

CENTRO DE INVESTIGACION CIENTIFICA Y
DE EDUCACION SUPERIOR DE ENSENADA

~
DISEÑO DE UNA RADIOBASE PARA CONTROL
CENTRAL DE RADIOTELEFONOS

TESIS
MAESTRIA EN CIENCIAS

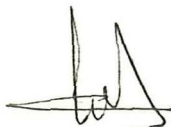
ISIDORO HINOJOSA CARRILLO

RESUMEN de la Tesis de Isidoro Hinojosa Carrillo presentada como requisito parcial para la obtención del grado de MAESTRO EN CIENCIAS en FISICA APLICADA con opción en INSTRUMENTACION ELECTRONICA Y TELECOMUNICACIONES.

Ensenada, Baja California, México. Diciembre de 1980

DISEÑO DE UNA RADIOBASE PARA CONTROL CENTRAL DE RADIOTELEFONOS

Resumen aprobado:



Dr. Enrique Mitrani A.
Director de Tesis

Se hace una descripción de un control digital para central de radioteléfonos o Radiobase. Se analiza solamente la parte digital.

El elemento principal del sistema es un microprocesador 8085 de Intel del cual depende el procesamiento de la información para que sean tomadas las acciones necesarias.

Las características que debe tener el sistema son las siguientes:

- Canales compartidos automáticamente
- Numero limitado de canales
- Señalización común
- Diagnóstico
- Cálculo de Tarifa
- Confiabilidad
- Modularidad

La arquitectura de la RB es a base de tarjetas o módulos, los cuales se tienen actualmente diseñados y son los siguientes:

- Sistema del microprocesador y zona de memoria de lectura exclusiva

- Módulo de Canal
- Periféricos de control y zona de memoria de lectura y escritura
- Interfaz de comunicaciones serie-paralelo y paralelo-serie
- Control de interrupciones

En base al protocolo de comunicaciones establecido, se han hecho unas secuencias de programas para realizar un intercambio de mensajes y comandos necesarios en el enlace de dos abonados.

Entre las secuencias más importantes se tienen las siguientes: establecimiento de estado, supervisión de canales, atención a abonado solicitante o distante, cálculo de distancia entre los dos abonados y tarificación, diagnóstico, control de interrupciones, etc.

El resultado de lo antes expuesto será un sistema confiable, de consumo moderado de energía, bajo costo y poco mantenimiento, condiciones necesarias para participar en el desarrollo de la Red de Telefonía Rural.

CENTRO DE INVESTIGACION CIENTIFICA Y DE
EDUCACION SUPERIOR DE ENSENADA

DEPARTAMENTO DE FISICA APLICADA

DISEÑO DE UNA RADIOBASE PARA CONTROL CENTRAL
DE RADIOTELEFONOS

TESIS

que para cubrir parcialmente los requisitos necesarios
para obtener el grado de MAESTRO EN CIENCIAS presenta

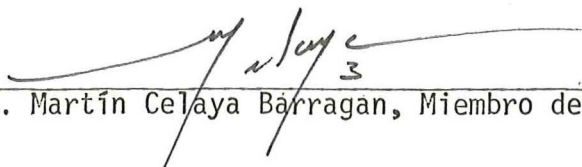
ISIDORO HINOJOSA CARRILLO

Ensenada, B. C., Diciembre de 1980

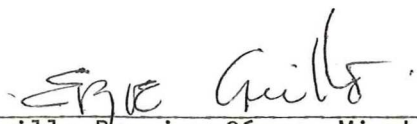
TESIS APROBADA PARA SU DEFENSA POR: .



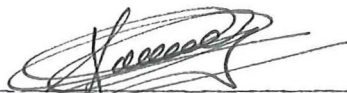
Dr. Enrique Mitrani Abenchuchan, Director del Comité



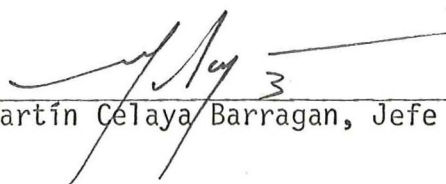
M. C. Martín Celaya Barragan, Miembro del Comité



Dr. Enrique Carrillo Barrios-Gómez, Miembro del Comité



M. C. Jaime Sánchez García, Miembro del Comité



M. C. Martín Celaya Barragan, Jefe del Departamento de Física
Aplicada



Dr. Enrique Carrillo Barrios-Gómez, Coordinador Académico

Tesis presentada en diciembre 15, 1980.

DEDICATORIA

A mi esposa Gloria, por su cariño
y estímulo para la realización de este trabajo

A mis padres y hermanos

AGRADECIMIENTOS

A Enrique Mitrani A., Asesor y Director de Tesis

Al CICESE

Al CONACYT

CONTENIDO

Página

I. - INTRODUCCION	1
II. - DESCRIPCION GENERAL DEL SISTEMA	3
II. 1. - Red de Telefonía Rural (RTR)	3
II. 2. - Radiobase	3
II. 3. - Plan de Numeración Propuesto	5
II. 4. - Plan de Conmutación Propuesto	7
II. 4. 1. - Jerarquía	7
II. 4. 2. - Enrutamiento	8
II. 5. - Señalización	9
II. 5. 1. - Protocolo de Comunicaciones	9
II. 5. 2. - Señales Fuera de Banda (SFB)	9
II. 5. 3. - Señales Dentro de Banda (SDB)	11
II. 6. - Acceso por Demanda	12
II. 6. 1. - Generalidades	12
II. 6. 2. - Canales Compartidos	13
II. 6. 3. - Canal de Guardia	14
II. 7. - Diálogos entre Abonados	14
II. 7. 1. - Abonado que Inicia la Llamada (Abonado A)	16
II. 7. 2. - Abonado Llamado (Abonado B)	18
III. - CIRCUITERIA DEL SISTEMA	21
III. 1. - Módulo del Microprocesador	25
III. 2. - Módulos de Canales	29
III. 3. - Interfaz de Comunicaciones Serie-Paralelo y Paralelo-Serie	34
III. 4. - Control de Interrupciones	38
III. 5. - Periféricos de Control, Temporizadores y Zona de Memoria de Lectura y Escritura	40
III. 6. - Direccionamiento Físico	44
III. 6. 1. - Primer Nivel de Selección	44
III. 6. 2. - Segundo Nivel de Selección	44
III. 6. 2. 1. - Decodificador de Memoria de Control	49
III. 6. 2. 2. - Decodificador de Zona de Memoria de Lectura y Escritura, Puertos de E/S y Temporizadores	49
III. 6. 2. 3. - Decodificador de Periféricos de Control de Interrupciones	55
III. 6. 3. - Tercer Nivel de Selección	55
III. 6. 3. 1. - Decodificador de Zona de Canales	55
III. 6. 3. 2. - Decodificador de TRUSAS	60

IV. - PROGRAMACION	68
IV. 1. - Areas de Memoria Usadas	68
IV. 2. - Descripción General de las Tareas y Manejador de Tareas	69
IV. 2. 1. - Programa Manejador de Tareas	71
IV. 2. 2. - Inicialización	73
IV. 2. 3. - Interrupciones	74
IV. 2. 3. 1. - Interrupción para Inicio de Secuencia de Muestreo de Canales	76
IV. 2. 3. 2. - Interrupciones de TRUSAS	77
IV. 3. - Subrutina para Manejar Canales	80
IV. 4. - Subprograma Canal (SC)	81
IV. 4. 1. - Solicitud Externa	83
IV. 4. 2. - Solicitud Interna	84
IV. 5. - Subprograma Repartidor de Tareas	86
IV. 5. 1. - Programa para poner Fila de Costo	88
IV. 5. 2. - Tasación	88
IV. 5. 3. - Subrutina Diagnóstico	90
IV. 5. 4. - Subprograma para hacer Mezcla de Canales Libres	93
IV. 5. 5. - Subprograma Coordenadas	95
V. - CONCLUSIONES	97
LITERATURA CITADA	99
GLOSARIO	101
APENDICE I. - Señales Asignadas al Ducto Principal	102
APENDICE II. - Comparación de la RTR con otros Sistemas de Telefonía Rural	104

LISTA DE FIGURAS

<u>Figura</u>		<u>Página</u>
1	Estructura general de la Red de Telefonía Rural	4
2	Diagrama general de la RB	6
3	Formato para el número rural según el plan de numeración propuesto	7
4	Enrutamiento del tráfico rural	8
5	Señalización dentro y fuera de banda	10
6	Diálogos entre RB y RT	15
7	Intercambio de mensajes en la zona común de memoria (ZCM)	19
8	Diagrama de bloques de RB	22
9	Reforzadores de los ductos	
	a).- Control de salida	24
	b).- Direcciones	26
	c).- Control de entrada	27
10	Módulo del microprocesador y memoria de control	28
11	Diagrama del módulo de canales	30
12	Mecanismo de paginación externa canales y TRUSAS	33
13	Diagrama de la interfaz de comunicaciones (serie-paralelo paralelo-serie)	35
14	Formato empleado por TRUSAS para la transmisión recepción de datos	36
15	Unidad de control de interrupciones de 16 niveles	39
16	Diagrama de módulo de periféricos de control zona de memoria común y temporizadores	41

<u>Figura</u>		<u>Página</u>
17	Diagrama de bloques de paginación a).- Paginación de canales y TRUSAS b).- Imagen de memoria	42 42
18	Configuración general de memoria de la RB	45
19	Selector principal o primer nivel de selección	46
20	Formato de direcciones para el primer nivel de selección	48
21	Selector de memoria de control ubicado en el segundo nivel	50
22	Formato de direcciones de la memoria de control	51
23	Selector de memoria común, puerto de paginación y temporizadores ubicados en el segundo nivel	52
24	Formato de direcciones de memoria de lectura-escritura, puertos de E/S (control) y temporizadores	53
25	Selección de UPCIS y puerto de petición de interrupciones	56
26	Formato de direcciones de UPCIS y puerto de lectura (petición de interrupción)	57
27	Diagrama general de paginación de canales	58
28	Formato general de direcciones de canales	59
29	Selección de grupos de canales (8 canales por línea de salida) ubicados en el segundo nivel	61

FiguraPágina

30	Selección de canales (2 por cada dispositivo habilitado) usando el tercer nivel de selección	62
31	Selector de TRUSAS ubicado en el tercer nivel de selección	64
32	Formato general de direcciones de TRUSAS	65
33	Programa manejador de tareas (PMT)	72
34	Subprograma para iniciar el sistema (INIC)	75
35	Interrupción para inicio de secuencia de muestreo (INTE1)	77
36	Interrupción para atender TRUSAS (INTRU)	79
37	Subrutina para manejar canales (SMC)	81
38	Subprograma Canal (SC) a). - Inicio b). - Secuencia de abonado A (SECABA) c). - Secuencia de abonado B (SECABB)	82 83 85
39	Subprograma repartidor de tareas (SRT)	87
40	Subprograma para poner fila de costo (SFC)	89
41	Tasación (TASA)	91
42	Subrutina diagnóstico (DIAG)	92
43	Subprograma para mezclar canales libres (SMCL)	94
44	Coordenadas (COORD)	96

LISTA DE TABLAS

<u>Tabla</u>		<u>Página</u>
I	Señales fuera de banda	11
II	Cantidad de componentes de los módulos de Radiobase	23
III	Señales de control para transmisores y receptores	31
IV	Velocidades de transmisión y recepción para TRUSAS	37
V	Asignación de dispositivos de la Radiobase al selector principal	47
VI	Direcciones de puertos de E/S y temporizadores	54
VII	Palabras de control usadas por puertos de E/S para canales	63
VIII	Palabras de control usadas por puertos de E/S para TRUSAS	66

DISEÑO DE UNA RADIOBASE PARA CONTROL CENTRAL DE RADIOTELEFONOS

1 .- INTRODUCCION

Las telecomunicaciones y los medios de comunicación, tienen una gran expansión y demanda a nivel mundial. Los factores que han dado gran impulso a esta clase de servicios son el incremento demográfico y la multiplicación de los núcleos de población urbanos y rurales.

En la actualidad se tiene necesidad de integrar al país a través de una Red Nacional de Telecomunicaciones [Anón., 1979] al que beneficie al medio rural con niveles superiores de vida. (Educación, Cultura, Ciencia, Esparcimiento, etc.)

Los sistemas de comunicación telefónica no han participado en el desarrollo de las zonas rurales debido al elevado costo de la inversión y mantenimiento. Sin embargo gracias a los avances tecnológicos recientes, hoy se pueden ofrecer sistemas que tienen grandes ventajas para los usuarios además de abaratar los servicios proporcionados.

El problema para la dotación de servicios telefónicos al medio rural, en nuestro país, se plantea de diferentes maneras por las características geográficas de sus diferentes regiones (montañas, desiertos, selvas, etc.) donde se encuentran dispersos los habitantes del medio rural.

Dentro de este contexto, en el Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada, B. C. (CICESE) y especialmente en el Departamento de Física Aplicada, se han desarrollado programas de diseño y optimización de redes telefónicas rurales y se están diseñando a nivel de prototipos los controladores digitales para estas redes. Los elementos de estos controladores: Radioteléfonos (RT), Radiobases (RB), Oficinas Terminales Rurales (OTR), y Acoplamientos, han sido estudiados para ser adaptados de la mejor manera a las condiciones imperantes. En particular se ha tratado de utilizar al máximo la red telefónica en su estado actual,

imponiéndole el mínimo de modificaciones y de desarrollar un equipo modular, versátil y de fácil empleo.

El objetivo de este trabajo es la descripción del control digital de una Radiobase, para el control de Radioteléfonos.

La Radiobase tiene la función de enlazar a pares de abonados por medio de canales de radiofrecuencia compartidos, llevando el control de la llamada (p.e.: tiempo y costo). Estos abonados pueden encontrarse dentro de la misma o en diferentes áreas rurales .

En los próximos capítulos se presenta la descripción general del sistema, se analiza el diseño de la circuitería y de la programación que integran el sistema de la Radiobase.

2 .- DESCRIPCION GENERAL DEL SISTEMA

El sistema de Telefonía Rural tiene como objetivo permitir a suscriptores ubicados en sitios aislados enlazarse de manera totalmente automática a la Red de Telefonía Rural.

2.1 .-RED DE TELEFONIA RURAL (RTR)

La RTR propuesta esta constituida por los siguientes sistemas: Radioteléfonos (RT), Radiobases (RB), Oficinas Terminales Rurales (OTR) y Estaciones Terrenas pequeñas (ET). (Fig. 1).

Una OTR podrá enlazar un máximo de 10 Radiobases y un Centro Automático de Larga Distancia (CALD). Cada Radiobase puede atender hasta 100 Radiotelefonos [Sánchez y Mitrani, 1979]. Las características principales que debe reunir una RTR son las siguientes:

- Calidad comparable a una Red de Telefonía normal
- Confiabilidad
- Privacidad en las conversaciones
- Orientación para servicio público
- Capacidad de tarificación local
- Mantenimiento simple

La RTR propuesta satisface en gran medida los requerimientos anteriores.

2.2 .- RADIOBASE

La Radiobase tiene hasta 24 canales, de los cuales 16 son asignados como internos para compartirse por demanda entre los radioteléfonos dependientes de una Radiobase. Los otros 8 canales son preasignados y funcionan como troncales para comunicarse con la Oficina Terminal Rural.

A cada canal de la Radiobase esta asignado un

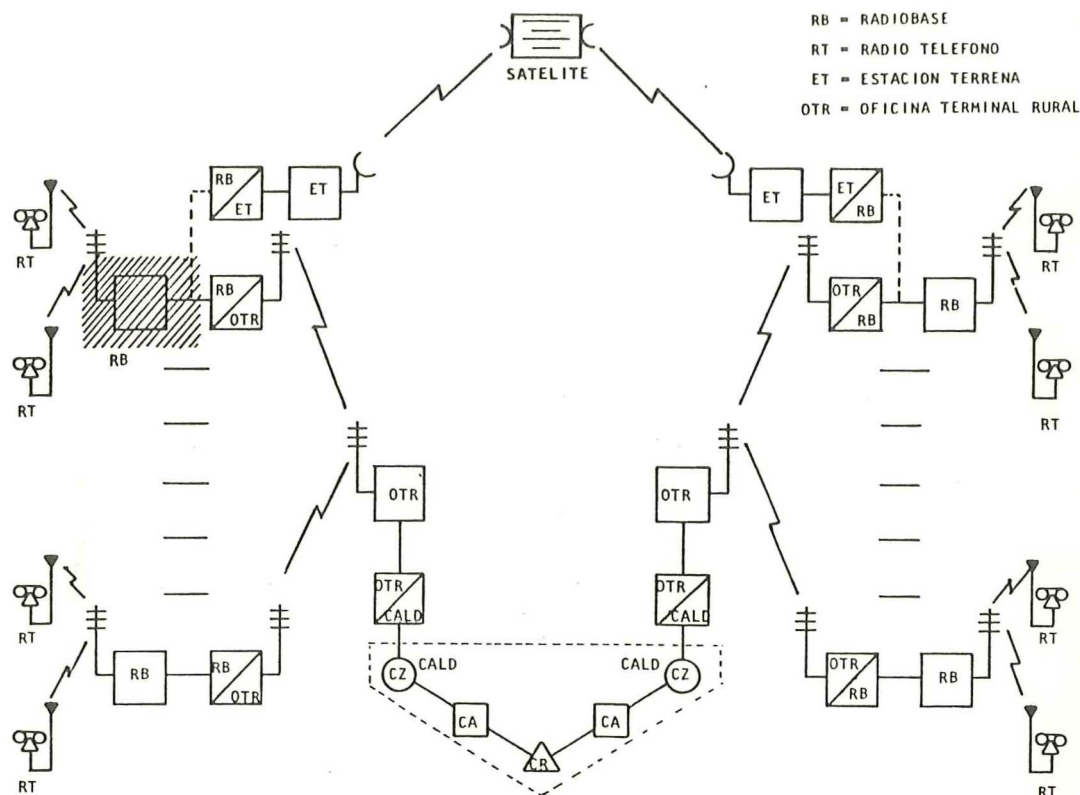


Figura 1.- ESTRUCTURA GENERAL DE LA RED DE TELEFONIA RURAL

receptor-transmisor en la gama de frecuencias VHF o UHF. En cambio el Radioteléfono dispone de un solo transmisor-receptor sintonizable a diferentes frecuencias.

La Radiobase ofrece las siguientes características:

- Canales compartidos automáticamente
- Ausencia de un canal especial para señalización
- Tasación automática
- Confiabilidad
- Transparencia
- Durante la conversación no se transmite señalización dentro de banda

La Radiobase es un sistema basado en la técnica de

multiacceso cuyos canales internos son compartidos hasta por 100 subscriptores de bajo tráfico.

La Radiobase esta constituida por los siguientes elementos (Fig. 2).

1. - Sistema de lógica de control
 - Módulo de Microprocesador y Memoria de Control
 - Circuito de Canal
 - Interface de Comunicación
 - Control de Interrupciones
 - Temporizadores y Periféricos de Control
2. - Equipo de Radio
 - Antenas
 - Transmisores-receptores
 - Multiacopladores
 - Modems, etc.

En este trabajo se hace un análisis del diseño de la parte digital (circuitería y programación) y solo se menciona brevemente la parte del equipo de radio con propósitos de ilustración del sistema total.

La función básica de la Radiobase es asignar los canales entre los subscriptores que lo soliciten. Estos subscriptores estan dispersos en una área cercana a la Radiobase situada estratégicamente.

2.3 .- PLAN DE NUMERACION PROPUESTO

De los resultados del Plan Nacional de Telefonía Rural (PNTR) [Anón., 1979 a] se puede observar que los usuarios de este servicio se pueden reunir en grupos que con notables excepciones, necesitan menos de 100 Radioteléfonos. En la vecindad de un Centro Automático de Larga Distancia muchas veces existen menos de 10 de estos grupos, lo que da un máximo teórico de 1,000 Radioteléfonos por Oficina Terminal Rural. Debido a las características de los CALD estos solo pueden asignarse series de cuatro dígitos (10,000 abonados) a cada central controlada por ellos, por lo que cada una de las 10 Radiobases conectadas a una OTR será reconocida por dos dígitos (el sistema es redundante) y cada

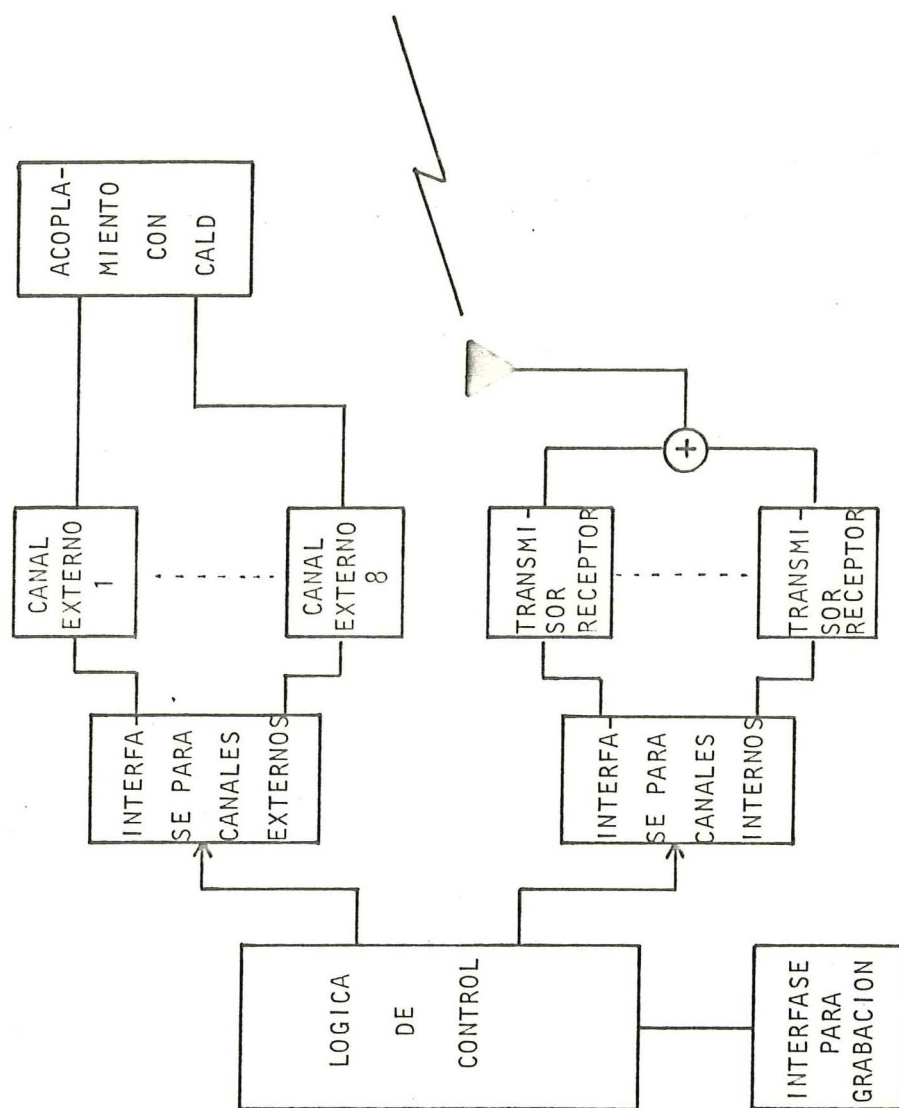


Figura 2.- DIAGRAMA GENERAL DE LA RB

RT conectado a una RB será designado por los dos dígitos restantes.

La capacidad del plan de numeración propuesto esta limitada por el número de dígitos útiles que se tienen (7 dígitos) con respecto de los números disponibles que se pueden usar de manera eficiente (hasta 8 dígitos) (Fig. 3).

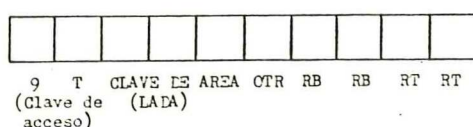


Figura 3.- Formato para el número rural según el plan de numeración propuesto.

2.4 .- PLAN DE CONMUTACION PROPUESTO

Por medio del plan de conmutación se consideran dos parámetros de gran importancia para determinar las características necesarias en el manejo de la señalización de un sistema telefónico. Estos parámetros son: Jerarquía y Enrutamiento [Lara P. Gildardo, 1977].

2.4.1 .-Jerarquía.

Los centros de conmutación se jerarquizan en dos categorías.

- Radiobases
- Oficinas Terminales Rurales

La Radiobase es un lugar en el área rural donde convergen los enlaces, que están asociados a subscriptores individuales situados en su vecindad.

