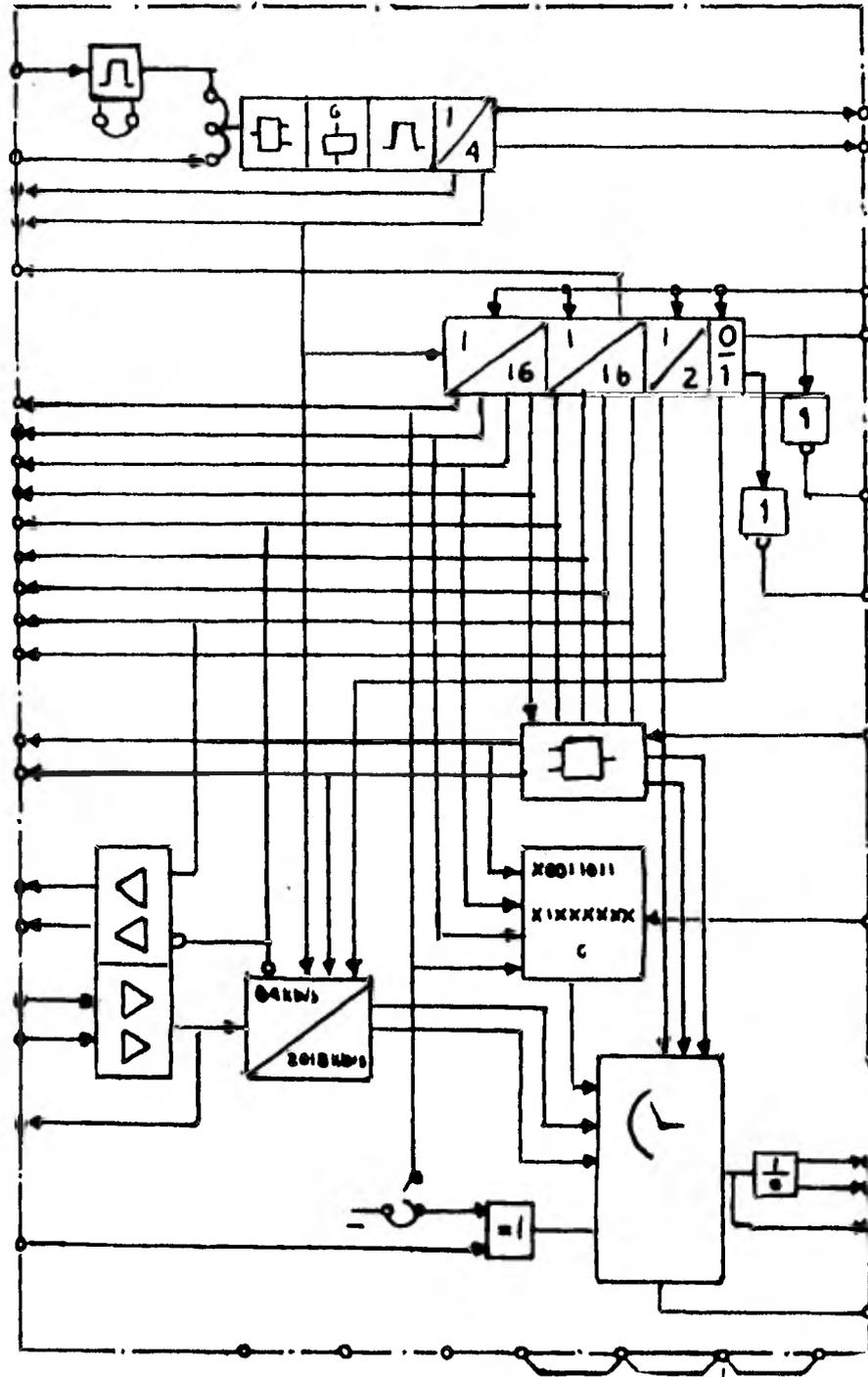
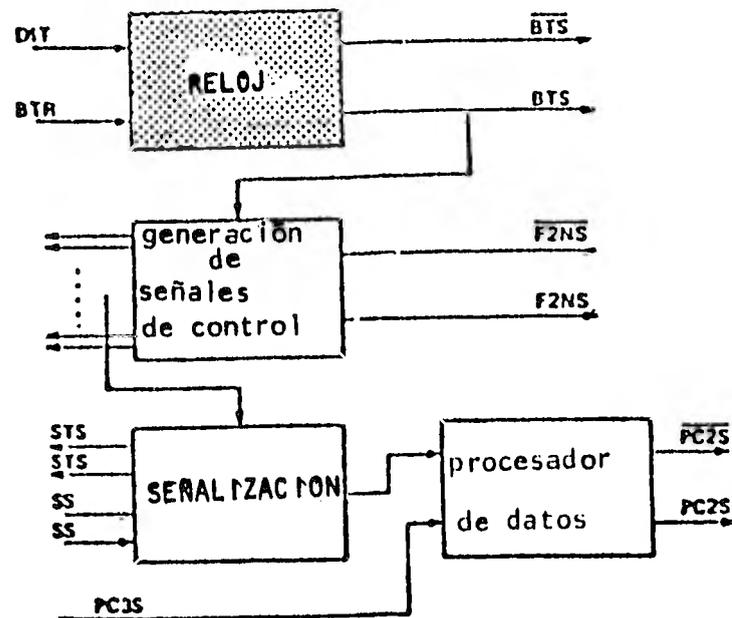
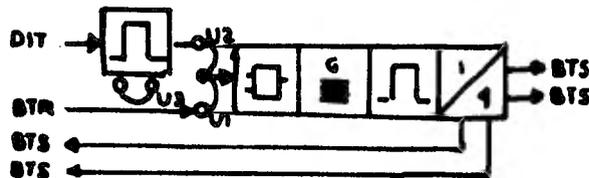


Fig. 12 Unidad de control digital - Transmisión Diagrama a Bloques.

1. EL CIRCUITO DE RELOJ.



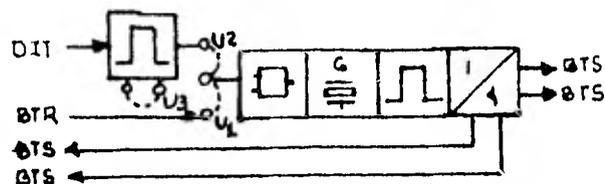
1.1 LIMITADOR



La función de limitación se usa en conexión con un reloj externo de referencia (DIT) - (reloj del multiplex - 2,048 MHz), y forma la señal en trante.

Por medio de un puente (U3), la impedancia puede cambiarse de 75 ohms a 120 ohms.

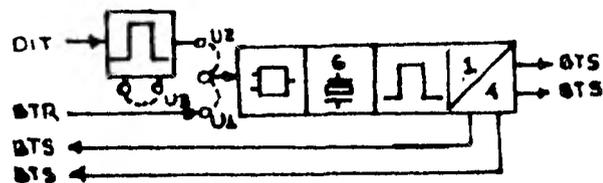
1.2 DESCRIMINADOR DE FASE.



El propósito de éste circuito es generar una señal de onda cuadrada don de el ancho del pulso depende de la relación de fase entre el oscilador y la señal externa de referencia. En su modo astable (sin referencia - externa) ésta referencia es 50/50.

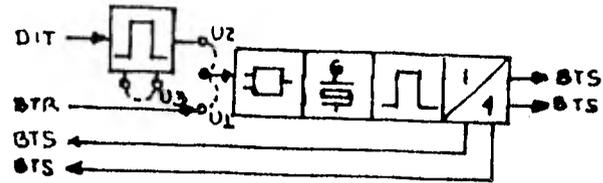
El circuito consiste de dos divisores, una red de diferenciación y un flip-flop.

1.3 OSCILADOR.



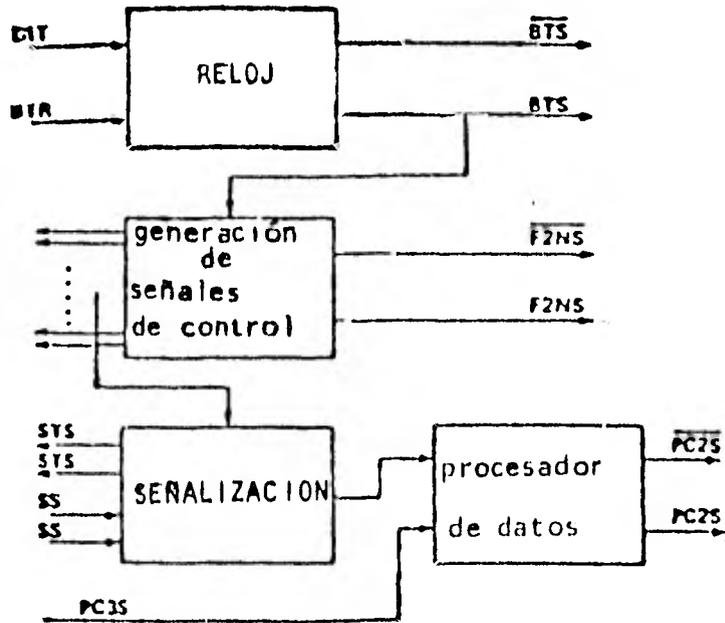
El oscilador de cristal convierte la señal entrante modulada en fase a una onda cuadrada con frecuencia de 8.192 MHz.

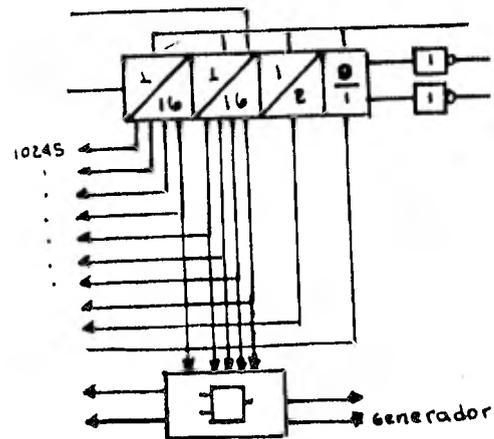
1.4 DIVISOR.



Este circuito divide la señal entrante de 8.192 MHz por 4 para obtener la señal de 2.048 MHz. La señal de salida BTS se emplea parcialmente como señal para el reloj del multiplex y como señal de retroalimentación para el discriminador de fase.

2. SEÑALES DE CONTROL.





Las señales requeridas de 1024s a 8s y F2NS son generadas en el generador de señales de control, además de las del convertidor de 64 Kb/s, la salida principal del reloj, T0S y T165.

El circuito consiste de 2 divisores por 16, 2 flip - flops y 2 decodificadores.

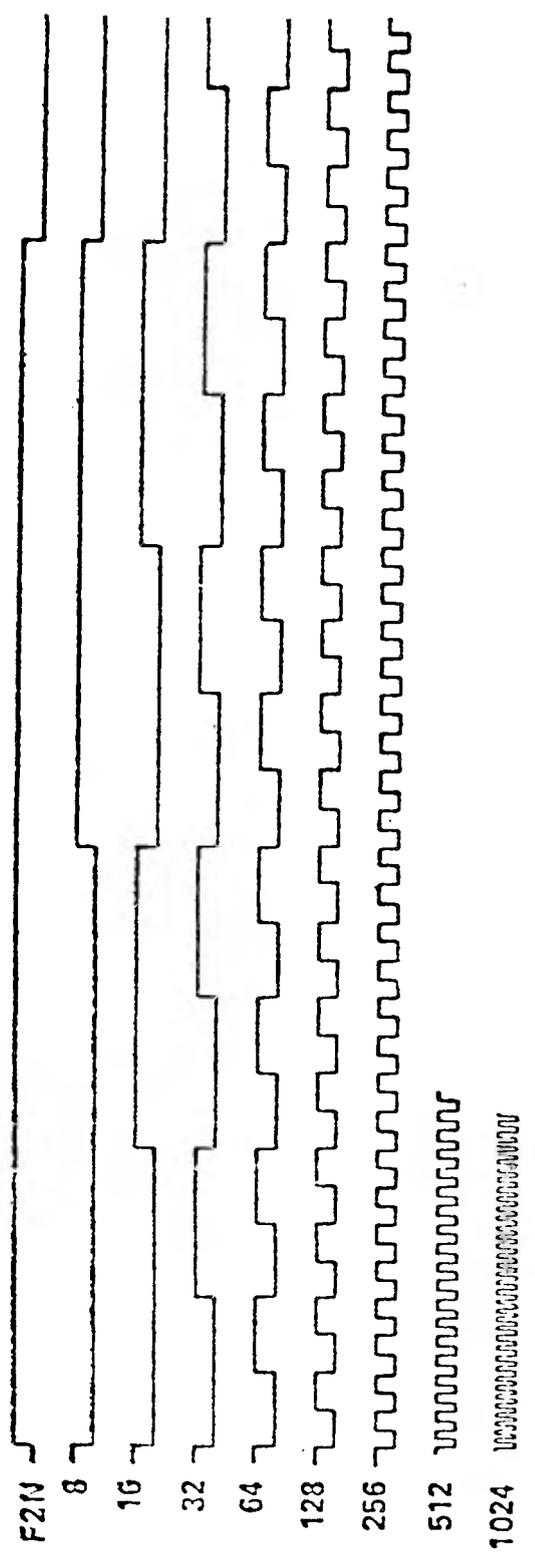
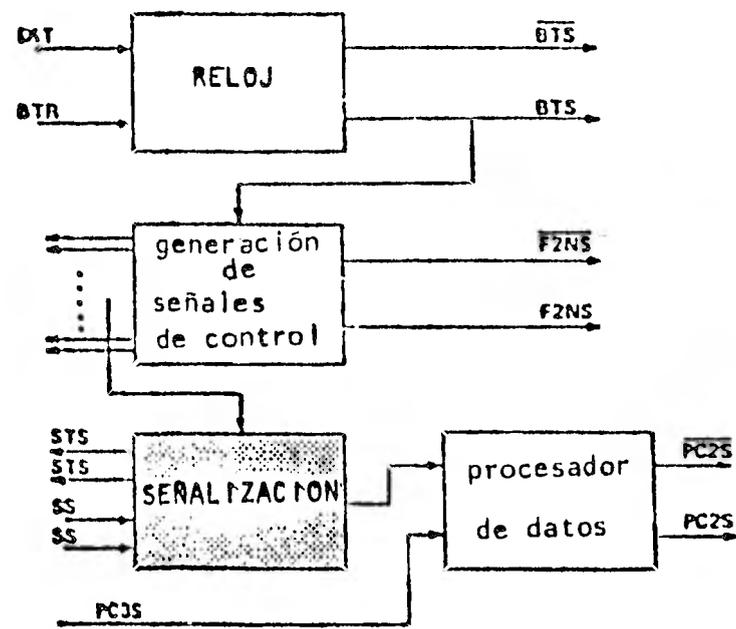
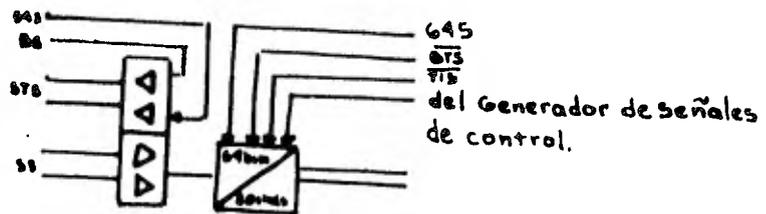


Fig. 10 Señales de Salida del Generador de Señales de Control.

