



ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL  
FACULTAD DE INGENIERIA ELECTRICA

“Diseño y Construcción de un Prototipo de  
Registrador de Tráfico Telefónico”

## TESIS DE GRADO

**Previa a la Obtención del Título de  
INGENIERO EN ELECTRICIDAD**

Especialización: **ELECTRONICA**

Presentada por:

**TEDDY JAVIER DUPLAA JURADO**

## A G R A D E C I M I E N T O

Al Ing. PEDRO VARGAS GORDILLO,  
Director de Tesis, por la ayuda prestada en la realización de la presente tesis.

A la COMUNIDAD POLITECNICA,  
MAESTROS Y AMIGOS, que de una u otra forma, ayudaron en la realización de este trabajo.

DEDICATORIA

A mis queridos padres, por la  
invalorable tarea de convertir  
me en lo que ahora soy.

A mis hermanos.

Les demuestro mi cariño y afecto,  
dedicándoles el presente  
trabajo.



ING. GUSTAVO BERMUDEZ F.  
SUB-DECANO DE LA FACULTAD  
DE INGENIERIA ELECTRICA.



ING. PEDRO VARGAS G.  
DIRECTOR DE TESIS



ING. PEDRO CARLO  
MIEMBRO DEL TRIBUNAL



ING. CARLOS BECERRA  
MIEMBRO DEL TRIBUNAL

DECLARACION EXPRESA

"La responsabilidad por los hechos, ideas y doctrinas expuestas en esta tesis, me corresponden exclusivamente; y el patrimonio intelectual de la misma, a la ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL".

(Reglamento de Exámenes y Títulos Profesionales de la ESPOL).

  
-----  
TEDDY JAVIER DUPLAA JURADO

## R E S U M E N

El objetivo de esta tesis es diseñar un prototipo de un registrador de tráfico telefónico para 256 abonados, pero cuya construcción estará limitada solamente a ocho.

La presente tesis está constituida por cinco capítulos:

En el primer capítulo se introducen las definiciones básicas de la teoría de tráfico telefónico sin profundizar en la teoría matemática, sino mas bien enfocando estas definiciones desde el punto de vista práctico de tal forma de poder utilizarlas al diseñar el registrador de tráfico. Además se hace un análisis de algunos datos estadísticos que representa una característica importante del tráfico.

En el segundo capítulo, se desvía un poco la atención de lo que es el tráfico telefónico para

hacer un análisis de la conformación general de una red telefónica y mas particularmente de una central, a fin de poder determinar en primer lugar el sitio mas adecuado para realizar una medición y en segundo lugar los diferentes estados de una línea de abonado durante el desarrollo de una llamada con el objeto de ayudar al diseño general del medidor.

En el tercer capítulo se presentan las técnicas que podrian usarse en la medición de tráfico telefónico y se adopta la mas adecuada para usarse en la medición basada en microprocesador.

En el cuarto capítulo se realiza el diseño mismo del registrador de tráfico de línea de abonado y el desarrollo de los algoritmos, así como de los programas de software necesarios.

Finalmente el quinto capítulo recoge las instrucciones de operación del equipo diseñado, así como también los resultados obtenidos de una prueba experimental.

Por último se exponen las conclusiones y recomendaciones para una posible extensión del equipo diseñado.

## INDICE GENERAL

	PAGS.
RESUMEN -----	6
INDICE GENERAL -----	8
INDICE DE FIGURAS -----	13
INTRODUCCION -----	17
CAPITULO I	
TEORIA Y GENERALIDADES	
1.1. DEFINICION DE TRAFICO TELEFONICO ---	22
1.2. VOLUMEN DE TRAFICO -----	25
1.3. INTENSIDAD DE TRAFICO -----	27
1.4. UNIDAD DE TRAFICO -----	29
1.5. TIPOS DE TRAFICO TELEFONICO -----	30
1.5.1. TRAFICO OFRECIDO -----	32
1.5.2. TRAFICO DESPACHADO -----	33
1.5.3. TRAFICO PERDIDO -----	33
1.6. NATURALEZA DEL TRAFICO TELEFONICO --	33
1.6.1. LA HORA CARGADA -----	36



## CAPITULO II

## PUNTOS DE MEDICION DE TRAFICO

2.1. INTRODUCCION -----	40
2.2. BREVE ENFOQUE DE UNA CENTRAL TELEFONICA -----	41
2.3. EL EQUIPO DE LINEA -----	43
2.3.1. FUNCIONES DEL EQUIPO DE LINEA -----	44
2.3.2. EQUIPO DE LINEA DE UNA CENTRAL ELECTROMECHANICA -----	44
2.3.3. EQUIPO DE LINEA DE UNA CENTRAL ELECTRONICA -----	45
2.4. FASES DE UNA LLAMADA TELEFONICA ----	47

## CAPITULO III

## MEDICION DE TRAFICO TELEFONICO

3.1. INTRODUCCION -----	51
3.2. MEDICIONES UTILES PARA LAS FUNCIONES DE ADMINISTRACION -----	53
3.3. MEDICION DEL TRAFICO DESPACHADO ----	57
3.4. MEDICION DEL TRAFICO PERDIDO -----	58
3.5. MEDICION DEL TRAFICO OFRECIDO -----	61
3.6. METODOS UTILIZADOS EN LA MEDICION DE TRAFICO -----	62

3.6.1. METODO UTILIZADO EN LA PRESENTE TESIS -----	63
3.6.1.1. ERROR INTRODUCIDO EN LA MEDICION -----	65
3.7. MEDICION DE TRAFICO DE UN ABONADO --	67
3.8. MEDICION DE TRAFICO DE UN GRUPO DE ABONADOS -----	69
CAPITULO IV	
DISEÑO DEL REGISTRADOR DE TRAFICO	
4.1. HARDWARE -----	72
4.1.1. DIAGRAMA DE BLOQUE FUNCIONAL	73
4.1.2. DESCRIPCION DEL SDK-85 -----	75
4.1.2.1. AMPLIACION, MAPEO Y DISTRIBUCION DE LA MEMORIA -----	81
4.1.3. DISEÑO DEL TEMPORIZADOR -----	86
4.1.4. DISEÑO DE LA INTERFASE -----	88
4.1.4.1. INTRODUCCION -----	88
4.1.4.2. CARACTERISTICAS DE LA LINEA DE ABONADO-----	89
4.1.4.3. DISEÑO DEL CIRCUITO-----	91
4.1.5. CONSTRUCCION Y MONTAJE DE ELEMENTOS -----	101

	PAGS.
4.1.5.1. DEL TEMPORIZADOR ---	102
4.1.5.2. DE LA INTERFASE ----	102
4.1.6. CARACTERISTICAS DE LA IMPRESO RA -----	106
4.2. SOFTWARE	
4.2.1. TAREAS DEL MICROPROCESADOR --	113
4.2.1.1. INGRESO DEL NUMERO DE ABONADOS Y TIEMPO DE MUESTREO -----	113
4.2.1.2. TOMA DE MUESTRAS ---	114
4.2.1.3. PROCESAMIENTO DE LOS DATOS OBTENIDOS DEL MUESTREO -----	115
4.2.1.4. SALIDA DE RESULTADOS	116
4.2.2. PROGRAMACION -----	117
4.2.2.1. DESARROLLO DE SUBRU TINAS -----	118
4.2.2.2. SUBROUTINA DE INICIA LIZACION -----	121
4.2.2.3. SUBROUTINA DE LECTURA DEL NUMERO DE ABONA DOS Y TIEMPO DE MUES TREO -----	128
4.2.2.4. SUBROUTINA DE TOMA DE	

	<u>PAGS.</u>
MUESTRAS -----	150
4.2.2.5. SUBROUTINA DE CALCULO DE INTENSIDAD DE TRA FICO -----	158
4.2.2.6. SUBROUTINA DE VISUALI ZACION DE RESULTADOS	173
4.2.2.7. SUBROUTINA DE IMPRE SION DE RESULTADOS -	186
 CAPITULO V	
INSTRUCCIONES DE OPERACION Y PRUEBA EXPE- RIMENTAL	
5.1. INSTRUCCIONES DE OPERACION -----	201
5.2. PRUEBA EXPERIMENTAL -----	205
 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES -----	 208
 APENDICES	
APENDICE A. LISTADO DE PROGRAMAS -----	218
APENDICE B. INSTRUCCIONES DEL MICROPROCE SADOR 8085 -----	253
APENDICE C. CODIGO ASCII -----	257
APENDICE D. HOJA DE IMPRESION -----	263
 BIBLIOGRAFIA -----	 265

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

En la planificación de cualquier red telefónica por mas pequeña que sea, los primeros aspectos que deben tomarse en cuenta son:

1. La cantidad de abonados o usuarios que van a estar interconectados por medio de la red.
2. El volumen de tráfico telefónico que se estima podría generarse en la misma.

Pués, estas dos características influyen directamente en el costo y en el dimensionamiento de los equipos que van a constituir la central.

El número de abonados que hacen uso de una instalación telefónica determina la extensión de la red misma, es decir, de acuerdo con la cantidad y la ubicación de los usuarios se puede hacer un cálculo de la cantidad de material que se requiere para interconectar y dar servicio a toda ellas, o lo

que en telefonía se denomina el costo de la planta externa.

El otro aspecto que, según se ha dicho, debe considerarse es el tráfico que va tener que manejarse en la red, puesto que esta debe dar un servicio de calidad aún en los periodos de tráfico mas intenso, o como suele llamarse, en las horas cargadas. Esto significa que debe dimensionarse una central de tal manera que se pueda establecer una comunicación con un cierto margen predeterminado de probabilidad incluso en los momentos de mayor congestión o volumen de tráfico. De acuerdo con los valores estimados o medidas de tráfico se podrá establecer cuales son los requerimientos de equipo de conmutación dentro de la central. De lo que se ha dicho anteriormente puede entenderse la importancia que tiene el disponer de una teoría de tráfico telefónico y el poder realizar mediciones de tráfico que arrojen resultados de carácter estadísticos que permita realizar el dimensionamiento de las redes.

Una planificación de red además empieza con un conocimiento profundo de sus abonados conectados para preveer demandas futuras y tomar políticas de tari-

fación.

Actualmente en las instalaciones de IETEL existen registradores (comúnmente llamados medidores) de tráfico telefónico que tienen aproximadamente 20 años de instalados, por lo que se los puede considerar obsoletos. Estos equipos poseen dispositivos electromecánicos y dado el auge de la tecnología en el campo de los microprocesadores, bien se podría pensar en una innovación, diseñándolos con esta nueva tecnología, como es la tendencia de casi todos los equipos electrónicos.

Podríamos encontrar ventajas y desventajas del equipo que se piensa diseñar con respecto al existente, entre las que tenemos:

#### VENTAJAS:

- Calcula la intensidad de tráfico de cada abonado observado.
- Calcula la intensidad de tráfico del grupo de abonados observados.
- Los resultados de los calculos se los puede

observar de dos modos: por visualizadores y por impresora.

- El tiempo de observación de las líneas de los abonados se lo puede programar hasta 100 horas.
- Muestra la línea de los abonados cada 0.5 segundos.
- Es portátil.

#### DESVENTAJAS:

- Es relativamente caro.
- Es un equipo que no se puede exponer a temperaturas ambiente muy elevadas.
- Solo se puede observar un grupo de 256 abonados, en el mejor de los casos, ya que en realidad se hará la observación de 8 abonados.

Como se puede ver; mas pesan las ventajas que posee este equipo que las desventajas, las cuales pueden ser facilmente superadas si se tienen los suficientes recursos económicos y el ambiente de trabajo de estos equipos es el adecuado, como es el de las oficinas de IETEL. Sobre la tercera desventaja se puede decir que existe sólo en este



diseño, ya que es un prototipo, o sea un modelo de un registrador de tráfico de mayor capacidad.

Entre las ventajas señaladas, la única que posee el registrador de tráfico telefónico que existe actualmente es la cuarta, ya que este solo se limita a contabilizar tiempos de ocupación o desocupación de la línea observada en un periodo predeterminado, sin realizar cálculo alguno con dichos datos, teniéndolo que hacer el operador del equipo en forma manual.

## CAPITULO 1

### TEORIA Y GENERALIDADES

#### 1.1 DEFINICION DE TRAFICO TELEFONICO

La noción de tráfico, aplicada a las telecomunicaciones es, sin duda menos familiar al hombre común que la de tráfico vehicular definida como la frecuencia y la importancia de circulación de vehículos, de la misma manera se puede definir en general el tráfico dentro de una red de telecomunicaciones como la frecuencia y duración de las llamadas telefónicas por ejemplo.

Desde el punto de vista del usuario el tráfico corresponde a la duración efectiva de la conversación. Sin embargo es necesario aclarar que del lado de la central, el tráfico telefónico está constituido por la suma de:

- Un tráfico comercial o eficaz y tarifado correspondiente al tiempo de la conversación, y
- Un tráfico ineficaz o correspondiente a los diversos suplementos de ocupación de los circuitos, ejemplo: el tiempo de marcación, timbre, etc.

Se puede definir el tráfico telefónico como una suma de comunicaciones más o menos numerosas y más o menos largas, entendiéndose como una comunicación, el tiempo de conversación más el tiempo de ocupación de los órganos involucrados.

Para el usuario telefónico, lo que importa en materia de tráfico es la fluidez, o sea, la facilidad de poder comunicarse cuando él lo desea.

Cuatro criterios permiten caracterizar la fluidez de tráfico telefónico:

- El tiempo de tono de invitación a marcar.
- El tiempo de establecimiento de la comunicación.
- La demora de contestación del abonado solicitado.

- La eficacia.

El tono de invitación a marcar se demora un cierto tiempo hasta llegar al abonado. Este tiempo es el que toma al autoconmutador conectar a un abonado que descuelga su teléfono con un registrador, que es el encargado de detectar el número que el abonado va a marcar. La norma de calidad a este respecto establece que el tiempo del tono de invitación a marcar no debe ser superior a los tres segundos. En nuestro país, este tiempo es inferior a los diez segundos.

El establecimiento de una llamada es el tiempo que transcurre entre el momento que el abonado recibe el tono de invitación a marcar hasta que él tiene el tono de respuesta indicando el timbrado del abonado solicitado o el tono de ocupación. Este tiempo se compone de dos partes: la duración de la marcación, que depende del comportamiento del abonado y de otro lado el tiempo que la central se toma para establecer la conexión correspondiente. La forma de disminuir el tiempo de establecimiento de la comunicación es adoptar sistemas de señalización más rápidos.

La demora de respuesta o contestación del abonado demandado es en promedio de unos doce segundos. A este respecto el normativo establece que no hayan más del 20% de llamadas que se atiendan después de diez segundos durante la hora cargada.

La eficacia de la llamada es el criterio más importante, y así mismo el más complicado de controlar, puesto que depende de muchos factores como se verá más adelante.

En resumen, el tráfico telefónico, referido simplemente como tráfico, es definido como la suma de llamadas telefónicas sobre un grupo de circuitos o redes tomando en cuenta la duración de las llamadas así como también su número.

### 1.2 VOLUMEN DE TRAFICO

El volumen de tráfico que cruza una central o parte de ella es definida como la suma de las duraciones de las comunicaciones intercambiadas en un periodo dado  $T$ , llamado periodo de observación. Si  $n(t)$  es la función que representa la duración de una comunicación, el volumen de tráfico está dado por:

$$\text{Volumen de Tráfico} = V = \int_0^T n(t) dt = \sum_0^T t_i$$

En forma más simple si  $N$  es el número medio de comunicaciones establecidas durante la unidad de tiempo,  $H$  la duración media de estas comunicaciones y  $T$  el período de observación, el volumen de tráfico cursado dentro del sistema durante el tiempo  $T$  es:

$$V = N \cdot H \cdot T$$

Ejemplo 1: Si un abonado utiliza su línea tres minutos, luego telefonéa durante cinco minutos y luego durante doce minutos, en el transcurso de una hora, el volumen de tráfico es:

$$V = \sum_0^T t_i = 1 \times 3 + 1 \times 5 + 1 \times 12 = 20 \text{ minutos-llamadas}$$

Ejemplo 2: Si doscientas llamadas de una duración promedio de dos minutos son generadas durante un período de una hora por los abonados conectados a una central ¿Cuál es el volumen de tráfico generado en tres horas?

$$V = 200 \times 2 \times 3 = 1200 \text{ minutos-llamadas}$$

### 1.3 INTENSIDAD DE TRAFICO

La intensidad instantánea de tráfico está definida como el número de comunicaciones simultáneas en un instante dado.

Sin embargo esta intensidad instantánea fluctúa enormemente de momento en momento a medida que una llamada aparece, o desaparece, es por esto que se utiliza más corrientemente la intensidad media de tráfico que es el número medio de conversaciones simultáneas observadas durante un periodo de observación.

Este periodo de observación puede ser de cualquier duración, pero más frecuentemente se lo toma igual a una hora.

Así la intensidad instantánea de tráfico es siempre un número entero pero la intensidad media puede ser un número fraccionario.

En forma matemática la intensidad media de tráfico en el tiempo T de observación, está dada por la siguiente fórmula.

$$A = \frac{1}{T} \int_0^T n(t) dt = \frac{V}{T}$$

Esta expresión representa el valor medio de la función  $n(t)$  en el intervalo  $(0, T)$ .

Si se consideran las definiciones de los parámetros  $N$  y  $H$  dados anteriormente, la intensidad media de tráfico está dada sencillamente por la expresión:

$$A = \frac{V}{T} = \frac{N \cdot H \cdot T}{T} = N \cdot H$$

Ejemplo 3: Calcular la intensidad de tráfico con los datos del ejemplo uno.

$$A = \frac{V}{T} = \frac{20}{60} = 0.33 \text{ Erlangs}$$

Lo que significa que su línea estuvo ocupada el 33% del tiempo de observación.

Ejemplo 4: Calcular la intensidad de tráfico con los datos del ejemplo 2.



$$A = \frac{1200}{3 \times 60} = 6.66 \text{ Erlangs}$$

Lo cual quiere decir que en promedio el número de líneas ocupadas simultáneamente es de 6.66.

La cantidad de tráfico usada en el cálculo del número de switches requeridos en una central es el de la intensidad de tráfico.

#### 1.4 UNIDAD DE TRAFICO

Es evidente que la intensidad de tráfico es una cantidad dimensionada, por lo que muchos nombres se le ha dado. Pero la unidad internacional de tráfico telefónico es llamado el "ERLANG", nombre dado después que el matemático Danés A.K. Erlang estudió la teoría del tráfico telefónico.

Un Erlang representa un circuito ocupado por una hora. La intensidad de tráfico expresada en Erlangs representa:

1. El número medio de llamadas en curso simultáneamente durante un periodo de una hora.

2. El número medio de llamadas originadas durante un período de tiempo igual al tiempo que dura una llamada.
3. El tiempo total, expresado en horas para llevar a cabo todas las llamadas.

Por ejemplo, si un grupo de 18 líneas porta nueve Erlangs de tráfico y si la duración promedio de cada llamada es de tres minutos, entonces bajo la primera definición, podemos decir que el número de líneas ocupadas es nueve.

Siguiendo con la segunda definición decimos que en promedio nueve llamadas se originan cada tres minutos por lo que en una hora se originan 180 llamadas.

Y de acuerdo a la tercera definición encontramos que el tiempo total empleado para llevar a cabo 180 llamadas es nueve horas.

### 1.5 TIPOS DE TRAFICO TELEFONICO

Cuando una llamada se presenta en una central telefónica pueden suceder dos cosas:

- Uno, al menos, de los elementos dentro del auto-commutador está disponible y la llamada es inmediatamente servida.
  
- Todos los elementos están ocupados por otras llamadas (puesto que al dimensionar las centrales nunca se prevén para manejar los niveles extremos de tráfico).

En el segundo caso en ciertos sistemas ( y es el caso de las comunicaciones automáticas) la llamada es devuelta con un tono de ocupado y la central no la atiende, o la cancela, debiendo renovarse la tentativa por parte del abonado solicitante hasta encontrar un circuito libre para poder comunicarse. Estos sistemas se denominan sistemas con pérdida o de llamadas perdidas.

En otros sistemas la llamada puede demorar en ser atendida hasta que un elemento del sistema quede libre y la encamine. Este es el caso por ejemplo del abonado que llama a una operadora. Estos sistemas se llaman sistemas de espera o de demora de atención.

Se ha visto entonces que no todo el tráfico que se presenta a la central puede ser despachado, o bien se pierde o tiene que esperar para ser atendido. De acuerdo a esto, puede diferenciarse entre lo que es tráfico ofrecido, tráfico cursado o despachado y tráfico perdido.

#### 1.5.1 TRAFICO OFRECIDO

Supongamos una red local de  $N$  abonados, si en esa red hay  $n$  abonados con conversación, toda nueva llamada de un abonado hacia otro abonado tiene una probabilidad

$$\frac{n}{N-1} \approx \frac{n}{N}$$

de encontrar su correspondiente ocupado.

El tráfico ofrecido está constituido por el conjunto de llamadas que se presentan, sean o no satisfechas. Así, si  $\lambda$  es el número de llamadas que se manifiestan durante la unidad de tiempo y  $h$  la duración de estas comunicaciones, el tráfico ofrecido está dado por el valor medio aproximado:

$$A_0 = \lambda \cdot h$$

Es difícil de evaluar este tipo de tráfico porque no fue totalmente eficaz.

#### 1.5.2 TRAFICO DESPACHADO

El tráfico cursado, está conformado por todas aquellas llamadas que la red pueda atender.

#### 1.5.3 TRAFICO PERDIDO

Es constituido por las llamadas que no pueden ser atendidas y que se contestan con un tono de ocupado o con una señal de espera.

Es evidente que puede establecerse la siguiente relación:

Tráf. Ofrecido = Tráf. despachado + Tráf. perdido.

### 1.6 NATURALEZA DEL TRAFICO TELEFONICO

El servicio telefónico puede demandarse a cualquier hora del día o de la noche ya sea para negocios o para actividades sociales. El momento exacto al cual se hace una determinada llamada depende

de un amplio rango de factores que son peculiares a cada abonado. Mas aún las llamadas son originadas por los abonados sin ningún conocimiento de las demandas de otros abonados. Se ve entonces que existirán amplias variaciones en el número de llamadas minuto a minuto. Los factores que influyen sobre la incidencia de llamadas son tan diversos que se puede establecer con razonable precisión que las llamadas telefónicas se originan de una manera puramente aleatoria. Esta última afirmación no es estrictamente verdadera puesto que el número de llamadas originadas en un instante dado depende en cierta manera del número de conversaciones que están ya en curso, sin embargo, en la práctica el número de abonados es usualmente tan grande que este factor no tiene una influencia muy marcada. La duración de una comunicación también es un proceso aleatorio.

Aunque es cierto decir que dentro de un período corto, las llamadas telefónicas se originan de forma aleatoria, existen sin embargo ciertos factores que producen más volumen del tráfico en unas horas del día que en otras. Los abonados de una determinada área están influenciados por cos-

tumbres o hábitos más o menos comunes, tales como, por ejemplo el inicio de las operaciones bancarias y de negocios a las 9H00, la misma hora de almuerzo, etc, además las empresas telefónicas establecen ciertos horarios de reducción de tarifas que influyen también en el comportamiento de los abonados.

Estas actividades más o menos comunes producen periodos bien definidos de picos de tráfico que ocurren a la misma hora, día tras día. Luego es posible tomar un promedio de tráfico a través de varios días representativos y obtener un gráfico particular para cada Área o ciudad por ejemplo que muestre la variación típica del tráfico en ese sitio.

La figura No. 1.1 muestra un gráfico típico de la variación de tráfico telefónico durante un día laborable en una ciudad como Guayaquil.

El tráfico durante la noche, como podrá verse, es despreciable. Crece rápidamente desde las 8H30 y alcanza un pico entre las 10H00 y las 10H30. Existe una caída pronunciada del tráfico durante las horas de almuerzo, la cual es seguida por un peque-

so pico durante la tarde. En la noche se vuelve a tener un pico, debido fundamentalmente a actividades de caracter social.

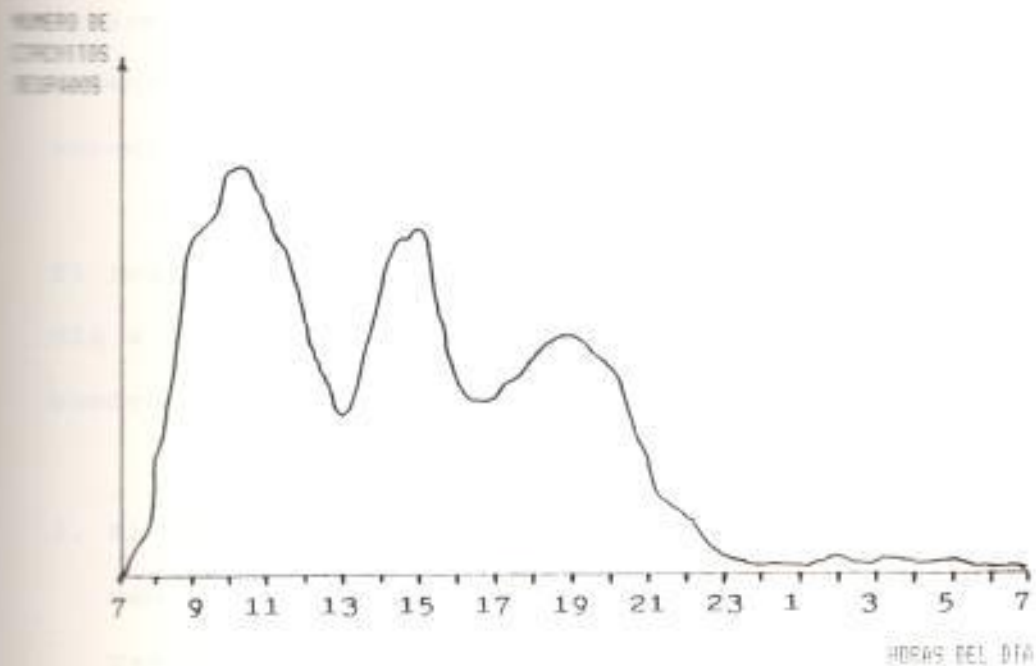


FIGURA No. 1.1: VARIACION DEL TRAFICO DURANTE EL DIA.

#### 1.6.1 LA HORA CARGADA

Un requerimiento necesario de un sistema de conmutación automático es dar un servicio standard en todo instante o durante todo el día. Por lo



tanto la cantidad de equipos de conmutación debe ser capaz de manejar el tráfico durante los periodos de mayor carga.

Durante el día existe una hora en la que se presenta el mayor tráfico. Éstos 60 minutos del día se definen como la hora cargada. La elección de exactamente 60 minutos es arbitraria, pero se lo ha encontrado por muchas razones.

El tráfico de la hora cargada varía, sin embargo de día a día. De observaciones y mediciones hechas se puede establecer lo siguiente a este respecto:

1. El máximo flujo de tráfico no cae exactamente dentro de los mismos 60 minutos cada día, por razones prácticas, entonces, la hora cargada se define como los 60 minutos consecutivos durante el día que durante un periodo largo tiene el máximo flujo de tráfico.
2. Ocurren variaciones incluso durante los días de la semana, habiéndose observado que ciertos días tienen mayor tráfico en la hora cargada que otros, como puede apreciarse en la figura No 1.2.

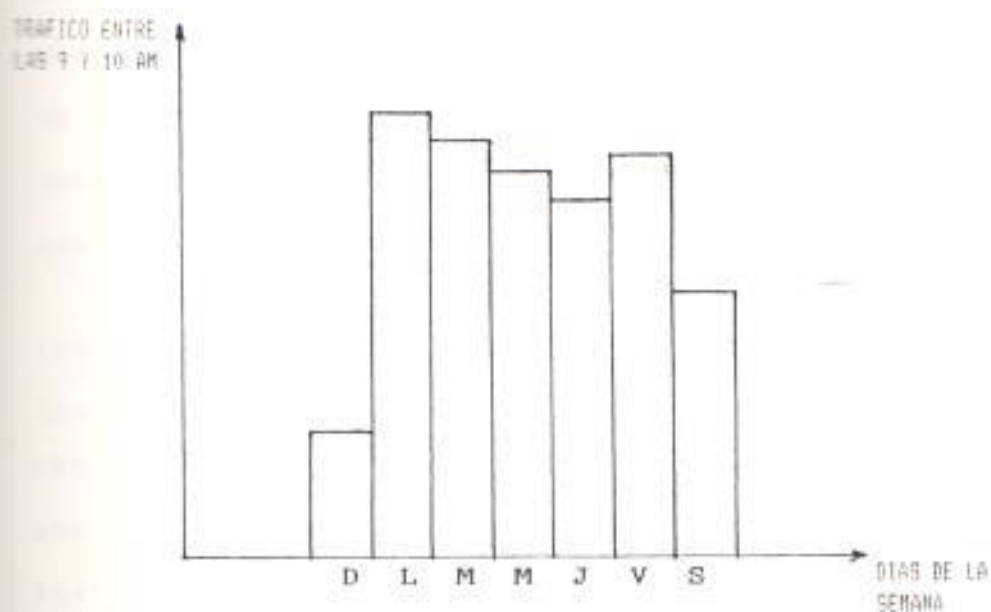


FIGURA No. 1.2: VARIACION DEL TRAFICO EN  
LOS DIAS DE LA SEMANA.

3. El tráfico de la hora cargada también varía con las estaciones del año, figura No. 1.3 y se nota una tendencia a incrementar justo antes de las fiestas públicas.

4. Además, el tráfico telefónico tiene una inclinación a aumentar de año a año, figura No. 1.4

Puesto que se ha definido un periodo de una hora como considerable para tener una medida significativa de tráfico, generalmente es conveniente dispo-

ner de un registrador graduado para una hora de medición. Sin embargo en la presente t sis se hace un diseño general que permite medir el tráfico durante un periodo cualquiera como se verá mas adelante.

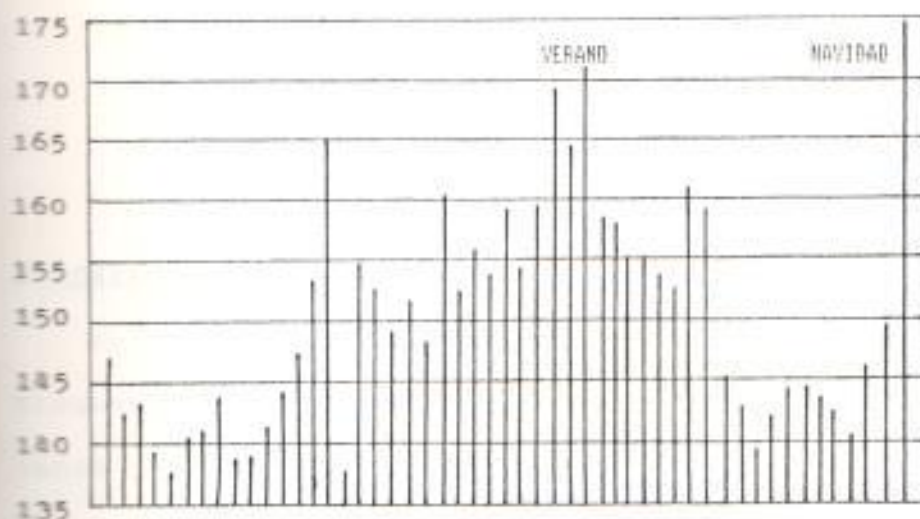


FIGURA No. 1.3: VARIACION DEL TRAFICO CON LAS ESTACIONES.