La OTR es la que realiza la distribución del tráfico a nivel nacional (Urbano y Rural).

2.4.2 .- Enrutamiento .

Consideramos dos opciones para el enrutamiento del tráfico a nivel nacional. Una de ellas es el enlace con la Red de Tel-Mex: RB - OTR - CALD, la otra es haciendo el enlace vía satélite: RB - ET como se presenta en la Fig. 4.

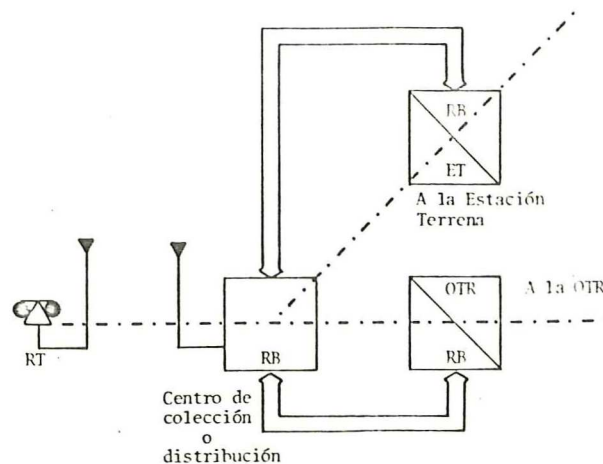


Figura 4.- Enrutamiento del tráfico rural

Como se vió anteriormente se puede disponer hasta

de dos vías para el manejo del tráfico rural. Actualmente la RTR se encuentra diseñada para usar el enlace con la Red de Tel-Mex, quedando pendiente el enlace vía satélite.

2.5 .- SEÑALIZACION

El sistema interno de señalización (RT-RB-OTR) utilizado no corresponde a ninguno de los establecidos (CCITT R2, R2 modificado Tel-Mex, CCITT R5, etc.) sino que es una combinación de R2 y R5 [Anón., 1977].

Los principios básicos de la señalización adoptada se fundamentan en el uso de dos tipos de señales: Fuera del Ancho de Banda de la Voz (SFB) y Dentro del Ancho de Banda de la Voz (SDB).

2.5.1 .- Protocolo de Comunicaciones

Mediante el protocolo de comunicaciones se considera las condiciones o eventos que originan que acciones deben ser tomadas para conectar dos abonados.

Para el intercambio de información entre estos dos abonados se tiene una serie de mensajes (SDB) y otra de comandos (SFB). Los comandos son transmitidos fuera de la banda de la voz y los mensajes son enviados dentro de esta banda previamente al establecimiento de la conversación. (Fig. 5).

2.5.2 .- Señales Fuera de Banda (SFB)

Para este tipo de señales se usan dos frecuencias: alta o F1 Y baja o F2. También se detecta la presencia o ausencia de frecuencia portadora (FO).

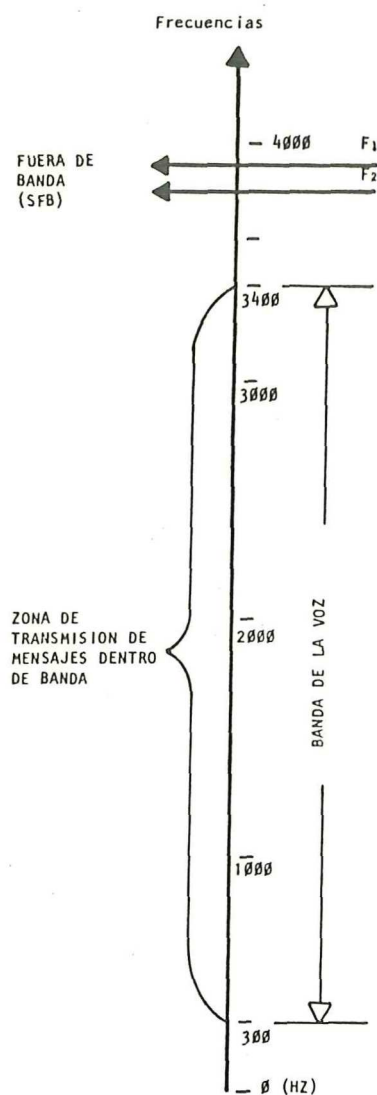


Figura 5.- SERIALIZACION DENTRO Y FUERA DE BANDA

Como se ilustra en la Tabla I, mediante la combinación adecuada de estas frecuencias, los abonados intercambian los comandos necesarios para establecer y supervisar el desarrollo de una comunicación.

Número de comb. de frecs.	F1 (FA)	F2 (FB)	RADIOBASE (FB)	RADIOTELEFONO
0	0	0	Respuesta a solicitud de A u ocupado	Solicitud de atención
1	1	0	Frecuencia de guardia	Reservada
2	0	1	Guardia modificada y otros	DEAC y otros
3	1	1	Reservada	reservada
2+0			Llamando a ab. B y cobro a abonado A	Aceptación de cobro

Tabla I. - Señales fuera de banda

NOTA: La combinación F1 y F2 va siempre acompañada por la frecuencia portadora.

2.5.3 .- Señales Dentro de Banda (SDB)

Mediante este tipo de señales se intercambian mensajes dentro de la gama de frecuencias de la voz, (la banda de la voz usada en telefonía va de los 300 a los 3400 Hertz según el CCITT).

Los mensajes intercambiados son:

- Identificación de Abonado que llama (Abonado A)
- Aceptación para Abonado A (DEAC)
- Número de abonado solicitado (Abonado B)
- Envío de más números (opcional)
- Estado del abonado B
- Costo unitario de la llamada (pesos por minuto)

Estos mensajes son manejados por interfaces de comunicación serie-paralelo y paralelo-serie, también conocidos como Transmisores-Receptores Universales Síncronos Asíncronos (TRUSAS)

2.6 .- ACCESO POR DEMANDA

2.6.1 .- Generalidades

Para distinguir los sistemas de Telefonía Rural se consideran dos modos de operación básicos:

- Modo de canal preasignado para cada suscriptor
- Modo de canales compartidos

En el primer caso cada suscriptor dispone de un canal de comunicación propio. Esto se justifica en los casos de tráfico muy elevado o en sistemas pequeños en donde las características del terreno obliguen a emplear enlaces por línea física con exclusión de los radioenlaces.

El sistema basado en canales compartidos (multiacceso) es comparado con el principio telefónico de 'Troncales' que son compartidas entre varios suscriptores. Este método se justifica cuando se tiene un número regular de suscriptores (más de 20 abonados) y el tráfico no es grande.

2.6.2 .- Canales Compartidos

El bajo tráfico telefónico de las zonas rurales mexicanas es muy difícil de evaluar. Sin embargo algunas estadísticas parciales efectuadas en 1978 dieron como resultado un promedio de 15 llamadas diarias por cada poblado de las características que nos interesan [Anón., 1979 b].

En estas condiciones de tráfico poco elevado, la utilización de canales preasignados saturaría inutilmente las banda de VHF y UHF empleadas para este servicio. Una mejor solución es la de emplear canales asignados por demanda.

Cuando se comparten canales (la Radiobase puede manejar hasta 16 canales internos) el problema principal es determinar con cual canal se inicia la señalización para establecer la comunicación.

Para encontrar una solución a este problema es necesario que la RB y el RT estén sintonizados al mismo canal durante el tiempo que dure la comunicación y con el fin de garantizar la privacidad ningún otro Radiotéléfono debe tener acceso al mismo. Esto se logra si el acceso a todos los canales es controlado en forma automática desde la RB, sin que el abonado pueda intervenir.

Una realización práctica es la de utilizar cualquier canal para la transmisión de las ordenes, mensajes y comandos necesarios previamente a su asignación a una radiotéléfono. Una vez asignado este canal, la RB lo emplea exclusivamente para dar atención a un abonado, hasta la terminación de la llamada.

Una precaución necesaria al usar canales compartidos es la de dimensionar adecuadamente el sistema de tal manera que en las horas de más tráfico no se tenga una gran degradación en la calidad del servicio proporcionado.

2.6.3 .- Canal de Guardia

El establecimiento de una comunicación entre la RB y cualquier RT se inicia necesariamente a través del canal de guardia (CG). En la RB, los diferentes canales libres o disponibles van ocupando por turno el papel de CG. Los RT reconocen al CG debido a una combinación de frecuencias fuera de banda (SFB) que lo caracterizan. (Tabla I).

Todos los RT libres realizan un muestreo cíclico en los canales existentes hasta encontrar el de guardia, al que quedan sintonizados hasta que la señal característica desaparece indicando que el canal ya ha sido ocupado. En este momento la RB debe escoger alguno de los canales restantes que estén libres para designarlo como nuevo CG y los RT deben iniciar una nueva búsqueda.

La asignación de canales puede ser realizada a solicitud de un RT (abonado A) o de la RB (Abonado B o envío de señales de diagnóstico y prueba) siguiendo los mecanismos descritos más adelante.

La RB envía en permanencia la señal de guardia aunque no se establezca ninguna comunicación entre RT y RB, por lo que es necesario tener constantemente encendido un transmisor-receptor.

Para adoptar la modalidad de Canal de Guardia se considera que el servicio que se va a proporcionar es de tipo rural y, por lo tanto, el número de canales no será grande.

2.7 .- DIALOGOS ENTRE ABONADOS

El diálogo de abonados se realiza mediante el intercambio de un conjunto de señales (Fig. 6).

ABONADO A

	^a _a		^a _b		^a _c			
RB(T)	1	0	DEAC	POSTO	2	0	2	0
RB(R)	0	0	IDA	FB	DEAC	2	0	2
RT(R)	1	0	DEAC	DEAC	POSTO	2	0	0
RT(T)	0	0	IDA	FB	DEAC	2	0	2

ABONADO B

	^a _d		^a _e	
RB(T)	1	2	TDB	0
RB(R)	2	0	TDB	0
RT(R)	1	2	TDB	0
RT(R)	2	0	EDOB	0

NOTAS: ^a_a SI PARA RB SON NECESARIOS MAS NUMEROS ENTONCES EN LUGAR DEL MENSAJE "DEAC" RB TRANSMITE "ENVIA N MAS"

^a_d SI ABONADO B ESTA OCUPADO SIQUE CORTE DE PORTADORA

^a_b SI AB.B ESTA OCUPADO RB ENVIA COMBS. 2-0 A RT Y CORTA PORTADORA

^a_c SI RT ESTA TIMBRANDO RB ENVIA COMBINACIONES 2-0 SIN CORTE DE PORTADORA.

^a_e ABONADO B DESOLCO

Figura 6.- DIALOGOS ENTRE RB Y RT

2.7.1 .- Abonado que Inicia la Llamada (Abonado A)

a).- Solicitud Interna

Cuando un RT envía una solicitud de llamada por medio del Canal de Guardia se presenta el siguiente intercambio de información.

RB - Señal de guardia (SFB)
 RT - Combinación de frecuencias solicitando servicios (SFB)
 RB - Aceptación de solicitud (SFB)
 RT - Identificación de abonado A (SDB)
 RB - Aceptación o mensaje recibido (SDB)
 RT - Número de Abonado B (SDB)
 RB - Aceptación o mensaje recibido (SDB) o
 - Envío de más números (SDB)

Si el abonado B no es localizado o si el sistema esta congestionado entonces se realiza lo siguiente:

RB - Corte de portadora (SFB)
 RT - Corte de portadora (SFB)

Lo anterior origina que se libere el enlace. En cualquier otro caso se desarrolla la siguiente secuencia:

RB - Costo por minuto (SDB)
 RT - Aceptación o mensaje recibido (SDB)

Si no hay congestión y el abonado B fue alcanzado (independientemente de ocupado o sonando), inmediatamente después de esto se verifica la secuencia:

RB - Combinación de frecuencias 2 (SFB)
 RT - Combinación de frecuencias 2 (SFB)
 RB - Combinación de frecuencias 0 (SFB)
 RT - Combinación de frecuencias 0 (SFB)

Y en el caso de que el abonado B este ocupado, seguirá inmediatamente la secuencia siguiente:

RB - Corte de portadora (SFB)

RT - Corte de portadora (SFB)

Lo anterior origina que se libere el enlace. En el caso que el Abonado B este libre y sonando el sistema permanecera a la expectativa (con el tono de 'llamando' en el RT) hasta que transcurra un tiempo demasiado grande y se termine con la llamada (con la misma secuencia que en el caso de ocupado) o el abonado B descuelgue. En este último caso se realiza el siguiente diálogo:

RB - Combinación de frecuencias 2 (SFB)

RT - Combinación de frecuencias 2 (SFB)

RB - Combinación de frecuencias 0 (SFB)

RT - Combinación de frecuencias 0 (SFB)

Después de cada minuto se tienen las siguientes combinaciones de frecuencias con el propósito de incrementar el costo de la llamada (pesos por minuto)

RB - Combinación de frecuencias 2 (SFB)

RT - Combinación de frecuencias 2 (SFB)

RB - Combinación de frecuencias 0 (SFB)

RT - Combinación de frecuencias 0 (SFB)

Cuando el abonado A cuelga entonces se corta portadora y se libera el enlace.

b).- Solicitud Externa

Este diálogo se realiza por medio de dos canales: uno interno (RB) y el otro externo asignado al acoplamiento RB-DTR (ACRAB). Se tiene el intercambio de mensajes en zonas de memoria de los canales. (Fig. 7).

RB - Petición de canal de guardia externo
 ACRAB - Asignación de canal externo
 RB - Asignación de cordón o
 - Colgó abonado A
 ACRAB - Congestionado - ocupado o
 - Coordenadas disponibles - costo
 ACRAB - Estado de abonado B (ocupado o timbrando)
 ACRAB - Abonado B colgó.

El abonado que cuelga origina que se libere el enlace en el sentido del canal que tiene asignado.

2.7.2 .- Abonado Llamado (Abonado B)

a).- Enlace Interno

Cuando la RB tiene el número del abonado solicitado (abonado B), se realiza el siguiente diálogo usando un canal de guardia.

RB - Señal de guardia (SFB)
 RB - Señal de guardia modificada (SFB)
 RB - Identificación de Abonado B (SDB)
 RT - Combinación de frecuencias 2 (SFB)
 RT - Estado de abonado B (SDB)

Si descuelga el abonado B es notificada la RB de la manera siguiente:

RT - Combinación de frecuencias 0 (SFB)
 RB - Combinación de frecuencias 0 (SFB)

Cuando se ha establecido la conversación entre los abonados A y B y se presenta el caso que el abonado B

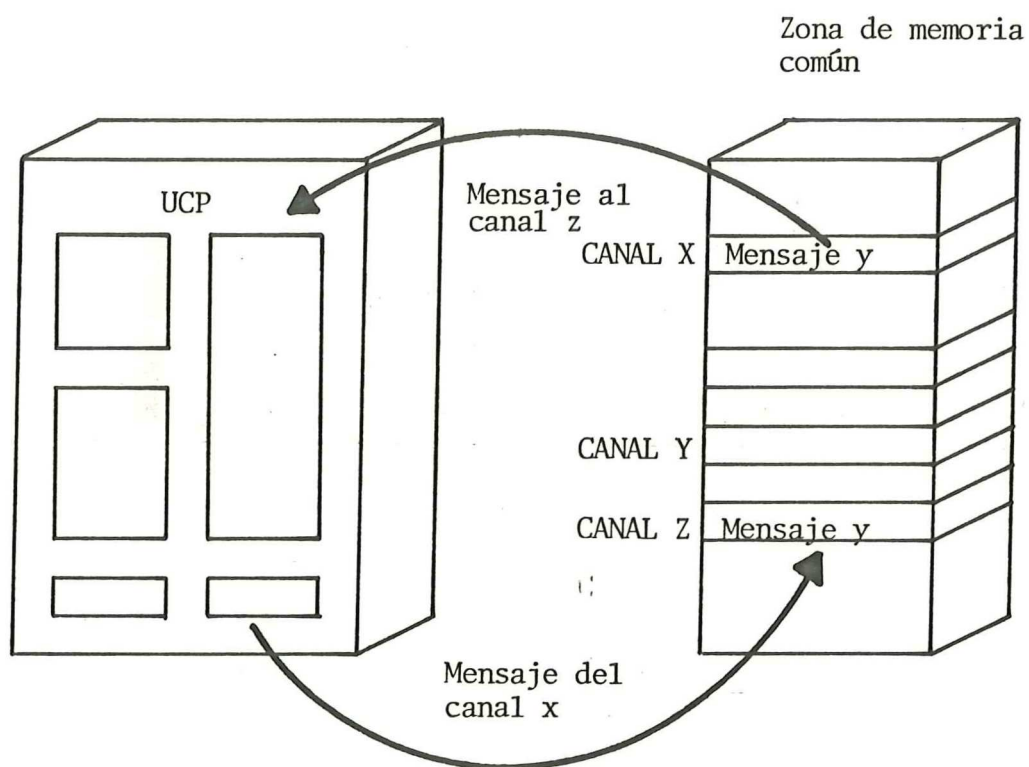


Figura 7.- Intercambio de mensajes en la zona común de memoria (ZCM)

cuelga (estando autorizado para colgar) se corta portadora y se libera el enlace de la siguiente manera:

RT - Corte de portadora (SFB)
RB - Corte de portadora (SFB)

En algunos casos que la RB no obtenga respuesta por parte del RT se le otorga determinado tiempo de tolerancia para que sea recibida esta, si no es así, se corta portadora y se libera el enlace. Esto también sucede en caso que cuelgue el abonado A.

RB - Corte de portadora (SFB)
RT - Corte de portadora (SFB)

b). - Enlace Externo

Este dialogo se realiza entre dos canales uno interno (RB) y el otro externo (ACRAB). (Fig. 7).

ACRAB - Petición de canal de guardia
RB - Asignación de canal de guardia
ACRAB - Asignación de cordón o
- Colgó abonado A
RB - Coordenadas disponibles
RB - Estado de abonado B (ocupado o timbrando)
RB - Descolgó abonado B
RB - Abonado B colgó.

Cuando el abonado A cuelga se libera el enlace. Los diálogos entre canales se realizan por medio de mensajes los cuales se intercambian en zonas de memoria común.

3.- CIRCUITERIA DEL SISTEMA

La RB es un sistema basado en la familia MCS-85 de Intel. La función del microprocesador es controlar y vigilar las llamadas por medio de la ejecución de un grupo de tareas.

La circuitería de la RB esta constituida por tarjetas o módulos que se comunican entre si por un ducto común. (Fig. 8). Los módulos:

- Sistema del microprocesador y memoria de control
- Circuito de canal
- Interfaz de comunicaciones serie-paralelo y paralelo-serie
- Control de interrupciones
- Periféricos de control y zona de memoria de lectura y escritura

Estos módulos son comunes tanto a la RB, ACRA y OTR. Los detalles de operación de los circuitos que constituyen estos módulos exceden los lineamientos de esta discusión, pero pueden ser encontrados en los manuales de la familia MCS-85 proporcionados por el fabricante.

El ducto común consta de 72 líneas, (Apéndice II) formado por los siguientes grupos de señales:

- Alimentaciones (+5V, +12V, -12V y GND)
- Direcciones (A15 - A0)
- Direcciones y Datos (ADO - AD7)
- Señales de control (7 líneas de entrada y 8 líneas de salida)
- Señales de reloj (CLK, Reloj0, Reloj1, Reloj2)
- Direcciones cifradas (Sel0 - Sel7)
- Líneas reservadas (10 líneas)

Una medida significativa de la potencia y flexibilidad de la RB puede ser atribuida al diseño modular y el ducto común. La estructura del multiducto proporciona un elemento común para comunicaciones entre los módulos que forman el sistema de RB.

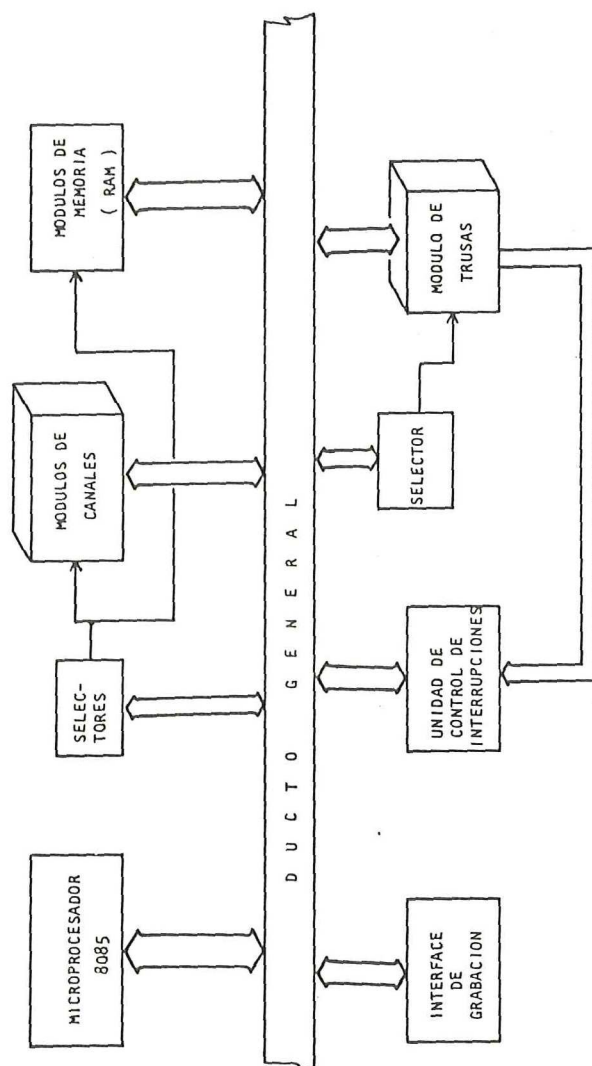


Figura 8.- DIAGRAMA DE BLOQUES DE RB

Como la RB es un sistema formado por varios módulos se pueden exceder las capacidades de carga de los circuitos que proporcionan las señales de control, direcciones y datos por lo que es necesario reforzarlas en cada uno de estos módulos. (Tabla II)

Número de módulo	Cantidad de componentes	Nombre del módulo
1	16	Microprocesador
2	9	Canales
3	12	Paginación
4	11	TRUSAS
5	11	Interrupciones

Tabla II.- Cantidad de componentes de los módulos de la Radiobase

El ducto de direcciones (A15-A0) no es proporcionado en forma totalmente separada por el microprocesador, se obtiene la parte baja a partir del ducto común de datos y direcciones (AD7-ADO) por medio de un cerrojo controlado con la señal ALE. Cuando esta señal presenta un nivel alto se tiene en el ducto AD7-ADO los ocho bits menos significativos del ducto de direcciones (A7-A0). Con esto se tienen disponibles el ducto completo de direcciones (A15-A0). Este cerrojo además de separar la parte de baja del ducto de datos y direcciones proporciona simultáneamente mayor capacidad de manejo de carga en este ducto. (Fig. 9 a).

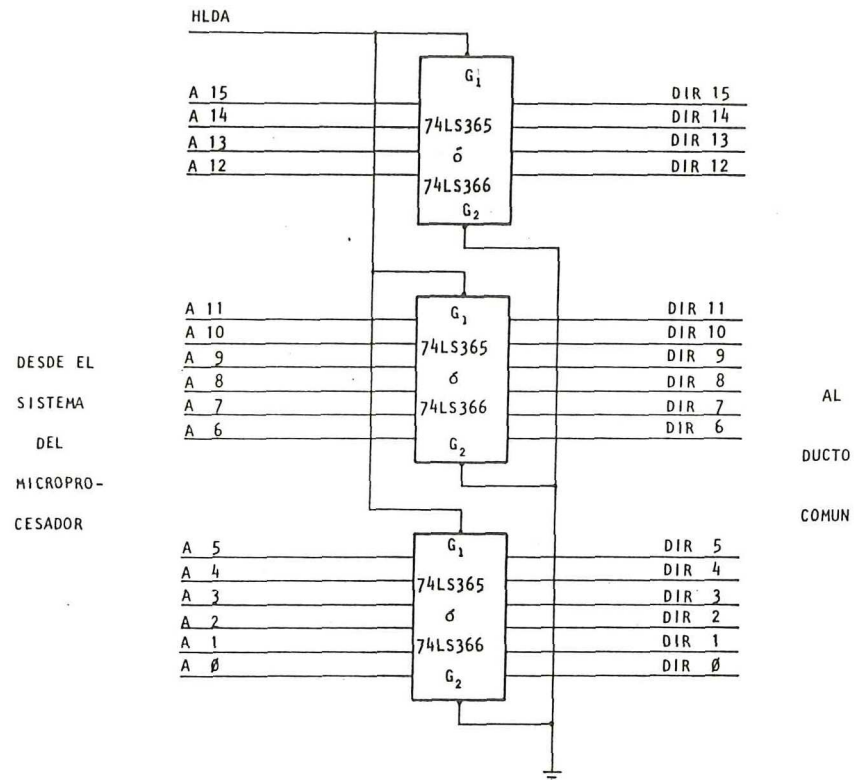


Figura 9a.- REFORZADORES DEL DUCTO DE DIRECCIONES

Se usa la señal HLDA para el control de los reforzadores de tal manera que los ductos del sistema puedan ser requeridos por otro sistema como el acceso directo a la memoria (ADM). Las salidas de los reforzadores de las señales WR, IO/M, RD y ALE, se encuentran en alta impedancia cuando actúa la señal HLDA. (Figs. 9 b y 9 c) habilitadas en permanencia.

