

25  
2ei



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO**

**ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES  
ARAGON**

**IMPACTO EN LAS CENTRALES TELEFONICAS ANALOGICAS  
DE BARRAS CRUZADAS POR LA INTRODUCCION  
DEL EQUIPO TRIPLEX**

**T E S I S**  
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE  
INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA  
P R E S E N T A  
JULIO RUIZ HERNANDEZ

SAN JUAN DE ARAGON, EDO. DE MEX. 1988

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**



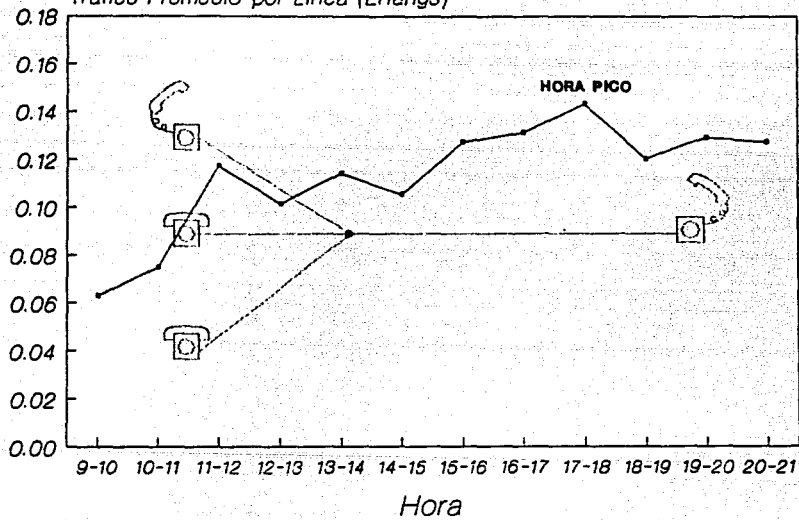
## **UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso**

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

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

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

Trafico Promedio por Linea (Erlangs)



## INDICE

	PAGINA
INTRODUCCION.	1
I.- CONCEPTOS BASICOS DE TELEFONIA.	4
I.1.- Conceptos básicos	5
I.2.- Evolución de las redes telefónicas.	9
I.3.- Descripción de la operación de una central. telefónica automática local.	13
I.4.- Descripción general de una central analógica de barras cruzadas.	19
I.4.a.- Descripción general.	19
I.4.a.1.- Selector de coordenadas.	20
I.4.b.- Descripción de una llamada local en una central analógica de barras cruzadas del tipo ARF.	22
I.4.b.1.- Generalidades.	22
I.4.b.2.- Nomenclatura de órganos.	23
I.4.b.3.- Descripción de una llamada local con una etapa de selección de grupo.	25
I.5.- Teoría de tráfico telefónico.	33
I.5.a.- Intensidad instantánea de tráfico telefónico.	33
I.5.b.- Congestión.	39

	PAGINA
II.- DESCRIPCION DEL EQUIPO TRIPLEX.	42
II.1.- Estructura del sistema.	43
II.1.a.- Módulo de suscriptor.	45
II.1.b.- Módulo poste.	46
II.1.c.- Módulo central.	48
II.2.- Funcionamiento del sistema.	50
II.2.a.- Llamada saliente.	50
II.2.b.- Llamada entrante.	51
II.2.c.- Transferencia de llamada entrante.	53
II.2.d.- Falsa llamada.	54
II.2.e.- Suspensión-habilitación del servicio.	55
II.2.f.- Especificaciones Técnicas.	55
III.- MEDICIONES.	56
III.1.- Bases de la medición.	57
III.2.- Mediciones.	59
III.2.a.- Tráfico por línea.	59
III.2.b.- Ocupaciones por línea.	71
IV.- ANALISIS DE LAS MEDICIONES.	83
IV.1.- Total de ocupaciones.	84
IV.2.- Tiempo total de ocupaciones.	86
IV.3.- Tiempo promedio por ocupación.	89
IV.4.- Tráfico promedio por línea por hora.	92

	PAGINA
IV.5.- Ocupaciones promedio por línea en la hora pico de ocupación.	95
IV.6.- Tráfico por línea en la hora pico de ocupación.	98
IV.7.- Tiempo promedio por ocupación en la hora pico de ocupación.	101
IV.8.- Ocupaciones por línea en la hora pico de tráfico.	105
IV.9.- Tráfico promedio por línea en la hora pico de tráfico.	106
IV.10.- Tiempo promedio por ocupación en la hora pico de tráfico.	111
<b>V.- RESULTADOS.</b>	<b>115</b>
V.1.- Comparación del tiempo promedio por ocupación.	116
V.2.- Comparación del tráfico promedio por línea por hora.	118
V.3.- Comparación de la cantidad de ocupaciones promedio por línea en la hora pico de ocupación.	120
V.4.- Comparación del tráfico por línea en la hora pico de ocupación.	122
V.5.- Comparación del tiempo promedio por ocupación en la hora pico de ocupación.	124

	PAGINA
V.6.- Comparación de la cantidad de ocupaciones promedio por línea en la hora pico de tráfico.	126
V.7.- Comparación del tráfico promedio por línea en la hora pico de tráfico.	128
V.8.- Comparación del tiempo promedio por ocupación en la hora pico de tráfico.	130
V.9.- Consideraciones de penetración de líneas triplex.	132
CONCLUSIONES.	135
ANEXO A.- ESPECIFICACIONES TECNICAS DEL EQUIPO TRIPLEX.	137
ANEXO B.- ESPECIFICACIONES TECNICAS DEL EQUIPO DE ANALISIS DE TRAFICO (E A T).	144
BIBLIOGRAFIA.	149

## INTRODUCCION.

La demanda de servicio telefónico a nivel nacional, ha venido incrementándose en los últimos años, de tal forma que ha superado la capacidad de oferta de líneas telefónicas. Aunado a lo anterior, la crisis económica por la que atraviesa el país, ha hecho que a pesar de existir una demanda potencial alta de servicio telefónico, esta no sea real, ya que el desembolso inicial que deben de realizar los suscriptores se ha venido incrementando, de tal forma que muchos han quedado al margen del servicio telefónico.

Con el fin de reducir el problema antes citado en las grandes redes urbanas, la empresa Teléfonos de México S.A. de C.V. (TELMEX) a través de su Centro de Investigación y Desarrollo (CID), ha diseñado un equipo denominado TRIPLEX.

El equipo TRIPLEX, ha sido diseñado con el propósito de proporcionar el servicio telefónico a tres suscriptores, los cuales comporten una sola línea y número telefónico, ésto redundará en un abatimiento de los erogaciones a realizar por parte de la empresa telefónica para proporcionarles el servicio telefónico a cada uno de los suscriptores, y por lo tanto, cada uno de ellos tendrá que hacer un desembolso inicial menor para la contratación del servicio telefónico. Con lo cual, se pretende tener una mayor penetración del servicio telefónico en los estratos sociales económicamente más desprotegidos.



Hoy día, el equipo TRIPLEX está desarrollado para trabajar con centrales analógicas del tipo de barras cruzadas o coordenadas. Las centrales que TELMEX tiene de este tipo en su planta telefónica urbana son las ARF fabricadas por Teleindustria Ericsson S.A. y las PC-1000 fabricadas por Industria de Telecomunicación S.A.

Ahora bien, el propósito del presente trabajo es el determinar la afectación y carga equivalente de una línea triplex en términos de tráfico telefónico en las centrales antes citadas, con el objeto de proporcionarle al departamento de ingeniería los insumos de tráfico necesarios para el dimensionamiento de las centrales mencionadas. Para ello se realizó una prueba piloto con suscriptores de la unidad habitacional El Risco en México, D.F. conectados a la central Atzacolco, la cual es del tipo ARF.

En el capítulo denominado Conceptos Básicos de telefonía, se describirá el principio de funcionamiento de una central telefónica automática local (electromecánica), así como la teoría básica del tráfico telefónico. También se definirán los tipos de suscriptores que tiene una central.

En el capítulo dos se hará una descripción del Sistema Triplex.

En el capítulo de Mediciones, se describirá el punto en la central en donde se efectuaron las mediciones de tráfico, así como las herramientas físicas para determinar el tráfico promedio por línea y las ocupaciones promedio por línea de un grupo de líneas tanto Residenciales como Triplex.

En el siguiente capítulo se hace un análisis profundo de las mediciones realizadas con el equipo de análisis de tráfico EAT (ver anexo B), para determinar la equivalencia en términos de tráfico telefónico de una línea equipada con el sistema TRIPLEX.