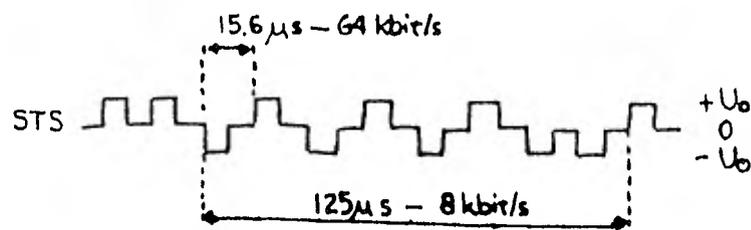
3. SEÑALIZACION.



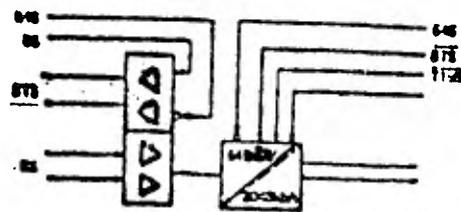
3.1 CIRCUITOS DE SALIDA DE 64 Kb/s; INTERCONEXION "T".



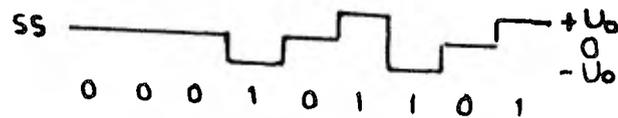
En el circuito de salida se generan las señales necesarias para señalización de sincronía (STS) para el equipo de señalización. La señal STS consiste de información de las frecuencias 8 kbit y 63 kbit.



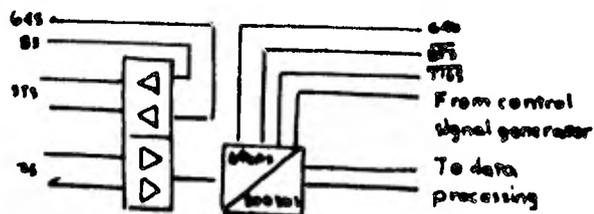
3.2 CIRCUITOS DE RECEPCION DE 64 kb/s, INTERCONEXION T.



En éste circuito de recepción la señal de datos (SS) entrante con código AMI desde la unidad de señalización, es convertida a un código binario con nivel TTL.



3.3 Convertidor de velocidad



Este circuito convierte la señal de 64 kb/s del circuito de recepción en un tren de bits de 2,048 Mb/s, el cual es insertado en el intervalo de tiempo 16 del tren PCM. El convertidor consta de un registro de corrimiento de 8 bits.

La información es alimentada a la primera sección del registro con una velocidad de 64 Kb/s, transferida en paralelo a la segunda y descargada a una velocidad de 2,048 Mb/s cada intervalo de tiempo 16. Después de cada trama las partes cambian función. El convertidor de velocidad resulta con un retraso de 125 μ s (una trama).

4: PROCESADOR DE DATOS

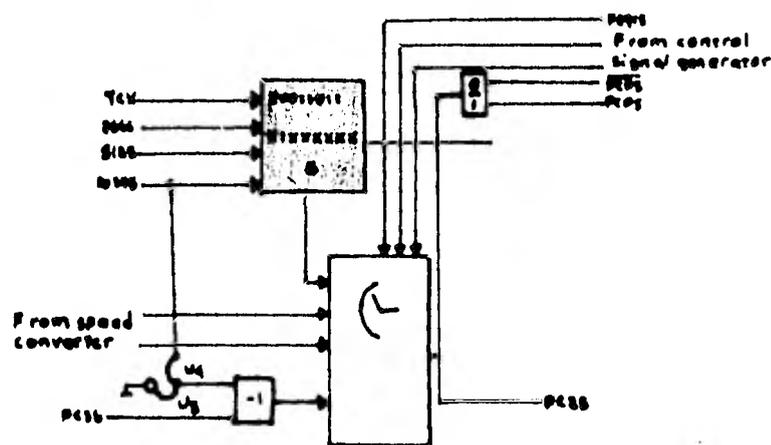
4.1: La codificación ADI

La codificación ADI se usa para evitar un número grande de ceros consecutivos en el tren de pulsos.

El ADI es necesario cuando se usa el AMI (del inglés Alternative Mark - Inversión) como código de línea.

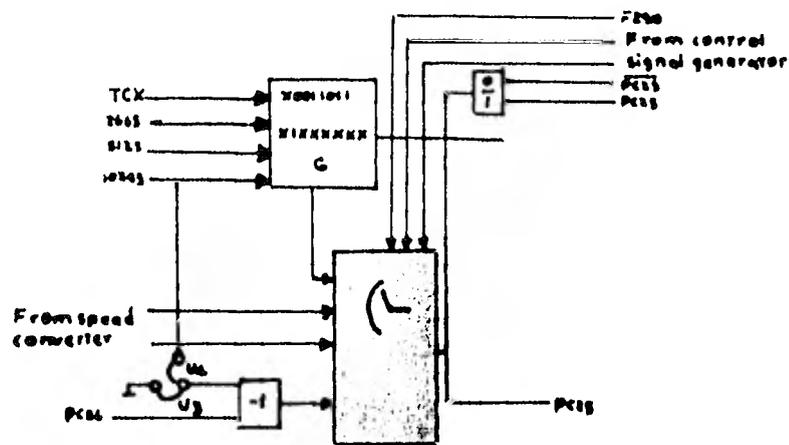
Por medio de los puentes U4 y U5 se conecta el código ADI.

4.2 ALINEACION DE TRAMA.



Para decidir el principio de la trama, se coloca una palabra de alineación de trama "X00110011" en el intervalo de tiempo "0" en cada trama par. En las trama impares, 7 bits del intervalo de tiempo 0, se usan para transmisión de alarmas o datos, estando fijo el octavo: "X1XXXXXX" - ("X" representa un bit libre). El bit libre No. 3, se usa para alarma FFL (del inglés, Loss of Frame alignment), el No. 4 para alarma BFL - (del inglés, Bipolar Failure), y el No. 5 para alarma DCFL (del inglés Codec Alarm).

4.3 PROCESO DE DATOS.

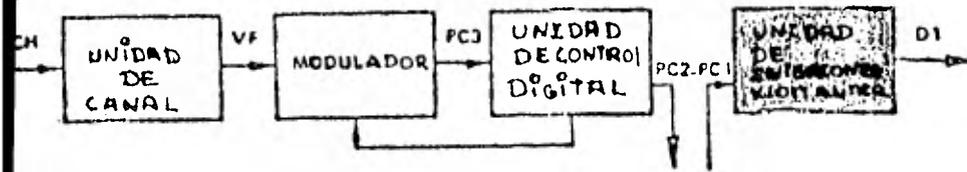


El objeto del procesador de datos es:

- Recabar las señales PC3S (con ó sin ADI), la palabra de alineación de trama, la información de señalización y los bits libres originadas en el conversor de velocidad.
- Preparar las señales PC2S y BTS (sincronía de bits, transición) para el interface Ta. Las señales son normalizadas, quitándoseles el ruido de alta frecuencia y sobrepulsos antes de su conversión a señales simétricas.

TV) UNIDAD DE INTERCONEXION A LINEA.

La unidad de interconexión a línea realiza la conversión del tren de pulsos binario a la señal de línea bipolar. Por medio de "puentes" sobre el circuito impreso, es posible elegir el tipo de código de línea, ya sea HDB3 ó AMI. La impedancia en la interconexión digital es de 75 ohms.

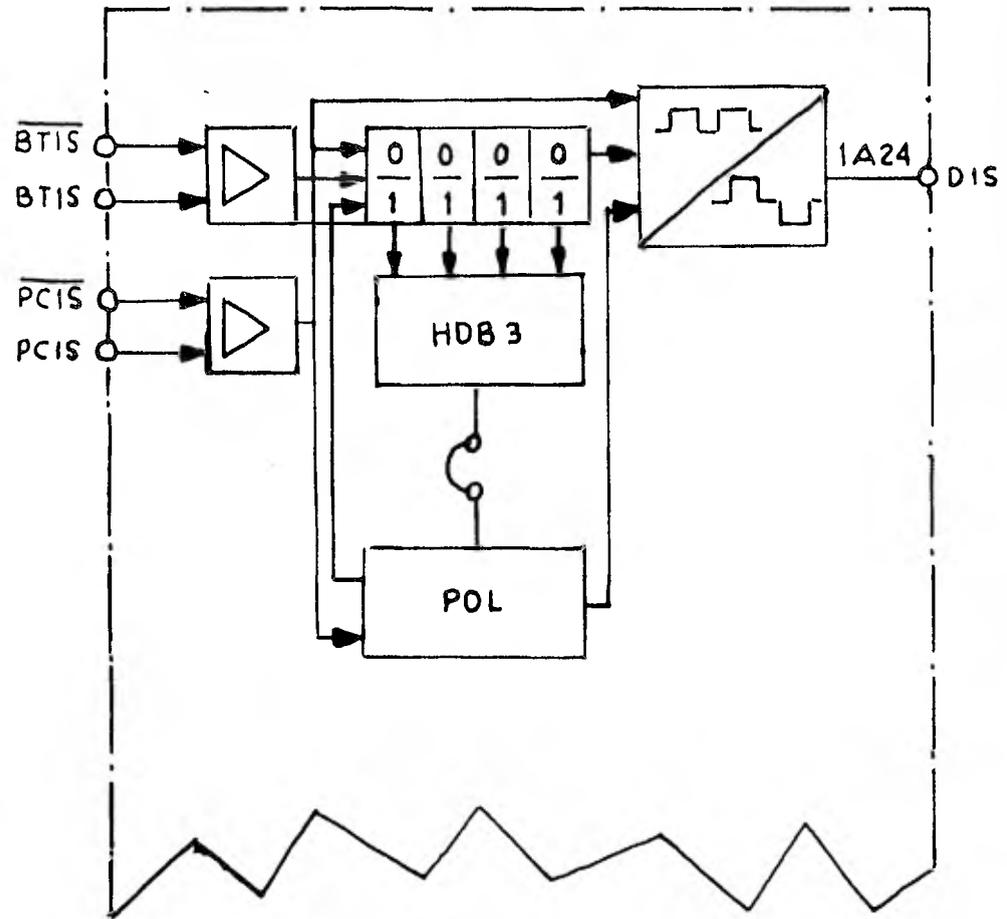


La unidad de interconexión de línea convierte la señal codificada binaria PCYS recibida del multiplex en una señal codificada bipolar (AMI ó HDB3), adecuada para el equipo de línea.

El lado de transmisión consiste de:

1. Receptor de datos.
2. Lógica.
3. Circuitos de salida a línea.

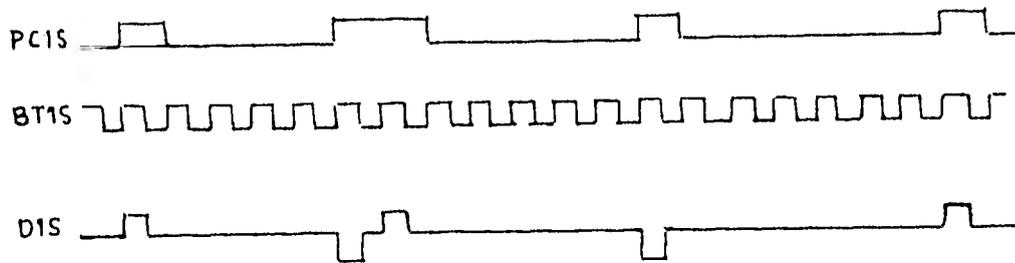
UNIDAD DE INTERCONEXION DE LINEA, TRANSMISION.



R E C E P T O R

Diagrama a Bloques de la Unidad de Interconexión a línea, transmisión.

