



# Universidad Nacional Autónoma de México

FACULTAD DE INGENIERIA

MODERNIZACION DEL PUESTO CENTRAL  
DE REGISTRO DE SISMEX

T E S I S

Que para obtener el Título de  
**INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA**  
P r e s e n t a

PABLO ANDRES MARTINEZ SUAREZ



Director de Tesis:

Ing. HUMBERTO RODRIGUEZ Y CAYEROS

México, D. F.

1984



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



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

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

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

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

## I N D I C E

INTRODUCCION	1
CAPITULO 1. SITUACION ACTUAL DE SISMEX	3
1.1. Estaciones de campo	3
1.2 Sistema de comunicación	3
1.3 Puesto central de registro	5
1.3.a Grabación y registro de las señales sísmicas	5
1.3.b Reproducción y Procesamiento de los sismos	7
1.3.c Instalación del PCR en el Instituto de Ingeniería	8
1.3.d Tableros de distribución	9
CAPITULO 2. MODERNIZACION Y EXPANSION DE SISMEX	10
2.1 Modernización	10
2.1.a Eliminación de sobrealcances	11
2.1.b Estandarización de la grabación y reproducción	11
2.1.c Aumento de la capacidad, confiabilidad y rapidez del equipo de grabación/reproducción	12
2.1.d Modificación del equipo de filtrado y discriminación	14
2.1.e Reconfiguración del alambrado	14
2.2 Expansión	16
2.2.a Red telemétrica de El Caracol	16
2.2.b Señales adicionales	16
2.2.c Respaldos	17
2.3 Revisión y adquisición de la información referente al equipo	17
2.3.a Actualización de la biblioteca de manuales técnicos	18
2.3.b Elaboración de un manual de proceso de cinta	18
2.3.c Revisión de los manuales de mantenimiento y reparación	18
2.3.d Revisión o elaboración de los dibujos y diagramas	18
CAPITULO 3. REESTRUCTURACION DEL SISTEMA	23
3.1 Descripción general del sistema	23
3.1.a Estaciones de campo	23
3.1.b Sistema de comunicación	24
3.1.c Puesto central de registro	24

3.1.d	Instalación del PCR	25
3.1.e	Tableros de distribución	26
CAPITULO 4. OPERACION DEL EQUIPO		27
4.1	Manuales técnicos	27
4.1.a	Sistema grabador-reproductor Ampex FR3020	28
4.1.b	Filtros paso bajas	30
4.1.c	Amplificadores de nivel constante	31
4.1.d	Cargadores de baterías	31
4.2	Revisión diaria en el PCR	32
4.2.a	Verificación del funcionamiento de las EC	32
4.2.b	Verificación del funcionamiento de las grabadoras repro- ductoras	33
4.2.c	Verificación del funcionamiento del reloj	33
4.2.d	Verificación del funcionamiento de los tambores	34
4.2.e	Verificación del funcionamiento de los demoduladores de de canal cero	35
4.3	Mantenimiento preventivo y reparación	37
4.3.a	Grabadora-reproductora Ampex FR3020	37
4.3.b,	Filtro paso bajas, amplificadores de nivel constante c y d y cargador de baterías	38
4.3.e	Bitácora	38
4.4	Manual del usuario para procesar cintas	41
4.4.a	Inicio	41
4.4.b	Digitización	43
4.4.c	Graficación y verificación de la digitización	46
4.4.d	Almacenamiento en cinta digital	49
4.4.e	Instrucciones para graficar	52
DIBUJOS, DIAGRAMAS DE BLOQUE Y ELECTRICOS		55
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES		99
APENDICE		100
BIBLIOGRAFIA		109

## INTRODUCCION

Hace aproximadamente una década que el Sistema de Información Sismotelemétrica de México (SISMEX) del Instituto de Ingeniería de la UNAM, ha estado en continua operación para adquirir datos sismológicos durante los temblores que ocurren en la zona que circunda al Valle de México, y obtener, después de procesados, los parámetros más importantes de los sismos ocurridos.

Durante este tiempo se ha ido acumulando experiencia acerca de los problemas particulares en la operación de la red, como son la calidad de la información registrada susceptible a la distorsión y a los sobrealcances, la dificultad de reproducir los eventos para grabaciones no normalizadas así como la necesidad de aumentar la rapidez y confiabilidad del manejo de los datos. También recientemente se planteó la necesidad de expandir la cobertura de la red, por lo que se ha emprendido la reinstalación del equipo existente para adecuarlo al que se adquiera, tratando de aprovechar al máximo el espacio disponible.

En este trabajo se presentan las modificaciones que mejorarán la operación de la red, así como métodos sistemáticos para operar el equipo que reducirán los problemas actuales.

No se intenta estudiar a fondo los equipos que integran el sistema porque en las referencias citadas se encuentra suficiente información para su correcta operación, mantenimiento y reparación.

El contenido de este trabajo se ha dividido de la siguiente manera:

En el capítulo 1 se presenta la configuración actual de la red, resaltando las características más importantes.

El capítulo 2 expone las necesidades de modernización y expansión que tiene el sistema. Con ellas se pretende tanto reducir los problemas para lograr una mayor eficiencia de la red, como adquirir datos de una zona más extensa. En este mismo capítulo se cita la información existente, disponible en el PCR para la operación, mantenimiento y reparación del equipo en general. La consecuencia de realizar los planes anteriores se describen en el capítulo 3.

En el capítulo 4 se presentan los procedimientos para una correcta operación del sistema, tales como el mantenimiento del equipo y el procesamiento de cintas. También se describen brevemente el equipo de adquisición más reciente. Finalmente se incluye un Apéndice que contiene los diagramas de distribución de los elementos en las tarjetas de los demoduladores y moduladores revisados.

Todas las figuras se agrupan al final por comodidad.

## CAPITULO 1. SITUACION ACTUAL DE SISMEX

En el presente capítulo se presenta la organización actual de la Red Tele-métrica, la descripción general de las Estaciones de Campo (EC) y del Puesto Central de Registro (PCR), el sistema de comunicación que existe entre ellos y los diagramas de bloques del equipo instalado, haciendo una descripción de su funcionamiento.

### 1.1 Estaciones de campo

En las EC se detectan los movimientos del terreno, se convierten a señales eléctricas y se acondicionan para ser transmitidas hacia la Estación Repe-tidora (ER) correspondiente o hacia el PCR directamente, por medio de enla-ces de radio. La fig 1.1 muestra el flujo de esta señal.

### 1.2 Sistema de comunicación

El equipo de radio que se usa en esta red opera en la banda VHF con modula-ción en frecuencia y calidad de voz. Los enlaces de radio se realizan en las siguientes frecuencias:

152.425, 156.450, 166.875, 168.800, 172.650 y 173.275, MHz.

Algunas frecuencias se emplean en más de un enlace

Con potencia máxima de 0.5 watt en los transmisores, el empleo de recepto-res de alta sensibilidad y el uso de antenas yagi de 5 elementos de alta ganancia (9 dB y en algunos casos 12 con dos antenas), se logra cubrir con un enlace de buena calidad las distancias que aparecen entre los puntos más alejados. Esto permite operar con bajos niveles de consumo.

Cada enlace tiene capacidad para transmitir diez señales a la vez. A conti-nuación se muestra la estructura de un enlace (tabla 1.1).

Canal	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Frec. (Hz)	415	680	1020	1360	1700	2040	2380	2720	3060	3400

Tabla 1.1 Subportadoras de un enlace.

Existen 11 enlaces de radio que forman la Red Telemétrica.

En las figuras 1.2 y 1.3 se muestra la red y en la tabla 1.2 se ve como está constituido cada uno de los radioenlaces.

En la práctica se tienen problemas de sobrealcance (ref 4), que consiste en la interferencia de dos radio enlaces que utilizan la misma frecuencia.

Para tratar de evitar estos problemas, se toman las siguientes precauciones:

- a) No se utilizan, dentro de lo posible, las mismas frecuencias en enlaces cercanos entre sí.
- b) Se emplean las mismas frecuencias en enlaces cuyas direcciones son aproximadamente perpendiculares.
- c) Se evita utilizar la misma polarización de las antenas en enlaces de la misma frecuencia.

El problema de los sobrealcances se presenta todavía en algunos casos debido a la cercanía entre los enlaces en la proximidad del PCR y la poca directividad de las antenas, así como la repetición de algunas de las frecuencias.



ESTACION	UNIDAD SENSORA	No. CANALES	CANAL No.	MHz
Tonantzintla	S(1)	1	0	166.875
Puebla	A(3)	9	1-9	156.450
Alzomoni	--	10	--	172.650
Tuxpan	S(1) A(3)	10	0-9	166.875
Mezontepec	--	10	--	156.450
Sta. Rita	S(1)	1	0	156.450
Viveros	A(2)	6	4-9	168.800
Nonoalco	A(1)	3	1-3	172.650
Hospital ABC	A(2)	6	1-3 7-9	168.800
SAHOP A	A(1)	3	4-6	173.275
SAHOP B	A(3)	9	1-9	152.425
C.U.	S(1) A(2)	7	0-3, 7-9	cabla coaxial
El Pino	S(1)	1	0	166.875

Cada acelerómetro tiene tres tarjetas. Una de sensibilidad alta, otra de media y otra más de baja.

Tabla 1.2 Distribución de los radio-enlaces.

### 1.3 Puesto central de registro

En la figura 1.3 se muestra el diagrama de bloques de la conexión del equipo en el PCR. A continuación se describe, en forma general, su funcionamiento.

#### 1.3.a Grabación y registro de las señales sísmicas

En el PCR todas las señales sísmicas (sismométricas y acelerométricas) moduladas y multiplexadas se han grabado ininterrumpidamente en dos unidades de cinta magnética PEMTEK, modelo 320, que operan alternadamente. Cuando la cinta de una de las unidades está por terminarse, la otra arranca auto-

máticamente. Actualmente estas unidades se han sustituido por grabadoras AMPEX 3000, descritas en el cap 4.

En la misma cinta se registra continuamente la siguiente información:

- a) El código de tiempo producido por un generador maestro para la identificación del día, hora, minuto y segundo. Este generador es marca DATUM, modelo 9100. Además de ser compatible con las cintas, lo es con los tambores registradores y el lector de código de tiempo.
- b) Las señales de tiempo de la WWV que capta un receptor para frecuencias fijas, marca KINEMATRICS, modelo AR4. Con éste se puede calibrar el generador de código de tiempo con suficiente precisión.

Las grabadoras Pemtek emplean cintas de una pulgada con 14 canales distribuidos de la siguiente manera:

- 1) Diez de grabación directa:
  - 7 para señales multiplexadas
  - 1 para generador de código de tiempo
  - 2 de reserva
- 2) Cuatro de grabación FM:
  - 1 para receptor WWV
  - 1 para comentarios de voz
  - 1 para control de velocidad de cinta
  - 1 de reserva

Estos datos se citan para identificación de las cintas del archivo, pues las nuevas grabadoras generan cintas con formato diferente (ver capítulo 3).

Las señales sísmicas se reciben de las EC y ER por medio de seis radio receptores RFM 150, excepto la que proviene de C.U., que llega directamente por línea de cable coaxial.

Las señales sismométricas se demodulan para ser graficadas en forma continua en los tambores de registro directo. En estas gráficas aparecen marcas de tiempo cada minuto, derivadas del código de tiempo generado en la instalación. Estos sismogramas estándar se emplean como monitor de la actividad sísmica para determinar los parámetros principales de los temblores ocurridos y para la localización de epicentros.

Los tambores registradores son 5 tambores de escritura directa KINEMATICS, modelo VR1.

Estos procesos se muestran en la figura 1.4

### 1.3.b Reproducción y procesamiento de los sismos

La información obtenida por el sistema se maneja en dos formas:

- a) Analógica. En esta forma la señal se obtiene y almacena en cinta magnética.
- b) Digital. En esta otra, la señal se convierte para su análisis estadístico.

Para el procesamiento de la información obtenida, se cuenta con una computadora DATA GENERAL, modelo Nova 800, que está formada por el procesador central y memoria de 32 K palabras de 16 bits y tiene como periféricos:

- dos unidades de disco con capacidad de 2.5 MB cada uno
- una impresora de 365 líneas/min.
- una unidad de cinta magnética de 7 pistas y 800 bpi
- un graficador incremental
- un teletipo
- un lector de código de tiempo
- un conversor A/D Xerox
- un osciloscopio con memoria para visualizar las gráficas
- una unidad de conversores D/A

Para dicho procesamiento es necesario reproducir el evento de importancia deseado, cuidando reducir el contenido de flutter.

Después de obtener el sismo se transforma a información digital y de esta manera se procesa por medio de un paquete de programas que proporcionan la información significativa.

La reproducción del evento se ha hecho por medio de una unidad de cinta PEMTEK, modelo 320. En la figura 1.5 se muestra el diagrama de bloques de estos procesos.

Antes de que las señales se grafiquen en los tambores registradores o se digiticen para su procesamiento, tienen que ser recuperadas de los grupos multiplexados por medio de bancos demoduladores. Cada banco contiene diez o quince tarjetas demoduladoras ajustadas a diferentes frecuencias. Para canales de aceleración se tienen 4 bancos con diez tarjetas, para sismométricos uno con 5 tarjetas.

También se tiene que reconocer el código de tiempo que fué grabado desde un principio, por medio del lector de código de tiempo. Este utiliza el formato IRIG-B.

Una vez separadas las señales sísmicas individuales, pueden distribuirse por medio de un tablero coordinado de conexiones hacia el graficador de punta caliente MFE, modelo M26DR, que se utiliza cuando se quiere reproducir con mayor detalle las señales de velocidad o aceleración, ó hacia filtros analógicos dobles ROCKLAND, modelos 1042F-02 y 1922F-02. También se pueden dirigir hacia el digitizador de las señales continuas.

### 1.3.c Instalación del PCR en el Instituto de Ingeniería.

El PCR está instalado en un local con aire acondicionado. Todo el equipo está alimentado por un sistema de energía ininterrumpida con respaldo de baterías (figura 1.6).

Las antenas de los radio receptores están colocadas en la parte más alta de una torre de 60 m de altura, construida en terrenos del Instituto de Ingeniería.

#### 1.3.d Tableros de distribución.

Existen tres tableros de distribución en la instalación del PCR, uno para señales sísmicas, otro para señales multiplexadas y un tercero para las señales de tiempo. Las terminales de estos tableros se encuentran alambradas internamente con las entradas y salidas del equipo existente. Este tipo de alambrado proporciona un arreglo coordinado para la interconexión de todo el equipo.

Las conexiones pueden ser permanentes, como en el caso en el cual se graba en cinta magnética, o temporales, cuando se reproduce, demodula y digitiza, o se grafica en el registrador de punta caliente o en los tambores de registro directo. También se dispone de acceso a los tableros, a través de conectores externos, del tipo BNC.

La organización de los tableros de distribución se muestra en las figuras 1.7, 1.8 y 1.9.

## CAPITULO 2. MODERNIZACION Y EXPANSION DE SISMEC

Cuando un sistema se torna insuficiente para las necesidades que debe cumplir, es indispensable analizar su operación para decidir sobre el equipo que será sustituido a fin de mejorar su comportamiento. También conviene examinar los planes de crecimiento, ya que el equipo que se adquiriera tendrá que satisfacer la nueva situación que se plantea. En este capítulo se exponen los planes de modernización y expansión de SISMEC.

### 2.1 Modernización

A lo largo de la existencia de SISMEC han surgido nuevas necesidades que al ser satisfechas van a contribuir a aumentar la eficiencia de la Red Telemétrica. Con tal objeto se analizarán las siguientes tareas:

- 1) Sustituir parte del equipo en las EC y en el PCR por otro más moderno de mayor capacidad.
- 2) Modificar el alambrado del equipo ya existente en el PCR.
- 3) Reasignar las frecuencias de los radio-enlaces en la red.
- 4) Retirar de la instalación algunos aparatos que ya no cumplen la función que les fué asignada originalmente.

Las necesidades que han nacido hasta la fecha son:

- a) eliminar los problemas de sobrealcance
- b) estandarizar la grabación y reproducción
- c) aumentar la capacidad, confiabilidad y rapidez del equipo que maneja la información (grabadora-reproductora)
- d) modificar el equipo de filtrado y discriminación para adecuarlo a los requerimientos de utilidad y espacio

e) reconfiguración del alambrado del equipo que converge a los tableros de distribución.

### 2.1.a Eliminación de sobrealcances

Los problemas de sobrealcance se mencionaron en la sección 1.2, enumerando las precauciones tomadas para evitarlos; no obstante aún se presentan en algunos casos. Por tanto se han tomado algunas medidas adicionales con el fin de disminuirlos.

Por estar dentro del D.F., zona saturada de radio frecuencia y de gran interferencia, se eliminarán cuatro radio-enlaces: Viveros, Nonoalco, Hospital ABC y SAHOP, para ser reemplazados por línea telefónica.

Los radio enlaces que se conservan se volverán a distribuir, de tal modo que solo se repetirá una frecuencia; actualmente son cuatro las que se repiten (ver tabla 1.2, sección 1.2). Se recurrió a la línea telefónica porque no es posible que la SCT asigne más frecuencias a SISMEX. La redistribución de frecuencias, hasta la fecha en que se escribe este trabajo, no se ha realizado.

La tabla 3.1 muestra la nueva organización de la Red Telemétrica.

### 2.1.b Estandarización de la grabación y reproducción

Se tienen problemas en cuanto a los niveles de grabación y reproducción, pues cuando se requiere grabar o analizar alguna señal muy débil, es necesario ajustar la entrada o la salida de las grabadoras/reproductoras para obtener un nivel aceptable en la amplitud de la señal.

Es pues necesario regular continuamente las señales de entrada y salida que manejan las grabadoras/reproductoras; esto se logrará con la instalación de amplificadores de nivel constante, que mantendrán el nivel de la señal a 1 Vrms aproximadamente, tanto a la entrada (grabación) como a la salida (reproducción).

En la fig 2.1 se muestra en forma de diagrama de bloques lo que aquí se explica.

### 2.1.c Aumento de la capacidad, confiabilidad y rapidez del equipo de grabación/reproducción.

Como se dijo anteriormente (secc 1.3.a), las tres unidades de cinta que se han estado empleando para la grabación y reproducción son PEMTEK, modelo 320.

Dos de ellas se utilizan exclusivamente como grabadoras.

En éstas se puede grabar toda la información en forma analógica, utilizando 11 de los 14 canales disponibles en la cinta.

Para reproducir se utiliza la tercera unidad sin tener que interferir en el funcionamiento de las grabadoras. Además, al tener tres unidades de cinta, se puede operar simultáneamente en línea con la grabadora 1 y fuera de línea la grabadora 2 y la reproductora.

Las grabadoras PEMTEK han presentado problemas de disponibilidad de refacciones, por ser un diseño obsoleto de una marca que desapareció del mercado. Al sustituirlas, se logrará adicionalmente:

- a) Aumentar la capacidad de almacenamiento. Se necesitan cintas de mayor capacidad para almacenar un creciente número de señales sísmicas. Ver sección 2.2.
- b) Implementar un registro digital magnético en línea. Este procedimiento consiste en grabar las señales de las EC directamente en forma digital. Dicho registro digital se hará mediante el sistema HBR (High Bit Rate). La figura 2.2 muestra este sistema.
- c) Mejorar el procedimiento. Con los puntos anteriores se incrementará la confiabilidad y rapidez, ya que las señales no se manipularán tanto antes de que se analicen en la computadora.



Se conservará, sin embargo, una unidad de cinta PEMTEK para la reproducción de cintas antiguas.

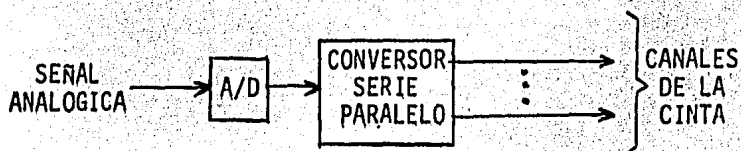


Fig 2.2 Diagrama de bloques del sistema HBR.

Se han elegido unidades AMPEX modelo FR 3020 para reemplazar las actuales. Las características más importantes, que influyeron en su elección son:

- a) operación a baja velocidad para duración suficiente de la grabación
- b) posibilidad de grabar hasta 28 canales, que permite acomodar el total de las señales
- c) grabación en forma analógica y digital en tiempo real
- d) operación en forma secuencial para grabación continua en dos grabadoras
- e) nivel de flutter compatible con la grabación directa de las señales de FM presentes en el múltiplex
- f) compensación de flutter en la reproducción
- g) costo comparable con el de otras opciones
- h) representantes de fábrica en nuestro país.

Las características generales son:

- a) maneja cintas de 0.5 y 1 pulgada, que pueden contener de 7 a 28 canales
- b) la velocidad de la cinta puede ser cualquiera de las 7 velocidades disponibles, entre 15/16 y 60 ips (pulgadas por segundo).
- c) cuando se opera en modo secuencial, se consigne que la segunda grabadora-reproductora inicie su operación cuando la primera grabadora reproductora pierde la energía eléctrica, su cinta se daña físicamente, o está por terminarse.

d) Cualquier cinta se puede manejar en forma cíclica entre dos puntos elegidos de antemano, cuando se cuenta con la opción de "footage" y el módulo de "shuttle".

#### 2.1.d Modificación del equipo de filtrado y discriminación

Otros aparatos que se van a reemplazar son los dos filtros ROCKLAND dobles. Estos son filtros muy versátiles, puesto que pueden ser operados como paso bajas, paso altas o paso bandas, pero resultan sobrados para la aplicación, pues en el PCR se utilizan solo como paso bajas. Además se necesita un mayor número de ellos y se decidió construir 18 filtros más sencillos. Estos filtros quedarán instalados en el mismo espacio en que están colocados los ROCKLAND.

Los demoduladores de canal acelerométrico no van a sufrir modificación, pero el canal 11 que estaba destinado a transmitir características físicas de las EC, como la temperatura del local, el voltaje de las baterías, el voltaje de línea, etc. ya no se va a alambrear en el tablero de señales sígnicas, ya que esas características se pueden inferir de las mediciones de nivel de amplitud y frecuencia de las señales provenientes de todas las EC. De esta manera se tendrá espacio disponible en ese tablero. Los circuitos de compensación de flutter también desaparecerán, ya que las grabadoras-reproductoras AMPEX incluyen esta compensación.

#### 2.1.e Reconfiguración de alambrado

Como el número de entradas y salidas de los tableros variará, se hace necesario intercambiar los tableros de señales de tiempo y de señales multiplexadas.

Aprovechando esta maniobra, las conexiones a los tableros se harán por medio de terminales de tornillo, ya que es una manera flexible para variar, en cualquier momento, su configuración, en contraste con las conexiones soldadas de cada cable como estaba originalmente.

Además hay señales que hacen recorridos muy largos, ocupando espacio en alguno de los tableros, que ahora se necesitan para otras conexiones. Por ejemplo, las señales sismométricas pasan por el tablero de señales multiplexadas y por el de señales sísmicas para registrarse en los tambores después de demoduladas.

Esta trayectoria en un principio fué útil, ya que la conexión con el tambor no era permanente y se podía, en caso necesario, cambiar de tambor.

Pero al aumentar el número de canales cero, aumenta la cantidad de tambores y no hay cupo en los tableros para conservar esta configuración. Por lo tanto estas señales se enviarán a través de un alambrado permanente de la entrada del PCR a los demoduladores de canal cero y directamente a los tambores registradores.

Otra de las configuraciones de alambrado que se modifica es la de las grabadoras. Originalmente una unidad de cinta se conectó a la entrada del PCR y la otra a la salida de los tableros de señales multiplexadas y de señales sísmicas a fin de grabar en línea y fuera de línea simultáneamente.

Las grabadoras se van a reemplazar por equipo nuevo, y al ser conectadas ambas quedarán a la entrada del PCR, pues fuera de línea se podía grabar una cinta archivo, pero se decidió suprimir esta característica por su limitada utilidad. Las demás señales seguirán el mismo recorrido que hasta ahora han realizado.

Por otro lado, al aumentar el número de cables de entrada al PCR debido a la instalación de línea telefónica y a la recepción de las nuevas señales que se mencionan en la sección 2.2, se reorganiza la entrada al PCR con un nuevo tablero de distribución (tablero de entrada), el cual será descrito en el capítulo 3.

En las figuras 2.3, 2.4 y 2.5 se hace la comparación de la organización de los tableros de entrada entre su forma actual y la futura.

## 2.2 - Expansión

En esta sección se describen las nuevas instalaciones, las señales que se adicionan al PCR y la creación de respaldos de señales sismométricas.

### 2.2.a Red telemétrica de El Caracol.

Esta nueva red se construirá en la zona cercana a la cortina de la presa El Caracol, Edo. de Guerrero. Constará de 5 sismómetros instalados dentro de un radio de 100 km; en la actualidad sólo se mantiene en operación un sismógrafo portátil (SPRENGETHER MEQ-800), aproximadamente a 4 km del sitio de la cortina, para observar la actividad regional y local. Los epicentros y magnitudes de los sismos en un radio de 100 km se ha determinado usando la estación arriba mencionada y estaciones regionales operadas por el Instituto de Ingeniería en zonas vecinas.

Cuando la red esté construida será necesario instalar en el PCR de C.U. 5 tambores registradores adicionales. También se ocuparán canales adicionales en la cinta para su grabación.

Las señales de esta red llegarán a C.U. por medio de un radio enlace con repetidora en la EC de Tuxpan.

### 2.2.b Señales adicionales

Con respecto a las señales que provienen de las EC de la red actual, sólo Viveros incrementará el número de canales, pues actualmente cuenta con seis canales derivados de 3 acelerómetros que se completarán a nueve.

Además se recibirá la señal de la EC de Acapulco, que llegará a C.U. a través del cable coaxial proveniente de RESMAC, la red telemétrica que opera el Instituto de Geofísica. La señal del sismómetro de esta estación, en el futuro se enviará al PCR de SISMEX, lo que implica que hay que aumentar un demodulador de canal cero y su respectivo tambor de registro directo. También se ocupará otro canal de la cinta. En la figura 2.6 se presenta, en forma de diagrama de bloques, la nueva configuración de la red.

### 2.2.c Respaldo

Además de transmitir la señal de Acapulco, se proporcionarán a Geofísica las señales sismométricas del Pino, Tonantzintla, Sta. Rita y Tuxpan, que el propio PCR en C.U. se encargará de enviarle. De esta manera existirá un respaldo entre SISMEX y RESMAC.

Se creará además otro respaldo entre el Sismológico de Tacubaya y SISMEX, pues en Tacubaya también quedarán registradas las señales que provienen de El Pino, Tonantzintla, Sta. Rita y Tuxpan.

Cabe aclarar que la red telemétrica de SISMEX es la única que maneja señales acelerométricas y sismométricas ya que las demás solo registran sismométricamente la velocidad vertical del terreno.

### 2.3 Revisión y adquisición de la información referente al equipo

La actualización de la información del equipo existente en una instalación es de suma importancia, ya que ésta se utiliza para la correcta operación del equipo, así como para su mantenimiento.

En esta sección mencionaremos cual es la información que se necesita actualizar, debido a la modificación de la instalación. También apuntaremos cual es la documentación de el equipo de reciente adquisición, que se va a incorporar a la biblioteca.

Las actividades que se realizarán para la reorganización de la información son las siguientes:

- a) actualizar la biblioteca de manuales técnicos
- b) elaborar un manual de proceso de cintas
- c) revisar los manuales de mantenimiento y reparación
- d) revisar o elaborar los dibujos del equipo, diagramas eléctricos y de alambrado

### 2.3.a Actualización de la biblioteca de manuales técnicos

Una relación del equipo y su correspondiente información se presenta en la tabla 2.1. La única información que se presentará en el capítulo 4 a manera de manual técnico, por no aparecer en dicha tabla, es la siguiente:

- 1) sistema grabador-reproductor de cinta magnética AMPEX FR-3020
- 2) filtros paso bajas
- 3) amplificadores de nivel constante
- 4) cargadores de baterías

### 2.3.b Elaboración de un manual de proceso de cinta

Este manual de usuario mostrará los procedimientos a seguir para procesar las cintas que contengan sísmos.

### 2.3.c Revisión de los manuales de mantenimiento y reparación

Con esta tarea se aprovechará la experiencia acumulada en el mantenimiento del equipo.