3.1 .-MODULO DEL MICROPROCESADOR

En este módulo se localiza la unidad inteligente del sistema - el microprocesador 8085 - [Anón., 1978 al. (Fig. 10).

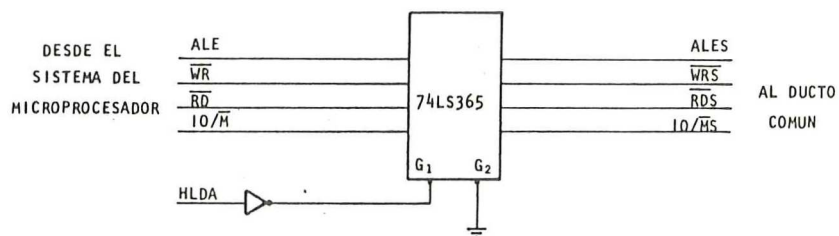
Las principales funciones que realiza la UCP son:

- Sincronización
- Control del sistema
- Ejecución de operaciones lógicas y aritméticas
- Decodificación
- Control de interrupciones

El microprocesador usa un reloj que es controlado por un cristal con una frecuencia de 6.144 Mhz.

Se debe de considerar que la lógica de control interno del microprocesador divide la frecuencia de entrada del reloj (6.144 Mhz) entre dos. Por lo tanto la señal CLK es de 3.072 Mhz.

En este módulo se encuentra también la zona de memoria de control (o de programas) que consta hasta de 16 K-octetos (8 K-octetos son de reserva). Se usan dispositivos 2716 de 2 K-octetos [Anón., 1980] de memoria. Se seleccionó el microprocesador 8085, por que se cuenta con un sistema de Desarrollo [Anón., 1978 b] con el cual se pueden probar los programas del sistema de RB así como la circuitería.



REFORZADORES DE LINEAS DE CONTROL DE SALIDA CON TRES ESTADOS.

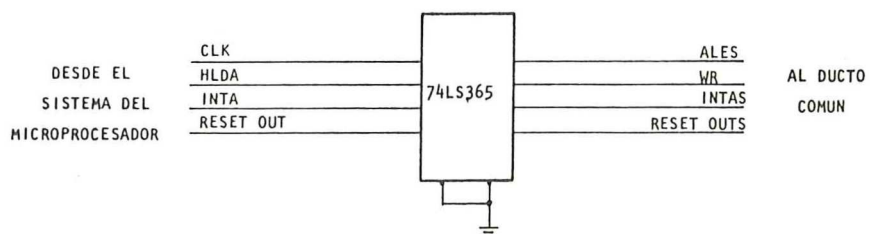


Figura 9b.- REFORZADORES DE LINEAS DE CONTROL DE SALIDA

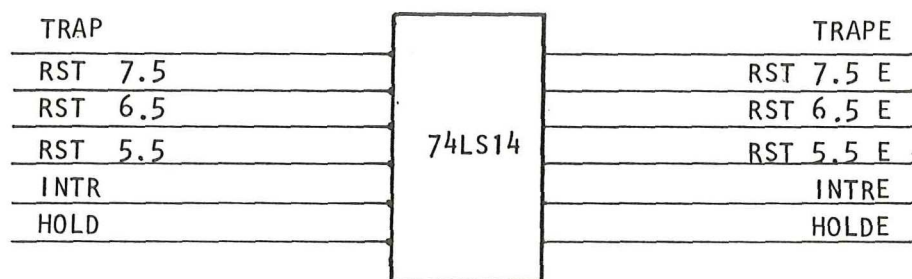


Figura 9c.- REFORZADOR DE LAS SEÑALES DE CONTROL DE ENTRADA

3.2 .- MODULOS DE CANALES

En estos módulos se encuentran los circuitos necesarios para manejar los canales, así como las áreas para almacenar información numérica que este siendo procesada y las condiciones de estado temporales que afecten el desarrollo de los programas. Por medio de cada módulo de canal se proporciona la interfaz necesaria para el control del sistema de radio. Cada canal cuenta con una zona de memoria de lectura y escritura un conjunto de puertos de E/S y elementos de acoplamiento. Para la zona de memoria y los puertos de E/S se usan dispositivos 8185 los cuales son totalmente compatibles con el sistema del microprocesador utilizado (Fig. 11).

El sistema de RB puede manejar hasta 16 canales internos y en base a esto se ha fijado el número de señales de E/S que son necesarias para el control de los transmisores receptores asignados. Este control se establece por medio de puertos de E/S. Las señales necesarias para cada canal estan dadas en la Tabla III.

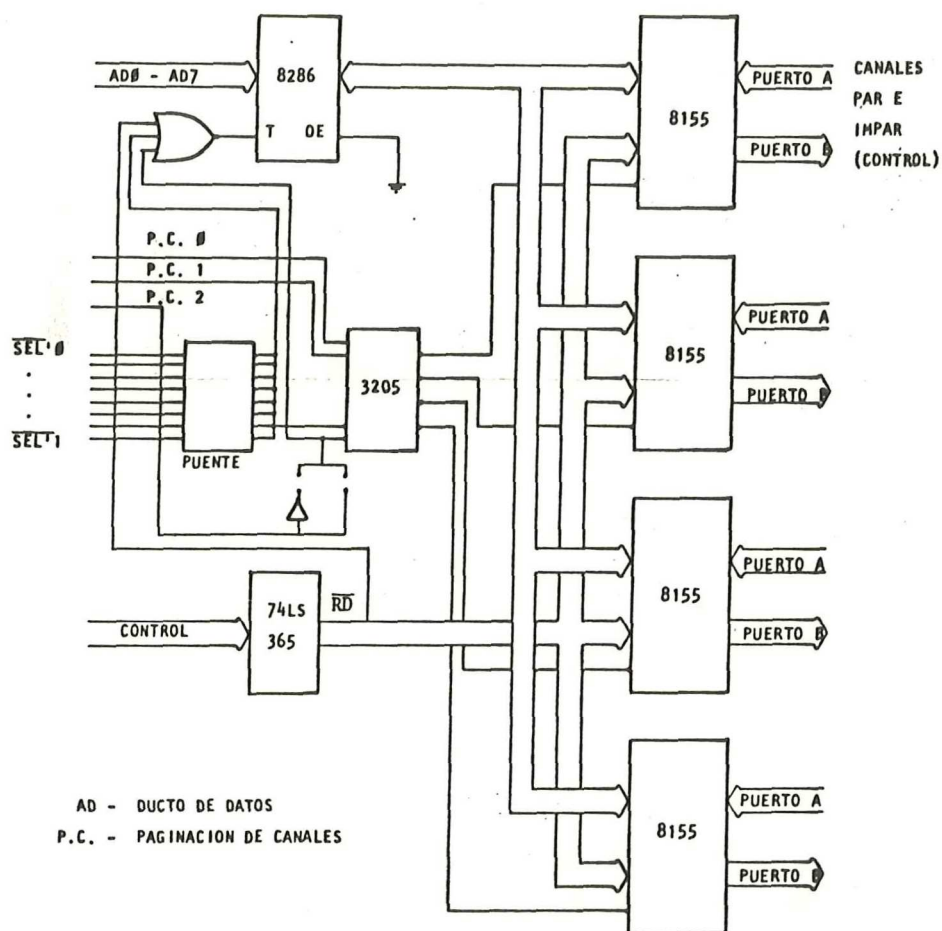


Figura 11.- DIAGRAMA DEL MÓDULO DE CANALES.

SEÑAL (E/S) CONTROLADA	NO. DE BITS ASIGNADOS	DESCRIPCION
F1(E)	1	Supervisión de frecuencia 1 (F1) en recepción
F1(S)	1	Control de frecuencia (F1) en transmisión
F2(E)	1	Supervisión de frecuencia 2 (F2) en recepción
F2(S)	1	Control de frecuencia (F2) en transmisión
F0(E)	1	Supervisión de Portadora (F0) en recepción
F0(S) (ENCENDIDO)	1	Control de encendido del Transmisor-Receptor (envío de portadora)

Tabla III.- Señales de control para transmisores y receptores

Los bits asignados a las señales de control son para el intercambio de comandos por medio de las combinaciones de las frecuencias F1 y F2. Se usa también en la RB la prueba de portadora (F0) para detectar cuando sigue ocupado un canal por un RT.

Cada dispositivo 8155 consta de dos puertos programables de E/S de 8 bits cada uno y un puerto programable de 6 bits, 256 octetos de memoria y un temporizador binario programable de 14 bits, por lo tanto se han asignado dos canales por cada dispositivo 8155 (un canal par y uno impar). A cada canal le corresponden 128 octetos de memoria, 3 bits de un puerto de entrada y 3 bits de uno de salida tal y como se muestra en la Tabla III.

Mediante el circuito de canal se asegura las siguientes funciones:

- Memorización de identificación de abonado A
- Memorización de número de abonado B
- Detección y envío señales fuera de banda
- Prueba de portadora
- Manejo de mensajes y banderas del canal
- Control del encendido del transmisor-receptor
- Información de supervisión de llamada
- Funciones de temporización

Todas las operaciones del módulo de canal son controladas por la UCP con el auxilio de la memoria, los dispositivos de E/S y temporizadores.

El direccionamiento se realiza por medio de un mecanismo externo creado especialmente para esto el cual se ha denominado 'Paginación': los puertos de E/S y las zonas de memoria asignadas a cada uno de los canales pares por un lado y cada uno de los impares por el otro, son vistos de la misma manera por el microprocesador, siendo el mecanismo de paginación, -controlado por un puerto de salida- el que se encarga de distinguir a cual de los canales van dirigidos los comandos de microprocesador. (Fig. 12)

El modulo del circuito de canal esta formado por cuatro dispositivos 8155 por lo que se pueden tener hasta 8 canales por tarjeta. Además cada tarjeta cuenta con un reforzamiento similar al mencionado anteriormente. Cuando se tiene un sistema que usa una gran cantidad de memoria, es necesario considerar la capacidad de carga del sistema y que los parámetros de acceso a la memoria esten dentro de lo requerido.

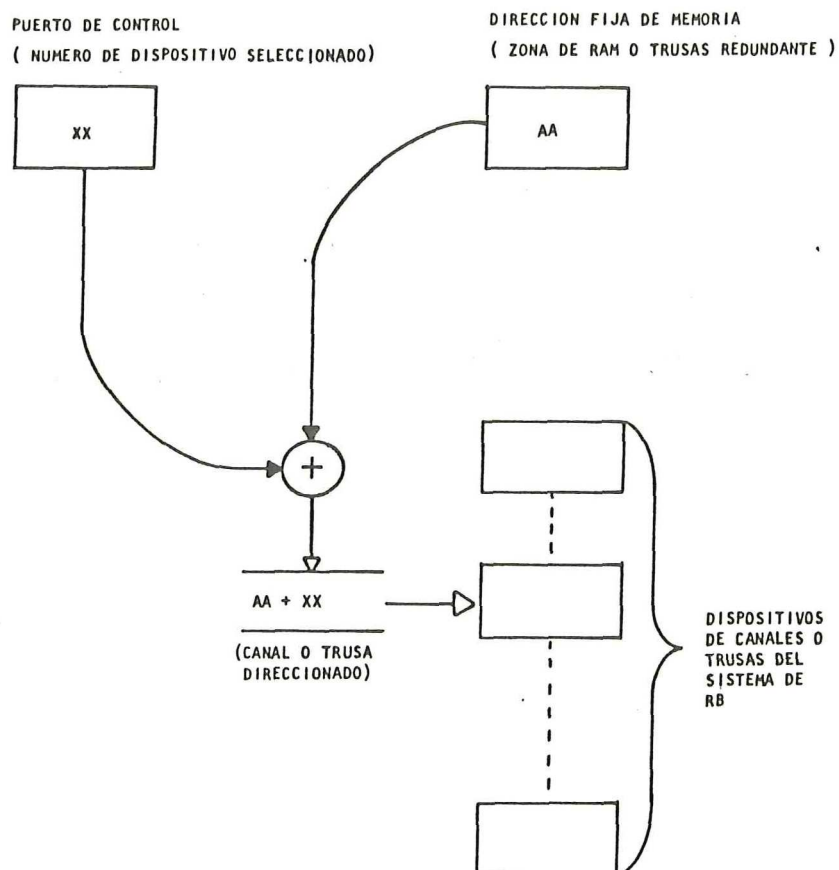


Figura 12.- MECANISMO DE PAGINACION EXTERNA PARA CANALES Y TRUSAS

3.3 .- INTERFAZ DE COMUNICACIONES SERIE-PARALELO Y PARALELO-SERIE

Para la transmisión y recepción de mensajes (SDB) se usan Transmisores Receptores Universales Síncronos Asíncronos (TRUSAS). La comunicación en serie usada es asíncrona y permite intercambiar información usando un mínimo de conexiones, con esto se provee una mas alta inmunidad al ruido.

El dispositivo 8251 (TRUSA) [Anón., 1979 c] es fácil de conectar al sistema del microprocesador usado (Fig. 13). Se tienen cuatro dispositivos por tarjeta (aunque se pueden direccionar hasta 16 TRUSAS)

El reloj de transmisión y recepción de datos (TxC y RxC) es provisto por circuitería asociada con el 8251 (TRUSA). Este reloj es generado por temporizadores programables (8155) que se encuentran en la tarjeta o módulo de periféricos de control. Los temporizadores programables dividen la frecuencia de la señal de reloj (3.072 MHz) entre 160 para obtener una velocidad de transmisión/recepción de 1200 Bauds asumiendo que el TRUSA esta programado en el modo X16 (se requieren 16 ciclos de reloj para la transmisión o recepción de cada bit).

Lo anterior puede ser expresado como:

$$T_d = k * T_c \quad (1)$$

Donde T_c es el período de reloj externo proporcionado por el temporizador y T_d es igual al período de duración de cualquier bit de una palabra u octeto, k es una constante cuyo valor típico es 16. El formato para la transmisión-recepción de datos asíncronos se muestra en la Fig. 14.

En la Tabla IV se muestran diferentes velocidades de transmisión-recepción con la cuenta decimal necesaria para el temporizador.

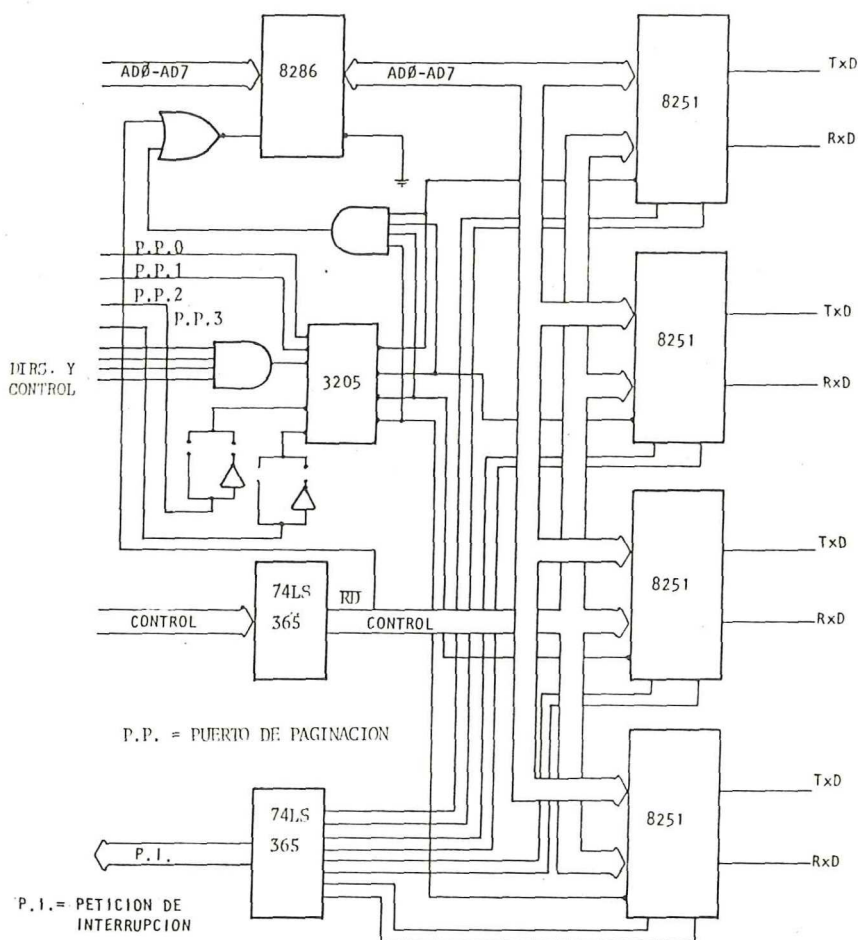


Figura 13.- DIAGRAMA DE LA INTERFASE DE COMUNICACIONES
(SERIE-PARALELO - PARALELO SERIE)

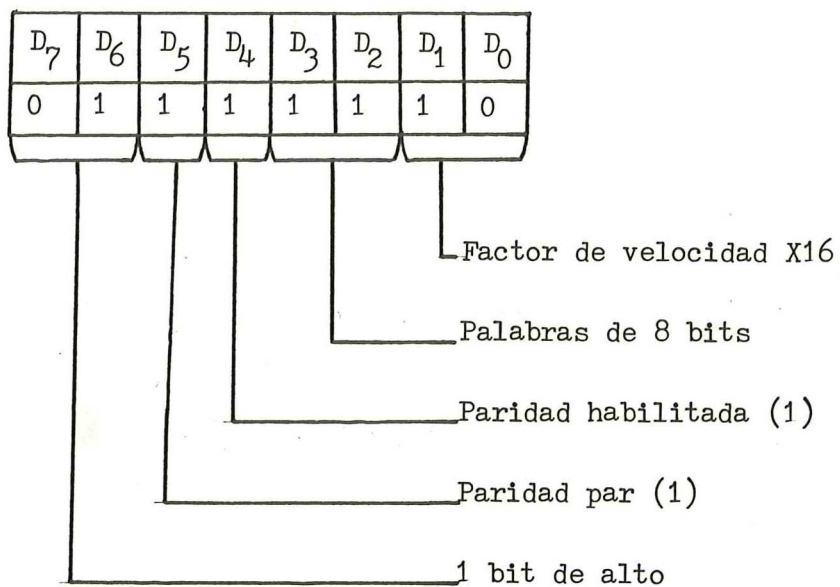


Figura 14.- Formato empleado por TRUSAS para la transmisión y recepción de datos.

VELOCIDAD (T/R) en Bauds	CUENTA (Decimal)
300	10,240
600	5,120
1,200	2,560
2,400	1,280
4,800	640
9,600	320

Tabla IV. - Velocidades de transmisión y recepción para TRUSAS

El TRUSA requiere además de un reloj de alta velocidad (CLK), una señal de inicialización (RESET) y datos para su funcionamiento. Estas señales son proporcionadas por el microprocesador.

Igual que en el caso de los canales, el direccionamiento de los TRUSAS es también paginado.

El manejo de cada una de las líneas de petición de interrupciones se efectúa por medio de la unión lógica de las señales TxRDY y RxRDY de cada TRUSA por medio de una compuerta 'O'. La primera señal es para indicar que el TRUSA está listo para aceptar datos desde la UCP. La señal RxRDY indica que el TRUSA ha recibido un carácter en su entrada de datos en serie y que ese carácter está listo para transferirse a la UCP, esta señal solamente será válida si el bit correspondiente a RxE (Receptor autorizado) ha sido puesto a nivel uno en el registro de comando. Las salidas de las compuertas 'O' son las que alimentan al módulo de interrupciones.

Los ductos son reforzados de manera similar a los casos anteriores.

3.4 .- CONTROL DE INTERRUPCIONES

El propósito del módulo de control de interrupciones es el manejo de todos los dispositivos periféricos que requieran atención en un mínimo de tiempo. Se usa una estructura prioritaria de interrupciones para optimizar la respuesta del sistema. Los elementos básicos que lo forman son dos dispositivos programables para control de interrupciones [Anón., 1975; Kane y Osborne, 1978] y un puerto de E/S de 8 bits. (Fig. 15). Cada Unidad Programable de Control de Interrupciones Programable (UPCI) maneja 8 peticiones de interrupción teniéndose un total de 16 líneas de peticiones de interrupciones.

La secuencia de eventos que ocurren cuando se presenta una petición de interrupción a la UCP es la siguiente:

- Una o más líneas de peticiones de interrupciones se encuentran en nivel alto. Esto indica a la unidad de control de interrupciones que algún o algunos dispositivos requieren servicio.
- La unidad de control de interrupciones acepta la petición y envía la de más alta prioridad por medio de la línea RST 6.5 al microprocesador.
- El microprocesador suspende la ejecución del programa en curso cuando finaliza la instrucción procesada en ese instante. La línea de interrupciones RST 6.5 posiciona en la dirección fija 34 (Hexadecimal). Por medio de se salta a la subrutina que atiende las interrupciones de TRUSAS.
- La UPCI proporciona por medio del puerto de E/S la identificación del (o de uno de los) TRUSA(s) que interrumpió y se procede a ejecutar las tareas necesarias.
- Al terminar de atender la interrupción el procesador continúa con la tarea que estaba ejecutando previamente.

En el diagrama de bloques del circuito (Fig. 15) se tiene también un sistema para reforzar los ductos de la manera ya tratada.

Las ventajas de usar los dispositivos UPCI's para el manejo de las interrupciones son que:

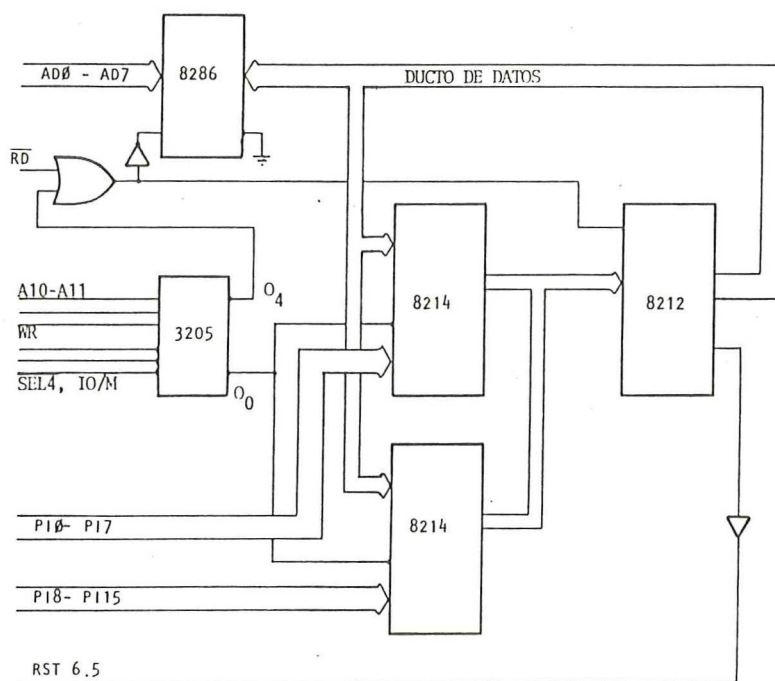


Figura 15.- UNIDAD DE CONTROL DE INTERRUPCIONES DE 16 NIVELES

- Proporciona 16 niveles prioritarios de interrupciones con un mínimo de circuitos .
- No requiere temporizadores o relojes.
- Son controlables por programa
- El circuito es simple y de bajo costo

Las desventajas que se tienen son las siguientes:

- El esquema de prioridades es inflexible, pero la tasa de ocupación de los TRUSAS es muy baja y con esto se garantiza que incluso la más baja prioridad pueda ser atendida.