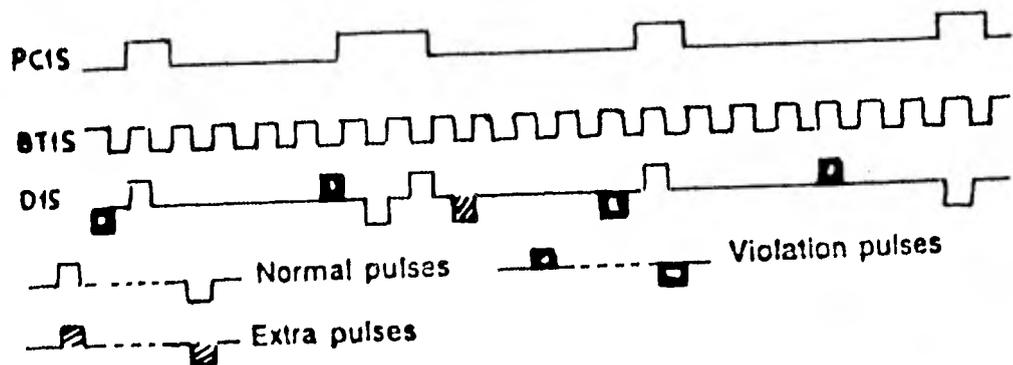
CODIGO AMI.



Con el código AMI (del Inglés Alternative Mark Inversion; inversión alternada de Marcas), los 1's alternados de la señal binaria se hacen negativos, mientras que los restantes se dejan positivos.

En la señal PCM tanto los pulsos positivos como negativos, tienen un ciclo de trabajo del 50 %, es decir, con un ancho de pulso de 0.244ms.

CODIGO HDB - 3



El código HDB-3 (del inglés High Density Bipolar Code, Código Bipolar - de Alta densidad con un máximo de 3 ceros consecutivos), se aplica para reducir el número de ceros en la línea a un máximo de 3.

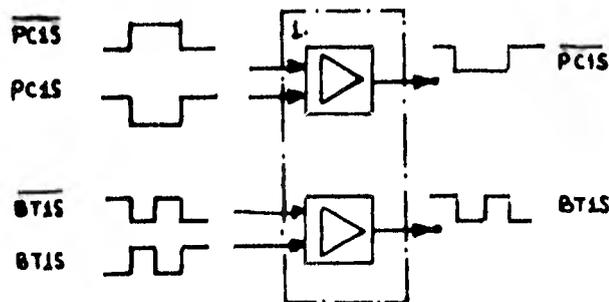
Pulsos normales, pulsos desde PC1S.

Pulsos de violación (pulsos V). Se insertan cuando hay más de 3 ceros en la señal. Este pulso va en la posición del cuarto cero y su polaridad es opuesta a la del pulso de violación previo.

Pulsos extra (pulsos M). Se insertan, cuando tanto el último pulso de PC1S como el último pulso de violación tienen la misma polaridad, en la posición del primer cero, con polaridad opuesta a la del pulso en PC1S.

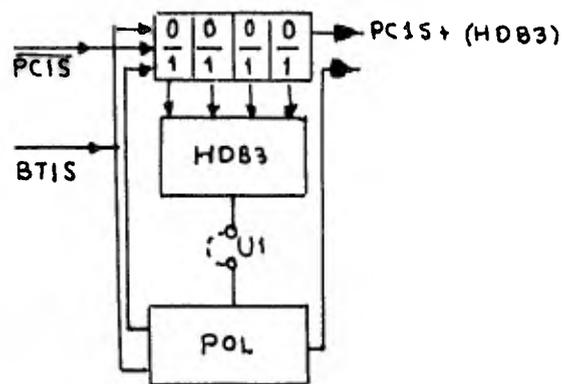
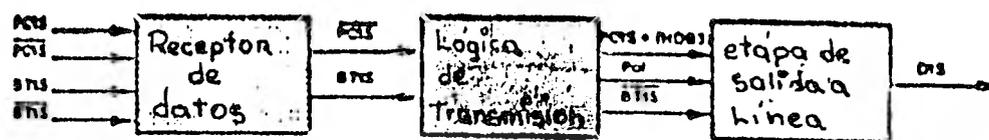
Por lo que, cuando se detectan cuatro ceros, éstos se substituyen por un patrón "M00V", donde "V" es un pulso de violación y "M" es ya sea un "0" ó un "1" (pulso extra), dependiendo del pulso precedente en PC1S y el de violación.

1. RECEPTOR DE DATOS.



Las señales entrantes - temporización (BTIS) y PCM (PCIS) dada su forma simétrica tienen una alta inmunidad contra perturbaciones longitudinales. El receptor de datos es un discriminador que reconoce las diferencias entre PCIS y \overline{PCIS} y entre BTIS y \overline{BTIS} .

2. LOGICA DE TRANSMISION.



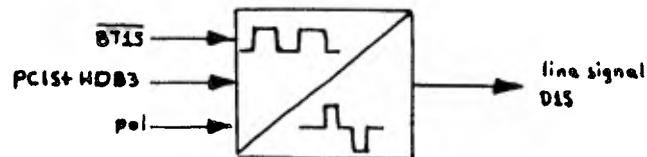
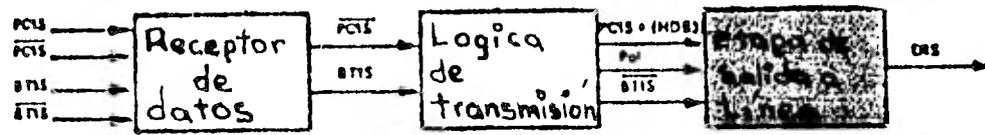
En la lógica de transmisión se detectan la cantidad de "unos" y sus posiciones, con el fin de aplicar el código de línea escogido. Por medio del "puente" U1 se elige el código de línea, U1 abierto: AMI, U1 cerrado: HDB3.

PCIS se alimenta a un registro de corrimiento de 4 bits.

En el caso de HDB3, la polaridad de los pulsos normales y de los de violación se deciden en el circuito POL, el cual entre otros circuitos, -- consiste de un registro de corrimiento que opera como una memoria.

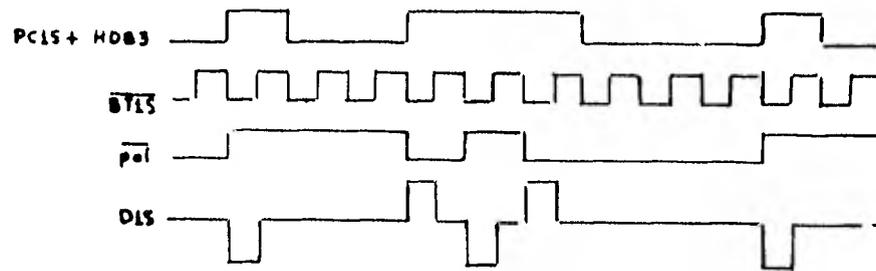
Cuando cuatro "unos" son detectados en la señal $\overline{PC1S}$ (correspondientes a cuatro "ceros" en la señal PC1S), el registro es puesto en paralelo y la palabra MOOV insertada. El circuito POL decide si "M" debe ser "cero".

3. ETAPA DE SALIDA A LINEA.

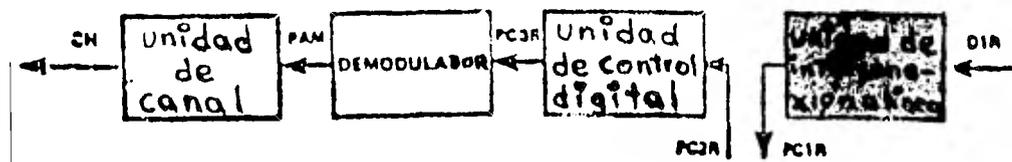


En ésta etapa se forma la señal de línea en base a la información lógica y de sincronía (BT1S). BT1S, PC1S + (HDB3) y pol. (condición de polaridad) son agrupados para controlar la dirección de la corriente en un resistor.

BT1S determina el ancho del pulso de la señal de línea.



V UNIDAD DE INTERCONEXION DE LINEA - RECEPCION.



La unidad de interconexión de línea se utiliza para convertir el código bipolar AMI ó HDB3 de línea, a un código binario y para realizar la extracción de sincronía de bits BT1R.

La sección de recepción consiste de:

1. Rectificación de pulsos.
2. Extracción de sincronía.
3. Lógica.
4. Transmisor de datos.

UNIDAD DE INTERCONEXION DE LINEA RECEPCION.

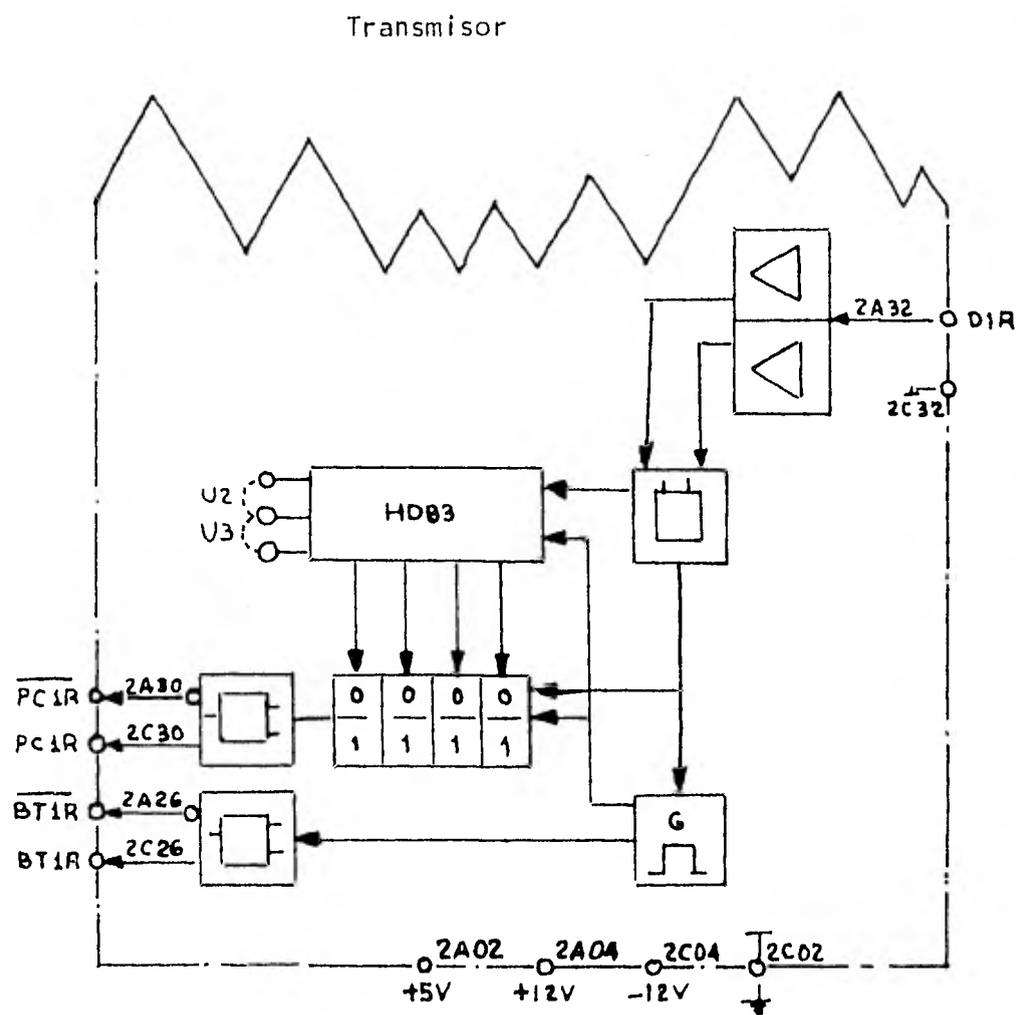
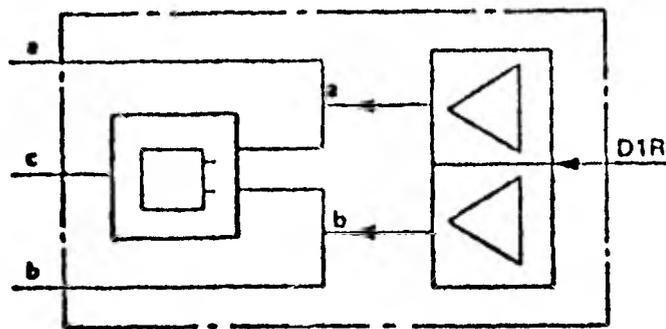
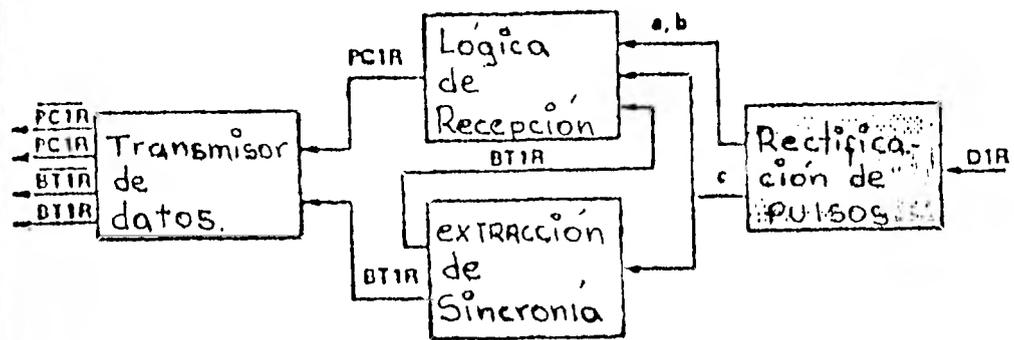


Fig. 1 Unidad de Interconexión - Recepción
Diagrama a Bloques.

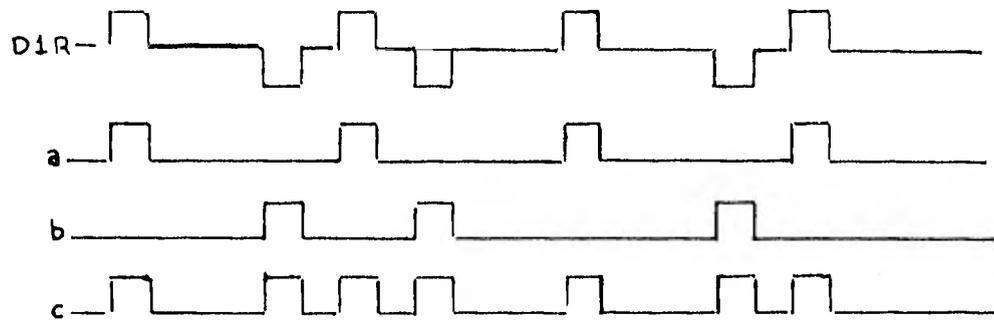
1. RECTIFICACION DE PULSOS.