### 2.3.d Revisión o elaboración de los dibujos y diagramas

La lista de los dibujos del equipo, diagramas eléctricos y de alambrado que se van a incluir en el capítulo 4 se muestra a continuación. Los diagramas que tienen (\*) son revisiones y se agrupan en el apéndice.

- 1) tablero de entrada
- 2) tablero de señales multiplexadas
- 3) tablero de señales sísmicas
- 4) tablero de señales de tiempo
- \* 5) demodulador de canal  $\emptyset$
- \* 6) demodulador de canal acelerométrico
- \* 7) modulador de canal  $\emptyset$
- \* 8) modulador de canal acelerométrico
- 9) filtro paso bajas
- 10) amplificador de nivel constante
- 11) cargador de baterías
- 12) plano de la instalación del PCR
- 13) ubicación del equipo en los gabinetes
- 14) plano de la instalación eléctrica del PCR

TABLA 2.1

EQUIPO	DOCUMENTOS RELACIONADOS	REFERENCIA No.
Radio Transmisores y Receptores	Operation Instructions TFM/RFM 150 Radio Telemetry Equipment, CIR Industries, Inc.	1
	Manuales de Operación y mantenimiento de las instalaciones de SISMEX. Tesis, F.I., U.N.A.M. Alvarez-Cajiga-Fortoul	2
Tambores de Registro directo	Operating Instructions For Model VR1A Direct-Writing Drum Recorder. Kinometrics Inc.	3
	Manuales de...	2

TABLA 2.1 (Cont.)

EQUIPO	DOCUMENTOS RELACIONADOS	REFERENCIA No.
Grabadoras		
Reproductoras	Pemtek mod. 320, Analog Instrumentation Magnetic Tape Recorder. Pemtek, Inc.	4
	Manuales de...	2
	Ampex RF-3020: Operator/System Manual (1802853)	5
	Signal Electronics Manual (1802856)	6
	Ampex FR-3000: Tape Transport Maintenance Manual. (1802854)	7
	Accesorios Manual (1802902)	8
Demoduladores canal sismométrico y canal acelerométrico.	Manuales de...	2
Amplificadores nivel constante.	Se presenta en este trabajo	
Filtros paso bajas.	Se presenta en este trabajo.	
Convertidor A/D	Diseño, Construcción y Programación de un controlador para un conversor A/D. Tesis ESIME IPN Jiménez Her- nández A.	9
	Manual. Technical Multiplexer-Digitizer, mod. MD40, Xerox Data Systems, 1971. (9017536)	10



EQUIPO	DOCUMENTOS RALACIONADOS	REFERENCIAS No.
Procesador	Manuales de...	2
	Technical Manual for the Nova 800. D.G. Corp. 1971 (15-000004-00)	11
Generador de Código de tiempo.	Instruction Manual, mod. 9100 Time code generator (9100-626) Datum Timing Division.	12
	Manuales de ...	2
Lector de Código de tiempo.	Manuales de ...	2
	Instruction Manual, mod. 9200 Time code reader (9200-622) Datum Timing Division	13
Receptor WWV	Operation Manual for Diversity Time Receiver model AR-4 Kinematics, Inc.	14
	Manuales de ...	
Graficador de punta caliente	Manual de Operación Mod. M26DR MFE, Corp.	15
	Manuales de ...	2
Sismómetro	Service Manual Model L-4 Low Frequency Geophone. Mark Products, Inc.	16
	Manuales de ...	
Acelerómetro	Servoacelerómetros Systron-Donner Tipo 4211	17
	Manuales de ...	

EQUIPO	DOCUMENTOS RELACIONADOS	REFERENCIA No.
Monitores de nivel de señal	Technical Manual Monitor Meter Series VU600 Data Check Corp.	18
Monitor de Audio.	Manuales de ...	2
Analizador de Espectros.	Plug-in Spectrum Analyzer Instruction Manual Nelson-Ross Electronics.	19
Pantalla para visualizar gráficas	Instruction Manual Type 611 Storage Display Unit.	20

## CAPITULO 3. REESTRUCTURACION DEL SISTEMA

En los capítulos anteriores se describió, en forma general, la Red Telemétrica y se expusieron los planes de expansión y modernización de SISMEEX.

También se habló de la importancia de la información y se indicaron las actividades que nos conducirán a la actualización y adquisición de la documentación relacionada con los diferentes equipos que se encuentran dentro del PCR de SISMEEX.

En este capítulo expondremos la situación a la que se llegará después de haber realizado las actividades que se enumeraron en el capítulo 2.

### 3.1 Descripción general del sistema

El funcionamiento de la red será básicamente el mismo. En el capítulo 2 se mostró que la diferencia principal está en el alambrado del equipo. También hay otras modificaciones, como la introducción de línea telefónica en el sistema de comunicación y la adquisición de equipo nuevo para el PCR, aunque la configuración, esencialmente no se cambiará.

#### 3.1.a Estaciones de campo

El número de EC y de ER dentro de la red seguirá constante, ya que se elimina SAHOP A (tabla 1.2), pero se recibe la señal de Acapulco.

Como se dijo en el capítulo anterior, habrá algunos cambios en lo que respecta a la distribución de frecuencias de los radioenlaces. En la tabla 3.1 se muestra la nueva organización de la red y en la figura 3.1 su diagrama.

Las EC de Puebla, Viveros, Nonoalco y Hospital ABC aumentan el número de canales en 1, 3, 6 y 3 respectivamente. Tuxpan solo transmitirá un canal.

En lo que respecta al medio de comunicación, Viveros, Nonoalco, Hospital ABC y SAHOP se transmitirán por línea telefónica. La EC de Acapulco es nueva, así como la red de El Caracol.

ESTACION	UNIDAD SENSORA	No. CANALES	CANAL No.	MHz
Tonantzintla	S(1)	1	0	166.875
Puebla	A(3)	10	0,1-9	156.450
Altzomoni	--	10	0,1-9	172.650
Tuxpan	S(1)	1	0	172.650
Mezontepec	--	1	0	173.275
Sta. Rita	S(1)	1	0	166.875
Viveros	A(3)	9	1-9	1. telef.
Nonoalco	A(3)	9	1-9	1. telef.
Hospital ABC	A(3)	9	1-9	1. telef.
SAHOP	A(3)	9	1-9	1. telef.
C.U.	S(1) A(3)	10	0,1-9	cable coaxial
Acapulco	S(1)	1	0	c. coax.
El Pino	S(1)	1	0	156.450

Tabla 3.1 Organización de la red.

### 3.1.b Sistema de comunicación

Como se señaló en el capítulo 2, las señales que llegan de las EC al PCR, además de arribar por medio de radio-enlaces, lo harán por vía telefónica. Con esta nueva estructura se tendrán 2 acometidas de cable coaxial, 6 de los radios y 4 correspondientes al cable telefónico. Todas estas señales convergerán en el tablero de entrada.

### 3.1.c Puesto central de registro

La figura 3.2a muestra la nueva conexión del equipo en el PCR. Su funcionamiento es básicamente el descrito en el capítulo 1.

Las señales sísmicas llegan al tablero de entrada del PCR, donde se distribuyen a los demoduladores de canal cero, a las grabadoras-reproductoras y al tablero de señales multiplexadas, después de amplificarse a un valor estándar de 1 Vrms.

Las señales sísmométricas se grafican en los tambores registradores de la manera descrita en el capítulo 1, solo que ahora la conexión de los tambores con los demoduladores de canal cero es en forma permanente. Se utiliza un generador electrónico para alimentar con 60 Hz, en sincronía con la señal de 100 Hz del GCT, a los motores de los tambores de registro directo (figura 3.2.b).

La grabación de las señales multiplexadas se realiza en las dos nuevas grabadoras; este proceso es igual al descrito en el primer capítulo, pero con el nuevo equipo se cuenta con mayor capacidad de almacenamiento. Todos los canales de la cinta son para grabación directa, 7 de los cuales contienen las señales multiplexadas, 1 el código de tiempo generado, 1 el código del receptor WWV, el último es para control de velocidad y los 18 restantes son de reserva.

Cuando ocurre un sismo hay que procesar la información obtenida. Del tablero de señales multiplexadas se toman las señales para ser demoduladas, filtradas y digitizadas para su análisis. Este proceso de cintas se describe en la sección 4.4.

#### 3.1.d Instalación del PCR

En lo que se refiere a la distribución física del equipo, cambia la ubicación de algunos gabinetes para adecuar su nueva conexión con el resto del sistema, así como a la instalación del equipo recientemente adquirido.

La figura 3.3 muestra la disposición de los gabinetes en el PCR y la distribución del equipo en ellos se muestra en la figura 3.4.

Como se puede observar, en el mismo local está instalada una computadora PRIME COMPUTER, sus periféricos (2 unidades de disco de 80 MB c/1) y un teletipo como consola maestra. Este equipo no se encuentra conectado a SISMEX, aunque se utiliza para procesar acelerogramas obtenidos por él.

La instalación eléctrica del PCR se muestra en la figura 3.5. La línea de entrada es monofásica, pero el equipo instalado se tiene que conectar como en la figura 3.5.a, con el fin de balancear las cargas de las fases de

la planta trifásica SELMEC de emergencia (ref 1).

### 3.1.e Tableros de distribución

Los tableros de entrada, de señales multiplexadas, de señales de tiempo y de señales sísmicas desempeñan la función que se describe en el capítulo 1.

Tablero de entrada. En este tablero están conectados los radio-receptores, los transformadores de línea telefónica y todas las conexiones que proporcionan las entradas y salidas del tablero, por medio de terminales de tornillo.

El flujo de las señales se muestra en la figura 3.6, y en tanto que el diagrama de interconexión se muestra en la figura 3.7, en la tabla 3.1 se identifican las señales.

Tablero de señales multiplexadas. En este tablero están conectadas las señales sísmicas directas y grabadas, para procesarse en los demoduladores y los monitores.

En la figura 3.8 se muestra la distribución de las entradas y salidas del tablero; las conexiones se pueden observar en la figura 3.9.

Tablero de señales de tiempo. A este tablero entran la señal de reloj (generador de código de tiempo) y la señal de la WWV directas y reproducidas. También están disponibles el programa de pulsos y contactos (ppc) del mismo generador, utilizadas en el tablero de señales sísmicas, en los tambores de registro directo de la red de El Caracol y en el lector de código de tiempo (LCT) (figura 3.10). Las conexiones se muestran en la figura 3.11.

Tablero de señales sísmicas. Aquí se reciben las señales sísmicas demoduladas y filtradas que entran al convertidor A/D, las señales de tiempo y las salidas del convertidor D/A para el graficador de punta caliente. Los diagramas de flujo de señal y de conexión se muestran en las figuras 3.12 y 3.13.

## CAPITULO 4. OPERACION DEL EQUIPO

Para obtener un registro confiable de las señales sísmicas se debe revisar diariamente el funcionamiento del equipo que interviene en la grabación y graficación de los datos multiplexados. Además de esta diaria verificación se debe realizar un mantenimiento preventivo, que consiste, básicamente, en la limpieza de las partes expuestas a el uso continuo y la revisión de los ajustes mecánicos y eléctricos. Este mantenimiento se realiza varias veces al año, en forma periódica.

Cuando por alguna razón, el equipo no funciona en forma normal, es necesario realizar la reparación que usualmente implica la compostura o sustitución de las partes que estén fallando.

Finalmente, dentro de la operación del equipo, consideraremos el procesamiento de cintas analógicas que contengan sismos y graficar la información contenida en las cintas digitales.

Las secciones que forman este capítulo son:

- 1) Manuales técnicos
- 2) Revisión diaria en el PCR
- 3) Mantenimiento preventivo y reparación
- 4) Procesamiento de cintas

### 4.1 Manuales técnicos

En la tabla 2.1 se presenta una lista de los manuales disponibles. En esta sección se describen en forma breve, los equipos que por ser de reciente adquisición no aparecen en trabajos anteriores (refs 1 y 2). Así, se considerarán el sistema grabador-reproductor de cinta magnética AMPEX FR3020, los filtros paso bajas, los amplificadores de nivel constante y los cargadores de baterías.

#### 4.1.a Sistema grabador-reproductor Ampex FR3020

Los elementos de la FR3020 pueden dividirse en 2 áreas principales:

- 1) unidad de cinta (FR3000 Tape Transport)
- 2) circuitos de manejo de señal (FR3020 Signal Electronics)

Una descripción detallada de estas partes aparece en las referencias 6 y 7, y a continuación se describe brevemente su funcionamiento.

##### 1) Unidad de cinta (UC)

Esta unidad emplea cintas de 1 pulgada en la que pueden grabarse hasta 28 canales, con el fin de almacenar las señales multiplexadas existentes, tener espacio de reserva para las que lleguen de futuras EC y contar con la posibilidad de grabar simultáneamente la información en forma digital.

Aunque se tiene la posibilidad de poder seleccionar entre 7 velocidades, para grabar señales sísmicas solo se usará la de 15/16 ips para obtener un tiempo de grabación prolongado. Además, para reducir el desgaste de las cabezas se evita el uso de cualquier alta velocidad, ya sea hacia adelante o hacia atrás.

La UC instalada en el PCR cuenta con las siguientes opciones:

- Un contador de cinta (footage counter) que también controla un movimiento cíclico entre 2 puntos predeterminados.
- Un circuito para lograr la operación secuencial de las dos grabadoras.

La UC tiene, además, los siguientes circuitos de control (figura 4.1):

Lógica de control. Controla funciones de la UC, tales como la detección de fin de cinta, de falla de energía, de ruptura de la cinta, de cinta fuera de trayectoria y de movimiento cíclico, además de generar la señal de secuencia.



Control de carretes. Los carretes para la cinta son controlados por servomotores. La acción de servocontrol de la tensión de la cinta se hace mediante señales generadas por sensores contenidos en la cámara de vacío, que aísla las cabezas y el capstan de disturbios en la tensión de la cinta.

Control de capstan. La velocidad de la cinta es controlada por un capstan, movido por un servomotor, cuyo funcionamiento depende de la comparación con una referencia de un oscilador de cristal. Este servocontrol reduce el error de velocidad (flutter).

Fuentes de poder y reguladores. De éstos se obtienen  $+5V$  y  $+12V$  que alimentan a los circuitos lógicos que controlan la UC. La fuente principal proporciona energía a los servomotores del capstan y los carretes.

## 2) Circuitos de manejo de señal (CMS)

Estos circuitos procesan la señal de entrada antes de ser grabada en cinta magnética. También la señal contenida en cinta para convertirla a su forma original (figura 4.2). Intervienen 5 clases de circuitos, que son:

### 1) Electrónica de uso común:

- cabezas
- fuentes de polarización
- mezcladores
- preamplificadores

Se usan en conjunción, para los amplificadores de señal directa (es la que se utiliza en SISMEEX), de FM, etc.

### 2) Fuentes de poder y reguladores

Estos proporcionan potencia y voltaje de referencia para las tarjetas de los CMS (figura 4.3).

### 3) Electrónica de señal directa

Estos circuitos producen corriente en las cabezas de grabación, que es análoga a la frecuencia y amplitud de la señal de entrada. Durante la reproducción, el amplificador de reproducción amplifica e iguala la señal de la cabeza reproductora, entregando una señal de salida que es igual a la señal original de entrada (figura 4.4). Las señales sísmicas grabadas en el PCR son grabadas de esta manera.

### 4) Electrónica de señal FM

Esta forma de grabación no es usada en las UC del PCR.

### 5) Circuitos de mal funcionamiento y switch de velocidad

Hay líneas de detección conectadas a la fuente de polarización, el comando de grabación de la UC y a cada módulo de circuitos. Si hay un desperfecto en alguna línea, un indicador (led) "parpadea" para indicarlo.

El switch de velocidad controla la selección de los elementos sensibles a la velocidad.

#### 4.1.b Filtros paso bajas

Estos filtros, diseñados y construidos en el Instituto de Ingeniería, junto con los demoduladores se utilizan para recuperar las señales sísmicas originales que provienen de las EC.

Como las frecuencias de las señales sismométricas y acelerométricas no son mayores de 50 Hz, se han fijado 4 frecuencias de corte: 4, 8, 15 y 30 Hz, que pueden elegirse con un selector. Además se cuenta con una posición neutra del selector de frecuencia de corte, en la cual no hay filtrado.

Estos circuitos tienen 2 valores de ganancia (0dB y 40dB) que se pueden seleccionar con otro selector (figuras 4.6 y 4.7)

#### 4.1.c Amplificadores de nivel constante

Estos circuitos son controles automáticos de ganancia (CAG) que, independientemente del nivel de entrada, proporcionan una salida constante en amplitud.

Como las grabadoras/reproductoras AMPEX FR3020 requieren un nivel de entrada de la señal de 1 Vrms, los CAG proporcionan como máxima amplitud de entrada a las grabadoras, ese valor. También se emplearán al reproducir cintas en la grabadora/reproductora PEMTEK, para evitar reajustar esta unidad.

Al reproducir cintas, ya sea en las AMPEX o en las PEMTEK, se usan estos CAG para variar la amplitud de la señal que entra al demodulador. Por esta razón los CAG tienen 4 salidas ajustables entre 0 y 20 V (fig 4.8 y 4.9).

Para una información más completa consultar el informe correspondiente. (Proyecto 1747).

#### 4.1.d Cargadores de baterías

Estos circuitos se diseñaron y construyeron en el Instituto de Ingeniería. Son utilizados, principalmente, en las EC, pero también se emplean en el PCR para cargar la batería que alimenta a el GCT (reloj) y como fuente de poder para los radio receptores.

Son tres tipos diferentes de cargadores, pero totalmente intercambiables entre ellos.

Tipo 1: Salida (nominal) +12 V a 1 A  
ajustable entre 10 y 14 V

Tipo 2: salida (nominal) +12 V a 3 A  
-12 V a 1 A  
ajustable entre 10 y 14 V

Tipo 3: salida (nominal) +12 V a 3 A  
-12 V a 1 A  
no ajustable

Los tres tienen protección contra descargas atmosféricas (figuras 4.10, 4.11 y 4.12).

#### 4.2 Revisión diaria en el PCR

La grabación y graficación de las señales sísmicas deben ser continuas, por lo tanto el equipo en las EC y en el PCR tienen que trabajar sin interrupción. Para alcanzar este objetivo se realiza la rutina que se presenta a continuación:

- a) verificar las EC monitoreando las características de las señales
- b) verificar el funcionamiento de las grabadoras/reproductoras
- c) verificar el funcionamiento del reloj
- d) verificar el funcionamiento de los tambores
- e) verificar el funcionamiento de los demoduladores de canal cero.

A continuación se describe cada una de las operaciones.

##### 4.2.a Verificación del funcionamiento de las EC

- 1) Nivel de amplitud. El nivel de amplitud se observa en el osciloscopio. La señal multiplexada se toma del tablero de señales multiplexadas y en el osciloscopio se debe tener una señal dentro del rango de  $4 V_{pp}$  a  $100 mV_{pp}$ .
- 2) Presencia de señal. Para determinar la presencia de señal se recurre al monitor de audio y/ o al analizador de espectros. Se debe escuchar un tono agudo, en el monitor de audio, cuando hay señal multiplexada. Para verificar la presencia de todos los canales utilizamos el analizador de espectros, para visualizar el número de señales (una por canal) que contiene cada multiplex.

Con la señal de audio se puede detectar si hay alguna interferencia.

- 3) Frecuencia correcta. La verificación de la frecuencia se realiza con el frecuencímetro. Esta es la tarea que se lleva más tiempo, puesto que se mide la frecuencia de cada canal y existen 57 canales en total.

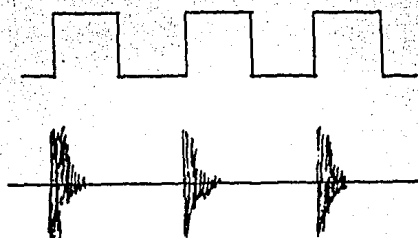
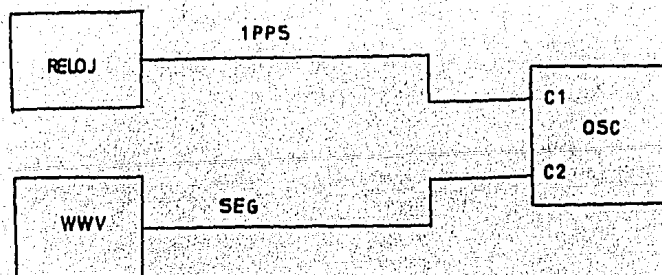
#### 4.2.b Verificación del funcionamiento de las grabadoras-reproductoras.

- 1) Velocidad de la cinta. Revisar que las unidades tengan seleccionada la velocidad más baja.
- 2) Carrete de la cinta. Revisar que la cinta no tenga daño físico evidente y que quede una cantidad utilizable.
- 3) Nivel de reproducción. Este valor se lee en los medidores serie VU600 que están en el mismo gabinete de las unidades de cinta. El nivel estándar es de 1 Vrms.

#### 4.2.c Verificación del funcionamiento del reloj

- 1) Receptor WWV. En este receptor se escucha la hora, minuto y segundo correspondiente, para compararlos con el tiempo que marca el reloj. La hora y el minuto son señales de voz acompañadas de un tono para señalar el minuto exacto. El segundo es un sonido de "TIC".
- 2) Revisar día. Aquí simplemente se coteja que el número de día del sísmograma anterior y del actual sean consecutivos.
- 3) Sincronización del reloj. Cuando por algún motivo el reloj se encuentre adelantado o atrasado con respecto al tiempo de la WWV, es necesario calibrarlo de la siguiente manera:

Se conectan los instrumentos como se muestra en el siguiente diagrama, y se observa en el osciloscopio, en forma simultánea, la salida del reloj y la señal de radio.



Canal 1: señal del reloj

Canal 2: señal de la WWV (seg)

Para ajustar los segundos se debe presionar el control ADVANCE o RETARD (según exista atraso o adelanto) del reloj, hasta que la marca correspondiente coincida con el flanco positivo de cada pulso de reloj. En la referencia 1 se detalla el procedimiento de sincronización.

#### 4.2.d Verificación del funcionamiento de los tambores.

- 1) Cambio de papel, revisión de la tinta y las plumillas. El cambio de papel se debe realizar diariamente, porque la longitud de la hoja es la justa para graficar 24 hrs. La señal dibujada debe aparecer todo el tiempo por lo que es necesario que haya tinta en el depósito que alimenta a la plumilla, ésta debe estar siempre limpia para que fluya libremente la tinta. Además el grueso de la línea debe ser apropiado, por lo que las plumillas se deben conservar con una punta fina.
- 2) Sismogramas. Como las gráficas que se obtienen son muy importantes, se debe cuidar que las marcas de tiempo aparezcan correctamente y que la velocidad del tambor sea la apropiada.

#### 4.2.e Verificación del funcionamiento de los demoduladores de canal cero

- 1) Presencia de subportadora. Los indicadores de subportadora deben estar encendidos para comprobar que hay señal sismométrica.
- 2) Ajuste de la frecuencia o la alimentación. En caso de que haya algún error en la graficación, se deberá revisar la frecuencia y la alimentación al demodulador correspondiente. En caso de que alguna de las dos no sea correcta, se procederá a realizar su ajuste (ref 1).

En caso de encontrar alguna falla al efectuar alguno de los puntos anteriores, recurra a la tabla 4.1 o consulte los manuales de mantenimiento (tabla 2.1).

F a l l a	Posible causa	Acción a tomar
1. No funcionan los motores	.falta la alimentación de $\pm 12V$ .falta alimentación de 60 Hz	revisar cargadores y sustituir sustituir tarjetas de 60 Hz
2. El GCT se apaga al fallar la energía Comercial	.falta alimentación de $\pm 12V$ .fusible quemado o mal colocado	revisar cargador y sustituir revisar porta fusible y/o cambiar
3. Un receptor no entrega señal	.estación transmisora dañada .radio dañado ."squelch" muy alto	realiza visita y corregir sustituir ajustar al nivel correcto
4. Una plumilla de registro descentrada	.plumilla floja al pivote .falla de voltaje de alimentación (+12V) ."offset" muy alto del demodulador respectivo	apretar verificar y corregir  ajustar
5. Las marcas de tiempo desaparecen	.cable de conexión dañada .el control de posición de la plumilla en un extremo	revisar y sustituir o reparar ver inciso 4
6. No avanza el impulsor de la plumilla	.motor dañado .amplificador de potencia dañada .capacitor de defasaje dañado	cambiar cambiar cambiar
7. El tiempo se corre en el GCT	.bajo nivel de voltaje en la alimentación	ver inciso 2

TABLA 4.1



### 4.3 Mantenimiento preventivo y reparación

En las secciones 4.3a, b, c, y d se describe brevemente el mantenimiento preventivo del equipo considerado en la sección 2.1, y se dan referencias para el mantenimiento preventivo completo y la reparación del equipo instalado en el PCR.

En la sección 4.3.e se hace una lista de los datos que deben quedar registrados al hacer una reparación.

#### 4.3a Grabadora-reproductora AMPEX FR3020

La frecuencia con que debe efectuarse la limpieza de la unidad de cinta depende de la cantidad y el tipo de cinta usada, el tiempo de operación y la limpieza del medio ambiente.

El alineamiento de los circuitos de manejo de señal y la desmagnetización de las cabezas solo se realizarán si, después de verificar su funcionamiento, se concluye que es necesario.

Cada vez que se coloque la cinta, la superficie de las cabezas, el capstan y las guías deberá de estar libre de óxido de la cinta y de polvo.

Una buena indicación de que las cabezas están sucias y necesitan limpieza es cuando la respuesta en alta frecuencia decae o la señal desaparece. Si la respuesta en alta frecuencia se pierde o la distorsión de 2a. armónica aumenta, probablemente conviene desmagnetizar las cabezas.

La siguiente tabla muestra el mantenimiento preventivo recomendado:

limpiar toda la unidad de cinta	antes de cada grabación
limpiar el <u>capstan</u>	antes de cada grabación
limpiar el limpiador del <u>capstan</u>	cuando sea necesario
limpiar las cabezas	antes de grabar un carrete de cinta completo o cuando se pierde la señal en la reproducción
desmagnetizar cabezas	cuando sea necesario
limpiar guías del aire	" " "
limpiar cámara de vacío	" " "
limpiar guías de la cinta	" " "
limpiar compresor de aire	cada 6 meses o cuando sea necesario
limpiar filtro	cada 6 meses o cuando sea necesario

Para una descripción detallada de estas tareas consultar la sección 9 de la referencia 5, tabla 2.1.

#### 4.3.b, c y d Filtros paso bajas, amplificadores de nivel constante, y cargador de baterías.

Mantenimiento y reparación. Únicamente será necesario realizar estas operaciones cuando el circuito deje de funcionar satisfactoriamente.

Para el resto del equipo consultar las referencias de la tabla 2.1.

#### 4.3.e Bitácora

A continuación se listan los eventos que deben ser anotados en la bitácora después de realizar cualquier reparación.

##### 1) Ajuste del reloj

- a. retraso o adelanto en ms
- b. retraso o adelanto respecto a la WWV

- c. tolerancia a la que fué ajustado +/- ms
  - d. fecha y tiempo universal (UT)
  - e. nombre del técnico
  - f. cualquier cambio en el UT de la WWV
- 2) Cambio de plumillas en los tambores registradores
- a. estación
  - b. causa del cambio
  - c. fecha y UT
  - d. nombre del técnico
- 3) Llenado de los depósitos de tinta de los tambores registradores
- a. estación
  - b. niveles de tinta encontrados
  - c. fecha y UT
  - d. nombre del técnico
- 4) Cambio de motores de los tambores registradores
- a. estación
  - b. causa del cambio o reparación
  - c. número de serie de los motores cambiados
  - d. tipo de motor cambiado o reparado
  - e. tiempo aproximado fuera de servicio
  - f. fecha y hora en que se reanudó la operación
  - g. fecha y UT
  - h. nombre del técnico
- 5) Reparación o cambio de componentes en las grabadoras
- a. grabadora
  - b. causa de la reparación o cambio
  - c. tiempo aproximado fuera de servicio y consecuencias
  - d. si existe respaldo, indicar si está en tambor o en otra grabadora
  - e. tipos y números de serie de los componentes utilizados
  - f. fecha y hora en que se reanudó la operación o la grabadora quedó reparada.