3.5 .- PERIFERICOS DE CONTROL, TEMPORIZADORES Y ZONA DE MEMORIA DE LECTURA Y ESCRITURA

Los elementos centrales de este módulo son los dispositivos 8155, que cuentan con 256 octetos de memoria de lectura y escritura, 22 líneas de E/S programables y un temporizador o contador binario programable de 14 bits (Fig. 16).

La zona total de memoria para almacenar información temporal puede tener un máximo de 1024 octetos (4 dispositivos 8155).

En este módulo también se localiza el mecanismo de paginación externa para los canales y los TRUSAS. Este mecanismo utiliza los puertos de E/S del 8155 para direccionar los dispositivos asignados a los canales y TRUSAS. Se necesitan 10 bits de estos puertos de los cuales se han asignado 6 para la selección de canales y 4 para la selección de TRUSAS. La paginación se muestra en la Figura 17.

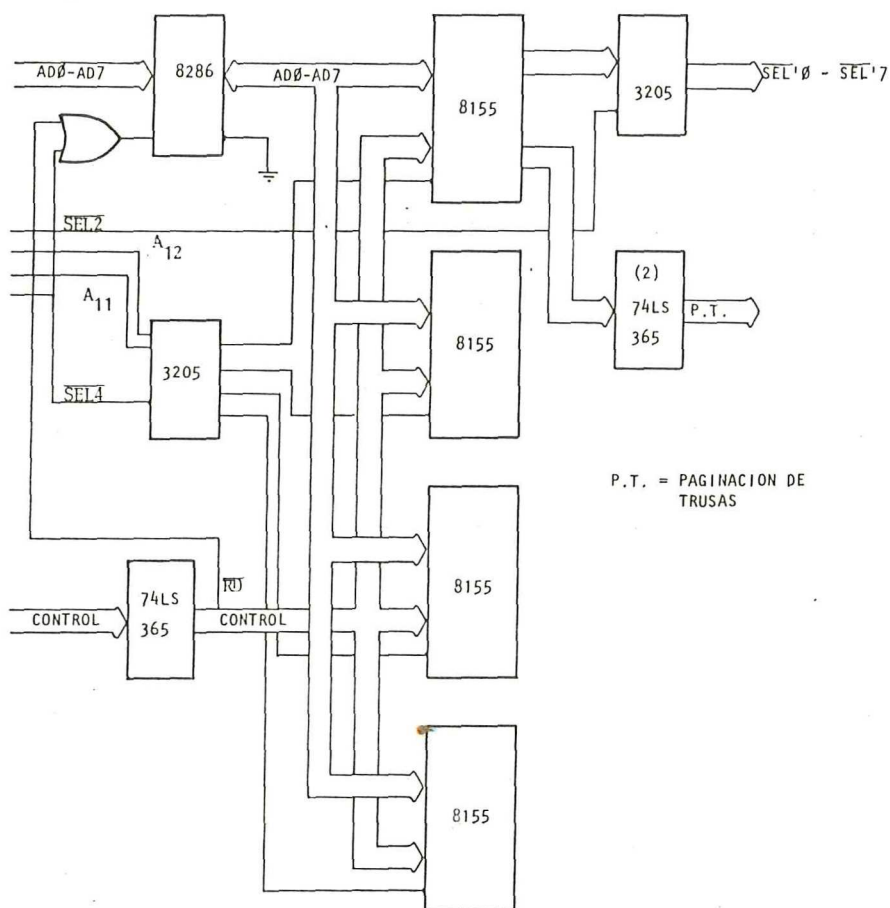
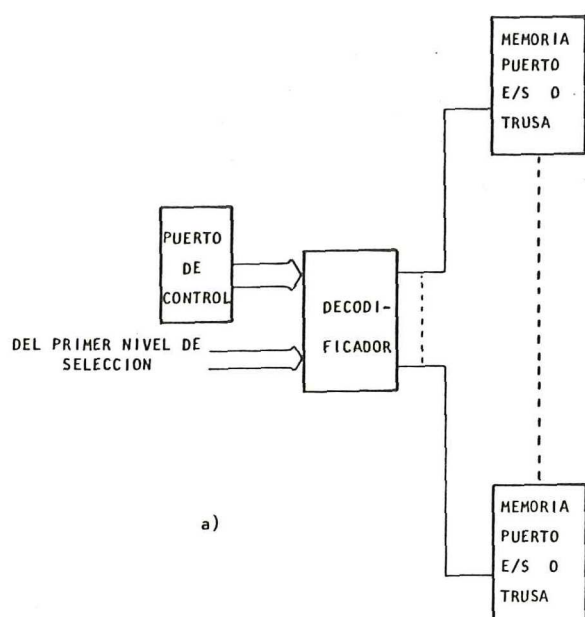
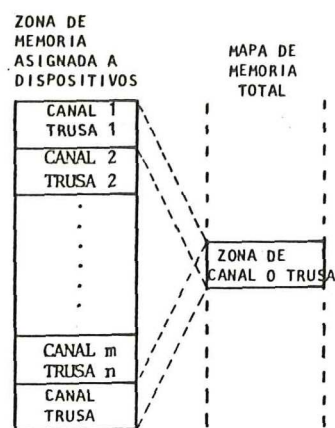


Figura 16.- DIAGRAMA DE MÓDULO DE PERIFÉRICOS DE CONTROL,
ZONA DE MEMORIA COMÚN Y TEMPORIZADORES



a)

a) PAGINACION DE CANALES Y TRUSAS



b)

b) IMAGEN DE MEMORIA

Figura 17.-Diagrama de bloques de paginación

Por medio del puerto de control y del primer nivel de selección (ver parrafo III.6) se proporciona el número de dispositivos que debe usarse. Además existe una zona de memoria con base fija a la que se han asignado los canales o TRUSAS para que se direccionen. En conclusión es el puerto de control el que determina cual es el dispositivo (Canal o TRUSA) que debe seleccionarse.

Además del temporizador programable para generar el reloj de transmisión/ recepción de datos de los TRUSAS, descrito anteriormente.

Se usa otro mas para generar el pulso de interrupción que activa el inicio del muestreo de canales. Estos pulsos se generan periódicamente (de 20 a 50 ms). Como se vio en la Tabla IV, son necesarias valores (para el temporizador) de 10,240 para generar pulsos cuya duración sea 3.33 ms (300 Hz). Se tiene también que con un temporizador de 14 bits (como es el del dispositivo 8155), se pueden tener cuentas máximas de 16,383 ($2^{14} - 1$) y con esta cuenta máxima se pueden generar pulsos con una duración de 5.33 ms (187.514 Hz), por lo tanto es necesario considerar lo siguiente:

- Bajar la frecuencia fundamental que va a dividir el temporizador (3.072 Mhz), o
- Usar otro temporizador para poder obtener el período de los pulsos deseados.

Se opto por usar el temporizador asignado a los TRUSAS, para generar con otro temporizador el pulso de inicio de muestreo, por lo que se debe tener precaución al modificar la velocidad de transmisión de los TRUSAS para fijar el valor adecuado al segundo temporizador.

Para reforzar el ducto de datos, direcciones y control se usan los mecanismos descritos anteriormente, los cuales proporcionan niveles de carga adecuados.

3.6 .- DIRECCIONAMIENTO FISICO

Los dispositivos de E/S y las memorias tienen asignada una zona fija en la configuración general de memoria de la RB (Fig. 18). Las direcciones de más alto orden A15, A14 y A13 son cifradas por medio de un decodificador de direcciones 3205, este dispositivo cuenta con 8 líneas de salida, las cuales proporcionan las señales para habilitar la configuración de memoria (Fig. 19). El microprocesador 8085 cuenta con 16 líneas de direcciones con las cuales se puede lograr una configuración de 64 K-octetos de memoria (2^{16}), y por cada señal de salida del decodificador se pueden habilitar hasta 8 K-octetos de memoria.

Para un uso eficaz de esta zona de memoria se dispone de bloques donde son asignados los diferentes dispositivos que constituyen el sistema de RB. Cada dispositivo (Memorias, E/S, TRUSAS, Controladores de Interrupciones, etc.) esta integrado en algún módulo de 8 K-octetos de memoria.

3.6.1 .- Primer Nivel de Selecccion

El primer nivel de selección (selector principal), corresponde a las señales que habilitan la configuración de memoria general. En la Tabla V se muestran las asignaciones que se han dado a los diferentes dispositivos y las direcciones correspondientes. En la Figura 20 se muestra el formato de direcciones para el primer nivel de selección.

3.6.2 .- Segundo Nivel de Selecccion

En este segundo nivel se tienen direccionados la mayor parte de los dispositivos que integran el sistema de RB. También por medio de este segundo nivel se direcciona el area de memoria de control.

Direcciones
(Hex)

Configuración de memoria

0000	Memoria de lectura exclusiva (Memoria de control)
1FFF	
2000	Memoria de lectura exclusiva (Reserva)
3FFF	
4000	Memoria de zona de canales y puertos de E/S
5FFF	
6000	TRUSAS
7FFF	
8000	Memoria de zona común y periféricos de control
9FFF	
A000	DISPONIBLE
BFFF	
C000	DISPONIBLE
DFFF	
E000	DISPONIBLE
FFFF	

Figura 18.- Configuración general de memoria de la RB

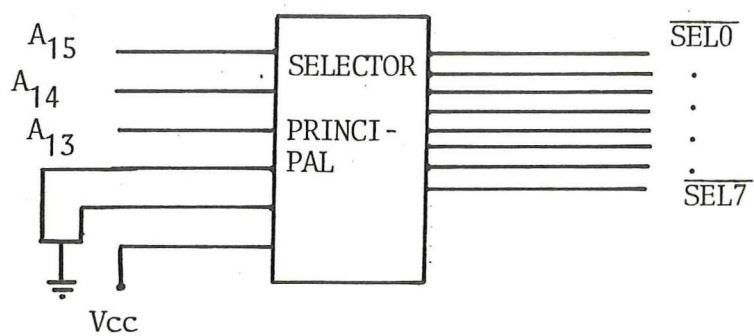


Figura 19.- Selector principal o primer nivel de selección

NUMERO DE SELECTOR	DIRECCIONES			DISPOSITIVOS ASIGNADOS
	A ₁₅	A ₁₄	A ₁₃	
SEL 0	0	0	0	Memoria de control
SEL 1	0	0	1	Memoria de control (Reserva)
SEL 2	0	1	0	Zona de canales e interrupciones
SEL 3	0	1	1	Zona de TRUSAS
SEL 4	1	0	0	Periféricos de control, zona común de memoria
SEL 5	1	0	1	Area reservada
SEL 6	1	1	0	Area reservada
SEL 7	1	1	1	Area reservada

Tabla V.- Asignación de dispositivos de RB al selector principal

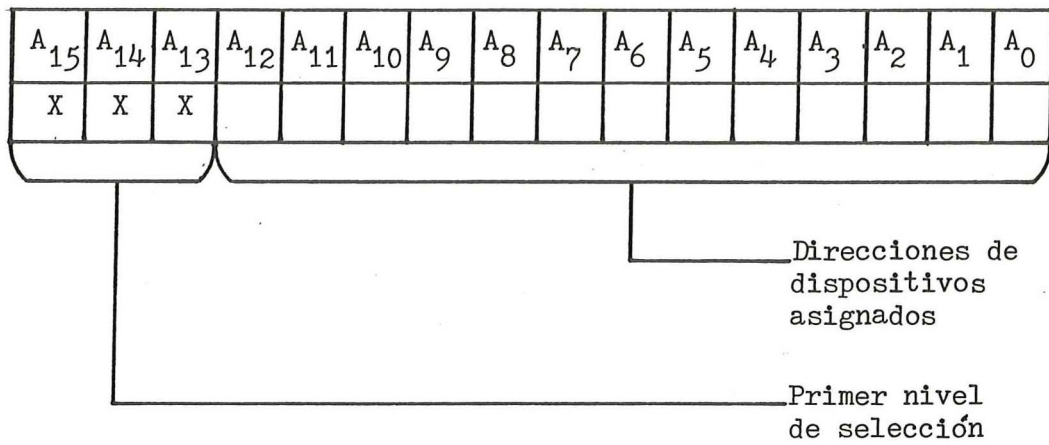


Figura 20.- Formato de direcciones para el primer nivel de selección.

3.6.2.1 .- Decodificador de Memoria de Control

A esta área de memoria se han asignado 16 K-octetos de memoria de control (ROM). Se pueden seleccionar 4 dispositivos 2716 [Anón., 1980], de 2 K-octetos de memoria cada uno lo cual da un total de 8 K-octetos por módulo de memoria.

Se usa un dispositivo 3205 para seleccionar las pastillas de memoria de control (Fig. 21). Se habilita la zona de memoria de control por medio de las señales SELO y SEL1 (reserva) del primer nivel de selección. Se usan las direcciones A12 y A11 para la selección de los dispositivos 2716. En la Figura 22 se muestra el formato que se usa cuando se direccionan los bloques de memoria de control. Las demás entradas del dispositivo 3205 son puestas al nivel de voltaje adecuado. (Fig. 21). El direccionamiento descrito anteriormente corresponde al segundo nivel de selección.

3.6.2.2 .-Decodificador de Zona de Memoria de Lectura y Escritura, Puertos de E/S y Temporizadores

Para la selección de la zona de memoria común, los puertos de control y temporizadores se usa un decodificador 3205 ubicado en un segundo nivel de selección (Fig. 23). Se tienen 4 dispositivos 8155 por tarjeta. El decodificador 3205 utiliza dos líneas de direcciones (A12 y A11) para seleccionar el dispositivo que este siendo direccionado. El formato del direccionamiento se muestra en la Figura 24. Las direcciones de los puertos E/S (control) y temporizadores se muestran en la Tabla VI, estos puertos son usados como registros de índice para la selección de canales y TRUSAS.

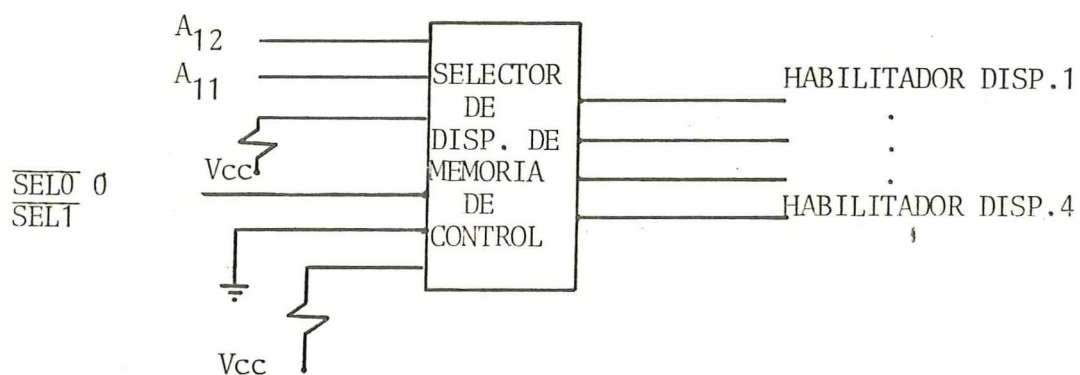


Figura 21.- Selector de memoria de control ubicado en el segundo nivel

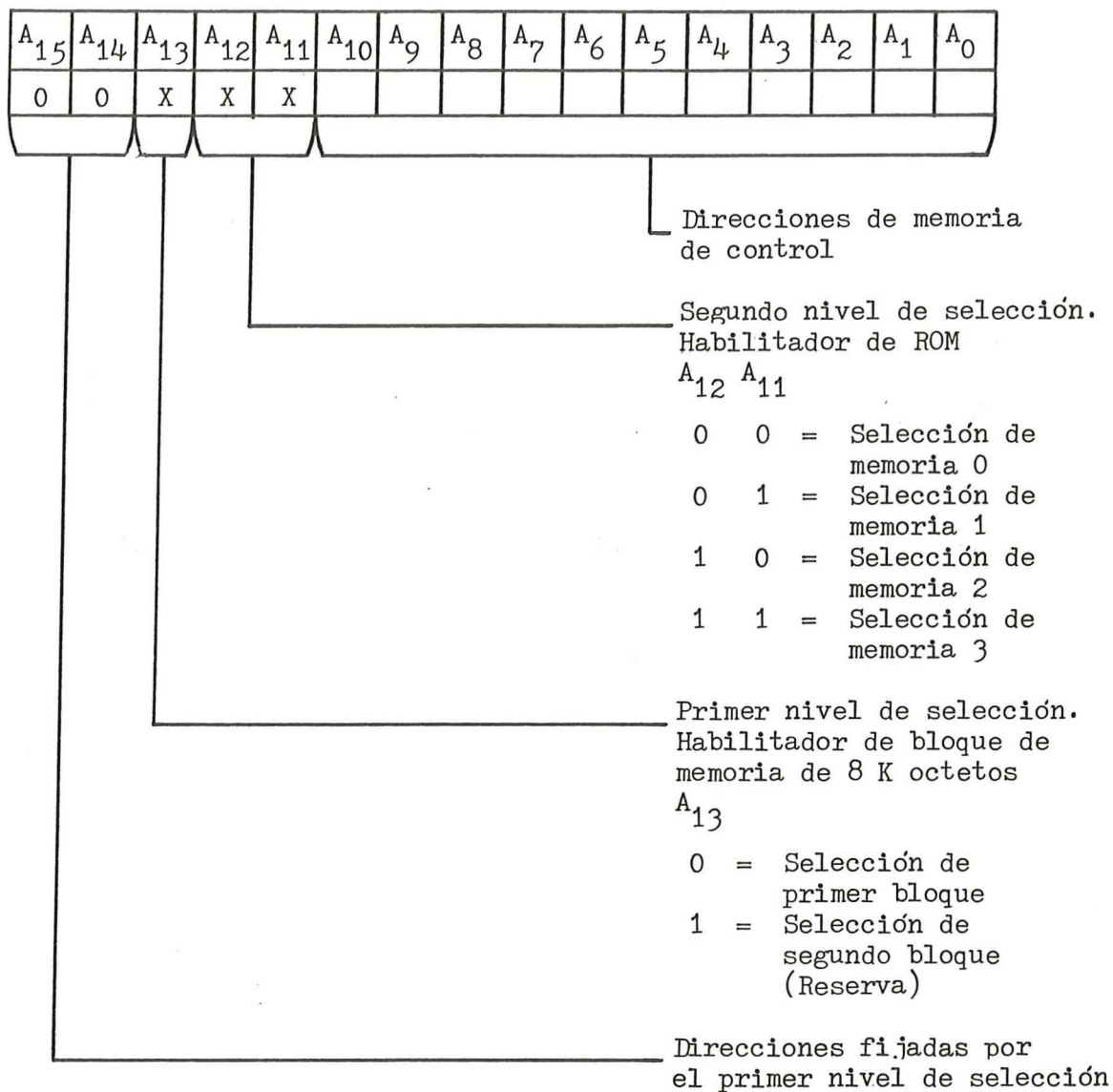


Figura 22.- Formato de direcciones de la memoria de control

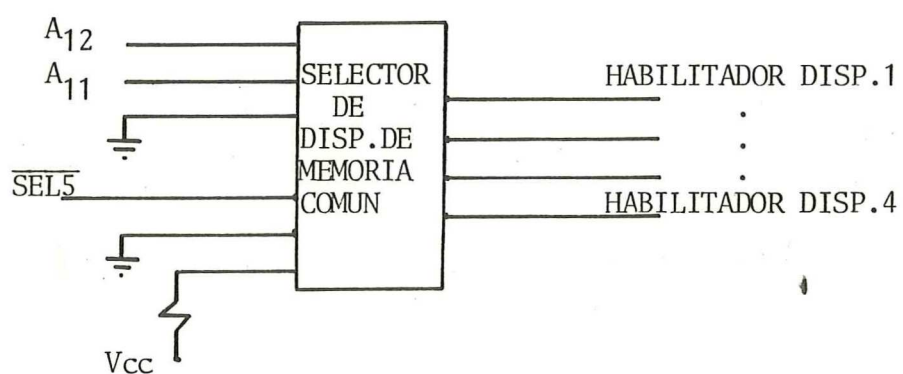


Figura 23.- Selector de memoria común, puerto de paginación y temporizadores ubicados en el segundo nivel

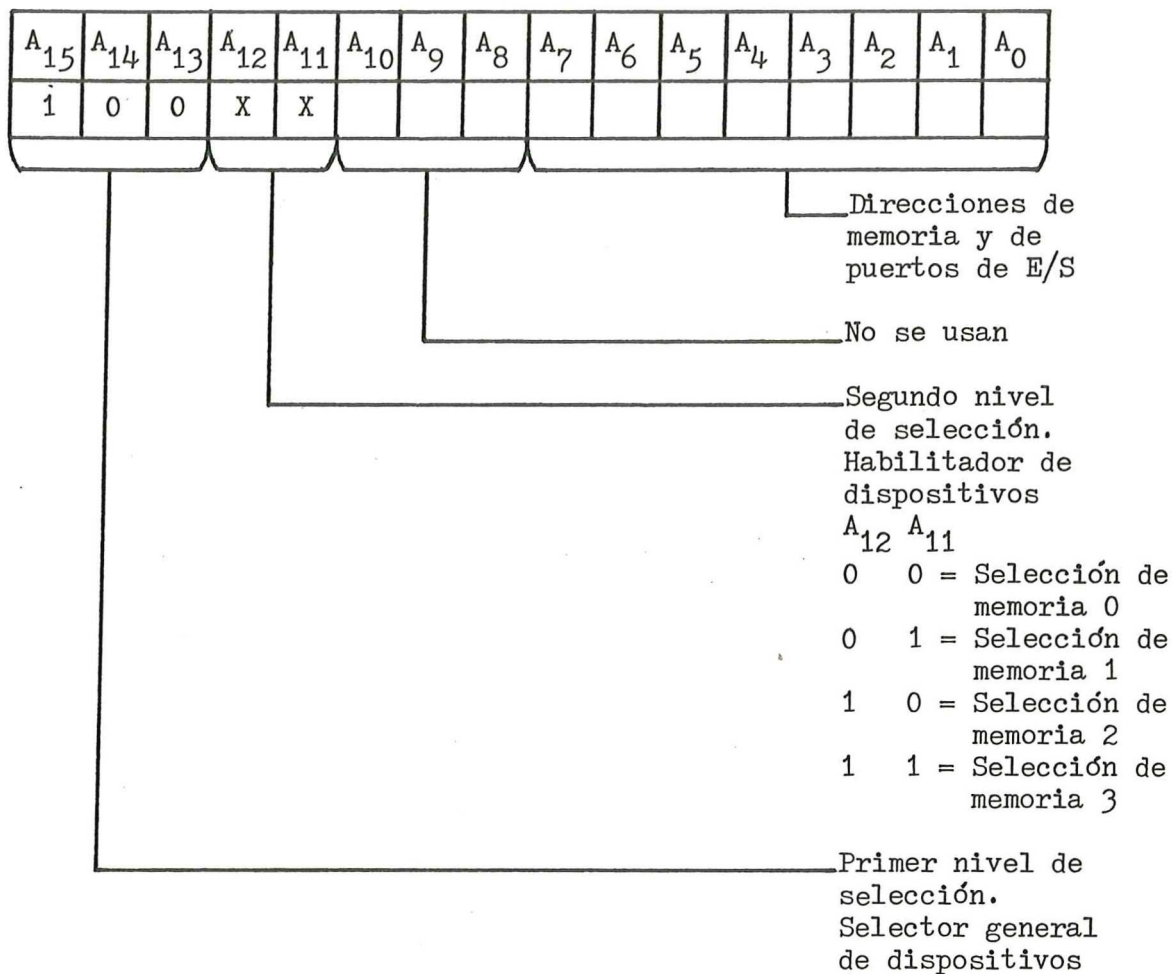


Figura 24.- Formato de direcciones de memoria de lectura-escritura, puertos de E/S (control) y temporizadores.