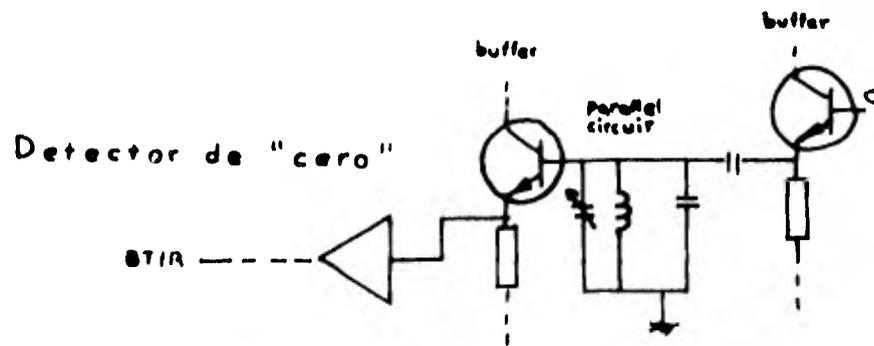
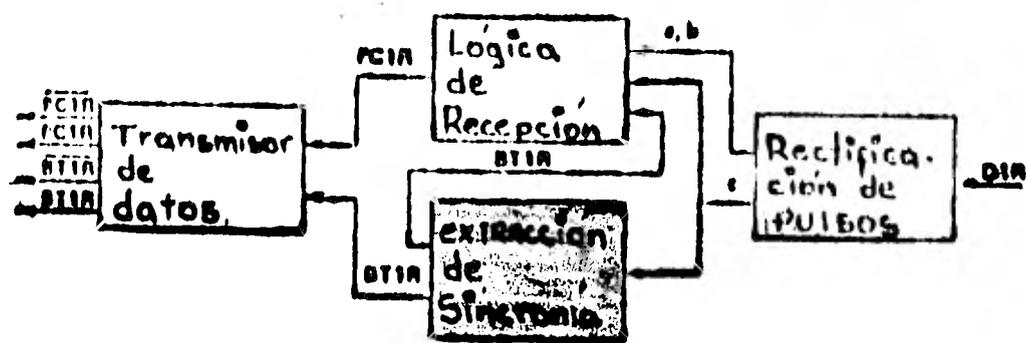
La señal entrante DIR, es dividida en tres señales rectificadas diferentes:

- a - Los "unos" positivos de DIR.
- b - Los "unos" negativos de DIR.
- c - Todos los "unos" de DIR.

a, b, y c se alimentan a la lógica de recepción; c también se usa para el circuito de extracción de sincronía.

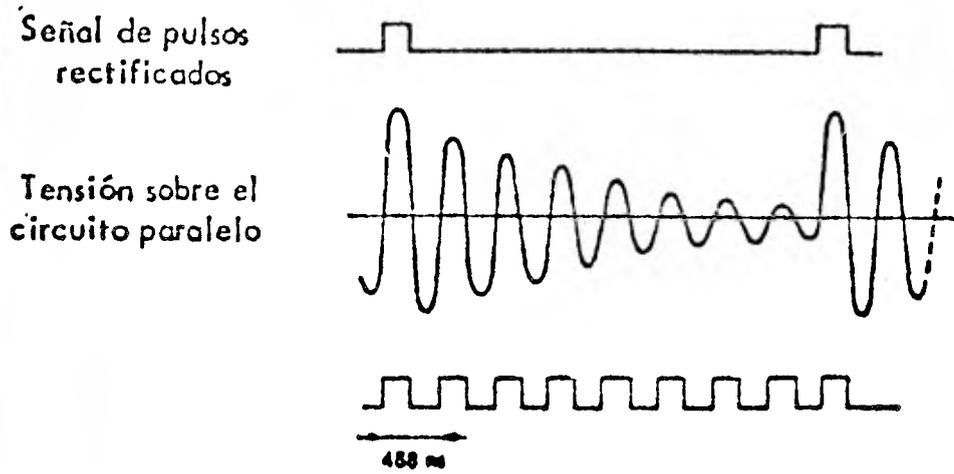


2. EXTRACCION DE SINCRONIA.

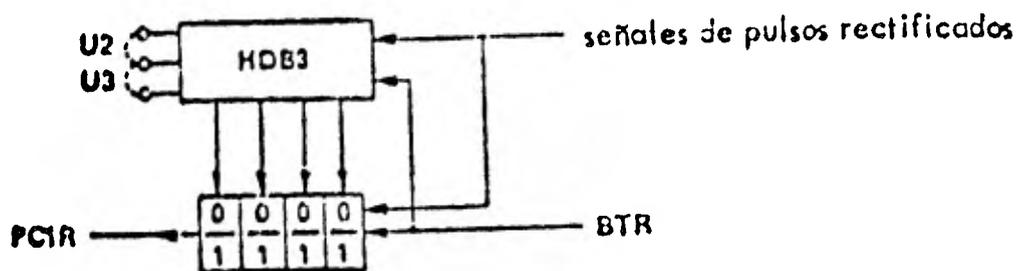
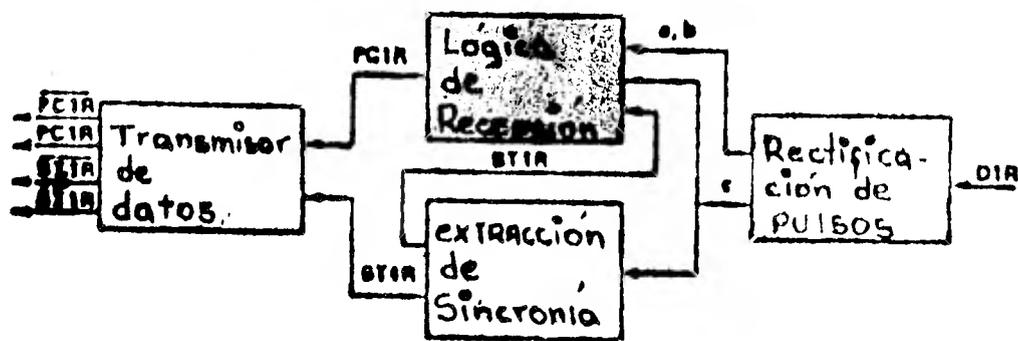


Este circuito consiste de un circuito tanque y de un detector de "cero". El Q del tanque es mayor de 100 y está sintonizado a 2.048 Mb/s. La señal c proporciona la energía necesaria a este circuito.

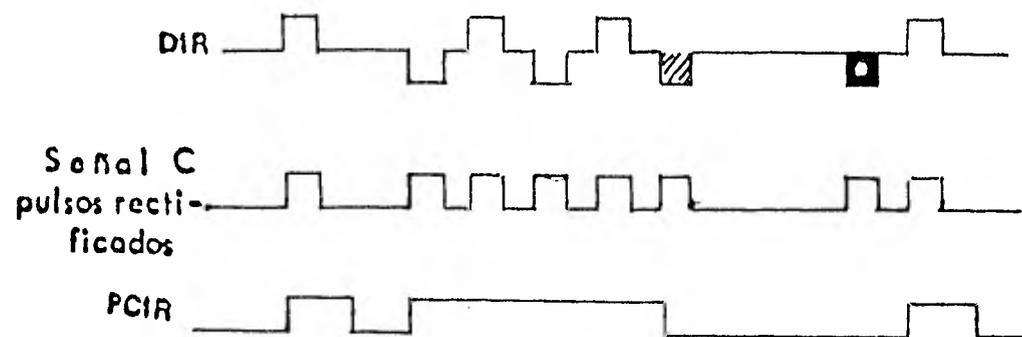
Desde el detector de "cero" se obtiene una señal con información sobre la frecuencia de la señal recibida.



3. LOGICA DE RECEPCION.



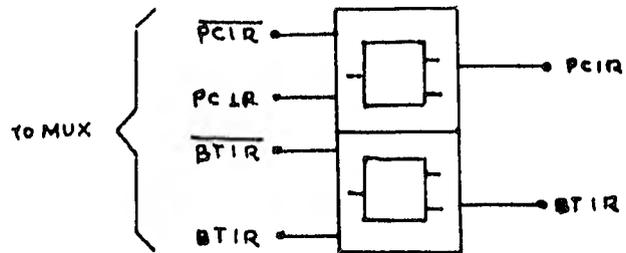
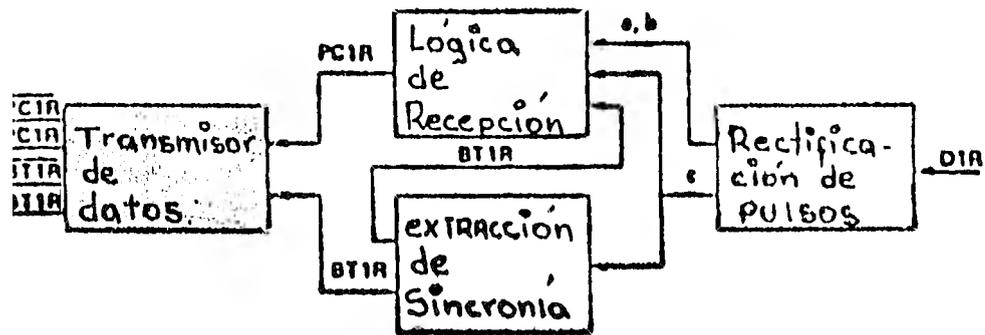
En la lógica de recepción, las señales rectificadas son convertidas a un código binario "Sin Retorno a Cero" (NRZ, del inglés "non-return to zero").



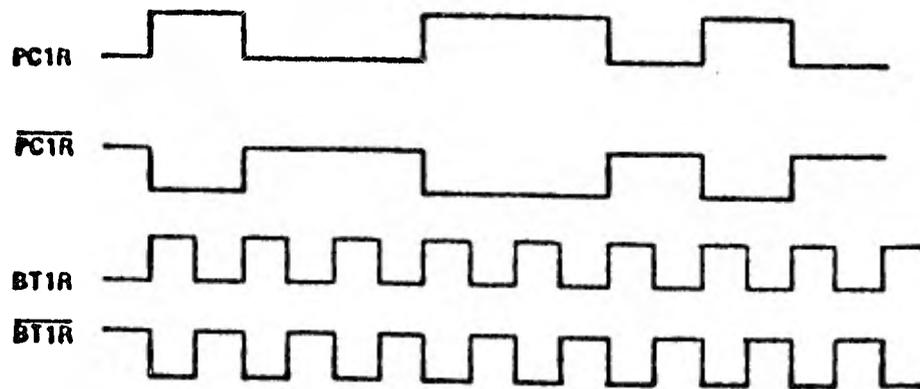
La lógica está formada básicamente por un detector HDB-3 y un registro de corrimiento de 4 posiciones.

Si aparece la secuencia "1M00V", el registro se condiciona para lectura en paralelo, leyéndose entonces los cuatro ceros correspondientes.

4. TRANSMISOR DE DATOS.

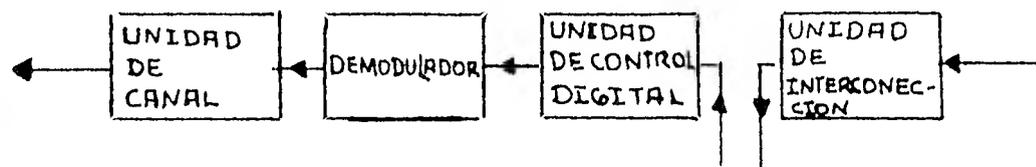


Para obtener una alta inmunidad contra perturbaciones, las señales PC1R y BT1R se invierten y se envían al equipo multiplex en paralelo.



VI

UNIDAD DE CONTROL DIGITAL, RECEPCION.



El propósito de ésta unidad es obtener la señal de alineación de trama, a partir de las señales entrantes PCM y de sincronía, y generar además la información y señales de control requeridas por el multiplex y la interconexión "T" de 64 Kb/s.

Las funciones de la unidad de control son:

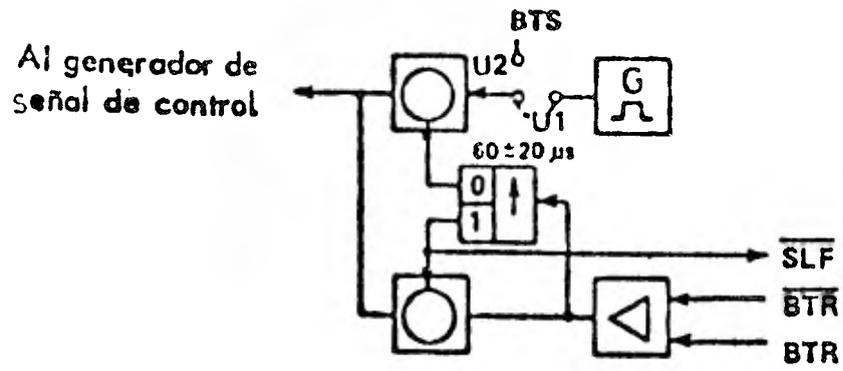
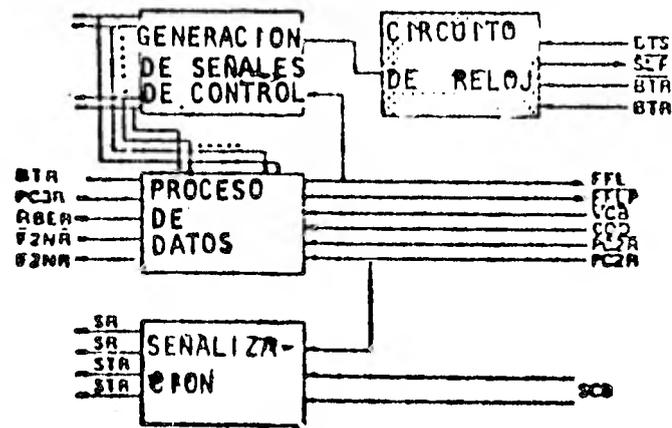
1. Proceso de la señal de sincronía.
2. Generación de señales de control.
3. Proceso de datos.
 - 3.1 Receptor de Datos.
 - 3.2 Alineación de trama.
 - 3.3 Proceso de Datos.
 - 3.4 Salida de 2 Mb/s a la interconexión de "T".