En el capítulo cinco, se mostrarán los resultados obtenidos con base en el análisis de las mediciones efectuadas.

Finalmente, en las conclusiones se interpretarán los resultados y se dará una recomendación sobre la equivalencia en tráfico para las líneas equipadas con un sistema TRIPLEX.

El presente trabajo fue desarrollado con la participación del C. Alfonso Bermúdez de Lucas.

## **I.- CONCEPTOS BASICOS DE TELEFONIA.**

En este capítulo se presentará el proceso fundamental por el cual se establece una conversación telefónica entre dos suscriptores de la red pública telefónica, asimismo se explicarán algunos conceptos de tráfico telefónico.

### I.1.- Conceptos Básicos.

A continuación se definirán los principales conceptos de telefonía empleados en el presente trabajo.

**Oficina Terminal (OT).** Central telefónica que proporciona servicio automático en una población. También se le conoce como central local. De acuerdo con la cantidad y distribución de los usuarios, superficie y forma geográfica, costos de inversión y mantenimiento, en una población se puede contar con una o más centrales locales. De necesitarse sólo una central, la OT se conoce como Aislada (OTA) y la red a la que pertenece como unicentral. Cuando la población está atendida por dos o más centrales se le conoce como Red Urbana (RU) o Red Multicentral y a cada una de las centrales se le denomina Oficina Terminal Urbana (OTU).

**Central Tandem.** Central automática que maneja tráfico de tránsito originado o terminado en centrales locales subordinadas a ella.

**Central Automática de Largo Distancia CALD.** Central automática que cursa tráfico de tránsito interurbano originado o terminado en centrales subordinadas a ella, las cuales pueden ser centrales locales u otras CALD's.

**Abonado "A".** Suscriptor que genera la llamada o tráfico telefónico.

**Abonado "B".** Suscriptor a quien le llaman o a quien le esta destinado el tráfico telefónico.

**Línea de Abonado.** Elemento físico que interconecta a un suscriptor con su correspondiente central telefónica.

**Número Telefónico.** Denominación o número que se le asigna en una central telefónica a cada una de las líneas de abonado de una central, y es único a nivel mundial. Además, es la información que el abonado "A" transfiere a la central telefónica (automática o manual), ya sea en forma verbal o eléctrica, sobre el abonado "B", para que ésta realice el trabajo de interconexión de "A" con "B", y así se pueda establecer la comunicación telefónica.

**Troncal.** Elemento físico que interconecta a las centrales de una red multicentral.

**Eslabón.** Conexión fija entre dos selectores y que en conjunto determinan las características y el tipo de una distribución.

**Selector.** Dispositivo que determina la línea u órganos de conexión que se ha de emplear para establecer la comunicación con el abonado que se desea.

**Registro.** Órgano coordinador que al recibir información de un abonado la almacena y por medio de ella dirige el movimiento de los órganos necesarios para el establecimiento de una comunicación con otro abonado.

**Marcador.** Órgano utilizado en diferentes sistemas telefónicos de conmutación automática que tiene por objeto principalmente, identificar la procedencia de una llamada, recibir y analizar las cifras que emite el registro, investigar las vías posibles hacia el lado de destino y ordenar la conexión.

**Ocupación.** Estado en que se encuentra un órgano cuando es utilizado independientemente de la causa de su utilización.

**Llamada.** Es la serie de ocupaciones que se producen en modo directo o indirecto por un abonado.

**Tiempo de ocupación de un órgano.** Es la duración total de una ocupación.

**Tráfico telefónico.** Se define como el número promedio de ocupaciones simultáneas durante un período de tiempo definido.

**Erlang.** Es la unidad de medición del tráfico telefónico y representa una ocupación cuya duración es igual al período de supervisión, que generalmente es de una hora.

**Volumen de tráfico telefónico.** Es la suma de los tiempos de ocupación de cierto número de ocupaciones.

**Hora pico.** Se define como el período de 60 minutos consecutivos en el cual se registra el mayor volumen de tráfico.

**Tráfico por línea ponderado.** Es el tráfico promedio por línea estimado en función de la penetración, es decir, del número de líneas a instalar.

**Señalización.** Es el intercambio de información eléctrica (en una red telefónica), por medio del cual es posible establecer y controlar las comunicaciones.

## I.2.- Evolución de las Redes Telefónicas.

En los inicios de la telefonía, las redes se construían con base en el principio de que cada suscriptor debería tener una línea física hacia y desde cada abonado de una red (ver figura I.1). A este tipo de redes se les conoce como red polígono.

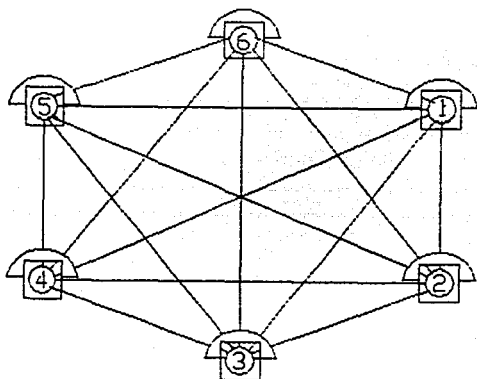


Figura I.1.- Red Polígono.

Cuando un suscriptor quería llamar a otro, tenía que girar un selector manual en el aparato telefónico hasta quedar conectado con la línea deseada. Una vez hecho lo anterior, se enviaba la corriente de llamada con lo cual se accionaba el campanario del aparato del suscriptor seleccionado y se establecía la conversación. Una batería en cada teléfono



proporcionaba la corriente de alimentación necesario. A este sistema de alimentación se le conoce como de "batería local".

Este tipo de red tiene serias restricciones tanto prácticas como económicos, ya que la cantidad de líneas físicas crece en forma acelerada al aumentar el número de suscriptores, de acuerdo con la siguiente expresión matemática:

$$L = n(n-1) / 2$$

Donde:

L= Líneas físicas.

n= Número de suscriptores a conectar.

Por ejemplo, para interconectar 4 abonados se requieren 6 líneas, mientras que para interconectar 10 abonados se necesitan 45 líneas. Hoy en día los centrales telefónicas están diseñadas para dar servicio a 10 000 suscriptores o más. Por otra parte, habrá suscriptores que no tengan interés de tráfico hacia gran cantidad de otros suscriptores. Ante estas capacidades y necesidades de comunicación resulta inoperante la red poligonal.

Entonces, la estructura lógica de una red es que cada suscriptor tenga una línea única, a la cual se le llama "línea de suscriptor o línea de abonado" y dicha línea se conecta a una central telefónica común a todos los suscriptores o abonados de una red telefónica unicentral. A este tipo de red se le denomina "red estrella" (ver figura I.2). En este tipo de red, la función de conexión de los selectores para la elección del suscriptor y vía de conexión se transfiere a la central telefónica, la cual se sitúa en el centro de gravedad de la red. El suscriptor que llama

(abonado "A") da el número del suscriptor deseado (abonado "B"), ya sea verbalmente a una operadora (un ser humano) en una central telefónica manual o eléctricamente con un disco dactilar a una central telefónica automática.

En los sistemas telefónicos modernos, la alimentación de corriente de la línea de suscriptor y del teléfono se ha trasladado a la central telefónica, a este sistema de alimentación se le denomina de "batería central".

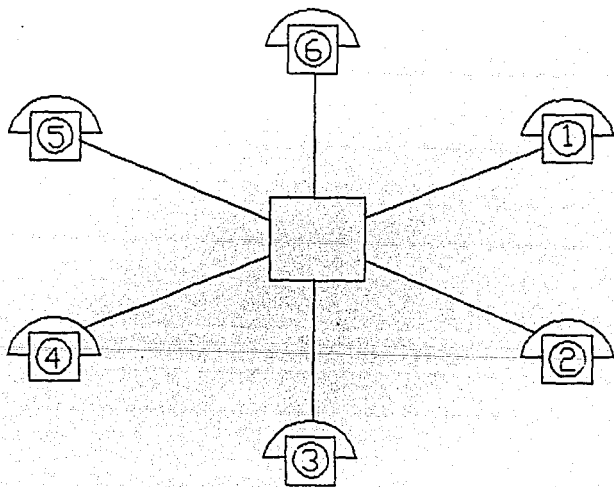


Figura I.2.- Red estrella.

La zona geográfica que puede cubrir una central telefónica (central local), esta limitada esencialmente por los costos de las líneas de abonado de dos hilos (enlaces metálicos). A medida que el área geográfica y número de habitantes de una población crecen, es más económico distribuir a los abonados entre varias centrales telefónicas locales (ver figura I.3), en lugar de conectar líneas de abonado largas a una sola central.