- g. fecha y UT
  - h. nombre del técnico
  - i. causas probables de la falla
- 6) Cambio o ajuste de los demoduladores de canal cero
- a. estación
  - b. motivo del cambio o ajuste
  - c. número de los demoduladores intercambiados
  - d. fecha y UT
  - e. nombre del técnico
- 7) Cambio de la atenuación, en los tambores de registro
- a. estación
  - b. motivo
  - c. valores de la atenuación, antiguo y nuevo
  - d. fecha y UT
  - e. nombre del técnico
- 8) Cambio de tambor o de pista en las grabadoras
- a. estación
  - b. motivo
  - c. número de tambor o de pista, original y nuevo
  - d. fecha y UT
  - e. nombre del técnico
- 9) Cambio de ganancia o de modulador en las estaciones sismométricas
- a. estación
  - b. motivo
  - c. si hubo cambio o modificación
  - d. número de las tarjetas cambiadas, antigua y nueva
  - e. valor de la ganancia anterior y actual
  - f. fecha y UT.
  - g. nombre del técnico

- 10) Instalación o retiro de filtros o amplificadores
  - a. estación
  - b. motivo
  - c. tipo de filtro o amplificador usado
  - d. frecuencia de corte o ganancia usadas
  - e. a que equipo afecta, tambores o grabadoras
  - f. donde fue conectada, al múltiplex o a la señal demodulada
  - g. fecha y UT
  - h. nombre del técnico
  
- 11) Cualquier otro acontecimiento o modificación que se considere de importancia, debe registrarse anotando el mayor número de datos, con el objeto de poder evaluar posteriormente las consecuencias.

#### 4.4 Manual del usuario para procesar cintas

En la figura 4.14 se muestra el diagrama de flujo para procesar la información contenida en cinta magnética analógica.

##### 4.4.a Inicio

El proceso comienza al cargar la cinta que contiene el evento en la reproductora de cintas (AMPEX o PEMTEK) y el disco magnético con los programas correspondientes.

También se tiene que conectar el equipo necesario por medio de los tableros (fig 4.15) y verificar ciertos ajustes. En seguida se realizan las siguientes operaciones:

- 1) Localizar la cinta que contenga el sismo.
- 2) Colocar la cinta en la grabadora-reproductora correspondiente.
- 3) Conectar el LCT a la reproductora respectiva.
- 4) Buscar el principio del sismo, de acuerdo con la hora de ocurrencia, que se lee en el LCT.
- 5) Cinco o diez minutos antes del evento se verifica la grabación de todos los canales con el monitor de radio, el analizador de espectros y el frecuencímetro.

- 6) Conectar los canales cero a la caja de demoduladores A.
- 7) Conectar los múltiplex a el resto de las cajas demoduladoras.
- 8) Verificar todas las demodulaciones con el graficador de punta caliente y el osciloscopio.
- 9) Ajustar el cero de los demoduladores con el galvanómetro que está en el tablero de señal sísmica.

Como son más canales que tarjetas demoduladoras, los incisos 7, 8 y 9 se tendrán que repetir varias veces hasta que se haya verificado y ajustado todos los canales.

- 10) Volver a conectar los múltiplex a los demoduladores para comenzar a procesar la información contenida en éstos.
  - 11) Seleccionar la ganancia y la velocidad del papel en el graficador de punta caliente
  - 12) Anotar la distribución de los canales.
  - 13) Encender la computadora. Girar la llave POWER de la consola maestra hacia ON (fig 4.16).
  - 14) Encender la unidad de disco. Girar la llave POWER de esta unidad hacia ON (fig 4.17).
  - 15) Instalar el disco SISMEX en la unidad DPØ, con el selector LOAD/RUN en posición LOAD (fig 4.17).
  - 16) Una vez instalado el disco, el selector LOAD/RUN debe cambiarse a la posición RUN.
  - 17) Los selectores DATA ADDRESS del procesador debe tener un valor de 100033<sub>g</sub> para seleccionar la unidad de disco (fig 4.16).
  - 18) Al encender el indicador READY de los discos, se oprimen los interruptores RESET y PROGRAM LOAD del procesador (fig 4.17).
- Si el indicador CHECK de los discos se enciende, se debe suspender toda la acción y avisar al encargado de mantenimiento.

- 19) En el teletipo aparecerá lo siguiente:

FILENAME ?

Si no aparece esta palabra, el disco se tiene que volver a cargar. Primero se activa el interruptor STOP RESET del procesador y luego el selector LOAD/RUN se coloca en LOAD, después se coloca el selector LOAD/RUN en RUN nuevamente. Se ejecutan los puntos 17, 18 y 19.

20) Una vez que tiene FILENAME ?, se oprime la tecla RETURN. En el teletipo aparecerá la siguiente:

RDOS REV. 3.02  
DATE (M/D/Y)?

21) Escribir el mes/día/año y oprimir RETURN. En el teletipo aparecerá:

TIME (H:M:S) ?

22) Escribir hora/minuto/segundo y oprimir RETURN. En el teletipo aparecerá una letra R.

#### 4.4.b Digitización

Esta sección describe los pasos para realizar la conversión A/D.

23) Escribir el comando DIGITIZA.

R  
DIGITIZA

La máquina imprimirá el siguiente listado:

Mes/ Día/ Año Hora: Min: Seg

NO FILES MATCH SPECIFIER, FILE: CHAN\_\_\_\_\_

Mes/ Día/ Año Hora: Min: Seg

TENSIONES MAXIMAS ACEPTADAS SIN RECORTAR (+ -) 1.28 V

FAVOR DE RESPONDER CON NUMEROS ENTEROS Y

OPRIMIR LA TECLA "RETURN" PARA DELIMITAR EL VALOR.

DELTA T, EN MULTIPLOS DE 0.010 SEG. (A)

CANAL FINAL: (B)

# PUNTOS / CANAL: (C)

INDIQUE LA FORMA DE INICIAR LA DIGITIZACION:

(0) INMEDIATAMENTE

(1) ANALOGICAMENTE

(2) CRONOLOGICAMENTE

SU SELECCION, POR FAVOR: (D)

En los espacios A, B, C y D el usuario debe contestar lo siguiente:

(A) de acuerdo a la frecuencia de muestreo deseada

(B) el último canal del convertidor A/D que va a ser usado

(C) de acuerdo a la frecuencia de muestreo seleccionada y a la duración del evento.

(D) el modo de inicio de la conversión A/D:

(0) la digitización se inicia de inmediato. Se usa generalmente para pruebas

(2) la digitización se inicia de acuerdo a un valor de tiempo deseado.

Es el más usado

Al seleccionar (2) la continuación del listado es:

INDIQUE EL TIEMPO DE INICIO:

MIN (E)

SEG (F)

Donde:

(E) el minuto en que se desea iniciar

(F) el segundo en que se desea iniciar

Antes de dar RETURN para que se inicie la digitización, se ejecutan los siguientes pasos:



- 24) Se inicia la reproducción de la cinta correspondiente aproximadamente dos minutos antes del tiempo programado con (E) y (F).
- 25) Se verifican las conexiones y se enciende el LCT en posición 0 ERROR.
- 26) Un minuto antes del tiempo programado, se enciende el graficador de punta caliente. Comprobar la presencia de las marcas de tiempo.

Es conveniente anotar en el registro la hora correspondiente a las marcas de tiempo.

- 27) Al faltar 10 segundos para iniciar la digitización, el LCT se coloca en el modo ∞ ERROR.
- 28) Se oprime la tecla RETURN en el teletipo. Con esto la digitización se inicia en el instante programado.

Vigilar el funcionamiento de la grabadora-reproductora para evitar que haya variaciones en la velocidad de la cinta.

- 29) Al terminar la digitización, la máquina imprimirá:

TODO OK. # RECORDS = (G)

STOP

Mes/ Día/ Año                      Hora: Min: Seg

# CANALES (H)

# PUNTOS/ CANAL (I)

DELTA T (SEG) (J)

FECHA DE GRABACION (K)

FECHA DIGITIZACION (L)

GANANCIA (M)

STOP

Mes/ Día/ Año                      Hora: Min: Seg

R

Donde:

- (G) sectores del disco utilizados
- (H) canales digitizados
- (I) idem (C)
- (J) idem (A)
- (K) fecha del evento
- (L) fecha en que se procesa la información
- (M) ganancia que proporciona el programa (generalmente 8)

#### 4.4.c Graficación y verificación de la digitización

Para obtener una buena gráfica es conveniente tener primero el reporte estadístico.

30) Para preparar la impresora se encienden los siguientes interruptores:

El interruptor POWER se coloca en posición ON, al encender el led READY el selector ON LINE/OFF LINE se oprime en la dirección ON LINE.

31) Se pide el reporte con el comando REPORTE:

```
R
REPORTE
ARCHIVO (N)
```

Donde el usuario responderá lo siguiente:

(N) Nombre del archivo, que puede ser CHAN00, CHAN01, etc., después de imprimir el reporte de CHAN00 vuelve a solicitar otro archivo, se pide el CHAN01, después de escribirlo pide otro y así sucesivamente hasta terminar con todos los archivos que se soliciten. Para terminar se dan 2 espacios cuando se solicita otro ARCHIVO.

El formato del reporte que se obtiene en la impresora es el siguiente:



ARCHIVO PARA GUARDAR LA GRAFICA

(O)

# ARCHIVOS A GRAFICAR (P)

TAMAÑO DE EJE X (Q)

X INICIAL (R)

INC X (S)

TAMAÑO DEL EJE Y (I)

Y INICIAL (U)

INC Y (V)

CUANTOS DECIMALES (W)

ARCHIVO A GRAFICAR

(AA)

FIN

STOP

R

Donde:

- (O) cualquier nombre diferente a \$PLT, para seleccionar la pantalla
- (P) número de archivos que se deseen
- (Q) el que se elija, para la pantalla es 8
- (R) a (W) los más convenientes, de acuerdo con los valores del reporte obtenido
- (AA) nombre del archivo: CHAN00, CHAN01, etc., esta última petición se repite el número de veces que valga (P)

Con el reporte y la gráfica en esta forma se decide si la digitización fué buena. Si ésta fué aceptable, se procede a graficar en el papel.

35) Preparar el graficador (PLOTTER) con los siguientes controles:

Control	Posición
POWER	ON
PEN	REMOTE
CHART AXIS	PLOT
PEN AXIS	PLOT

Con estas indicaciones el indicador READY del PLOTTER debe encender.

Antes de obtener la gráfica definitiva, se cambia de nombre a los archivos creados (CHAN00, CHAN01, etc.).

36) Se escribe el comando RENAME.

```
R
RENAME CHAN00 (AB)
R
RENAME CHAN01 (AC)
```

Donde:

(AB) y (AC) son los nombres nuevos de los archivos, con la siguiente estructura:

XXXYYZZO

XXX- día  
 YY- hora  
 ZZ- estación y canal  
 O - opcional para diferenciar dos eventos

Se procede de esta manera hasta cambiar el nombre a todos los archivos que se van a guardar. Al terminar, se grafica en papel.

37) Para obtener la gráfica en papel se repite el inciso 34, pero en (O) se escribe \$PLT para seleccionar el graficador. En (AA) se escribe el nuevo nombre del archivo.

#### 4.4.d Almacenamiento en cinta digital

Al tener la gráfica y el reporte correctamente, se hace la transferencia de disco a cinta de los archivos creados.

38) Encender la unidad de cinta (fig 4.17).

- 39) Colocar la cinta, con el anillo de protección y con el botón OVERRIDE de la unidad, hacia afuera.
- 40) Una vez asegurada la cinta se oprime el control LOAD.
- 41) Se oprime el botón FORWARD hasta que se encuentre el inicio de la cinta.
- 42) Se oprime el botón REMOTE. La cinta está lista para grabar.
- 43) Se inicializa la unidad de cinta, escribiendo el siguiente comando en el teletipo.

```
R
INIT MTØ
```

- 44) Mediante el comando XFER se hace la transferencia.

```
R
XFER (AD) MTØ: (AE)
R
XFER (AF) MTØ: (AG)
```

Donde:

(AD) y (AF) idem (AB) y (AC), inciso 29

(AE) y (AG) número de los archivos consecutivos en la cinta (ØØ, Ø1, etc). Se procede de esta manera hasta transferir todos los archivos. Poner una etiqueta, con los nombres de los archivos originales sobre el carrete de la cinta.

Es conveniente leer la cinta (veáse comando LOAD) para comprobar que toda la información fué grabada correctamente. Si hubo algún error, se tendrá que volver a grabar, si no, se borran los archivos que se escribieron en disco, quedando éste listo para otra digitización. Si varios de los archivos quedan mal grabados, se vuelven a grabar en otra parte de la cinta.

Si ya no hay más canales o eventos que convertir, se da por terminado el proceso.

45) Despedir la cinta (MTØ) y el disco (DPØ), con los siguientes comandos:

```
R
RELEASE MTØ
MTØ RELEASED
RELEASE DPØ
MASTER DEVICE RELEASED
```

46) Se oprime el botón de UNLOAD en la unidad de cinta

47) Colocar el selector LOAD/RUN de la unidad de disco en LOAD.

48) Se quita la cinta de la unidad y se almacena.

49) Se quita el disco de la unidad y se guarda.

50) Se apaga todo el equipo.

Comandos DUMP y LOAD.

Para grabar varios archivos de disco en un solo archivo de cinta se utiliza la siguiente instrucción:

DUMP/A/V MTØ : (AH) (AI)

Donde:

(AH) nombre del archivo en la cinta

(AI) nombre de los archivos que se grabarán como un solo bloque en la cinta

Para grabar en disco un archivo de la cinta, se emplea:

LOAD/A/V/N MTØ: (AJ)

Donde:

(AJ) número del archivo en la cinta

La máquina imprimirá un listado de lo que se carga en disco.

#### 4.4.e Instrucciones para graficar

Los archivos creados durante la graficación con la instrucción GRAFVARC, pueden ser almacenados en cinta magnética digital. Estos archivos se grafican directamente al graficador y/o a la pantalla TEKTRONIX de la siguiente manera:

- 1) Encender la computadora. Girar la llave POWER de la consola maestra a la posición ON (fig 4.16).
- 2) Encender la unidad de cinta. Mover la palanca de POWER hacia la posición ON y oprimir el botón de POWER (fig 4.17).
- 3) Colocar el interruptor de densidades de la unidad de cinta en alta densidad y el selector de unidad de cinta en  $\emptyset$
- 4) Montar la cinta en la unidad, con el botón OVERRIDE hacia afuera.
- 5) Cargar la cinta, oprimir el botón LOAD y el botón FORWARD. En este paso se localiza la parte inicial de la cinta.
- 6) Oprimir el botón REMOTE.
- 7) Encender la unidad de disco. Girar la llave POWER de esta unidad hacia la posición ON (fig 4.17).
- 8) Repetir del inciso 15 al 22 de la sección 4.4.a.
- 9) Inicializar la unidad de cinta, escribiendo la siguiente instrucción:



R  
INIT MTØ  
R

Ya se está en condiciones de empezar a trabajar.

a. Transferencia de información al osciloscopio

10) Verificar que el osciloscopio esté conectado a la computadora y encenderlo.

11) Graficar en el osciloscopio mediante la instrucción siguiente:

R  
VISUALIZA MTØ: (A)

Donde:

(A) es el número de la gráfica (0, 1, 2, 3, ... n)  
n es el número de la última gráfica

b. Transferencia de información al graficador

12) Preparar el graficador (PLOTTER) con los siguientes controles:

Control	Posición
POWER	ON
PEN	REMOTE
CHART AXIS	PLOT
PEN AXIS	PLOT

Con estas condiciones el indicador READY del PLOTTER debe encender.

13) Graficar en el PLOTTER mediante la siguiente instrucción:

R  
XFER MTØ: (B) \$PLT

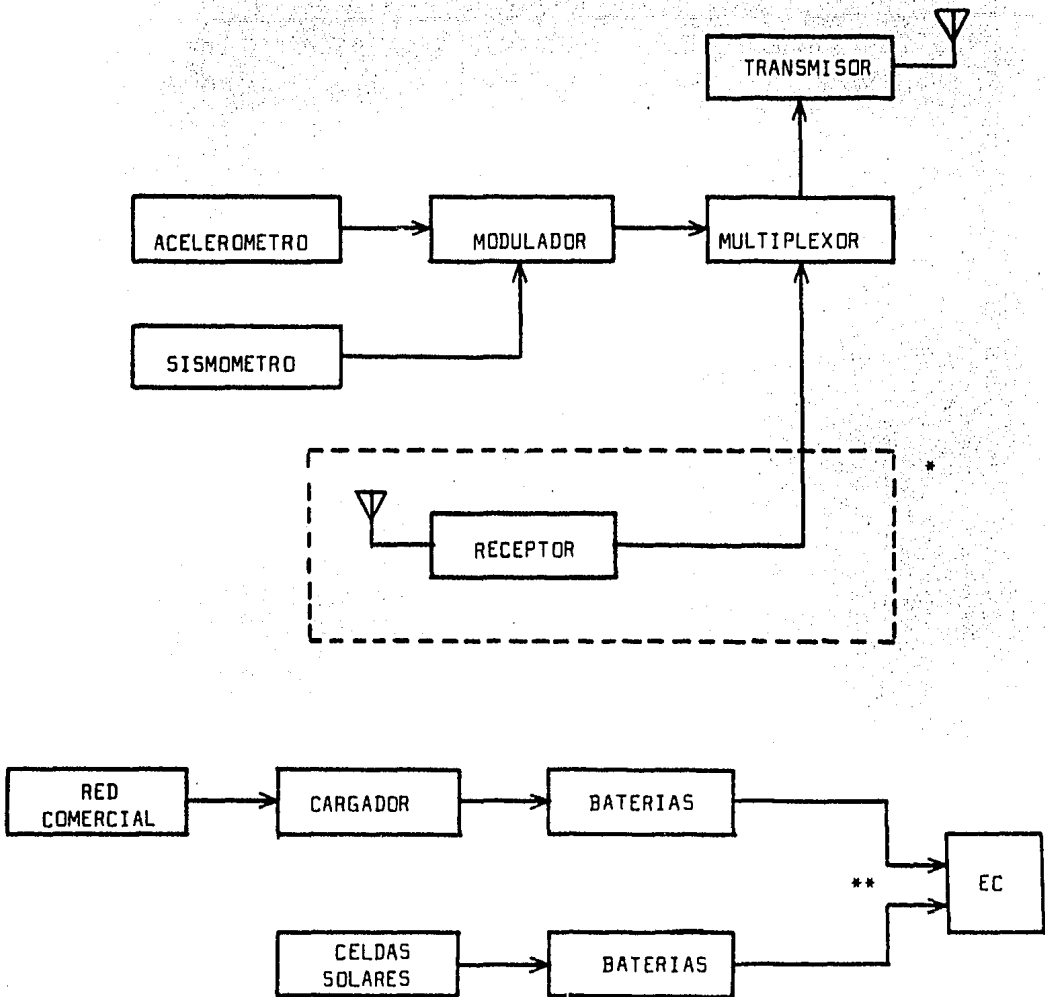
Donde:

(B) idem (1) inciso 11

Nota: Si se desea detener la graficación en el caso (a) o (b), se tienen que oprimir las teclas CTRL y A simultáneamente. Para empezar a graficar de nuevo se repite el inciso 11 ó 13, según sea el caso.

Una vez terminada la graficación, se apaga el equipo repitiendo del inciso 45 al 50 de la sección 4.4.d.

**DIBUJOS, DIAGRAMAS DE BLOQUE Y ELECTRICOS**



\* Se usa en el caso de las estaciones repetidoras

\*\* Se emplea uno de los dos sistemas según la disponibilidad de energía eléctrica

FIG 1.1 Diagrama de bloques de una EC.

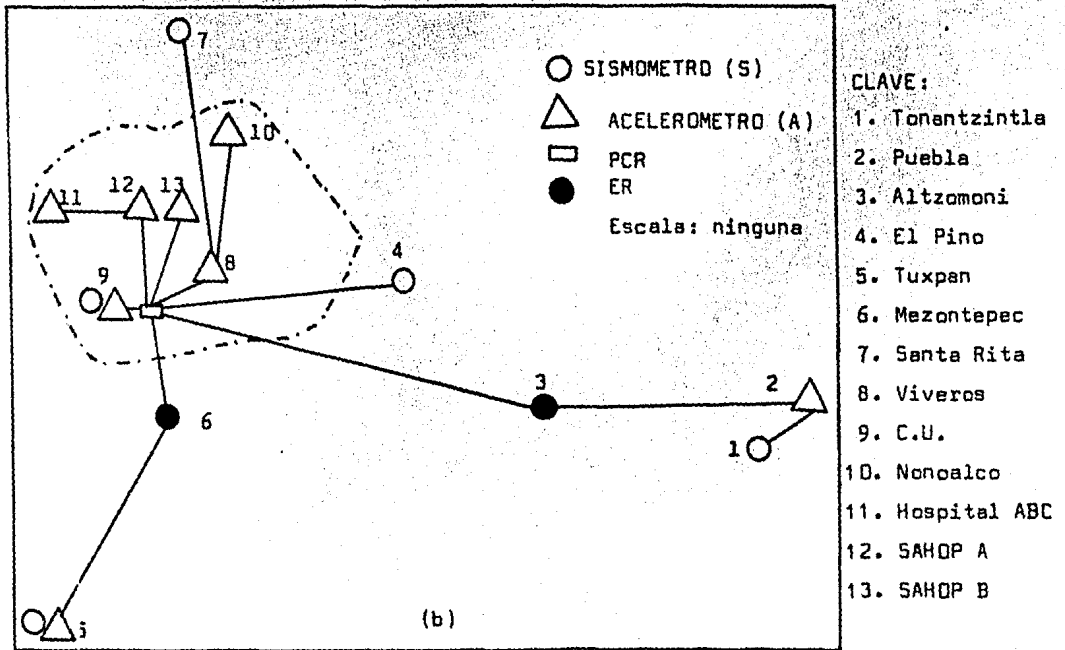
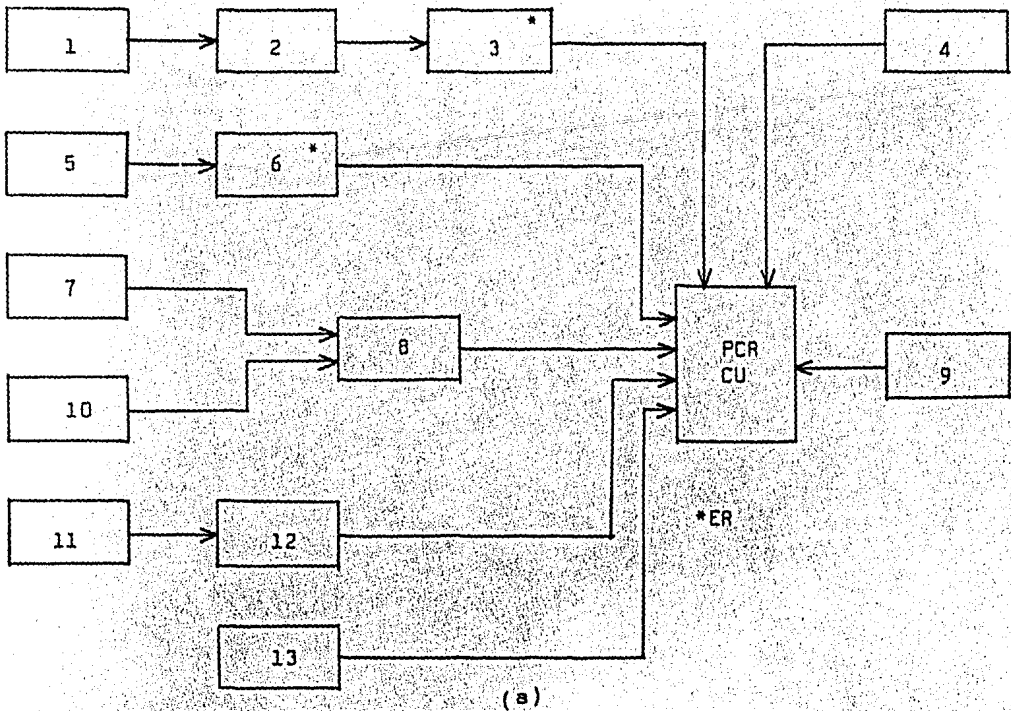
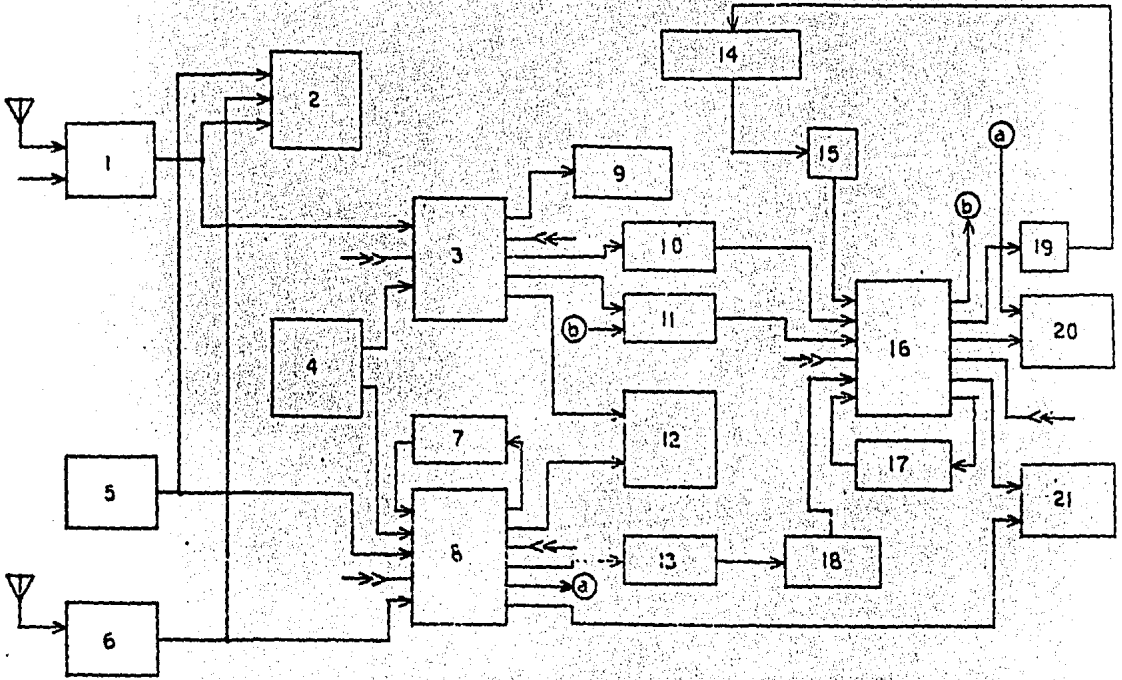


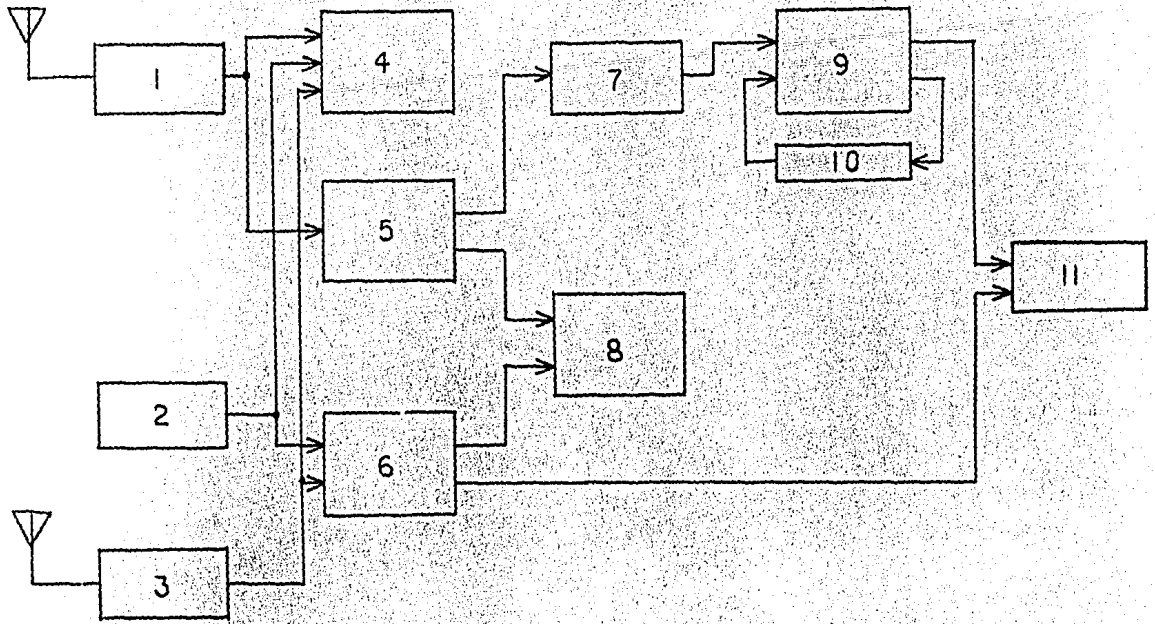
FIG 1.2 a) Diagrama de bloques de la Red Telemétrica. b) Distribución de las estaciones en SISMEC.