4. Señalización.

4.1 Convertidor de velocidad de 64 Kb/s.

4.2 Salida de 64 Kb/s a la interconexión de "T".

1. PROCESO DE LA SEÑAL DE SINCRONIA.



La señal de entrada balanceada, BTR (del inglés Bit Timing Receiver), es convertida a una señal de nivel TTL, en un comparador.

UNIDAD DE CONTROL DIGITAL - RECEPCION.

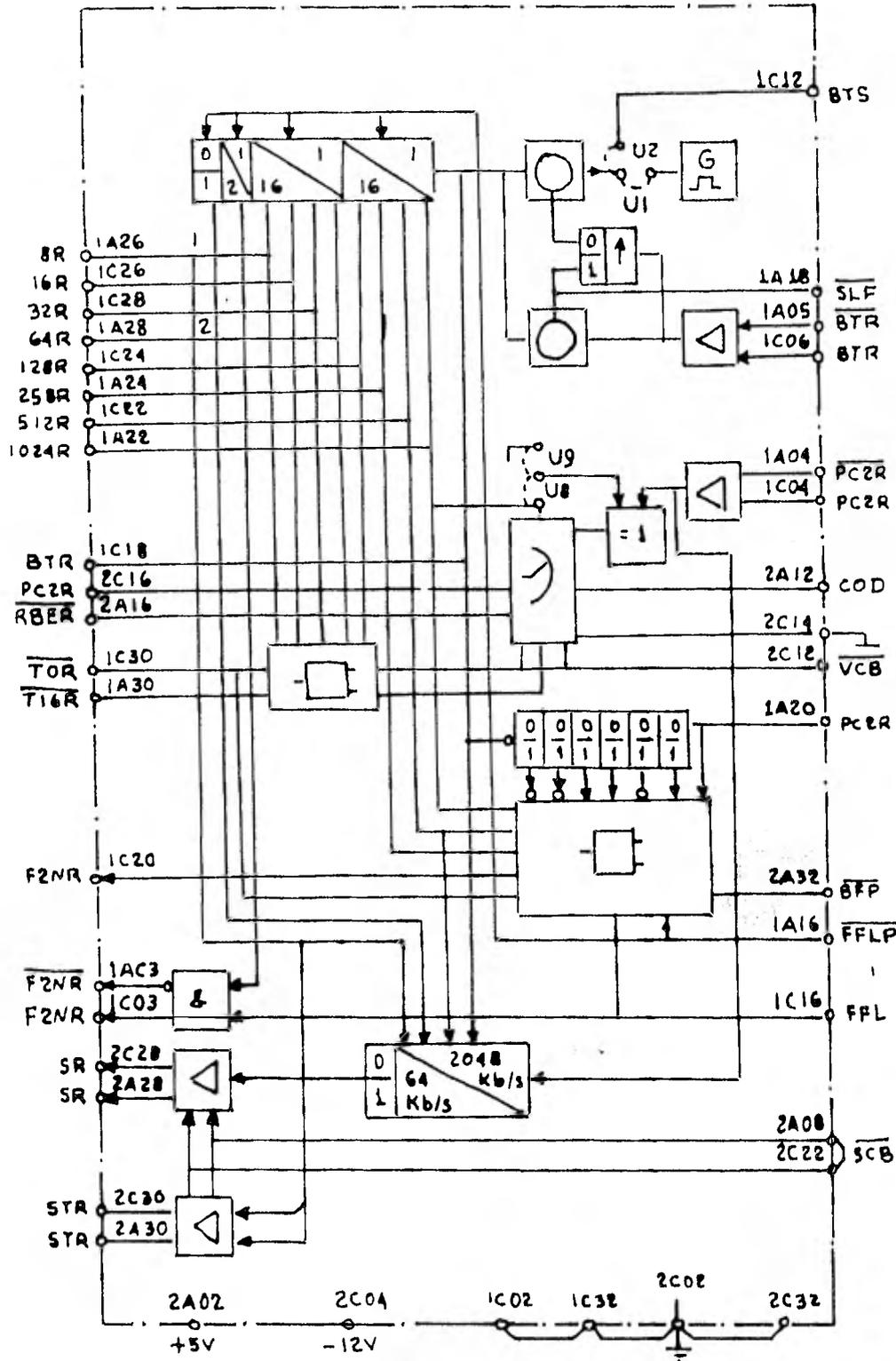
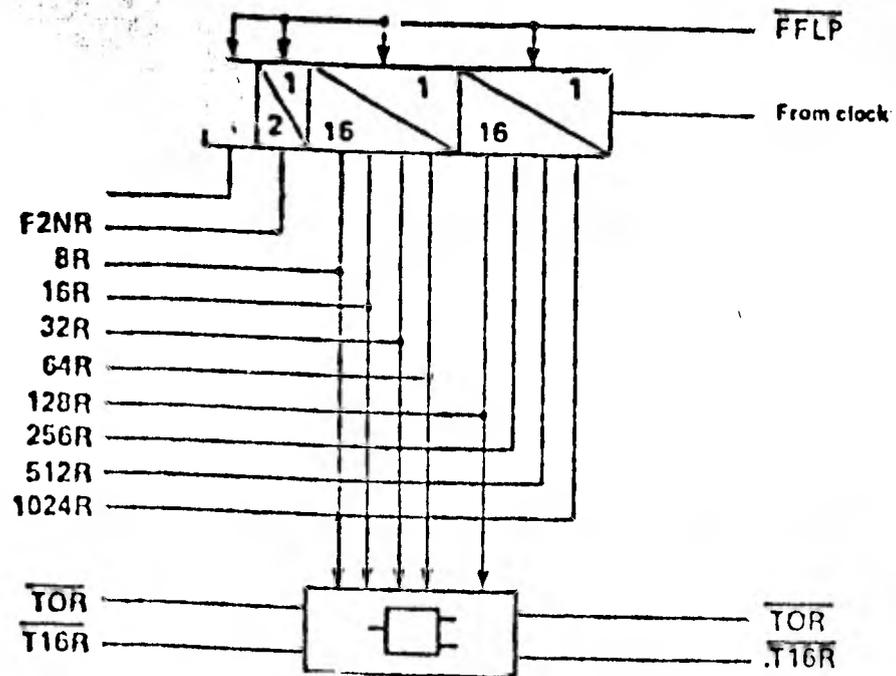
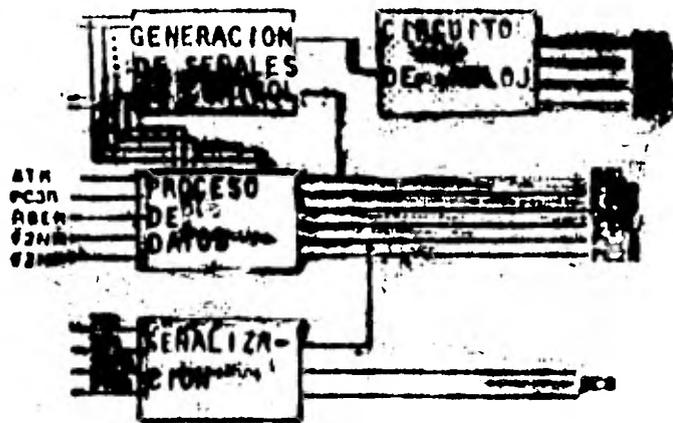


Fig. 1
 Unidad de Control Digital - Recepción.
 Diagrama a Bloques.

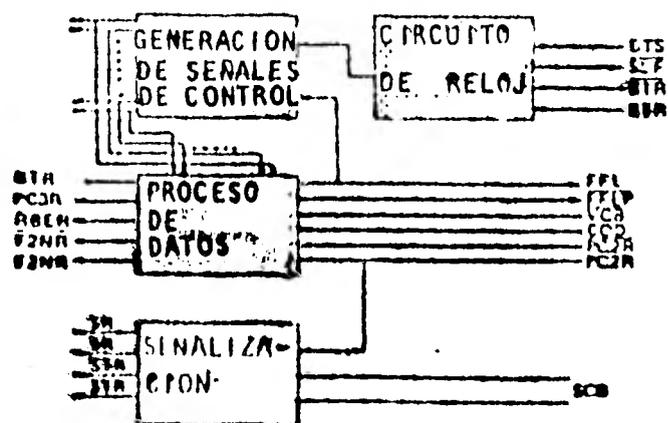
Si la señal de sincronía entrante falta, ello es indicado por medio de la señal SLF (de: System Line Fault) y temporalmente se conecta una señal de sincronía interna. Esta señal temporal se emplea solamente para generación de alarma y se puede elegir entre la señal generada del lado receptor o la señal de lado transmisión (bit timing sender), por medio de los puentes de posiciones U1 ó U2 respectivamente.

2. GENERACION DE SEÑALES DE CONTROL.

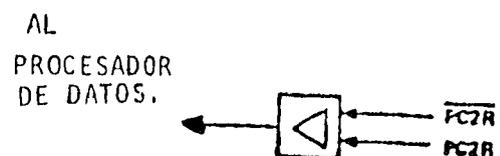


Las señales de control 1024R-8R y F2NR necesarias en el lado de recepción, son generadas en un generador de señal de control. Al mismo tiempo ésta unidad produce las señales de control para el convertidor de 64 Kb/s y su etapa de control, así como las señales TOR y T16R.

3. PROCESO DE DATOS.



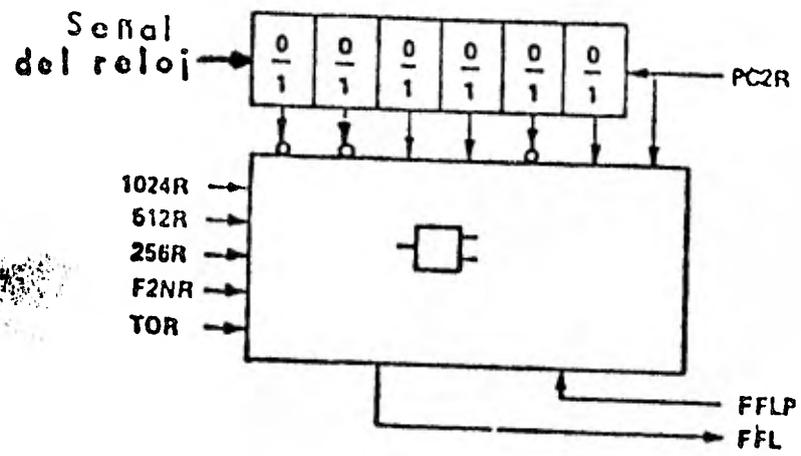
RECEPTOR DE DATOS.



La señal simétrica de entrada PC2R (PCM Data Receiver) es convertida a una señal de nivel TTL en un comparador.

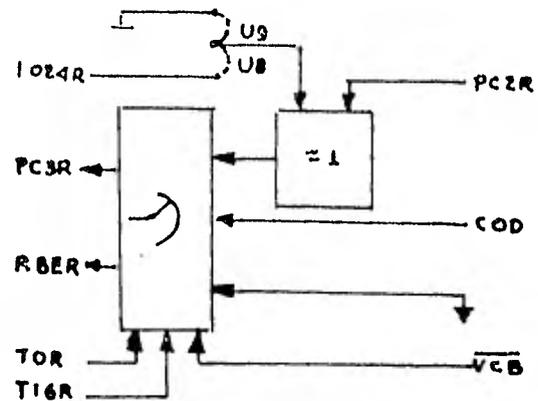
Un circuito biestable de retención, asegura la insensibilidad de la señal recibida al "jitter" y fallas de fase.

3.2 ALINEACION DE TRAMA.



Esta sección sirve para sincronizar el receptor con el emisor. La alineación de trama existe cuando se encuentran 2 palabras de alineación correctas. Cuando se detectan tres palabras de alineación incorrectas, el daño se indica por medio de la señal FFL (Frame Fault).

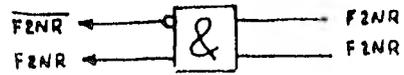
3.3 PROCESO DE DATOS.



La sección de proceso de datos realiza las funciones:

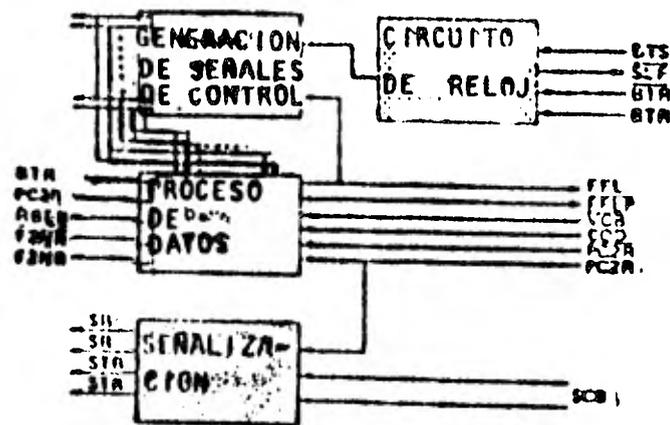
- Conexión del decodificador ADI (Inversión Alternada de Dígitos), - cuando la señal lo requiere (puente U8 para conectar la función - ADI y puente U9 para eliminarla).
- Inserción del COD (del inglés Code Test Signal, señal para código de prueba del decodificador) en PC3R.
- Bloqueo de la información de frecuencia vocal, a través de VCB - (del inglés Voice Code Blocking, Bloqueo del Código de Voz).
- Generación de la señal RBER (Bits libres en el intervalo de tiempo "0").