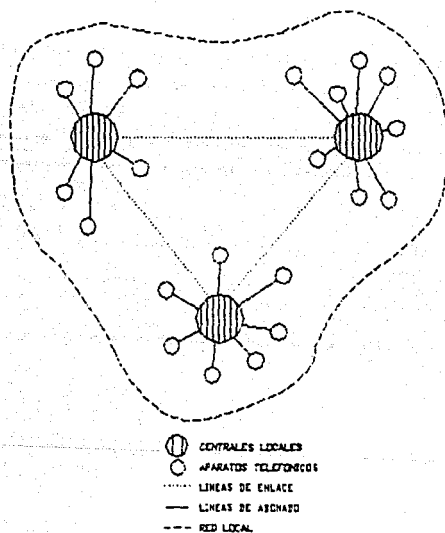


Figura I.3.- Red Local Multicentral.

### I.3.- Descripción de la Operación de una Central Telefónica Automática Local.

De lo visto anteriormente, se concluye que una central automática local es en principio un robot, el cual trabaja de acuerdo con una programación preestablecida y con los datos de la información de destino que recibe del abonado "A" en cada enlace que establece.

Cuando el abonado "A" llama a la central local, es decir, descuelga su microteléfono, ésta tiene que conectar un receptor para poder recibir la información de destino de la llamada. Una vez que cuenta con la información; establecerá el enlace en la dirección deseada, ya sea hacia un abonado "B" conectado en la propia central local o hacia otra central local. En el caso de que la llamada fuera con destino a otra población, la central local tendría que realizar el enlace con una central de tránsito para seguir la conexión de ésta. Para lo cual, la central local ha de poder emitir instrucciones a la siguiente central.

Cuando un suscriptor necesita establecer una comunicación (abonado "A"), descuelga su microteléfono, en este momento se cierra un contacto (en el interior de su aparato telefónico) con el muelle de la horquilla (Figura I.4). A este contacto están conectados los dos hilos metálicos correspondientes a la línea de abonado o suscriptor. Con este hecho, se le informa a la central local que el suscriptor está requiriendo servicio telefónico.

Cuando el contacto se cierra, se forma un circuito de corriente directa (D.C.) desde la central local, por los hilos de la línea de abonado al

aparato telefónico. En la central local, un relevador (órgano de llamada) registra la llamada

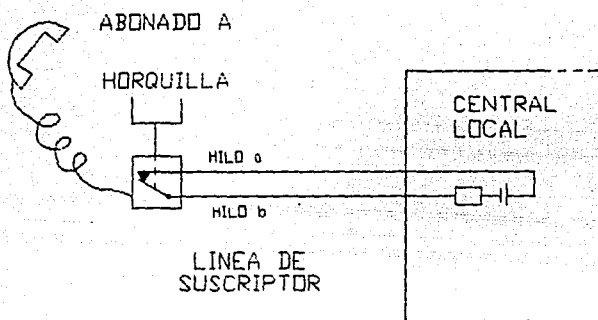


Figura 1.4.- Solicitud de servicio por un abonado de la central.

A la central local se le pueden conectar diferentes tipos de equipos de abonado, entre los que podemos mencionar a título de ejemplo:

Aparato telefónico con disco dactilar.

Aparato telefónico con teclado multifrecuencial.

Aparato de alcancía o previo pago.

Y ahora el equipo TRIPLEX.

A cada uno de ellos se les da un trato diferente, debido a su naturaleza diferente, por lo que es conveniente controlar ya desde esta fase de la comunicación a que grupo pertenece el suscriptor (lo que se conoce con el

nombre de categoría de abonado). Luego entonces, la central local conecta un receptor de señal adecuado al tipo de equipo del abonado, con el fin de poder registrar o recibir la información de destino, esto es, el número del abonado "B". El abonado "A" recibe aviso de que la central local está preparada mediante un tono de invitación a marcar y después, marcando las cifras con el disco dactilar (o de teclado multifrecuencial), el abonado "A" transmite la información de destino a la central. El disco dactilar emite las cifras en forma de trenes de pulsos, es decir, un grupo de pulsos para cada cifra (en el caso de tratarse de un aparato multifrecuencial, las cifras se emiten en pares de frecuencias). En una memoria de la central local se reciben y almacenan las cifras (figura I.5).

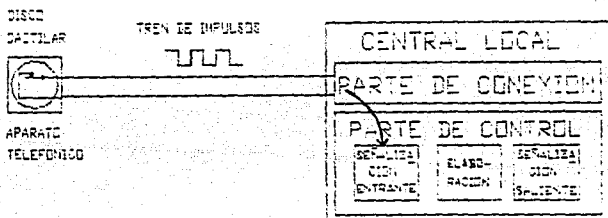


Figura I.5.- Señalización entrante: El abonado "A" llama a la central local, la llamada se registra, se determina la categoría del abonado "A", se conecta el receptor de señales a la línea de abonado, se emite tono de invitación a marcar, se recibe y almacena en una memoria la información de destino del abonado "B".

En este momento, la central local ha recibido la información suficiente, es decir, la categoría a la que pertenece el abonado "A" (categoría "A") y el destino del abonado "B" (número "B") y puede comenzar su trabajo.

La elaboración y el análisis de la información proporciona datos sobre los siguientes puntos:

¿Cuál es la dirección de tráfico? ¿Hay eventualmente direcciones de tráfico alternativas?

Tasación del enlace conectado.

Señalización hacia el abonado "B", centrales siguientes u operadora.

Si la alimentación de corriente de llamada ha de tener lugar hacia el abonado "B".

¿Cómo se ha de efectuar la desconexión?

Etc...

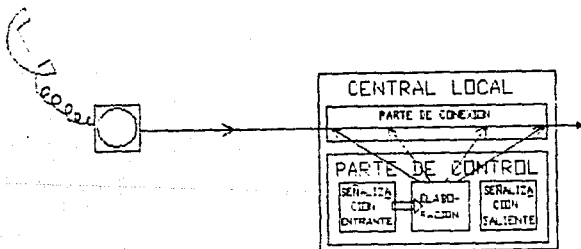


Figura I.6.- Elaboración: Análisis de la categoría "A" y número "B", prueba y selección de línea saliente así como prueba y selección de línea interna entre las líneas entrantes y salientes.

Con el análisis de esta información se realiza después la selección de la línea externa saliente y la selección de la línea interna entre las líneas entrante y saliente (figura I.6).

Cuando el enlace entre los abonados "A" y "B" se ha establecido, se libera el equipo que ha efectuado el trabajo de conexión, es decir, los bloques incluidos en la parte de control de la figura I.7. Al mismo tiempo el abonado "A" es conectado con la línea de enlace hacia el abonado "B". Cuando este último contesta, comienza la tasación de la conversación.

La desconexión se efectúa cuando el abonado "A" cuelga, un tiempo después de que el abonado "B" cuelgue o cuando ambos abonados han colgado su micro-

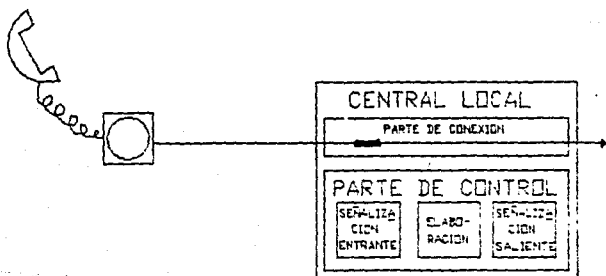


Figura I.7.- Transmisión de conversación: Los bloques de trabajo que forman la parte de control, se liberan para atender otras llamadas cuando el enlace se haya conectado hasta el abonado "B". Al mismo tiempo al abonado "A" se conecta al resto de la línea de enlace. Cuando el abonado "B" contesta comienza la tasación de la conversación.



teléfono de mano, con lo que la horquilla retrocede y el bucle de abonado se corta, lo cual es registrado por la central local (o centrales locales) que en consecuencia colabora para desconectar todo el equipo que ha participado en el enlace durante la conversación. Al mismo tiempo cesa la tasación. El equipo queda marcado como libre y por lo tanto preparado para participar en nuevos enlaces.

Como se ha visto hasta aquí, las centrales locales básicamente se componen de dos partes:

**Parte de conexión.**

**Parte de control.**

La función de conexión o red de conexión es realizar la operación de conectar una entrada con una salida, a fin de que se establezca una conversación telefónica.