## CLAVE:

- |                                     |                                       |
|-------------------------------------|---------------------------------------|
| 1. receptores                       | 12. grabadora B                       |
| 2. grabadora A                      | 13. demodulador con comp. de flutter  |
| 3. tablero de señales multiplexadas | 14. procesador                        |
| 4. reproductora                     | 15. convertidor D/A                   |
| 5. generador de código de tiempo    | 16. tablero de señales sísmicas       |
| 6. receptores WWVB y WWV            | 17. filtros paso bajas                |
| 7. lector de código de tiempo       | 18. booster y compensación de flutter |
| 8. tablero de señales de tiempo     | 19. convertidor A/D                   |
| 9. monitor de audio                 | 20. tambores de registro directo      |
| 10. demoduladores de canal D        | 21. graficador de punta caliente      |
| 11. demoduladores A,B,C,D           |                                       |

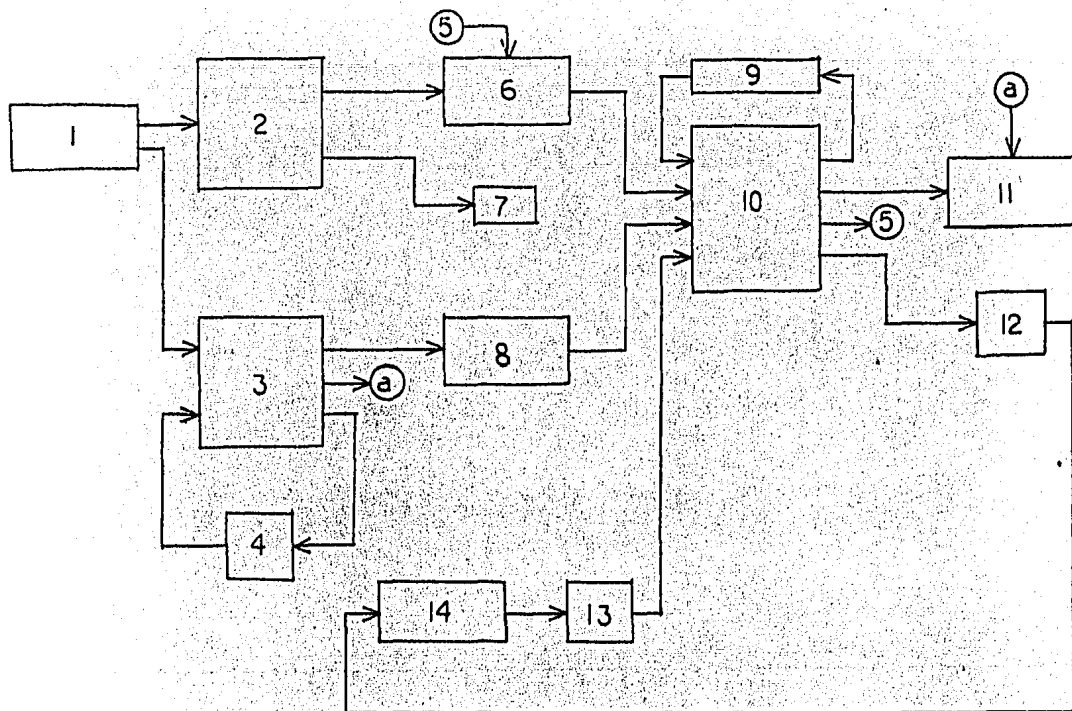
FIG 1.3 Diagrama de bloques de la situación actual del PCR.



## CLAVE:

1. receptores VHF
2. generador de código de tiempo
3. receptores WWVB, WWV
4. grabadora A
5. tablero de señales multiplexadas
6. tablero de señales de tiempo
7. demoduladores de canal  $\emptyset$
8. grabadora B
9. tablero de señal sísmica
10. filtros
11. tambores de registro directo

FIG 1.4 Diagrama de bloques de la grabación y registro de las señales sísmicas y de tiempo.

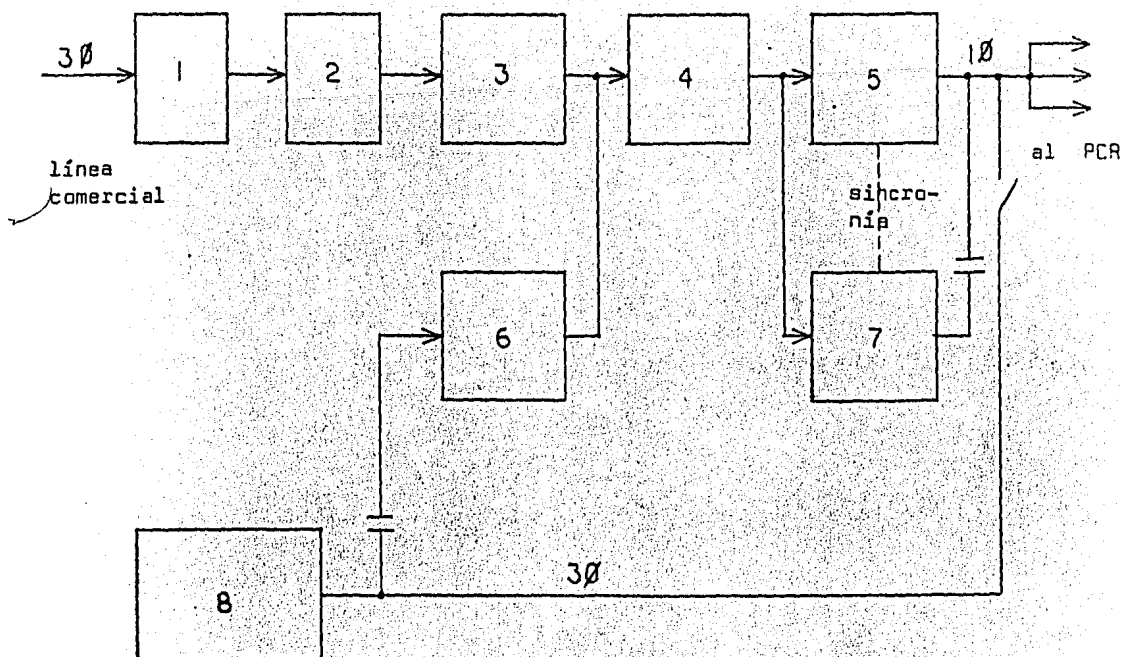


## CLAVE:

1. reproductora
2. tablero de señales multiplexadas
3. tablero de señales de tiempo
4. lector de código de tiempo
5. compensación de flutter
6. cajas demoduladoras A,B,C,D y D
7. monitor de audio
8. demodulador y booster,compensación
9. filtros paso bajas
10. tablero de señal sísmica
11. graficador de punta caliente
12. convertidor A/D
13. convertidor D/A
14. computadora

FIG 1.5 Diagrama de bloques de la reproducción del evento y el procesamiento de la información.





CLAVE:

1. interruptor general
2. control de transferencia
3. rectificador Static Products
4. baterías
5. inversor Static Products
6. rectificador Nova
7. inversor Nova
8. planta SELMEC

FIG 1.6 Diagrama de bloques del sistema de alimentación del PCR.

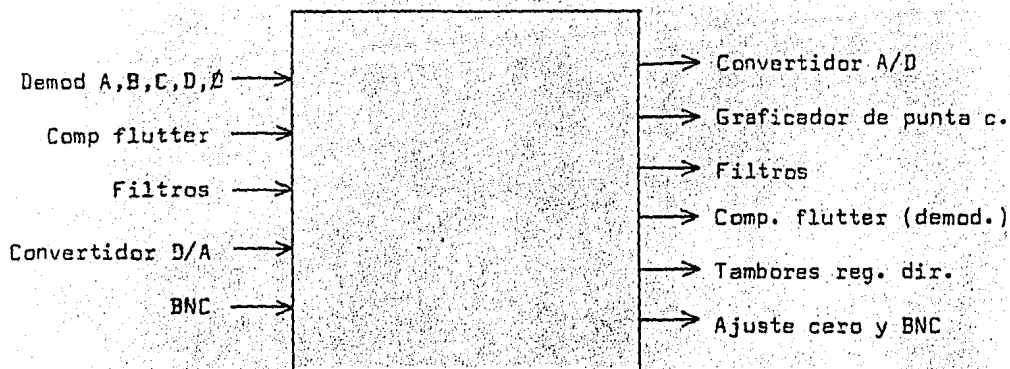


FIG 1.7 Flujo de señales en el tablero de señales sísmicas.

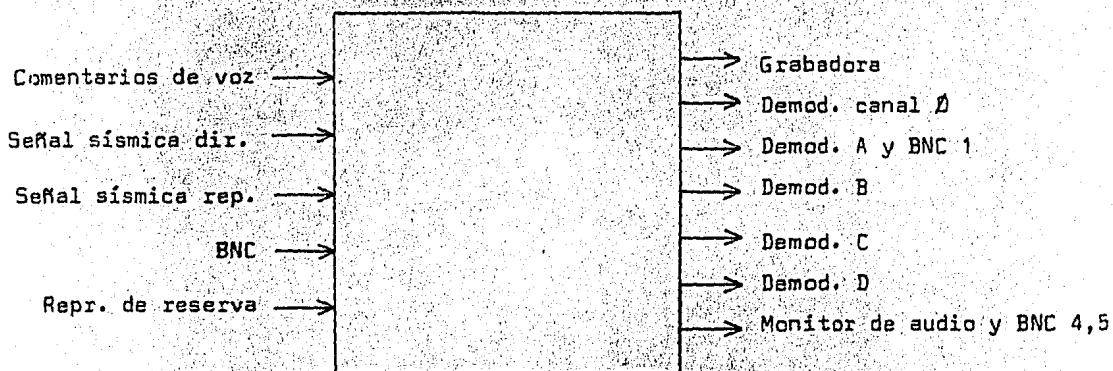


FIG 1.8 Flujo de señales en el tablero de señales multiplexadas.

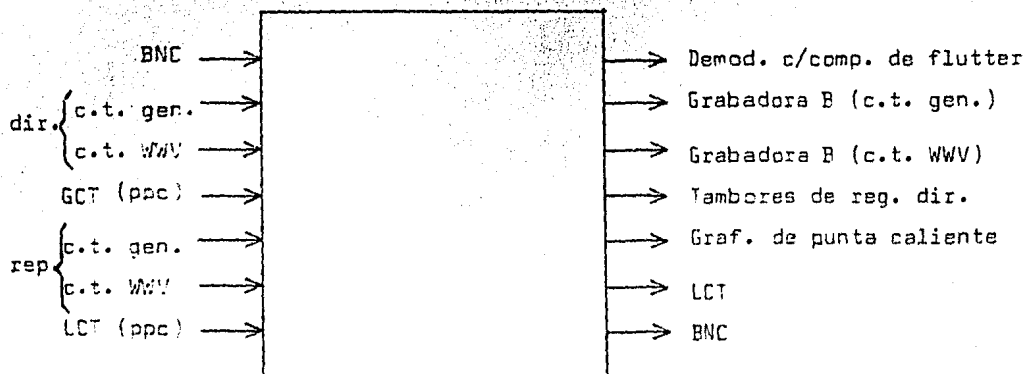
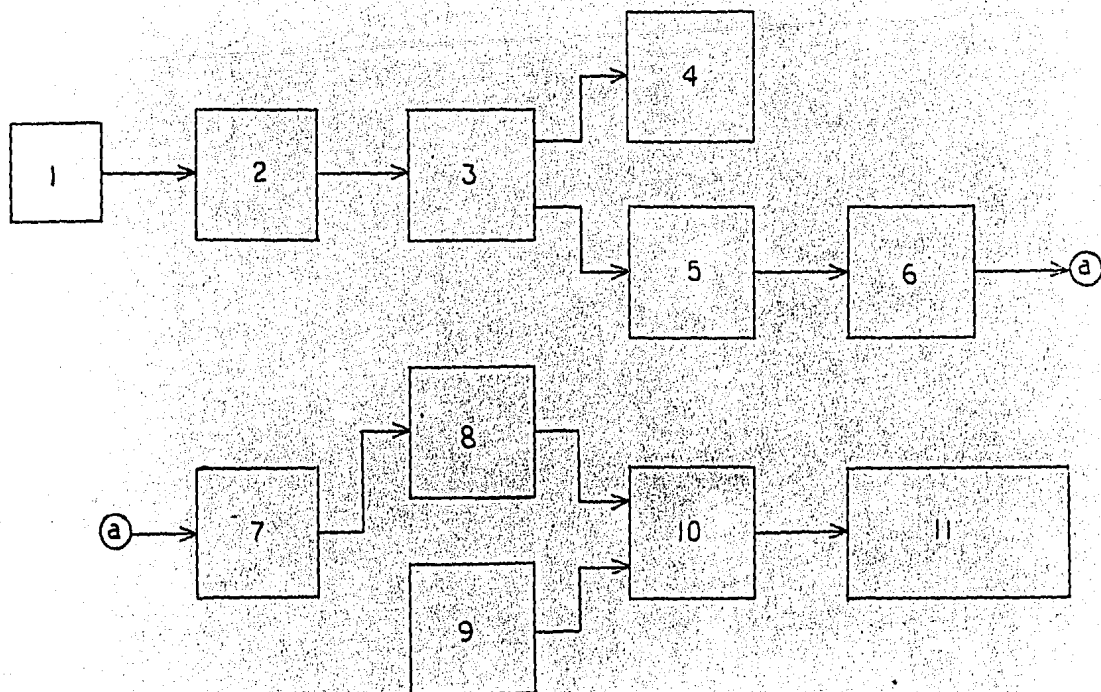


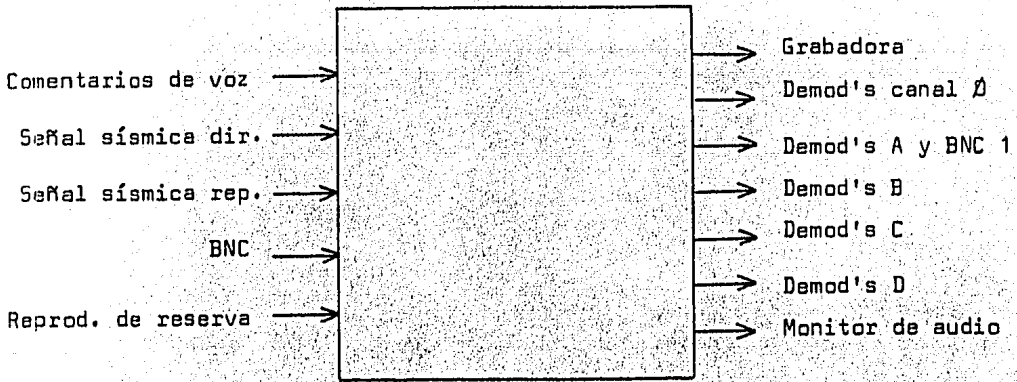
FIG 1.9 Flujo de señales en el tablero de señales de tiempo.



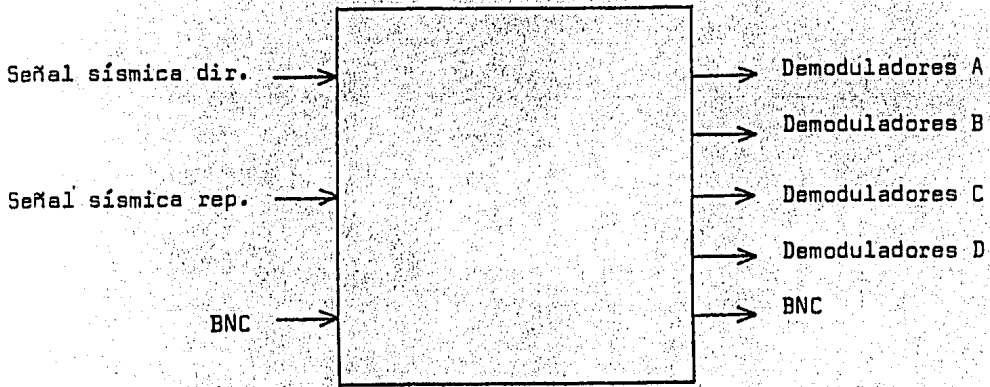
## CLAVE:

1. señal sísmica.
2. tablero de entrada
3. amplificadores de nivel constante
4. oscilogramas
5. grabadora reproductora
6. amplificadores de nivel constante
7. tablero de señales multiplexadas
8. demodulación y filtrado
9. señales de tiempo
10. tablero de señales de tiempo
11. procesamiento de la información

FIG 2.1 Diagrama de bloques del proceso de grabación y reproducción con los amplificadores de nivel constante.



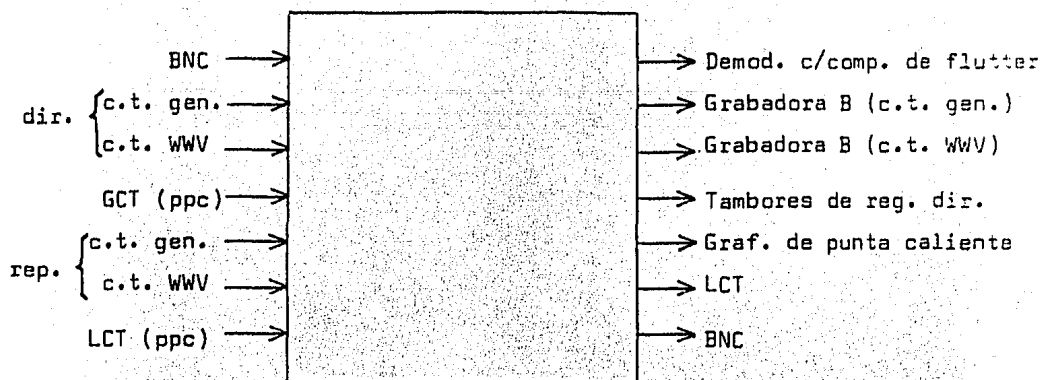
(a)



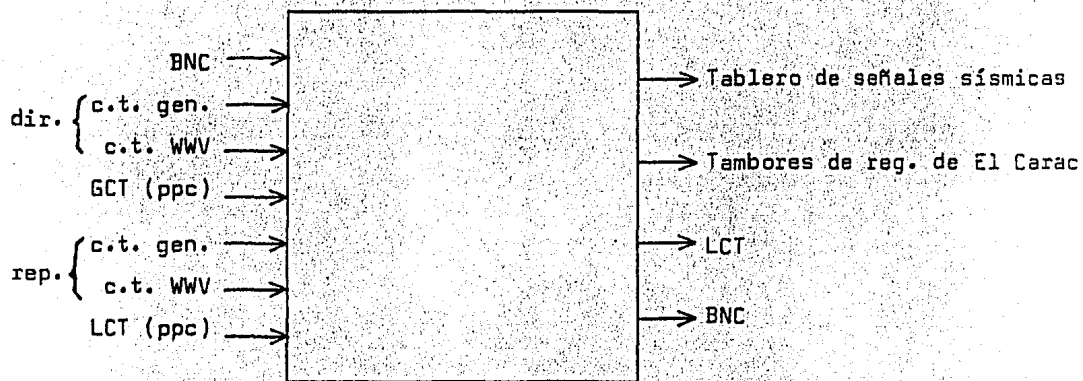
(b)

FIG 2.3 Tablero de señales multiplexadas.

a) Situación actual. b) Tablero realambrado.

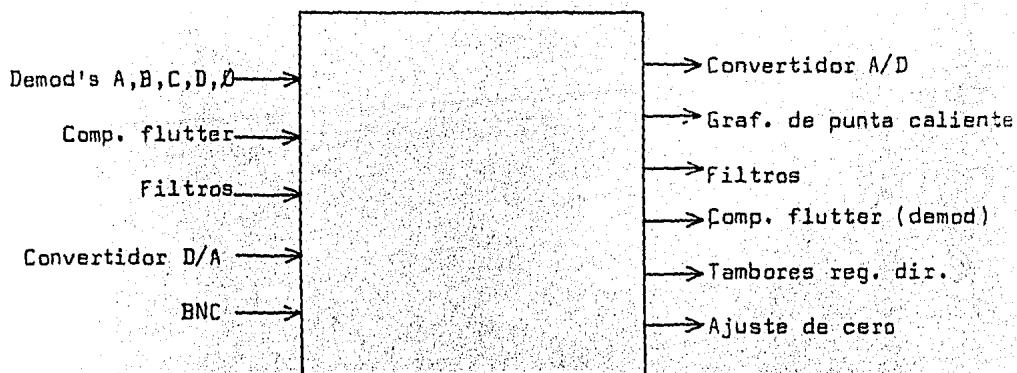


(a)



(b)

FIG 2.4 Tablero de señales de tiempo. a) Situación actual. b) Tablero realambrado.

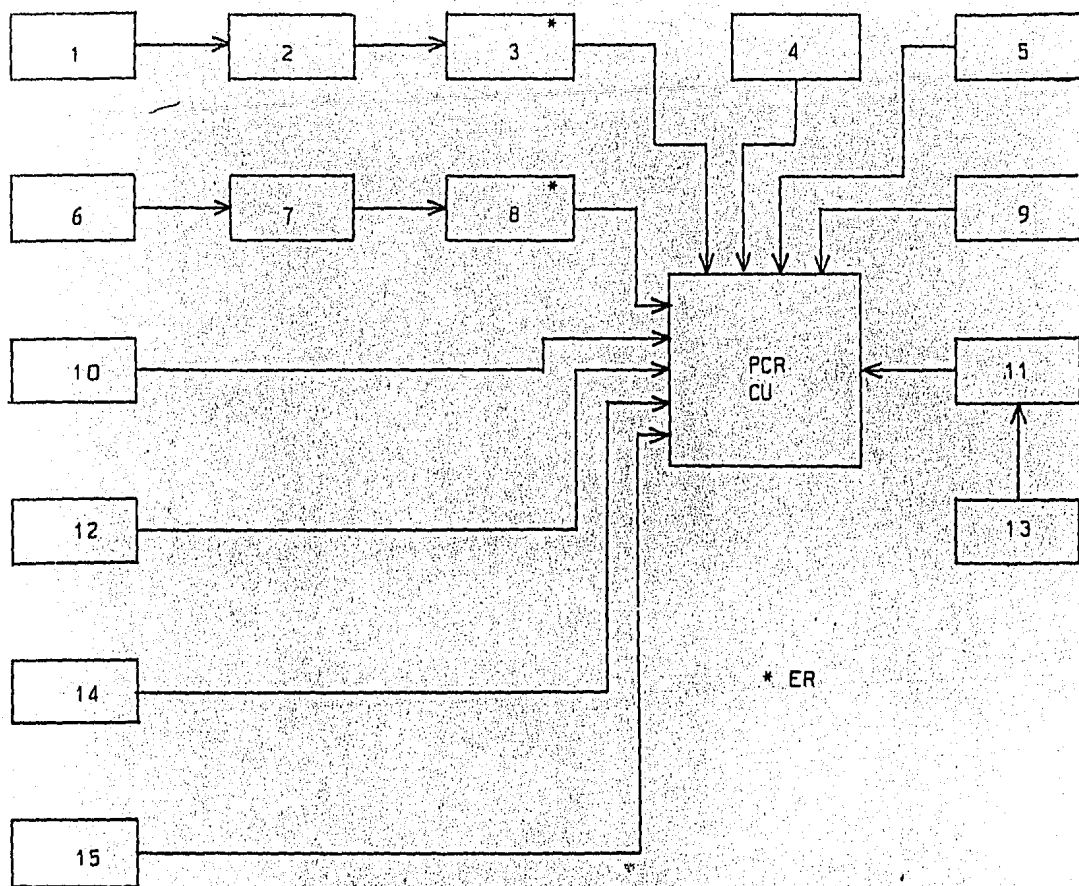


(a)



(b)

FIG 2.5 Tablero de señales sísmicas. a) Situación actual  
b) Tablero realambrado.

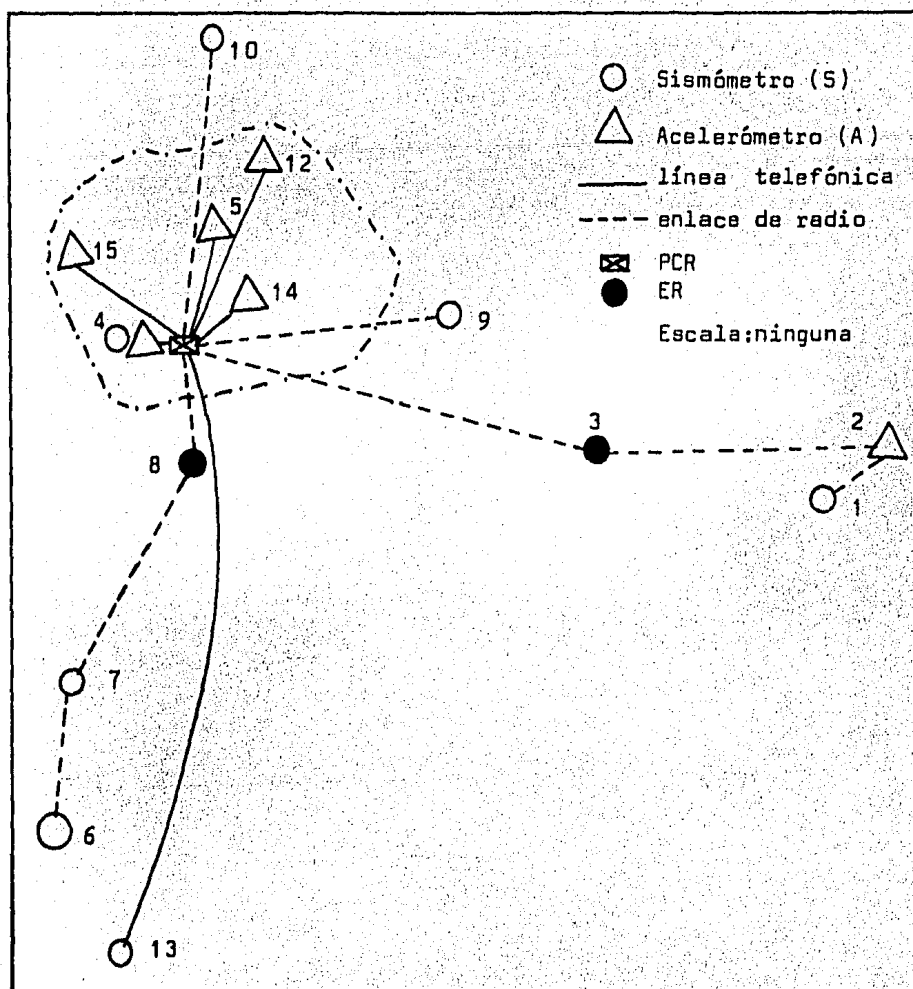


\* ER

## CLAVE:

1. Tonantzintla	8. Mezontepec	15. Hospital ABC
2. Puebla	9. El Pino	
3. Alzomoni	10. Santa Rita	
4. C.U.	11. RESMAC	
5. SAHOP	12. Nonoalco	
6. El Caracol	13. Acapulco	
7. Tuxpan	14. Viveros	

FIG 2.6 Diagrama de bloques de la Red Telemétrica.