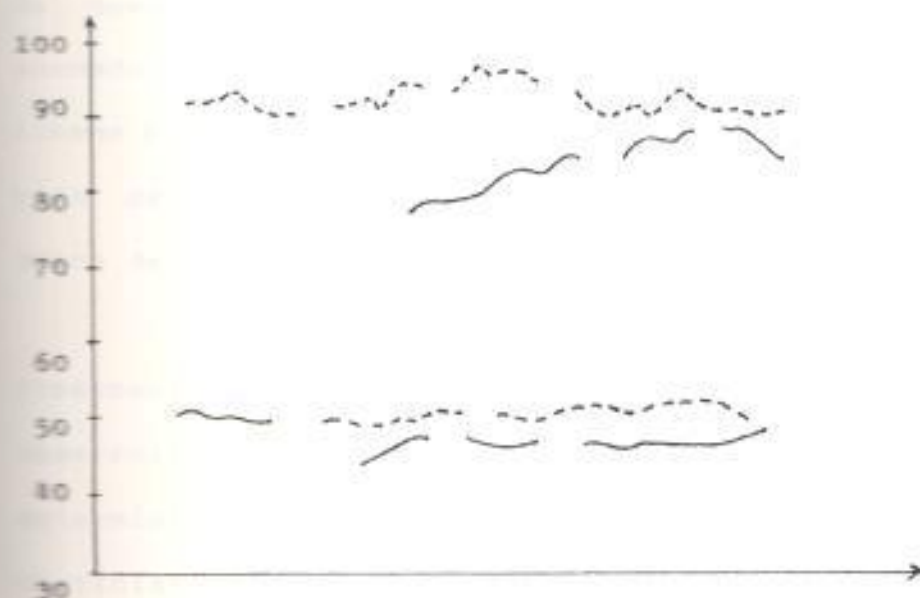


FIGURA No. 1.4: INCREMENTO ANUAL DEL TRAFICO

## CAPITULO II

### PUNTOS DE MEDICION DEL TRAFICO

#### 2.1 INTRODUCCION

En este capitulo se describen los distintos bloques que conforman un central telefónica indicando en cada bloque el tipo de medición de tráfico que puede realizarse.

Se describe particularmente el equipo de línea de abonado, que es el órgano de interfase entre las líneas y la central, a fin de explicar la señalización de línea y las diversas formas de obtener datos de la línea.

Finalmente se estudian las fases involucradas en el desarrollo de una llamada telefónica con objeto de determinar el estado de la línea durante las distintas fases.

## 2.2 BREVE ENFOQUE DE UNA CENTRAL TELEFONICA ELECTRONICA.

Los bloques principales de una central electrónica se muestran en la figura No. 2.1.

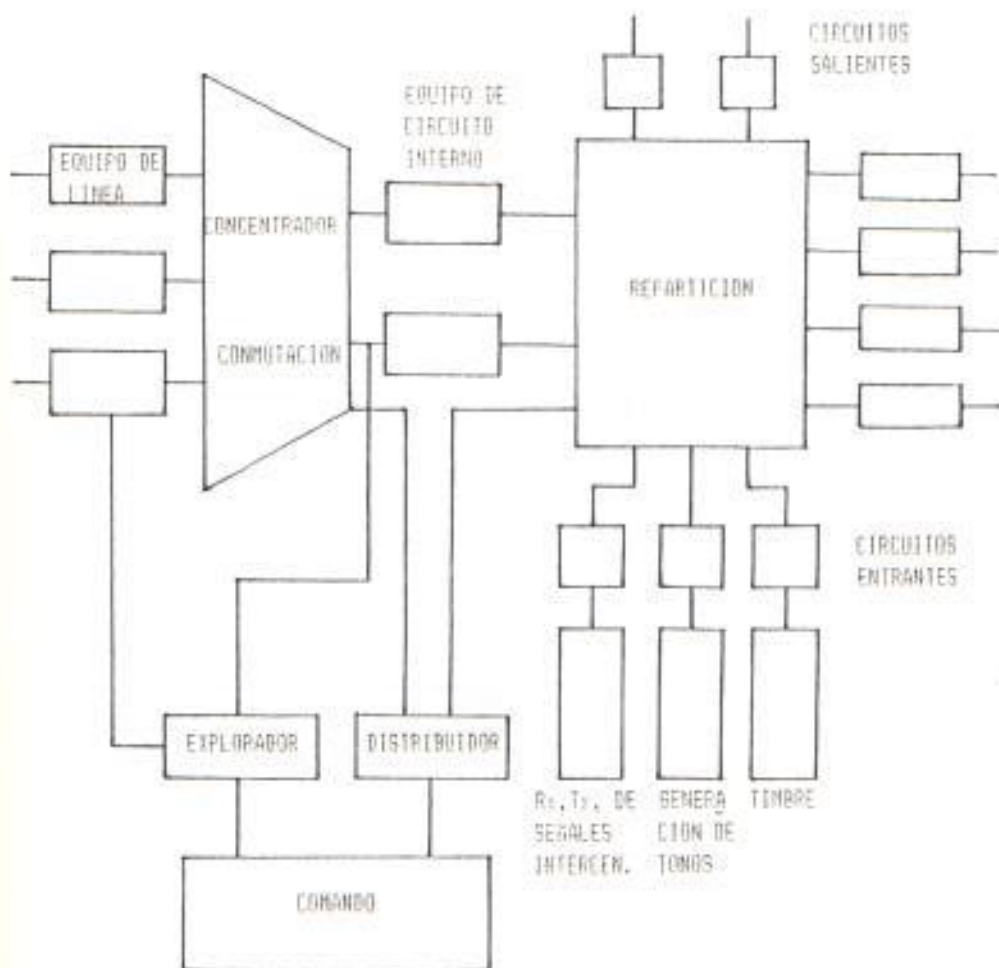


FIGURA No. 2.1: DIAGRAMA DE BLOQUES DE UNA CENTRAL ELECTRONICA.

## 1. Organos de conexión

### a) Red de concentración

El bloque de concentración es el encargado de reducir el número de circuitos entrantes de los abonados a un número menor de líneas para su posterior conmutación. A la salida de la red de concentración podría realizarse una medición de tráfico de los circuitos internos.

### b) Red de repartición

En esta red se realiza la conmutación de todos los circuitos, circuitos internos, circuitos entrantes y circuitos salientes. Es manejada por una unidad de comando que realiza las funciones de lógica de conmutación.

## 2. Organos de señalización y rotación

Estos son los órganos de gestión, o sea de relación de la red con el exterior. Entre ellos tenemos el generador del tono de timbre que puede estar ubicado también en el concentrador, el generador de tonos para señalización central-abonado y para señalización intercentral.

### 3. Organos anéxos

Existen otros órganos en la central tales como equipo de tarificación, de gestión y de mantenimiento.

Esta ha sido una descripción muy rápida y superficial de una central típica. El propósito es conocer, solamente, en qué sitios podría realizarse una medición.

Dependiendo del requerimiento de medición se puede instalar un aparato de medición del tráfico entrante, del tráfico saliente o del tráfico de circuitos. O bien podría quererse una medición de ocupación de los órganos tales como los de señalización, o los órganos de conmutación, etc.

En el caso de esta tesis deseamos medir el tráfico de los abonados locales de una central. El aparato podría estar ubicado, bien en la línea misma o en el equipo de línea.

#### 2.3 EL EQUIPO DE LINEA

El equipo de línea es el órgano de interface entre el sistema de conmutación y la línea del abo-

nado. Existe un equipo de línea por cada abonado.

### 2.3.1 FUNCIONES DEL EQUIPO DE LINEA

Como órgano de interfase, el equipo de línea tiene las siguientes funciones:

- Provee al abonado la alimentación de batería.
- Protección de sobrevoltaje en la línea de abonado.
- Generar la señal de timbre sobre la línea de abonado.
- Transformación de dos hilos a cuatro hilos (transformación híbrida).
- Pruebas, provee puntos de test de línea.

### 2.3.2 EQUIPO DE LINEA DE UNA CENTRAL ELECTROMECA NICA.

La figura No. 2.2 representa el equipo de línea de un sistema electromecánico.

Este equipo está constituido por los siguientes e-



elementos:

- Un punto de prueba de la corriente de línea, unido a un explorador para detectar nuevas llamadas.
- Un relé de falsa llamada que provea de la emisión permanente de un tono.
- A veces, un relé que permita aislar físicamente la línea del autoconmutador para protección; por ejemplo de presencia de 220 V. en línea.

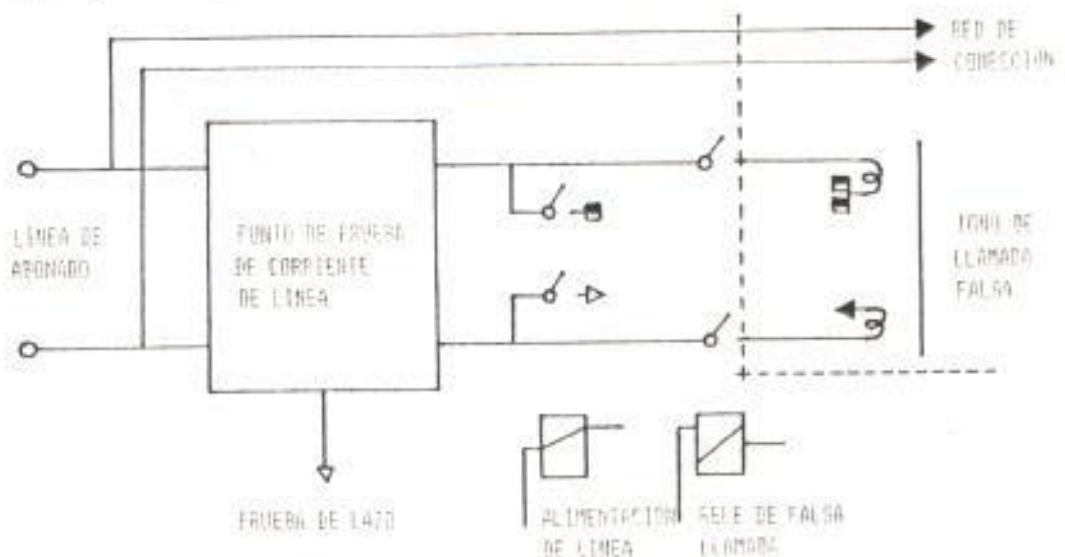


FIGURA No. 2.2: EQUIPO DE LÍNEA DE UN SISTEMA ELECTROMECHANICO

### 2.3.3 EQUIPO DE LÍNEA DE UNA CENTRAL ELECTRONICA.

En el caso de una red de tipo especial o tem-

poral se tiene a nivel del equipo de línea lo siguiente; figura No. 2.3.

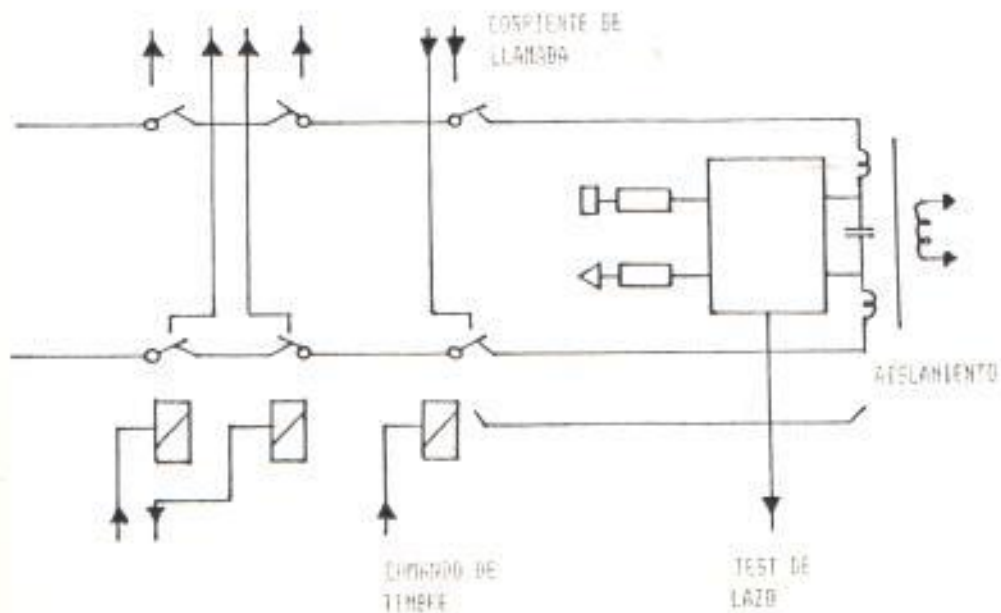


FIGURA No. 2.3: EQUIPO DE LINEA DE UNA CENTRAL ELECTRONICA.

- Dos relés de prueba (del equipo de línea de un abonado y de la línea de abonado).
- Relés de inyección de señales fuera de banda, timbre, inversión de polaridad y teletarifación (se representa sólo en envío de llamada).
- Dispositivos suplementarios de protección del sistema de protección.

- Alimentación permanente de la línea.
  
- Punto de prueba de la corriente de línea para la recepción de todas las señales fuera de banda (ocupación, liberación, numeración, llamadas de registro).
  
- Un transformador para aislar eléctricamente la línea de la red de conexión.
  
- Eventualmente un transformador de 2 a 4 hilos según el modo de transmisión utilizado.

Como se ha visto en la descripción del equipo de línea, siempre se dispone de un punto de prueba de la corriente de línea que permite conocer inmediatamente el estado de la línea.

Obviamente el lugar más adecuado para la medición de tráfico de línea sería, pues el equipo de línea. Sin embargo se puede instalar el medidor sobre la línea cuando no se tiene acceso al equipo de línea.

#### 2.4 FASES DE UNA LLAMADA TELEFONICA.

Las etapas de una comunicación telefónica son

las siguientes:

a) Emisión de llamada

Cuando un abonado levanta su microteléfono la señal de toma es detectada por el equipo de línea.

b) Preselección

Consiste en buscar un camino entre el abonado y un registrador libre. Esto servirá para recibir la numeración del abonado y enviar el tono de invitación a marcar.

c) Marcación

Una vez recibido el tono de invitación a marcar la central recibe los pulsos generados por el disco de marcación o teclado por medio de un registrador.

d) Traducción

Cuando el número ha sido recibido o un número suficiente de cifras, el registrador conecta un traductor libre para decodificar el número y encontrar el abonado solicitado entre los abonados locales o de la otra central.

e) Selección

Ahora los órganos de comando tienen los datos necesarios para establecer un camino entre el abonado llamante y el llamado.

f) Prueba del abonado llamado

Una vez establecido el camino entre los abonados se debe detectar el estado del abonado llamado. Si el abonado demandado está en ocupación se liberan todos los órganos excepto el de envío de tono de ocupación. Si está libre, se toma el equipo de línea de ese abonado.

g) Envío de señal de timbre

En este momento se envía por la línea del llamado, una señal alterna de timbrado y al abonado solicitante un tono de espera de contestación.

h) Conversación

Cuando el abonado solicitado descuelga su teléfono, todo los órganos involucrados se liberan excepto lo equipos de línea y los puntos de establecimiento del camino.

i) Liberación

Cuando alguno de los abonados cuelga el teléfono, una señal de liberación es emitida por el aparato para la desconexión de los circuitos.

#### **1) Tarificación**

Cuando la conversación ha terminado se puede realizar la tarificación en equipos especializados en función del tiempo y la distancia de la llamada.

## CAPITULO III

### MEDICION DE TRAFICO TELEFONICO

#### 3.1 INTRODUCCION

Como ya se ha mencionado la medición y la estimación del tráfico telefónico es indispensable para el dimensionamiento de las redes de telefonía y concierne a la mayor parte de las funciones de administración.

Las funciones de administración que dependen de los datos obtenidos a partir de la medición del tráfico telefónico son:

##### a) Función financiera

Puesto que los montos de ingresos y de egresos de la inversión en una planta, dependen del volumen de tráfico.

**b) Función de equipamiento**

La planificación de las redes y el dimensionamiento de la infraestructura son hechas a partir de las predicciones de tráfico.

Estos equipos no deben ser ni muy escasos para evitar la congestión, ni sobredimensionados para evitar gastos inútiles.

**c) Función comercial**

Dado que se deben adoptar políticas de tarificación de los usuarios en función de la demanda y del día y la hora en que esta se produce, teniendo además en cuenta la distancia.

Para llevar a cabo las funciones de administración que se ha señalado, no basta pues, con un sólo tipo de medición de tráfico que simplemente haga la contabilización del número de llamadas. Se necesitan mediciones más especializadas que permitan cumplir con las necesidades cuantitativas y cualitativas requeridas para tales funciones.

Estas medidas deben permitir tener datos acerca de la intensidad de tráfico efectivamente cursado, del



tráfico perdido y del tráfico ofrecido, así como datos de otra naturaleza para realizar análisis diversos dentro de la central.

### 3.2 MEDICIONES UTILES PARA LAS FUNCIONES DE ADMINISTRACION

Con el objeto de obtener una información completa del tráfico telefónico que permita obtener datos suficientes para las funciones de administración de las redes, es necesario realizar una serie de medidas, ya sea a nivel de líneas de abonado o a nivel de los órganos internos de una central, tales como registradores, dispositivos de señalización, etc.

En las centrales analógicas se dispone generalmente de aparatos especializados para cada una de las funciones, mientras que en las centrales modernas de tipo electrónico y digital se hacen las mediciones de tráfico con ayuda de programas de software que pertenecen ya al sistema controlado por conmutador.

Se distinguen siete funciones principales en la medición de tráfico:

### 1. La observación de carga

Que concierne a la intensidad de tráfico, en Erlangs, de los diferentes órganos de un conmutador, estados de abonado, estados de selección, órganos de comando o auxiliares y grupos de circuitos. Esta es la medida básica para el dimensionamiento así como para el conocimiento de los principales flujos de tráfico. El aparato utilizado es el Erlangmetro que permite en las versiones últimas observar hasta 6000 órganos subdivididos en 60 grupos. Este aparato da automáticamente para cada grupo o conjunto, más no para cada órgano separadamente, el valor en Erlangs de la intensidad de tráfico.

### 2. La observación de las líneas de abonado

Que consiste en la medición de tráfico especializada para las líneas de abonado. Pues permite medir el flujo de tráfico en Erlangs de los abonados distinguiendo el tráfico de entrada del tráfico de salida. Se utiliza el medidor de ocupación telefónica (MOT) que posibilita observar hasta 32 líneas de abonado simultáneamente e individualmente y además mide ciertas características cualitativas, tales como el porcentaje

de no contestación de los abonados observados.

### 3. La función de conteo

Permite contabilizar las llamadas y los eventos de todo tipo (llamadas, llamadas eficaces, rechazos de llamada, funcionamiento de órganos, etc.). Esto habilita particularmente la supervisión de la calidad de despacho de tráfico gracias a la medida aproximada del porcentaje de llamadas perdidas a través de las diferentes secciones de la red. Para esto se utiliza un aparato que permite observar hasta 1500 puntos individualmente o por grupos. La función de conteo sirve mucho en caso de medición aproximada de tráfico ofrecido y perdido.

### 4. Observación de llamadas reales

Consiste en registrar las características esenciales (origen, número demandado, duración de la conexión, timbrado, de conversación, tipo de llamada) de cada llamada. Esta observación es útil para satisfacer numerosas necesidades de tipo cualitativo (medida de tasas de eficacia, tiempos de establecimiento, demora de respues-

ta, etc.) y cuantitativas (características detalladas de las llamadas en frecuencia y en duración). Para realizar estas mediciones se necesitan aparatos que sean capaces de analizar la señalización de los abonados, la señalización de los circuitos (líneas troncales intercentrales) y el enrutamiento de las llamadas.

#### 5. Supervisión de abonados

Tiene por objeto registrar todas las llamadas demandadas por un abonado, así como los impulsos de tarificación correspondientes.

#### 6. Medida de tiempo de espera de tono de invitación a marcar

En este caso no se trata de una medida real sino que se usan técnicas de simulación. Se dispone de un cierto número de abonados reservados para este efecto y se procede a descolgarlos alternativamente a fin de obtener datos del tiempo de espera del tono de invitación a marcar. Son indicios de calidad del servicio.

#### 7. Tasas de pérdida o rechazo

Para esta medición se envían llamadas de ensayo

hacia ciertos números predeterminados a fin de tener una estimación de las tasas de rechazo de llamadas.

### 3.3 MEDICION DE TRAFICO DESPACHADO

El tráfico despachado es el tráfico efectivo cursado de una central o entre centrales. Este es el único tipo de tráfico que se lo puede medir con exactitud puesto que es un tráfico real, que pone en funcionamiento varios órganos dentro de una central.

Prácticamente todas las centrales en la actualidad están equipadas con aparatos destinados a determinar las tarifas que deben pagar cada uno de los abonados por el consumo que hagan de la red. Estos equipos no son más que medidores del tráfico despachado o cursado por la red para cada abonado y se lo puede y debe hacer con mucha precisión a fin de evitar problemas de administración.

A partir de las mediciones del tráfico despachado se determinan también los tiempos de ocupación de los diferentes órganos que componen la central, tales como los receptores y transmisores de señali-

zación, las líneas de entrada y salida, los concentradores, los equipos de línea, etc. que se requieren para las funciones de administración interna y de equipamiento.

La medición del tráfico cursado es, entonces, la más importante, puesto que permite tomar decisiones de mucho interés para dar un servicio de buena calidad a los usuarios.

#### 3.4 MEDICION DE TRAFICO PERDIDO

La medición del tráfico perdido se la puede hacer sólo en forma aproximada debido a que las causas para que una llamada no sea efectiva o no pueda ser despachada son muchas y de muy diferente naturaleza. Algunas de las razones más importantes que producen la pérdida de una llamada son las siguientes:

- Ocupación o no contestación

Esta es la causa más frecuente para que las llamadas se pierdan (25% a 35% de las llamadas).

En el caso de abonados residenciales, la ocupación, no es muy fuerte puesto que, afortunada-

mente en las horas cargadas ellos no telefonéan mucho (menos del del 2%).

Por el contrario los abonados profesionales tienen mayor tráfico en los periodos más intensos de tráfico y ocurren con más frecuencia estados de ocupación.

La causa más frecuente de no respuesta es, evidentemente, la ausencia del abonado demandado y no existe solución para este problema de tal manera que el número de llamadas así perdidas es muy alto (alrededor del 20%).

#### - Bloqueo de la red

La ineficacia de una llamada, puede deberse a estrangulamientos momentáneos en la red. En efecto, la red funciona bajo el principio de poner a disposición los equipos para todos los abonados, pero en número limitado.

La existencia de bloqueos dentro de una red de telecomunicaciones es inherente a su principio, es decir que se admite en concepción una tasa de bloqueo de todos modos.

Las fluctuaciones de tráfico son tales que sería antieconómico dimensionar las redes para absorber todos los puntos extremos de tráfico. Por esta razón el bloqueo como causa de pérdida de tráfico es un problema que no se puede solucionar fácilmente.

Un bloqueo de la red ocurre cuando no existe un órgano libre dentro del grupo de equipos o de las líneas de salida, entrada, o intercentrales. La red en este caso devuelve un tono de ocupación.

#### - Fallas técnicas

Dentro de un sistema ocurren con cierta regularidad desórdenes de carácter técnico debidos a la calidad de los materiales y al mantenimiento.

En la mayoría de los casos el funcionamiento incorrecto no se produce de forma regular o sistemática, sino más bien de forma aleatoria. Por esta razón es difícil cuantificar la cantidad de tráfico perdido debido a fallas de carácter técnico.



- Numeración incorrecta

Es muy común y se produce con alguna frecuencia el hecho de que un abonado marque un número equivocado que dá como resultado una pérdida de tráfico más o menos significativa.

Una forma de detectar este tipo de errores es cuando un usuario cierra su teléfono antes de haber terminado de marcar.

Existen inclusive otras causas que contribuyen al tráfico perdido. Como se ha dicho, entonces, es muy complicado tratar de cuantificar con exactitud este tipo de tráfico y se lo puede hacer en forma aproximada midiendo por ejemplo la duración de los tiempos de establecimiento, de los tiempos de timbrado, etc.

### 3.5 MEDICION DEL TRAFICO OFRECIDO

El tráfico ofrecido está dado como se mencionó antes por:

$$T. \text{ Ofrecido} = T. \text{ Despachado} + T. \text{ Perdido}$$

Luego, también su cuantificación es aproximada,

puesto que es el tráfico ideal si no hubiera pérdidas de orden técnico o por ausencia del interlocutor.

Existen también técnicas de aproximación directa del tráfico ofrecido obtenido por conteo de las llamadas por unidad de tiempo, con suceso o no.

### 3.6 MÉTODOS UTILIZADOS EN LA MEDICIÓN DE TRAFICO

Existen dos métodos de medición: por intervalos de tiempo o por número de eventos.

#### 1. Medición de los intervalos de tiempo

De acuerdo con la definición básica de que el tráfico es el número promedio de ocupaciones simultáneas se puede escribir el tráfico de línea de abonado como la suma de los tiempos de ocupación ( $t_u$ ) de las líneas observadas dividido por el tiempo de observación ( $T$ ).

$$\Lambda = \frac{1}{T} \sum_u t_u$$

El tiempo de observación  $T$ , como se ha justificado anteriormente, se lo toma generalmente

igual a una hora.

## 2. Medición del número de eventos

El otro método de medición de tráfico es contar el número de órganos, en este caso líneas, ocupadas en tiempos particulares o a intervalos regulares.

Este procedimiento se denomina muestreo o escrutinio. La intensidad de tráfico de las líneas de abonado se calcula entonces como:

$$A = \frac{1}{N} \sum_v P_v$$

Donde  $P_v$  es el número de líneas ocupadas observadas en el  $v$ -ésimo muestreo y número total de muestras tomadas es  $N$ .

### 3.6.1 METODO UTILIZADO EN LA PRESENTE TESIS

En la presente tesis se realiza el diseño de un registrador de tráfico telefónico de línea de abonado que permite observar un grupo de varios abonados en forma simultánea e independiente y que calcula después de un cierto tiempo  $T$  de observa-

ción la intensidad de tráfico de cada abonado individualmente y también del grupo. Los detalles a este respecto se describen en el capítulo IV.

En este trabajo se elige la técnica de medición de longitudes de tiempo puesto que de esta manera es más sencillo medir la intensidad de tráfico en forma individual y también simultánea.

Otra razón es que cuando se utiliza la técnica de muestreo y las muestras se toman a intervalos muy distantes entre sí, se introducen en el cálculo un error que después habrá que considerarlo.

Para determinar el tráfico se utiliza la siguiente técnica:

Se detecta a intervalos regulares el estado del abonado, figura No. 3.1. Si en un instante dado el estado del abonado es, por ejemplo, ocupado se supone que entre ese instante y el de la siguiente muestra la línea estuvo ocupada, de esta manera, lo que en realidad se está midiendo es el tiempo total que la línea está ocupada. El intervalo entre dos detecciones se escoge suficientemente pequeño para

que con seguridad no se cometa error al suponer el mismo estado entre dos muestras consecutivas.

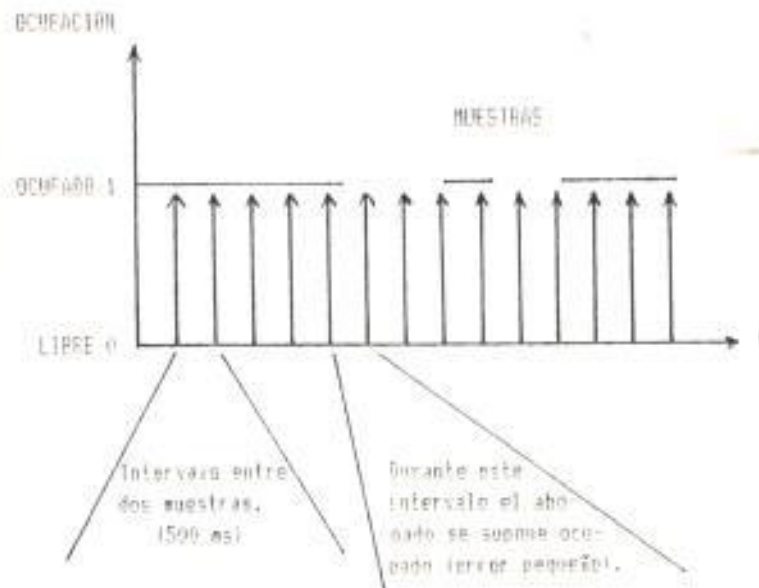


FIGURA No. 3.1: METODO DE MEDICION

### 3.6.1.1 ERROR INTRODUCIDO EN LA MEDICION

El intervalo que se elige en el diseño de esta tesis es de medio segundo ya que este tiempo es suficientemente corto para propósitos prácticos pues 0.5 segundos es lo que se demora un abonado en elevarse el auricular al oído por ejemplo.

En cualquier conversación un tiempo de medio segundo es realmente despreciable.

Además eligiendo 0.5 segundos como intervalo de medición, el error máximo que podría cometerse por conversación es de:

$$\begin{array}{l} \text{Error} \\ \text{máximo} \\ \text{por} \\ \text{conversa} \\ \text{ción} \end{array} = 2 \times \frac{0.5 \text{ s.}}{1 \text{ hora}} = 2 \times \frac{0.5 \text{ s.}}{3600 \text{ s.}} = 0.00028$$

Esto significa que se tiene una precisión de tres cifras decimales. A pesar de que en el diseño se calcula el tráfico con cuatro cifras decimales, en la práctica real de dimensionamiento son suficiente dos cifras decimales, de modo que, puede considerarse con este criterio que el error que se comete es muy pequeño como para ser considerado.

### 3.7 MEDICION DE TRAFICO DE UN ABONADO

Si un abonado ocuparía su línea durante todo el período de observación evidentemente su tráfico es de un Erlang. Esto se lo puede ver de dos formas:

La intensidad de tráfico promedio de ese abonado es un Erlang, puesto que el número promedio de líneas ocupadas en el período de observación es uno. Visto de otra forma, la intensidad de tráfico del abonado está dada por:

$$A = \frac{1}{T} \sum_u tu$$

Siendo  $tu$  el tráfico que esa línea permanece ocupada, como  $\sum_u tu = T$ , tenemos que la intensidad es:

$$A = \frac{T}{T} = 1 \text{ Erlang}$$

Puesto que un abonado común no telefonéa permanentemente, su aparato en ciertos momentos está libre y en otros estará ocupado. El tráfico de esa línea puede medirse por la proporción de tiempo que la línea permanece ocupada.

Supongamos por ejemplo, que la actividad de la línea del abonado es la que se muestra en la figura No. 3.2.

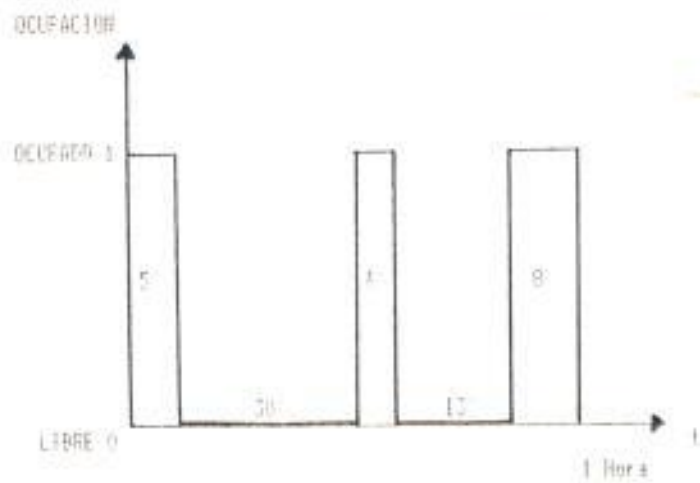


FIGURA No. 3.2: TRAFICO DE UN ABONADO

El tráfico promedio del abonado es:

$$A = \frac{1}{T} \sum_u tu$$

$$A = \frac{1}{60} (5 + 4 + 8) = 0.283 \text{ Erlangs}$$

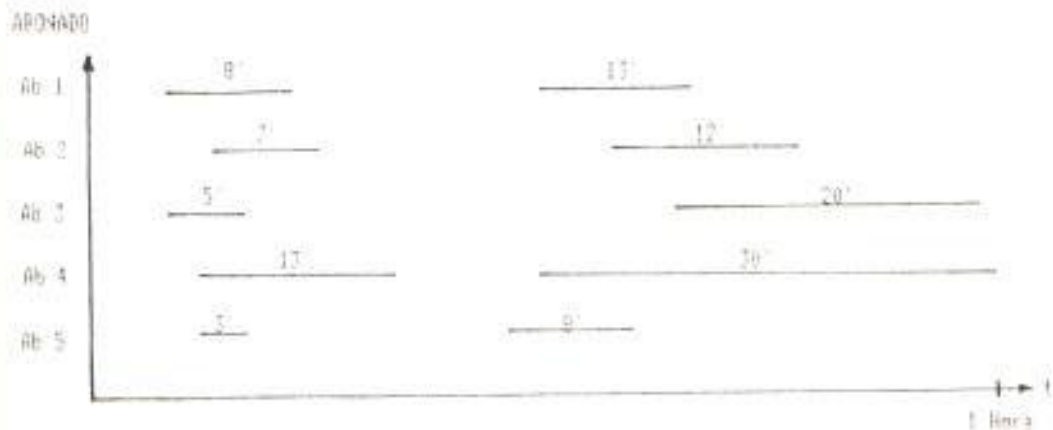
Esto significa que la línea estuvo ocupada el 28.3% del tiempo.