A ₇	A ₆	A ₅	A ₄	A ₃	A ₂	A ₁	A ₀	PUERTO DE CONTROL Y TEMPORIZADOR SELECCIONADOS
0	0	1	X	X	0	0	0	Control ↔ Ducto de datos
0	0	1	X	X	0	0	1	Puerto A ↔ Ducto de datos (8 bits)
0	0	1	X	X	0	1	0	Puerto B ↔ Ducto de datos (8 bits)
0	0	1	X	X	0	1	1	Puerto C ↔ Ducto de datos (6 bits)
0	0	1	X	X	1	0	0	Contador (8 bits menos significativos)
0	0	1	X	X	1	0	1	Contador (6 bits más significativos y 2 bits de modo de temporizador)

Habilitador de dispositivos

A₄ A₃

0 0 = Selección de dispositivo 0

0 1 = Selección de dispositivo 1

1 0 = Selección de dispositivo 2 (Reserva)

1 1 = Selección de dispositivo 3 (Reserva)

Tabla VI.- Direcciones de Puertos de E/S (control) y Temporizadores

3.6.2.3 .- Decodificadores de Perifericos de Control de Interrupciones

Para la selección de periféricos controladores de interrupciones se usa un decodificador 3205. A la entrada de este dispositivo se usa una línea del primer nivel de selección (SEL4) con lo que se direccionan estos dispositivos en la misma área de memoria de zona común. Se usan también las direcciones A10, A11 y A12 (Fig. 25). El formato que resulta al direccionar estos dispositivos se muestra en la Figura 26.

El dispositivo 8212 se usa para manejar la instrucción de interrupción (RST 6.5) en el ducto de datos. Cuando se quiere leer este dispositivo se habilita por medio de la señal de lectura (RD) y la señal generada por el decodificador 3205 (04) seleccionandose como puerto de lectura.

3.6.3 .-Tercer Nivel de Selección

En este nivel se encuentran ubicados los dispositivos que son direccionados por medio del mecanismo de paginación.

3.6.3.1 .- Decodificador de Zona de Canales

La selección de canales se realiza usando un método de direccionamiento indicado. El diagrama general se muestra en la Figura 27 y el formato general de direcciones para los canales se muestra en la Figura 28. Los dispositivos asignados a los canales son los 8155. Estos son distribuidos uno por cada dos canales por lo tanto a cada canal corresponden 128 octetos de memoria (canales pares e impares), además se necesitan cuatro bits de un puerto de salida (SFB) y cuatro bits de un puerto de entrada (SFB).

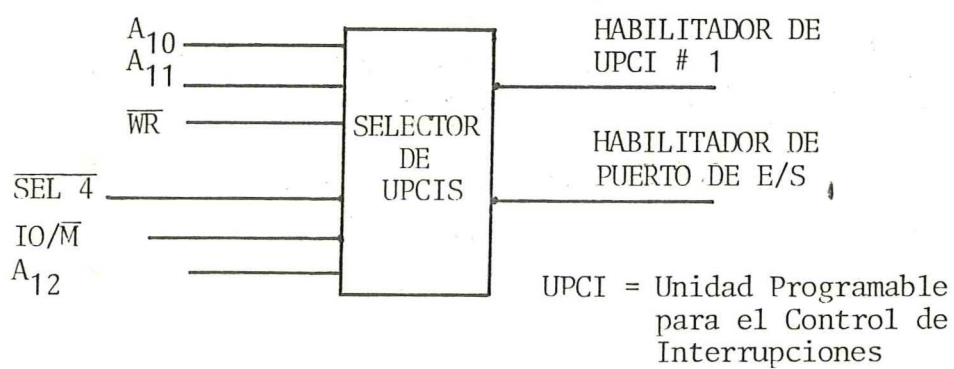


Figura 25.- Selección de UPCIS y Puerto de Petición de Interrupciones

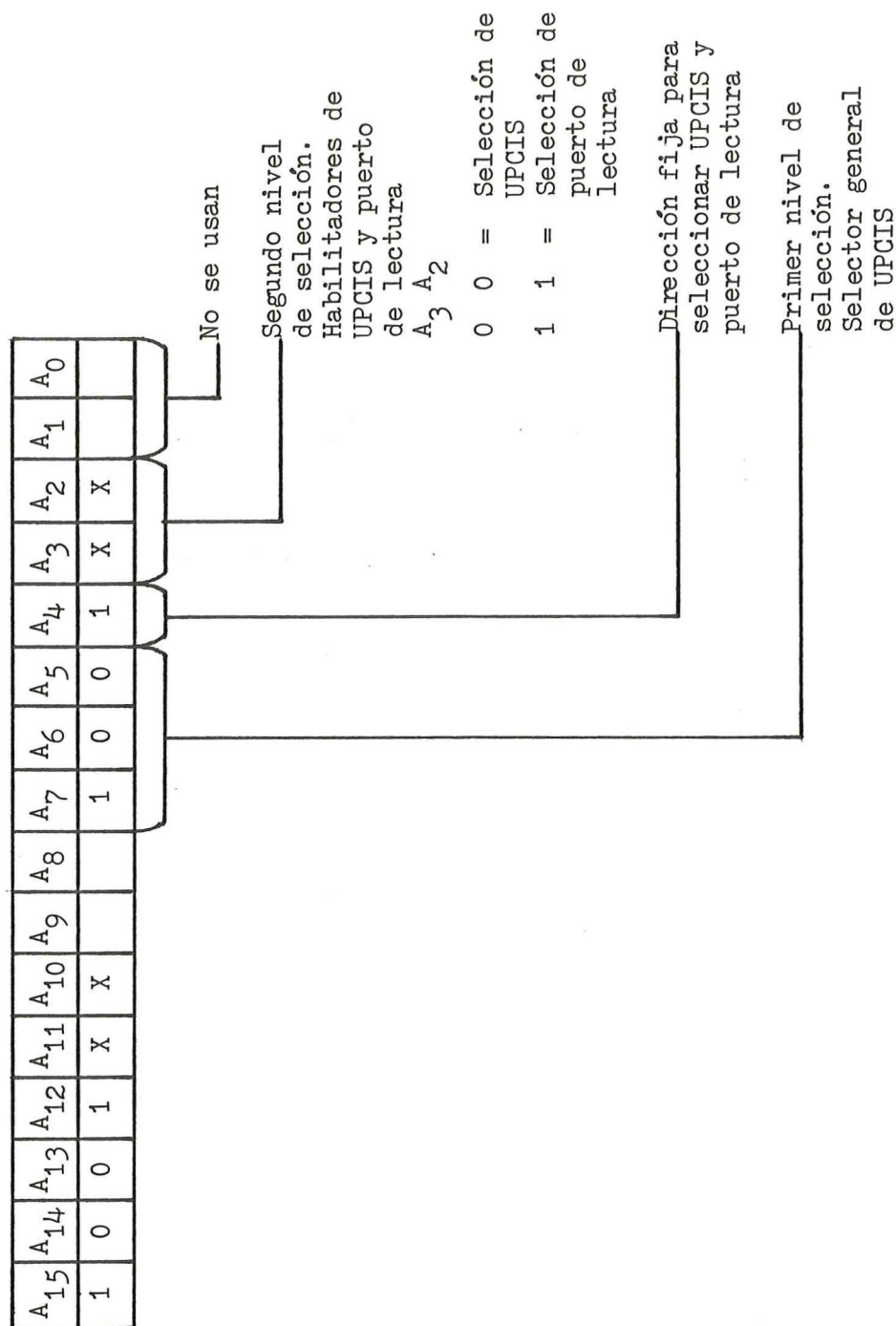


Figura 26.- Formato de direcciones de UPCIS y puerto de lectura.
(Petición de interrupción)

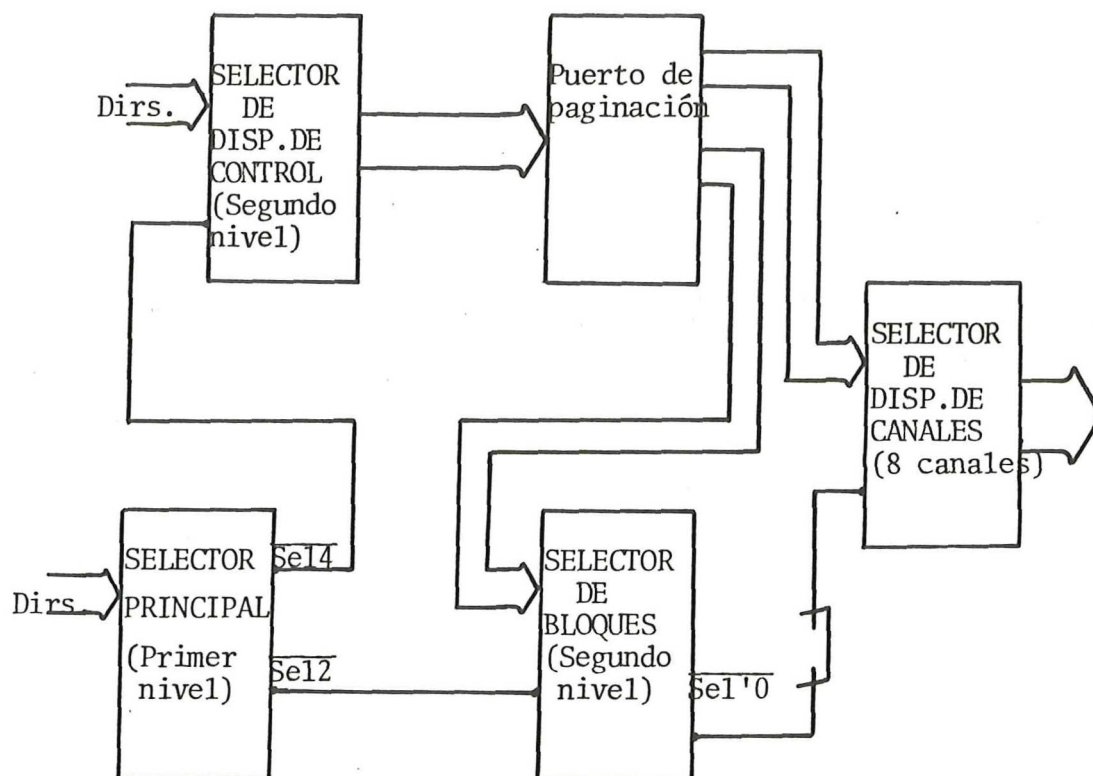


Figura 27.- Diagrama general de paginación de canales

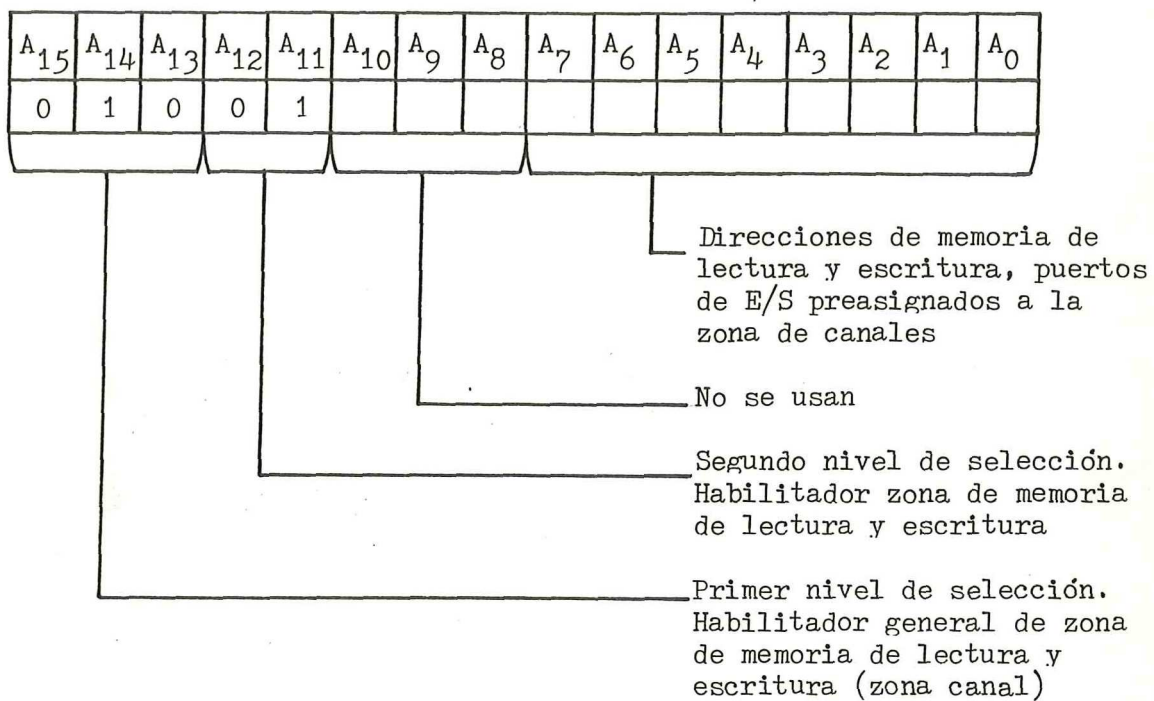


Figura 28.- Formato general de direcciones de canales

La selección de los canales se hace por grupos (8 canales cada grupo) y se usan puertos de control (paginación de canales) como registros de índice y una línea del primer nivel de selección para direccionar la zona de canal. Para el direccionamiento se utiliza un dispositivo 3205 (Fig. 29). Las salidas de este decodificador (SEL'0, ..., SEL'7) son llevadas por medio de conectores a los módulos de los canales. Con cada señal de salida del decodificador se habilita otro decodificador 3205 (en un tercer nivel), el cual selecciona hasta cuatro dispositivos 8155. (Fig. 30).

Se usan puentes para habilitar bloques de canales. La RB utiliza solamente 3 líneas de salida (SEL'0, SEL'1, SEL'2) que pueden habilitar hasta 8 canales cada uno.

Por ejemplo, si se quiere seleccionar el canal 0, se tiene que cargar el registro de índice (puerto de E/S o de paginación) con el valor X'00'. La dirección de este puerto esta dada en la Tabla VI. En caso que se quiera seleccionar el canal 23, entonces se carga el registro de índice con el valor X'0B' siguiendo el procedimiento anterior. (Tabla VII).

3.6.3.2 .- Decodificador de TRUSAS

Para el direccionamiento de los TRUSAS (8251) se usa el metodo descrito en el parrafo anterior. Se utiliza un decodificador 3205 ubicado en un tercer nivel de selección (Fig. 31). Para reducir el espacio de memoria ocupado por los TRUSAS las direcciones A12, A11 y A10 son las entradas de una compuerta 'Y', estas direcciones se fijan en un solo nivel de voltaje cuando se quiera direccionar algún TRUSA.

El formato que se debe tener para seleccionar los TRUSAS como dispositivos de E/S se muestra en la Figura 32. Para que un TRUSA sea seleccionado se deben de considerar las palabras de control mostradas en la Tabla VIII. Estas palabras son usadas para el registro de índice o puerto de control (paginación).

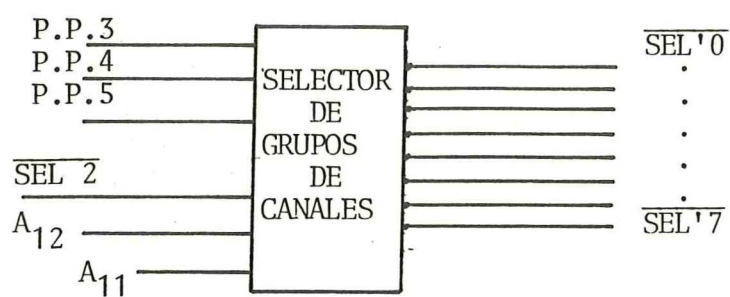


Figura 29.- Selección de grupos de canales (8 canales por línea de salida) ubicados en el segundo nivel

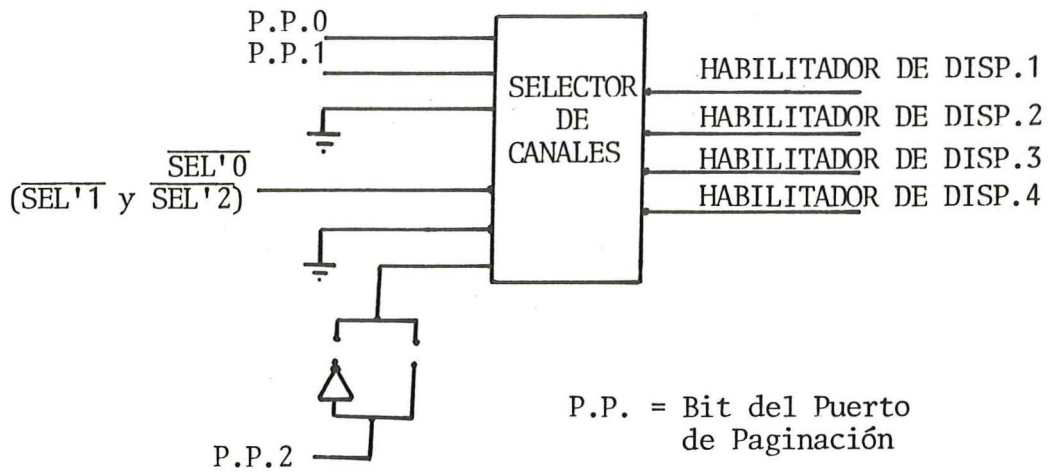


Figura 30.- Selección de canales (2 por cada dispositivo habilitado) usando el tercer nivel

NO. DE SELECTOR 2º NIVEL	PALABRAS DE CONTROL USADAS PARA LA SELECCION DE CANALES POR PUERTOS DE E/S						CANALES SELECCIONADOS (PAR E IMPAR)
	P.P.5 BIT 5	P.P.4 BIT 4	P.P.3 BIT 3	P.P.2 BIT 2	P.P.1 BIT 1	P.P.0 BIT 0	
Sel'0	0	0	0	0	0	0	0 y 1
	0	0	0	0	0	1	2 y 3
	0	0	0	0	1	0	4 y 5
	0	0	0	0	1	1	6 y 7
	0	0	0	1	0	0	8 y 9
	0	0	0	1	0	1	10 y 11
	0	0	0	1	1	0	12 y 13
	0	0	0	1	1	1	14 y 15
Sel'1	0	0	1	0	0	0	16 y 17
	0	0	1	0	0	1	18 y 19
	0	0	1	0	1	0	20 y 21
	0	0	1	0	1	1	22 y 23

P.P. = Bit del puerto de
paginación

Tabla VII.- Palabras de control usadas por los puertos de E/S
(registros de índice) para direccionar canales.

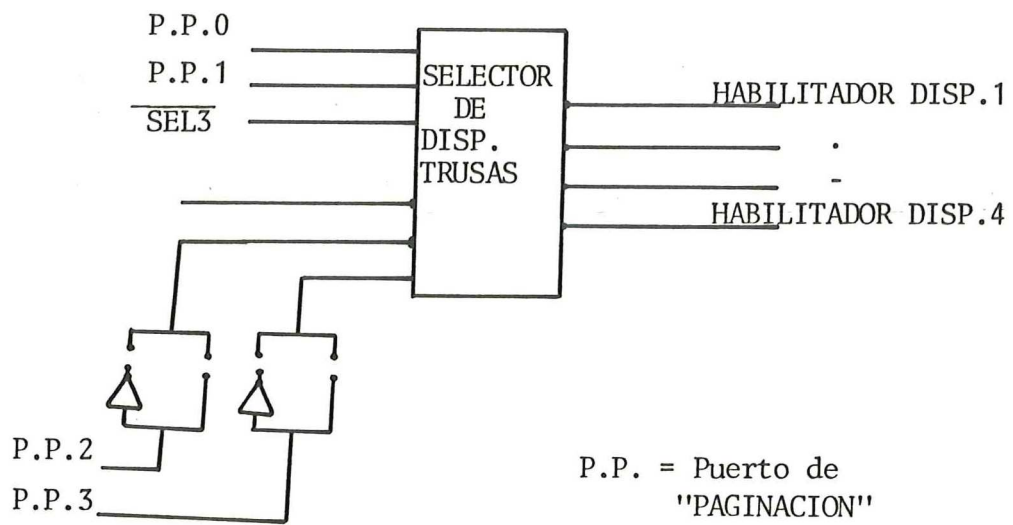


Figura 31.- Selector de TRUSAS ubicado en el tercer nivel de selección

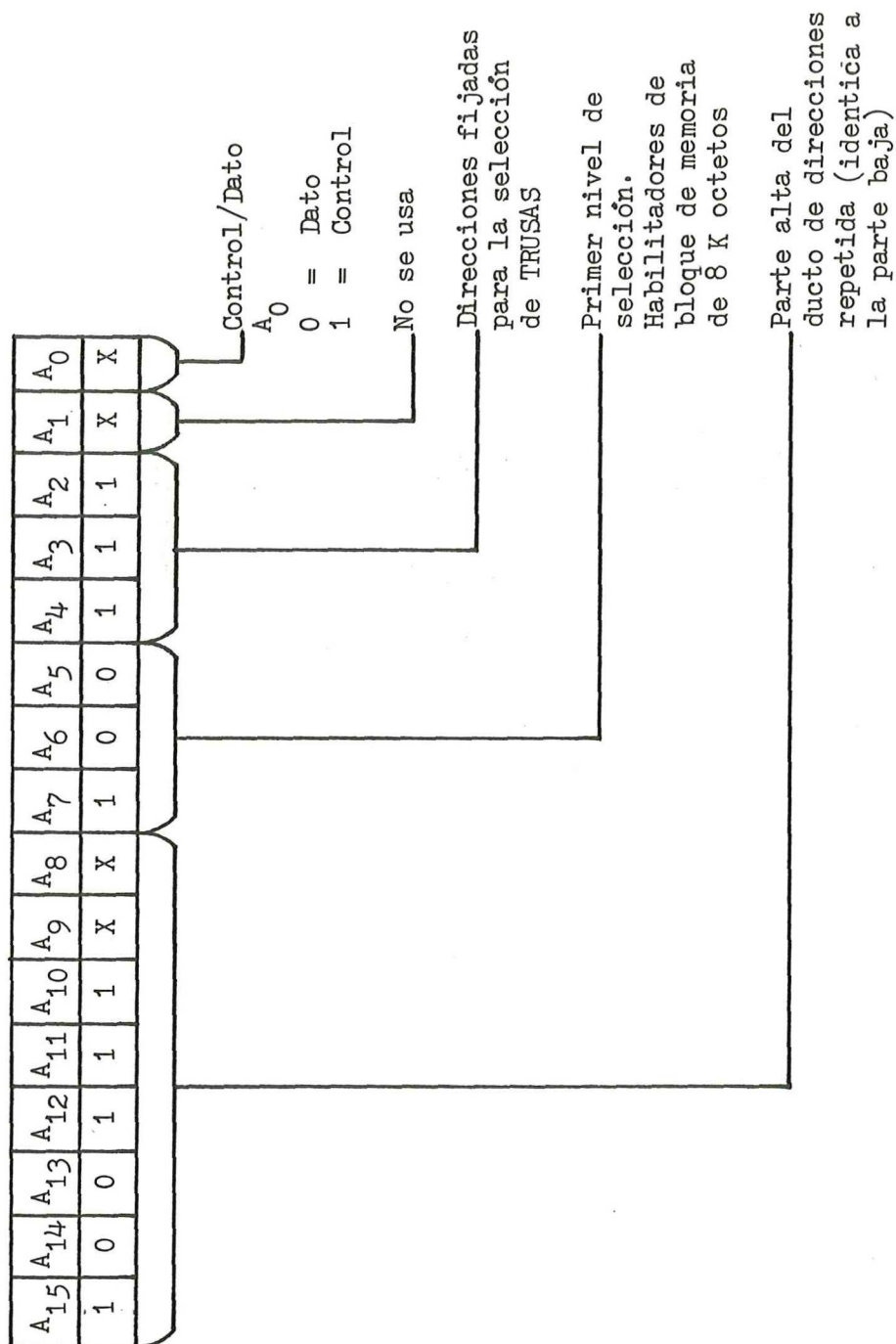


Figura 32.- Formato general de direcciones de TRUSAS

NUMERO DE GRUPO	PALABRAS DE CONTROL USADAS PARA LA SELECCION DE TRUSAS POR PUERTOS DE E/S				TRUSAS SELECCIONADOS
	BIT 3	BIT 2	BIT 1	BIT 0	
	P.P.3	P.P.2	P.P.1	P.P.0	
I	0	0	0	0	0
I	0	0	0	1	1
I	0	0	1	0	2
I	0	0	1	1	3
II	0	1	0	0	4
II	0	1	0	1	5
II	0	1	1	0	6
II	0	1	1	1	7
III	1	0	0	0	8
III	1	0	0	1	9
III	1	0	1	0	10
III	1	0	1	1	11

P.P. = Bit del puerto de paginación

Tabla VIII.- Palabras de control usadas por los puertos de E/S
(registro de índice) para la selección de TRUSAS.

El puerto que se usa para paginación de TRUSAS es direccionado de la misma manera que el puerto para paginación de canales aunque corresponden a una dirección diferente.

4 .- PROGRAMACION

4.1 .- AREAS DE MEMORIA USADAS

En esta sección se describen todas las áreas de almacenamiento usadas y algunas banderas, parámetros, contadores, etc. que utilizados en los programas descritos posteriormente.