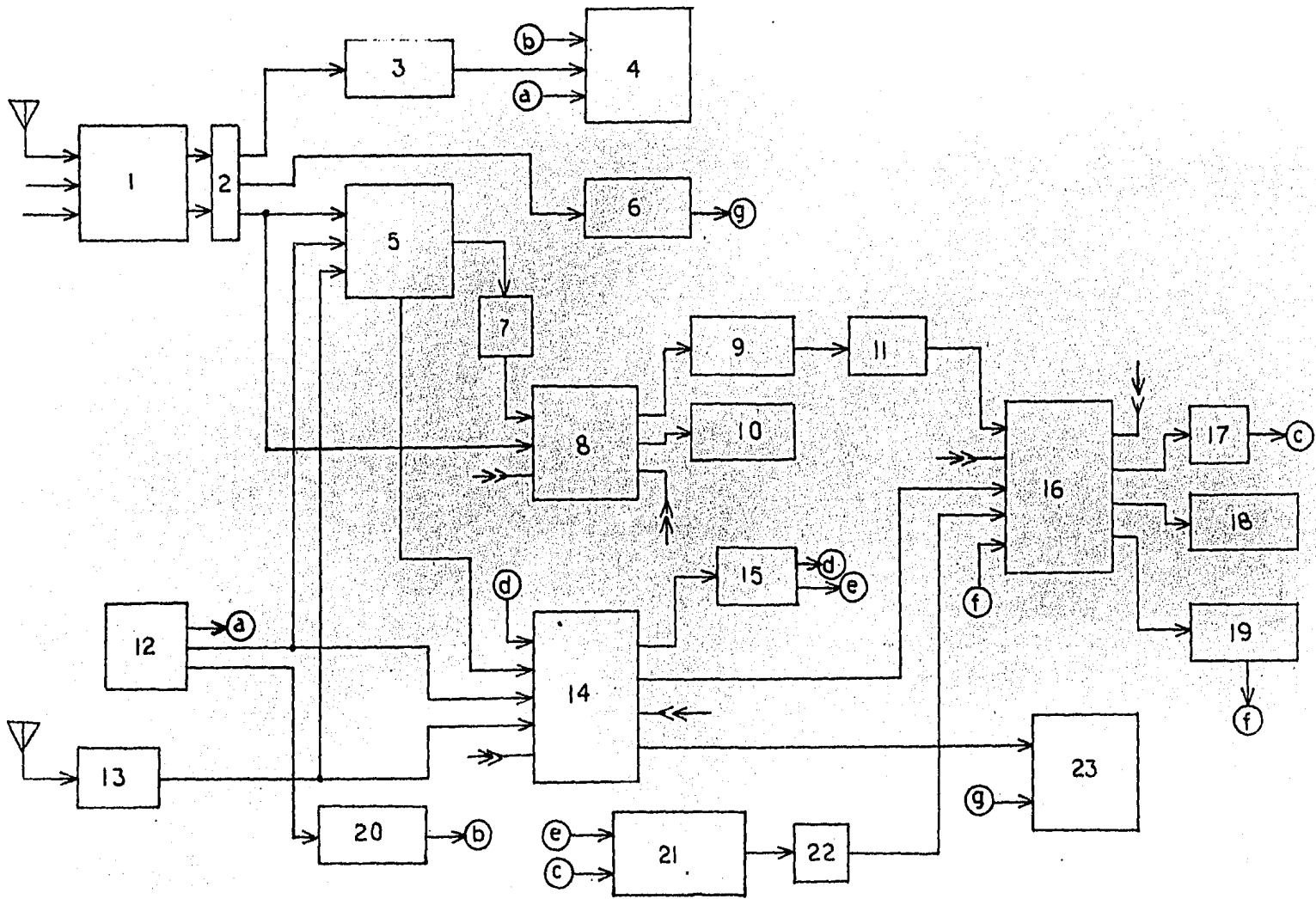


## CLAVE:

- |                 |                  |
|-----------------|------------------|
| 1. Tonantzintla | 9. El Pino       |
| 2. Puebla       | 10. Santa Rita   |
| 3. Alzomoni     | 11. RESMAC       |
| 4. C.U.         | 12. Nonoalco     |
| 5. SAHOP        | 13. Acapulco     |
| 6. El Caracol   | 14. Viveros      |
| 7. Tuxpan       | 15. Hospital ABC |
| 8. Mezontepec   |                  |

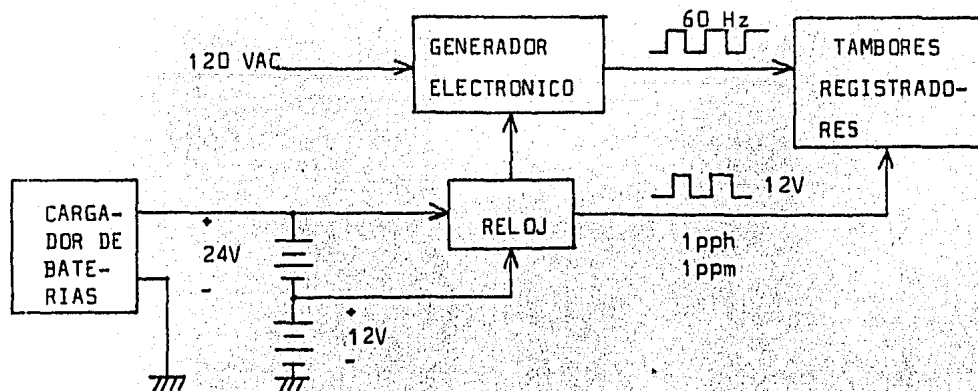
FIG. 3.1 Distribución de las estaciones en SISMEX.





(a)

FIG 3.2



(b)

## CLAVE:

- |  |                                  |
|--|----------------------------------|
| 1. tab. de entrada                                       | 12. gen. de código de t.         |
| 2. amp. de nivel const.                                  | 13. receptor WWV                 |
| 3. demod. canal Ø  | 14. tab. de señales de t.        |
| 4. tambores reg. directo                                 | 15. lector de código de t.       |
| 5. grab-rep A y B  | 16. tab de señal sísmica         |
| 6. demod. c. Ø (El Caracol)                              | 17. conv. A/D                    |
| 7. amp. de nivel const.                                  | 18. graf. de pta. caliente       |
| 8. tab. de señales multiplex.                            | 19. FPB                          |
| 9. demod. A,B,C,D  | 20. generador electrónico        |
| 10. monitores (audio, oscilosc. y analizador de espect.) | 21. computadora                  |
| 11. FPB  | 22. conv. D/A                    |
|  | 23. tamb. reg. dir. (El Caracol) |

FIG 3.2 Realambrado del equipo en el PCR. a) Diagrama de bloques.  
b) Flujo de las señales de tiempo y sincronía de los tambores.

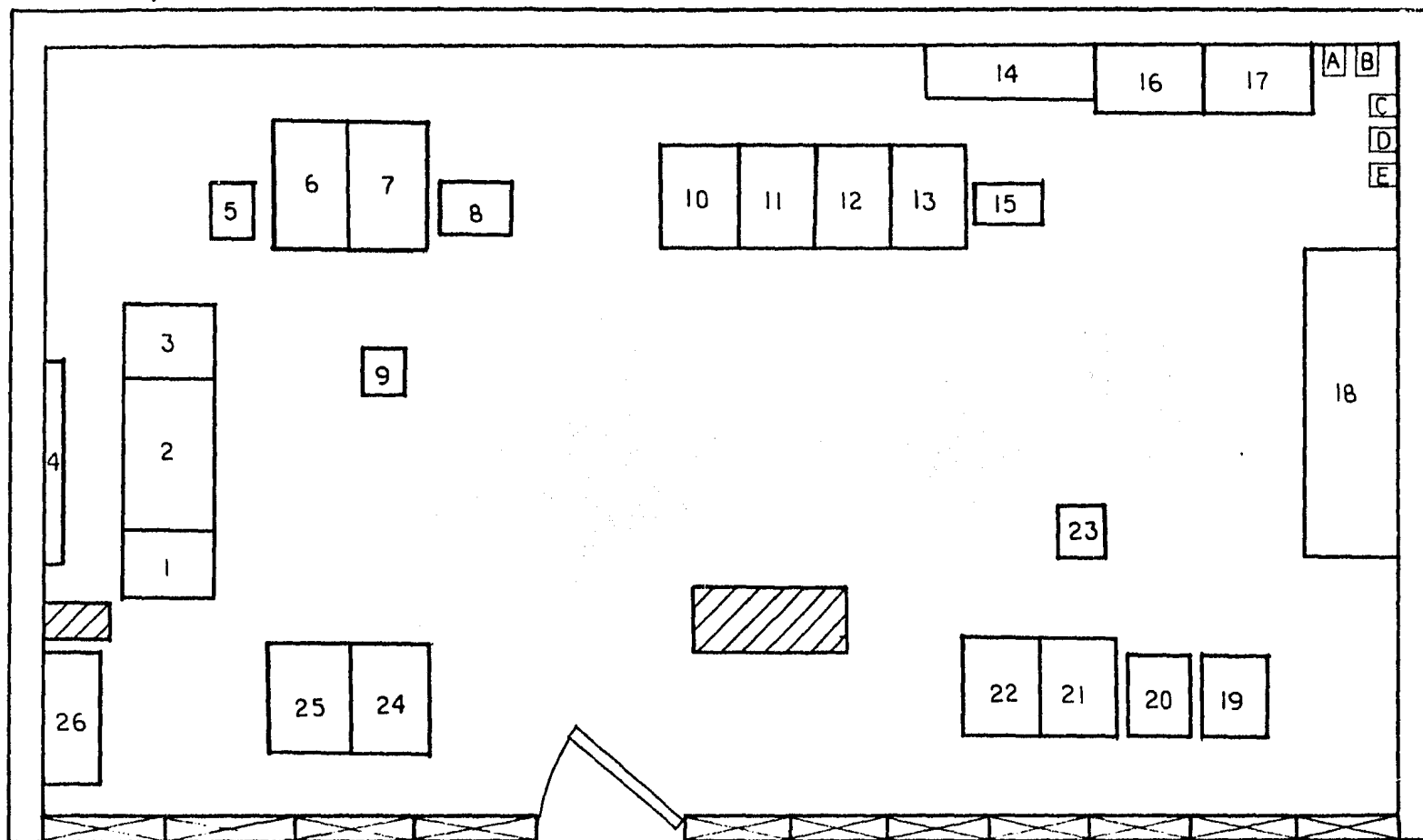
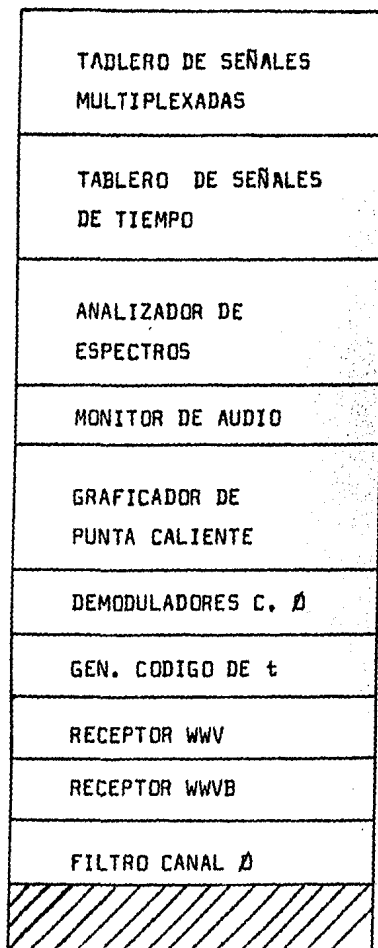


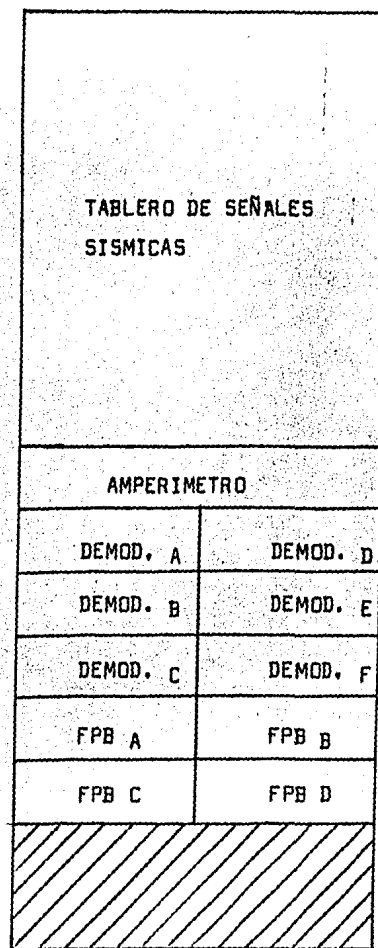
FIG 3.3 Plano de la distribución del equipo en el PCR. Escala 1 : 43

## Clave de la figura 3.3

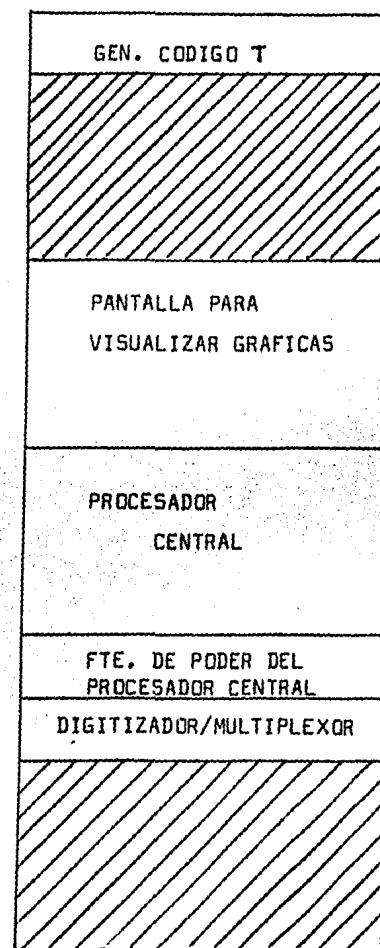
1. Gabinete 1 (fig 3.4)
2. Gabinete 2 (fig 3.4)
3. Cinta magnética Femtek
4. Tablero de entrada
5. Graficador
6. Gabinete 6 (fig 3.4)
7. Gabinete 7 (fig 3.4)
8. Impresora
9. Teletipo
- 10,11,12,13. Gabinetes 10,11,12,13 (fig 3.4)
14. Cintas grabadas
- 15 Impresora
16. Discos magnéticos
17. Cintas Ampex
18. Aire acondicionado (Liebert Co.)
- 19,20. Unidad de disco 80 MB (Prime C)
21. Procesador (Prime)
22. Unidad de cinta magnética (Prime)
23. Terminal (Prime)
- 24,25. Gabinetes 23,24 (fig 3.4)
26. Material de repuesto
  - A. Interruptor de iluminación
  - B. Corriente de emergencia (1 fase)
  - C. Interruptor general
  - D. Regulador (interruptor) del equipo Prime
  - E. Interruptor del aire acondicionado



GABINETE 1

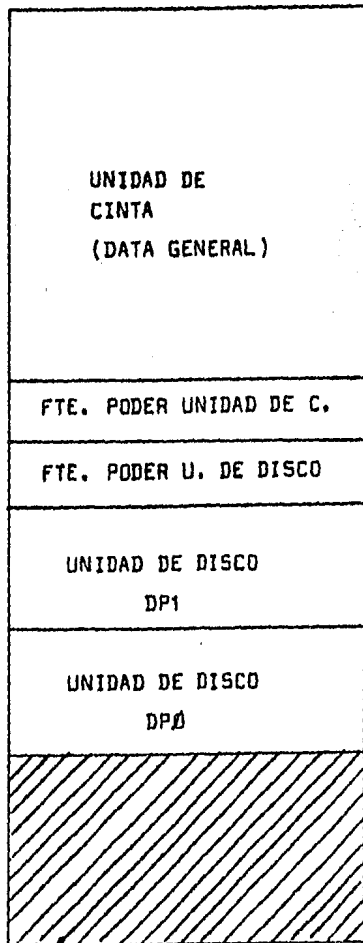


GABINETE 2

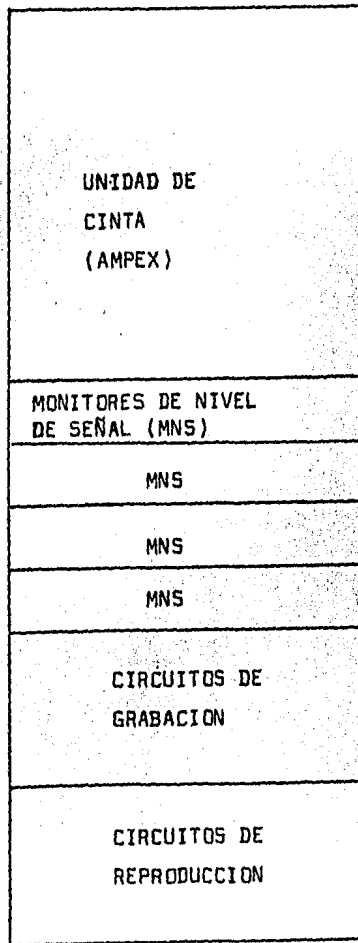


GABINETE 6

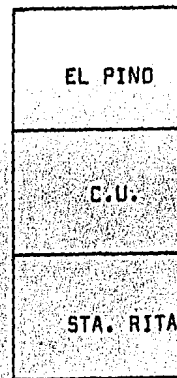
FIG 3.4



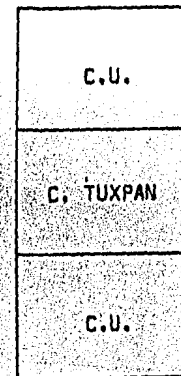
GABINETE 7



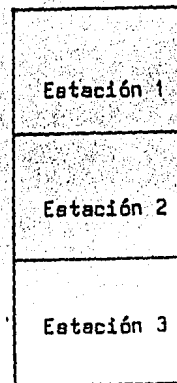
GABINETES 23 y 24



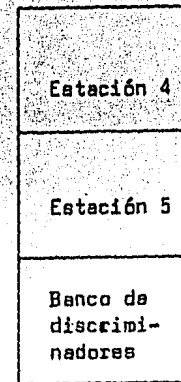
GABINETE 10  
Tambores de reg. directo (Valle de México)



GABINETE 11

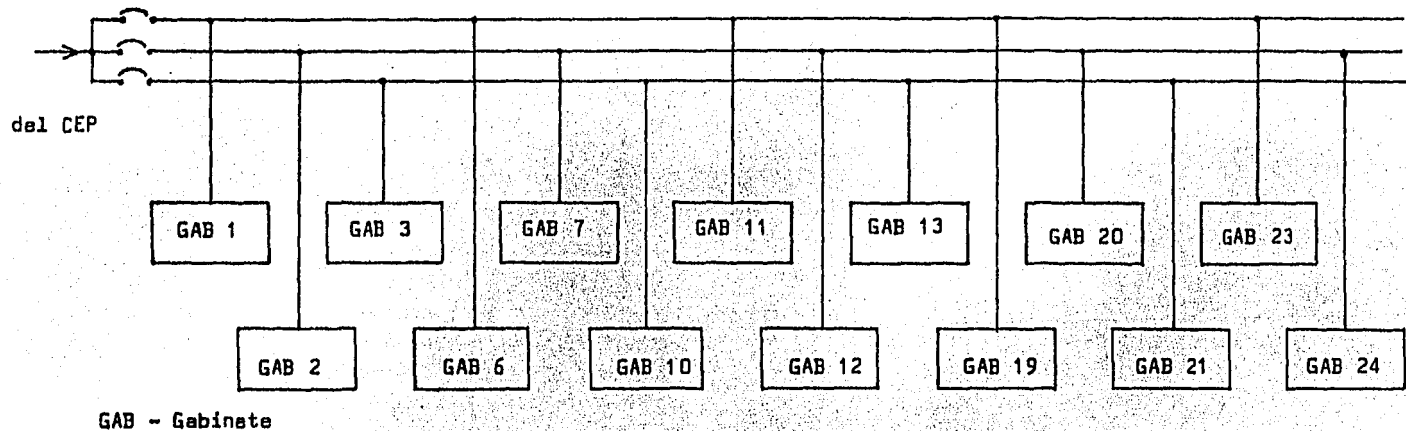


GABINETE 12  
Tambores de reg. directo (red de El Caracol)

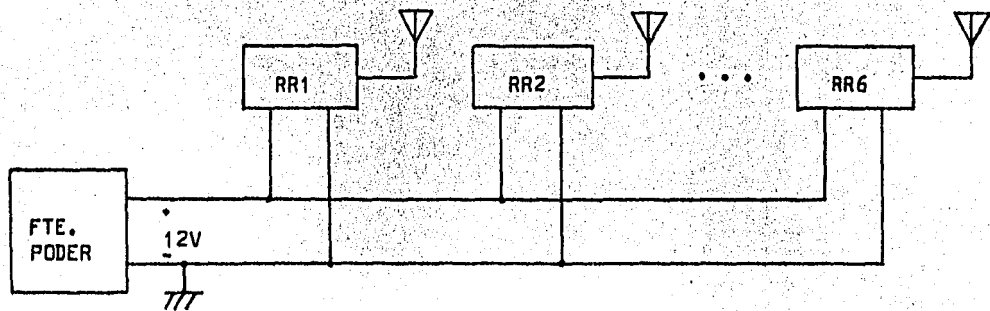


GABINETE 13

FIG 3.4 Distribución del equipo en los gabinetes.



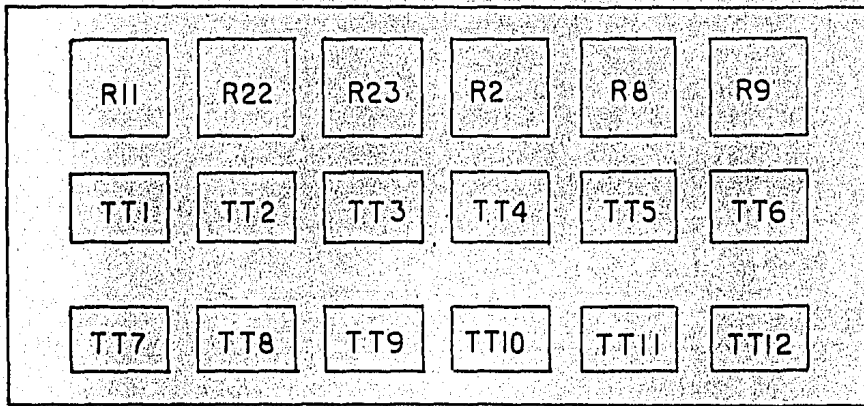
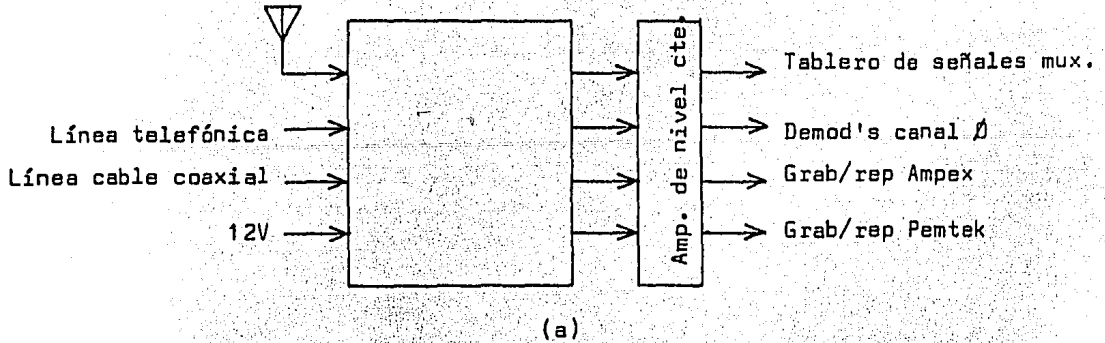
(a)



RR- Radio Receptor

(b)

FIG 3.5 Diagrama de la instalación eléctrica en el PCR. a) Diagrama unifilar, b) Alimentación de los radios.



TT1- Mezontepec	TT5- Sta Rita	TT9- Viveros
TT2- Hospital ABC	TT6- Alzomoni	TT10- Nonoalco
TT3- SAHOP	TT7- C.U.	TT11- Reserva
TT4- El Pino	TT8- Acapulco	TT12- Reserva

(b)

FIG 3.6 Tablero de entrada. a) Flujo de señales. b) Distribución de terminales de tornillos.



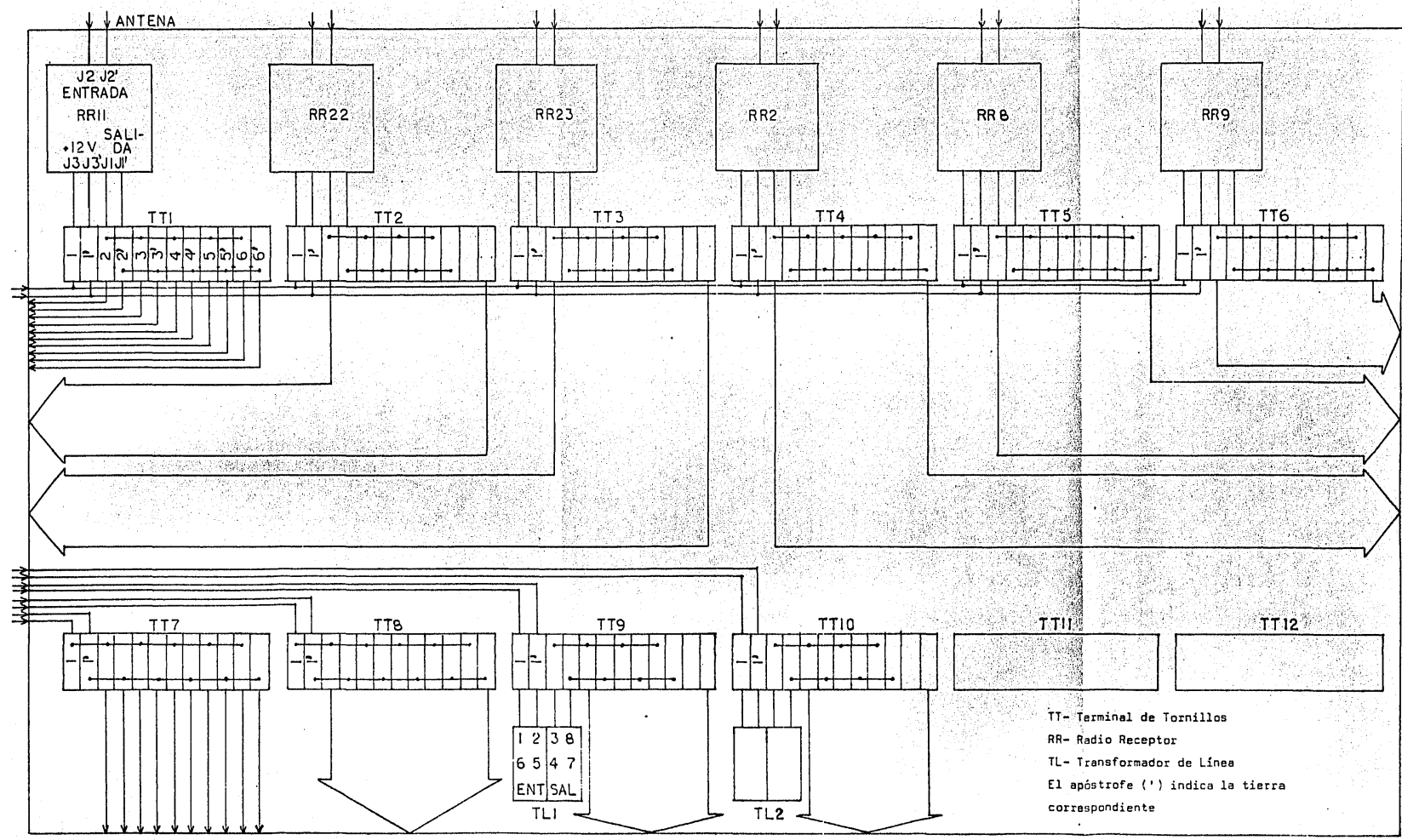


FIG 3.7

## CLAVE:

	TT1	TT2	TT3	TT4	TT5	TT6	TT7	TT8	TT9	TT10
1	12V	12V	12V	12V	12V	12V	SSMM	SSMM	SSMM	SSMM
2	DRCØ	GRAXA	GRAXA	DRCØ	DRCØ	DRCØ	DRCØ	DRCØ	GRAXA	GRAXA
3	GRAXA	GRAXB	GRAXB	GRAXA	GRAXA	GRAXA	GRAXA	GRAXA	GRAXB	GRAXB
4	GRAXB	GRPK	GRPK	GRAXB	GRAXB	GRAXB	GRAXB	GRAXB	GRPK	GRPK
5	GRPK	TMUX	TMUX	GRPK	GRPK	GRPK	GRPK	GRPK	TMUX	TMUX
6	TMUX	N/C	N/C	TMUX	TMUX	TMUX	TMUX	TMUX	N/C	N/C

Nota: TT11 y TT12 - N/C

N/C- No Conectada

## Nombre de las señales:

SSMM- Señal Sísmica Modulada y Multiplexada

DRCØ- Demodulador Canal Ø

GRAXA- Grabadora-Reproductora Ampex A

GRAXB- Grabadora-Reproductora Ampex B

GRPK- Grabadora-Reproductora Pentek

TMUX- Tablero de Señales Multiplexadas

FIG 3.7 Diagrama de interconexiones en el tablero de entrada.