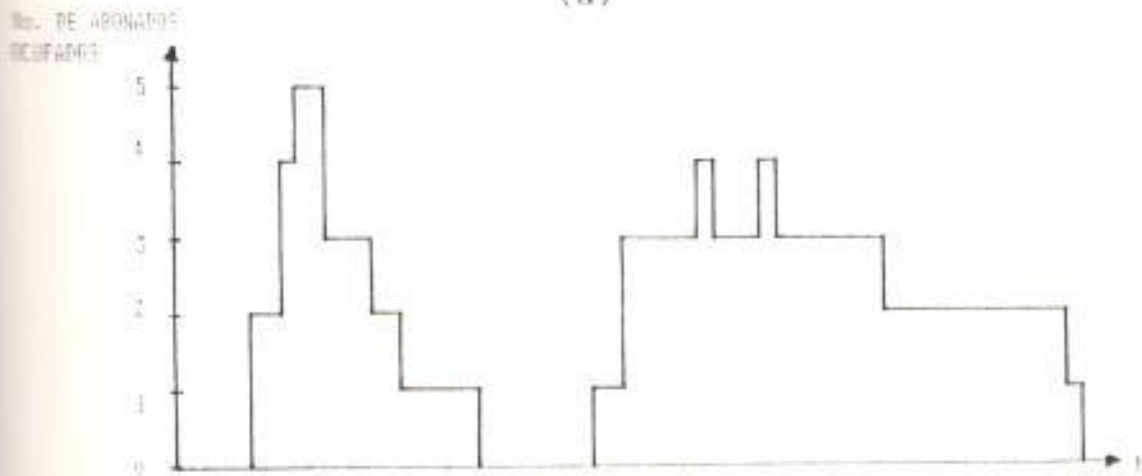
Este resultado también puede interpretarse como el número promedio de líneas ocupadas que en este caso, evidentemente es menor que uno.

### 3.8 MEDICION DE TRAFICO DE UN GRUPO DE ABONADOS

Consideremos ahora un grupo de cinco abonados que tienen la actividad que se muestra en la figura No. 3.3.a.



(a)



(b)

FIGURA No. 3.3: MEDICION DE UN GRUPO.

Las variaciones del número de llamadas simultáneas, es decir, un gráfico de la intensidad instantánea de tráfico que tiene el grupo se muestra en la figura No.3.3.b

De acuerdo con la definición, la intensidad media de tráfico está dada por el número promedio de llamadas simultáneas, o sea, es el valor medio de la curva de la figura No.3.3.b. De esta figura tenemos que:

$$A = \frac{1}{T} \int_0^T n(t) dt$$

$$A = \frac{1}{60} (2 \times 2 + 4 \times 1 + 5 \times 2 + 3 \times 3 + 2 \times 2 + 1 \times 5 + 1 \times 2 + 3 \times 5 + 1 \times 4 + 3 \times 3 + 1 \times 4 + 7 \times 3 + 12 \times 2 + 1 \times 1)$$

$$A = \frac{116}{60} = 1.93 \text{ Erlangs}$$

Este mismo valor puede encontrarse calculando individualmente el tráfico de cada abonado y sumando:

$$A = A_1 + A_2 + A_3 + A_4 + A_5$$

$$A = \frac{8 + 10}{60} + \frac{7 + 10}{60} + \frac{5 + 20}{60} + \frac{13 + 30}{60} + \frac{3 + 8}{60}$$

$$A = \frac{116}{60} = 1.93 \text{ Erlangs}$$

El valor encontrado en ambos casos significa exactamente que el número de líneas ocupadas simultáneamente es, en promedio de 1.93.

Entonces para medir la intensidad de tráfico de un grupo de abonados, se mide individualmente el tráfico de cada uno de los abonados que conforman el grupo y luego se suman estos tráficos parciales obteniéndose como resultado el tráfico del grupo considerado.

La intensidad de tráfico de cada abonado se mide utilizando la misma técnica descrita en el numeral 3.7.

## CAPITULO IV

### DISEÑO DEL REGISTRADOR DE TRAFICO

#### 4.1 HARDWARE

En esta parte del capítulo describiremos todos los elementos físicos que vamos a emplear en el diseño del registrador de tráfico telefónico y que como veremos mas adelante son cuatro:

- La interfase entre el SDK-85 y las líneas telefónicas de los abonados.
  
- El temporizador.
  
- El SDK-85, que controla todo el proceso, basándose en el microprocesador 8085.
  
- La impresora, que es el periférico por donde van

a salir impresos los resultados obtenidos de la medición.

#### 4.1.1 DIAGRAMA DE BLOQUES FUNCIONAL

El diagrama de bloques completo del equipo de medición de tráfico de abonado se muestra en la figura No. 4.1.

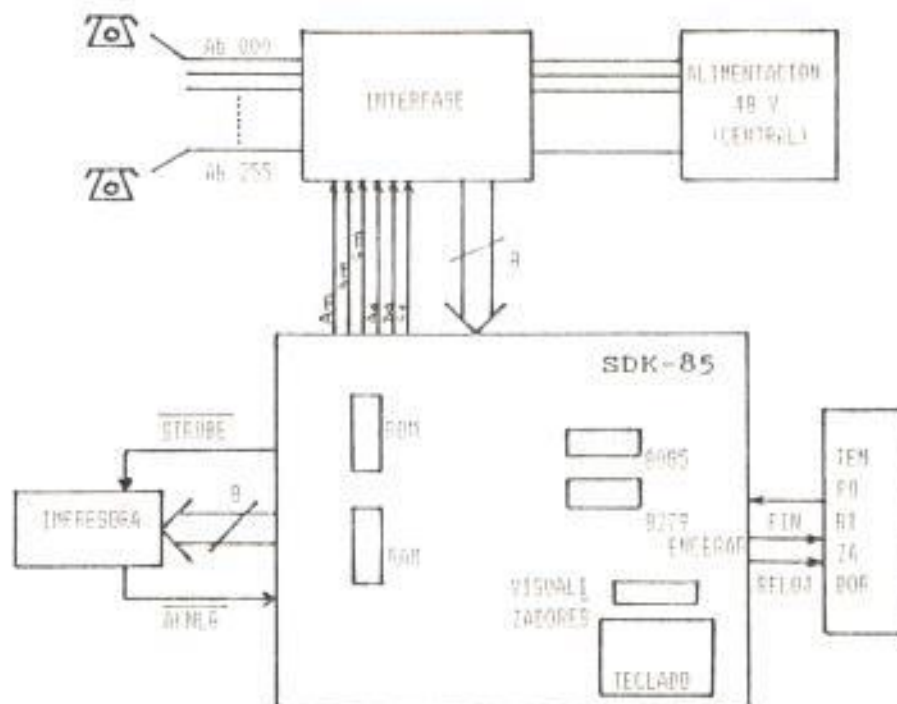


FIGURA No. 4.1: DIAGRAMA DE BLOQUES DEL REGISTRADOR DE TRAFICO.

Como se observa en la figura anterior, los abonados son conectados al microprocesador por medio de una interfase a través de uno de los puertos de entrada/salida de la memoria ROM del SDK-85.

La interfase está conectada a las líneas de los abonados y permite obtener un nivel lógico para cada uno de los dos estados posibles del abonado (1 lógico para ocupado y 0 lógico para el estado libre). El diseño de este circuito y más detalles relacionados con el interfase serán explicados en el punto 4.1.4.

El registrador de tráfico consta de una impresora CENTRONICS de comunicación paralela modelo H80A conectada a través de uno de los puertos de entrada/salida de una de las memorias RAM del SDK-85, para la impresión de los resultados obtenidos de la medición del tráfico de cada abonado y del grupo de 256 abonados.

Por último se tiene un temporizador que es el que nos va a dar la señal de muestreo cada 0.5 segundos.

La descripción del SDK-85 se la hará en el siguien-

te punto.

#### 4.1.2 DESCRIPCIÓN DEL SDK-85

La figura No. 4.2 es un diagrama de bloques funcional del SDK-85. En ella se han omitido algunas líneas de control para dar simplicidad al esquema. Los diagramas esquemáticos y circuitales completos están incluidos en uno de los apéndices de la tesis.

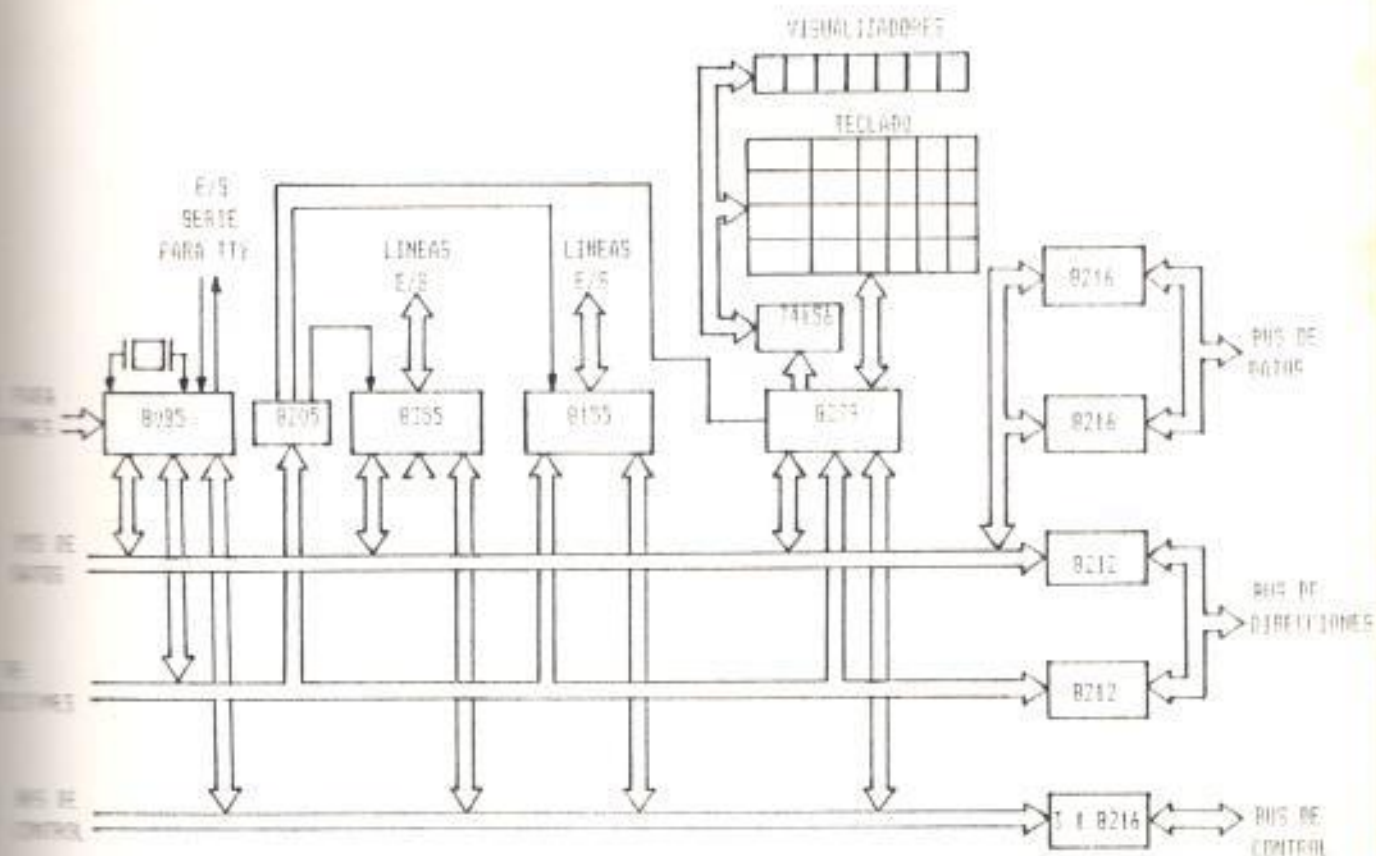


FIGURA No. 4.2: DIAGRAMA DE BLOQUES FUNCIONAL DEL SDK-85.

A continuación se hará una descripción de cada uno de los elementos del sistema.

- El Microprocesador 8085 y el Sistema de Buses

El microprocesador 8085 es una evolución del microprocesador 8080 e incorpora en una sola pastilla el 8080, el reloj 8024 y el controlador del sistema 8225. Es compatible con el repertorio de instrucciones y podría parecer a primera vista que es simplemente un sustituto del 8080; pero no es así, ya que desafortunadamente el 8085 queda corto de terminales. Para solucionar este inconveniente se multiplexa el bus de datos con el de direcciones. El bus de direcciones del 8085 sólo tiene ocho líneas por las que salen los bits A8 a A15, mientras que las ocho líneas A0 a A7 de la parte baja de direcciones salen por el mismo bus de datos D0 a D7.

Una línea de control especial, ALE (habilitación del cerrojo de direcciones) indica cuando están saliendo direcciones y no datos por el bus de datos. El bus de datos ha de sufrir pues un proceso de demultiplexado externo y hay que añadir un cerrojo al sistema. El verdadero valor del 8085



radica en los componentes especiales de que dispone el sistema: el 8155 (RAM + E/S) y el 8355 (ROM + E/S), puesto que estos componentes disponen simultáneamente de memoria, circuitos de E/S y demultiplexores del bus de datos, resulta posible pues, construir un sistema completo con sólo tres circuitos integrados.

En la figura No. 4.3 se observan los 40 terminales de que consta el 8085.

1	X1	Vcc	40
2	X2	HOLD	39
3	RST OUT	HLDA	38
4	S0D	CLK (OUT)	37
5	S1D	RST IN	36
6	TRAP	READY	35
7	RST 7.5	IO/R	34
8	RST 6.5	S1	33
9	RST 5.5	S0	32
10	INTR	WR	31
11	INTA	ALE	30
12	AD0	S0	29
13	AD1	A15	28
14	AD2	A14	27
15	AD3	A13	26
16	AD4	A12	25
17	AD5	A11	24
18	AD6	A10	23
19	AD7	A9	22
20	Vss	A8	21

FIGURA No. 4.3: DIAGRAMA DE PINES DEL 8085

Dispone de cinco líneas de interrupción que se

han representado a la izquierda de la ilustración. Dos terminales están destinados al cristal del oscilador, y otros dos a la tensión de alimentación. A la derecha aparecen las líneas básicas del bus de control, junto con las de los buses de datos y direcciones. Posee también un par de líneas de entrada y salida serie que son manejadas por software para así dar al SDK-85 capacidad de comunicación con un teletipo. La frecuencia básica del 8085 en el KIT es de 3.072 Mhz, que internamente es dividida para 2 desde la entrada de cristal de 6.144 Mhz.

- El 8155

El 8155 es un circuito integrado de alta integración diseñado para ser compatible con el sistema de buses del 8085. Contiene 256 bytes de memoria RAM estática y el equivalente a un PIO (circuito integrado de interfase cuyas siglas significan "Entrada/Salida Paralela" o "Entrada/Salida Programable") con tres puertos externos, los puertos de 8 bits cuyas líneas pueden programarse de una en una como entrada o salida y un puerto de 6 bits, que se usa normalmente para diálogos. Además este integrado incluye también un temporizador.

zador o contador de 14 bits.

Un 8155 es incluido en el SDK-85 y un espacio para otro ha sido dado en el circuito impreso, el cual fue llenado y que se denomina RAM de expansión. La memoria RAM en el 8155 es disponible para el almacenamiento de programas del usuario así como también para el almacenamiento de información necesitada por los programas del sistema (programa MONITOR).

El temporizador que posee el 8155 es usado por el programa monitor del 8085 en la rutina de Single Step para interrumpir al procesador después de cada instrucción.

#### - El 8355 y 8755

Así como el 8155, este circuito integrado también ha sido diseñado para ser compatible con el sistema de buses del 8085. El 8355 posee 2048 bytes de memoria ROM y 16 líneas de entrada/salida. El 8755 (que no está disponible en este sistema) tiene idéntica función y posición de pines que el 8355, pero contiene una memoria de sólo lectura borrable y reprogramable (EPROM) en

vez de una ROM.

El 8355 que contiene el SDK-85 posee el programa monitor, es decir el programa que hace al SDK-85 Accesible a los usuarios.

- El 8279

El 8279 es un controlador de display y teclado que maneja la interface entre el 8085 y el paquete de teclas y visualizadores que tiene el SDK-85. El 8279 refresca el display desde una memoria interna mientras muestrea el teclado para ver si una tecla ha sido presionada.

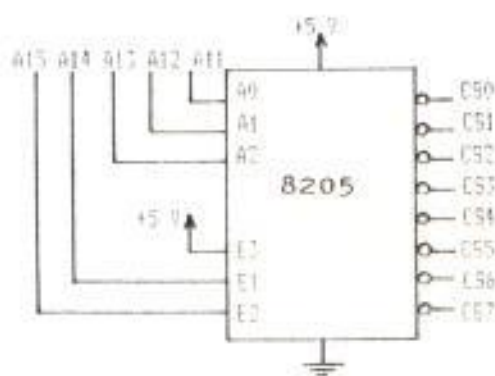
- El 8205

El 8205 es un decodificador de 1 a 8 que decodifica el bus de direcciones del 8085 para habilitar los chips del sistema.

Todos los circuitos integrados descritos anteriormente pueden ser conocidos más a fondo si se revisa el manual del usuario del MCS-85.

4.1.2.1 AMPLIACION, MAPEO Y DISTRIBUCION DE LA MEMORIA

El direccionamiento de los elementos que inicialmente vienen acompañados con el KIT del microprocesador se lo hace a través de un decodificador 8205 al cual se le aplican tres líneas de la barra de direcciones (A11, A12 y A13) para que así seleccione linealmente el componente deseado. En la figura No. 4.4 se vé como está conectado este elemento así como también las direcciones que se generan.



SALIDA	DIRECCION	DISPOSITIVO SELECCIONADO
CS0	0000-07FF	8755/8355 ROM DEL MÓNITOR
CS1	0800-0FFF	8755/8355 ROM DE EXPANSION
CS2	1000-17FF	N/C
CS3	1800-1FFF	8279
CS4	2000-27FF	8155 RAM BASICA
CS5	2800-2FFF	8155 RAM DE EXPANSION
CS6	3000-37FF	N/C
CS7	3800-3FFF	N/C

FIGURA No. 4.4: CONECCION DEL 8205.

Del cuadro anterior se deduce que en el KIT sólo se destinan desde la localidad 2000 a 2FFF para memorias RAM que puedan ser utilizadas por el usuario, y ni siquiera esto, porque las memoria 8155 sólo disponen de 256 bytes de memoria; lo que hace que el KIT sólo disponga de 512 Bytes de memoria RAM.

O sea que la RAM básica tiene desde la localidad 2000 hasta la localidad 20FF, que en realidad el usuario puede usar sólo hasta la 20C1 porque el resto lo usa el programa monitor y la RAM de expansión desde la localidad 2800 hasta la localidad 28FF. En total el usuario lo único que posee como memoria RAM son 488 bytes para localizar ahí los programas, lo cual queda corto para el programa empleado en esta tesis.

Se ve entonces la necesidad de hacer una ampliación de la memoria disponible en el KIT.

Se ampliará la memoria RAM en dos Kbytes (3000-37FF) empleando cuatro memorias 2144 (1K x 4) y la memoria ROM también en dos Kbytes (8000-87FF) empleando una memoria EPROM 2716 (2K x 8) con lo cual se cubren las necesidades de diseño del registrador

de tráfico telefónico.

Las memorias antes mencionadas se conectarán a la barra de direcciones, datos y control del 8085 a través de buffers 8212 y 8216 que están disponibles en el KIT y que en el diseño del SDK-85 sólo se habilita la barra de direcciones si se direcciona desde la localidad 8000 en adelante, es decir si la línea de dirección A15 del 8085 tiene un nivel lógico 1.

Para no hacer un desperdicio de localidades de memoria en el KIT hemos querido habilitar las memorias desde la 3000 hasta la 37FF para lo cual emplearemos la salida CS6 del 8205 así como también haremos un cambio en el hardware del KIT y que se muestra en el diagrama de la figura No. 4.5.

Del diagrama concluimos que no sólo vamos a habilitar los buffers de expansión con A15 igual a 1 sino también si direccionamos la salida CS6 del 8205.

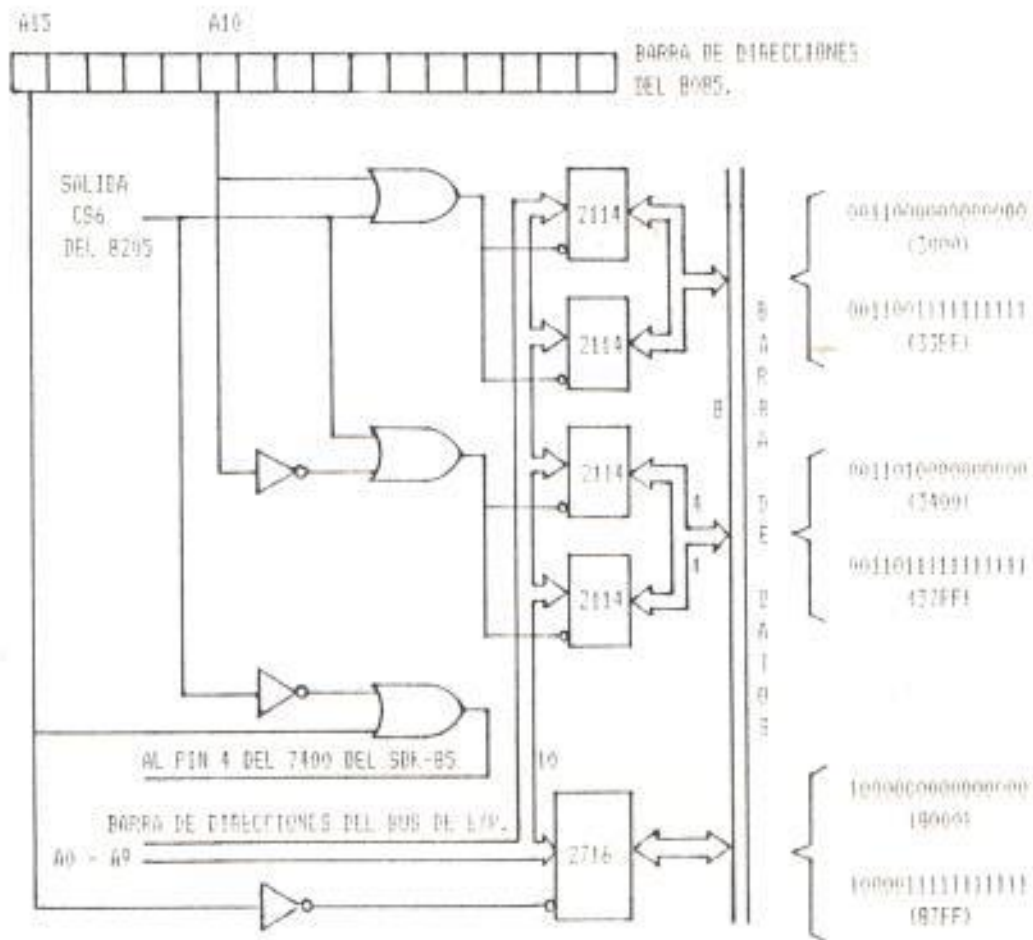


FIGURA No. 4.5: AMPLIACION DE MEMORIA DEL SDK-85.

#### DISTRIBUCION DE LA MEMORIA

Para propósitos de diseño del software que se empleará en el registrador de tráfico telefónico ilustraremos a continuación la distribución de la memoria que se dispone en el KIT una vez que ha sido expandida ésta.





DISTRIBUCION DE LA MEMORIA

#### 4.1.3 DISEÑO DEL TEMPORIZADOR

El temporizador es el circuito encargado de enviar una señal positiva cada vez que han transcurrido 0.5 segundos, porque éste va a ser el periodo de muestreo de las líneas de los abonados observados. Esto lo hará con la ayuda del temporizador del 8155 de expansión.

El temporizador está formado por dos contadores binarios 47LS161, que fueron escogidos por su sencillez para conectarlos en cascada y porque posee una señal de enceramiento asincrónico.

Estos contadores una vez encerados incrementarán su salida en uno cada 0.05 segundos y esto lo hacen 100 veces, por lo que cuando en sus salidas tengan el número binario 64 (100 decimal) se manda una señal positiva a la interrupción 6.5 del microprocesador para que éste muestree las líneas en ese instante.

El reloj de los contadores está alimentado por una señal de tren de pulsos del temporizador del 8155 el cual se programa para que envíe un pulso cada 0.05 segundos.

La señal de encendido para los contadores se manda por una de la líneas del puerto A del 8355 y que se la programa como salida. Esta señal es enviada una vez que el microprocesador reconoció la interrupción, para que ahí comience una nueva temporización.

El diagrama del circuito así como también el diagrama de tiempos se muestra en la figura No. 4.6.

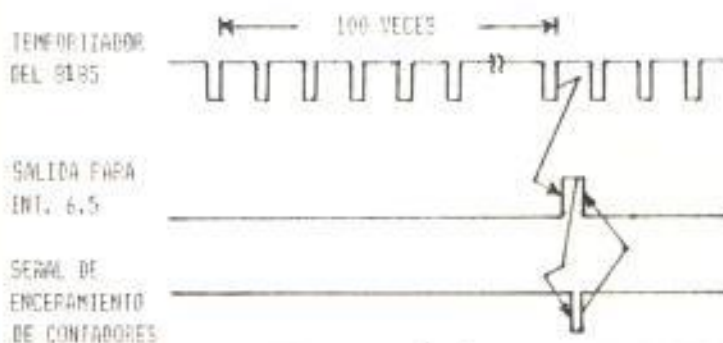
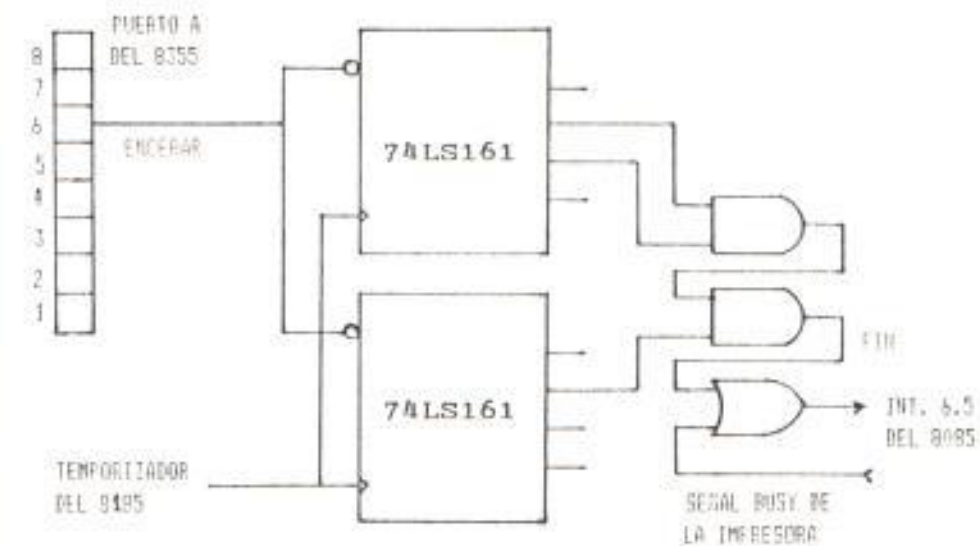


FIGURA NO. 4.6: EL TEMPORIZADOR

#### 4.1.4 DISEÑO DE LA INTERFASE

##### 4.1.4.1 INTRODUCCION

En la interfase se distinguen dos partes claramente definidas: la primera que es la que adecúa las señales de la línea telefónica que son analógicas a señales digitales con niveles lógicos TTL y la segunda que es la que decodifica las 256 líneas de abonado a sólo 8 para que el equipo las muestree de 8 en 8 hasta completar las 256. Hablaremos de la primera parte.

Puesto que los abonados son, por naturaleza terminales analógicos conectados a la central, las señales que circulan por la línea de abonado son, en general, análogas. Así por ejemplo, la corriente de timbrado, la señalización de invitación a marcar, el tono de ocupado, la señal de voz, etc. El registrador de tráfico a base de microprocesador trabaja únicamente con señales digitales que es capaz de procesar.

Sin embargo, en la mayoría de centrales, sobre todo en aquellas de tipo digital, se dispone en el equipo de línea de los abonados de un punto de prueba digital o analógico que permite determinar

con suma facilidad el estado de la línea del abonado correspondiente.

En el caso de esta tesis, se va a utilizar la línea del abonado analógico para obtener a partir de esto un nivel lógico TTL para diferenciar los estados del abonado.

Debido a que no se tiene acceso a una central telefónica, para propósitos de demostración del trabajo se alimentan un conjunto de aparatos telefónicos con un fuente de 48 V. continuos al igual que se hace en una central.

#### 4.1.4.2 CARACTERISTICAS DE LA LINEA DE ABONADO

La línea de los abonados o lazo del abonado es el elemento encargado de llevar las señales del terminal hacia la central y viceversa.

Las principales señales de la línea de abonado se resumen a continuación.

SIGNIFICADO	DIRECCION DE LA SEÑAL	NATURALEZA DE LA SEÑAL
Invitación a marcar	<-----	440 Hz
Numeración	----->	
Ocupación del solicitado	<-----	440 Hz/0.5 s.
Timbre	----->	9 V a 25 Hz 1.7/3.3 Hz
Corriente de línea	-----	20-50 mA.
Banda pasante	-----	300-3400 Hz.

FIGURA No. 4.7

## Señalización de la Línea

La línea del abonado es alimentada constantemente con una tensión continua de 48 V.

Cuando el abonado levanta su microteléfono (estado ocupado) circula por la línea una corriente de 25 a 50 mA., aunque el valor típico es de 30 mA.

Las señales que se transmiten por la línea no son más que una modulación de esta corriente de 30 mA. de modo que la corriente promedio durante toda una comunicación es de alrededor de 30 mA.

#### 4.1.4.3 DISEÑO DEL CIRCUITO

##### a) Convertidor de señales

Papel del circuito.-El circuito debe encargarse de transformar la señal de corriente de 30 mA. en una señal de tensión de 5 V. (TTL) cuando existe corriente por la línea (estado ocupado) y debe producir un nivel lógico bajo (0 V.) cuando el abonado no ocupa su línea (estado libre).

Para realizar esto podrían utilizarse algunos circuitos, en el caso de esta tesis se ha elegido un circuito muy interesante basado en un opto-aislador u opto-acoplador.

El Opto-aislador.- Un opto-aislador es un elemento opto-electrónico integrado conformado por un diodo emisor de luz y un foto transistor. Figura No. 4.8.