Las señales fuera de banda de voz, son manejadas por medio de puertos de E/S preasignados a cada canal. Los canales (pares e impares) tienen asignado un puerto para transmisión y otro para recepción los cuales constan de 8 bits.

La parte menos significativa de un puerto de 8 bits (Bit0-Bit3) esta asignada para el canal par y la parte más significativa (Bit4-Bit7) corresponde al canal impar.

Para el intercambio de información entre un canal asignado a un abonado y el canal de guardia se usa una zona de memoria común a todos los canales llamada Zona de Canal de Guardia y esta constituida por las siguientes palabras:

- Bandera de guardia común (BGCO)
- Número de canal solicitante de guardia (CANIG)
- Número de octetos (NOGUAD)
- Dígitos de Abonado B (DIGIT1)
- Dígitos de Abonado A (DIGIT2), opcional solo cuando la llamada es hacia la red de TEL-MEX

Se tiene una zona de memoria para intercambiar mensajes entre los canales. Esta zona es equivalente a un buzón, donde los canales que estan asociados depositan los mensajes entre ellos. Por medio de este mecanismo se intercambian los siguientes mensajes:

- Colgado (COLG)
- Timbrando (TIMB)
- Ocupado (OCP)
- Descolgó (DESC)

Estos mensajes entre canales asociados -ya sean dos canales internos o bien uno interno y otro externo- sirven para intercambiar información respecto al estado de los abonados indicados.

La configuración de zona de memoria tiene una tabla de estados de los canales (TABCAN) para que se pueda asignar un canal libre como de guardia de manera eficiente y rápida. Además esta tabla esta formada únicamente con canales que existen físicamente.

Se tiene también una zona de memoria asignada a los TRUSAS donde se guardan los estados de estos (libre u ocupado) y el número de canal al que esta asociado. Los TRUSAS son asignados por demanda al canal que los solicite.

Existe una zona dedicada para almacenar las coordenadas de los abonados. Para cada abonado se han asignado 12 bits por coordenada, pero para facilitar el manejo de esta información y dejar además 4 bits de reserva se han asignado 16 bits por coordenada. Si se tienen hasta 100 abonados por RB entonces son necesarios 400 octetos para almacenar la información de las abscisas y ordenadas de los abonados. Esta área se ha asignado en la zona de memoria de lectura exclusiva.

4.2 .- DESCRIPCION GENERAL DE LAS TAREAS Y MANEJADOR DE TAREAS

Las acciones que realiza la RB son las siguientes:

- Establecimiento de llamada
- Desconexión de llamada
- Cálculo y envío de tasación
- Diagnóstico

La información que resulta de los diálogos de abonados, origina cuales sean las tareas que se van a ejecutar. Es necesario considerar también cuales son las acciones que requieren de cierto retardo de tiempo para que

se puedan tomar otras acciones.

Las interrupciones permiten al sistema del microprocesador responder rápidamente a eventos que ocurren en tiempo impredecible.

Las interrupciones pueden ser causadas por:

- un reloj con periodo de 20 ms
- receptor de TRUSAS listo
- transmisor de TRUSAS listo

La RB determina cual de las interrupciones es la que necesita atención, por medio de la rutina de servicio. Existe una rutina para cada función y estas son llamadas cuando cualquier canal las necesite. Todos los canales (pares e impares) utilizan el mismo juego de rutinas.

Es necesario además intercambiar parámetros entre las subrutinas tales como banderas, etc. Se intercambian también mensajes entre los canales en una zona de memoria común de acuerdo con el desarrollo del diálogo.

Se tiene un programa integrado por una colección de rutinas de servicio para supervisión y procesamiento por medio del microprocesador. Esta colección de programas puede realizar Tareas de E/S, Contabilidad, Asignación de Areas de Almacenamiento, etc.

El programa manejador de tareas es definido en términos de las funciones de control y supervisión realizadas como son:

- Controlar el progreso de la ejecución de tareas
- Actuar en condiciones imprevistas
- Distribuir los recursos de la circuitería entre las tareas.
- Proveer un medio de intercambio de información entre tareas (mensajes)

4.2.1 .- Programa Manejador de Tareas

El programa manejador de tareas distribuye los recursos disponibles para su mejor utilización. En particular, la UCP es compartida por varias tareas. (Fig. 33) Cada tarea requiere espacios de memoria para manejar instrucciones y datos, además esta memoria no puede ser ocupada simultáneamente por dos tareas diferentes. Como existen suficientes recursos y memoria los cuales se pueden asignar a muchos programas de tal manera que estos se ejecuten por partes (progresivamente) entonces se puede considerar que se está usando un sistema multiprogramado [Saal, 1976]. La mayoría de los sistemas de multiprogramación requieren de un programa supervisor (también llamado monitor o ejecutor). Por medio de este programa se manejan las tareas mas importantes y se mantiene la integridad del sistema.

Para realizar un control efectivo sobre los recursos del sistema tales como espacio para almacenar información, el sistema centraliza todas las operaciones de E/S en un sistema de control de interrupciones.

Al encender el sistema se ejecuta un programa de inicialización el cual vuelve a actuar cuando se restablece el sistema después de alguna falla.

Después de la inicialización se transfiere el control a un programa para manejar canales. Este es el programa supervisor mencionado anteriormente. Mediante este programa se continúa con la ejecución de la subrutina canal que analiza el estado de los canales atendiendo a los que requieran servicios.

Cuando el programa manejador de canales termina de atenderlos se continúa ejecutando al programa repartidor de tareas. Mediante este programa se realizan las siguientes tareas: Calcular costo de la llamada, Diagnóstico, Grabación, Rotación de Canales Libres y algunas tareas más que aún no se han definido.

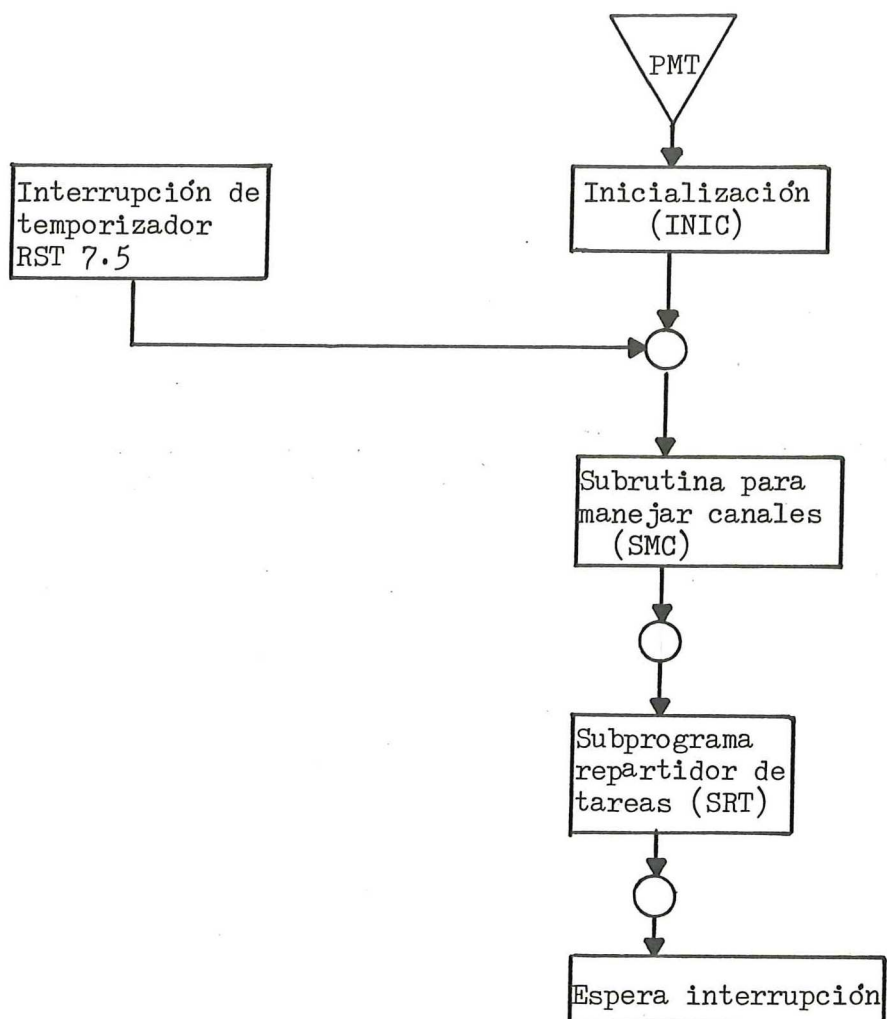


Figura 33.- Programa manejador (supervisor) de tareas (PMT)

Como las tareas anteriores se realizan o ejecutan progresivamente es necesario tener un control adecuado de las direcciones donde continúa la ejecución de las mismas. Este control lo lleva el programa repartidor de tareas.

Finalmente el programa manejador de tareas, al terminar de realizar su función, se queda en espera de una interrupción.

El microprocesador atiende a una interrupción cuando recibe una señal en alguna de las líneas de entrada RST 7.5 o RST 6.5 las cuales son proporcionadas por circuitería.

4.2.2 .- Inicialización

Este subprograma esta integrado al programa manejador de tareas como se vió anteriormente, mediante este subprograma se realizan las siguientes funciones:

- Se asignan valores iniciales a las variables, parámetros y constantes usadas
- Se asignan zonas de memoria para pilas y tablas de canales
- Se programan las TRUSAS (modo y comando)
- Se inician temporizadores y puertos de control
- Se inicia el reloj del sistema
- Se asigna zona de memoria para parámetros de canales (pares e impares)
- Se limpian banderas para todos canales (pares e impares)
- Se posiciona el apuntador de pila en la dirección adecuada
- Se prueba la existencia de canales
- Se crea tabla de canales existentes
- Se habilitan interrupciones

Para las TRUSAS se ha definido el siguiente modo de operación: Palabras (caracteres) de 8 Bits de Longitud, 2 Bits de alto, Paridad Impar y se fijo un Factor de Velocidad de 16X (para una velocidad de transmisión de 1200 Bauds). Se escribe el comando solamente para tener habilitado en permanencia el

receptor. El transmisor se habilita solo cuando se va a usar.

El programa de inicialización realiza la prueba de existencia de los canales porque puede ser que el sistema no tenga funcionando todos los módulos asignados a los canales, entonces se realiza el muestreo de estos guardando en una tabla la relación de los canales existentes (Fig. 34).

4.2.3 .- Interrupciones .

Para el uso adecuado del tiempo en un sistema basado en un microprocesador es necesario tener interrupciones periódicas para atender en tiempo real a los dispositivos que requieran intercambiar información. [Peatman, 1977]

En aplicaciones de tiempo real se requiere que los programas que tienen alta prioridad operen en base a eventos externos, como son la recepción y transmisión de mensajes, inicio de muestreo de canales y realización de diagnóstico o prueba del sistema.

Las ventajas de las interrupciones son obvias, pero existen también desventajas como:

- Los sistemas de interrupción en algunos casos pueden requerir una gran cantidad de circuitería
- Las interrupciones requieren transferencia de información bajo control de programa por medio de la UCP
- Las interrupciones son entradas aleatorias lo cual hace difícil realizar pruebas y depuración del sistema. Los errores pueden ocurrir eventualmente y ser muy difícil de localizar

La respuesta interna del microprocesador a una interrupción es muy simple. El sistema de interrupciones del microprocesador 8085 consiste de 5 entradas de interrupciones:

- TRAP (interrupción no enmascarable) origina

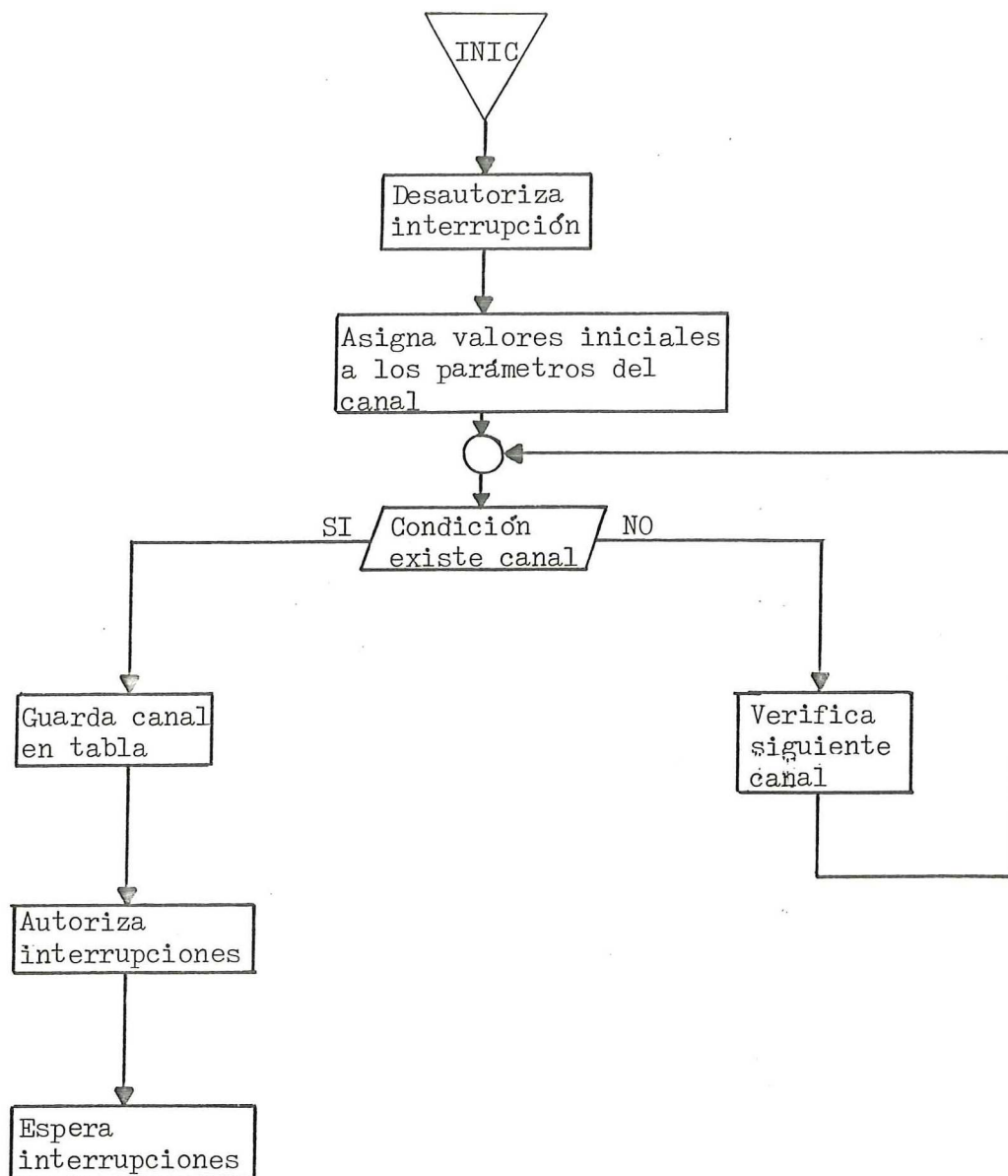


Figura 34.- Subprograma para iniciar el sistema (INIC)

una instrucción de llamado a la localidad de memoria 24 (Hex). Esta entrada puede usar para casos de fallas de energía y tiene la más alta prioridad.

- RST 7.5, origina una instrucción de llamado a la dirección 3C (Hex)
- RST 6.5, produce una instrucción de llamado a la dirección 34 (Hex)
- RST 5.5, origina una instrucción de llamado a la dirección 2C (Hex)
- INTR. Es una línea de interrupciones de propósito general, manejándose por circuitería origina 8 instrucciones de salto de 1 octeto

Las líneas de interrupciones RST pueden ser deshabilitadas o habilitadas por programa usando las instrucciones SIM y RIM respectivamente.

Actualmente en la RB se estan usando dos líneas de interrupciones RST 7.5 y 6.5 asignadas a un reloj en tiempo real para inicio de secuencia de muestreo de canales (RST 7.5) y a la transmisión recepción de mensajes de los TRUSAS. (RST 6.5)

4.2.3.1 .- Interrupción para Inicio de Secuencia de Muestreo de Canales

El propósito de este tipo de interrupción es tener una referencia de tiempo para iniciar el muestreo de los canales por medio del programa manejador de tareas. Esta referencia de tiempo se obtiene al dividir la frecuencia del reloj del microprocesador (CLK), usando un temporizador programable. (Fig. 35)

La rutina para atención de interrupción desactiva la petición de servicio al ser esta atendida. La línea de entrada RST 7.5 proporciona al microprocesador la dirección 3C Hex. El procesador guarda el contador de programa en la pila automáticamente antes de saltar a la dirección antes indicada.

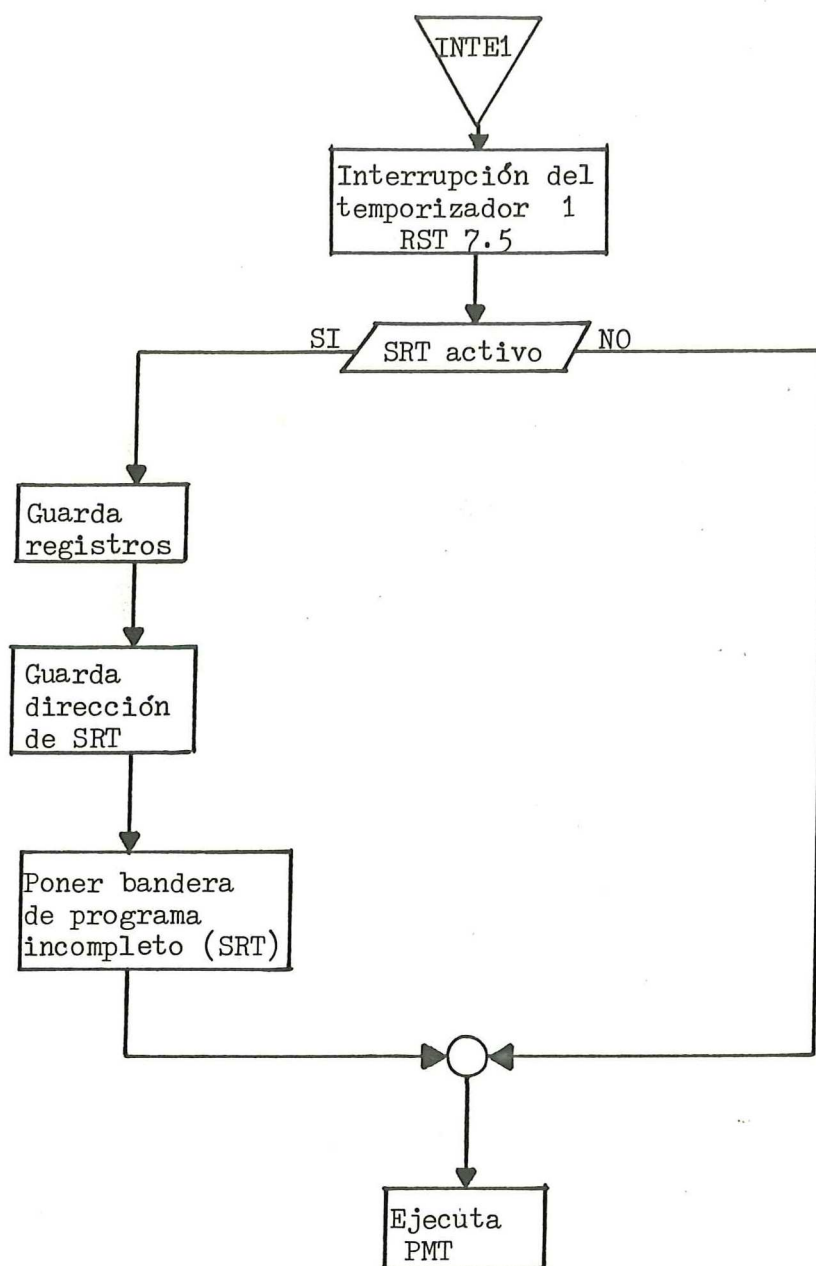


Figura 35.- Interrupción para inicio de secuencia de muestreo de canales (INTE1)

En esta dirección se tiene un salto al programa que da servicio a este tipo de interrupciones. Este programa verifica si el manejador de tareas está dormido. Si es el caso se llama directamente al programa supervisor de tareas, si no se supone que está procesando una tarea secundaria por lo tanto se guardan los registros y la dirección donde se quedó el programa incompleto y se pone una bandera para indicar posteriormente al programa repartidor de tareas cuál es la dirección donde debe seguir ejecutando la tarea que quedó pendiente.

Después de esto, se continúa con la ejecución del programa supervisor de tareas. (Fig. 35)

4.2.3.2 .- Interrupciones de TRUSAS

Por medio de estas interrupciones se habilita al sistema del microprocesador a comunicarse con los dispositivos externos. Cada evento posible que puede originar una interrupción es llamado línea de petición de interrupciones y puede ser visto como una simple línea física que está en estado lógico 0 ó 1 lo cual significa que ha ocurrido o no una interrupción.

La unidad programable de control de interrupciones consta de 16 líneas de petición de interrupciones, por medio de estas líneas los TRUSAS interrumpen al microprocesador. Este atiende a los TRUSAS al recibir el pulso de interrupción en la línea de entrada RST 6.5, a continuación se guarda en la pila el contador de programa y se salta a la dirección 34 Hex. En esta dirección se guarda una instrucción de salto a la subrutina que atiende las interrupciones de los TRUSAS. (Fig. 36)

Por medio del puerto de E/S de la UPCI (Unidad Programable para el Control de Interrupciones) se lee la identificación del TRUSA que interrumpió y a continuación se busca cuál es el número de canal que se tiene asociado al TRUSA en una tabla de estados de las mismas. Se autoriza la zona de memoria de este canal y se lee un contador de mensajes (por transmitir o recibir). Si ya no existen mensajes para transmitir

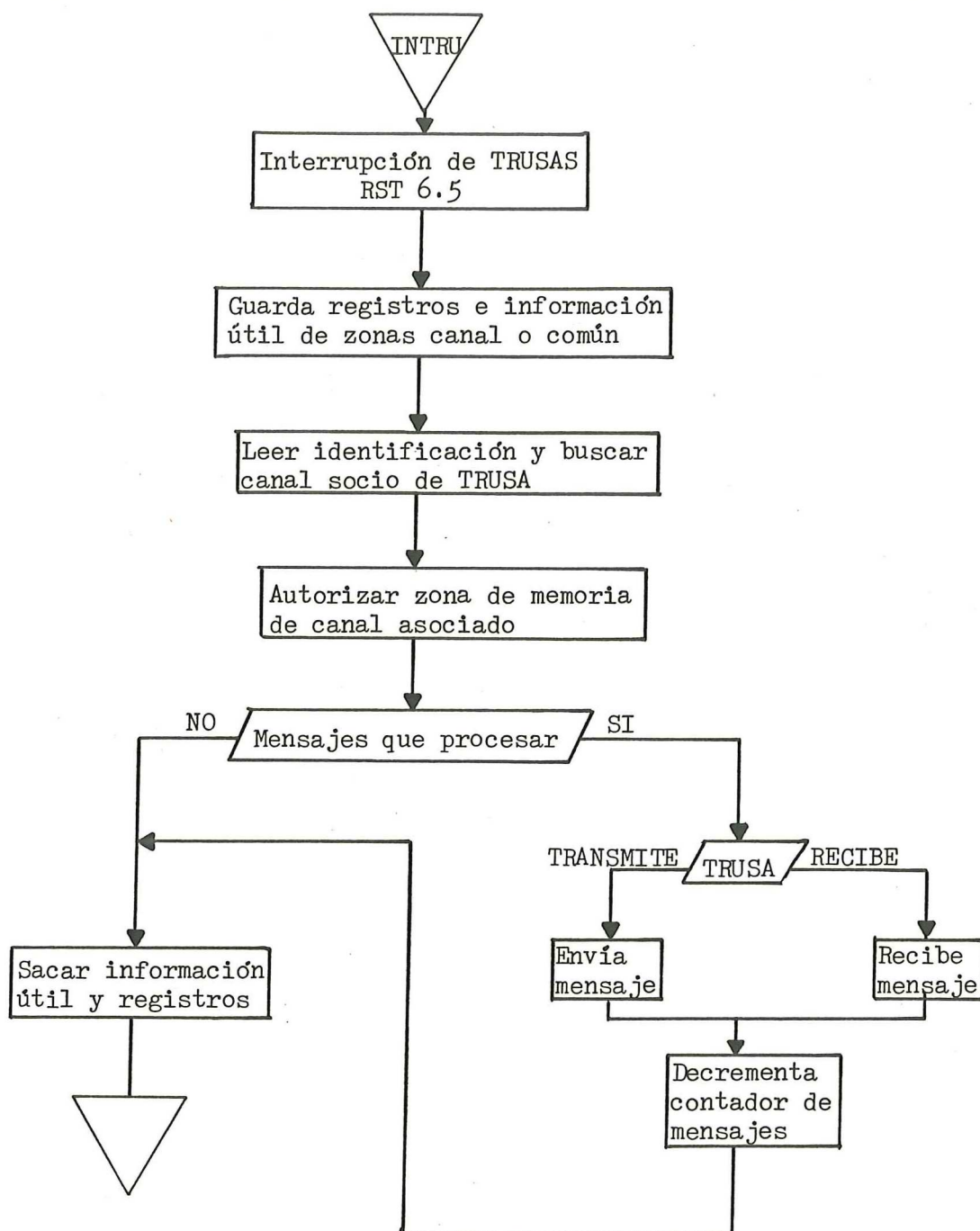


Figura 36.- Interrupciones para atender TRUSAS (INTRU)

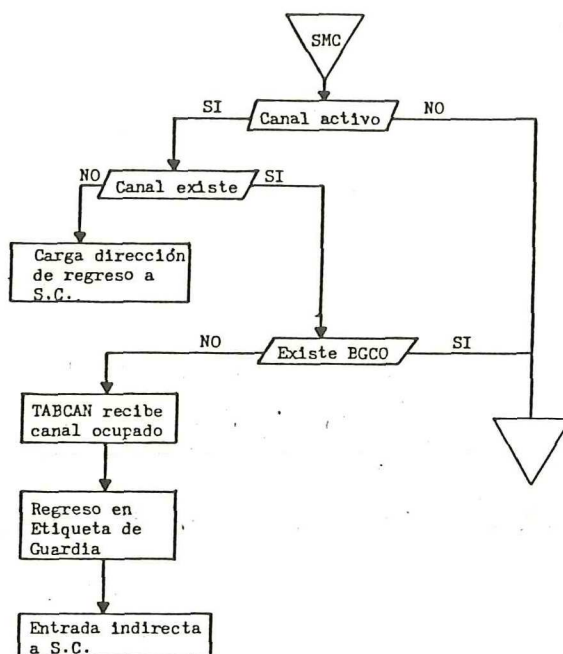
o recibir se restauran los registros y el estado del procesador y se regresa a continuar con el programa que se estaba ejecutando.