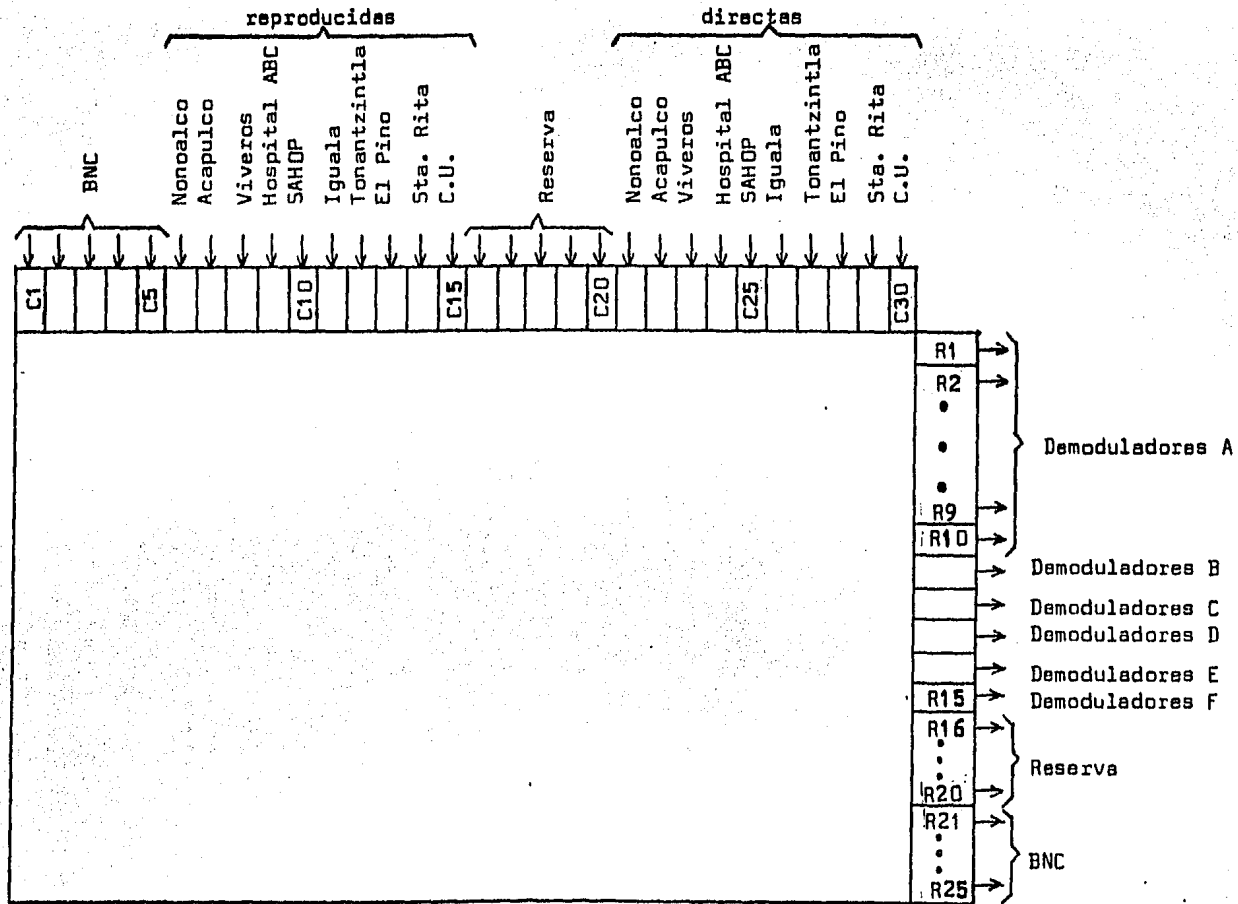


FIG 3.8 Tablero de señales multiplexadas (vista de frente).

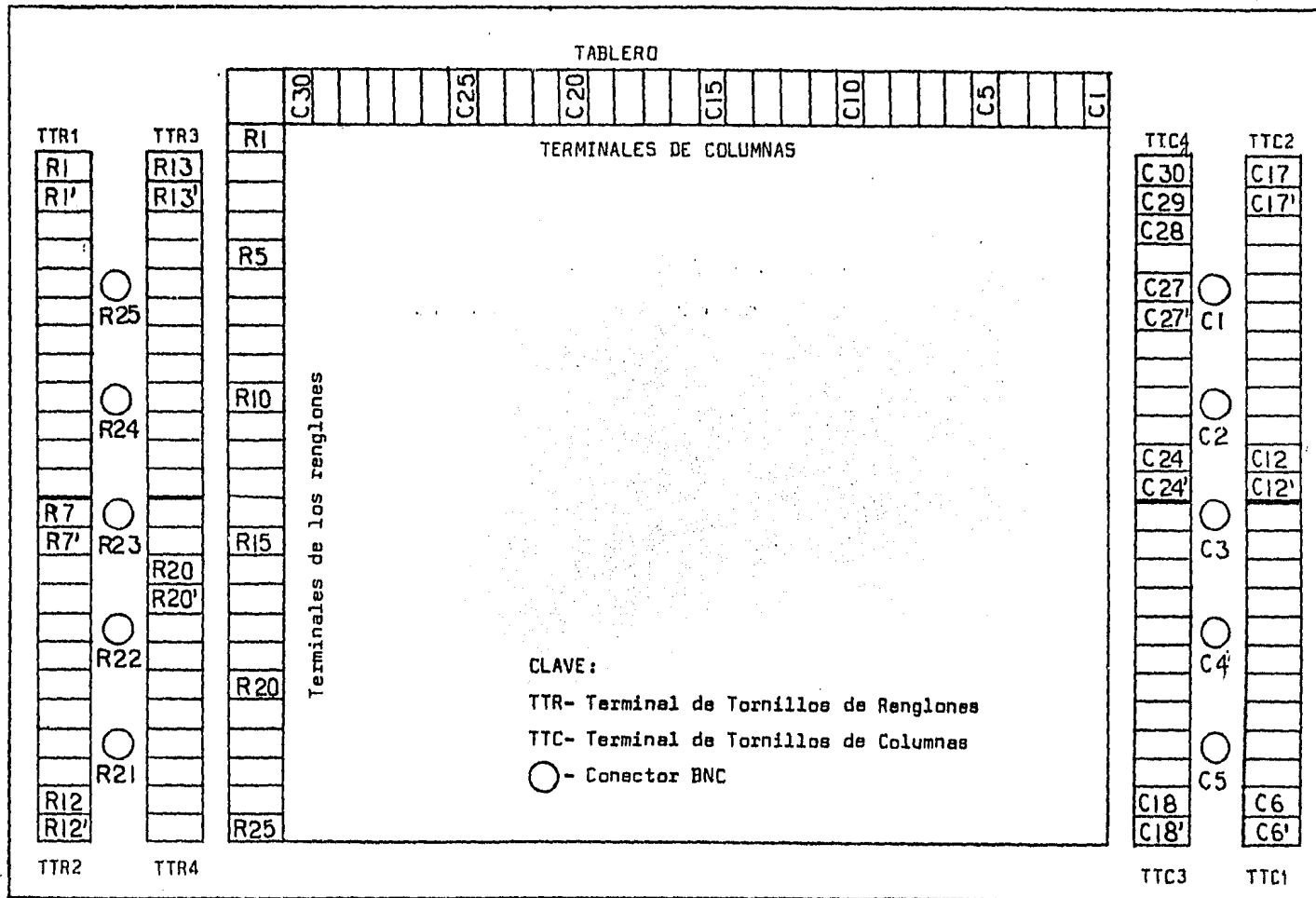


FIG 3.9 Conexiones del tablero de señales multiplexadas (vista posterior).

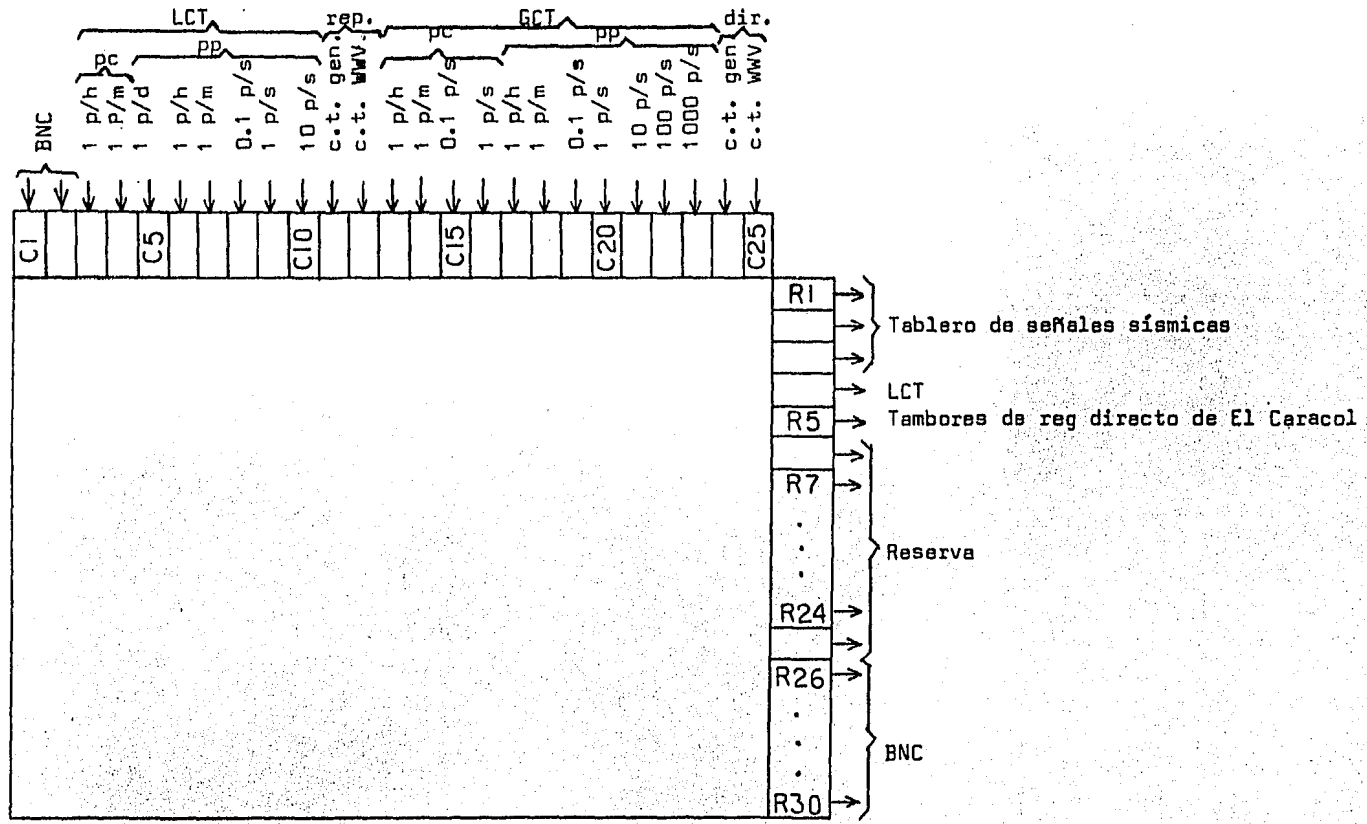


FIG 3.10 Tablero de señales de tiempo (vista de frente).

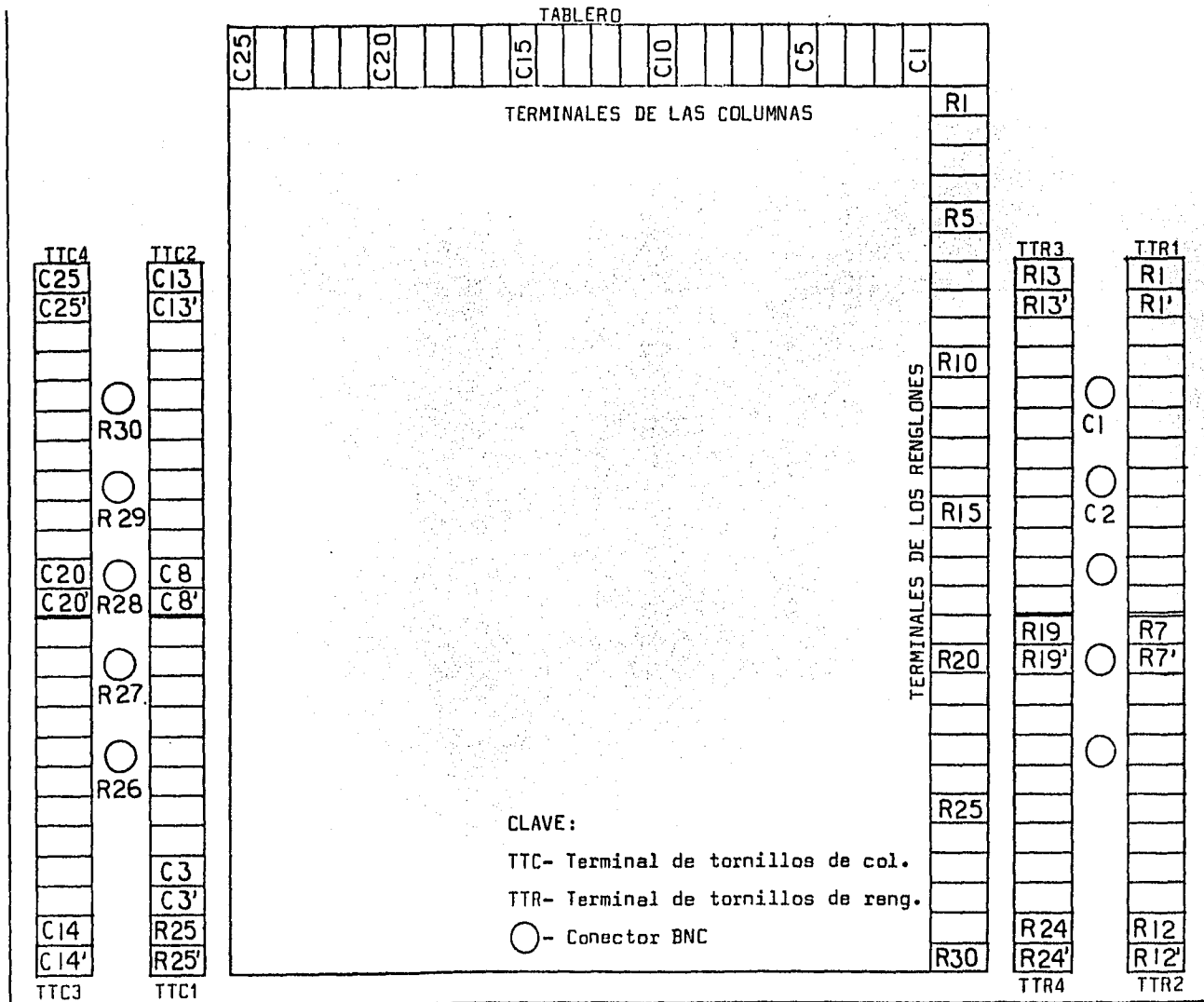


FIG 3.11 Conexiones del tablero de señales de tiempo (vista posterior).

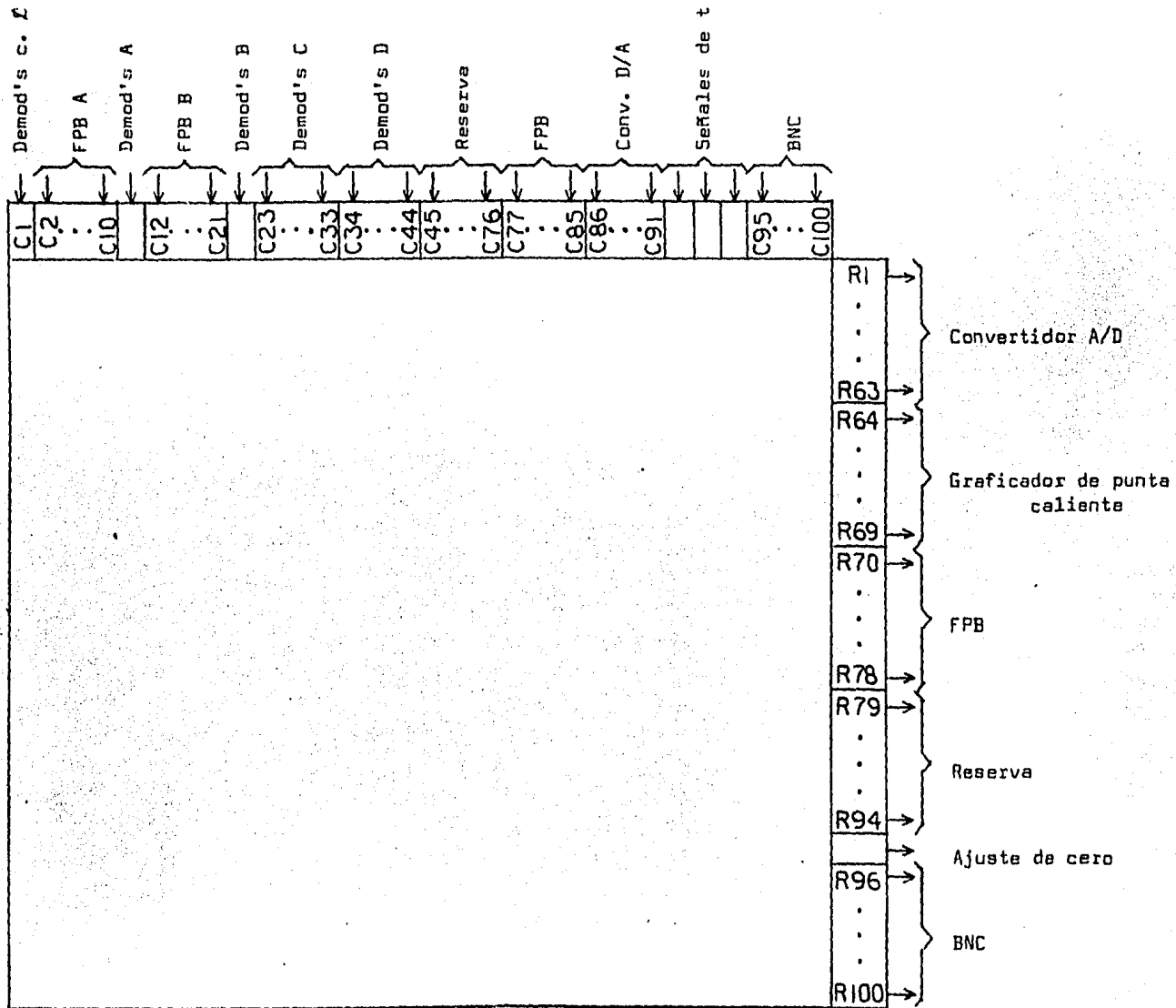
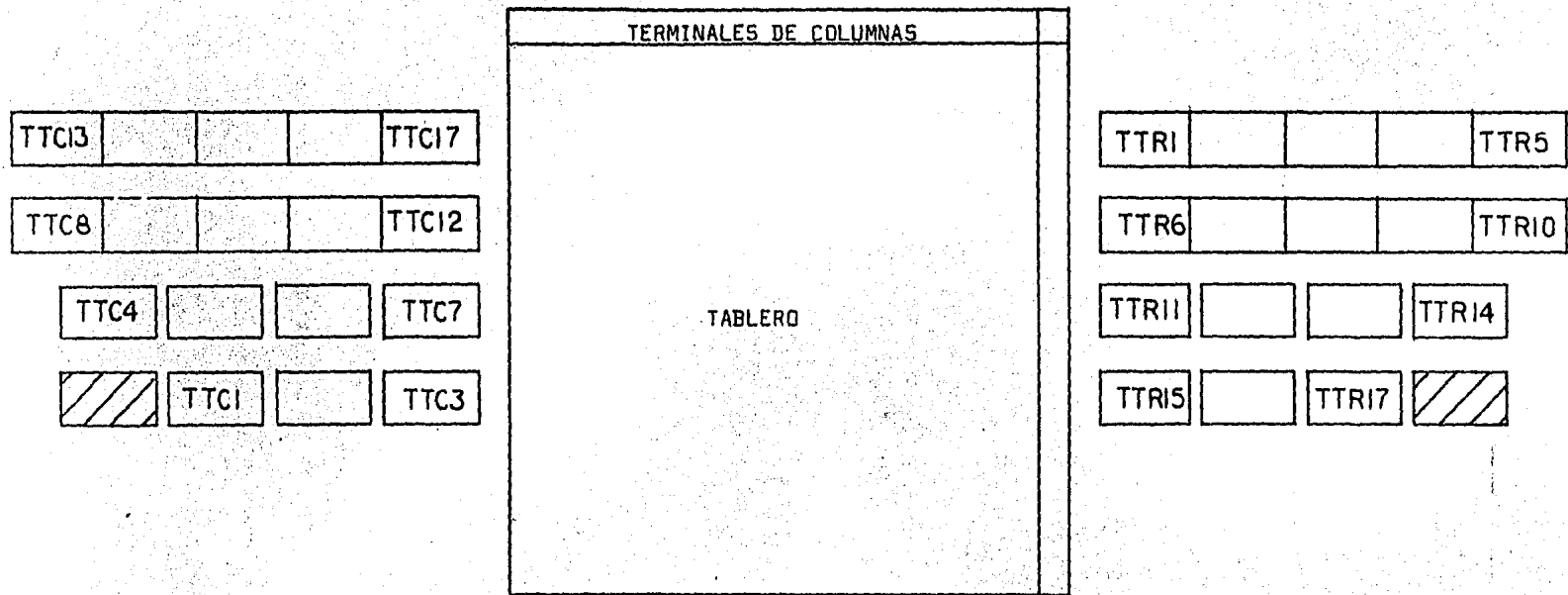


FIG 3.12 Tablero de señales sísmicas (vista de frente).



TTC- Terminal de Tornillos de Columna  
 TTR- Terminal de Tornillos de Renglón

(a)

FIG 3.13



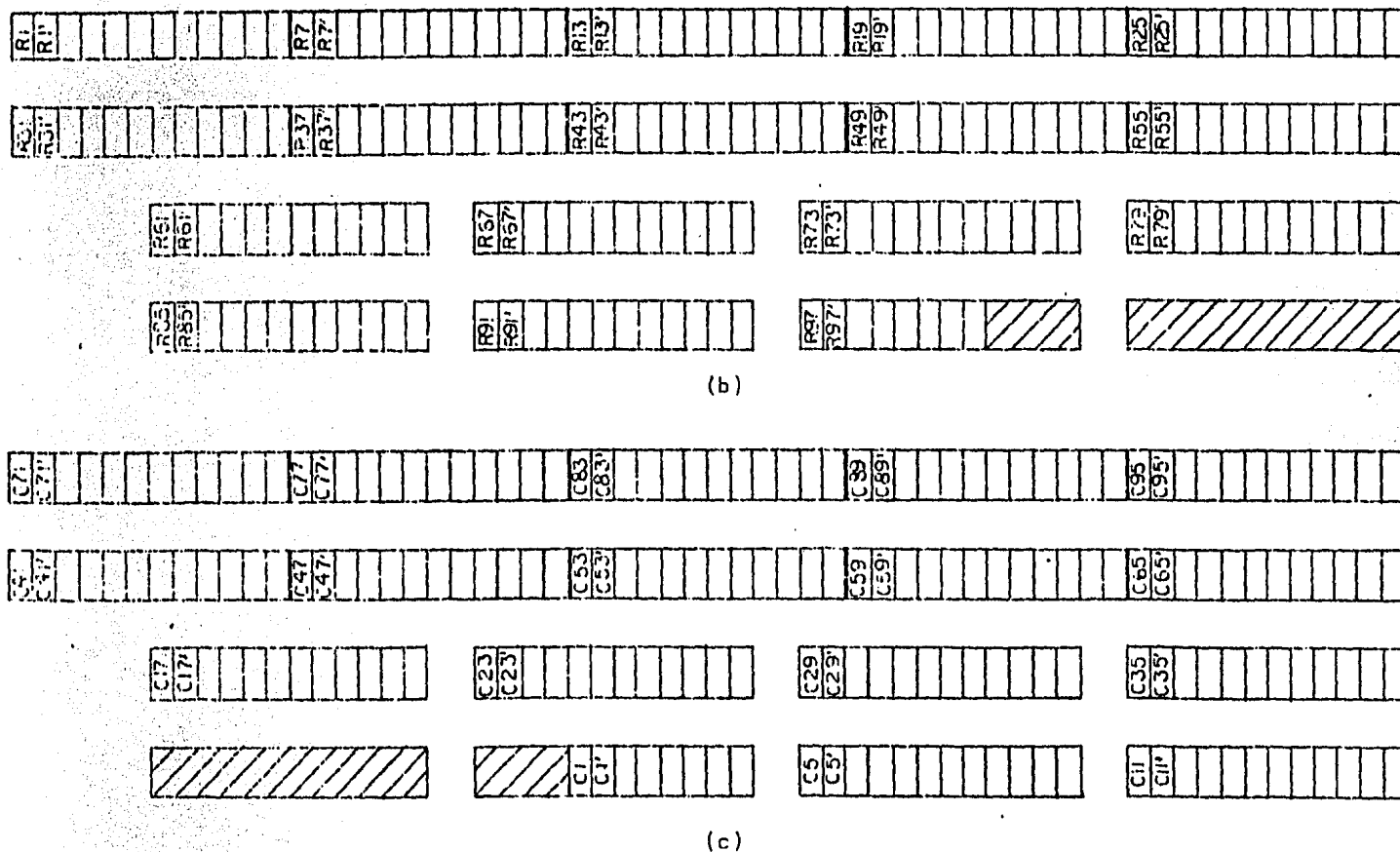
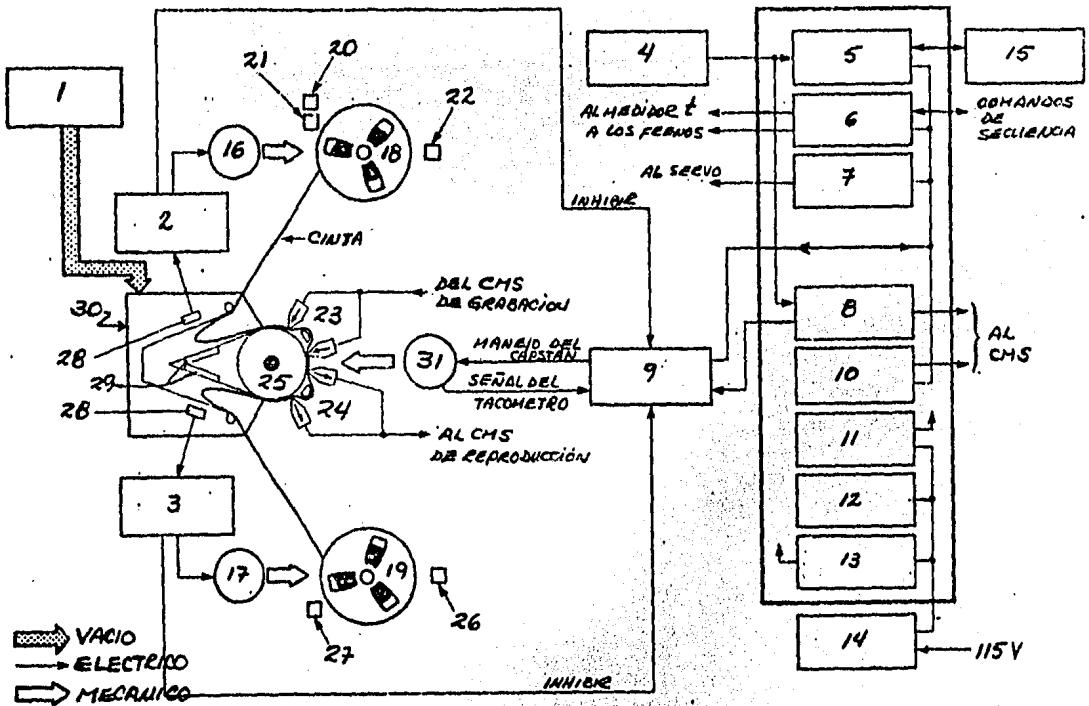


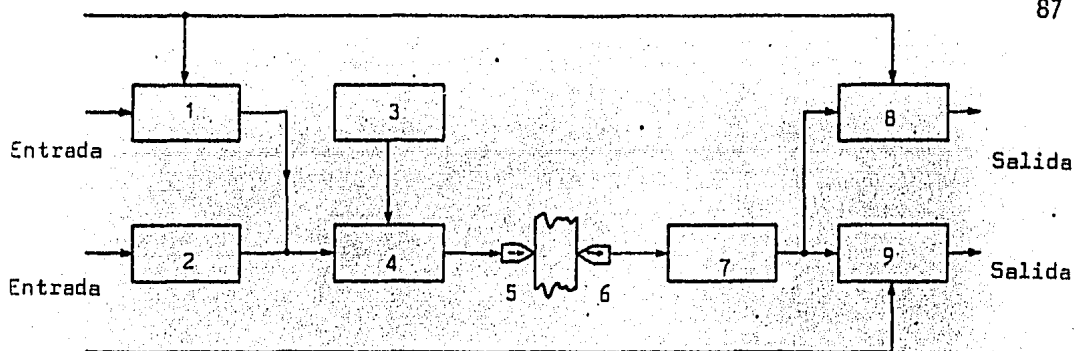
FIG 3.13 Tablero de señales sísmicas (vista posterior). a) Distribución de las terminales de tornillo y del tablero. b) Terminales de tornillos de los renglones. c) Terminales de tornillos de las columnas.