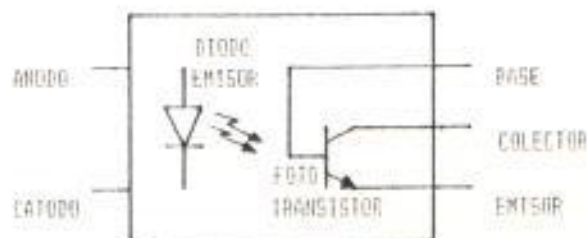


FIGURA No. 4.8: OPTO-AISLADOR

Cuando se hace circular una corriente directa por el diodo, este emite una radiación luminosa que polariza directamente el foto transistor.

Para el diseño se utiliza un opto-aislador tipo ECG 3042 cuyo diagrama de pines se muestra en la figura No.4.9.

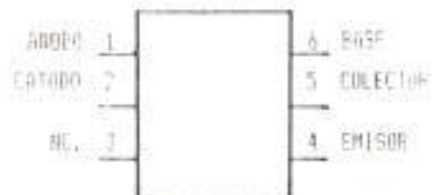


FIGURA No.4.9: DIAGRAMA DE PINES  
DEL ECG 3042.

La característica eléctrica más importante del opto-aislador es su familia de curvas de la corriente de colector ( $I_c$ ) en función de la corriente directa del diodo ( $I_f$ ). Estas curvas son particulares para cada tipo de opto-aislador.

**El diseño.** - La corriente máxima que puede soportar el diodo emisor del ECG 30-42 es de 60 mA., esta es la razón para elegir este elemento, ya que la corriente de línea, como se ha dicho, varía entre 20 y 50 mA.



Otra razón poderosa para elegir el opto-aislador para este diseño es que proporciona un medio para aislar electricamente el circuito de la línea de abonado del circuito digital conectado al microprocesador.

El circuito de interfase entre la línea de un abonado y el microprocesador es el que se muestra en la figura No. 4.10.

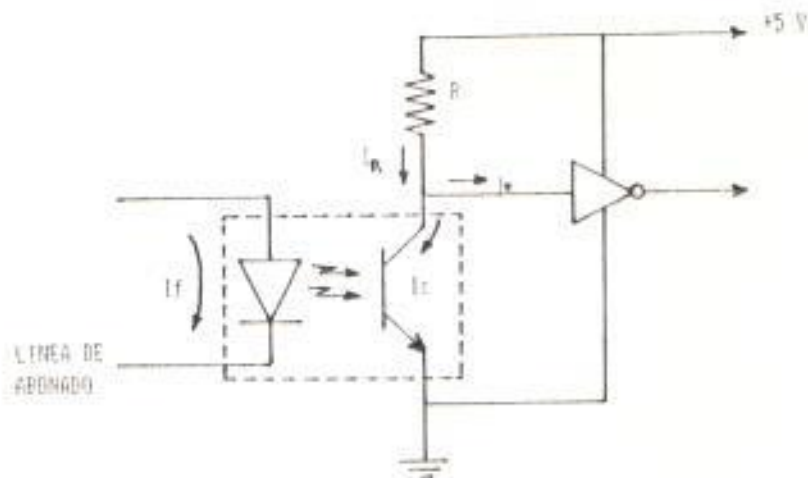


FIGURA No. 4.10: CIRCUITO DE LA INTERFACE ENTRE EL ABONADO Y EL REGISTRADOR.

Uno de los hilos de la línea de abonado se conecta al diodo emisor de manera tal que la co-

corriente circule de ánodo a cátodo del diodo.

El foto transistor se polariza por la resistencia  $R$  conectada a una fuente de 5 voltios.

Cuando circula la corriente  $I_r$ , el diodo polariza directamente al transistor, el cual se pone en conducción ( $V_{CE} = 0.2$  V.) y tiene en el colector un nivel lógico 0. Para mantener la lógica elegida en la programación se usa un inversor 7407, de este modo, cuando hay por la primera línea una corriente  $I_r$  (abonado ocupado) el nivel a la salida de compuerta es 1 lógico.

Cuando el abonado está libre, la corriente  $I_r$  de la línea es 0 y el transistor se encuentra en corte, de modo que el colector está alto, con la inversión tenemos a la salida un nivel 0 lógico.

Consideremos primero el abonado ocupado, entonces  $I_r = 30$  mA. De las curvas del opto-aislador se determina que con esta  $I_r$ , la corriente máxima de colector es  $I_c = 50$  mA. Tomando en cuenta los parámetros del inversor sacados del manual de la TTL DATA BOOK tenemos que:

$$I_{c1}, \text{ m\AA x} = 40 \text{ mA.}$$

$$I_{c1}, \text{ m\AA x} = -1.6 \text{ mA.}$$

$$V_{c1}, \text{ min} = 1.6 \text{ V.}$$

$$V_{c1}, \text{ m\AA x} = 0.8 \text{ V.}$$

Tendremos que, con el transistor saturado la corriente por R es:

$$I_R = \frac{V_{cc} - V_I}{R} \quad (1)$$

Para asegurar un nivel 0 confiable (estable), la corriente de colector debe estar entre 1/2 y 1/10 de la corriente máxima disponible, luego:

$$\begin{aligned} I_R &= I_c + I_f \\ &= 1/2 I_{c, \text{ m\AA x}} + I_f \\ &= 25 \text{ mA.} - 1.6 \text{ mA.} \\ &= 23.4 \text{ mA.} \end{aligned}$$

Por lo tanto: de (1)

$$R = \frac{5 \text{ V} - 0.8 \text{ V}}{23.4 \text{ mA}} = 179.49$$

Este es el valor mínimo de resistencia que debería conectarse, por que un valor menor aumentaría la corriente de colector y desestabilizaría el nivel lógico.

Con el transistor en corte, osea cuando el abonado tiene descolgado el teléfono, tenemos que la corriente  $I_b = 0$ , luego  $I_c = 0$  por lo que:

$$I_R = \frac{V_{cc} - V_{i1, \text{ min}}}{R}$$

En donde :

$$R = \frac{5 \text{ V} - 1.6 \text{ V}}{40 \text{ mA}} = 85 \text{ K}$$

La resistencia R no debe ser alejada de este valor y siempre menor. Elegimos una resistencia de 68 K que se puede encontrar en el mercado.

El convertidor diseñado tendría entonces la si-

guiente configuración. Figura No. 4.11.

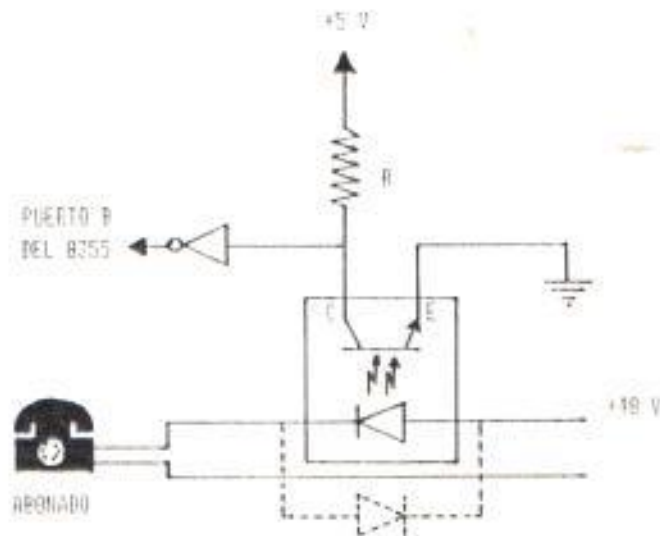


FIGURA No. 4.11: DISEÑO FINAL

En caso de que este circuito se usara en una línea conectada a la central, la señalización de timbrado podría bloquearse parcialmente, en cuyo caso se podría poner, sólo por seguridad, un diodo polarizado en el otro sentido.

Cabe destacar que la implementación de este circuito sólo se lo hará para 8 abonados por razones económicas y por lo difícil de encontrar los opto-aisladores en nuestro medio.

**b) Decodificador de las Líneas Telefónicas**

**Papel del circuito.**- Este circuito tiene como objetivo ir direccionando las 256 líneas telefónicas de 8 en 8, ante la imposibilidad de tener 256 líneas conectadas directamente a unos de los puertos del 8355 ya que estos sólo poseen como máximo ocho líneas y que se las programará como entrada.

**El diseño.**- Las 256 señales que provienen de las salidas de los inversores del convertidor de señales se las divide en cuatro grupos de 64. Cada una de las 64 líneas de éstos grupos se conectan a cada una de las entradas de 8 multiplexores de 8 a 1 (74LS151) que en total suman 32, y la salida de cada uno de estos multiplexores van conectadas a 4 manejadores de bus con salidas en three-state (74LS244). Estas 32 líneas se conectan a un único bus de 8 líneas que son las que finalmente se conectarán al puerto B del 8355 que se lo programará como entrada.

Se usa el manejador de bus con salidas en three-state para que no haya un conflicto de señales

que entran al puerto del 8355, ya que cuando se están muestreando 8 líneas las 24 restantes deben ser ignoradas, al no ser direccionadas éstas.

Los 8 multiplexores con su respectivo manejador de bus y que pertenecen a cada uno de los 8 grupos de 64 líneas serán direccionados a través de un buffer de 4 líneas (74LS126) para suplir las necesidades de corriente de éstos y que el puerto A del 8355 no está en capacidad de suministrar. Cada uno de éstos grupos se han habilitados a través de un decodificador de 3 a 8 el cual va a decodificar dos líneas de salida del puerto A del 8355. El diagrama de la figura No. 4.12 hará más explícita lo dicho anteriormente.

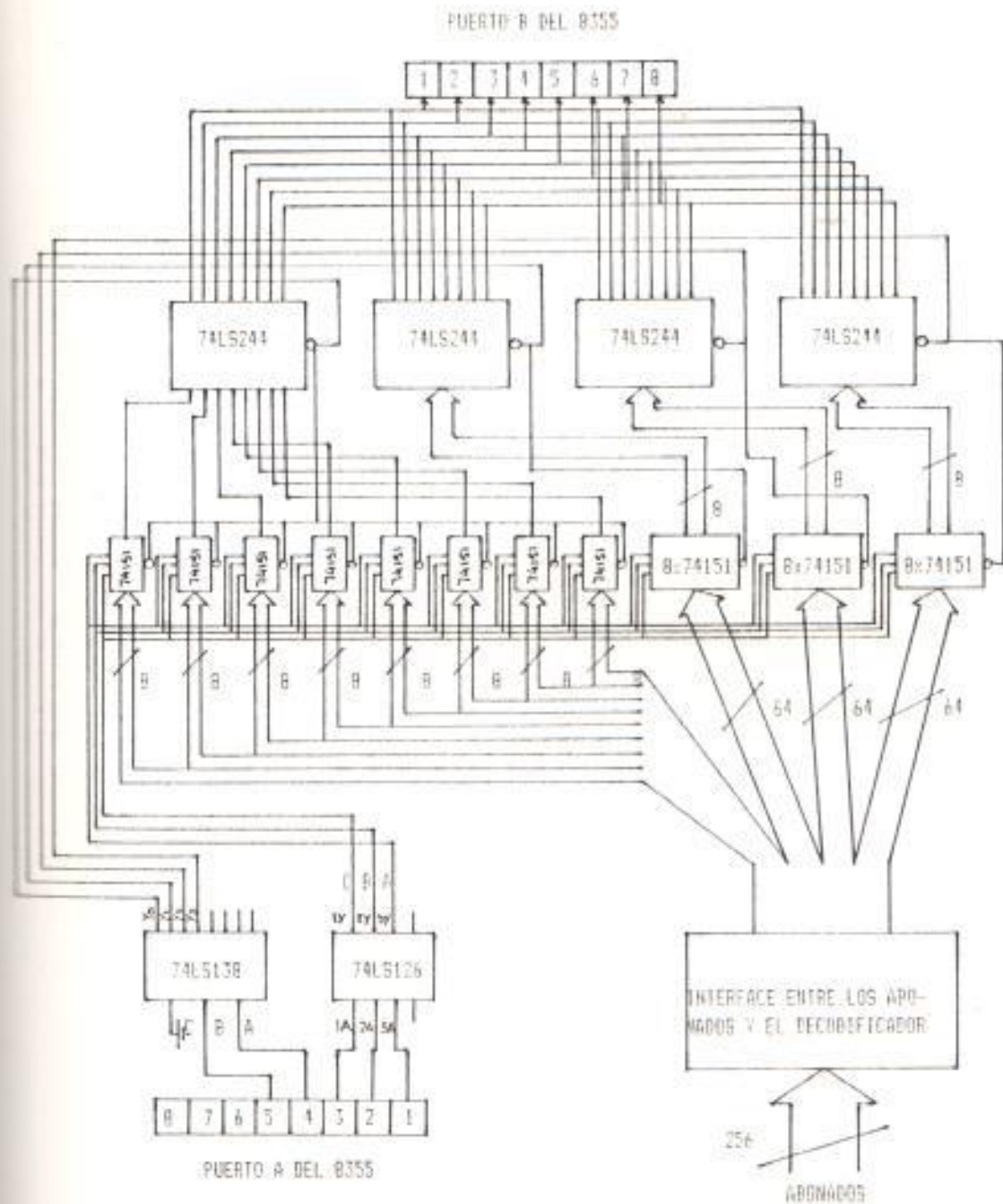


FIGURA No. 4.12: DECODIFICADOR DE LAS LINEAS DE ABONADOS.



De la figura anterior puede apreciarse que para direccionar las 256 líneas de abonado se necesitan únicamente 5 líneas de dirección, puesto que cada vez que se direcciona un grupo de multiplexores lo que se está haciendo es direccionar simultáneamente a 8 abonados como lo muestra el siguiente cuadro.

Bits del puerto A del 8355	8	7	6	5	4	3	2	1	Abonados
	B <sub>d</sub> A <sub>d</sub> C <sub>m</sub> B <sub>m</sub> A <sub>m</sub>								
	X	X	X	0	0	0	0	0	000-063
	X	X	X	0	0	1	1	1	
	X	X	X	0	1	0	0	0	064-127
	X	X	X	0	1	1	1	1	
	X	X	X	1	0	0	0	0	128-191
	X	X	X	1	0	1	1	1	
	X	X	X	1	1	0	0	0	192-255
	X	X	X	1	1	1	1	1	

Donde C<sub>m</sub>, B<sub>m</sub>, A<sub>m</sub> son los bits que direccionan la salida de los multiplexores y B<sub>d</sub>, A<sub>d</sub> los que direccionan la salida del decodificador.

#### 4.1.5 CONSTRUCCION Y MONTAJE DE ELEMENTOS

En este punto se mencionarán los elementos

empleados en la construcción del Registrador de Tráfico Telefónico así como también su posicionamiento dentro del dispositivo que se empleará en su construcción .

Inicialmente se pensó construir el sistema de manera definitiva sobre circuito impreso, pero dada la dificultad de encontrar los materiales en el medio para hacerlo, y siendo el equipo solo un prototipo, se decidió armarlo en un tablero de experimentación: de los que existe en el Laboratorio de Digitales de la ESPOL, modelo PB-104.

#### 4.1.5.1 DEL TEMPORIZADOR

A continuación se da la lista de los elementos empleados en su construcción:

2 Contadores binarios 74LS161.

1 Puerta AND 74LS08.

El montaje de estos elementos sobre el PB-104 se lo muestra en la figura No. 4.13.

#### 4.1.5.2 DE LA INTERFASE

A continuación se da la lista de los ele-

mentos empleados en su construcción.

- 8 Opto-aisladores ECG 3042.
- 8 Resistencias de 68 K $\Omega$ .
- 2 Inversores 74LS04.
- 1 Decodificador de 3 a 8 74LS138.
- 1 Reforzador de 4 líneas 74LS126.
- 8 Multiplexores de 8 a 1 74LS151.
- 1 Reforzador de 8 líneas 74LS244.

El montaje de estos elementos sobre el PB-104 se lo muestra en la figura No. 4.14.

La alimentación de estos circuitos así como también del SDK-85 se la hace con una fuente de 5 V., 5 A.

El diagrama esquemático y de cables del temporizador y de la interfase se la encuentra en la figura No. 4.15.



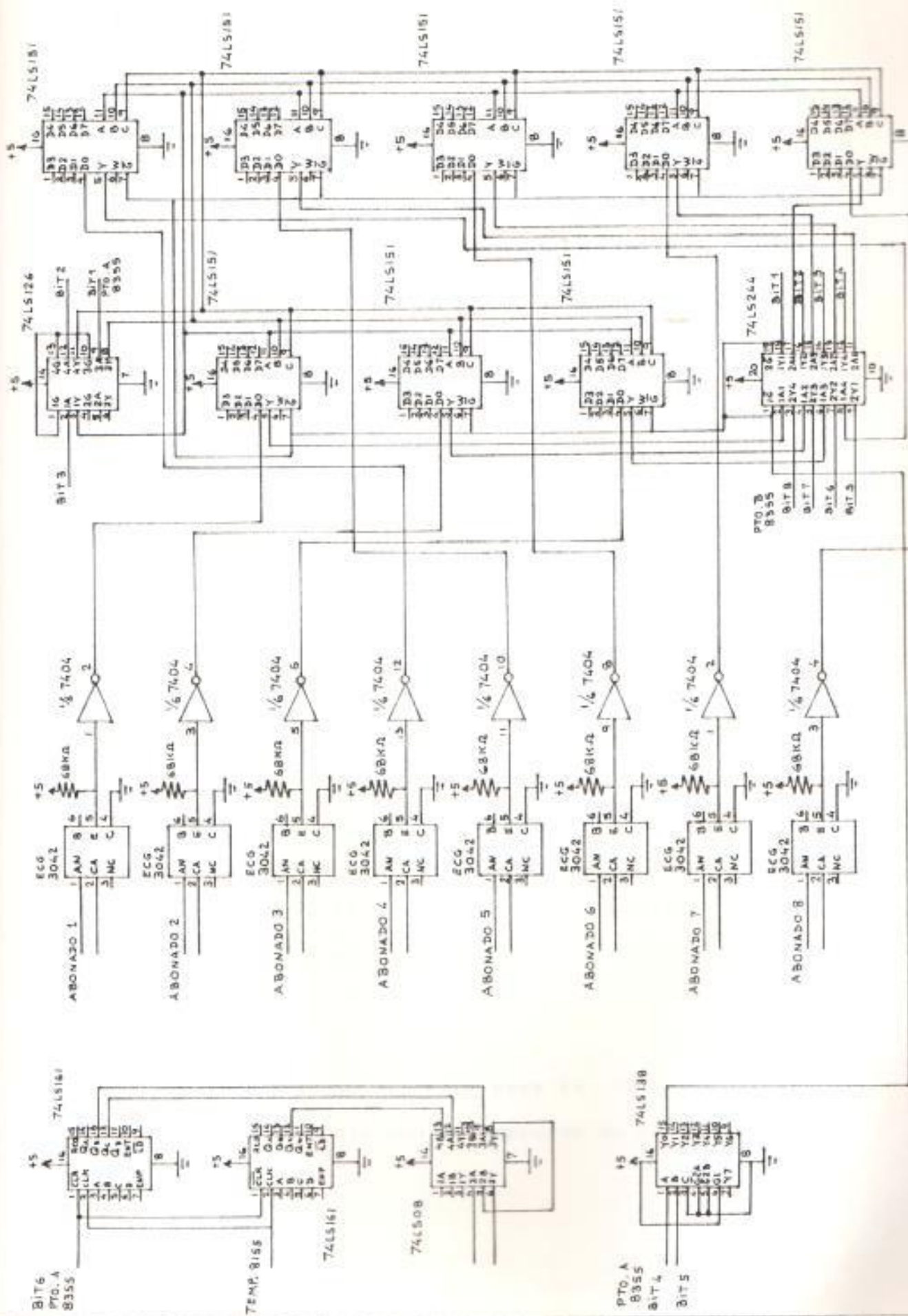


FIGURA No. 4.15: DIAGRAMA ESQUEMATICO DEL TEMPORIZADOR Y DE LA INTERFASE

#### 4.1.6 CARACTERISTICAS DE LA IMPRESORA

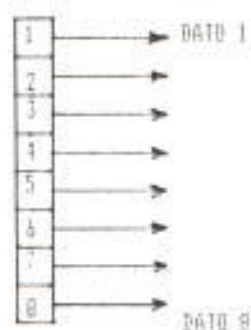
Para la impresión del tráfico de los abonados se utiliza la impresora CENTRONICS modelo H80A. Es una impresora muy versátil que se la puede manejar con programación BASIC. Este impresor puede ser conectado a cualquier computador con una correcta circuitería de interfase en paralelo o en serie. Utiliza para la impresión de los caracteres el código ASCII (American Standar Code for Information Interchange).

La impresora se conecta al microprocesador por medio del puerto A y C del 8155 de expansión. El puerto A se lo utiliza como la salida de datos para la impresora y el pin 1 del puerto C como señal de control ( $\overline{\text{STOBE}}$ ). De esta manera la comunicación de datos se la hace en forma paralela.

La configuración de las conexiones entre el microprocesador y el impresor se muestra en la figura No. 4.16.

El diagrama de tiempos para la comunicación de datos en paralelo con el impresor se muestra en la figura No. 4.17.

PUERTO A DEL  
BISS DE EXP.



PUERTO C DEL  
BISS DE EXP.

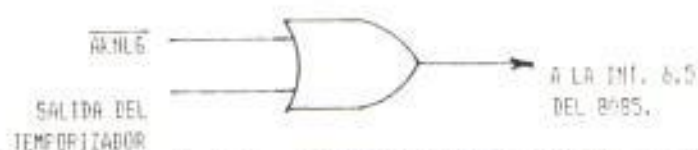


FIGURA No. 4.16: CONECCIONES ENTRE EL SDK-85 Y LA IMPRESORA.

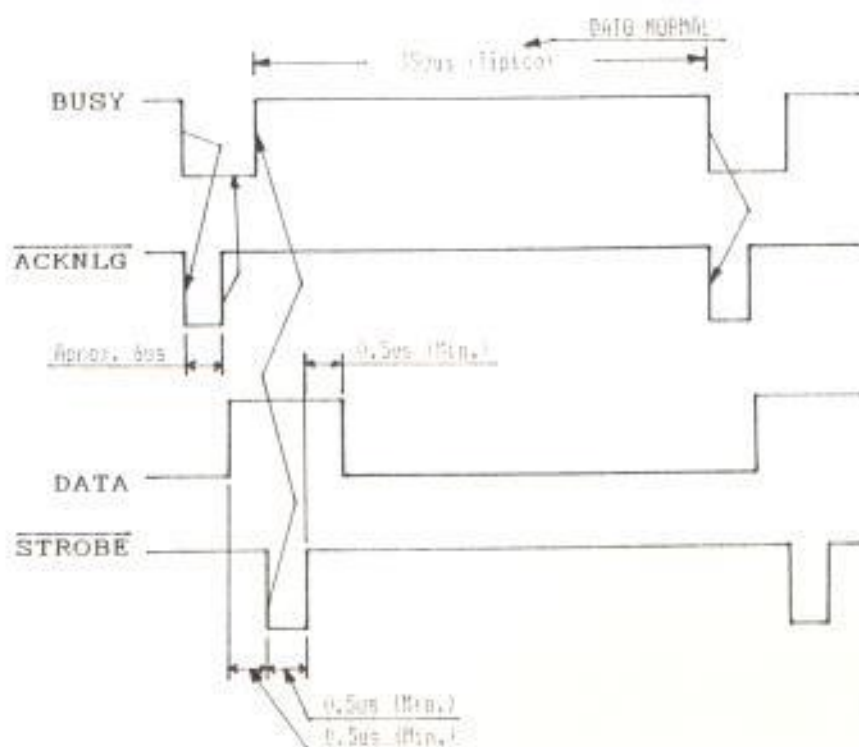


FIGURA No. 4.17: DIAGRAMA DE TIEMPOS DE LA IMPRESORA.

De los diagramas de tiempo de la impresora se observa que para la comunicación se debe tener que:

- Presentar el dato que se le quiere enviar por las líneas provistas para ello.
  
- Luego, por la línea de  $\overline{\text{STROBE}}$  enviarle un pulso negativo de 0.5 microsegundos.

Con esto el impresor enviará la señal de BUSY y después de cierto tiempo enviará un pulso negativo por la línea de  $\overline{\text{AKCNLG}}$  diciendo que ya recibió el dato. Esta señal se la conecta a la interrupción 6.5 del microprocesador por medio de un inversor para que así éste tome conocimiento y se le vuelva a enviar otro dato.

En el siguiente cuadro se muestran los pines de un conector Amphenol 57-40360 que sirve para la comunicación en paralelo.



PIN No.	Nombre de Señal	PIN No.	Nombre de Señal
1	$\overline{\text{STB}}$	19	$\overline{\text{STB}} \text{ RET}$
2	DATA 1	20	DATA 1 RET
3	DATA 2	21	DATA 2 RET
4	DATA 3	22	DATA 3 RET
5	DATA 4	23	DATA 4 RET
6	DATA 5	24	DATA 5 RET
7	DATA 6	25	DATA 6 RET
8	DATA 7	26	DATA 7 RET
9	DATA 8	27	DATA 8 RET
10	$\overline{\text{ACKNLG}}$	28	$\overline{\text{ACKNLG}} \text{ RET}$
11	BUSY	29	BUSY RET
12	PE	30	PE RET
13	SLCT	31	$\overline{\text{INPRM}}$
14	$\overline{\text{AUTO LP}}$	32	$\overline{\text{FAULT}}$
15	(NC)	33	GND
16	GND (0)	34	(NC)
17	FG	35	+5 V
18	(NC)	36	$\overline{\text{SLCT IN}}$

Se describen a continuación cada uno de los pines que vamos a usar:

DATA 1 - DATA 8. - Esta señal es generada por el

micro. Las líneas de datos del 1 al 8 portan información de control y caracteres en código ASCII. Los datos son verdaderos cuando poseen un uno lógico.

STROBE (STB). - Es generado por el micro. Este pulso negativo transfiere los datos desde el puerto de salida de datos hasta la impresora. La duración de este pulso debe ser de 0.5 microseg. como mínimo.

AKNLG. - Es generado por la impresora. Este pulso negativo de 18 microseg. de duración indica que la impresora ha procesado el último byte de dato. También esta señal es enviada al micro bajo estas condiciones: después del encendido y cuando se la pone en línea; después de la entrada de la señal de inicialización (PRIME). Un pulso de STROBE no debe ser enviado hasta que la señal de AKNLG desaparezca.

AUTO LF. - Es generado por el microprocesador. Esta señal de alimentación automática de línea cuando es baja (con switch SW 3-4 encendido) causa una alimentación automática de papel después de cada señal de CR (retorno del carro).

#### 4.2 SOFTWARE

Aquí se describen las tareas que debe realizar el microprocesador a fin de obtener datos del conjunto de abonados en los que se va realizar la medición y procesarlos de manera adecuada para dar los resultados de intensidad de tráfico.

Además se explican todos los algoritmos, así como los programas desarrollados para permitir la medición de tráfico telefónico de un grupo de 256 abonados en forma individual y simultánea y generar después de un tiempo cualquiera  $T$  de observación los valores de intensidad de tráfico que pueden ser visualizados a voluntad de abonado en abonado o en forma impresa.

Para la programación del Registrador de Tráfico Telefónico se ha utilizado memoria EPROM desde la localidad 8000 hasta la localidad 860A. Las variables del programa se las almacena, como no podía ser de otro modo, en memoria RAM desde la localidad 2000 hasta la localidad 2024. Toda la organización de la memoria RAM se la puede apreciar en la figura No. 4.18.

2024	DIGITO 7
2023	DIGITO 6
2022	DIGITO 5
2021	DIGITO 4
2020	DIGITO 3
201F	DIGITO 2
201E	DIGITO 1
201D	PUNTERO DE VOLUMEN DE TRAFICO (FV1)
201C	PUNTERO DE INTENSIDAD DE TRAFICO (F11)
201B	CONTADOR DE NUMERO DE ABONADOS (CNAB)
201A	CONTADOR DE NUMERO DE ABONADOS (CNBA)
2019	VARIABLE CON LA QUE SE IMPRIME EL NUMERO DE CADA ABONADO
2018	
2017	
2016	
2015	
2014	
2013	
2012	B6
2011	B5
2010	B4
200F	B3
200E	B2
200D	B1
200C	M13
200B	M12
200A	M11
2009	M10
2008	M9
2007	M8
2006	M7
2005	M6
2004	M5
2003	M4
2002	M3
2001	M2
2000	M1

FIGURA No.4.18: LOCALIZACION DE LAS VARIABLES USADAS EN LOS PROGRAMAS.

#### 4.2.1 TAREAS DEL MICROPROCESADOR

El microprocesador tiene como primera tarea tomar el número de abonados que van a ser muestreados así como también el tiempo que uno quiere que dure la muestra.

Luego es el encargado del ingreso de los datos con la información de los abonados, para lo cual debe proveer la temporización necesaria para cumplir con el intervalo de muestreo de las líneas de abonado ayudándose para esto del temporizador desarrollado para el efecto.

Debe encargarse además del procesamiento de los datos una vez que estos han sido tomados.

También es función del microprocesador controlar los periféricos para salida de los datos, como la impresión.

Las funciones del microprocesador pueden subdividirse de la manera siguiente:

##### 4.2.1.1 INGRESO DEL NUMERO DE ABONADOS Y TIEMPO DE MUESTREO

**a) INGRESO DEL NUMERO DE ABONADOS**

La primera función de la unidad del microprocesador es preguntar cuántos abonados van a ser muestreados, pudiendo ser estos, como número máximo 256, comenzando por el abonado 000 hasta el abonado 255.

El número de abonados es leído en forma decimal, teniendo el microprocesador que convertirlos a código hexadecimal para su posterior utilización.

**b) INGRESO DEL TIEMPO DE MUESTREO**

En esta parte del proceso el microprocesador pregunta el tiempo que durará el muestreo del número de abonados anteriormente leído, teniendo el usuario que introducir este dato en horas y minutos, para que el microprocesador después convierta este tiempo en el número de muestreos que se van a realizar.

**4.2.1.2 TOMA DE MUESTRAS**

La siguiente función de la unidad del microprocesador es la adquisición de los datos acerca del estado de los abonados.

Cuando un abonado está ocupado, la circuitería de interface debe proveer un nivel lógico 1 (5 V) y cuando está libre, un nivel lógico 0 (0 V). El microprocesador a través de una de las puertas de la memoria ROM detecta a intervalos regulares de 500 milisegundos el estado de las 256 líneas de abonado, preguntando por el estado de las líneas de 8 en 8 hasta completar las 256. Para esto el sistema usa un multiplexador de líneas implementado en la interface.

Cada vez que se toman los datos con la información de un grupo de 8 abonados, cada abonado debe ser analizado individualmente y almacenarse en ciertas localidades de memoria el tiempo total que cada abonado estuvo ocupado. Aquí lo que se hace es incrementar los contadores de cada abonado dependiendo del estado de la línea. El valor de estos contadores (Volumen de Tráfico) se necesitarán posteriormente para el cálculo de la intensidad de tráfico de cada abonado.

#### 4.2.1.3 PROCESAMIENTO DE LOS DATOS OBTENIDOS DEL MUESTREO

Luego de la toma de muestras durante el

período de observación T, el cálculo de la intensidad de tráfico a partir de los datos recolectados es tarea fundamental del microprocesador. En esta parte del procesamiento se calcula la intensidad de tráfico de cada abonado y luego el tráfico total del grupo.

#### 4.2.1.4 SALIDA DE RESULTADOS

Para este registrador de tráfico se utilizan los siguientes periféricos como dispositivos de salida:

- **Display:** Conformado por los seis dispositivos de visualización de que se dispone en el SDK-85 que permitirá visualizar el tráfico individual de cada abonado y del grupo.
  
- **Impresora:** Del tipo CENTRONICS modelo H80A para impresión de intensidad de tráfico de cada abonado y del grupo de abonados escogidos para la observación.