La parte de control de las centrales, tiene la función de controlar la red de conexión bajo un programa predeterminado.

#### I.4.- Descripción General de una Central Analógica de Barras Cruzadas.

##### I.4.a.- Descripción General.

Una central analógica de barras cruzadas es un equipo electromecánico de conmutación automática con selectores de coordenadas (figura I.8). Se emplea para centrales Locales, Tandem's o CALD's.

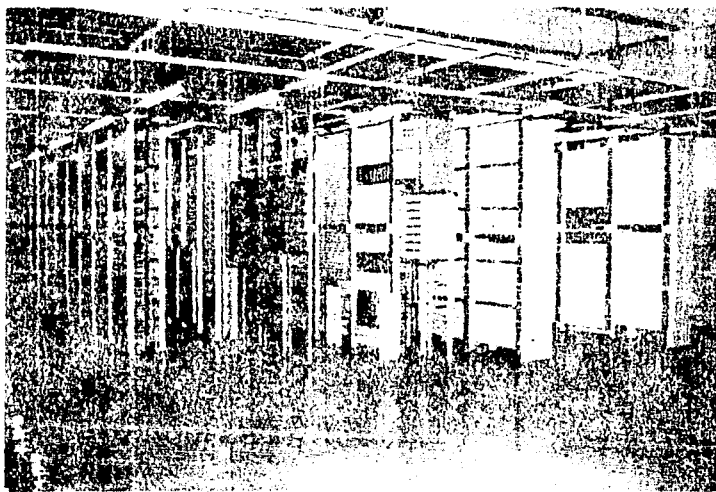


Figura I.8.- Central Analógica de Barras Cruzadas.

#### I.4.a.1.- Selector de Coordenadas.

El selector de coordenadas (barras cruzadas), es en realidad un ensamble de pequeños selectores llamados verticales (figura I.9). Una vertical no es otra cosa más que un grupo de relevadores telefónicos. Las verticales en un selector de coordenadas tienen dispositivos comunes de indicación y operación.

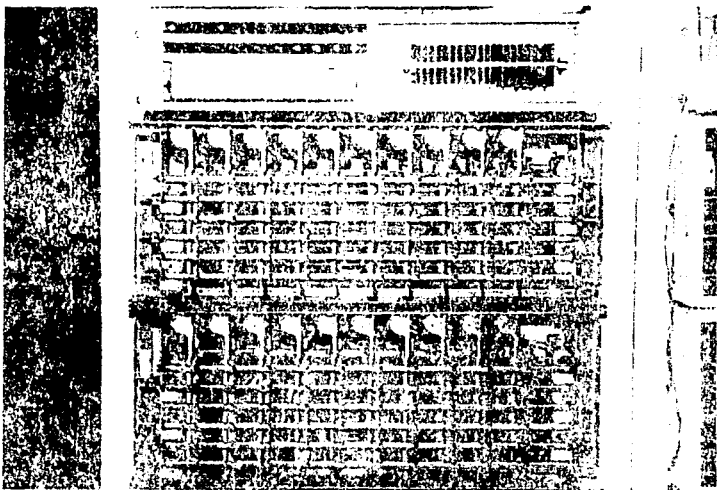


Figura I.9.- Selector de Coordenadas.

Para asegurar una adecuada conexión, los selectores de coordenadas están provistos con contactos gemelos (aleación de plata). El corto movimiento del resorte del contacto y la pequeña corriente de operación del

relevador, dan como resultado el insignificante desgaste del contacto y un bajo costo de mantenimiento.

El selector de coordenadas estándar tiene 10 verticales y 6 barras selectoras, usadas de tal manera que permitan a cada vertical trabajar en conjunto con 20 posiciones horizontales (figura I.10). Convencionalmente hablando cada vertical corresponde a un selector de 20 líneas.

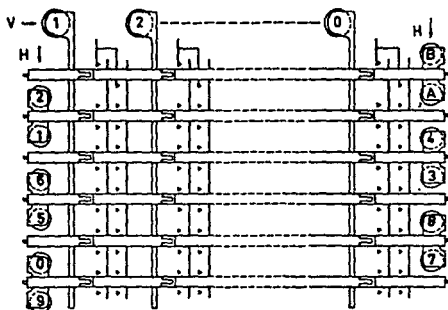


Figura I.10.- Diagrama de contactos del selector de coordenadas.

I.4.b.- Descripción de una Llamada Local en una Central Analógica de  
Barras Cruzadas del tipo ARF.

I.4.b.1.- Generalidades.

El sistema ARF es un equipo electrónico de conmutación automática, fabricado por L. M. Ericsson, con selectores de coordenadas. Se emplea para centrales locales con capacidad máxima de 10,000 líneas de abonado.

El sistema está formado por pasos de selección de abonado y pasos de selección de grupo. El paso de selección de abonado, llamado SL, es una etapa de selección bidireccional (figura I.11), ya que utiliza los mismos selectores (SLA, SLB) para conexión hacia el registro y para conexión final en caso de una llamada entrante. El paso de selección de grupo, llamado GV, puede estar compuesto de dos pasos parciales (GVA y GVB) o de tres pasos parciales (GVA, GVB y GVC), dependiendo de la cantidad de enrutamientos distintos que deben tenerse. Los diferentes pasos de selección están conectados entre sí mediante eslabones. Para el direccionamiento de eslabones, cada paso está equipado con uno o dos órganos de control, denominados marcadores. La función de los marcadores es identificar la entrada que llama, buscar una salida libre, determinar una trayectoria de conexión y ordenar la operación de los selectores correspondientes.

La tensión de trabajo de la central es de -48 Vcd y la transmisión de cifras entre órganos de control, se realiza de acuerdo con el sistema de señalización MFC (código multifrecuencial).

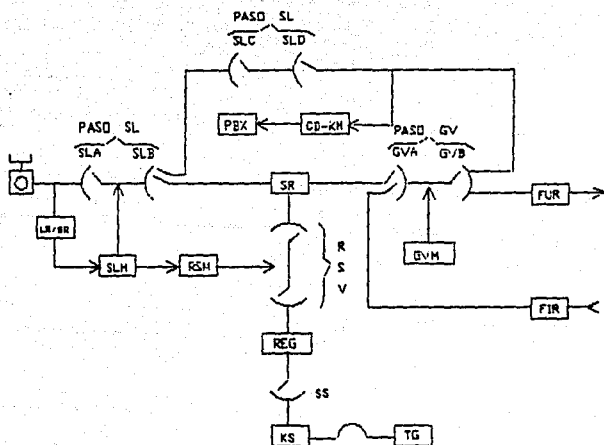


Figura I.11.- Diagrama de Vías de Tráfico de una Central ARF.

#### I.4.b.2.- Nomenclatura de Organos.

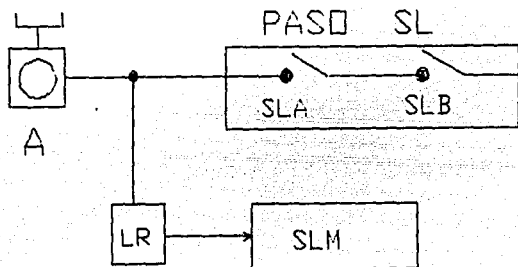
LR/BR Relevador de línea y corte.

SLM Marcador del paso de selección de abonado SL.

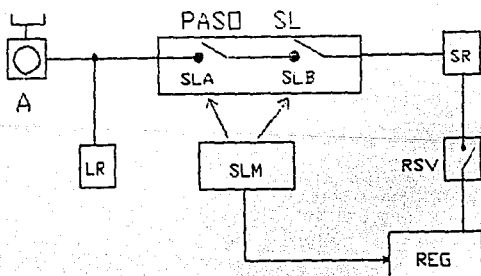
SLA/SLB	Selectores bidireccionales del paso de selección de abonado SL.
SR	Circuito de cordón.
RS	Buscador de registro.
RSM	Marcador del buscador de registros.
RSV	Selector de conexión entre SR y registro.
REG	Registro.
SS	Buscador de emisores de código.
KS	Emisor de código "MFC".
TG	Generador de tonos (frecuencia) para código MFC.
GVM	Marcador del paso de selección de grupo GV.
GVA/GVB	Selectores del paso de selección de grupo GV.
FUR	Repetidor (troncal) de salida a otras centrales.
FIR	Repetidor (troncal) de entrada desde otras centrales.
SLC/SLD	Selectores del paso de selección de abonado SL, para uso exclusivo en tráfico de entrada.
CD-KM	Receptor de código MFC para el paso de selección de abonado SL.
PBX	Organo para investigación, prueba y selección de abonados PBX.