## CLAVE:

- |   |   |
|---|---|
| 1. compartimiento de vacío                    | 18. carrete de abastecimiento                                       |
| 2. } circuitos del servo                      | 19. carrete receptor  |
| 3. } del carrete                              | 20. sensor de secuencia   |
| 4. unidad de control                          | 21. sensor sup. de fin de cinta                                     |
| 5. lógica de control                          | 22. fte. de luz de los sensores de fin de cinta y de secuencia sup. |
| 6. tarjeta de solenoides                      | 23. cabezas de grabación  |
| 7. accesorios                                 | 24. cabezas de reproducción   |
| 8. track de control (opcional)                | 25. capstan   |
| 9. circuitos de servo del capstan             | 26. fte. de luz del sensor de fin de cinta inferior                 |
| 10. conjunto de relevadores                   | 27. sensor de fin de cinta inferior                                 |
| 11. regulador $\pm 12$ V                      | 28. fotosensores  |
| 12. fte. de potencia principal (+24V nom)     | 29. fuentes de luz  |
| 13. fte. de poder ( $\pm 8, +28, +14, -16$ V) | 30. cámara de vacío   |
| 14. chasis de distribución de potencia        | 31. tacómetro   |
| 15. unidad de control remoto (opcional)       |   |
| 16, 17. motor y freno                         |   |

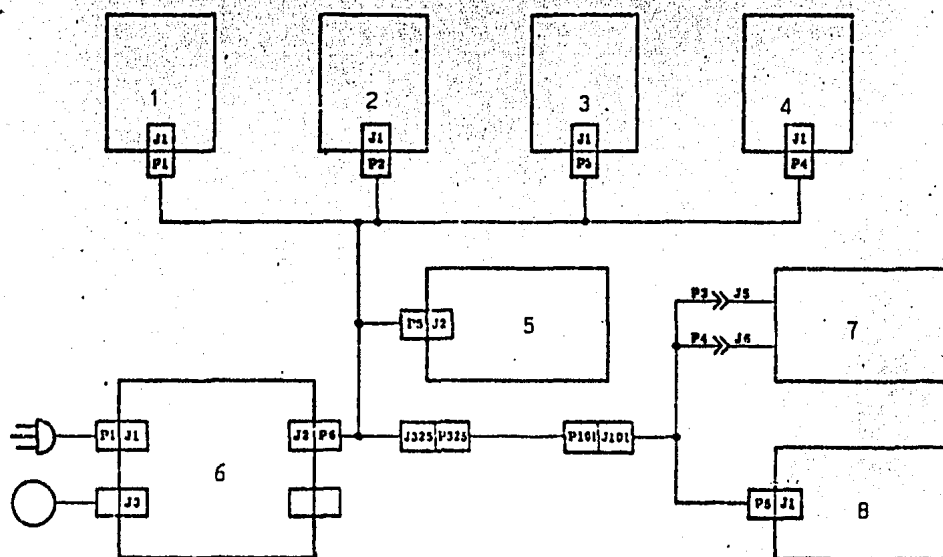
FIG 4.1 Diagrama de bloques de la unidad de cinta.



CLAVE:

- |                                 |                                   |
|---------------------------------|-----------------------------------|
| 1. moduladores FM               | 6. conj. de cabezas reproductoras |
| 2. amp's de grab. directa       | 7. conj. de preamplificadores     |
| 3. fuente de polarización       | 8. demoduladores de FM            |
| 4. mezclador señal/polarización | 9. amp's de rep. directa          |
| 5. conj. de cabezas grabadoras  |                                   |

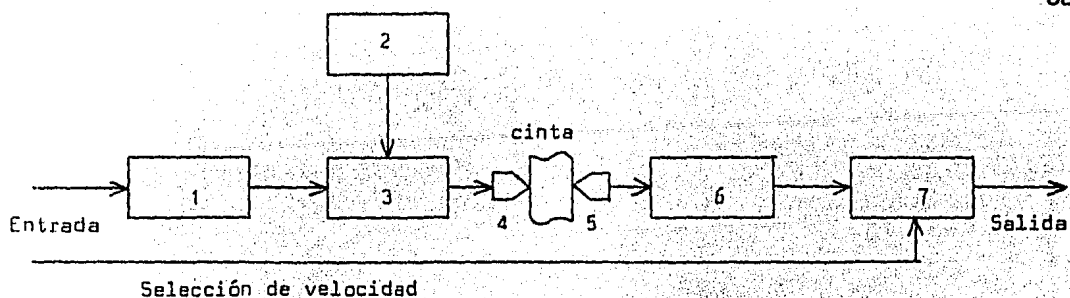
FIG 4.2 Diagrama de bloques del circuito de manejo de señal.



CLAVE:

- |  |                                  |
|--|----------------------------------|
| 1, 2, 3, 4. CMS  | 7. reguladores preamplificadores |
| 5. circuito de switch de velocidad y malfuncionamiento | 8. fuente de polarización        |
| 6. fuente de poder                                     |                                  |

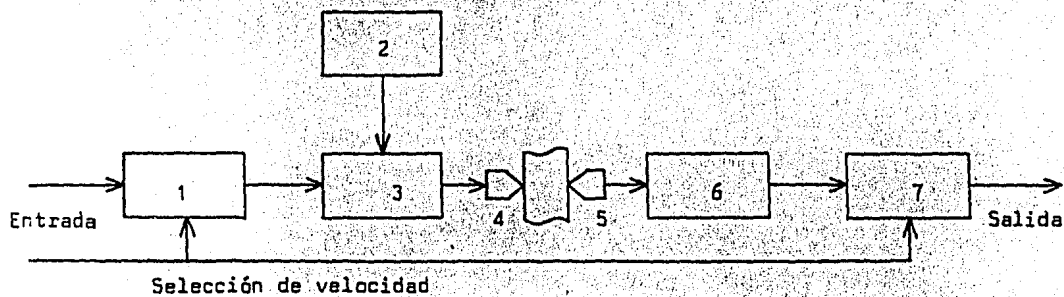
FIG 4.3 Diagrama de la distribución de potencia.



CLAVE:

- |                                 |                                  |
|---------------------------------|----------------------------------|
| 1. amplificador de grab directa | 5. conj. de cabezas de repr.     |
| 2. fuente de polarización       | 6. conj. de preamplificadores    |
| 3. mezclador señal/polarización | 7. amplificador de repr. directa |
| 4. conj. de cabezas de grab.    |                                  |

FIG 4.4 Diagrama de bloques del circuito de señal directa.



CLAVE:

- |                                 |                                |
|---------------------------------|--------------------------------|
| 1. modulador FM                 | 5. conj. de cabezas de reprod. |
| 2. fuente de polarización       | 6. conj. de preamplificadores  |
| 3. mezclador señal/polarización | 7. demodulador FM              |
| 4. conj. de cabezas de grab.    |                                |

FIG 4.5 Diagrama de bloques del circuito de señal FM

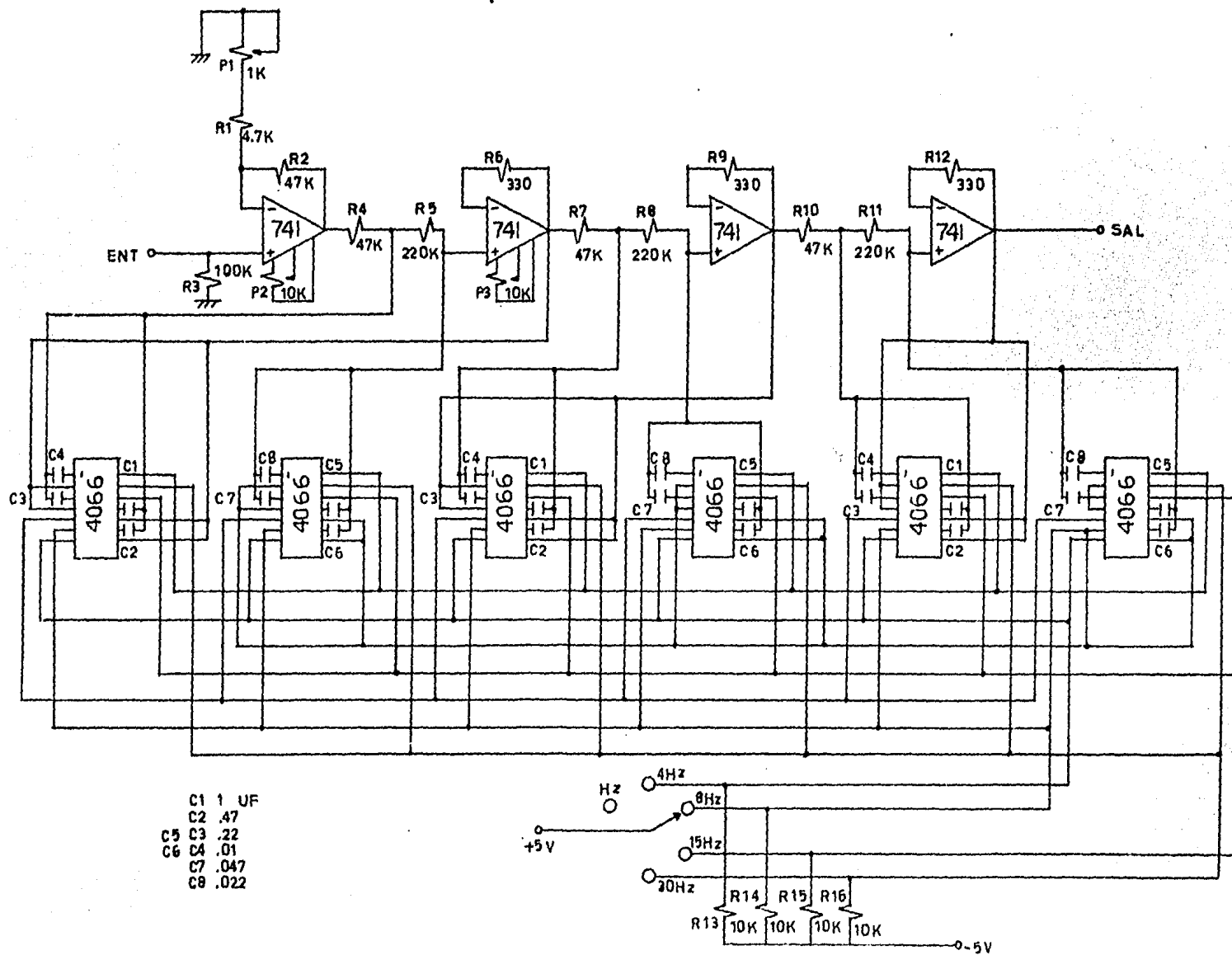
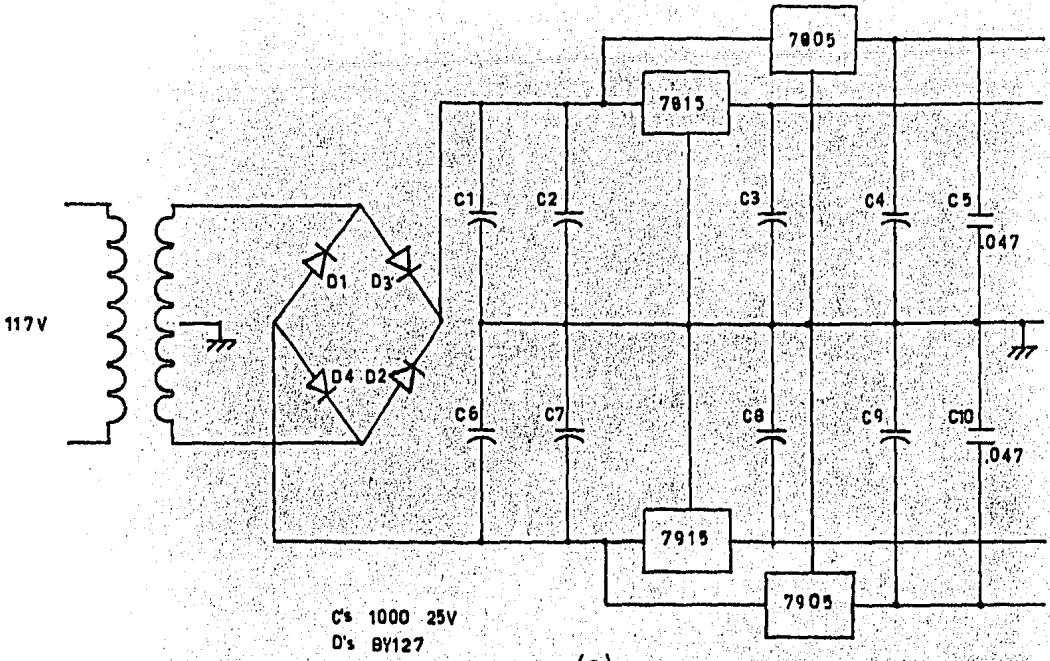
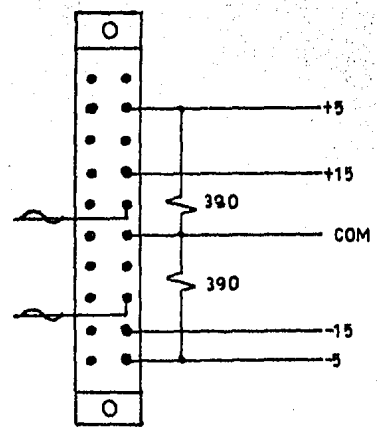


FIG 4.6 Diagrama eléctrico del filtro paso bajas.



(a)



(b)

FIG 4.7 Fuente de potencia para el FPB. a) Diagrama eléctrico.  
b) Entradas y salidas del conector.

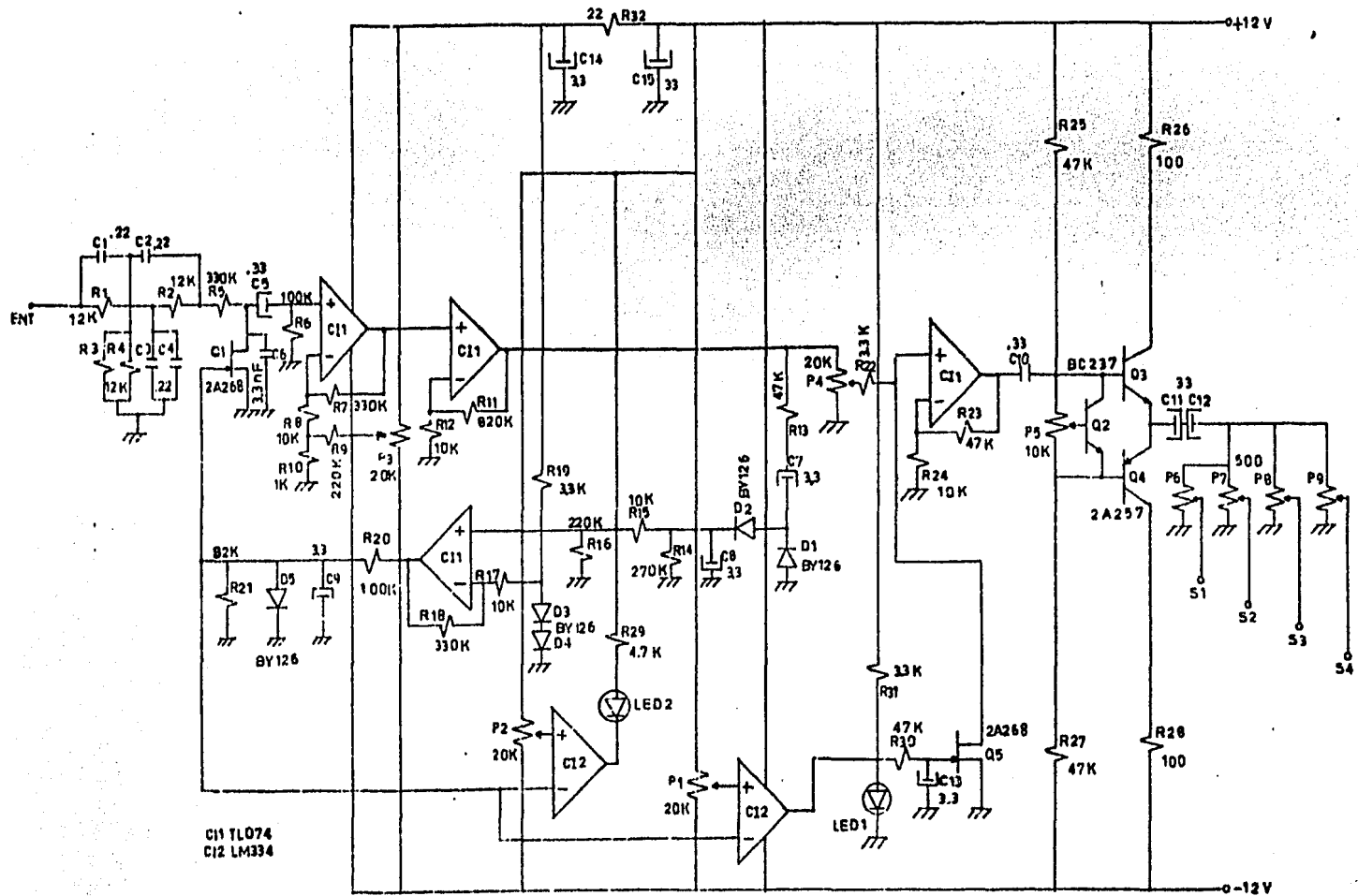


FIG 4.8 Diagrama eléctrico del amplificador de nivel constante.

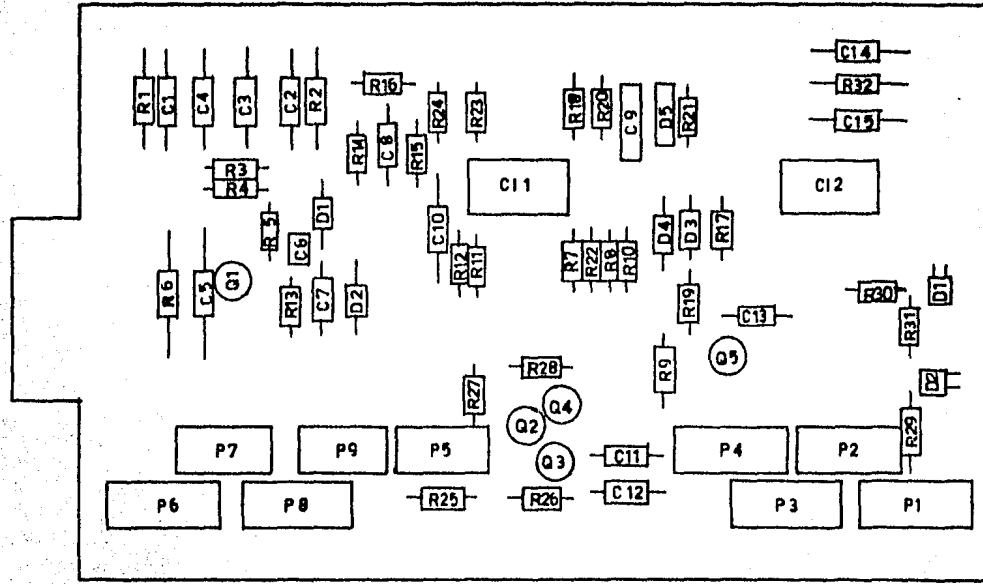


FIG 4.9 Distribución de componentes en el circuito impreso del amplificador de nivel constante. (anverso).



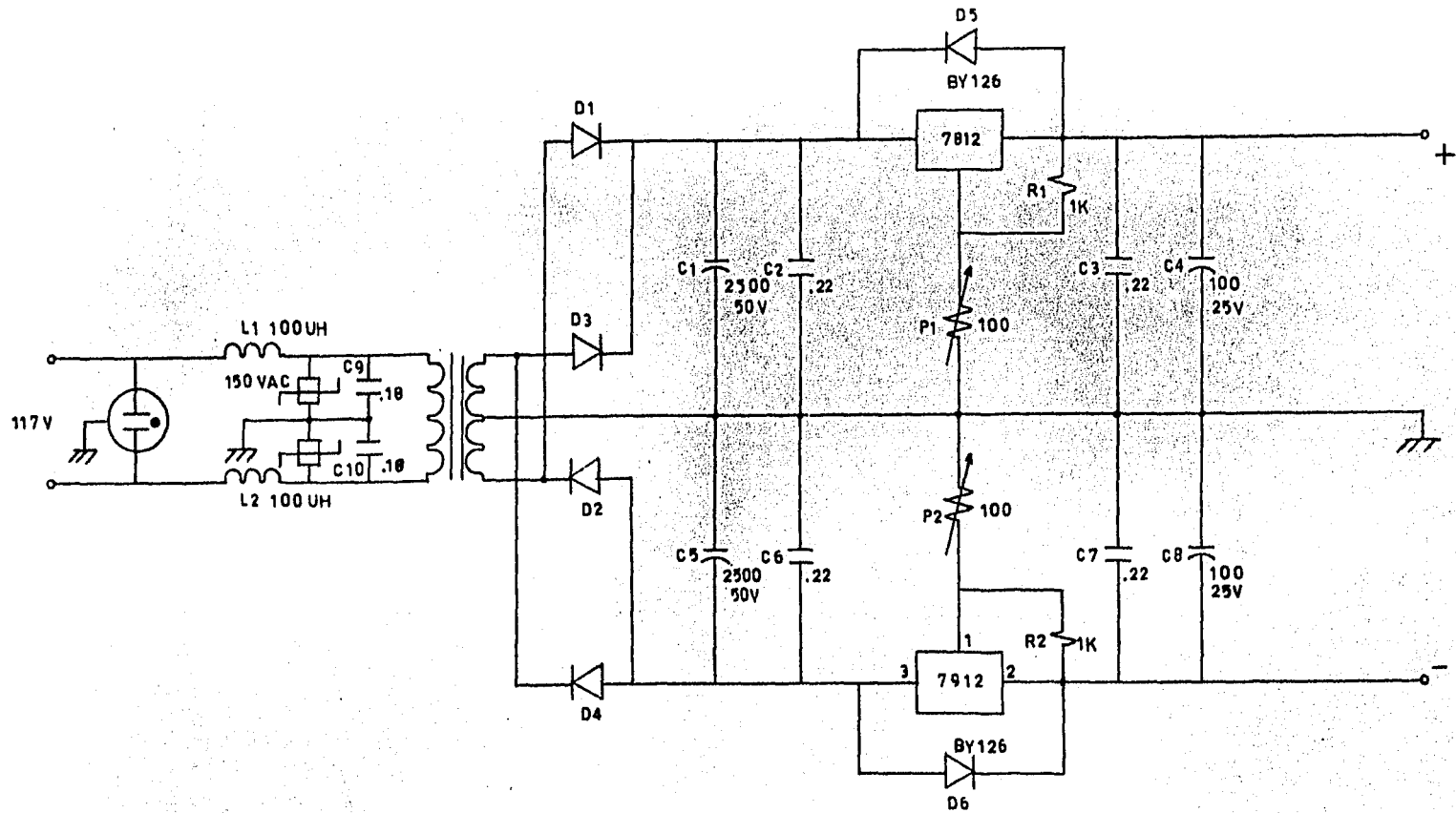


FIG 4.10 Diagrama del circuito eléctrico del cargador de baterías tipo 1.



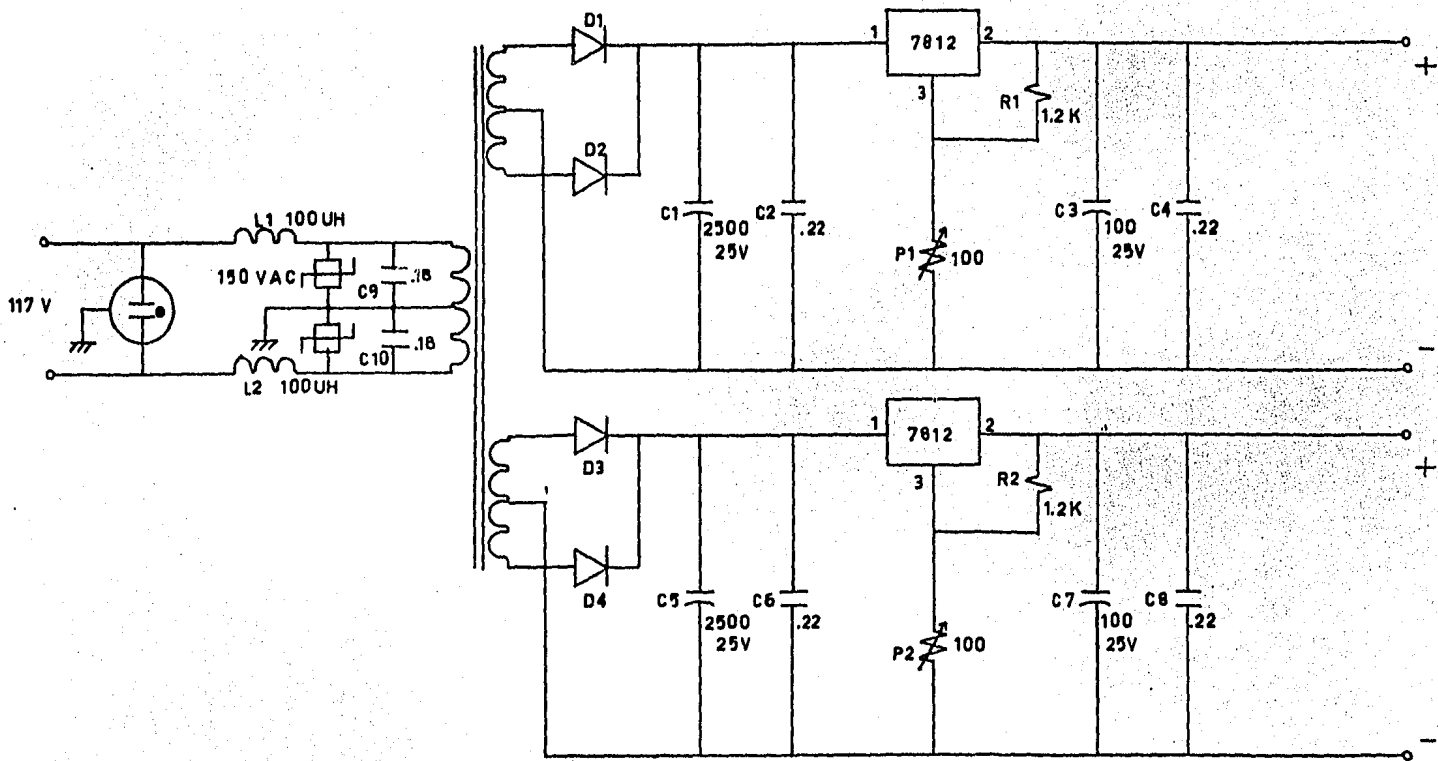


FIG 4.12 Diagrama eléctrico del cargador de baterías tipo 3.