El control de estos periféricos está a cargo del microprocesador. El 8279, como se explicó antes, es usado para manejar los visualizadores, y el pin



1 del puerto C del 8155 de expansión junto con la interrupción 6.5 del 8085 manejarán la impresora.

La función del microprocesador, en este caso, es sacar de las localidades de memoria correspondiente, los datos de intensidad de tráfico para que puedan ser visualizados uno por uno en forma independiente y a voluntad del usuario y luego imprimir los resultados.

#### **4.2.2 PROGRAMACION**

En la parte anterior se han descrito las tareas que debe llevar a cabo el microprocesador. Para que estas funciones puedan desarrollarse es necesario proveer una programación adecuada basada en el set de instrucciones del MPU 8085 en lenguaje mnemónico y código operacional que se muestra en el apéndice B.

##### **4.2.2.1 DESARROLLO DE SUBROUTINAS**

La programación puede ser subdividida en seis bloques principales que están de acuerdo con las tareas del microprocesador. En la figura No. 4.19 se muestra el diagrama de bloques básico de todos los procesos que se deben realizar.

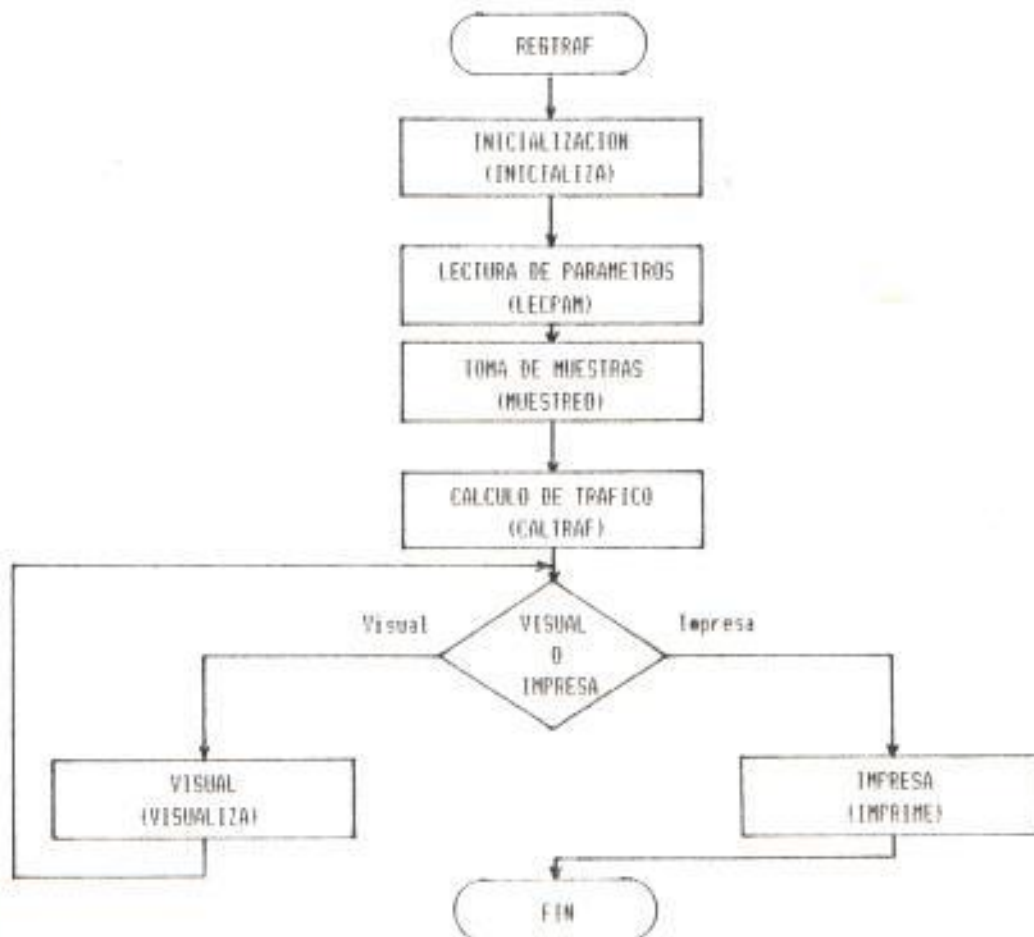


FIGURA No. 4.19: DIAGRAMA DE BLOQUES PRINCIPAL.

El conjunto de programas se inicia en la localidad 8000 y son almacenadas en una memoria EPROM. Las primeras localidades del 8155 básico se usan para las variables (2000-2024), y para almacenar los datos de tráfico y los valores calculados de intensidad de tráfico se usan las memorias RAM a

partir de la localidad de memoria 3000 hasta la 37FF.

Se han separado 5 localidades de memoria, comenzando en 3000, para cada abonado. Los dos primeros bytes contienen el valor medido del volumen de tráfico, es decir la proporción de tiempo de ocupación del abonado respectivo. Los tres bytes siguientes sirven para almacenar el valor de intensidad de tráfico de cada abonado.

A continuación se describe cada uno de los bloques y se explican los algoritmos usados para los programas.

El programa de Inicialización se encarga de inicializar el puntero de pila, los puertos del 8355, el temporizador del 8155, se resetea el temporizador de 0.5 segundos y se enceran ciertas localidades de memoria.

En el programa de Lectura de Parámetros se leen el número de abonados que se van a muestrear y con este dato se enceran las localidades de memorias necesarias para guardar los datos que se tomen de las muestras; luego se toma el tiempo de muestreo

de las líneas.

El programa de Toma de Muestras es el encargado de tomar las muestras de los abonados y acumular en las localidades de memorias respectivas, este dato que representa la proporción de tiempo de ocupación de cada abonado es el volumen de tráfico.

La visualización corresponde a la salida de resultados por los visualizadores del KIT de forma que puedan apreciarse los resultados de intensidad en forma fácil e individualmente.

Finalmente la parte de impresión proporciona los resultados de intensidad de cada uno de los abonados y el tráfico total del grupo.

En el programa principal se prevee que los datos por equivocación no sean impresos, para de esta manera evitar que se pierdan los valores de intensidad de tráfico medidos.

Los detalles con respecto a los listados de la codificación, en lenguaje mnemónico y código hexadecimal, de toda la programación requerida pueden ser consultados en el apéndice A.

#### 4.2.2.2 SUBROUTINA DE INICIALIZACION

El diagrama de flujo del programa correspondiente a la inicialización, es el que corresponde a la figura No. 4.20.

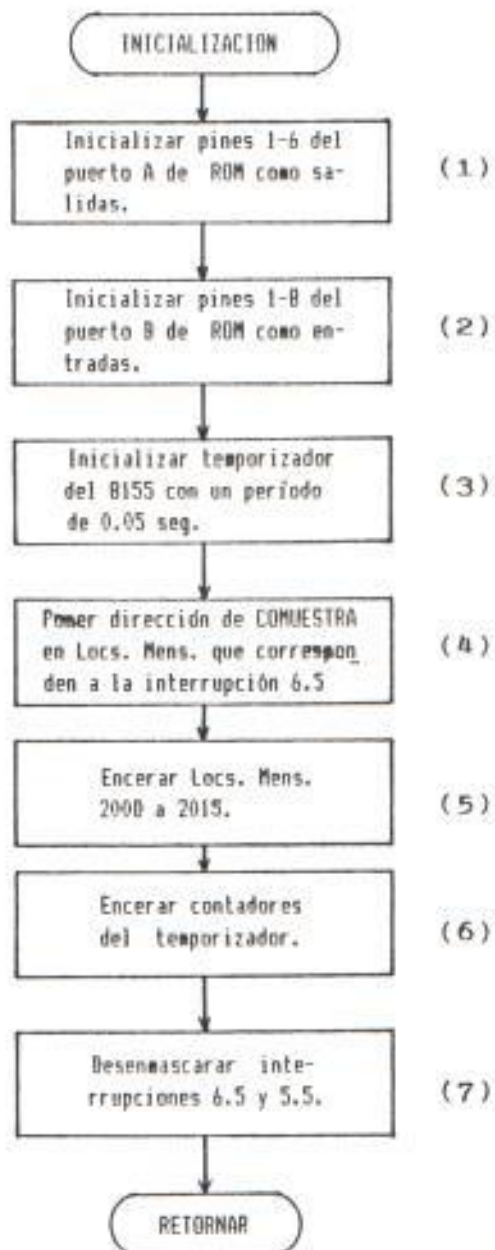


FIGURA No. 4.20: SUBROUTINA DE INICIALIZACION.

Explicaremos a continuación cada uno de los bloques de la subrutina que están numerados.

- (1) Inicializar los pines del 1 al 6 del puerto A del 8355 como salidas. El puerto A del 8355 se lo direcciona con 02 y se lo debe programar de la siguiente manera:

0 0 1 1 1 1 1 1 = 3 F

donde los unos significan que estos bits se los programa como salidas.

Los bits 1, 2, 3 sirven para seleccionar una de las 8 entradas de los multiplexores de la interfase; los bits 4 y 5 sirven para seleccionar cada uno de los 4 grupos de 64 abonados y se conectan al decodificador de 3 a 8 (74LS138). Y por último el bit 6 sirve como señal de encerramiento de los contadores 74LS161.

- (2) Inicializar los 8 pines del puerto B del 8355 como entrada. Este puerto se lo direcciona con 03 y debe ser programado de la siguiente forma:

0 0 0 0 0 0 0 0 - 0 0

donde los ceros indican que cada pin se lo programa como entrada.

Este puerto se lo utiliza para la introducción del estado de cada uno de los abonados muestreados en un momento dado.

- (3) Se programa el temporizador del 8155 de expansión como un tren de pulsos con un periodo de 0.05 segundos.

Este temporizador es un contador de 14 bits que cuenta el número de pulsos que le llegan al 8155 a través del pin Tin y provee una onda cuadrada o un pulso cada vez que el contador cuenta un predeterminado número de pulsos. El temporizador tiene una dirección de 2C para el byte más bajo y una dirección de 2D para el byte más alto, como se muestra en la figura No. 4.21.

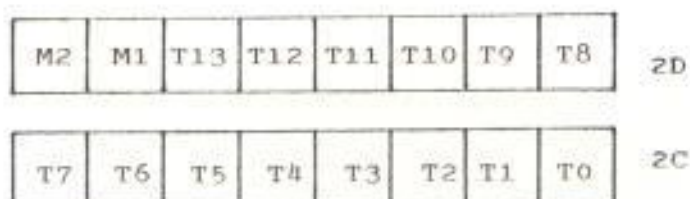


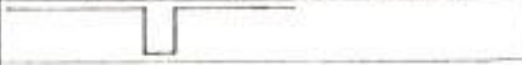



FIGURA No. 4.21: REGISTROS DEL TEMPORIZADOR.

Los bits 0-13 contienen la longitud del conteo y los bits 14-15 el modo de salida de reloj por T . En el siguiente cuadro se muestran estos modos:

M2	M1	FORMA DE ONDA
0	0	
0	1	
1	0	
1	1	

Nosotros escogeremos el modo 11 es decir un tren de pulsos.

Si nosotros queremos temporizar 0005 segundos debemos tener que:

$$0005 = n \cdot 0.333 \times 10^{-6}$$

donde  $n$  es el número de pulsos que deben haber para completar 0005 segundos y  $0.333 \times 10^{-6}$  es el periodo de reloj que le entra al 8155 y que corresponde al inverso de la frecuencia a la que trabaja el 8085, osea 3 Mhz.



De la ecuación anterior concluimos que  $n$  debemos igual a 15000 y cuyo valor en hexadecimal es 3A98. En la práctica para obtener junto con los contadores del temporizador implementado una temporización de 0.5 segundos el valor de  $n$  debe ser igual a 3BFF.

El temporizador del 8155 con los datos obtenidos anteriormente se programará como sigue:

1 1 1 1 1 1 1 1 = F F (parte baja)

1 1 1 1 1 0 1 1 = F B (parte alta)

- (4) Se pone en las localidades de memoria 20C8, 20C9 y 20CA (que corresponden a la dirección de salto en respuesta a la interrupción 6.5 del 8085) la instrucción que nos va a poner en el contador de programa la dirección donde se encuentra la rutina de Toma de Muestras cada vez que transcurren 0.5 segundos. Es decir:

20C8	JMP	C3
20C9	08	08
20CA	82	82

- (5) Encerar las localidades de memoria 200D a 2015. Las 6 primeras sirven en primera instancia para almacenar en forma decimal el número de abonados que se van muestrear y después para almacenar el tiempo de muestreo en horas y minutos, una vez que el número de abonados ha sido convertido a código hexadecimal y almacenado en otra posición de memoria.

Las tres últimas sirven para imprimir el número del abonado cuya intensidad de tráfico se está imprimiendo.

- (6) Se enceran los contadores del temporizador implementado a través del pin 6 del puerto A del 8355. Para lograr esto, primero se saca un nivel bajo por el pin 6 y luego un nivel alto, con esto lo que se ha hecho es enviar un pulso negativo por dicho pin y así obtener el enceramiento.

- (7) Se desenmascáran las interrupciones 5.5 y 6.5 del 8085. La interrupción 5.5 la usa la rutina RDKBD (lectura de teclado) del programa MONITOR. Esta rutina detiene el funcionamiento

del microprocesador hasta que una tecla es presionada, luego de esto el código de la tecla presionada está disponible en el acumulador del 8085.

La interrupción 6.5 tiene dos propósitos:

- Para hacer los muestreos cada 0.5 segundos.
- Para saber que la impresora ya recibió un dato enviado por el microprocesador.

Es por esto que las dos señales de interrupción antes descritas se deben conectar al pin 6.5 del 8085 a través de una puerta lógica OR.

Para desenmascarar estas interrupciones se debe ejecutar la instrucción SIM teniendo en el Acumulador del microprocesador lo siguiente:

0 0 0 0 1 1 0 0 = 0 C

donde el bit 3 sirve para habilitar el enmascaramiento cuando este bit es 1 y los bits 0 y 1

sirven para desenmascarar las interrupciones 5.5 y 6.5 cuando estos bits son 0.

#### 4.2.2.3 SUBROUTINA DE LECTURA DEL NUMERO DE ABONADOS Y TIEMPO DE MUESTREO

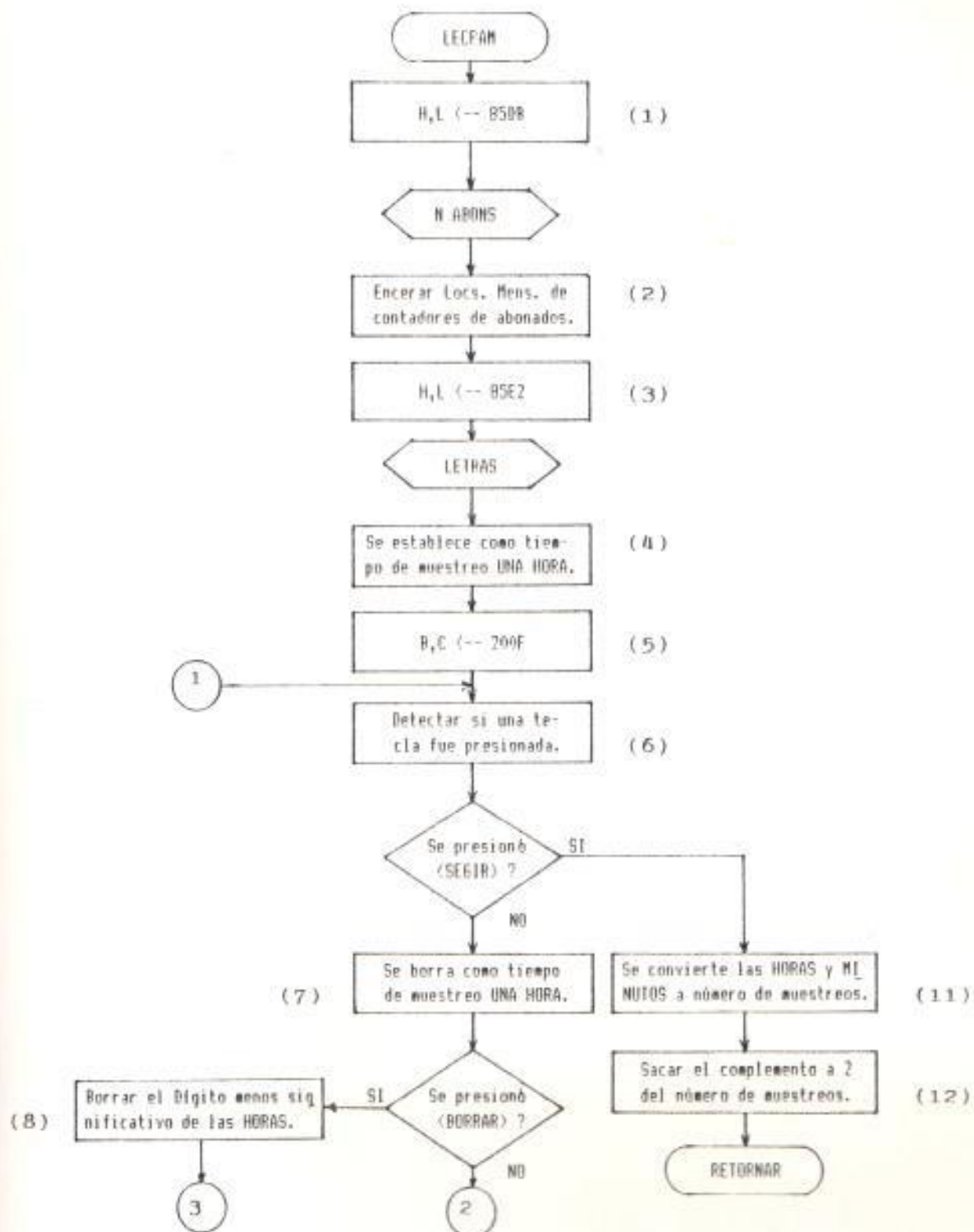
A este programa se lo llamará LECPAM (Lectura de Parámetros), y se divide a su vez en dos partes, la una que lee el número de abonados que se van a muestrear y la otra el tiempo que va a durar el muestreo del número de abonados leídos anteriormente.

El diagrama de flujo de LECPAM se lo puede ver en la figura No. 4.22.

Explicaremos a continuación cada uno de los bloques numerados:

- (1) Se carga en los registros H y L la dirección donde se encuentran los códigos especiales para sacar por display los caracteres NAB ?.

Estos registros son usados por la subrutina LETRAS que será explicada más adelante.



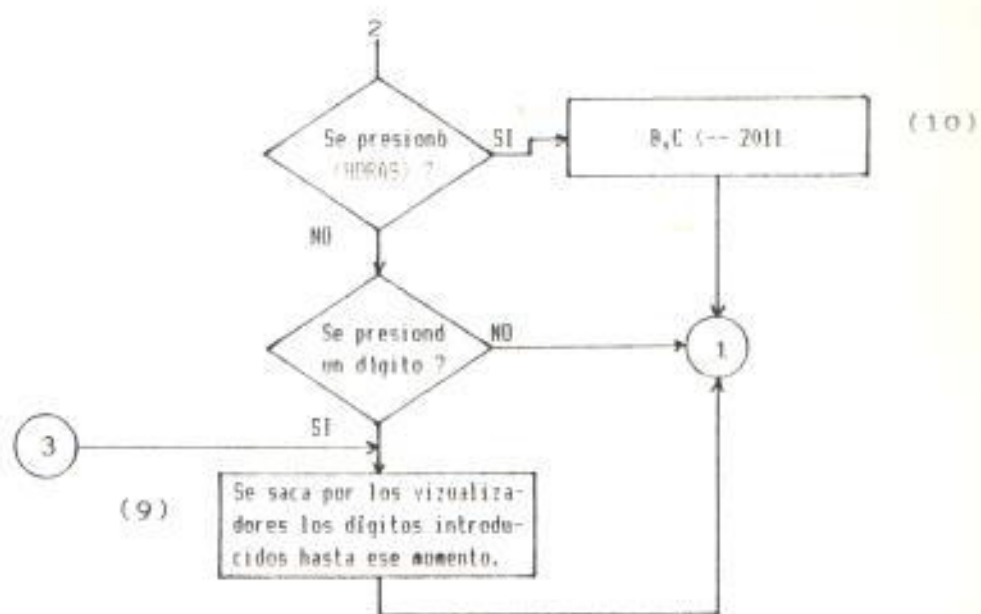


FIGURA No. 4.22: SUBROUTINA DE LECTURA DE PARAMETROS.

Después del paso anterior se llama a la subrutina N ABONS (Número de Abonados) que es la que va a hacer la lectura efectiva del número de abonados. Se lo hace de este modo porque esta misma subrutina se la usa en el programa de visualización para preguntar el número del abonado cuyo tráfico se desea ver.

- (2) Una vez leído el número de abonados se procede al enceramiento de las localidades de memoria en los cuales se va a depositar el volumen de tráfico de cada abonado muestreado y también la intensidad de tráfico de ese abonado, para lo cual se requieren 5 localidades de memoria para cada abonado como se explicó antes. En este bloque de instrucciones también se enceran 4 memorias mas que nos servirán para guardar ahí el valor de la intensidad de tráfico de todo el grupo de abonados observados. Po ejemplo si se quieren muestrear a 8 abonados las localidades de memoria que se encerrarán son:

desde 3000 hasta  $3000 + 5 \times 8 + 4$  osea:

desde 3000 hasta 302C que corresponden en total

a 44 localidades de memoria (2C en hexadecimal).

- (3) Se carga en los registros H y L la dirección donde se encuentran los códigos especiales que serán usados por la subrutina LETRAS para sacar por los visualizadores las letras TIEMPO.
- (4) Se establece como tiempo de muestreo una hora. Esto es para el caso de que se quiera cargar automáticamente como tiempo de muestreo UNA HORA y así no poner por teclado 01 horas 00 minutos. Esto se hace por lo frecuente que es tomar como tiempo de muestreo una hora.
- (5) Se carga en los registros B y C la dirección donde se van a almacenar las horas de muestreo. Esto se hace con el propósito de usar las mismas instrucciones para cargar los minutos, ya que lo único que cambia son las localidades de memoria donde se los almacena.
- (6) Se detecta si una tecla fue presionada. Esto se hace con la ayuda de la subrutina RDKBD del programa MONITOR.



- (7) En caso de que no se quiera como tiempo de muestro una hora, sino otro, se borran de las localidades de memoria correspondiente a las horas el valor de 01 para así poder almacenar otro valor.
- (8) En el caso de que se haya cometido un error al introducir un dígito, en este bloque se borra el dígito menos significativo del número que se estaba introduciendo, para así poder corregirlo.
- (9) Se saca por los visualizadores el número de horas y minutos que se han introducido hasta ese momento, para de este modo ver el último dígito que se introdujo. Esto se hace con la ayuda de la subrutina OUTPT que se encuentra en el programa MONITOR.
- (10) En los registros B y C se guarda la dirección de las localidades de memoria donde se va a almacenar los minutos de muestreo.
- (11) Una vez que se han leído las horas y minutos, se convierte este valor al número de muestreos

que corresponde al tiempo escogido. Este número se lo obtiene en código hexadecimal. Es decir:

$$\begin{array}{l} \text{Número} \\ \text{de} \\ \text{Muestreos} \end{array} = (\text{HH} \times 60 + \text{MM}) \times 60 \times 2$$

Osea que para obtener el número de muestreos se debe convertir las horas a minutos, este valor sumarlo al número de minutos y a todo esto convertirlo en segundos para luego multiplicarlo por 2 ya que como el intervalo de muestreo es cada medio segundo, se tienen dos muestreos por segundo.

Para hacer las operaciones señaladas anteriormente se usan las subrutinas BCDAHEX que convierte un número decimal de dos cifras a hexadecimal y la subrutina MULT (Multiplicación) que multiplica un número de 3 bytes por uno de 1 byte; las cuales se explicarán mas adelante. El resultado de estas operaciones se encontrarán en las localidades de memoria 2002 (M3), 2001 (M2) y 2000 (M1).

(12) En este bloque de instrucciones se saca el complemento a dos del número de muestreos; esto se hace con la finalidad de usarlo en la subrutina DIVBIN (División Binaria) en el momento que se está calculando la intensidad de tráfico de cada abonado.

Este valor se lo encuentra en las localidades de memoria 200B (M12), 200A (M11) y 2009 (M10).

En el programa LECPAM se usan cuatro subrutinas que son N ABONS, LETRAS, BCDAHEX Y MULT las cuales se explicarán a continuación.

**N\_ABONS.** - (Número de Abonados). Se encarga de leer un número de tres dígitos y luego multiplicarlo por cinco. Su diagrama de flujo se muestra en la figura No. 4.23.

Explicaremos a continuación cada uno de los bloques numerados.

(1) Se detecta si una tecla ha sido presionada. Esto se hace con la ayuda de la subrutina RDKBD del programa MONITOR.

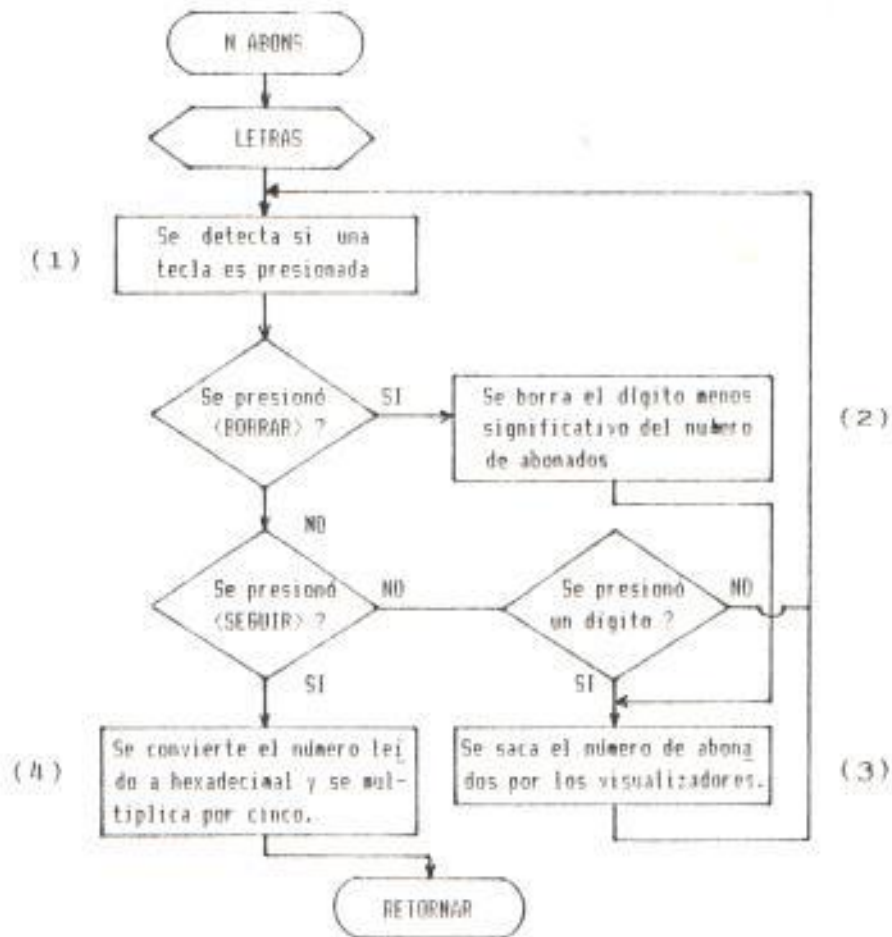


FIGURA No. 4.23: SUBROUTINA DE LECTURA DEL  
NUMERO DE ABONADOS.

(2) Se borra el dígito menos significativo del número que se está ingresando, en caso de que dicho dígito haya sido errado en su introducción.

(3) El número de abonados se lo saca por los

visualizadores ayudándose de la subrutina OUTPT que reside en el programa MONITOR.

- (4) El número de abonados introducido en forma decimal se lo convierte a hexadecimal con el uso de las subrutina BCDAHEX y MULT. Luego se multiplica este número por cinco para así tener el número de memorias total que se necesitan para guardar los datos que le corresponden a cada abonado, o sinó para posicionarse dentro de la tabla de abonados si es que este valor se lo suma a la dirección inicial de la tabla (3000). El valor hexadecimal del número de abonados se lo puede encontrar en las localidades de memoria 2017 y 2016 (CNAB).

**LETRAS.-** Esta subrutina muestra en los 6 visualizadores del SDK-85 los 6 caracteres que corresponden a los códigos especiales que se encuentran almacenados a partir de una localidad direccionada por los registros H y L.

Debido a que los visualizadores están manejados por el 8279 es necesario explicar como funciona este circuito integrado en la parte que concierne al

manejo de visualizadores.

En la figura No. A.24 se muestra un diagrama de bloques del 8279.

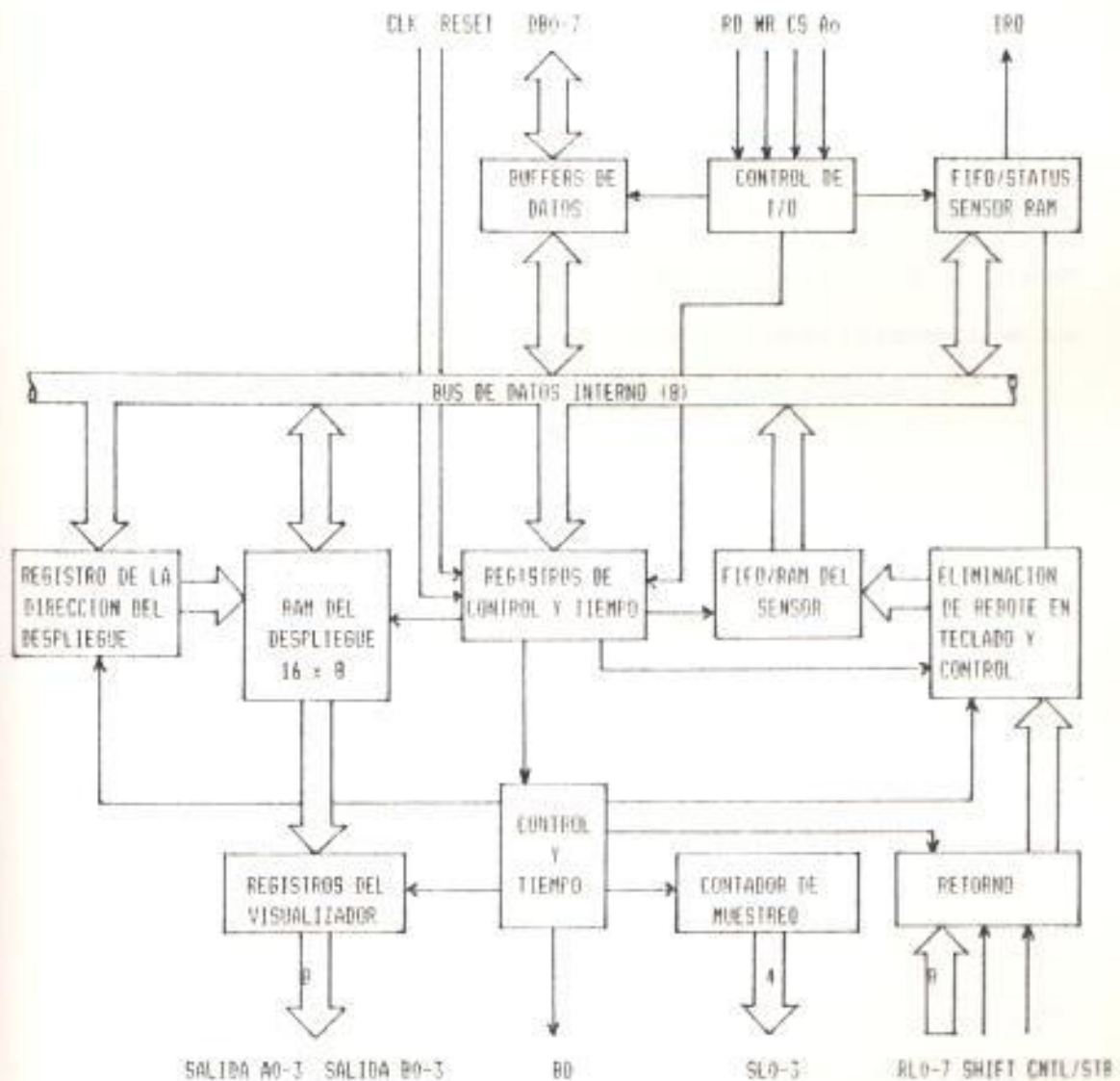


FIGURA No. A.24: DIAGRAMA DE BLOQUES DEL 8279.