3.4 Etapa de potencia. Interconexión T de 2 Mb.

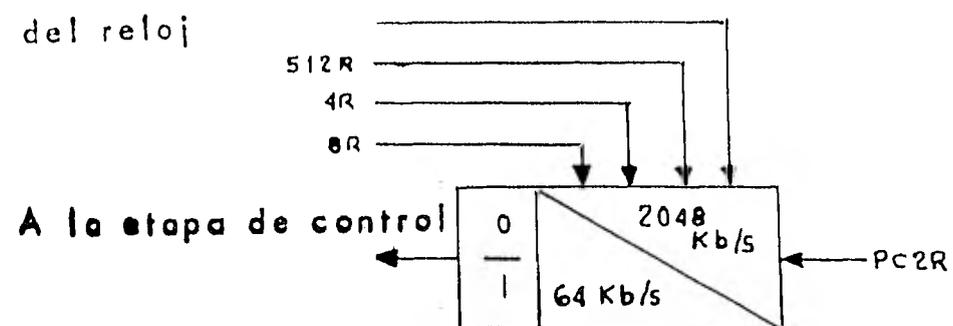


Esta etapa genera una señal simétrica F2NR (tramas pares recepción) -- para la interconexión de intervalo de tiempo.

4. SEÑALIZACION



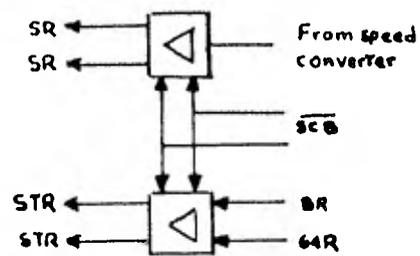
4.1 CONVERSION DE VELOCIDAD A 64 Kbit/seg.



El conversor de velocidad, toma la información que llega en el intervalo de tiempo 16, la cual tiene una velocidad de 2048 Kbit/seg, y la convierte a información de señalización con una velocidad de 64 Kbit/seg.

El conversor consiste de un doble registro de corrimiento de 8 posiciones, en forma análoga al lado de transmisión.

4.2 CONTROL DE LA INTERCONEXION T DE 64 Kb/s.



Este circuito produce las señales de señalización STR (Receptor de Sincronía de Señalización) y SR (Receptor de señalización en TDM) a partir de las señales salientes del convertidor de velocidad y del generador de señal de control.

En el caso de SCB (Bloqueo del Código de Señalización) se envía una señal al control de la interconexión T de 64 Kb/s para bloqueo de la información de señalización.

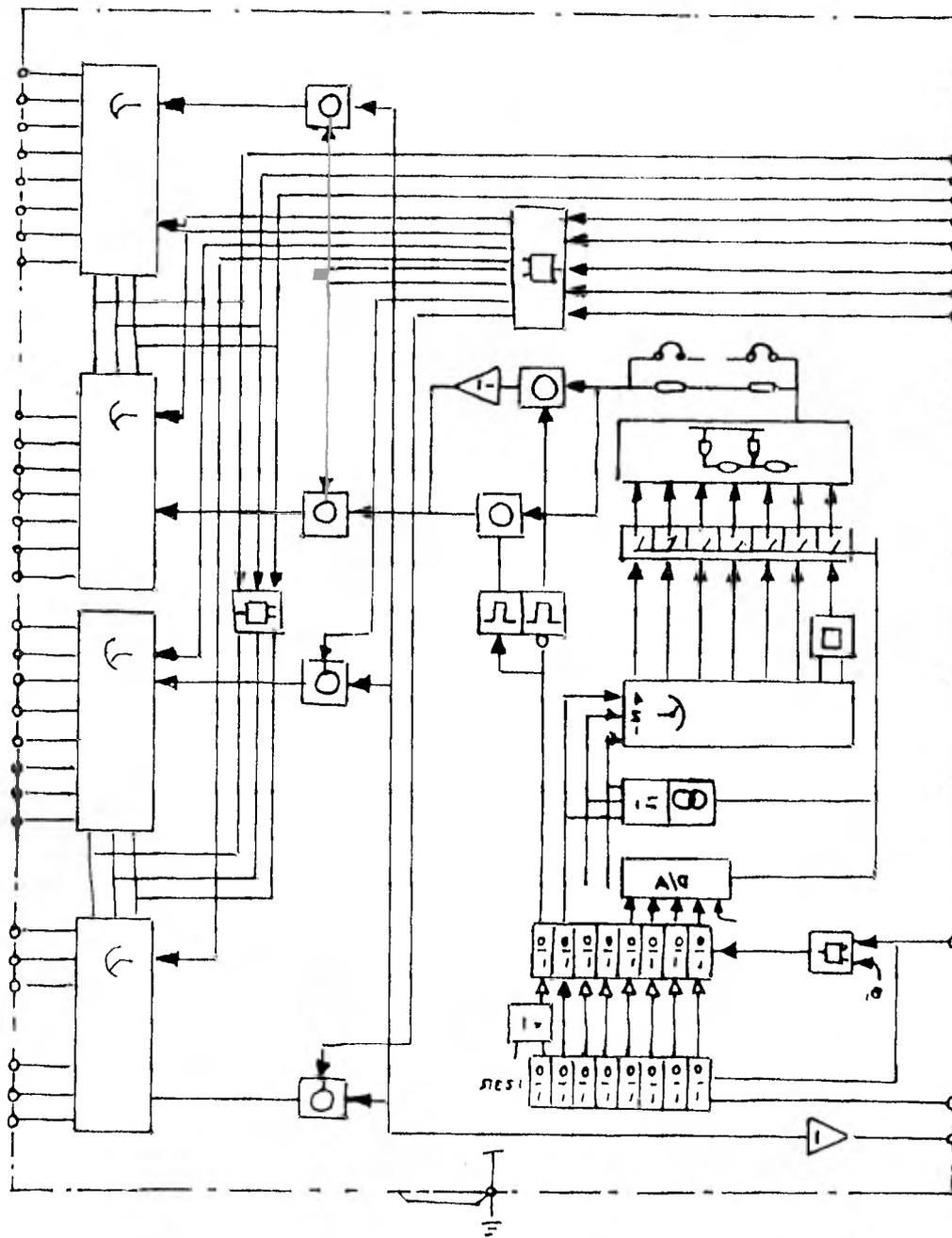


El demodulador decodifica la señal PCM entrante y distribuye la señal PAM a la entrada de los canales de voz.

El demodulador consiste de:

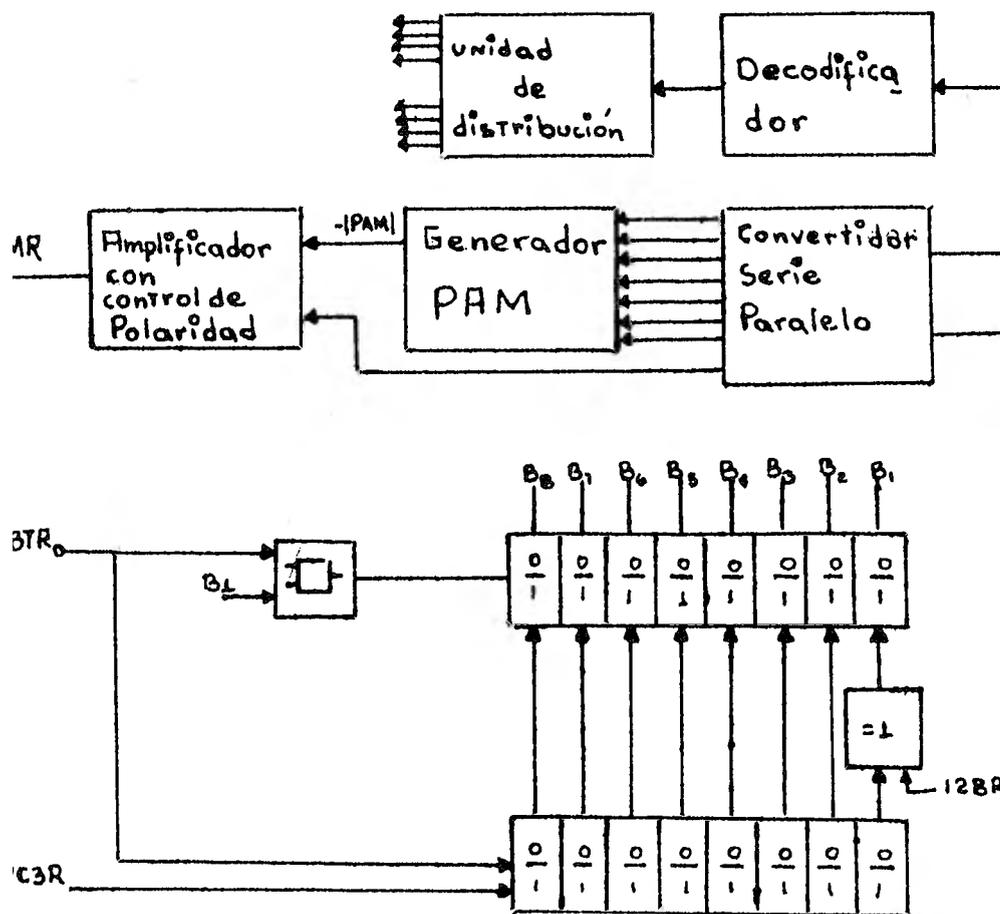
1. Sección de decodificación.
 - 1.1 Convertidor serie-paralelo
 - 1.2 Generador PAM
 - 1.3 Amplificador con control de polaridad.
2. Sección de distribución.
 - 2.1 Unidad de distribución.
 - 2.2 Lógica para la unidad de distribución.

DEMODULADOR.



Demodulador - Diagrama a Bloques.

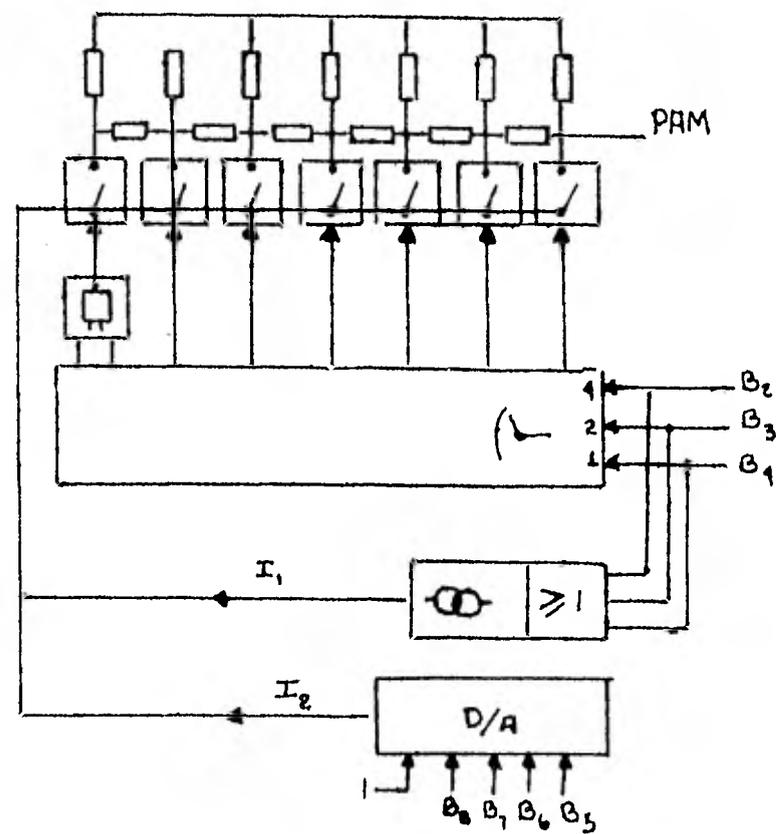
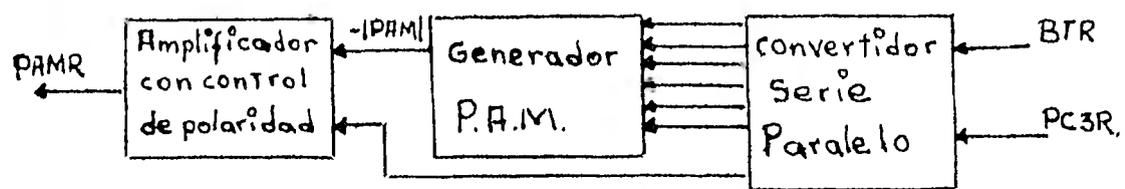
1.1 CONVERTIDOR SERIE-PARALELO.



Cada palabra de 8 bits en PC3R es alimentada a un registro de corrimiento y extraída en paralelo con B1.

Los bits B2-B8 controlan el convertidor D/A y el bit B1 el interruptor de polaridad. Con el fin de reducir la diafonía a canales vecinos, la polaridad del Bit B1 es invertida en intervalos de tiempo impares.

1.2 GENERADOR PAM.



Los pulsos PAM se obtienen de un generador en valores absolutos a partir de palabras "comprimidas" de 8 bits.

El generador PAM consiste de:

Generador de constante

Cuando B2, B3 y B4 son = 0, la corriente también es cero. Para cualquier otra combinación de B2, B3 y B4, la corriente de salida = I_1 .

Interruptores de corriente.

Siempre está conectado por lo menos uno.

ITERATIVA.

Con división 2:1 entre dos nodos consecutivos.

De acuerdo a la figura anterior, los bits 2, 3 y 4 controlarán la posición de los interruptores que permiten obtener una corriente PAM correspondiente.