I.4.b.3.- Descripción de una Llamada Local con una Etapa de Selección de Grupo.

- a) Al descolgar el abonado "A", opera el relevador de línea LR para poner en funcionamiento el órgano de control del paso de selección de abonado SL.

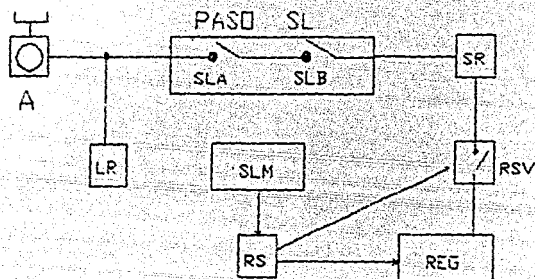


- b) El Marcador del paso SL (SLM) identifica la línea del abonado que llama y elige una trayectoria de conexión libre hacia un circuito de cordón SR, con acceso a un registro libre.

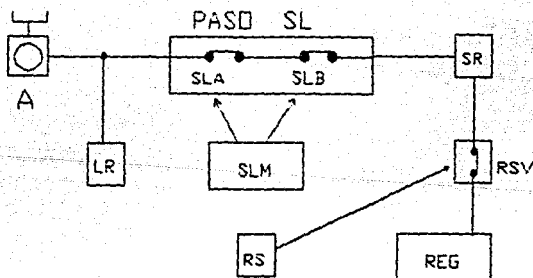




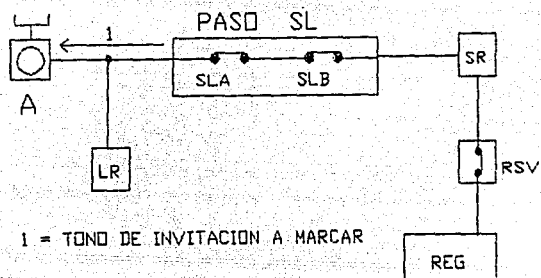
- c) El Marcador SLM solicita la cooperación del buscador de registro RS para que elija una trayectoria de conexión libre desde un SR hasta un registro.



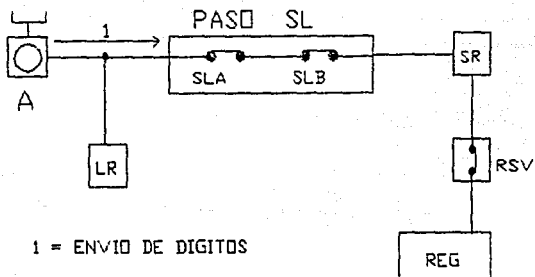
- d) Los Marcadores ordenan la operación de verticales en el paso SL y en el conector RSV.



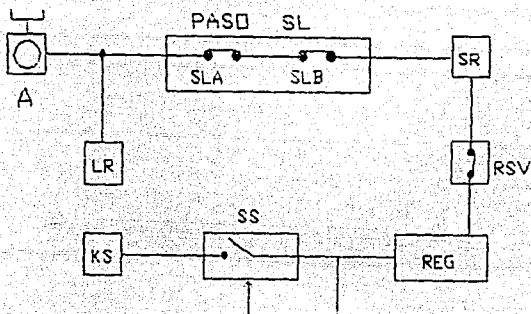
- e) El Registro es ocupado y envía tono de invitación a marcar al abonado. Los marcadores se liberan.



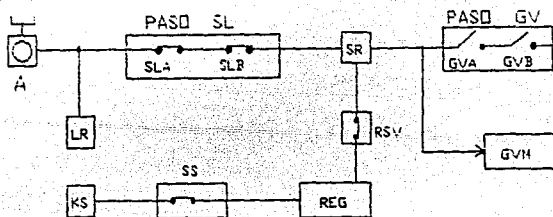
- f) El abonado "A" hace la marcación de dígitos correspondientes al abonado de destino. Estos son almacenados en el registro.



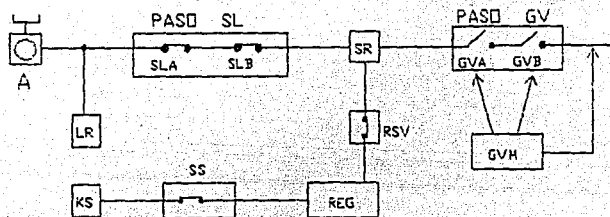
- g) El Registro solicita al buscador de emisores de código (SS) MFC, le sea conectado un emisor, para que efectúe el envío de cifras a los receptores de los órganos de control de los pasos de selección siguientes.



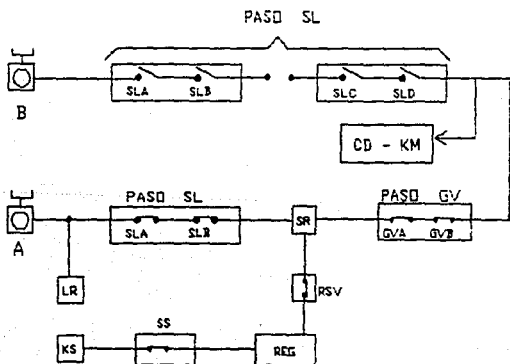
- h) El circuito de cordón SR solicita el trabajo del marcador del paso de selección de grupo GVM. El receptor del marcador GVM recibe la información en código MFC desde el emisor de código KS. Esas cifras son almacenadas y analizadas para determinar la vía de salida correspondiente.



- 1) El Marcador GVM hace la prueba y selección del eslabón hacia el grupo de mil donde se encuentra el abonado de destino, y determina la trayectoria de conexión libre a través de selectores GVA y GVB.



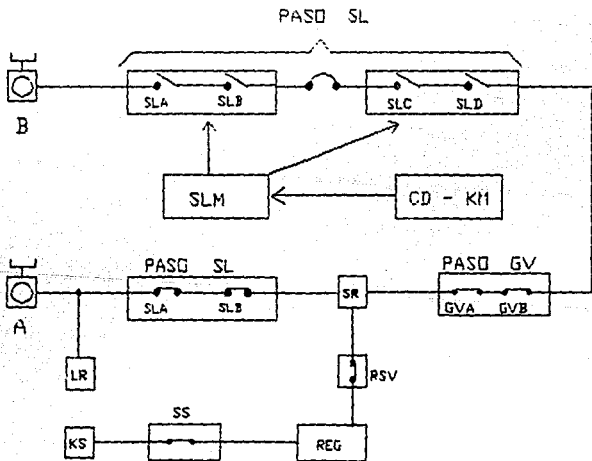
- j) El Marcador GVM ordena la operación de los selectores GVA y GVB. El GVM se libera y el GVB llama al receptor de código CD-KM en el paso SL para tráfico de entrada. Cuando el CD-KM es capturado, recibe las cifras en código MFC, desde el emisor KS (3 últimas cifras del abonado de destino).



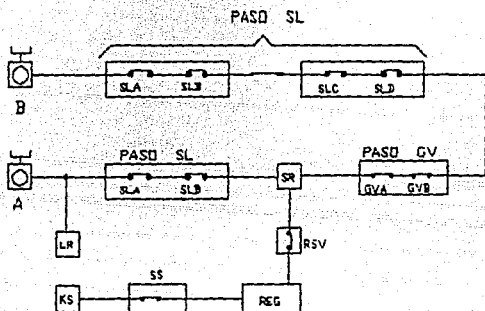
k) El Marcador SLM es solicitado por el CD-KM, y elige una trayectoria de conexión desde el eslabón entre GVB y SLD hacia el abonado llamado. Esta trayectoria comprende los selectores SLD, SLC, SLB y SLA.

El Receptor de Código CD-KM informa al emisor de código KS sobre el estado del abonado de destino.

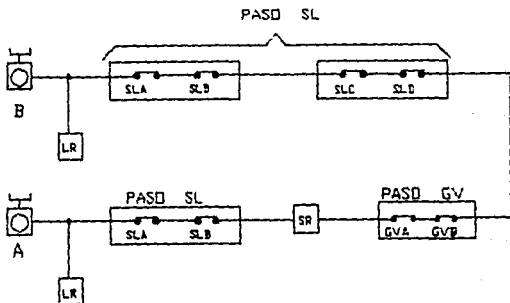
CD-KM llama a PBX para saber si el abonado llamado es un conmutador. Si no lo es el proceso continúa en forma normal, si lo es, PBX cambia el número de acuerdo con la línea que este libre.