No entraremos en detalles, y cualquier inquietud sobre este elemento podrá despejarse en el manual de la INTEL de ediciones recientes.

El 8279 posee una memoria RAM para despliegue visual de 16 x 8, en la que consta la dirección de memoria del dato que se quiere visualizar. Esta RAM puede ser leída o escrita en la modalidad de autoincremento, es decir sólo es necesario direccionar una de sus memorias por una sola vez, y la próxima ocasión que se quiera escribir o leer sobre esta RAM se direccionará automáticamente a la siguiente localidad de memoria.

El 8279 posee una línea de dirección A<sub>0</sub> que indica que, si es alta, las señales que están en el bus de datos son comandos o status y si es baja indica que son datos.

Si nosotros nos fijamos en el diagrama circuital del SDK-85 (A<sub>0</sub> conectada a A<sub>8</sub> del bus de direcciones) nos daremos cuenta que para escribir un comando nosotros debemos direccionar a 1900 y si queremos escribir un dato debemos direccionar a 1800.

Uno de los comandos que posee el 8279 es el de

escritura en la RAM de despliegue visual y es el siguiente:

1 0 0 AI A A A A

Donde AI es el bit que indica si se quiere la modalidad de autoincremento o no y AAAA es el número del visualizador donde se quiere que aparezca el carácter primeramente direccionado. El número del visualizador que está más a la izquierda en el KIT es el 0000 y del que está mas a la derecha es el 0110.

Después de escribir este comando con  $A_0 = 1$ , subsiguientes escrituras con  $A_0 = 0$  harán que los datos direccionados automáticamente por la RAM aparezcan en los visualizadores.

En las direcciones dadas por la RAM deben estar códigos hexadecimales que representan a los caracteres que nosotros queremos ver en el despliegue visual.

En la figura No. 4.25 se explican los bits del byte que representan los 7 segmentos de un visualizador.



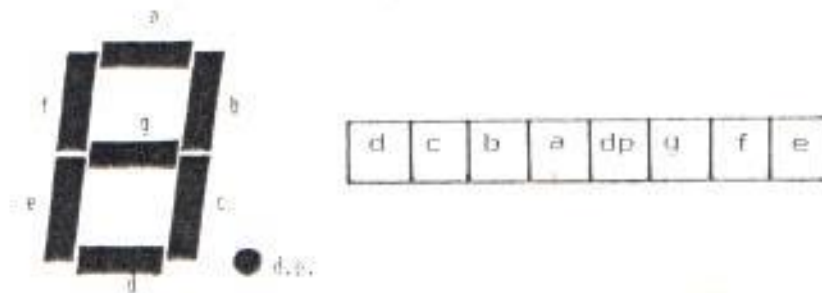


FIGURA No. 4.25: SEGMENTOS DE UN VISUALIZADOR.

El hardware del sistema está diseñado para que cuando un cero se escribe en la posición correspondiente a un LED de segmento del visualizador, este segmento no se encienda. Así, si queremos representar una A, el código especial sería 88 en hexadecimal, figura No 4.26.

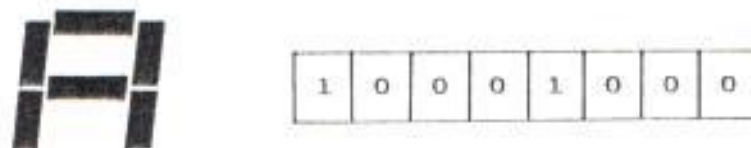


FIGURA No. 4.26: CODIGO ESPECIAL DE LA LETRA A

Los códigos especiales de los caracteres que se quieren visualizar se encuentran en grupos de a seis cuya primera posición de memoria está dada por los registros H y L.

El diagrama de flujo de la subrutina LETRAS se lo puede ver en la figura No. 4.27.

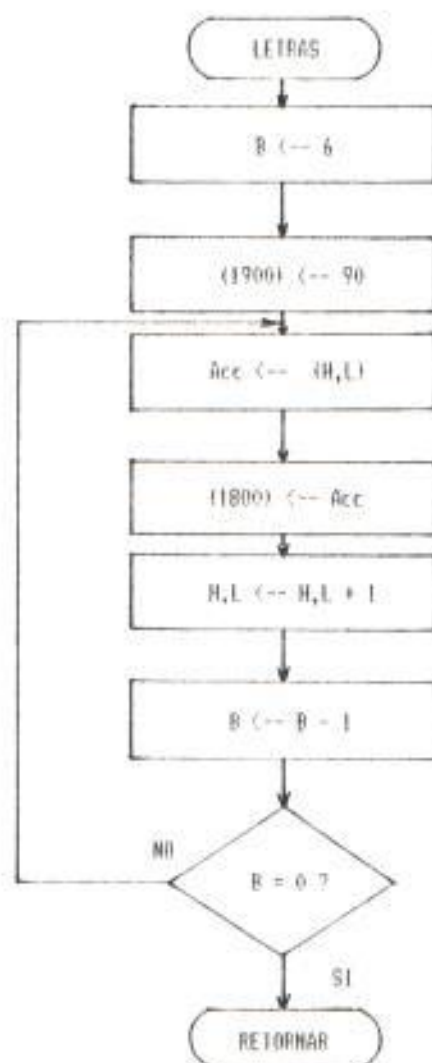


FIGURA No. 4.27: SUBROUTINA LETRAS.

**BCDAHEX.** - (De BCD a Hexadecimal). Esta subrutina convierte un número BCD de dos dígitos a un número en código binario y que el microprocesador lo almacena en forma hexadecimal. Para realizar la

conversión lo que se hace es multiplicar por 10 las decenas del número y luego sumarle las unidades. La multiplicación por 10 se la hace con la ayuda de la subrutina MULT.

La figura No. 4.28 nos muestra el diagrama de flujo de BCDAHEX.

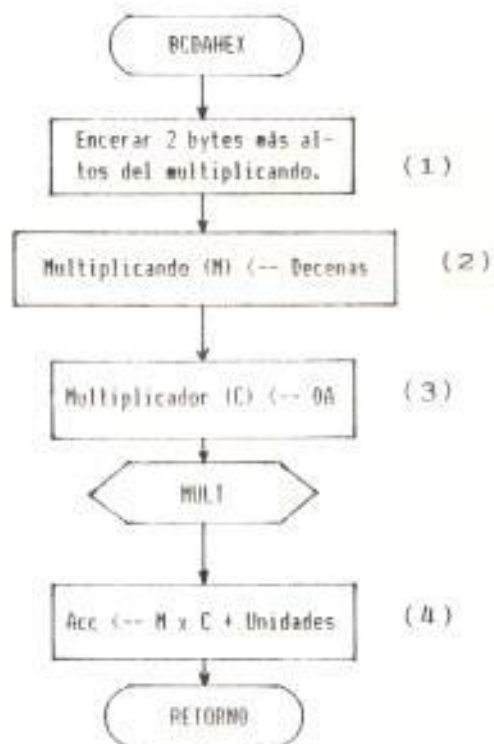


FIGURA No. 4.28: SUBRUTINA DE CONVERSION  
DE BCD A HEXADECIMAL.

A continuación explicaremos cada uno de los bloques numerados.

(1) Como en la subrutina de multiplicación se multiplica un número de 3 bytes por uno de un byte, se encera los dos bytes más significativos del multiplicando ya que solo vamos a usar un único byte como multiplicando y uno como multiplicador. Esto se hace con la ayuda de la subrutina ENCERO que se la verá al final del capítulo.

(2) Se cargan las decenas del número en las localidades de memoria que corresponden al multiplicando.

(3) El registro C que va a ser de multiplicador se lo carga con el valor hexadecimal que corresponde al número decimal 10 (0A).

Luego de tener cargados el multiplicador y el multiplicando se procede a llamar a la subrutina MULT para que se realice la multiplicación de estos dos números. El resultado obtenido se encuentra en código hexadecimal.

(4) Las unidades del número se suman al resultado anterior, con lo cual está completada la conversión. Este valor se lo encuentra en el Acumulador (Acc) en forma hexadecimal.

**MULT.-** (Multiplicación). Con esta subrutina se puede multiplicar un número de 3 bytes con uno de un byte. Para entrar a esta subrutina se debe tener que:

- El multiplicador debe estar en registro C.
- El multiplicando debe estar en las localidades de memoria 2008 (M9), 2007 (M8), 2006 (M7).

La multiplicación la realizaremos con operaciones de desplazamientos lógicos, aunque existen otros métodos como el de sumas sucesivas. Escogemos el de desplazamientos lógicos por ser un método rápido, ya que el resultado siempre se lo obtiene después de haber realizado un número establecido de pasos, que es igual al número de bits que tiene el multiplicador, no importando si el número representado por esos bits es grande o pequeño. Recordemos que sólo tenemos 0.5 segundos entre muestreo y muestreo por lo tanto debemos ser muy eficientes en nuestros cálculos ya que esta subrutina también se la usará en el cálculo de intensidad de tráfico.

La multiplicación binaria por desplazamientos lógi-

cos la describiremos en los siguientes pasos.

1. Ver si el bit menos significativo del multiplicador es 1 ó 0.

a) Si es 1 sumar el multiplicando al resultado y luego ir al paso 2.

b) Si es 0 ir al paso 2.

2. Rotar el resultado un bit a la derecha.

3. Probar el siguiente bit más significativo del multiplicador, entonces ir a la 1a. o 1b. según sea el caso. Esto se hace tantos pasos como bits tienen el multiplicador.

Este método lo veremos con un ejemplo. Multiplicaremos dos números de cuatro bits cada uno.

11 (D)	1011	Multiplicando
x 6 (D)	0110	Multiplicador
	-----	
	00000000	Resultado antes de la operación

Paso 1. Bit menos significativo del multiplicador

es 0, entonces se va al paso 2.

**Paso 2.** Desplazar resultado 1 bit a la derecha.

0000000 0

**Paso 3.** El siguiente bit más significativo del multiplicador es 1 entonces se va al paso 1a.

**Paso 1a.** Sumar el multiplicando al resultado.

0000000 0

1011

-----  
0001011 0

**Paso 2.** Desplazar resultado 1 bit a la derecha.

000101 10

**Paso 3.** El siguiente bit más significativo del multiplicador es 1 entonces ir al paso 1a.

**Paso 1a.** Sumar el multiplicando al resultado.

```

000101 10
  1011
-----
010000 10

```

Paso 2. Desplazar resultado 1 bit a la derecha.

```
01000 010
```

Paso 3. El siguiente bit más significativo del multiplicador es 0 entonces ir al paso 1b.

Paso 1b. Ir al paso 2.

Paso 2. Desplazar resultado 1 bit a la derecha.

```
0100 0010      Resultado después
                  de la operación
```

Como ya se desplazaron a la derecha todos los 4 bits del multiplicador la operación de multiplicación de los dos números a terminado y el resultado es el que se obtuvo en el último paso o sea 42 (H) y que en código decimal es 66, como era de suponerse.

Al salir de subrutina de multiplicación el resulta-



do se lo tiene en las localidades de memoria 2002, 2001 y 2000.

En la figura No. 4.29 se tiene el diagrama de flujo de MULT.

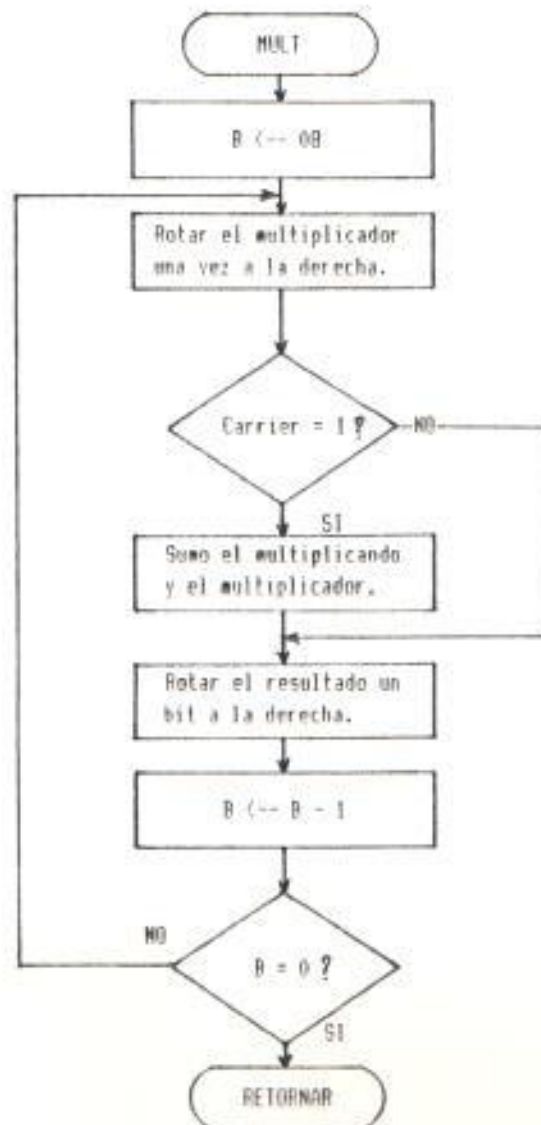


FIGURA No. 4.29: SUBROUTINA DE MULTIPLICACION.

#### 4.2.2.4 SUBROUTINA DE TOMA DE MUESTRAS

El diagrama de flujo del programa correspondiente a la toma de muestras (MUESTREO) es el que se muestra en la figura No. 4.30.

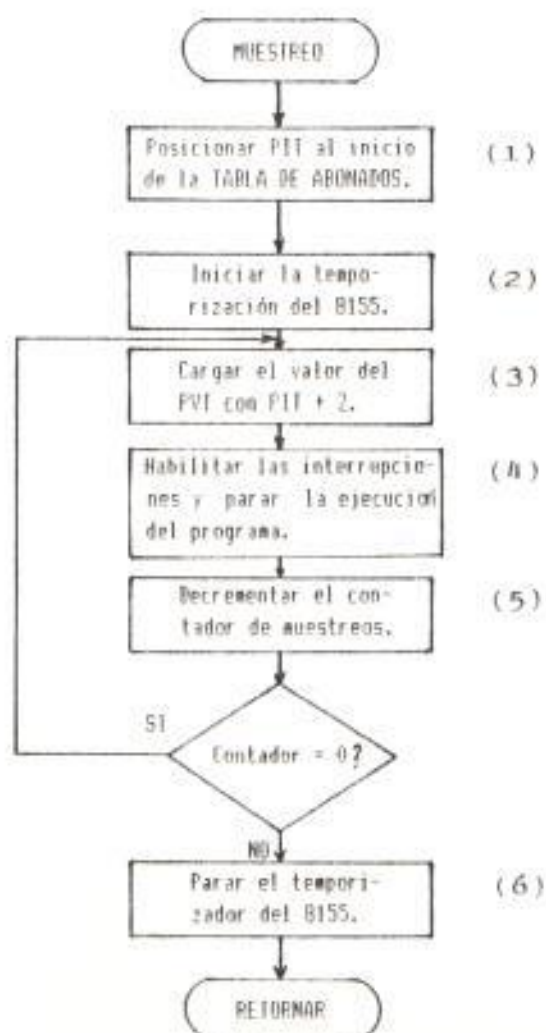


FIGURA No. 4.30: SUBROUTINA DE TOMA DE MUESTRAS.

A continuación se hará la explicación de cada bloque numerado.

(1) El PIT (Puntero de Intensidad de Tráfico) se lo inicializa con la dirección de la primera localidad de memoria de la tabla de abonados (3000).

(2) Para iniciar la temporización que provee el 8085, se debe programar su registro de comando con la instrucción de comienzo de temporización para lo cual se deben llenar los bits 6 y 7 de este registro, cuya dirección es 28, con unos. Osea que este valor será:

1 1 0 0 0 0 0 0 = 0 C

(3) El PVT (Puntero de Volumen de Tráfico) se lo inicializa con el valor del PIT + 2). Esto se hace con el objeto de ir guardando el resultado del muestreo en las tres localidades cuya primera dirección está dada por el PVT.

(4) Una vez iniciada la temporización e inicializado lo dos punteros, estamos listos para recibir

los datos del muestreo, para lo cual habilitamos el sistema de interrupciones y paramos la ejecución del programa en espera del pulso que nos indica que ya transcurrieron 0.5 segundos. Una vez detectado el pulso debemos revisar el estado de las líneas de los abonados que en ese momento se están muestreando, para lo cual el sistema llama a la subrutina COMUESTRA (Coje Muestra) en respuesta a la interrupción presentada por el pin 6.5.

- (5) Se decrementa el contador de muestreos que es de tres bytes para determinar si ya se hicieron todos los muestreos fijados por el tiempo de muestreo previamente escogidos.
- (6) Si ya se hicieron todos los muestreos, se debe parar el temporizador para evitar nuevas interrupciones, para lo cual hay que programar el registro de comando del 8155 de expansión con el código correspondiente al de parar el temporizador. El código es el siguiente:

0 1 0 0 0 0 0 0 = 80

Veremos a continuación cuál es el trabajo de la

rutina de interrupción cuando hay que tomar las muestras, y cuyo diagrama de flujo se lo encuentra a continuación en la figura No. 4.31.

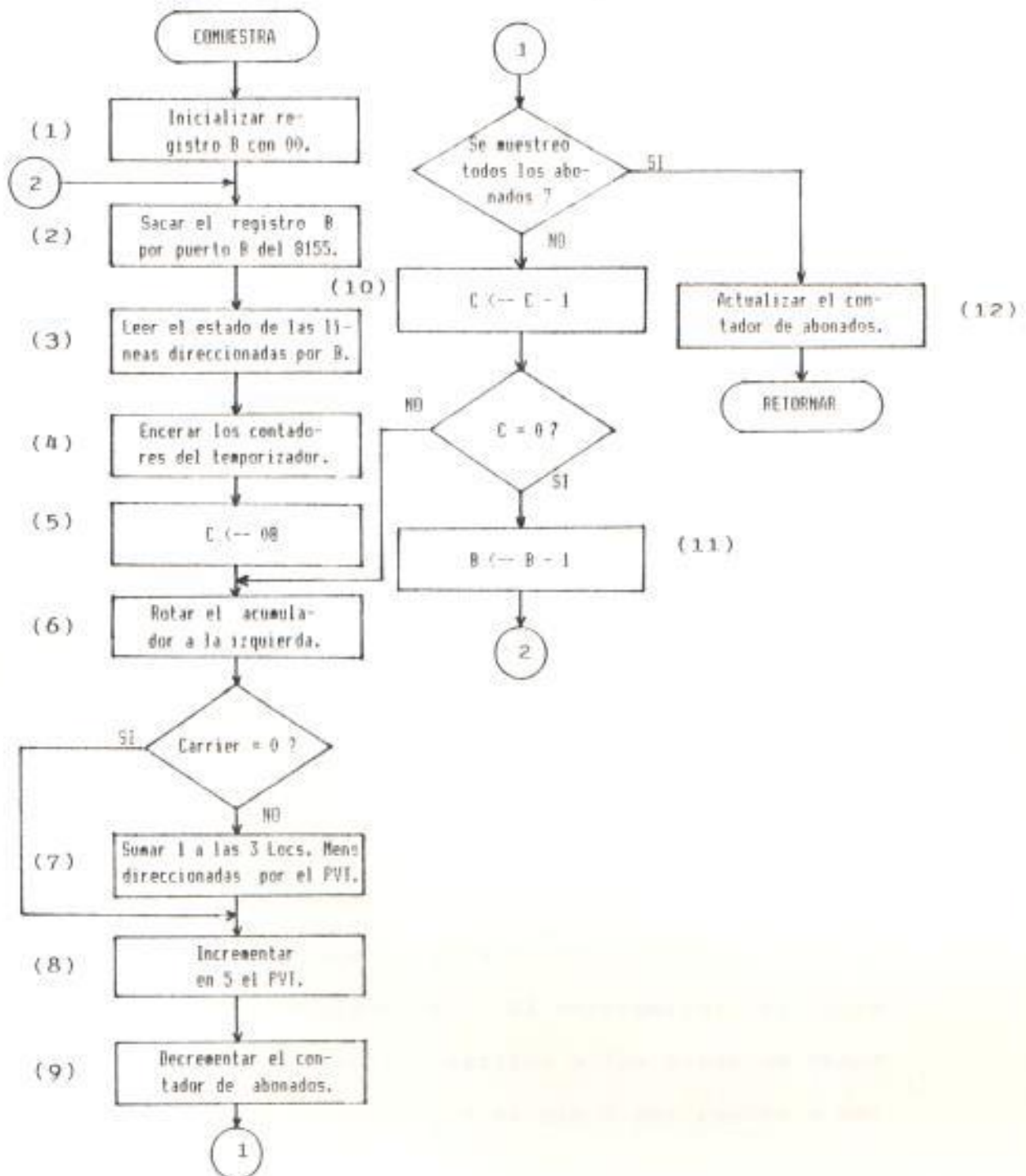


FIGURA No. 4.31: SUBROUTINA DE INTERRUPCION PARA COJER UNA MUESTRA.

Explicaremos a continuación cada uno de los bloques numerados.

- (1) Se inicializa el registro B con 00 H porque con él se va a ir direccionando cada uno de los 4 bloques de 64 abonados (bits 3 y 4) y con los bits 0, 1 y 2 los ocho multiplexores de cada bloque a medida que se va incrementando este registro como lo indicamos en el punto 4.2.2.2.
- (2) El registro B se lo saca por el puerto A del 8155 para llevar a cabo este direccionamiento.
- (3) Una vez que están direccionadas las entradas de los ocho multiplexores por lo bits 1, 2 y 3 del puerto A del 8355 se toma una muestra del estado de las líneas telefónicas en ese instante, a través del puerto de entrada B del 8355.
- (4) Una vez tomada ya la muestra de 8 de los 256 abonados se enceran los contadores del temporizador para que de esta forma puedan temporizar otros 0.5 segundos. El enceramiento se logra mandando un pulso negativo a los pines de CLEAR de los contadores por el pin 6 del puerto A del 8355.

- (5) Se inicializa el registro C con 8 para poder contabilizar 8 abonados que son a quienes se les tomó la muestra.
- (6 y 7) La muestra que se tomó de los 8 abonados se encuentra almacenada en el acumulador y para ver el estado de cada abonado se debe rotar el acumulador una vez a la derecha y ver si el bit rotado es un 1 o un 0. Si es uno nos indica que el abonado muestreado está ocupando su línea telefónica y por lo tanto se debe incrementar el contador de abonado o lo que es lo mismo incrementar su volumen de tráfico, y si es 0 pasar a ver el estado del siguiente abonado.

A continuación un ejemplo de como queda el contador de abonado una vez incrementado el mismo.

3004	00	00
3003	35	36
3002	FF	00
3001	00	00
3000	00	00

FIGURA No. 4.32: CONTADOR DE ABONADO.

- (8) Se incrementa en 5 el PVT. Esto se hace para direccionar a las localidades de memoria donde se encuentra el volumen de tráfico del siguiente abonado.
- (9) Se decrementa el contador que nos indica el número de abonados a muestrear. Como este número es de 2 bytes nos ayudamos de la subrutina RESTO para decrementar este contador (2016 y 2017) Esta subrutina se explicará más adelante.
- (10) Si no se ha terminado de ver a todos los abonados se decrementa el registro C, y si al decrementar se ve que este registro no es cero se vuelve al bloque 6, caso contrario se va al siguiente bloque.
- (11) Se incrementa B para direccionar otro grupo de multiplexores y volvemos al bloque (2).
- (12) Una vez que se ha terminado de muestrear a todos los abonados, se actualiza el contador del número de abonados (CNAB) para volverlo a usar en el próximo muestreo, o sea después de 0.5 segundos.



**RESTO.**- Esta subrutina se la usará exclusivamente para decrementar las localidades de memoria 2016 y 2017 que son las que contienen el número de abonados que se van a muestrear. A continuación se muestra el diagrama de flujo de esta subrutina.

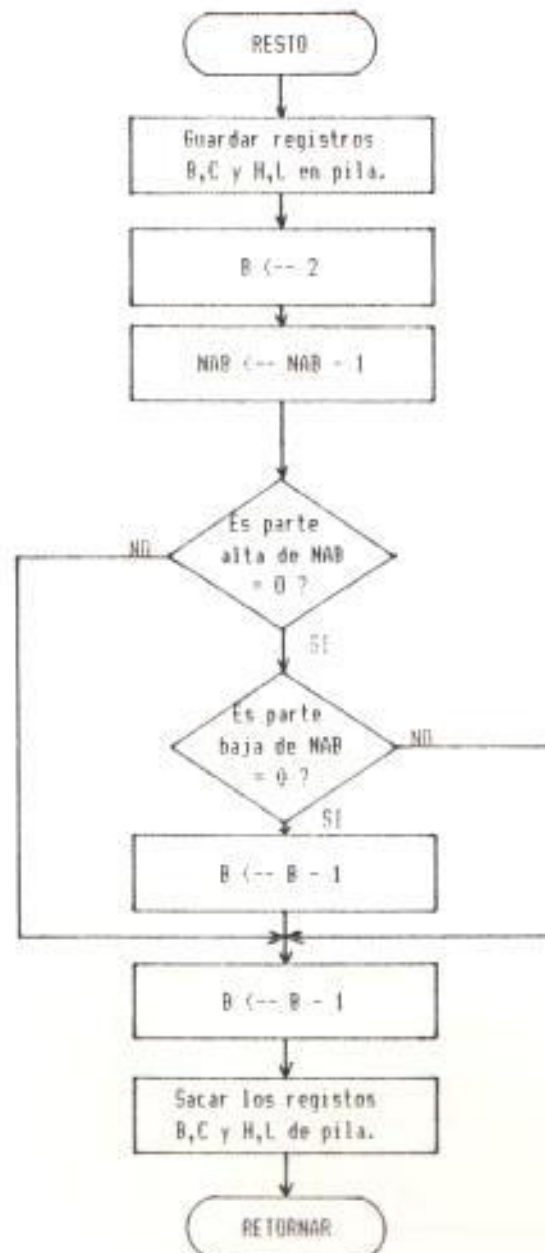


FIGURA No. 4.33: SUBROUTINA RESTO.

#### 4.2.2.5 SUBROUTINA DE CALCULO DE INTENSIDAD DE TRAFICO

El diagrama de flujo del programa correspondiente al cálculo de la intensidad de tráfico de los  $N$  abonados es el que se muestra en la figura No. 4.34.

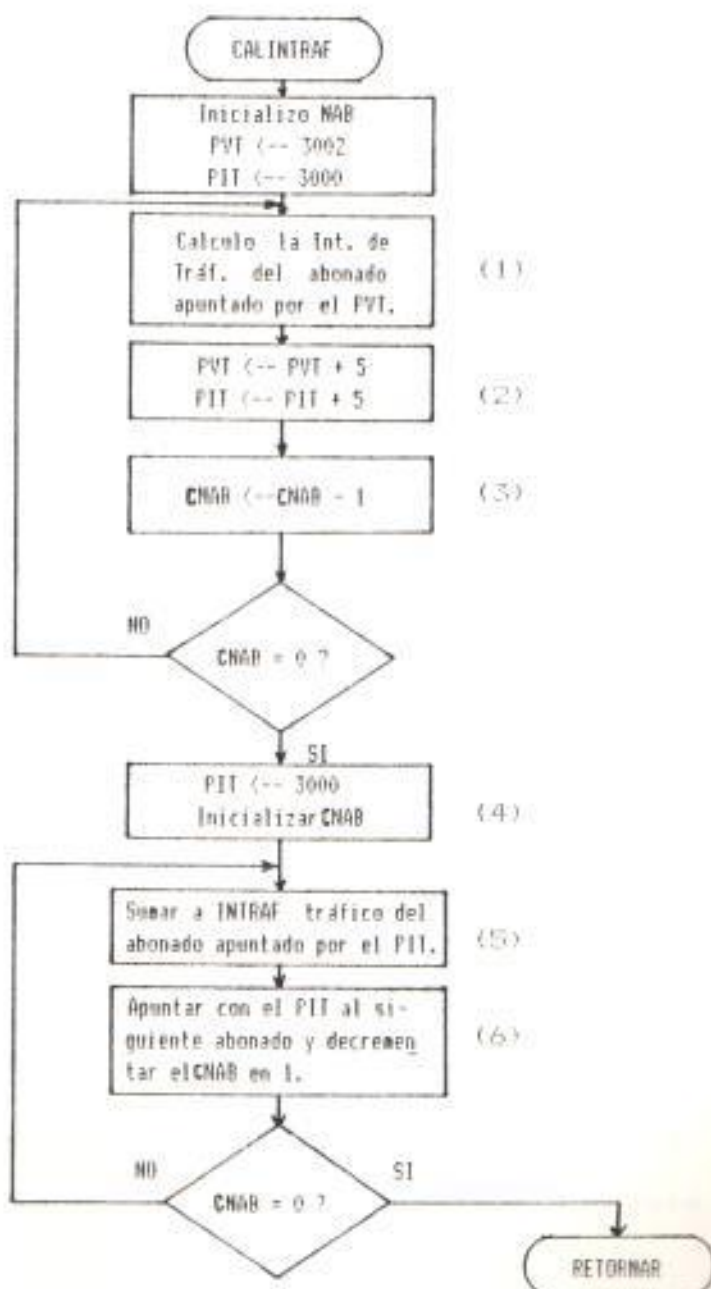


FIGURA No. 4.34: SUBROUTINA DE CALCULO DE INTENSIDAD DE TRAFICO.

A continuación haremos la explicación de cada bloque numerado.

- (1) En este bloque se calcula la intensidad de tráfico de un solo abonado.

Para calcular la intensidad de tráfico de un abonado debemos dividir el volumen de tráfico de cada abonado para el tiempo total de observación

$$A = \frac{V}{T}$$

Si delta ( $\Delta$ ) es la duración entre dos muestras, se puede aproximar el tiempo de ocupación de una línea de abonado por la expresión:

$$V = \sum \Delta = N\Delta$$

donde N es el número de muestras en estado ocupado de un abonado (tres últimos bytes que corresponden a cada abonado).

El error máximo que se puede tener durante una conversación cualquiera es de 2, y puesto que

delta es igual a 0.5 segundos el error máximo es de 1 segundo, lo cual es muy pequeño si se considera que la duración media de una conversación es de 3 minutos (0.5% de error relativo por conversación).

La duración de observación T es un múltiplo de la duración de una muestra, es decir:

$$T = X \cdot \Delta$$

Entonces la intensidad de tráfico está dada por:

$$A = \frac{V}{T} = \frac{N\Delta}{X\Delta} = \frac{N}{X}$$

En este caso:

$$\Delta = 0.5 \text{ seg.}$$

$$T = X\Delta = 0.5 X$$

$$X = \text{número de muestras} = 120 \times \text{minutos}$$

$$N = \text{número hexadecimal de 24 bits que corresponde a la proporción de muestras en estado ocupado (Volumen de Tráfico).}$$

En el cálculo del tráfico, entonces se tendrá

que dividir el número hexadecimal N acumulado en los 3 últimos bytes de los 5 correspondientes a cada abonado por el número X que representa el periodo total de observación y guardar este cociente en los dos primeros bytes en notación BCD.

Con el programa de cálculo desarrollado es posible obtener para esta división un cociente de cuatro cifras decimales (el cociente es siempre menor o igual a 1). Las cifras se obtienen una a una directamente en notación decimal y se almacenan en los dos bytes antes mencionados.