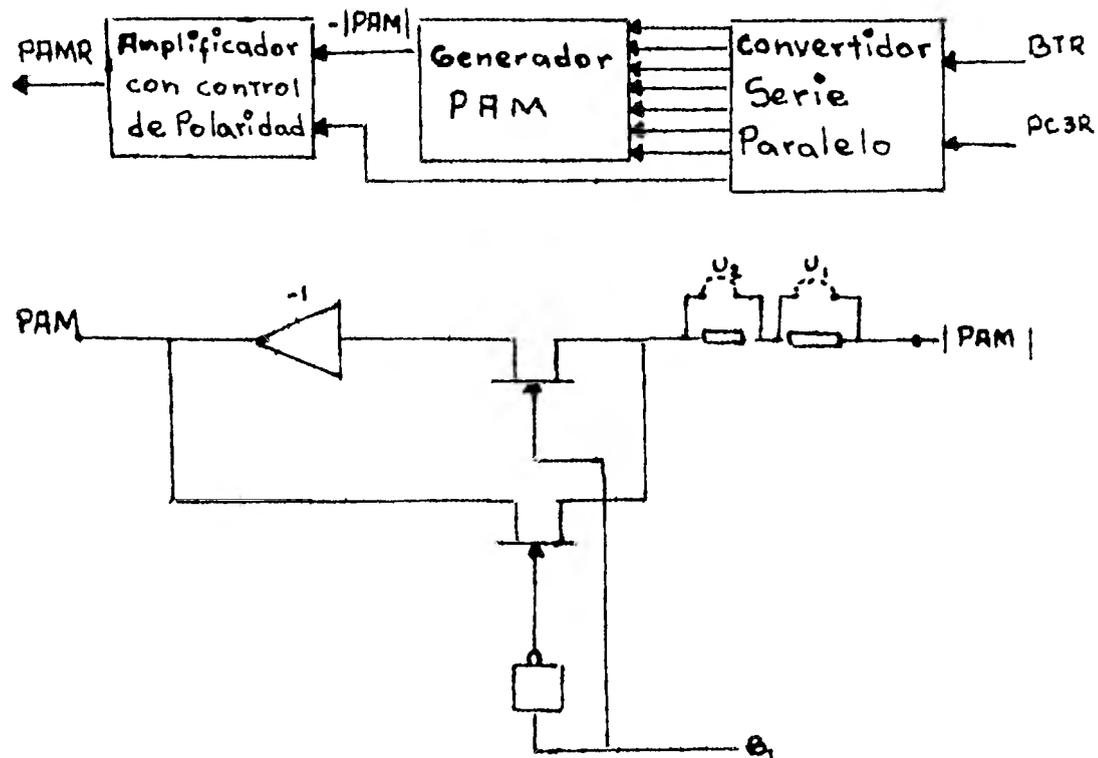
El interruptor de corriente y la red iterativa determinan la localización del segmento, de acuerdo a la tabla siguiente:

Convertidor Digital - Analógico con salida de corriente.

B2	B3	B4	segmento
0	0	0	7
0	0	1	7
0	1	0	8 (6)
0	1	1	9 (5)
1	0	0	10 (4)
1	0	1	11 (3)
1	1	0	12 (2)
1	1	1	13 (1)

Lo anterior, sumado a la información de los bits B5, B6, B7 y B8 y el bit "1" insertado permanentemente, determinan los niveles dentro del segmento. I_{2max} . (B5=1, B6=1, B8=1 y un "1" permanente) es $(31/32) \cdot I_1$.

1.3 AMPLIFICADOR CON CONTROL DE POLARIDAD.



El bit de polaridad, B1, controla 2 contactos.
Los pulsos PAM con bit de polaridad "1", se invierten con el fin de -

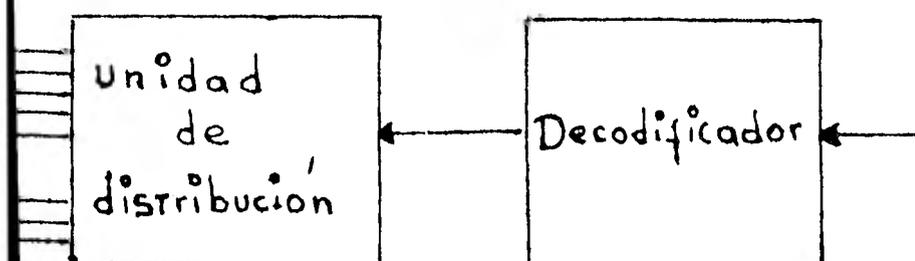
obtener polaridad positiva en la salida.

Los pulsos PAM con bit de polaridad "0", no se invierten. Es posible ajustar el nivel de salida en ± 0.5 dB, mediante los puentes "U" U1- y U2 de acuerdo a la siguiente tabla.

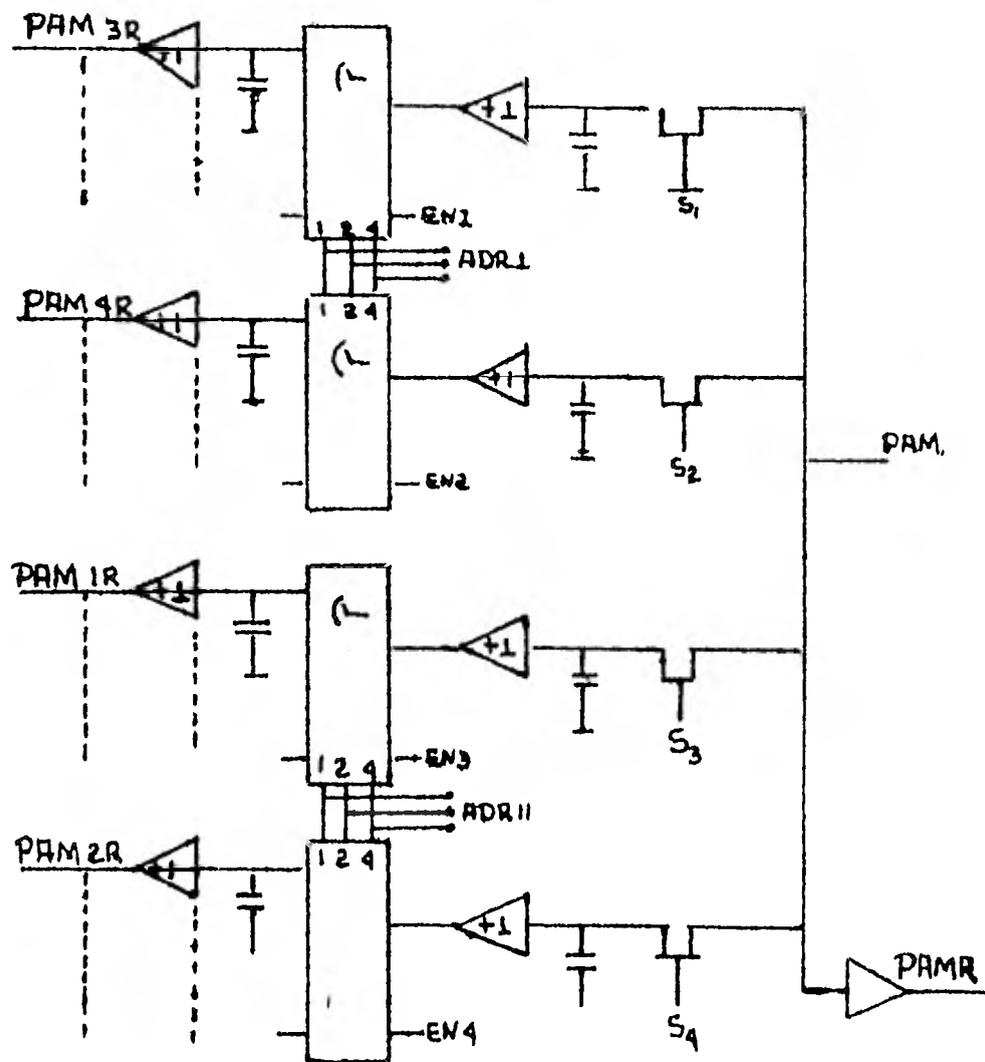
F(db)	U ₁	U ₂
Nom	X	
-0.5		
+0.5	X	X

2. Sección de distribución.

2 1 UNIDAD DE DISTRIBUCION.

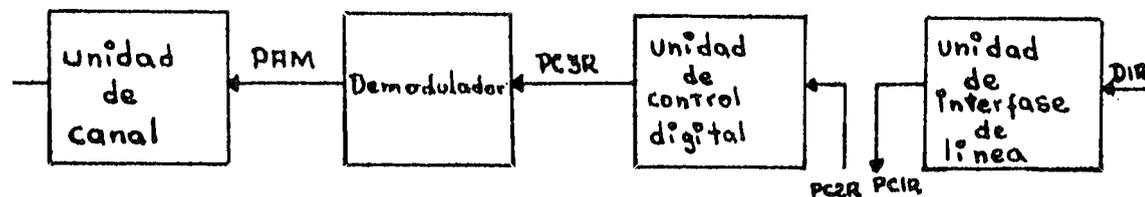


La señal de salida PAM del decodificador, es muestreada por 4 contactos por los pulsos de control S1, S2, S3, S4. La muestra es retenida en 4 circuitos posteriores. Cada uno de los 4 multiplexores analógicos es controlado con las ADR1 y ADR11 durante el tiempo de retención. Los pulsos de control EN1, EN2, EN3 y EN4 abren los canales determinados por el control y la muestra es enviada al circuito de retención, donde es prolongada por 125 μ S.



Distribución Diagrama de bloques

II UNIDAD DE CANAL 4 HILOS - RECEPCION.



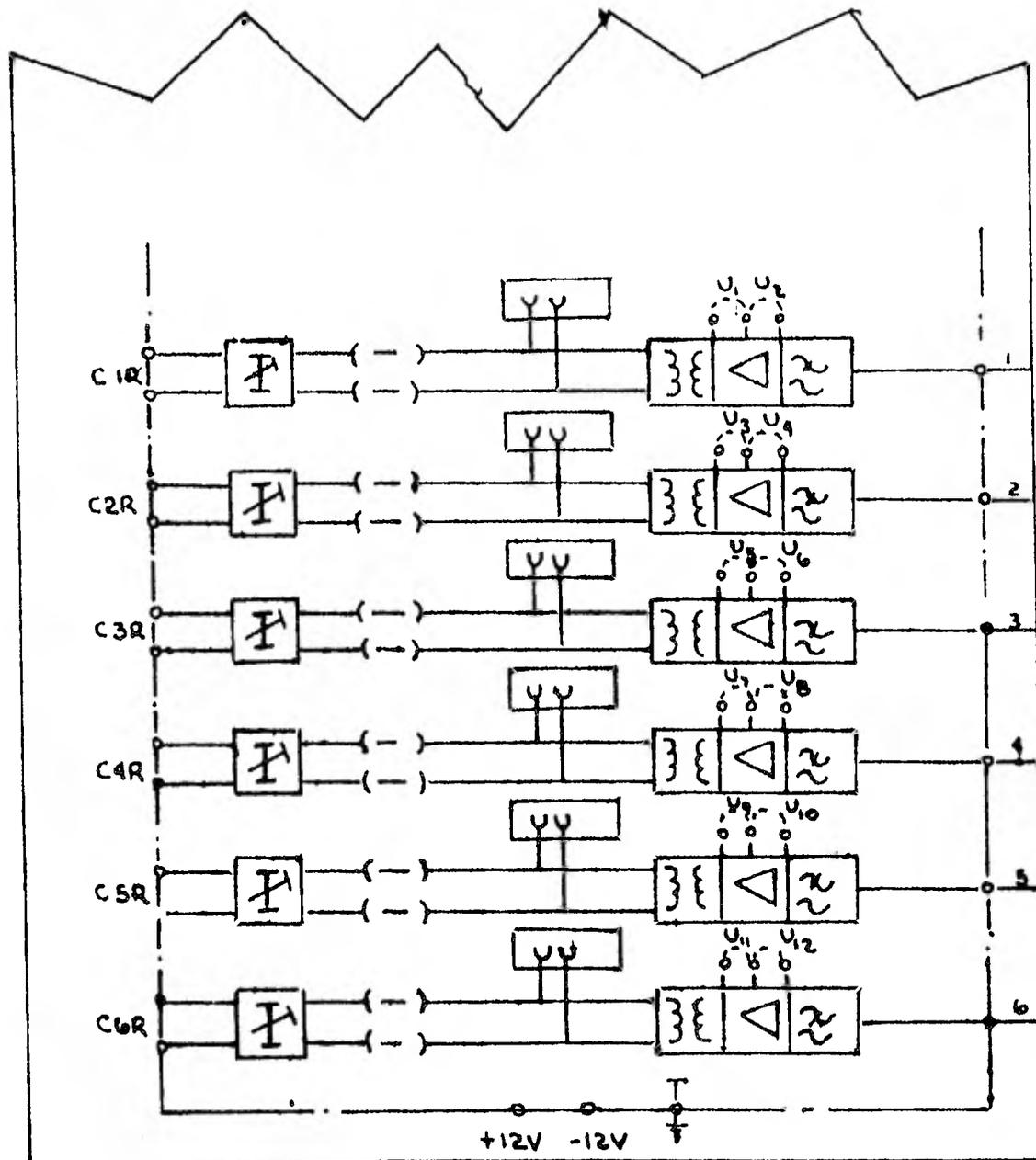
La unidad de canal toma las señales PAM que salen del demodulador y entrega señales de voz.

La señal PAM recibida se pasa por un filtro de paso bajo y amplifica antes de llevarse al transformador. La señal pasa el punto de prueba en paralelo, el puente "U" y un atenuador variable de canal, saliendo entonces como una señal de voz en el punto de 4 hilos.

Cada unidad tiene una capacidad de 6 canales.