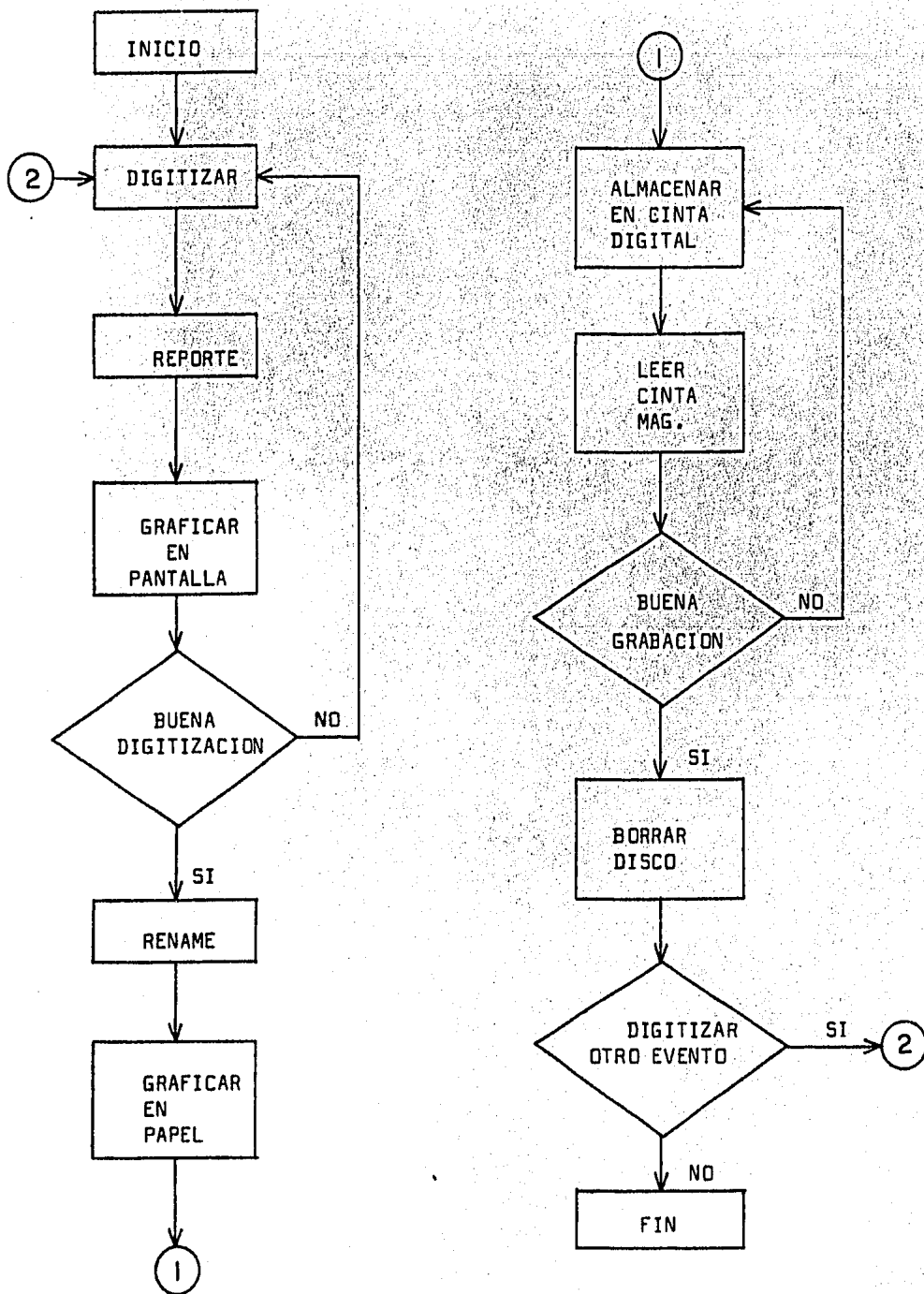
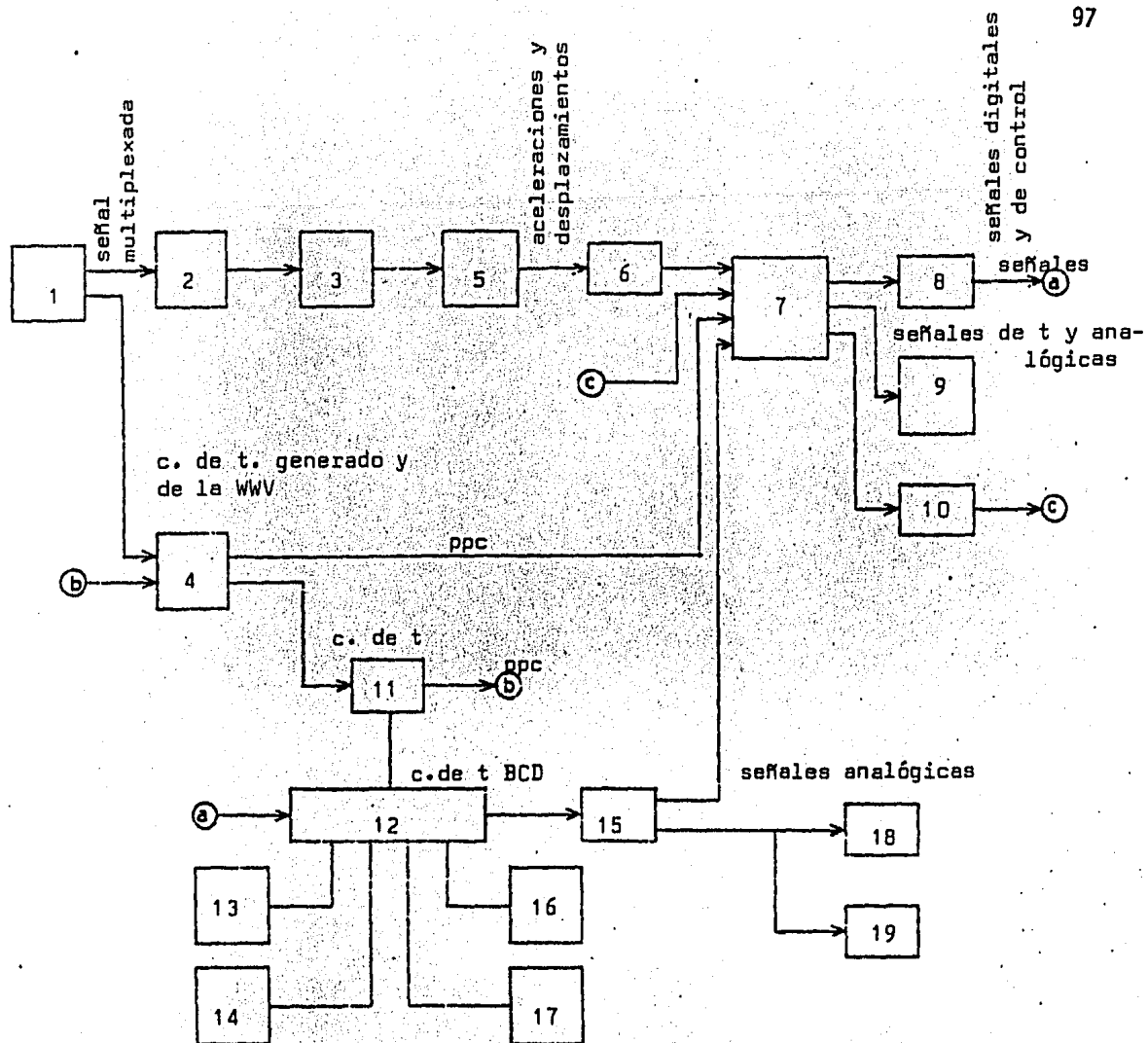


FIG 4.14 Diagrama de flujo del proceso de una cinta.



## CLAVE:

- |                            |                        |
|----------------------------|------------------------|
| 1. reproductora            | 11. LCT                |
| 2. amp's nivel constante   | 12. procesador         |
| 3. tab. de señal mux       | 13. unidad de disco    |
| 4. tab. de señal de t      | 14. impresora          |
| 5. demoduladores           | 15. convertidor D/A    |
| 6. FPB                     | 16. unidad de cinta    |
| 7. tab. de señal sísmica   | 17. teletipo           |
| 8. convertidor A/D         | 18. pantalla Tektronix |
| 9. graf. de punta caliente | 19. graficador X-Y     |
| 10. FPB                    |                        |

FIG 4.15 Diagrama de bloques de la conexión de los equipos para la reproducción y procesamiento del sismo.

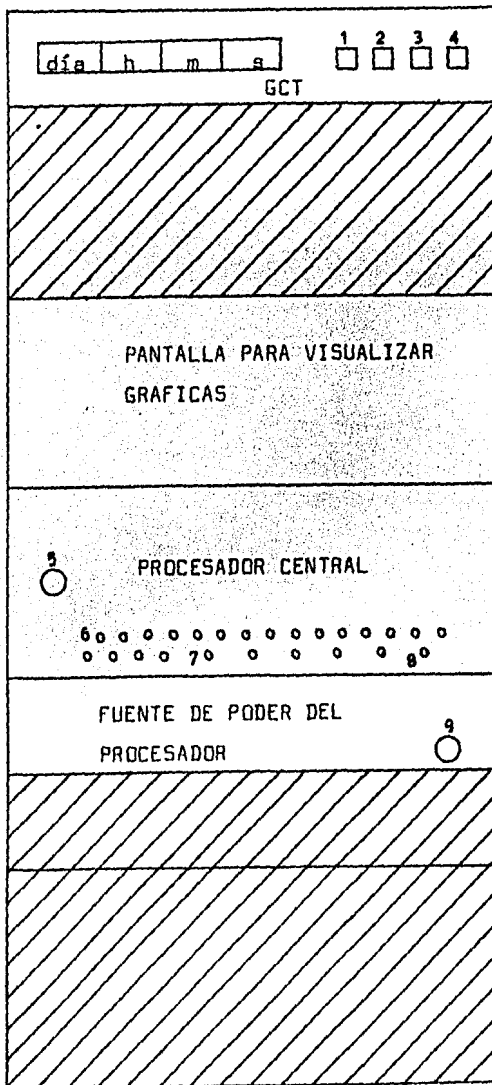
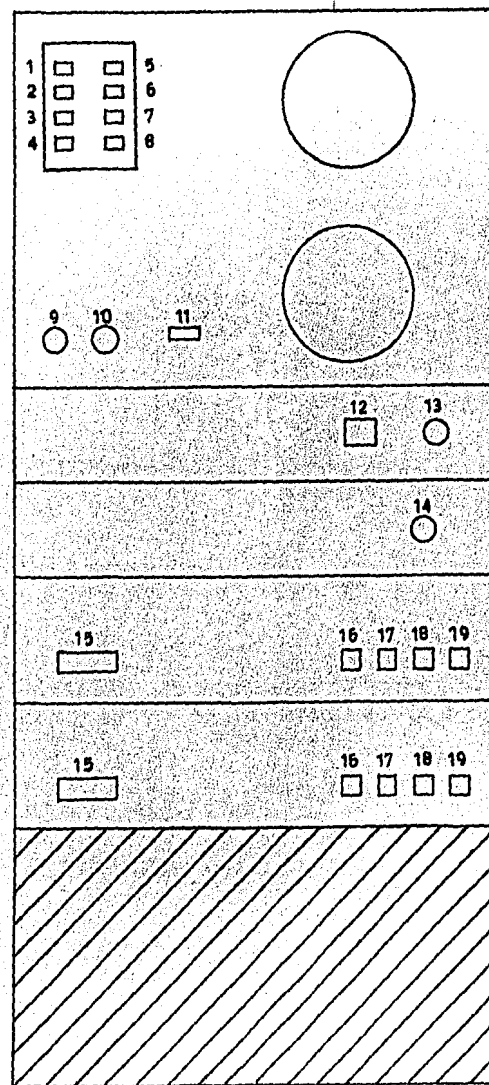


FIG 4.16 Distribución del equipo en el gabinete 6.

- CLAVE:
- 1 Ø ERROR
  - 2 3 ERROR
  - 3 ∞ ERROR
  - 4 POWER
  - 5 POWER
  - 6 direcciones
  - 7 RESET/STOP
  - 8 PROGRAM LOAD
  - 9 POWER



- CLAVE:
- 1 POWER
  - 2 REVERSE
  - 3 FORWARD
  - 4 STOP/RESET
  - 5 FILE PROTECT
  - 6 FAST FORWARD
  - 7 REWIND
  - 8 REMOTE
  - 9 OVERRIDE
  - 10 LOAD/UNLOAD
  - 11 DENSITY
  - 12 SELECT
  - 13 POWER
  - 14 POWER
  - 15,20 LOAD/RUN
  - 16,21 LOAD
  - 17,22 READY
  - 18, 23 CHECK
  - 19,24 POWER

FIG 4.17 Distribución del equipo en el gabinete 7.

## CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Se confía en que la información y las referencias contenidas en este trabajo sean suficientes para conseguir una operación más eficiente del equipo que integra el sistema.

El presente trabajo constituye una revisión aumentada del manual de la instalación del equipo SISMEEX (ref 1, tabla 2.1).

Es de hacerse notar la importancia que tiene asegurarse de que el material de registro (papel, plumillas, cintas magnéticas, etc.) y las refacciones para las reparaciones sean adquiridos oportunamente, de preferencia en el país, lo que permitirá asegurar un funcionamiento continuo de la red.

A P E N D I C E



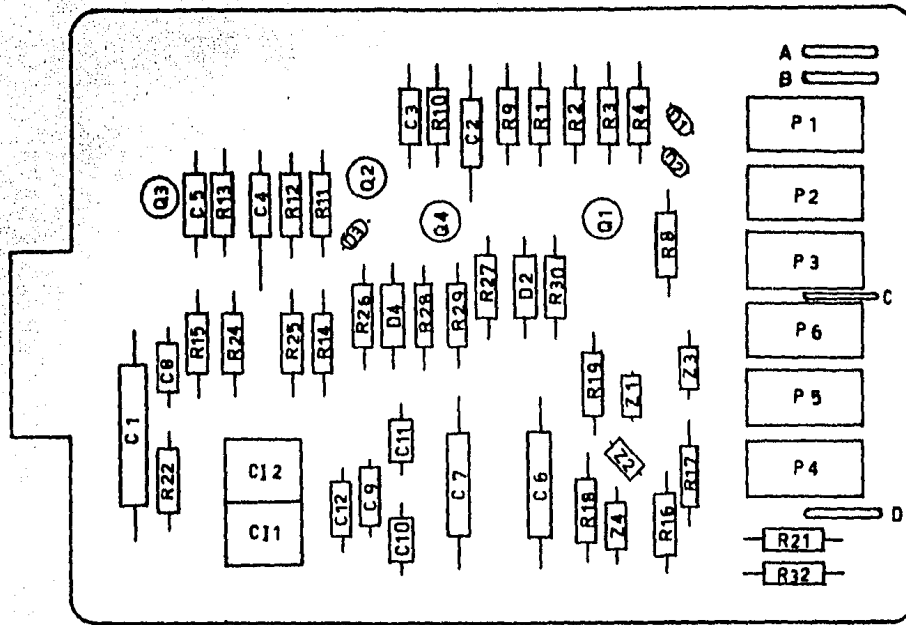


FIG A.1 Distribución de los componentes en el circuito impreso del modulador de señal de aceleración. (anverso).

TABLA A.1. COMPONENTES DEL MODULADOR DE CANAL ACCELEROMETRICO

R1 = 4.7 M	R19 = 150	P5 = 100 K
R2 = Variable	R21 = Variable	P6 = 5 K
R3 = Variable	R22 = 100 K	C1 = 1 $\mu$
R4 = Variable	R24 = 100 K	C2 = 0.33 $\mu$
R8 = 22 K	R25 = 8.2 K	C3 = 0.68 $\mu$
R9 = 10 K	R26 = 1 M	C4 = 0.33 $\mu$
R10 = 4.7 K	R27 = 1 M	C5 = 0.068 $\mu$
R11 = 22 K	R28 = 330	C6 = 100 $\mu$
R12 = 10 K	R29 = 330	C7 = 100 $\mu$
R13 = 47 K	R30 = 1 K	C8 = 0.1 $\mu$
R14 = 1 K	R32 = 10 K	C9 = Variable
R15 = 3.3 K	P1 = 1 M	C10 = 0.1 $\mu$
R16 = 150	P2 = 20 K	C11 = 0.1 $\mu$
R17 = 150	P3 = 20 K	C12 = 0.001 $\mu$
R18 = 150	P4 = 1 K	

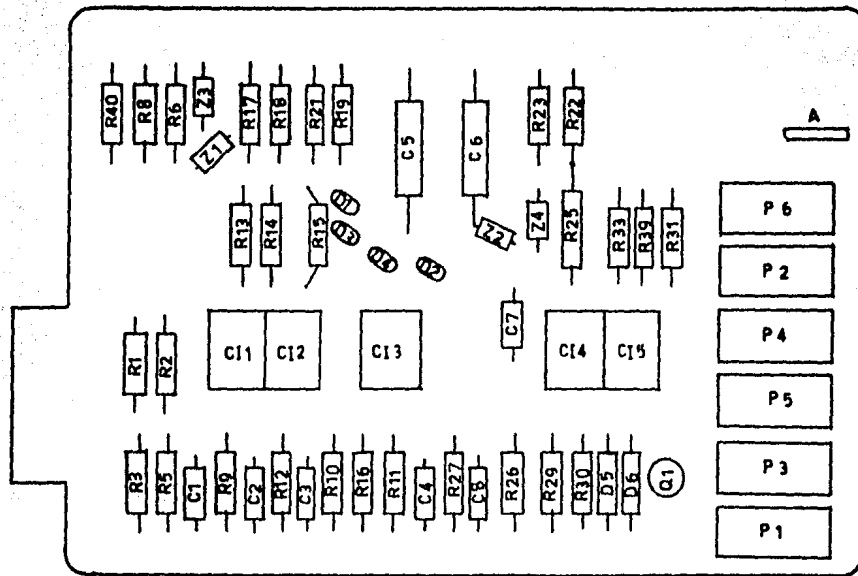


FIG A.2 Distribución de los componentes en el circuito impreso del modulador de señal de desplazamiento nverso).

TABLA A.2. COMPONENTES DEL MODULADOR DE CANAL SISMOMETRICO

R1 = 4.7 K	R18 = 68 K	P1 = 5 K
R2 = 4.7 k	R19 = 150	P2 = 20 K
R3 = 47 K	R21 = 150	P3 = 10 K
R5 = 47 K	R22 = 150	P4 = 1 K
R6 = 3.3 K	R23 = 150	P5 = 100 K
R8 = 3.3 K	R25 = 4.7 K	P6 = 5 K
R9 = 47 K	R26 = 100 K	C1 = 0.1 $\mu$
R10 = 33 K	R27 = 8.2 K	C2 = 0.1 $\mu$
R11 = 47 K	R29 = 1 M	C3 = 0.1 $\mu$
R12 = 47 K	R30 = 1 M	C4 = 0.1 $\mu$
R13 = 6.8 K	R31 = 330	C5 = 100 $\mu$
R14 = 3.3 K	R33 = 330	C6 = 100 $\mu$
R15 = 3.3 K	R39 = 1 K	C7 = 0.1 $\mu$
R16 = 22 K	R40 = 10 K	C8 = 0.1 $\mu$
R17 = 15 K		

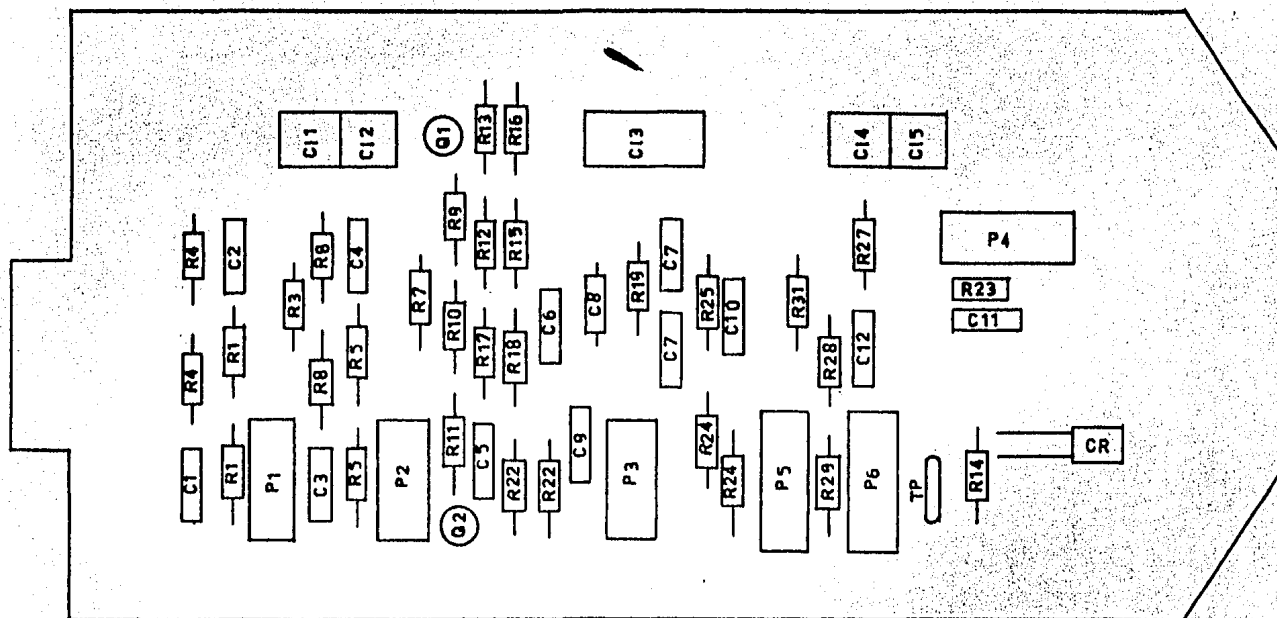


FIG A.3 Distribución de los componentes en el circuito impreso del demodulador de señal de aceleración.(anverso).

TABLA A.3. COMPONENTES DEL DEMODULADOR DE CANAL ACELEROMETRICO

R1 = 8.2 K + 56 K	R18 = 10 K	P5 = 20 K
R3 = 10	R19 = 22 K	P6 = 50 K
R4 = 220 K + 33 K	R22 = 100 K//IM	C1 = 0.01 $\mu$
R5 = 8.2 K + 56 K	R23 = 82 K	C2 = 0.01 $\mu$
R7 = 10	R24 = 100 K//IM	C3 = 0.01 $\mu$
R8 = 220 K + 33 K	R25 = 47 K	C4 = 0.01 $\mu$
R9 = 47 K	R27 = 8.2 K	C5 = 0.1 $\mu$
R10 = 47 K	R28 = 1 K	C6 = 0.1 $\mu$
R11 = 22 K	R29 = 39 K	C7 = 0.047 $\mu$
R12 = 270	R31 = 4.7 K	C8 = 0.001 $\mu$
R13 = 10 K	P1 = 100	C9 = 0.1 $\mu$
R14 = 2.2 K	P2 = 100	C10 = 0.022 $\mu$
R15 = 10 K	P3 = 1 K	C11 = 0.1 $\mu$
R16 = 4.7 K	P4 = 20 K	C12 = 0.1 $\mu$

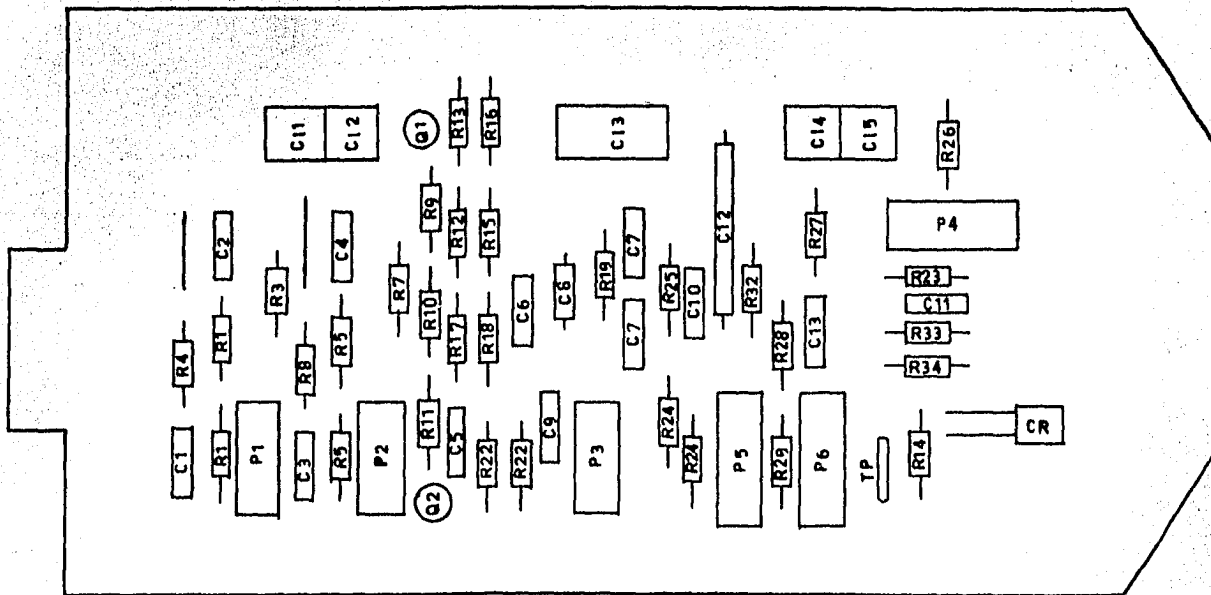


FIG A.4 Distribución de los componentes en el circuito impreso del demodulador de señal de desplazamiento (anverso).

TABLA A.4. COMPONENTES DEL DEMODULADOR DE CANAL SISMOMETRICO

R1 = 4.7 K + 100 K	R19 = 3.3 K	P5 = 20 K
R3 = 3.3 K	R22 = 470 K	P6 = 50 K
R4 = 330 K	R23 = 82 K	C1 = 0.01 $\mu$
R5 = 4.7 K + 100 K	R24 = 22 M	C2 = 0.01 $\mu$
R7 = 3.3 K	R25 = 220 K	C3 = 0.01 $\mu$
R8 = 330 K	R27 = 33 K	C4 = 0.01 $\mu$
R9 = 4.7 K	R28 = 3.3 K	C5 = 0.1 $\mu$
R10 = 4.7 K	R29 = 120 K	C6 = 0.1 $\mu$
R11 = 22 K	R32 = 4.7 K	C7 = 0.1 $\mu$
R12 = 270	R33 = 1 K	C8 = 0.001 $\mu$
R13 = 10 K	R34 = 4.7 K	C9 = 0.1 $\mu$
R14 = 2.2 K	P1 = 5 K	C10 = 0.022 $\mu$
R15 = 10 K	P2 = 5 K	C11 = 0.1 $\mu$
R16 = 4.7 K	P3 = 5 K	C12 = 1 $\mu$
R17 = 10 K	P4 = 20K	C13 = 0.1 $\mu$
R18 = 10 K		



## BIBLIOGRAFIA

1. Antonio M. Alvarez Tinoco, Jorge A. Cajiga García, Pedro Fortoul Audiffred, "Manuales de operación y mantenimiento de las instalaciones de SISMEX", Tesis, FI, UNAM, 1978.
2. Alejandro Jiménez H., "Diseño, construcción y programación de un controlador para un conversor A/D", Tesis, ESIME, IPN, 1981.
3. F. Humberto Rodríguez, Ignacio Mora, Arturo Chavarría, "Red Telemétrica para el estudio de la actividad sísmica en la zona de Chicoasén. Manual de operación del equipo", Manual, Inst. de Ing., UNAM, 1982.
4. Gerardo Legaria M., Pedro Fortoul A., "Estudio de los sobrealcances en la red SISMEX", Informe, Inst. de Ing., 197
5. R. Castro, M. Rodríguez, "Sismos locales y regionales en la zona de la presa El Caracol", Informe, Inst. de Ing., 1983
6. Jorge Prince, F. Humberto Rodríguez, "Instalación de una Red Telemétrica para la detección de sismos, Informe, Instituto de Ingeniería, UNAM, 1973
7. Ampex FR-3020: Operator/System Manual (1802853)