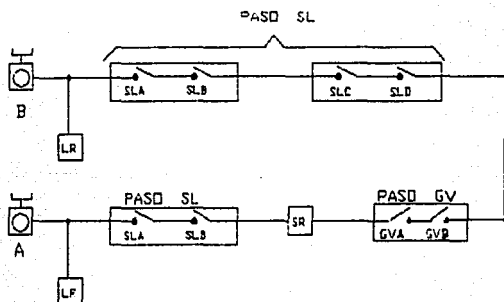
- 1) El Marcador del paso SL (SLM) ordena la operación de selectores SLD, SLC, SLB y SLA y se libera junto con CD-KM.



- m) En caso de abonado libre, el registro emite la primera corriente de llamada hacia el abonado "B" y luego se libera junto con RSV, SS y KS. Y de esta manera se establece la conversación telefónica entre los abonados "A" y "B", a través de los pasos de selección.



- n) Al reponer el abonado A su microteléfono, el cuple establecido se desbarata automáticamente.



## I.5.- Teoría de Tráfico Telefónico.

En general el costo de la planta telefónica se puede dividir en dos partes, una que depende del número de suscriptores conectados y otra que es dependiente del volumen del tráfico telefónico. La teoría del tráfico telefónico esta relacionada con las cantidades de equipo telefónico, las cuales dependen del volumen de tráfico a manejar. La teoría se basa en conceptos estadísticos desarrollados especialmente para este propósito.

### I.5.a.- Intensidad instantánea de tráfico telefónico.

Se define como intensidad instantánea de tráfico de un grupo de órganos o dispositivos, al número  $n$  de éstos que se encuentran ocupados en un instante  $t$ . Este fenómeno es de índole casual y por lo tanto no se puede saber en que momento un órgano será ocupado por una llamada, por ello, éstos deben ser siempre suficientes para manejar una nueva llamada.

En la figura I.12, se muestra en forma gráfica las variaciones típicas de la intensidad de tráfico en una central telefónica automática urbana, durante las 24 horas del día.

De igual forma, en la figura I.13, se ilustran las variaciones del tráfico telefónico en una central automática urbana, que se producen en los semanas de un mes y en la figura I.14 los relativos a las oscilaciones mensuales del mismo en un año.



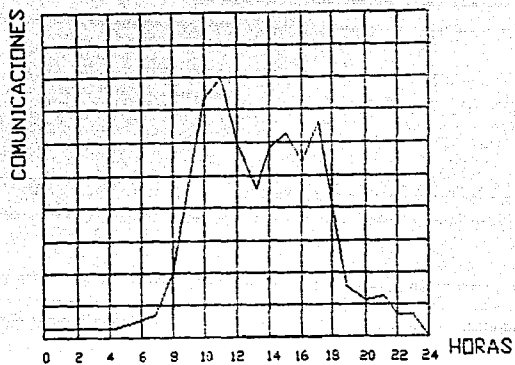


Figura I.12.- Diagrama de tráfico diario en una central telefónica automática urbana.

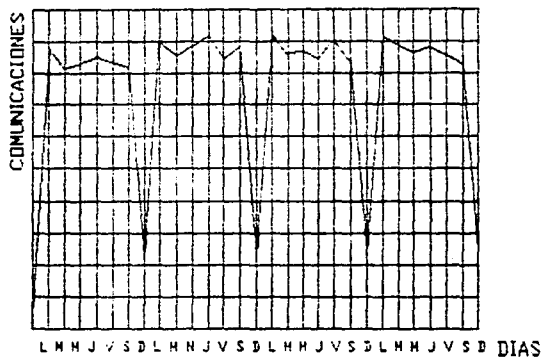


Figura I.13.- Diagrama de tráfico mensual en una central telefónica automática urbana.

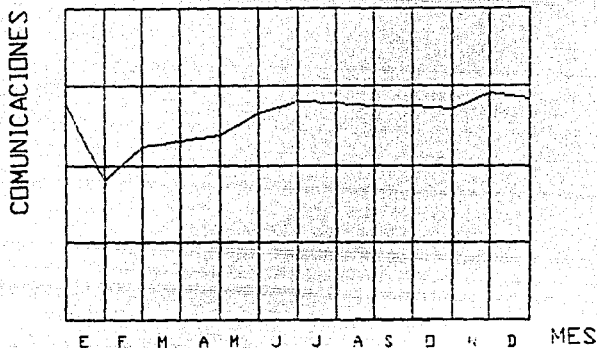


Figura I.14.- Diagrama de tráfico anual de una central telefónica automática urbana.

Se observa de la figura I.12, que pueden existir picos de tráfico durante el día, para este caso, se notan tres picos, uno en la mañana, uno en la tarde y otro por la noche. Los dos primeros están formados principalmente por el tráfico telefónico resultante de las actividades comerciales. Y el pico de la noche, lo conforman las actividades personales o de la vida privada de los abonados. Lo anterior, no implica que en cualquiera de los picos no haya tráfico debido a las otras actividades. El pico de tráfico matutino, es usualmente el mayor en las áreas comerciales y el pico de tráfico de la noche será el mayor en áreas residenciales.

Es evidente que si las instalaciones de las centrales telefónicas fuesen dimensionadas de acuerdo con los valores medios de tráfico,

gran parte de las llamadas telefónicas no progresarían y siempre las instalaciones se encontrarían saturadas o congestionadas en los períodos de tráfico alto.

Por lo tanto, para el dimensionamiento del equipo telefónico se ha convenido utilizar el valor máximo de tráfico que se produce en la hora pico de un día hábil normal de la temporada de máximo tráfico.

Antes de definir la hora pico de tráfico, se verá como se obtiene el tráfico cursado  $A$  por un grupo de circuitos u órganos en un intervalo de tiempo  $T$ . En la figura I.15 el tráfico es representado llevando el eje de las abscisas el tiempo y en el de las ordenadas la intensidad instantánea de tráfico, o sea el número ( $n$ ) de circuitos u órganos ocupados contemporáneamente en el instante  $t$ .

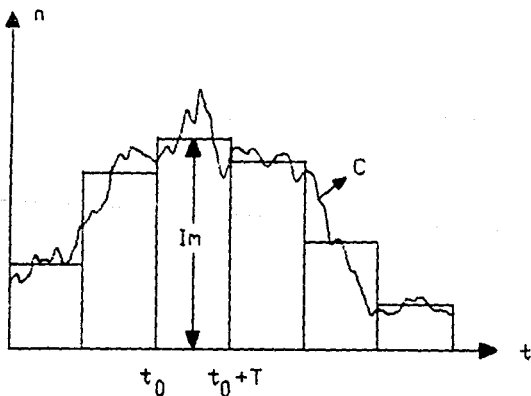


Figura I.15.- Diagrama de tráfico telefónico.

El Tráfico  $A_T$  está dado por:

$$A_T = \int_0^t n(t) dt \dots\dots\dots(I.2)$$

Donde:  $n(t)$  es la intensidad instantánea de tráfico telefónico.

$A_T$  está dada por el área comprendida bajo la curva C.

Si ahora dividimos el área  $A_T$  por el tiempo  $T$  se obtiene la intensidad media de tráfico en el intervalo de tiempo  $T$ , o dicho de otra forma, es el promedio de ocupaciones que se producen instantáneamente.

Ahora bien, la intensidad media de tráfico  $I$  está dada por la siguiente expresión:

$$I = \frac{\int_0^t n(t) dt}{T} = \frac{A_T}{T} \dots\dots\dots(I.3)$$

Donde:  $A_T$  tiene la dimensión de tiempo, por lo que  $I$  es un número adimensional.

La Hora Pico (o de máximo tráfico) de un día, es el período de 60 minutos consecutivos durante los cuales la intensidad media de tráfico es máxima. Es decir, que en ese intervalo, el tráfico se mantiene próximo al valor pico.

De la figura I.15, se observa que la hora pico está comprendida entre las ordenadas  $t_0$  y  $(t_0 + T)$  para  $T = 1$  hora, cuando éstos se ubiquen en la posición correspondiente al valor mayor del área bajo la curva  $C$  y los ejes de coordenadas. Dentro de dicho intervalo de tiempo ( $t_0$  y  $t_0 + 1$  hora), caerá el pico máximo de la curva.

Precisamente para un intervalo  $T = 1$  hora, correspondiente a la hora pico, la ecuación I.3 nos define la intensidad de tráfico telefónico que indicaremos con la letra  $A$  y que constituye la magnitud básica para los cálculos de los sistemas telefónicos.