La unidad de canal (lado recepción) consiste de:

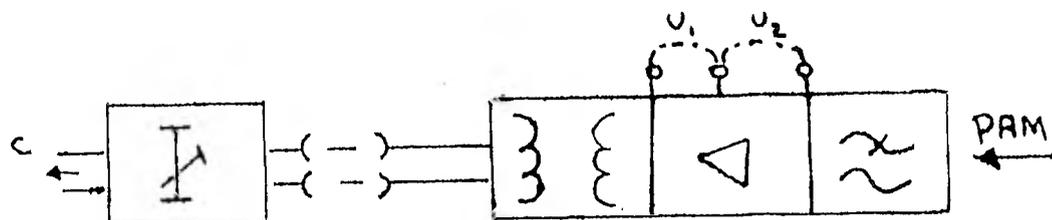
- 1 Filtro de paso bajo con amplificador.
- 2 Transformador.
- 3 Puntos de Prueba y de acceso.
- 4 Atenuadores de canal.



Unidad de canal 4 hilos - recepción.

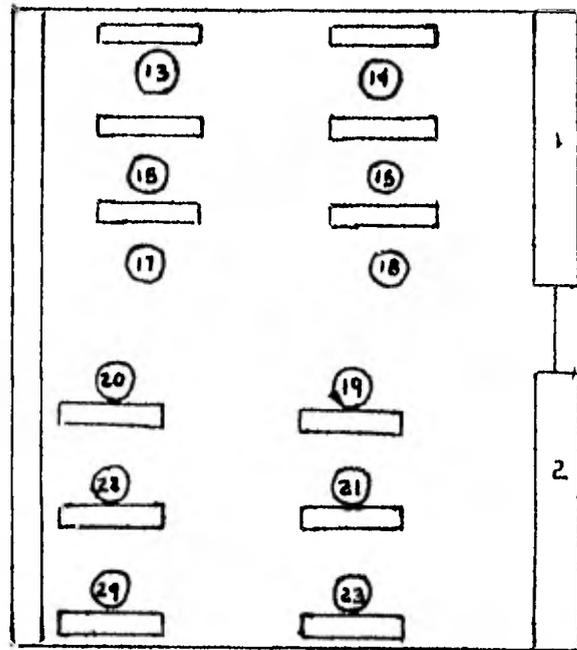
Diagrama a Bloques.

1. FILTRO PASABAJO CON AMPLIFICADOR.

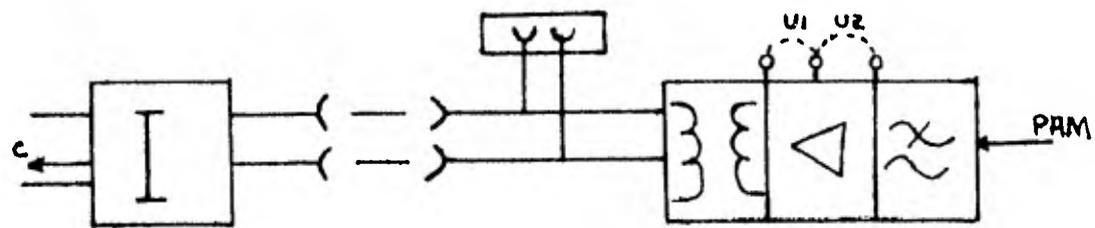


El filtro pasa-bajo consiste de una combinación de filtros Lc con RC. El amplificador operacional del filtro RC se usa al mismo tiempo como amplificador, cuya retroalimentación se puede modificar por medio de los puentes U1 y U2, variando la amplificación según la siguiente tabla:

	canal 1		canal 2		canal 3		canal 4		canal 5		canal 6	
	U ₁	U ₂	U ₃	U ₄	U ₅	U ₆	U ₇	U ₈	U ₉	U ₁₀	U ₁₁	U ₁₂
0 db	—		—		—		—		—		—	
-0.5 db		—		—		—		—		—		—
-0.5 db												

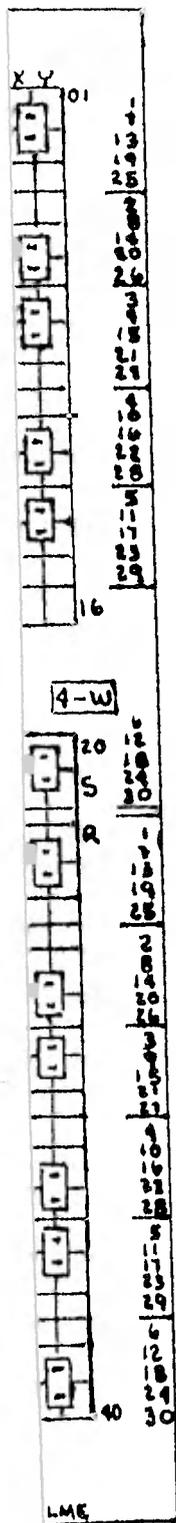
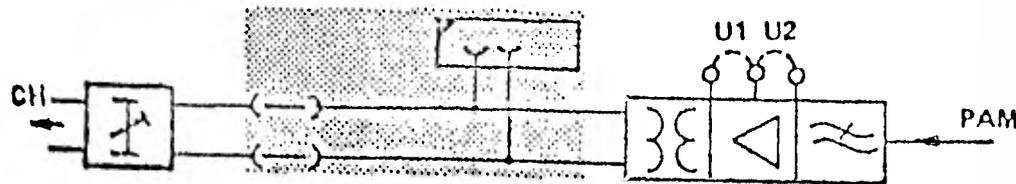


2. TRANSFORMADOR.



El transformador convierte una señal de 600 ohms desbalanceados a 600 ohms balanceados.

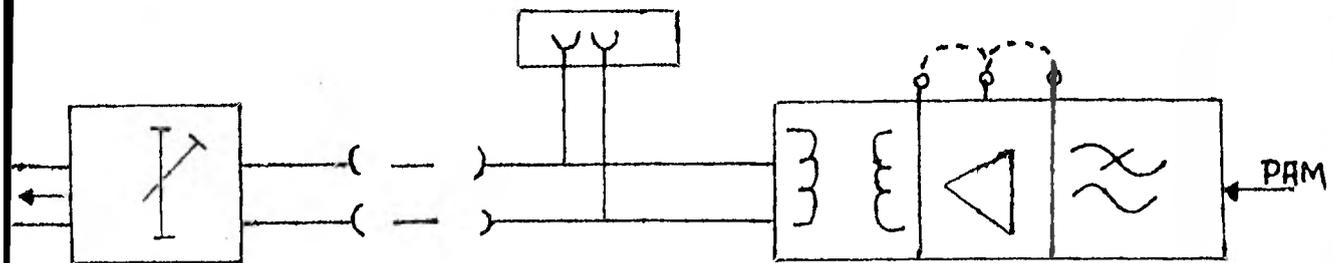
3. PUNTOS DE PRUEBA Y ACCESO.



Los puntos de acceso (bipolares) están entre el atenuador de canal y el transformador, y consisten de puentes "U" localizados al frente de la unidad. Mediante estos puentes se hace posible separar el sistema PCM de la Central con el fin, por ejemplo, de alinear el sistema.

Cada canal tiene también puntos de prueba (bipolares), entre el punto de acceso y el transformador para mediciones balanceadas de nivel constante. El nivel nominal del receptor es de $+4\text{dB}$.

4. ATENUADORES DE CANAL.



Los atenuadores de canal se emplean para obtener el nivel de señal deseado, por medio del "corte" de puentes en la parte superior de los circuitos.

La atenuación es variable entre 0.5 y 15.5 dB, en pasos de 0.5 dB.

IX UNIDAD DE ALARMA.

La unidad de alarma contiene diferentes funciones de alarma con el fin de satisfacer requerimientos diversos.

El equipo multiplex funciona satisfactoriamente aún sin la unidad de alarma.

En su versión más completa, la unidad de alarma contiene:

- Circuitos para supervisión del CODEC.
- Analizador e integrador de los bits erróneos en la palabra de alineación de trama.
- Detector para la señal de indicación de alarma (AIS).
- Indicadores para señalar el cese de la función lógica del equipo multiplex.
- Analizador de fallas en la estación distante, indicadas por medio de los bits libres del intervalo de tiempo 0 (bits 3, 4 y 5).
- Transmisión de alarmas a la estación distante por medio de los bits 3, 4, y 5 del intervalo de tiempo 0.
- Lógica combinatoria para la selección de indicaciones de alarma.

La figura nú. 13 ilustra la función de la lógica combinatoria.

Las señales de entrada consisten de alarmas primarias, las cuales son convertidas a condiciones de control adecuadas para alarmas de bastidor y de estación por medio de diodos emisores de luz, lámparas, etc. Debido a que cada administración puede tener ideas o necesidades diferentes respecto a la combinación de alarmas primarias, para obtener ciertos resultados, la lógica se ha hecho flexible por medio del uso de memorias programables en fábrica.

FUNCION DE ALARMA Y MANTENIMIENTO.

Las alarmas del equipo están puestas en estantes ya que las alarmas de trama bastidor y alarmas de estación están centralizadas. Además hay indicaciones visuales para cada equipo individual. Las alarmas primarias son generadas automática o manualmente en el equipo son recibidas de extremo distante. Las alarmas resultan en alarmas secundarias que son procesadas y visualmente indicadas en el extremo cercano, transferidas a las unidades de alarma de estación y transferidas y transmitidas al extremo distante.

La relación entre alarmas primarias y secundarias están determinadas por el PROM y por puenteo.

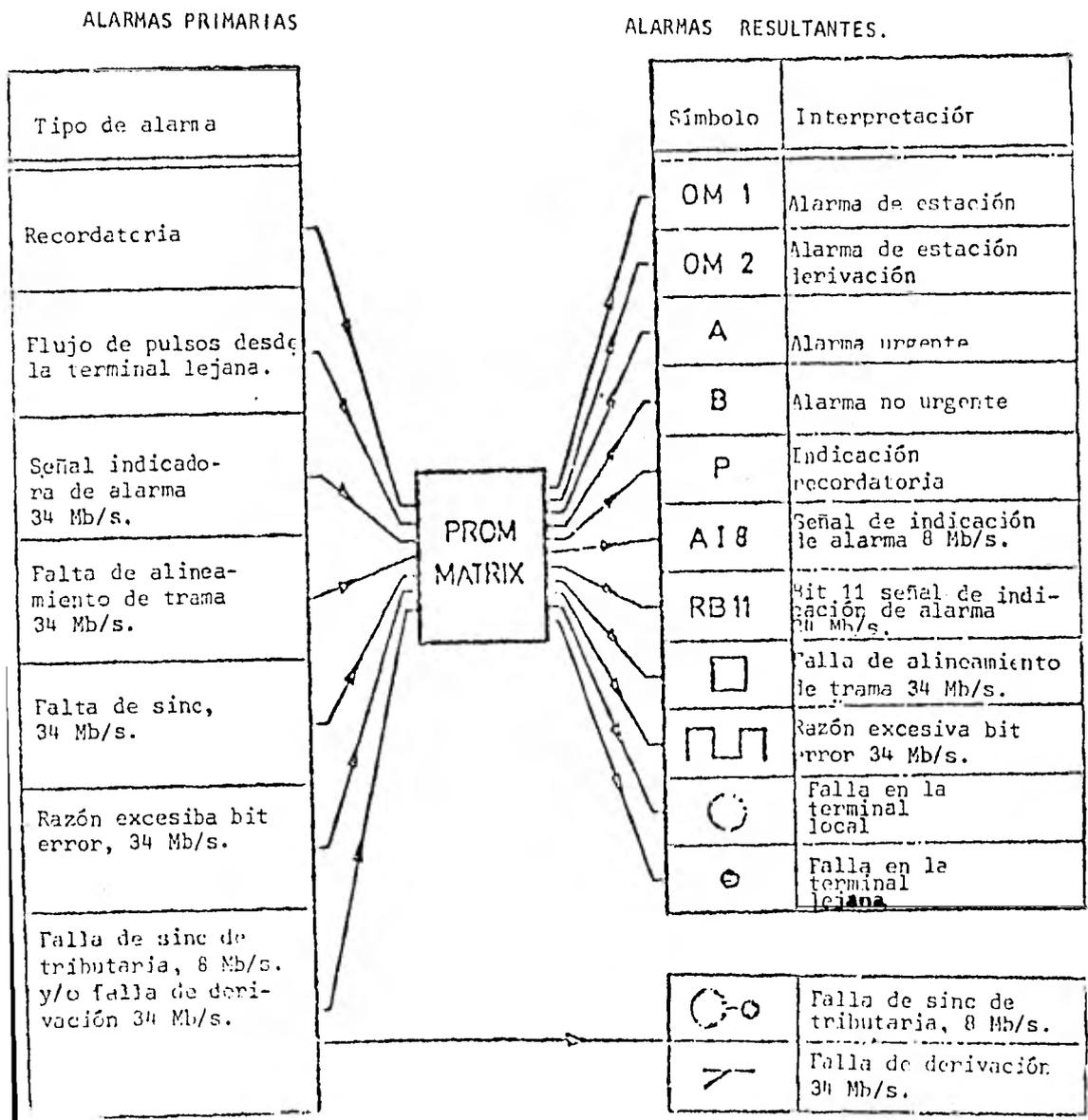


Fig. 13
Relación entre alarmas primarias y resultantes.

R E C O M E N D A C I O N E S .

Como se vio por lo escrito anteriormente el control y comunicaciones de un acueducto es de suma importancia ya que nos beneficia, y se recomienda que por lo menos una vez cada tres meses se pase revisión completa a cada planta de bombeo y muy en especial a la central ya que de no ser así, despues se tendrían problemas que repercutirian en mucha gente que requiere del agua.

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

- I.P.E.S.A.
Ingeniería de Procesamientos Electrónicos
Sociedad Anónima.
- EDICSON.