A continuación se describen algunas de las variables más importantes utilizadas en el programa de cálculo.

D = Dividendo = Volumen de tráfico de cada abonado almacenado en los tres últimos bytes de los cinco que se reservan para cada abonado.

d = divisor = Tiempo de observación de los abo-

nados. Esta variable se encuentra en las localidades 2009 (M10), 200A (M11) y 200B (M12) en complemento a dos para hacer la resta entre el dividendo y el divisor en la rutina de división.

Q = Cociente = Que almacena temporalmente cada una de las cifras que se van obteniendo de la intensidad de tráfico de los abonados. Esta cifra es cargada sucesivamente en los bytes de intensidad de tráfico.

K = Contador de cifras: variable que determina cuántas cifras decimales se va a obtener en el cociente, en nuestro caso  $K = 4$ .

El algoritmo utilizado para realizar la división y extraer el número de decimales que se desee, es el mismo que se utiliza en aritmética cuando se quiere dividir un número (dividendo) por otro mayor. Este será siempre el caso en el presente trabajo puesto que en la mayoría de ocasiones el dividendo, que representa el volumen de tráfico, es menor que el divisor o

número total de muestras excepto en cuando ambos sean iguales, lo cual querría decir que un abonado ocupó su línea durante todo el período de observación, que es poco probable.

El algoritmo puede resumirse del siguiente modo:

1. Se multiplica el dividendo por 10.
2. Se comparan dividendo con divisor.
3. Si el dividendo es mayor que el divisor se realiza la división obteniéndose un cociente (un dígito) y un residuo.
4. Si el dividendo es menor, se pone al cociente 0 y el residuo es igual al dividendo.
5. El residuo pasa a ser dividendo y se vuelve al paso 1 tantas veces cuantas cifras se deseen en el cociente.

El siguiente es un ejemplo de este procedimiento:

Supongamos que se desea dividir el número 2 pa-

para 21 y que queremos obtener 4 cifras.

En el primer paso nos dicen que debemos multiplicar el dividendo por 10.

$$2 \times 10 = 20$$

Luego comparamos dividendo con divisor.

$$20 < 21$$

Como es menor ponemos 0 al cociente y el dividendo es el residuo.

$$\begin{array}{r} 20 \overline{) 21} \\ 20 \quad 0 \text{ (primera cifra)} \end{array}$$

Multiplicamos el nuevo dividendo por 10.

$$20 \times 10 = 200$$

Luego comparamos dividendo con divisor.

$$200 > 21$$

Como el dividendo es mayor dividimos y obtene-



mos que:

$$\begin{array}{r} 200 \ / \ 21 \ \underline{\hspace{1cm}} \\ 11 \ 9 \text{ (segunda cifra)} \end{array}$$

El nuevo dividendo lo multiplicamos por 10.

$$11 \times 10 = 110$$

Luego comparamos dividendo con divisor.

$$110 > 21$$

Como el dividendo es mayor dividimos.

$$\begin{array}{r} 110 \ / \ 21 \ \underline{\hspace{1cm}} \\ 5 \ 5 \text{ (tercera cifra)} \end{array}$$

El nuevo dividendo que es igual al residuo se lo multiplica por 10.

$$5 \times 10 = 50$$

luego comparamos dividendo con divisor.

$$50 > 21$$

Como el dividendo es mayor dividimos.

$$\begin{array}{r} 50 \ / \ 21 \underline{\hspace{1cm}} \\ 8 \ 2 \text{ (cuarta cifra)} \end{array}$$

luego:

$$\begin{array}{r} 2 \ / \ 21 \underline{\hspace{1cm}} \\ 8 \ 0.0952 \end{array}$$

Con respecto al algoritmo usado cabe aclarar lo siguiente:

La división se realiza con los números expresados en forma hexadecimal, sin embargo las cifras que se obtienen están en notación BCD, porque al multiplicar el dividendo por 10 decimal y comparar con el divisor se asegura que el dividendo nunca llegue a ser más de 10 veces mayor que el divisor, de tal manera que el cociente deberá ser un dígito entre 0 y 9 del sistema decimal.

El resultado luego de la operación queda almacenado en las 5 localidades de memoria de la siguiente forma:

00	3004
00	3003
02	3002
09	3001
52	3000

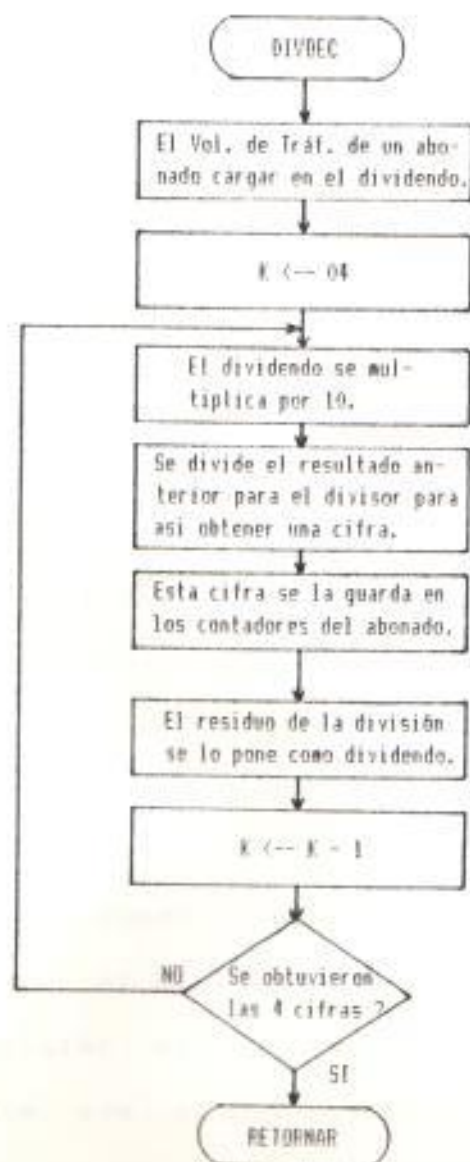


FIGURA No. 4.35: DIVISION DECIMAL.

El programa para implementar la división decimal utiliza un programa de división binaria, el cual realiza la división de un número de 3 bytes por un número de 2 bytes expresados ambos en notación hexadecimal y obtiene un cociente y un residuo también hexadecimales.

Aunque estos resultados son hexadecimales se provee un método (como se explicó al hablar del algoritmo general) que permite obtener cuatro cifras o más que están en el rango de 0 a 9 y que representan, por lo tanto, el resultado en notación BCD sin necesidad de un algoritmo expreso en conversión hexadecimal-decimal.

Para este propósito se usarán, al igual que en la multiplicación, el método de desplazamientos para obtener el resultado de la división, pero en este caso los desplazamientos son para la izquierda. El siguiente es el algoritmo.

1. El dividendo rotamos un bit a la izquierda sobre el dividendo auxiliar. El dividendo auxiliar es un número de igual número de bits que el del divisor y nos sirve para

simular lo que nosotros hacemos con el lápiz al separar con una coma los dígitos más significativos del dividendo uno a uno para así comparar el número de cifras separadas con el divisor y ver si nos alcanza o no.

2. Restamos el dividendo auxiliar con el divisor. Aquí cabe anotar que el divisor se encuentra en complemento a dos como resultado de la subrutina que lee el tiempo de muestreo, por lo tanto la resta se convierte en suma.
3. Si el resultado de la resta es negativo ( $Cy=0$ ), se introduce en el byte designado para el resultado (200C (M13)) un cero por la derecha.

X X X X X X X X <--- 0

4. Si el resultado es positivo ( $Cy=1$ ) este resultado se convierte en el nuevo dividendo auxiliar y se introduce en el resultado un uno por la derecha.

X X X X X X X X <--- 1

5. Si se han rotado a la izquierda todos los bits del dividendo sobre el dividendo auxiliar, entonces se ha acabado la división, si no volvemos al primer paso.

El siguiente es el diagrama de flujo del programa que corresponde a la división binaria.

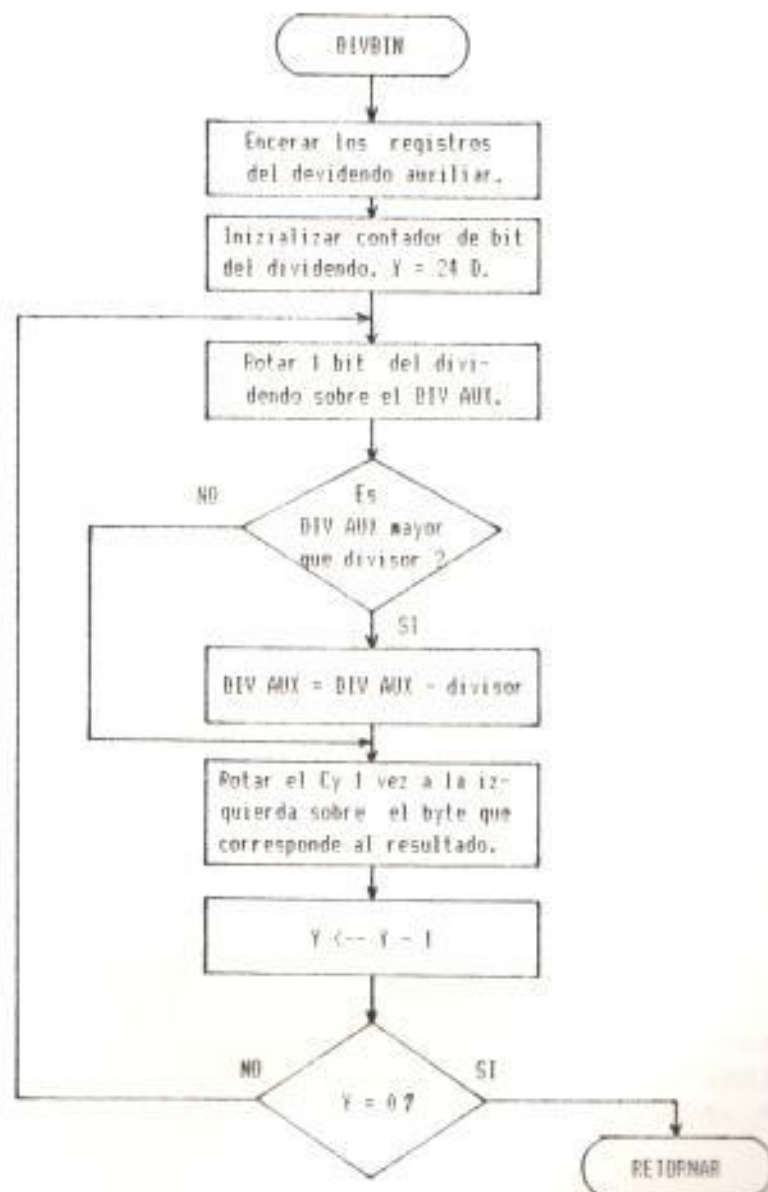


FIGURA No. 4.36: SUBROUTINA DE DIVISION BINARIA.

Ilustraremos con un ejemplo el algoritmo usado para la división binaria.

Supongamos que se quiere dividir el número 25 para el número 7, expresados en binario estos números son:

$$25 = 11001$$

$$7 = 00111 \quad \text{que en } 2^c \text{ es } 11001$$

La división se la realiza como sigue:

Carry	Dividendo Auxiliar	Dividendo	
X	00000	11001	
X	00001	10010	Paso 1
	-11001		Paso 2
0	11000		Paso 3, resultado es 00000
0	00011	00100	Paso 1
	-11001		Paso 2
0	11100		Paso 3, resultado es 00000
0	00110	01000	Paso 1
	-11001		Paso 2
0	11111		Paso 3, resultado es 00000
0	01100	10000	Paso 1
	-11001		Paso 2
1	00101		Paso 4, resultado es 00001 y div. aux. es:

1	00101	10000	
1	01011	00000	Paso 1
	-11001		Paso 2
1	00100		Paso 3, resulta do es 00011

Ya se rotaron todos los bits del dividendo. Paso 5

Entonces el resultado de dividir 25 para 7 es 3 con residuo 4.

- (3) Incrementar el PIT y el PVT en 5 para direccionar a otro abonado, y decrementar el contador del número de abonados para ver si ya se calculó la intensidad de tráfico de todos los abonados.
- (4) Inicializar el PIT con la dirección 3000 así como también el contador del número de abonados (CNAB) para que con estos parámetros poder calcular el tráfico telefónico de todo el grupo de abonados muestreados, empleando la técnica que se explicó en el punto 3.8.
- (5) A las localidades de memoria que se encuentran después de la tabla de abonados y que se las destina para que guarden la intensidad del gru-



po de abonados (AINTRAF), se les suma el tráfico del abonado que está apuntado por el PIT.

- (6) Con el PIT se apunta al siguiente abonado y se decrementa para ver si ya se sumaron todos los valores de tráfico de todos los abonados y así obtener el tráfico del grupo.

#### 4.2.2.6 SUBROUTINA DE VISUALIZACION DE RESULTADOS

La visualización es la primera forma de salida de los resultados de intensidad de tráfico. Para esta salida se utilizan los visualizadores del KIT SDK-85 conectados al microprocesador a través del 8279.

El programa general de visualización se compone de dos partes:

1. Visualización de un abonado en especial.
2. Visualización del grupo de abonados.

El siguiente es el diagrama de flujo de la subrutina de visualización de resultados (VISRES), figura No. 4.37.

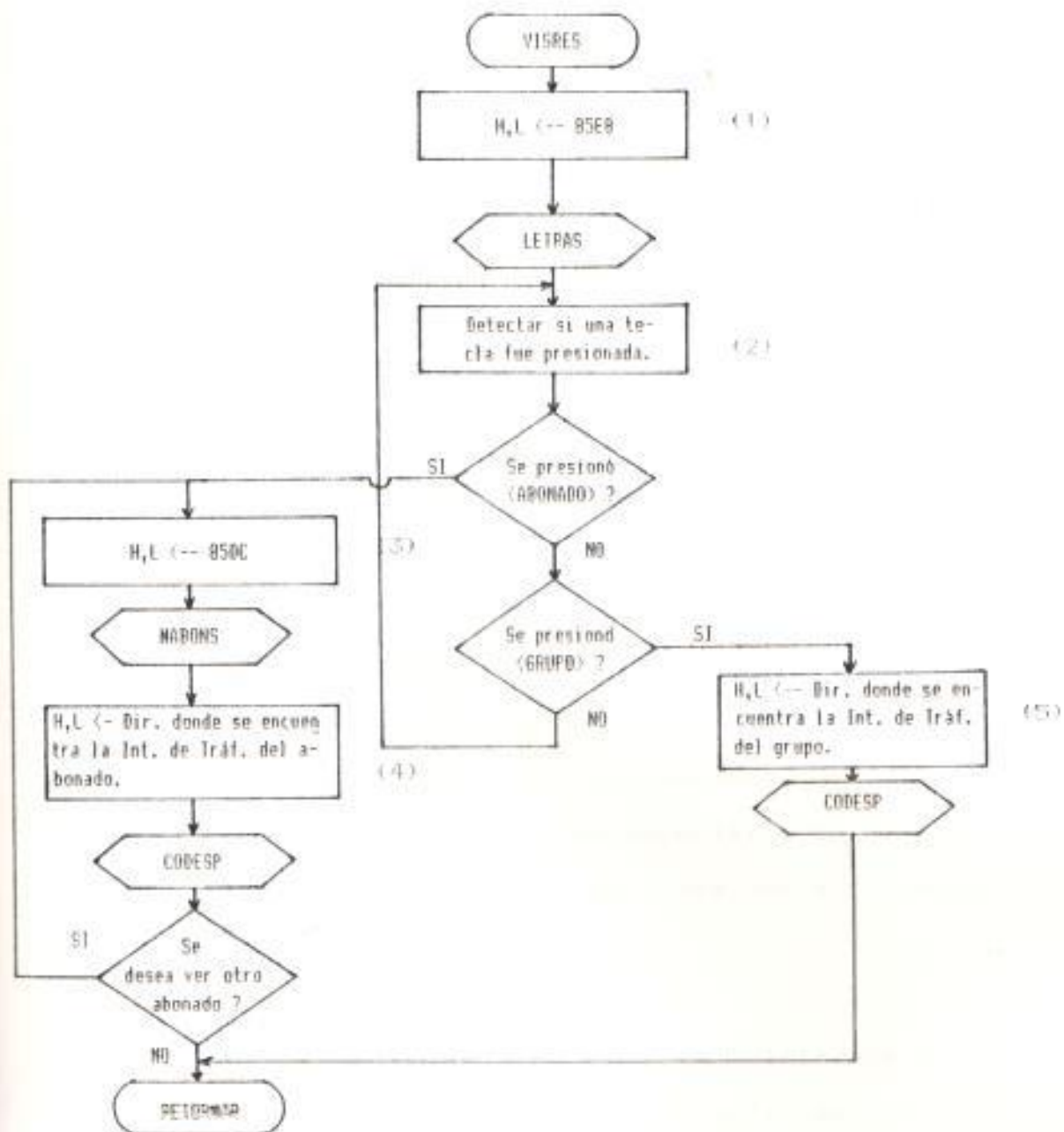


FIGURA No. 4.37: SUBROUTINA DE VISUALIZACION DE RESULTADOS.

Explicaremos a continuación cada uno de los bloques numerados:

- (1) Se cargan en los registros H y L la dirección de la primera localidad de memoria donde se encuentran los códigos de las letras AB o G? para que cuando se llame a la subrutina LETRAS estas salgan por el visualizador del SDK-85.
- (2) Se detecta si una tecla es presionada con la ayuda de la subrutina RDKBD. En esta parte del programa sólo se pueden aceptar dos teclas: ABONADO, que para el microprocesador es la letra C o código 00001100 y la tecla GRUPO que es la tecla D del KIT o código 00001101. Si se presiona ABONADO es porque queremos ver el tráfico de un abonado en especial y si presionamos GRUPO es porque se desea ver el tráfico del grupo de abonados.
- (3) Si se presiona ABONADO en los registros H y L se carga la dirección de las primeras localidades de memoria donde se encuentran los códigos de las letras AB ? para que con la subrutina N ABONS estas letras aparezcan en el desplie

que visual y además se inquiera sobre que abonado se desea ver su intensidad de tráfico y así posicionarse en la tabla de abonados.

(4) En los registros H y L se pone la dirección donde se encuentra el valor de la intensidad de tráfico del abonado que se desea consultar. La visualización de este resultado es tarea de la rutina CODESP (Código Especial) que se explicará luego.

(5) Si en el bloque (2) se presionó GRUPO, se carga la dirección de la memoria donde se encuentra la intensidad de tráfico de todo el grupo en los registros H y L y al igual que en el bloque (4) se llama a la subrutina CODESP para la visualización de este valor.

Luego de la visualización del tráfico de un número determinado de abonados o del grupo de abonados se regresa al programa principal para imprimir los resultados.

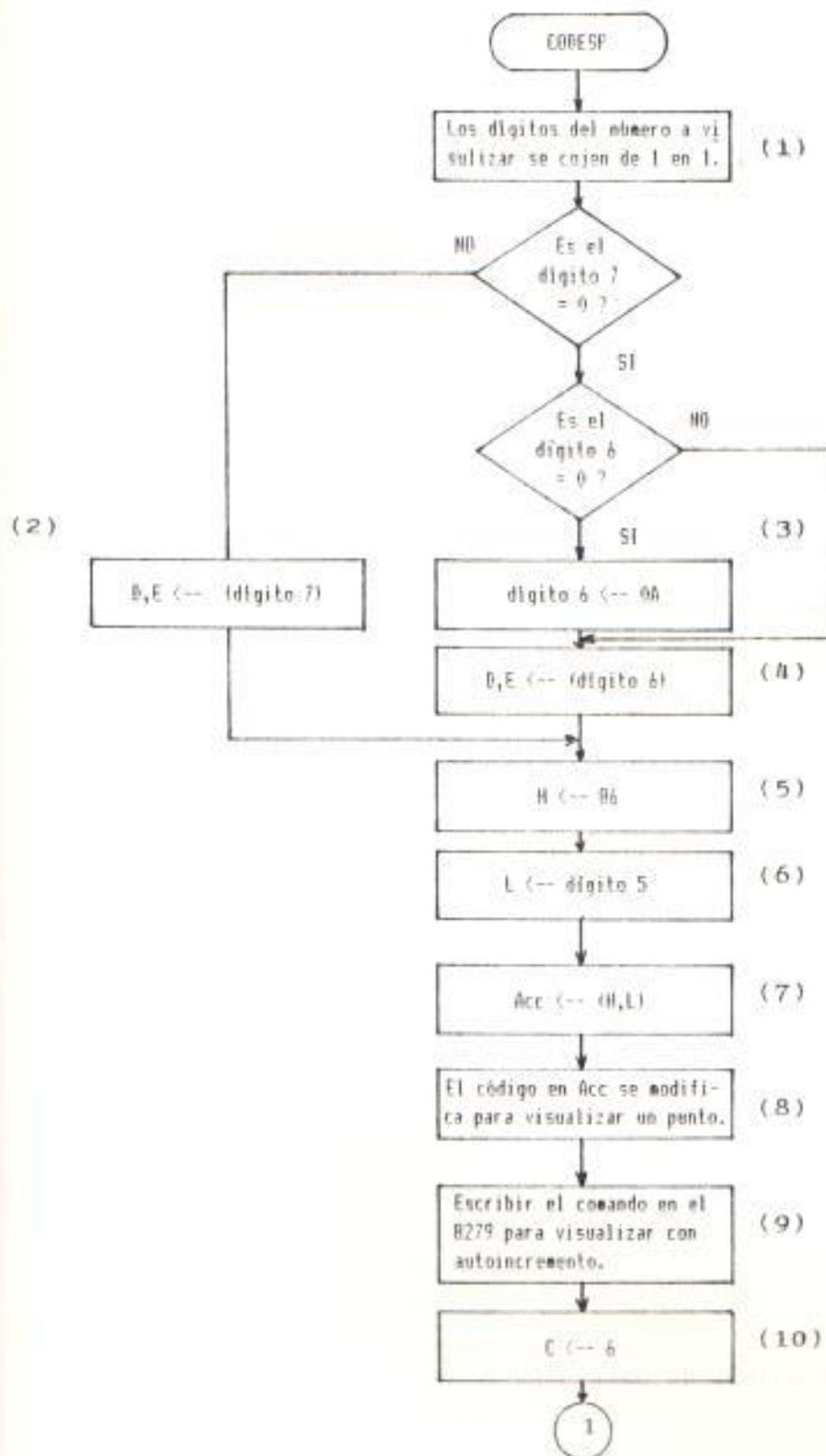
En el diagrama de flujo anterior se puede apreciar la existencia de la subrutina CODESP que es la que

saca por los visualizadores los números que pertenecen al valor de la intensidad de tráfico de un abonado (que es menor a uno o uno) o del grupo (que es un número decimal que puede ser igual a 256 o menor.

Esta subrutina está diseñada para manejar números decimales de 6 dígitos con punto flotante. Los siguientes son los números que se pueden representar con esta subrutina.

```
X X X . X X X
      X X . X X X X
            X . X X X X
                  0 . X X X X
```

Y cuyo diagrama de flujo se muestra en la figura No. 4.38.



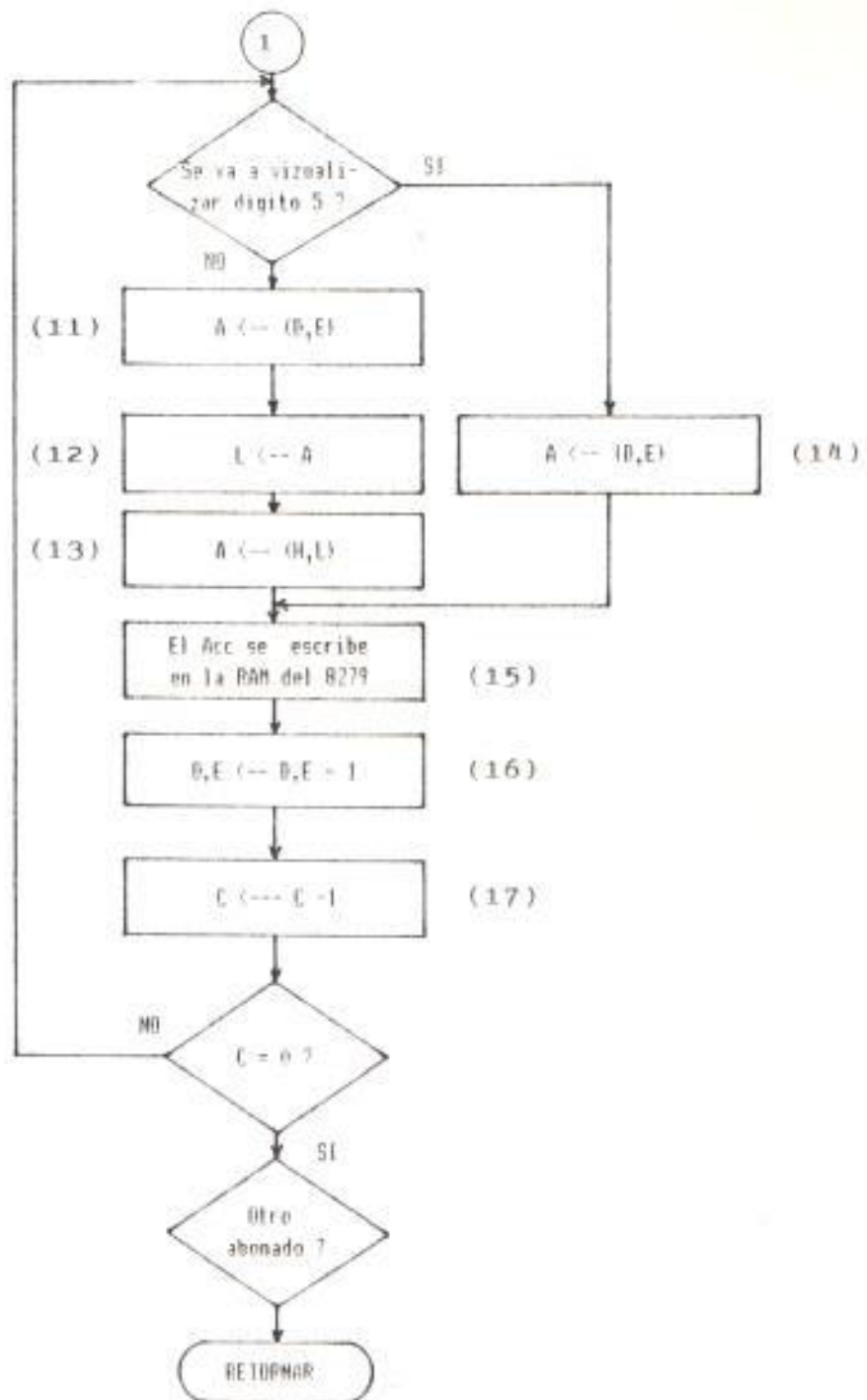


FIGURA No. 4.38: SUBROUTINA DE CODIGO ESPECIAL.

Se explicará a continuación cada uno de los bloques:

- (1) En este bloque se coge un número de 7 dígitos y se separa sus dígitos de uno en uno, esto se hace con la ayuda de la subrutina SEPDIG. Cada dígito quedará almacenado desde la memoria 201E hasta la memoria 2024, siendo 201E la localidad de memoria donde se encuentra el dígito menos significativo del número (dígito 1).

Por ejemplo si tenemos el número 1234567 el resultado de ejecutar este bloque de instrucciones es:

2024	01	2020	05
2023	02	201F	06
2022	03	201E	07
2021	04		

En estas localidades de memoria lo que en realidad se está haciendo es poner la dirección baja de la localidad de memoria donde se encuentra el código especial para visualizar el dígito.



- (2) Si el dígito 7 del número es distinto de 0 se lo visualiza, para lo cual hay que cargar los registros D y E con la dirección 2024.
- (3) Si el dígito 6 es cero se carga en la memoria 2023 el número hexadecimal 0A. Esto se hace para que en el visualizador 0 del KIT no se encienda y así solo se puedan ver 5 dígitos. Se pone 0A porque esta es la dirección baja donde se encuentra FF que es el código para que no se encienda ningún segmento del visualizador 0.
- (4) Si el dígito 6 no es cero se carga en los registros D y E la dirección 2023.
- (5) Se carga la dirección alta donde están los códigos especiales de los 9 dígitos que se pueden representar en el registro H. La dirección alta donde están estos códigos es 86. Con este dato y con el que se obtiene en el bloque (1) se forma la dirección donde se encuentran los códigos. Así tenemos que:

8600      0000 1100 = 0C = 0

8601	1001 1100 = 9F = 1
8602	0100 1010 = 4A = 2
8603	0000 1011 = 0B = 3
8604	1001 1001 = 99 = 4
8605	0010 1001 = 29 = 5
8606	0010 1000 = 28 = 6
8607	1000 1111 = 8F = 7
8608	0000 1000 = 08 = 8
8609	1000 1001 = 89 = 9
860A	1111 1111 = FF = En blanco

(6,7,8) En estas instrucciones se pone en el registro L el contenido de la memoria 2022. Al tener en los registros H y L la dirección completa donde se encuentra el código del dígito 5 del número, se ejecuta la instrucción MOV A,M para así tener el código en el acumulador del 8085 y poder de esta manera ejecutar la instrucción ANI F7, esto con el propósito de hacer aparecer un punto en el visualizador 1, ya que se puso un 0 en el segmento dp del dígito 5.

(9) Se escribe el comando necesario para que el 8279 displaye dígitos a partir del visualizador 0 del KIT, o sea desde el extremo izquierdo de

los visualizadores y con la modalidad de auto-incremento.

(10) Se inicializa el contador C con 6 porque 6 son las veces que se va a escribir sobre la RAM del 8279 y así poder usar los 6 visualizadores del KIT.

(11,12,13) Como en el registro H se encuentra la dirección alta de las localidades de memoria donde están los códigos de los nueve dígitos, el registro L se debe poner la dirección baja y esto depende del dígito que se desea representar y esta información se la haya en la dirección que señalan los registros D y E. Una vez que se tiene completa la dirección en los registros H y L, el contenido de esta dirección se la pone en el acumulador.

(14) Cuando se vaya a visualizar el dígito 5, el código cambiado de éste dígito se lo debe poner en el acumulador para que de esta forma se vea el punto.

(15) La información que se tiene en el acumulador se

la escribe en la RAM del 8279 para que finalmente se pueda ver el dígito en el despliegue visual del KIT.

(16) Se decremента los registros D y E para visualizar otro dígito menos significativo del número, así como también el contador de dígitos que se desea sacar por lo visualizadores.

(17) Con la ayuda de RDKBD se pregunta si se desea ver la intensidad de tráfico de otro abonado y se retorna al programa principal.

En el bloque (1) se habla de la subrutina SEPDIG, la cual explicaremos a continuación.

**SEPDIG.**- Esta subrutina nos sirve para separar los dígitos de un número de uno en uno para así poder manipularlo en las subrutinas de visualización y de impresión. Cada uno de los dígitos del número se almacenan a partir de la localidad 201E hasta la 2024, si es que el número es de 7 dígitos como es nuestro caso.

El diagrama de flujo de esta subrutina se la

encuentra en la figura No. 4.39.