Si además las unidades en que se expresan los tiempos tanto del numerador como del denominador en la ecuación I.3 son iguales, entonces se obtiene que  $A$  es un número adimensional al que se le asigna la unidad conocida como Erlang (en honor al Danés A.K. Erlang 1878-1929), la cual es recomendada por el Comité Consultivo Internacional de Telefonía y Telegrafía (C.C.I.T.T.).

Para obtener mediciones útiles de la hora pico de tráfico cuando la existencia de estas variaciones es desconocida, deben hacerse mediciones de tráfico más o menos extensas, dependiendo de la importancia asignada a la obtención de una verdadera y confiable imagen de las variaciones del tráfico. Para centrales locales, frecuentemente se ha considerado suficiente el hacer mediciones en los mismos períodos de cada año, y que son aquellos con mayor tráfico.

En la práctica, el tráfico se mide durante una o dos semanas y se utiliza el tráfico promedio de la hora cargada durante ese período como base de dimensionamiento de la central local. Para planeación a corto plazo, el valor de tráfico de la hora cargada durante el último período de medición es utilizado para decidir si el número de dispositivos de conexión es adecuado para los picos de tráfico que puedan ocurrir en los próximos meses. Para planear el crecimiento de una central en el largo plazo, se utiliza el valor observado del tráfico en la hora pico de varios años en el mismo período en cada año.

En el caso en que se dimensiona equipo caro o tráfico importante, es necesario hacer mediciones frecuentes. Un ejemplo de este tráfico es el de larga distancia mundial.

#### I.S.b.- Congestión.

En términos económicos, el número de dispositivos de conexión para conversaciones simultáneas debe ser siempre limitado. Por este hecho, ocurrirá en algunas ocasiones de que ciertas llamadas no puedan ser manejadas. Este fenómeno es conocido como congestión. Se pueden distinguir dos tipos de congestión, congestión en tiempo y congestión de llamadas.

**Congestión en tiempo:** Es la porción del tiempo total durante el cual todos los dispositivos o trayectorias posibles de conmutación se encuentran operadas u ocupadas.

**Congestión de llamadas:** Es la porción del total del número de llamadas que encuentran dispositivos de conmutación operados u ocupados.

El dimensionamiento se basa en el congestionamiento en tiempo, lo cual se debe a que éste es considerado como la medición más confiable del malestar causado a los suscriptores por la inaccesibilidad temporal a circuitos u órganos telefónicos libres. La congestión por tiempo, es menos afectada por las acciones que tomen los suscriptores al encontrar congestión, lo cual es meramente temperamental. El número de dispositivos de conmutación y de circuitos en la planta telefónica, debe ser calculado de forma tal que haya un riesgo de que todos se encuentren ocupados. Llamadas que se generen en esos precisos períodos de tiempo no podrán ser manejadas de inmediato. En un sistema de llamadas perdidas, algunas llamadas son rechazadas por el sistema telefónico y el suscriptor tendrá que hacer un nuevo intento para poder completar su llamada. En un sistema por retardo, a las llamadas que no se les pudo hacer pasar por el sistema se les permite esperar y serán manejadas tan pronto como lo permita el propio sistema (que existan los suficientes órganos telefónicos para completar la llamada).

La congestión en un sistema telefónico implica que ciertas llamadas no podrán ser manejadas de inmediato. Algunas de ellas, tanto en un sistema de llamadas perdidas como en un sistema por retardo, reaparecerán posteriormente, y serán aquellas en que los suscriptores se tomen el trabajo de hacer un nuevo intento. Estas llamadas involucran una cierta pérdida de tiempo por parte de los suscriptores, lo cual puede ser visto

como una pérdida económica desde el punto de vista de la economía nacional. Otras, no concluirán en una conversación, es decir, que los suscriptores dejarán de hacer intentos para lograr sus comunicaciones, lo cual se traducirá en una pérdida económica para la administración telefónica. Es por ésto que la congestión siempre representa pérdidas económicas. Dichas pérdidas pueden ser reducidas vía un incremento del número de órganos telefónicos en el sistema telefónico. Pero dicho incremento va asociada a un aumento en el costo o inversión de la planta telefónica, y lo que a final de cuentas se revierte hacia los suscriptores en forma de incrementos en las tarifas telefónicas. Por lo cual, se debe de llegar a un compromiso entre congestión e inversión, y debe ser tal que represente una solución balanceada tanto en el ámbito técnico como en el económico.



## II.-DESCRIPCION DEL EQUIPO TRIPLEX.

El Sistema Triplex permite proporcionar servicio telefónico compartido a tres suscriptores, mediante una sola línea (un par de hilos y un número telefónico). Con ésto, se logra mayor oferta del servicio sin necesidad de ampliar la central y la red externa local de abonado.

Este servicio aunque es compartido por tres suscriptores, brinda total privacidad a cualquiera de ellos cuando realiza o recibe una llamada.

La tasación del servicio local para este tipo de suscriptores, es a través del servicio medido; mediante contadores, la cual puede ser global o individual. Y para el servicio de larga distancia la tasación es individual.

El equipo TRIPLEX fue diseñado para satisfacer dos necesidades básicas en la red mexicana:

La primera, ofrecer una alternativa que permita una mayor penetración del servicio telefónico con costos mas bajos, tanto para el abonado como para la empresa.

La segunda, aumentar la productividad y eficiencia de la red y la central telefónica

#### **II.1.- Estructura del Sistema.**

El Sistema Triplex está formado por tres subsistemas, los cuales se describen a continuación (ver figura II.1.):

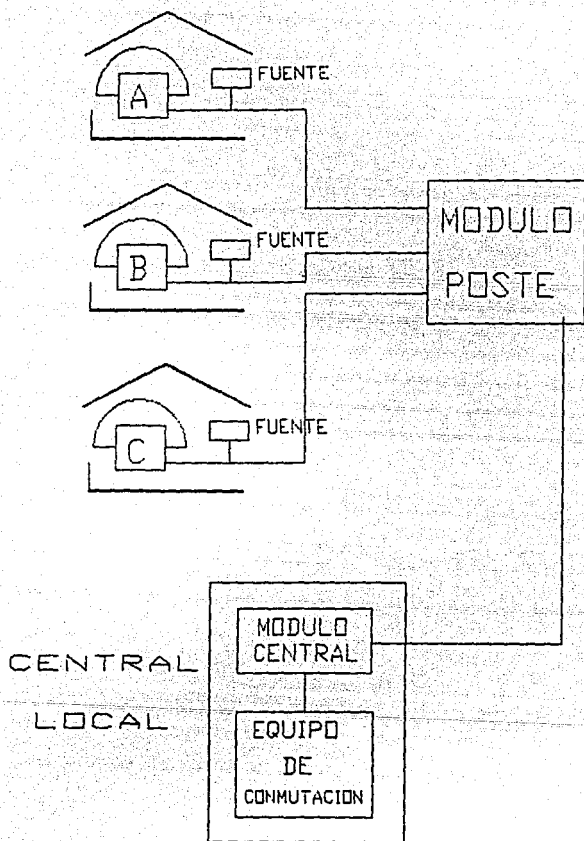


Figura II.1.- Diagrama Esquemático del SISTEMA TRIPLEX.

### II.1.a.- Módulo de suscriptor.

Es el equipo que se instala en la casa del abonado y consiste de:

- a) Aparato telefónico de disco.
- b) Fuente de alimentación. Cuya función consiste en alimentar la circuitería del módulo poste, convierte la energía comercial de 127 Vc.a. a 18 Vc.d. (ver anexo A).

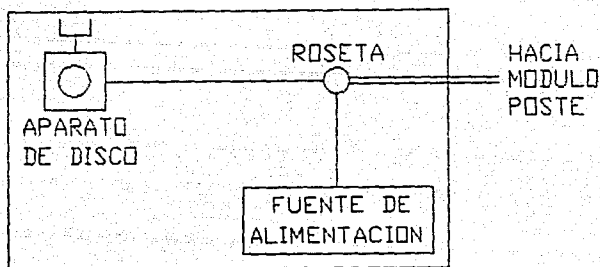


Figura II.2.- Módulo de Suscriptor.

La conexión de este módulo, con el módulo poste, se realiza mediante una bajante de dos pares calibre 22 AWG, cuya atenuación y longitud máxima no debe exceder de 0.85 dB y de 100 metros, respectivamente.

### II.1.b.- Módulo poste.

Este módulo se instala en un poste telefónico cercano a las casas de los abonados o bien en la fachada de alguno de los tres suscriptores.