Si existe algún mensaje que recibir o transmitir se lee el estado del TRUSA y si se encuentra transmitiendo se carga el mensaje correspondiente de la zona de transmisión de mensajes y es enviado por el TRUSA. En caso que el estado recepción, entonces se lee el mensaje guardandose en la zona de recepción de mensajes asociada al canal. Finalmente cualquiera que haya sido el estado del TRUSA se incrementan apuntadores de las zonas de tratamiento de mensajes, se decrementa el contador de número de mensajes, se restablece el estado de la UPCI, se restablecen los registros correspondientes y se continúa con el programa que se estaba ejecutando.

4.3 .- SUBROUTINA PARA MANEJAR CANALES

Esta subrutina tiene como objetivo o propósito manejar cíclicamente todos los canales (Fig. 37). Se hace un muestreo secuencial de cada canal por medio de saltos indirectos, los cuales son controlados por este programa. Las direcciones de saltos son guardadas cuando se termina una etapa de ejecución del programa canal; en el siguiente muestreo se carga esta dirección de salto que equivale a una dirección de entrada y se continúa la ejecución de la siguiente etapa del programa canal. En cada ruptura del programa canal se pasa el control al programa manejador de canales el cual decide el muestreo de los canales pendientes. Las etapas de que consta este programa son las siguientes:

- Se incrementa el número de canal, obteniéndose el canal al cual se va a atender. Se verifica su estado y si esta activo se continúa con la ejecución del programa canal. El estado puede ser también libre, si es el caso se tiene la siguiente secuencia
- Se verifica si hay canal de guardia por medio de la bandera respectiva. Si no lo hay, se pasa el control al programa canal el cual designara a este canal como el de guardia. Si existe canal de guardia se atiende al siguiente canal
- Cuando se termina de realizar el muestreo se



TABCAN = Tabla de estados de canales
 BCCO = Bandera de guardia común
 S.C. = Subprograma canal

Figura 37.- Subrutina para manejar canales (SMC)

verifica si existe el canal o si esta ocupado y se carga la dirección de regreso para que se ejecute la siguiente etapa del subprograma canal.

4.4 .- SUBPROGRAMA CANAL (SC)

Este subprograma se ejecuta para realizar todas las acciones necesarias el establecimiento del diálogo entre dos abonados que ya tienen asignados canales. (Fig. 38 a)

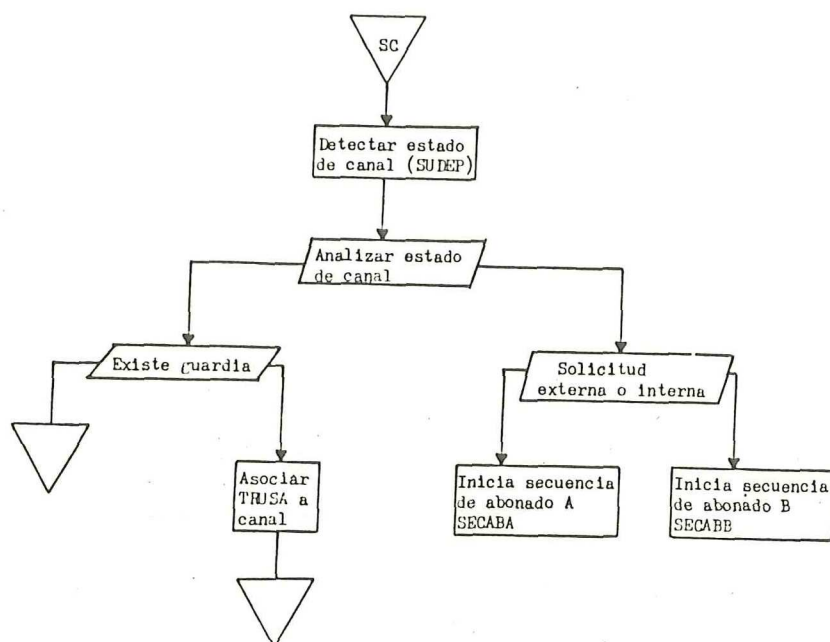


Figura 38a.- Subprograma canal (SC)

Como el intercambio de información es muy lento, este subprograma se ejecuta en tiempo compartido realizando la sección que corresponde al desarrollo del dialogo en cada canal y depende del avance de la secuencia en el mismo. Se tienen las siguientes etapas:

- Detección del estado del canal y si el canal socio finaliza la comunicación
- El canal libre, cuando no existe canal de guardia, se establece como tal.
- Verificación de solicitud externa (prioritaria) y se responde con secuencia de abonado A. Si es solicitud interna se responde con secuencia de abonado B.
- Asociación de TRUSA libre con canal activo y envío de señal de guardia

A continuación se pueden considerar las dos opciones

que se presentan: solicitud externa (Abonado A) (Fig. 38 b) y solicitud interna (Abonado B). (Fig. 38 c).

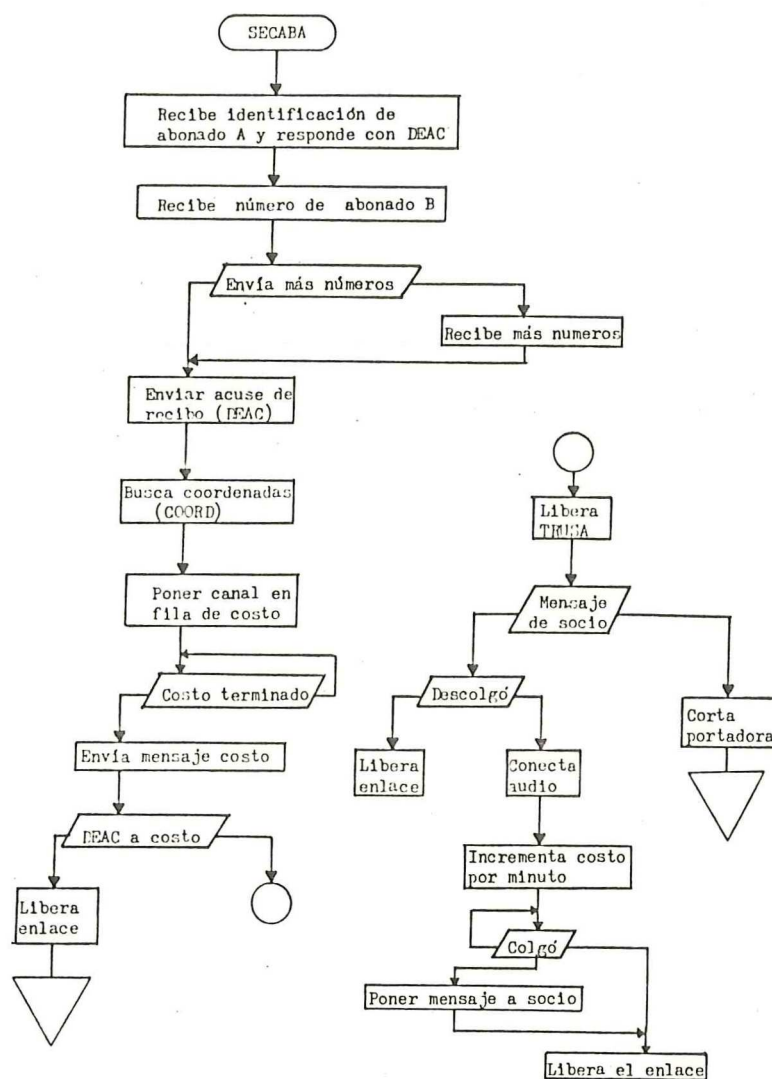


Figura 38b.- Secuencia de abonado A (SECABA)

4.4.1 .- Solicitud externa

- El TRUSA recibe la identificación de abonado A y envía el mensaje DEAC, después de analizar el mensaje de identificación (clave)
- Se recibe el número del abonado B y se analiza

si existe la opción de enviar más números. Una vez que se tiene completo el número de B, se envía el mensaje DEAC

- Se analiza el número de B. Si esta en la misma RB, se escribe en la zona de mensajes del canal de guardia, la solicitud interna (abonado B)
- Si el canal de guardia no contesta se libera el enlace. Si este contesta se inicia la búsqueda de coordenadas
- Se pone al canal en fila de espera para calcular tasación (los subprogramas de tasación y fila de espera se describen posteriormente).
- En esta etapa solo se verifica si ya se recibió la notificación de costo terminado. Hasta que se tenga este aviso se procede a enviar el costo por unidad de tiempo al abonado A.
- Se espera el acuse de recibo a costo (DEAC) y si no se recibe en un tiempo determinado se libera el enlace
- Se libera TRUSA y se analiza el estado del abonado B (mensaje de canal socio). Si el abonado B esta ocupado se notifica al abonado A y se libera el enlace. Si el abonado B esta sonando se notifica al abonado A y se espera indicación (mensaje del canal socio) cuando B descuelga.
- Si B descuelga se conecta el audio entre los dos abonados.
- Después de los primeros 3 minutos de conexión se incrementa el costo cada minuto.
- Si A cuelga se notifica al canal socio fin de llamada (A colgó), si B cuelga se avisa al socio (canal A) para que cuelgue (solamente si el RT o abonado B esta autorizado a colgar)

Con el desarrollo de la secuencia de abonado B se complementa el diálogo entre los dos canales. (Fig. 38 c).

4.4.2 .- Solicitud Interna

- Se lee el número de B y se asocian los canales de A y B
- Se solicita al abonado B (señal de guardia modificada) enviándole su identificación
- Si no hay respuesta de B, se retransmite mensaje anterior. Si hay respuesta se analiza esta, si es ocupado se libera el enlace. Si

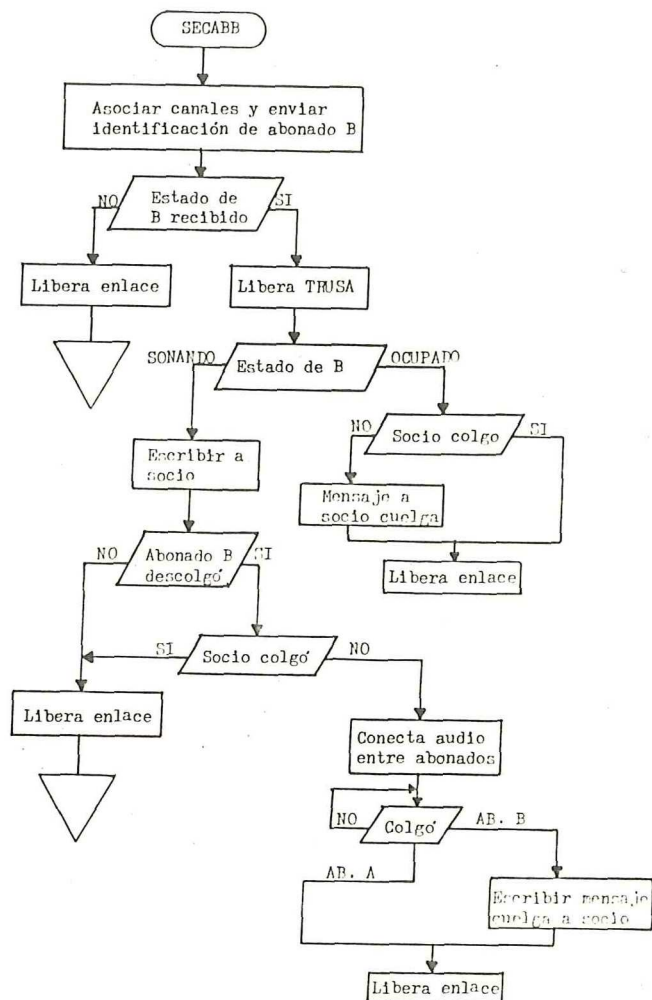


Figura 38c.- Secuencia de abonado B (SECAPP)

esta sonando se espera que B descuelge
 -Cuando B descuelga se notifica por medio de un mensaje al socio y se verifica si A colgó. Si el abonado A no colgó se avisa al abonado B que conecte el audio
 -Se verifica si A o B cuelgan. Si A cuelga se libera el enlace y si B cuelga se escribe un mensaje al socio previo al fin de la secuencia

Quando un canal externo solicita a un canal interno (que originalmente es canal de guardia) se

ejecuta una secuencia similar a la anterior, solo que se utilizan zonas de memoria (banderas y parámetros) diferentes.

4.5 .- SUBPROGRAMA REPARTIDOR DE TAREAS

Este subprograma permite asignar los recursos del microprocesador a las diferentes tareas secundarias que se tienen que realizar. Entre las tareas que se manejan estan las siguientes: Verificar fila de espera para calcular costo, rotación de canales, diagnóstico, grabación, tasación. (Fig. 39)

Estas tareas son ejecutadas mediante prioridades, la mas alta prioridad la tiene tasación. Las etapas que consta el subprograma son:

- Se verifica si existe alguna tarea incompleta, si es el caso se hace un salto indirecto a la secuencia incompleta. En caso que no se tenga alguna tarea inconclusa entonces se verifica la siguiente etapa
- Se verifica si existe solicitud por algun canal del cálculo de tasación. Si esto se cumple se carga el número de canal solicitante y se indica por medio de una bandera que se inicio la tasación. El control se pasa al subprograma para atender fila de solicitudes o manejar costo. En posteriores entradas al subprograma repartidor de tareas repite la primera etapa
- En esta etapa se verifica si existe solicitud de grabación para guardar la información de tasación o de mal funcionamiento. Si es el caso se pasa el control al programa de manejo de datos. Si no, se continúa con la siguiente etapa
- En esta secuencia se tiene una bandera para verificar si se tienen que rotar canales. Si es así se llama al subprograma de rotación de canales y cuando no se termina de ejecutar este programa se interrumpe guardando la dirección de continuación
- Cuando no se tenga nada que hacer el procesador queda en espera de una interrupción, que es lo que corresponde a esta última etapa.

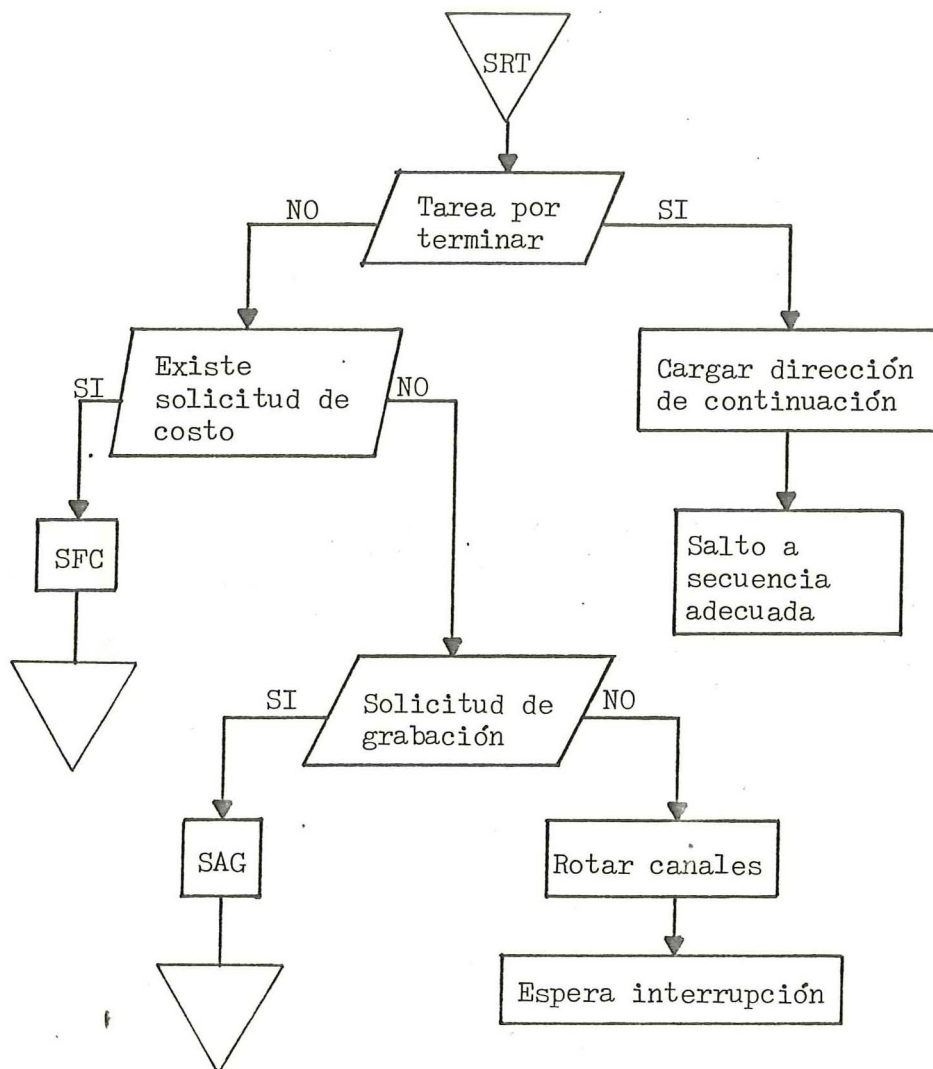


Figura 39.- Subprograma repartidor de tareas (SRT)

4.5.1 .- Programa para poner Fila de Costo

Este programa sirve para atender solicitudes para el subprograma de costo. (Fig. 40) El subprograma usa la zona común de memoria: Las etapas que consta son las siguientes:

- Se carga el contador de tarifaciones por ejecutar y el subprograma toma el apuntador real para iniciar el cálculo de costo del llamada a partir de las coordenadas de los abonados
- Al terminar el cálculo la subrutina costo se decrementa el contador de tarifaciones, en espera, se incrementa el apuntador real verificandose que no pase del número máximo de canales disponibles
- Finalmente se avisa que ya se tiene el resultado

4.5.2 .- Tasación

Se ha dividido el mapa de la república mexicana usando un sistema de coordenadas mediante el cual se puede obtener la distancia entre dos abonados para calcular el costo de la llamada.

La máxima distancia que se tiene en un eje (del sistema de coordenadas) es de 4,000 km. aproximadamente, por lo tanto con 12 bits, de abscisa u ordenada, se pueden obtener resoluciones hasta de 1 km.

La RB solamente efectua este tipo de tasación cuando la llamada queda dentro del ámbito de la OTR, es decir cuando no se emplea la red de TEL-MEX. En este último caso se cuenta con otros medios para calcular el costo de la llamada. La expresión usada para el calculo de la tasación es:

$$\text{Tasación} = \text{Distancia} * \text{Cons.costos} \quad (2)$$

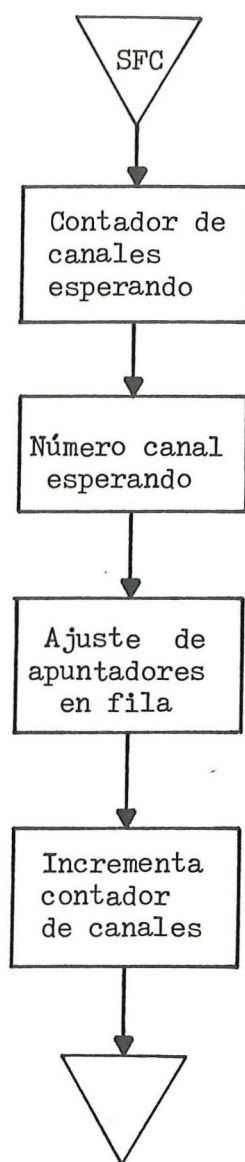


Figura 40.- Subprograma para poner fila de costo (SFC)

Las etapas de que consta el programa de tasación son las siguientes: (Fig. 41)

- Se realiza la resta de las abscisas $A = X_1 - X_2$ y de las ordenadas $B = Y_1 - Y_2$, estas operaciones se hacen considerando si alguna de las coordenadas son iguales o son cero entonces se se obtiene la distancia directamente
- En esta etapa se determina si $A < B$ o si $B > A$ para hacer un ajuste de A o B en 32 bits, ya que existen operaciones como la división que solo se realizan en 32 bits.
($C = A_m/A$ o $C = A_m/B$)
- Para calcular la tasación se esta usando la formula 2, por lo tanto en esta etapa se eleva se eleva al cuadrado el valor de C y se determina cual es la constante que se introduce para minimizar el error
- El desarrollo de series empleado para la raiz cuadrada es la expansión binomial:

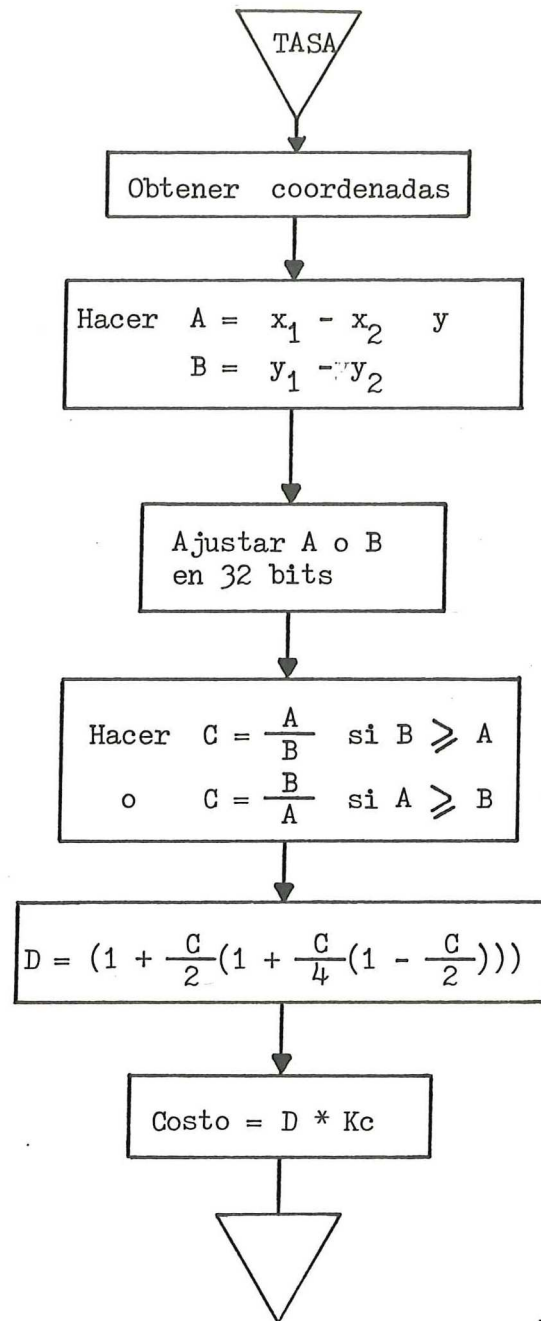
$$(1 + z)^{1/2} = 1 + z/2 - z^2/8 + z^3/16 - \dots \quad (3)$$
 y que puede ser expresado en funcion de multiplicaciones anidadas como:

$$(1 + z)^{1/2} = (1 + z/2(1 + z/4(1 - z/2))) \quad (4)$$
 el cual es el que se desarrolla en esta etapa
- Finalmente la distancia encontrada se multiplica por la constante de costo y se obtiene el costo unitario de la llamada.