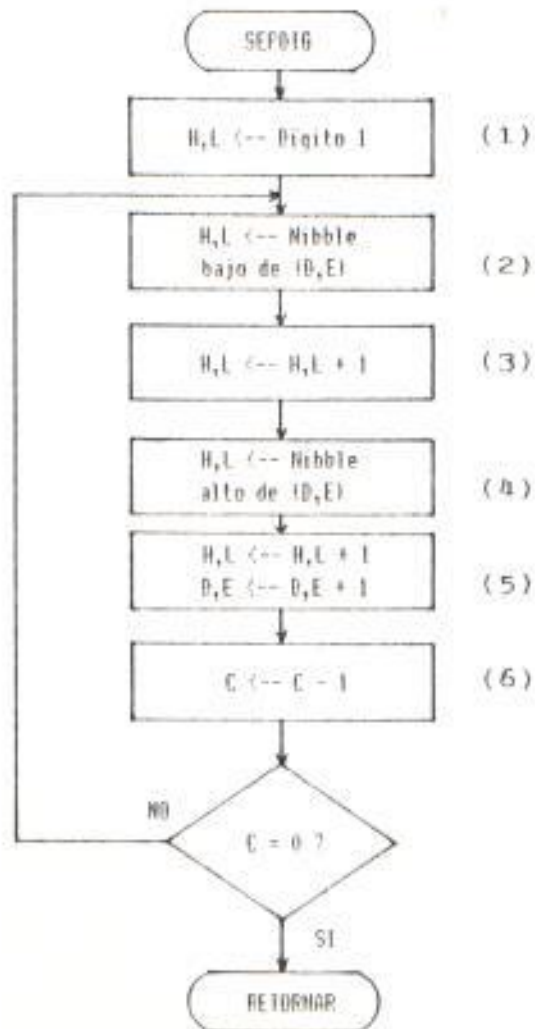


FIGURA No. 4.39: SUBROUTINA PARA SEPARAR DIGITOS.

Explicaremos a continuación cada uno de los bloques numerados.

- (1) Se carga en los registros H y L la primera dirección donde se va a guardar el dígito menos significativo del número (201E).
- (2) Los 4 bits menos significativos del contenido de la memoria dada por D y E se lo guarda en la memoria dada por H y L.
- (3) Se incrementa H y L para almacenar el dígito que sigue.
- (4) Los 4 bits más altos del contenido de la memoria dada por D y E se lo almacena en la memoria dada por H y L, esto es el otro dígito.
- (5) Se incrementa H, L y D, E para coger otro par de dígitos y guardarlos en las siguientes dos memorias.
- (6) Se decrementa el valor que determina cuantos pares de dígitos se desea separar. En nuestro caso cuatro.

#### 4.2.2.7 SUBROUTINA DE IMPRESION

En este programa se hará la impresión de la

intensidad de tráfico de todos los abonados muestreados así como también del grupo de abonados.

Para obtener un formato de impresión es necesario describir algunos comandos en la impresora, todos en código ASCII y que a continuación describiremos.

**ESC l (n).**- Este comando establece el margen izquierdo de una línea de impresión y debe ser introducido antes de los caracteres que se van a imprimir en esa línea. En código ASCII este comando es 1B 6C (n) donde **n** es el número de espacios que tiene el margen y debe estar expresado en forma hexadecimal.

**ESC D (N) 0.**- Este comando establece las paradas de tabs horizontales y que son ejecutadas con cada comando de HT recibido. El seteo de estos tabs son introducidos en un orden numérico ascendente y son terminados con un 0. Su código es 1B 84 (n), donde **n** son los tabs.

**ESC ! (N).**- Este comando selecciona uno de los 16

diferentes estilos y combinaciones de impresión que posee la impresora. **D** es un número hexadecimal y que representa el estilo que uno desea escoger. Los estilos y combinaciones de impresión se pueden consultar en el manual de la impresora, página 3-15. Su código es 1B 21 (n).

**HT.-** Ejecuta la función de tab horizontal. Las posiciones de tab horizontal son determinadas por ESC D (N1, N2, ..., Nk); de otro modo los tabs son automáticamente seteados cada 8 caracteres cuando se prende la impresora. Su código es 09.

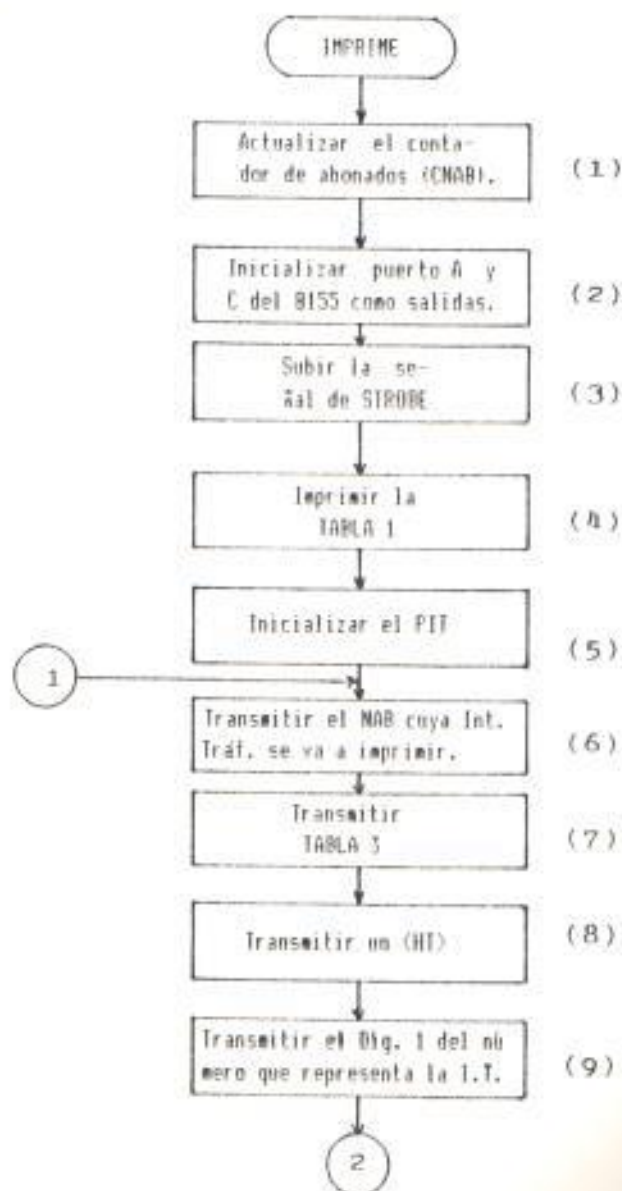
**LP.-** La recepción de este comando causa la impresión de todos los datos que están en el buffer de la impresora, luego el papel es movido una línea hacia arriba. Su código es 0A.

**CR.-** Cuando este código es recibido, todos los datos que están en el buffer de la impresora son impresos. Con el switch SW3-8 en ON el papel sefa movido una línea hacia arriba auto-



máticamente, caso contrario la siguiente posición de impresión es en el primer carácter en la misma línea. Para efectos de esta tesis nosotros tenemos el switch antes mencionado en estado de encendido. Su código es 0D.

A continuación tenemos un diagrama de flujo del programa de impresión en la figura No. 4.80.



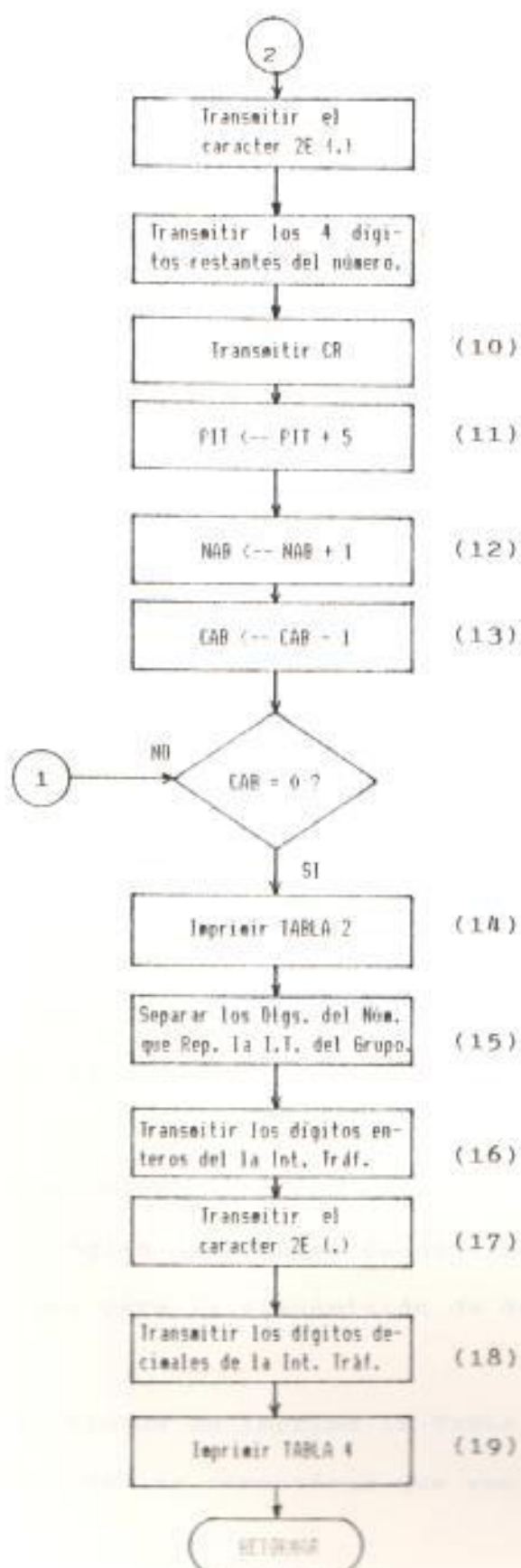


FIGURA No. 4.40: SUBROUTINA DE IMPRESION.

Explicaremos a continuación cada uno de los bloques.

- (1) Se actualiza el contador del número de abonados (CNAB) con el propósito de tener un control sobre el número de abonados cuyo tráfico se va a imprimir.
- (2) Se inicializa el puerto A y C del 8155 de expansión como salidas. Los bits 1-8 del puerto A se los conecta a la barra de datos de la impresora para de esta manera lograr la comunicación paralela de datos. El bit 0 del puerto C se lo conecta al pin STROBE del conector.
- (3) Cuando se inicializa el puerto C del 8155 los pines presentan en su salida un nivel bajo y dado que la línea de STROBE está conectada a uno de estos pines y siendo necesario que el nivel por esta línea sea alto se procede a enviar un nivel alto por este pin, para mantener la lógica de señales de acuerdo a lo que se establece para la transmisión de datos.
- (4) En este bloque se imprime la TABLA 1. La TABLA 1 contiene los caracteres que van a ser impre-

sos en la primera, segunda y tercera fila de la hoja de impresión. La transmisión de estos datos se la hace por medio de la subrutina TRANS L que será explicada luego.

- (5) Se posiciona el PIT en el primer abonado.
- (6) Se transmite el número de abonado cuya intensidad de tráfico se va imprimir. Para esto es necesario llamar a la subrutina de SEPDIG para separar los dígitos uno a uno y a la subrutina TRANS N para enviar a la impresora estos dígitos uno a uno.
- (7) Se transmite la TABLA 3. En esta tabla se establece la posición en la cual se va a imprimir el número del abonado y su intensidad de tráfico.
- (8) Al transmitir el comando HT, lo que se hace es mandar a imprimir a la impresora el número del abonado en la posición que se estableció en la TABLA 3. Para transmitir este comando se usa la subrutina TRANS que se explicará mas adelante.

- (9) Se transmite el dígito más significativo del número que representa la intensidad de tráfico del abonado, luego se transmite un punto (.) y luego los cuatro dígitos restantes del número, todo esto se logra usando las subrutinas SEPDIG, TRANS N y TRANS.
- (10) Se transmite CR para imprimir lo que se transmitió antes.
- (11) Se posiciona el PIT en el siguiente abonado.
- (12) Se incrementa el contenido de las localidades de memoria que tienen el número del abonado que se va a imprimir, es decir 2013, 2014 y 2015.
- (13) Se decrementa el contador de abonados y se ve si se imprimieron todos los abonados uno a uno.
- (14) Se transmite e imprime la TABLA 2 que es la que posee los caracteres que se van a imprimir en la última línea de la hoja.
- (15) Con la subrutina SEPDIG se separan los dígitos que representan el valor de intensidad de

tráfico del grupo de abonados.

- (16) Se transmiten los dígitos enteros de la intensidad del tráfico del grupo de abonados con la ayuda de la subrutina TRANS N.
- (17) Luego de transmitir los números enteros se transmite con la subrutina TRANS un punto (.)
- (18) Después se transmite los números decimales con la ayuda de TRANS N.
- (19) Finalmente se imprime lo transmitido anteriormente y además se transmite e imprime la TABLA ã que contiene las letras ERLANGS.

Habíamos mencionado antes a tres subrutinas que se usan para la transmisión de caracteres a la impresora, las cuales explicaremos a continuación.

TRANS\_L. - Nos sirve para transmitir comandos y letras. Antes de entrar a la subrutina se debe especificar cuántos datos se van a transmitir y la localidad de memoria desde donde se va comenzar a transmitir. Su diagrama de flujo se encuentra en la figura No. ã.41.

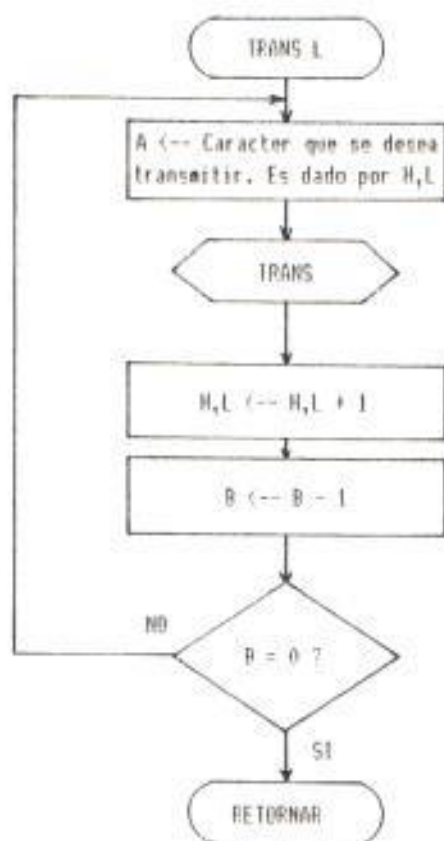


FIGURA No. 4.41: SUBROUTINA DE TRANSMISION DE LETRAS.

**TRANS\_N.**- Esta subrutina nos sirve para transmitir números. Los dígitos para poderlos transmitir se necesitan que estén en código ASCII; lo cual se logra muy fácilmente al sumáries 30 (H) a estos dígitos que están en código BCD. El diagrama de flujo se muestra en la figura No. 4.42, donde B es el número de dígitos que se van a transmitir.

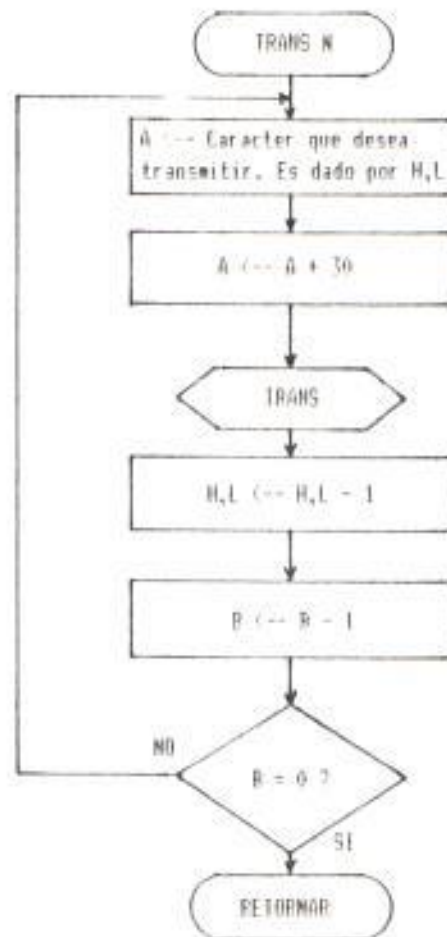


FIGURA No. 4.42: SUBROUTINA DE TRANSMISION DE NUMEROS.

**TRANS.**- Esta subrutina es la que realiza la transmisión de datos propiamente dicha. Lo que hace es lo siguiente: primero el dato que está en el acumulador lo saca por el puerto A del 8155 de expansión, luego manda un pulso negativo por el pin de STROBE, a continuación habilita las interrupciones y para la ejecución del programa hasta que la impresora baje su señal de BUSY con lo cual se



indica que el dato transmitido ya fué recibido por la impresora y guardado en su buffer. Luego de esto se retorna al programa que llamó a la subrutina.

El diagrama de flujo se encuentra en la figura No. 4.43.

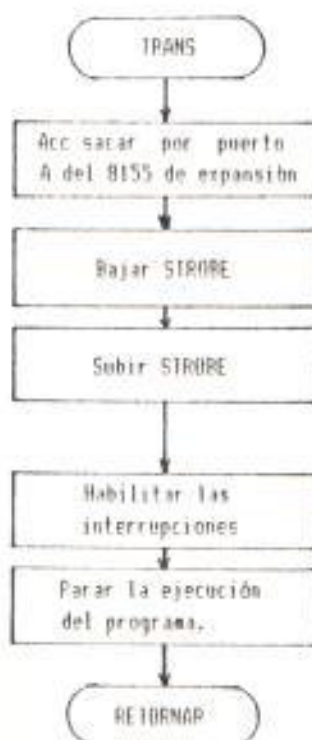


FIGURA No. 4.43: SUBROUTINA DE TRANSMISION DE UN DATO.

Dentro del software diseñado existen dos subrutinas pequeñas que son usadas muy a menudo, ellas son:

**ENCERAR.** - Que encera un número predeterminado de localidades de memorias.

El número de memorias a borrar está dado por el valor del registro D y la dirección de la primera localidad de memoria del bloque de memorias que se van a borrar está dado por los registros H y L. El valor de estos registros debe ser dado antes de ingresar a la subrutina. A continuación el diagrama de flujo de esta subrutina.

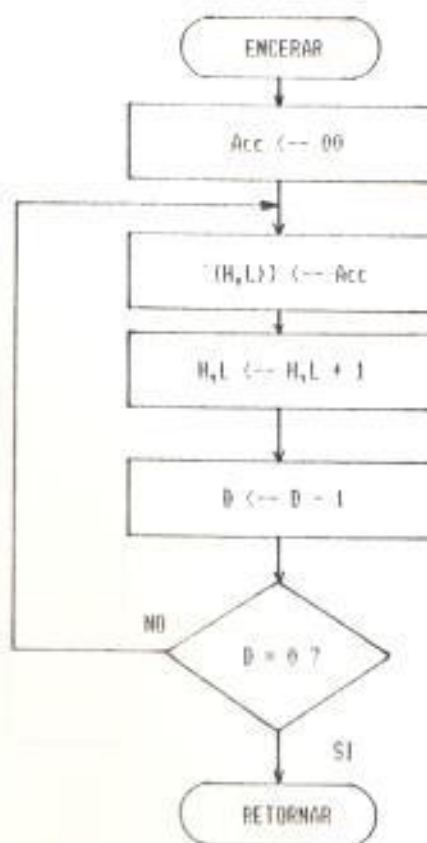


FIGURA No. 4.44: SUBRUTINA DE EN CERAR.

**TRANSFERIR.** - Que transfiere el contenido de tres localidades de memoria seguidas, cuya primera dirección está dada por los registros H y L, a otras tres localidades de memoria seguidas y cuya primera dirección está dada por los registros D y E. Los registros antes mencionados se los carga antes de entrar a la subrutina. El siguiente es su diagrama de flujo:

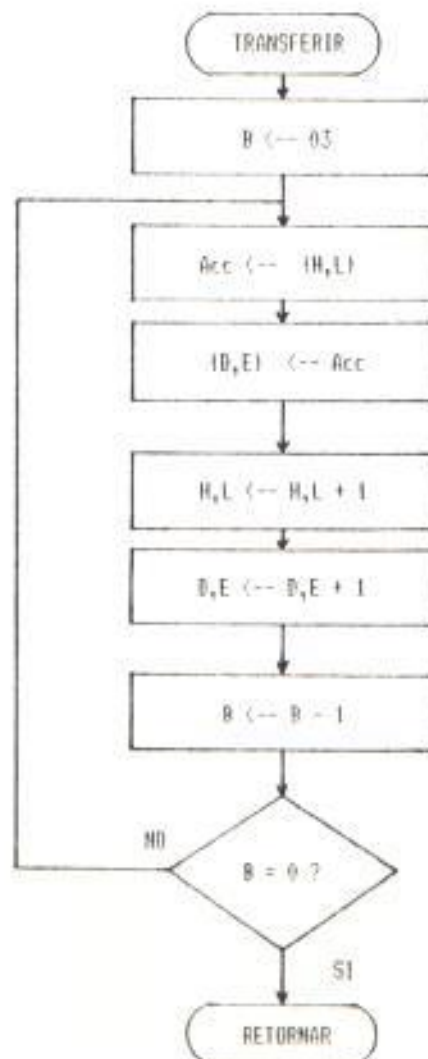


FIGURA No. 4.45: SUBROUTINA DE TRANSFERIR.

Con la explicación de estas dos subrutinas se ha completado el diseño del Registrador de Tráfico Telefónico, faltando solamente implementarlo y hacer una prueba experimental, como se lo hará en el siguiente capítulo.

## CAPITULO V

### INSTRUCCIONES DE OPERACION Y PRUEBA EXPERIMENTAL

#### 5.1 INSTRUCCIONES DE OPERACION

Se expondrán a continuación los procedimientos para una correcta utilización y operación de este Registrador de Tráfico Telefónico. Primeramente se explicarán las funciones de cada una de las teclas, así:

**BORRAR:** Sirve para corregir un dígito que por equivocación se tipeo mal.

**HORAS:** Se la debe presionar una vez que se han tipeado las horas que va a durar el muestreo de las líneas.

**SEGUIR:** Se la usa luego de haber introducido el

tiempo de muestreo, luego de haber introducido el número de abonados y cada vez que se desea ver otro abonado en la subrutina de visualización del tráfico telefónico.

V: Sirve para realizar la visualización de los resultados de la medición.

I: Es usada cuando se desea imprimir los resultados de la medición.

AB: Se la presiona cada vez que se desea ver el tráfico telefónico de los abonados en forma individual.

G: Se la usa cuando se desea ver el tráfico telefónico del grupo de abonados muestreados.

Una vez descritas todas las teclas que se usan en el Registrador de Tráfico Telefónico mencionaremos todos los pasos que se deben seguir para su operación.

1. Encender la fuente de poder.

2. Digitar el número 8000 y luego presionar la tecla <EXEC>.
3. Inmediatamente después saldrá en los visualizadores del KIT la palabra TIEMPO. Si se desea tener como tiempo de muestreo 1 hora se deberá presionar la tecla <SEGUIR>; si no, entonces digitar el número de horas y luego la tecla <HORAS>.
4. Si el número de minutos que corresponden al tiempo de muestreo es 00 entonces presionar la tecla <SEGUIR>; caso contrario digitar los minutos y luego la tecla <SEGUIR>.
5. Después del paso anterior saldrá en la pantalla del KIT el mensaje NAB ?, para lo cual habrá que digitar el número de abonados que se desea muestrear y luego presionar la tecla <SEGUIR>.

En este momento de la ejecución del programa se deberá esperar hasta que transcurra el tiempo que se fijó como tiempo de muestreo.

6. Transcurrido el tiempo, en los visualizadores

del KIT aparecerán las letras V o I ?, para lo cual uno tendrá que escoger la opción deseada.

7. Si se presiona <V>, en la pantalla del KIT saldrá AB o G ?, si desea ver un abonado en especial presionar al tecla <AB>, luego el número del abonado y después la tecla <SEGUIR>, si se quiere ver después a otro abonado presionar de nuevo la tecla <SEGUIR>. Para ver el tráfico del grupo presionar solamente la tecla <G>.
8. Si luego de ver el tráfico del grupo o de un solo abonado, se quiere imprimir los resultados de la medición efectuada, presionar cualquier tecla después de haber visto la intensidad de tráfico del grupo o del abonado requerido.
9. En los visualizadores otra vez saldrán las letras V o I ? y si se quiere hacer la impresión presionar la tecla <I>.
10. Cuando se acaba de hacer la impresión, en la pantalla del SDK-85 sale la palabra -FIN-; con lo que se indica que todo el procedimiento que se hizo para registrar el tráfico telefónico de un



grupo de abonados a terminado.

Para hacer otra medición volver al paso 1.

Con la descripción de las instrucciones de operación nos queda solamente hacer una prueba experimental del equipo diseñado.

## 5.2 PRUEBA EXPERIMENTAL

Para hacer la prueba experimental se conectan ocho abonados al equipo por intermedio de la interfase diseñada para el efecto y se siguen los pasos descritos anteriormente tomando como tiempo de muestreo una hora.

Levantando los auriculares de los teléfonos se genera tráfico en cada una de las líneas que se están muestreando. El tráfico generado en esta forma se lo distribuye en cada línea del siguiente modo:

ABONADO (numero)	(minutos)	TRAFICO (erlangs)
0	0	0.0000
1	10	0.1666
2	15	0.2500

3	20	0.3333
4	30	0.5000
5	40	0.6666
6	50	0.8333
7	60	1.0000

El valor del tráfico telefónico se lo obtiene dividiendo el número de minutos que la línea estuvo ocupada para el tiempo de muestreo, es decir 60 minutos. El tráfico del grupo de abonados muestreados es igual a la suma de los tráficos parciales de cada abonado, o sea 3.7498 erlangs.

Estos resultados se obtuvieron en la prueba experimental con diez milésimas de error; lo cual es plenamente satisfactorio en la práctica.

La hoja que se obtuvo como resultado de la prueba experimental que se hizo se la tiene en la siguiente página.

## TRAFICO TELEFONICO DE LOS ABONADOS

ABONADO (NUMERO)	TRAFICO (ERLANGS)
000	0,0000
001	0,1668
002	0,2502
003	0,3336
004	0,5004
005	0,6670
006	0,8340
007	1,0000

INTENSIDAD DE TRAFICO DEL GRUPO: 3.7520 ERLANGS

## CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

En el capítulo IV se explicó el diseño del hardware y software para el medidor de tráfico telefónico de un grupo de 8 abonados. A pesar de que este es un sistema operacional tal como se lo ha diseñado, es decir, puede ser usado así para algunas funciones, sobre todo de administración, la medición de un grupo de 8 abonados conectados a una central pública, por ejemplo, puesto que ella dispone de miles de abonados y sirve convenientemente en este caso un medidor que posibilite observar muchos abonados a fin de obtener datos más representativos para requerimientos de planificación de las redes.

### 1. UTILIZACION DE LOS RESULTADOS DEL MEDIDOR EN SU FORMA ACTUAL.

#### a) Salida de resultados

Como se mencionó al hablar de la programación el medidor entrega los datos de intensidad de tráfico en forma visual y en forma impresa.

En este sentido el medidor es muy versátil, puesto que se trata de un equipo pequeño que puede ser instalado en cualquier lugar de una central o de una oficina de administración y servir allí para averiguar características especiales de ciertos abonados o grupos de hasta ocho abonados. Puede, por ejemplo, ser instalado de manera tal que sea fácil conectarlo a cualquier abonado en particular para tareas de supervisión y los resultados pueden ser visualizados rápidamente gracias a la facilidad que presenta de visualizar la intensidad de tráfico en forma individual y a voluntad del usuario o los resultados de los abonados particulares pueden ser impresos para tener constancia escrita de las características y el comportamiento de los abonados que son supervisados.

b) Utilización de los resultados

Entre las características que pueden estudiarse con este medidor a cerca de los abonados podemos mencionar las siguientes:

- Se puede conocer el tráfico cursado por un

abonado en particular para controlar, por ejemplo, la tarificación del mismo cuando surgan reclamos relacionados con las planillas de pago por servicio telefónico.

- Puede utilizarse el medidor para estudiar el comportamiento de un abonado y compararlo con el comportamiento de un grupo de abonados con respecto a las horas cargadas.
  
- Existen a veces ciertas líneas, especialmente de abonados profesionales (médicos, abogados, etc.) que son muy congestionadas. En estos casos la oficina de teléfonos tiene muchas quejas de los usuarios que no pueden comunicarse con rapidez. Este aparato puede conectarse a una de estas líneas a fin de determinar si se requiere aumentar líneas para ciertos abonados muy solicitados.

En fin las aplicaciones que podrían darse al aparato en la forma que ha sido diseñado e implementado son muy variadas y ayudan sobre todo a la toma de ciertas decisiones de ca-

rácter administrativo.

## 2. RECOMENDACIONES

Las recomendaciones que se darán tienen que ver con la posible extensión que se podría dar al aparato diseñado. En efecto el conjunto de programas utilizados en el medidor de tráfico ha sido intencionalmente diseñado en forma modular (por bloques).

Esto se ha hecho precisamente para que sea fácil proveer extensiones al diseño de manera que puedan usarse los mismos programas con muy pocas modificaciones.

Además, se ha previsto 2000 localidades de memoria para los contadores de abonado y registros de intensidad de tráfico con lo cual se podría observar alrededor de 400 abonados.

### a) Incremento de la capacidad de abonados.

El programa de muestreo ha sido diseñado aparte de modo que el cálculo de tráfico se haga después de culminado el muestreo. De esta manera el tiempo entre dos muestras consecutivas no es

consumido por los programas de cálculo.

Durante el programa de muestreo, si nosotros contamos el número de estados requeridos desde que se toma una muestra hasta poder tomar otra es de 428, esto significa que el tiempo mínimo entre muestras es de:

$$t_{\text{mín.}} = 428 \frac{1}{3 \times 10^6 \text{ Hz}}$$

$$= 142.7 \times 10^{-9} \text{ seg.}$$

$$= 0.142 \text{ ms.}$$

Entonces, en 500 ms. podrían tomarse,

$$N = \frac{500 \text{ ms.}}{0.142 \text{ ms.} \times 8} = 438 \text{ muestras}$$

simultáneas de grupos de 8 abonados.

Lo cual permite tomar muestras de hasta:  
3500 abonados.



Si consideramos que una central pública de las más usadas dispone de capacidad para 10.000 abonados, podría usarse este diseño con algunos aditamentos para medir el tráfico de los abonados conectados a una de estas centrales.

#### a.a. Conexión de varios grupos

Para poder realizar la medición de tráfico de muchos abonados disponiendo de un solo puerto con 8 líneas de entrada pueden conectarse los grupos de abonados a un circuito decodificador como se explicó en el capítulo IV pero con más líneas de decodificación.

Existe un límite del sistema con decodificador puesto que con 6 líneas disponibles para hacer la decodificación, se pueden decodificar solamente hasta  $2^7 \times 8 = 256$  grupos de 8 abonados, vemos que la limitación aquí es de hardware, es decir, con un solo puerto se puede medir el tráfico de 2048 abonados.

Para extender la capacidad del medidor de

tráfico hasta un máximo de 256 grupos de 8 abonados, el único programa en el que hay que hacer un cambio significativo es el de MUESTREO, ya que hay que encerrar los contadores del temporizador con un pin de otro puerto que no sea el A del 8355 y que podría ser el puerto C del 8155 de expansión.

Lo único que quedaría hacer para completar una posible extensión del equipo es, incrementar la capacidad de memoria del SDK-85 a un número igual al número de abonados que se desea muestrear multiplicado por cinco y sumado 4 como se explicó en el programa de N ABONS.

Si se realizan los cambios sugeridos en las líneas anteriores se obtendrá un registrador de gran capacidad que bien se lo podría usar en cualquier central telefónica de la ciudad con lo que ayudaría en mucho al departamento administrativo y técnico de IETEL, así como también de los abonados que podrían verse ellos mismos la cantidad de tráfico que generan y si es demasiado, controlarlo.

## BIBLIOGRAFIA

1. TELEPHONE TRAFFIC ENGINEERING.
2. ELEMENTARY TELEPHONE TRAFFIC THEORY.
3. THE TTL DATA BOOK: TEXAS INSTRUMENTS INC., 1985
4. SYLVANIA ECG SEMICONDUCTORS MASTER REPLACEMENT GUIDE, 1985.
5. ELECTRONIC DEVICES AND CIRCUIT THEORY. BOYLESTAD AND MASHELHY PRENTICE HALL, 1982.