4.5.3 .- Subrutina Diagnóstico

Mediante esta subrutina se verifica el funcionamiento de los abonados de manera automática. Se analiza la respuesta o estado que guarda el RT y si no es el adecuado se carga en un bloque de memoria para grabar su mal funcionamiento o la anomalia encontrada (Fig. 42). Este programa procesa algunas partes del programa canal, por lo tanto, también se ejecuta segmentadamente ya que maneja información de manera similar que el programa mencionado. Las partes de que consta son las siguientes:

- Se toma un canal de guardia, escribiendo en su zona que es una solicitud para diagnóstico. También se verifica si es la primera vez que



D = Distancia entre abonados
Kc = Constante de costo

Figura 41.- Tasación (TASA)

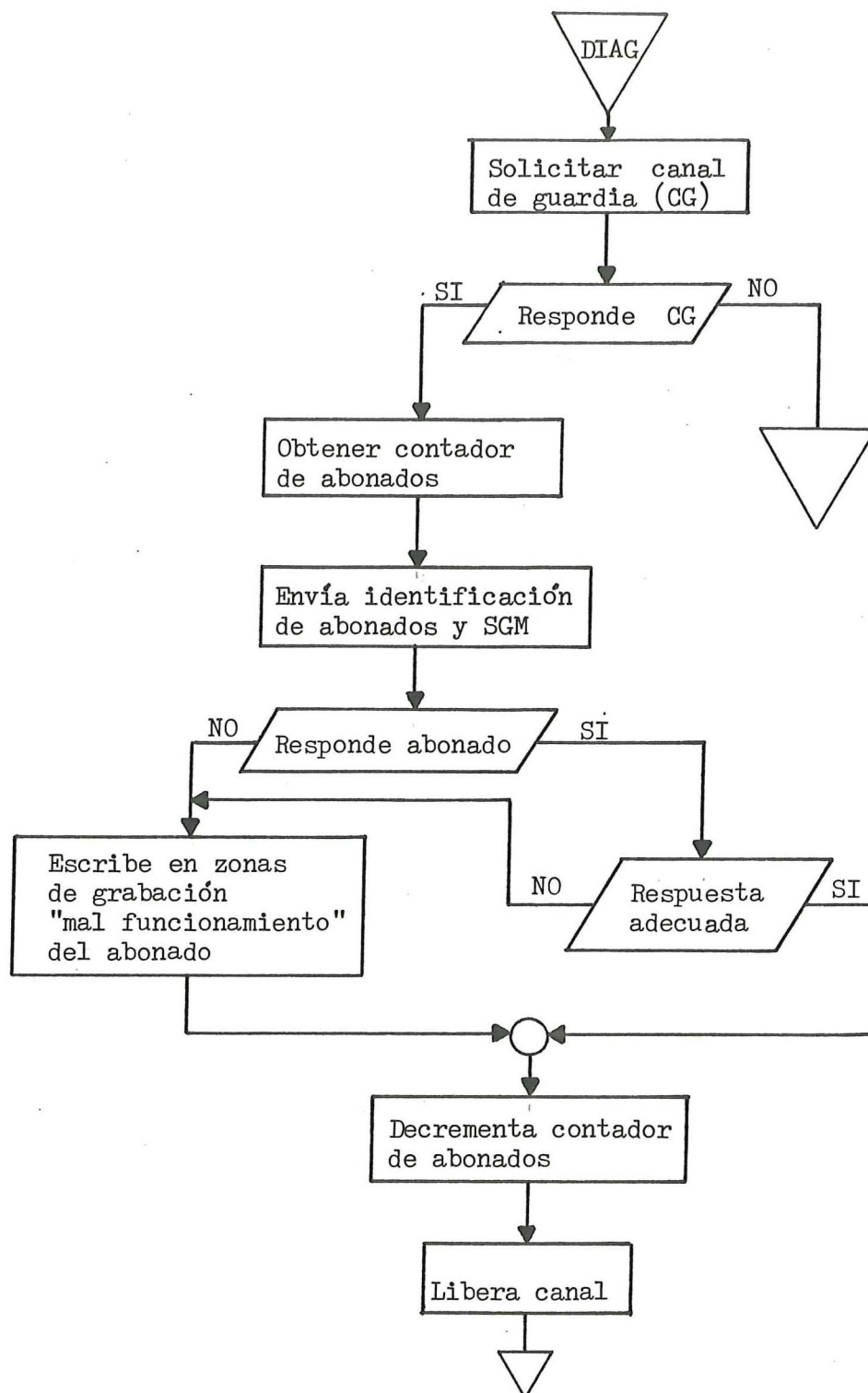


Figura 42.- Subrutina diagnostico (DIAG)

- se ejecuta este programa o si se encuentra incompleto. Si esta incompleto se continúa la ejecución y se realiza la siguiente etapa
- Se envía la señal de guardia modificada para solicitar la atención de todos los abonados. A continuación se envía la identificación del abonado probado y la clave de diagnóstico
 - Se espera la respuesta. Si esta no se recibe se registra la anomalía. Si se recibe se analiza el tipo de respuesta y si se detecta alguna falla en el RT, se carga la identificación en un bloque de memoria para registrar la anomalía y posteriormente grabar su mal funcionamiento
 - A continuación se decrementa el contador de abonados y se pone una bandera para indicar que se termino diagnóstico

4.5.4 .- Subprograma para hacer Mezcla de Canales Libres

Este subprograma sirve para rotar canales libres, ya que si no se lleva a cabo esto se puede dar el caso que unos pocos canales sean los que manejen el tráfico que se tenga. (Fig. 43)

El intercambio de canales es crítico por lo tanto, es necesario que este programa se ejecute cuando no se tenga más que hacer. Los canales se tienen en una pila de canales libres. El proceso que se sigue es:

- Se tiene un apuntador a el tope de una zona de canales libres y otro al fondo de la pila
- Se compara el apuntador de tope con el el apuntador de fondo desplazandose en las dos direcciones. Si es mayor o igual se intercambian el canal de apuntador de fondo con el siguiente. Si no es asi, se regresa el control al programa
- Cuando se hizo el intercambio de canales se incrementa el apuntado con el de fondo
- Se guarda la dirección de regreso para que en la próxima vez que se llame a este programa se intercambie el siguiente canal

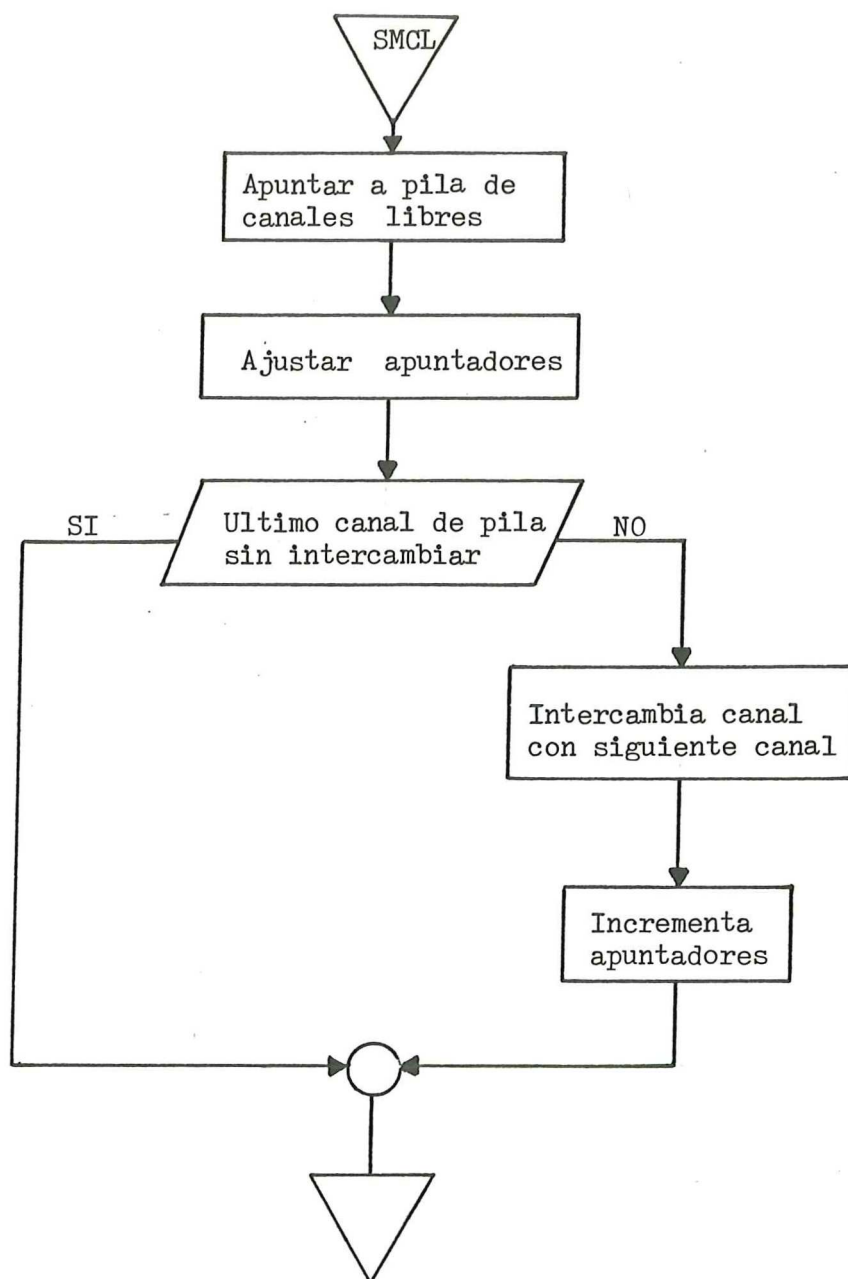


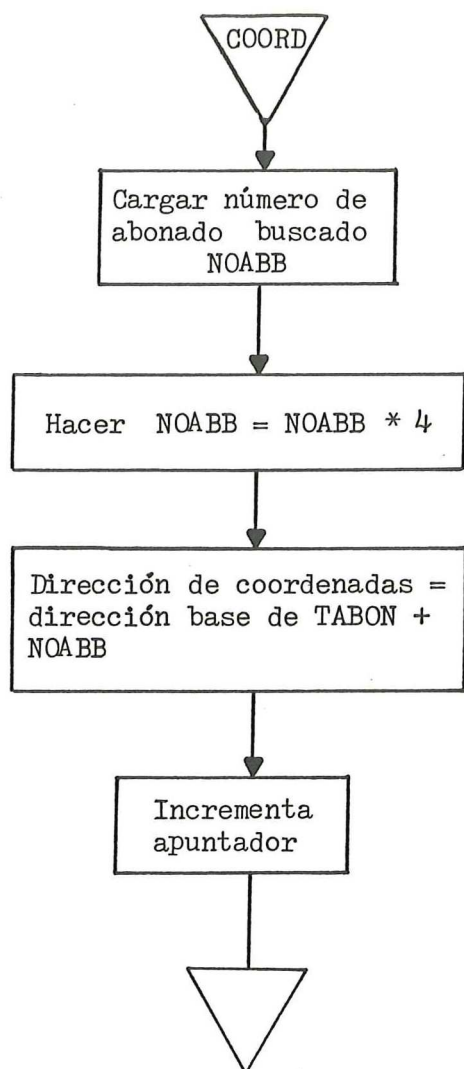
Figura 43.- Subprograma para mezclar canales libres (SMCL)

4.5.5 .- Subprograma Coordenadas

Por medio de este subprograma se buscan las coordenadas de los abonados en una tabla, el procedimiento que se sigue para encontrar las coordenadas es: (Fig. 44)

- El número del abonado buscado se guarda en la dirección de coordenadas buscadas
- El numero del abonado buscado es multiplicado por cuatro posiciones de memoria (# AB *4) para ubicarlo en la dirección correcta
- La dirección de las coordenadas buscadas es igual a la dirección base de la tabla de coordenadas más el número del abonado buscado
- Se guarda la dirección de las coordenadas encontradas.

Los anteriores son los programas más importantes que se han desarrollado, aunque existen otros subprogramas auxiliares como son la detección de estados de canales, el envío de frecuencias fuera de banda, la realización de operaciones aritméticas sencillas, etc. que también forman parte de la programación.



TABON = Tabla de abonados

Figura 44.- Coordenadas (COORD)

5 .- CONCLUSIONES

En este trabajo de tesis se describe la sección digital -circuitería y programación- de una RB para el control de RT'S que forma parte de una Red de Telefonía Rural cuyo objetivo es proporcionar un servicio telefónico confiable, flexible y de bajo costo.

Como el sistema es modular, puede ser adaptado a diferentes necesidades para tener mayor capacidad de control de abonados, sin tener que modificar el plan de numeración en la RB.

El sistema de señalización utilizado no corresponde a ninguno de los empleados actualmente, ya que se emplea uno que es una combinación de R2 modificado de Tel-Mex y R5 del CCITT. Con esto se tiene un sistema de señalización interno que usa de manera eficiente el espectro de frecuencias.

Para eliminar la posibilidad de error en los casos más críticos la RB retransmite algunos mensajes y la secuencia normal de una llamada continúa hasta que la RB recibe el acuse de recibo del mensaje enviado. El corte de un canal debido a fallas en el diálogo o en el equipo, se hace por tiempo de espera de la respuesta adecuada en la RB, con esto se evita que un canal quede bloqueado con diálogos sin concluir.

El uso de la técnica de acceso por demanda (multiacceso) permite emplear eficientemente los recursos de la RB ya que por medio de un número pequeño de canales se pueden atender una cantidad mucho mayor de usuarios sobre el fundamento de tiempo compartido. El acceso a los canales es automático y se proveen los medios para asegurar la no interferencia o interrupción de las llamadas telefónicas.

El número de componentes usados es reducido, además que en algunos casos realizan funciones múltiples, esto permite disminuir el costo y tamaño del sistema. El uso de módulos facilitara el mantenimiento del sistema ya que cuando se presenten fallas es suficiente con que se intercambie la tarjeta dañada para corregir el desperfecto. Además las

componentes de la RB son de uso común y se pueden encontrar fácilmente por medio de las referencias dadas.

Las características anteriores permiten tener un crecimiento gradual del sistema, de acuerdo a las necesidades que surgan, además los módulos fueron diseñados para usarse en otros sistemas como son el ACRA y la QTR con lo que se tiene un aprovechamiento integral del diseño, ya que se usan para esos sistemas imponiendo un mínimo de modificaciones.

El equipo de la RB tiene los siguientes parámetros y características que será necesario modificar en el futuro conforme se realicen pruebas del equipo total.

- Duración del período de muestreo de los canales
- Velocidad de recepción-transmisión de TRUSAS
- Duración de período de prueba de portadora
- Período máximo para retransmisión de mensajes
- Opción para recepción de más números
- Tiempo de desconexión por falla
- Período de diagnóstico para suscriptores, etc.

La circuitería de la RB se encuentra concluida faltando exclusivamente de efectuar algunas pruebas de los módulos. En cuanto a la programación se ha logrado un avance del 75 de las pruebas necesarias. En estas condiciones no es posible realizar una evaluación completa -técnica y económica- del sistema. Sin embargo, las pruebas realizadas en el CICESE por medio del programa DITEL [Pomalaza, et al.], demuestran la gran ventaja económica que se tiene al usar canales compartidos por demanda.

La RTR puede compararse parcialmente con otros sistemas de telefonía rural encontrándose que es un sistema de mediana capacidad y bajo tráfico. (Apendice I).

El desarrollo de prototipos que están orientados a proporcionar servicios a las zonas rurales tiene también como fin incrementar el nivel tecnológico del país, ofreciendo perspectivas al desarrollo industrial del mismo.

LITERATURA CITADA

- Anón. 1975. 8080 Microcomputer Systems User's Manual, p. 5(153)-5(162). Intel Corporation., Santa Clara, California. 210 pp.
- Anón. 1977. Libro Naranja. Comité Consultivo Internacional Telegráfico y Telefónico. (CCITT). Sexta Asamblea Plenaria, p. VI.2(13)-VI.2(21) y VI.3(4)-VI.3(23). Unión Internacional de Telecomunicaciones., Ginebra. 456 pp.
- Anón. 1978a. MCS-85 User's Manual, p. 5(1)-5(43). Intel Corp., Santa Clara, California. 316 pp.
- Anón. 1978b. Gen-Rad, Advanced Microprocessor Development System. Reference Manual. p. 2(1)-8(20)., Culver City, California. 150 pp.
- Anón. 1979a. Plan Nacional de Telefonía Rural: Documento Básico, p. 3-36 Dirección General de Telecomunicaciones. Secretaria de Comunicaciones y Transportes. México, D.F. 263 pp.
- Anón. 1979b. Aspectos de interés a considerar para el Plan Nacional de Telefonía Rural, p. 3-37. Reporte Técnico. Teléfonos de México, S.A., México, D.F. 42 pp.
- Anón. 1979c. Peripheral Design Handbook, p. 1(25)-1(40). Intel Corporation., Santa Clara, California. 308 pp.
- Anón. 1980. Component Data Catalog. p. 4(23)-4(27) y 10(33)-10(36). Intel Corp., Santa Clara, California. 508 pp.
- Lara, G. 1977. Principios de los Sistemas de Señalización utilizados en la Red Telefónica Mexicana, p. 30-52. Reporte Técnico. Centro de Investigación y Desarrollo. Teléfonos de México, S.A., México, D.F., 56 pp.
- Kane J. y A. Osborne. 1978. An Introduction to Microcomputers, Vol. 3., p. F4(1)-F4(4).,

Berkeley, California. 298 pp.

Peatman, J. B. 1977. Microcomputer Based Design,
p. 131-136. Mc Graw-Hill,
New York, N. Y. 540 pp.

Saal, H. J. 1976. Multiprogramming, p. 953-957. En:
Encyclopedia of Computer Sciece (A. Ralston, ed.)
Van Nostrand Reinhold., New York, N.Y. 1523 pp.

Pomalaza, J. C., J. Valerdi y J. Montes. 1980
Interactive Network Design Model for Rural
Communications Planning. Intelcom-80.,
Rio de Janeiro, Brasil.

Sánchez García, J. y E. Mitrani. 1979. Sistema de
Control para Radioteléfonos, p. 231-238. MEXICON-79
(IEEE, Sección México)., México, D.F. 285 pp.

GLOSARIO

Se describen los términos técnicos empleados en el contenido de la tesis.

Bauds:	Bits por segundo
Bit:	Unidad de información
Hex:	Hexadecimal
Octeto:	Palabra de 8 bits
Pila:	Zona de memoria reservada para guardar información
ROM:	Memoria de lectura exclusiva
UHF:	Muy altas frecuencias
VHF:	Altas frecuencias

APENDICE I

COMPARACION DE LA RTR CON OTROS SISTEMAS DE TELEFONIA RURAL

El Sistema de Telefonía Rural tiene características muy peculiares por lo que lo hacen único, pero puede compararse con otros sistemas diseñados que se encuentran comercialmente. La comparación se hace partiendo de la clasificación general que se tiene de los diferentes tipos de sistemas de Telefonía Rural.

- I. - Modo de canal preasignado
- II. - Modo de canales compartidos

EQUIPOS DISPONIBLES DE TELEFONIA

Marca/ Nombre	Tipo	Operación y Control	Señalización	Canal Abonado (nos.)	Interfaz Oficina Terminal
ITALTEL RTR102	II VHF UHF	Automático Edo. sólido (MSI)	SDB (Código de frecuencias) SFB (FSK)	6 60	Cualquier tipo de Central Telefónica
Motorola RTS	II VHF	Automático Edo. sólido	SDB tonos en secuencia	8 30	Cualquier tipo de Central Automática
Modelo CIDET	II VHF	Automático MSI y LSI	Código de frecuencias múltiples	8 227	Central Telefónica línea de abonado
RYDAX ACS	II RF	Automático LSI (MCS-4)	SDB Datos codif. en alta vel.	64 768	Central telefónica

RYDAX RTC-1	II RF	Automático LSI (MCS-4)	SDB (Tonos)	32 >1000	Oficina terminal nivel de abonado
NEC RSS	II UHF	Automático Edo. sólido	Tonos pulsados	4 20	Central línea preasiganda
CICESE RTR	II UHF VHF	Automático LSI (MCS-85)	SDB SFB	16 100	CALD

APENDICE II

SEÑALES ASIGNADAS AL DUCTO PRINCIPAL

TIPO DE SEÑAL	NO.	SIMBOLO	DESCRIPCION
Alimentaciones	1	T	Tierra
	2	T	Tierra
	3	+5V	+5V C. D.
	4	+5V	+5V C. D.
	5	+12V	+12V C. D.
	6	-12V	-12V C. D.
Direcciones Decifradas	7	SELO	Dirección decifrada no. 0
	8	SEL1	Dirección decifrada no. 1
	9	SEL2	Dirección decifrada no. 2
	10	SEL3	Dirección decifrada no. 3
	11	SEL4	Dirección decifrada no. 4
	12	SEL5	Dirección decifrada no. 5
	13	SEL6	Dirección decifrada no. 6
	14	SEL7	Dirección decifrada no. 7
Ducto de Direcciones	15	DIR0	Dirección no. 0
	16	DIR1	Dirección no. 1
	17	DIR2	Dirección no. 2
	18	DIR3	Dirección no. 3
	19	DIR4	Dirección no. 4
	20	DIR5	Dirección no. 5
	21	DIR6	Dirección no. 6
	22	DIR7	Dirección no. 7
	23	DIR8	Dirección no. 8
	24	DIR9	Dirección no. 9
	25	DIR10	Dirección no. 10
	26	DIR11	Dirección no. 11
	27	DIR12	Dirección no. 12
	28	DIR13	Dirección no. 13
	29	DIR14	Dirección no. 14
	30	DIR15	Dirección no. 15
Ducto de Datos	31	DAT00	Dato no. 0
	32	DAT01	Dato no. 1
	33	DAT02	Dato no. 2

	34	DAT03	Dato no. 3
	35	DAT04	Dato no. 4
	36	DAT05	Dato no. 5
	37	DAT06	Dato no. 6
	38	DAT07	Dato no. 7
Controles	39	TRAP	Petición de interrupción (Más alta prioridad)
	40	RST 7.5	Petición de interrupción
	41	RST 6.5	Petición de interrupción
	42	RST 5.5	Petición de interrupción
	43	INTR	Petición de interrupción (Más baja prioridad)
	44	INTA	Reconocimiento de interrupciones
	45	HOLD	Petición de ductos por otros sistemas
	46	HLDA	Respuesta a HOLD
	47	ALE	Cerrojo habilitador de datos y direcciones
	48	ES/M	Lec./esc. en memoria o Lec./esc. en puerto de E/S (IO/M)
	49	LEC	Lectura (RD)
	50	ESC	Escritura (WR)
	51	LISTO	Habilita ciclo de Lectura y Escritura en algunas memorias (READY)
Líneas de Reserva	52	INIC	Inicializa la UCP (RESET OUT)
	53		Reservada
	54		Reservada
	55		Reservada
	56		Reservada
	57		Reservada
	58		Reservada
	59		Reservada
	60		Reservada
	61		Reservada
Señales de Reloj	62		Reservada
	63	RELOJ1	Reloj del sistema (CLK)
	64	RELOJ2	Reloj auxiliar
	65	RELOJ3	Reloj auxiliar
	66	RELOJ4	Reloj auxiliar
Alimentaciones	67	+12V	+12V C. D.
	68	-12V	-12V C. D.

69	+5V	+5V C. D.
70	+5V	+5V C. D.
71	T	Tierra
72	T	Tierra