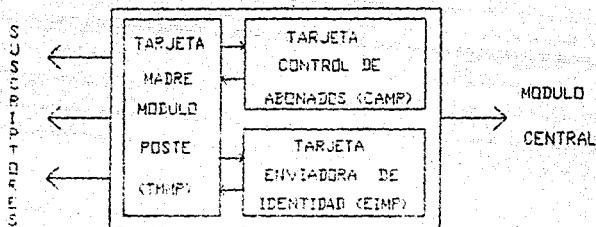


Figura II.3.- Módulo Poste.

El módulo poste está formado por:

- a) **Chasis.** Se utiliza para recibir la cubierta o carcasa y la tarjeta madre, además sirve como elemento de sujeción en poste o a la fachada.
- b) **Carcasa.** Sirve para proteger los circuitos y conexiones de los elementos ambientales.

c) Tarjeta Madre. Cuyas tres funciones básicas son:

- Permitir la interconexión del módulo poste, con el módulo de suscriptor, además de la conexión con la fuente de alimentación y el par telefónico.
- Proporcionar un diagnóstico del estado de los fusibles de cada una de las fuentes de suscriptor y del módulo poste.
- Indicar el estado del suscriptor (habilitado/suspendido).

d) Tarjeta para control de suscriptor. La cual tiene las siguientes funciones:

- Controla la conexión al par de suscriptor.
- Proporciona privacidad a cada uno de los suscriptores.
- Permite la transferencia de llamadas entrantes entre los tres suscriptores, sin conferencia entre ellos.
- Detectar el descuelgue del microteléfono de alguno de los tres suscriptores.
- Generar tonos de ocupado, llamada y triplex.
- Identificar a los suscriptores.

e) Tarjeta para envío de identidad. La cual tiene las siguientes funciones:

- Detectar la condición de falsa llamada y bloqueo del abonado que la provocó.

- Suspensión o habilitación del servicio telefónico, una vez recibida la señalización correspondiente desde la central.
- Regulación del voltaje recibido desde la fuente del abonado.
- Detección de llamada entrante.
- Envío de identidad del suscriptor hacia la central.

El módulo poste se conecta hacia la central mediante un par de hilos normal de abonado y hacia el módulo de suscriptor, como se mencionó anteriormente, a través de dos pares: uno de alimentación y otro de habla.

#### II.1.c.- Módulo central.

Se instala en bastidores, los cuales se ubican en la central telefónica automática correspondiente.

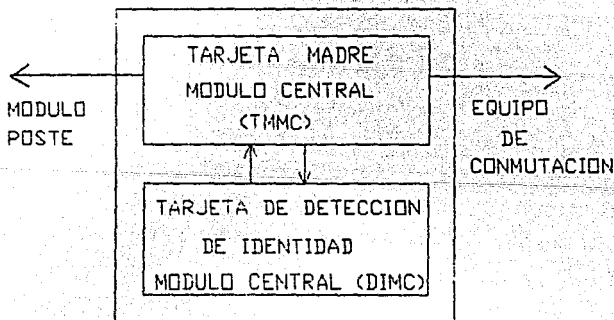


Figura II.4.- Módulo Central.

El módulo central está constituido por:

- a) Bastidor. Herraaje que puede alojar hasta cuatro repisas.
- b) Repisa. Herraaje con capacidad para alojar hasta 12 tarjetas madre, cabe señalar, que cada tarjeta contiene dos Sistemas Triplex.
- c) Tarjeta madre. Sirve para interconectar, las tarjetas de detección de identidad con el cableado de control y la alimentación de la central.
- d) Tarjeta de detección de identidad. La cual tiene las siguientes funciones:
  - Recibir la identidad del suscriptor que descuelgue el microteléfono, la cual es registrada y enviada por el módulo poste.
  - Transferir la identidad a los órganos correspondientes de la central, como una categoría de abonado asociada al suscriptor demandante del servicio.
  - Detectar la señal de falsa llamada generada en la central y enviar el comando correspondiente al módulo poste.
  - Generar la alarma correspondiente a la falta de alimentación, señalizándose ésta tanto en forma local en la tarjeta, como en el bastidor.



## II.2.- Funcionamiento del Sistema.

A continuación se describe brevemente el funcionamiento operativo del sistema:

### II.2.a.- Llamada saliente.

Estando el sistema en reposo, el primero de los tres suscriptores que descolgue su microteléfono (figura II.5), será detectado por el circuito de decisión (tarjeta para control de abonado), el cual le da prioridad bloqueando a los otros dos suscriptores que comparten el sistema, a través del envío de un tono de ocupado para el caso en que estos descolguen su microteléfono, y entrega la identificación del suscriptor que descolgó primero al circuito emisor de identidad (tarjeta para envío de identidad). Dicha identidad, es enviada hacia el módulo central mediante el "abre" y "cierre" del par telefónico, de la siguiente manera: para el suscriptor "A" un cierre, para el "B" dos cierres y para el "C" tres cierres. Dicha operación es detectada en el módulo central por el circuito detector de identidad (tarjeta de detección de identidad), y enviada al detector de categoría del registro de la central automática local, el cual la registra y almacena con el propósito de ser utilizada en el proceso del establecimiento de la llamada.

La Central Local, entonces notifica al suscriptor que descolgó, y que está en condiciones de recibir la información numérica del suscriptor de destino, enviando el tono de invitación a marcar.

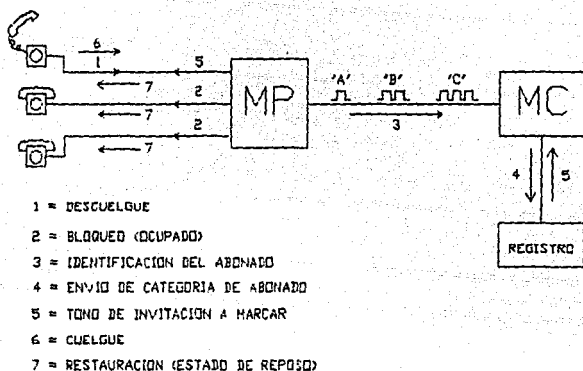


Figura II.5.- Llamada Saliente.

En este momento el suscriptor procede a marcar el número deseado.

Una vez terminada la conferencia, al colgar su microteléfono el suscriptor Triplex, actúa el detector de cuelgue y el restaurador general, con lo cual se desbloquean los otros dos suscriptores previamente bloqueados. Y el sistema retorna a la condición de reposo.

#### II.2.b.- Llamada entrante.

Estando el sistema en reposo, al presentarse una llamada entrante (figura II.6), la corriente de llamada generada por la central local, es captada por el detector de llamada entrante, el cual activa al generador de

corriente de llamada y éste la envía a los compañeros de los teléfonos de los tres usuarios (tarjeta para control de abonado).

Al contestar cualquiera de los tres usuarios, se desactiva el generador de corriente de llamada y se activa el circuito que memoriza la llamada entrante, así como los generadores de tono de ocupado para los dos usuarios restantes y el de tono triplex, este último durante 5 seg.. Finalmente se cierra el bucle del par telefónico (de abonado) hacia la central local, estableciéndose la comunicación.

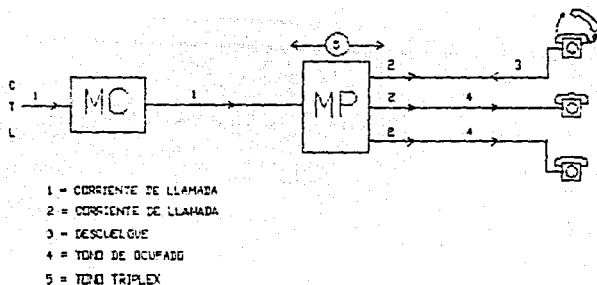


Figura II.6.- Llamada Entrante.

Mediante el control de transferencia, el sistema está preparado para poder transferir la llamada hacia cualquiera de los otros dos usuarios, en el caso de que la llamada no sea para el suscriptor que contestó inicialmente (tarjeta para control de abonado).

### II.2.c.- Transferencia de llamada entrante.

Para transferir la llamada entrante de un suscriptor a otro (figura II.7), se marca (sin colgar el auricular): el dígito 1 para transferirla al suscriptor "A", el dígito 2 para transferirla al suscriptor "B" y el dígito 3 para transferirla al suscriptor "C". Estos dígitos son captados por el sector de marcación de transferencia, con lo que se activan tanto el generador de corriente de llamada (para enviarla exclusivamente al usuario deseado), como el generador de tono de llamada (que se envía hacia el suscriptor distante que marcó el número triplex. Tarjeta para control de abonado).

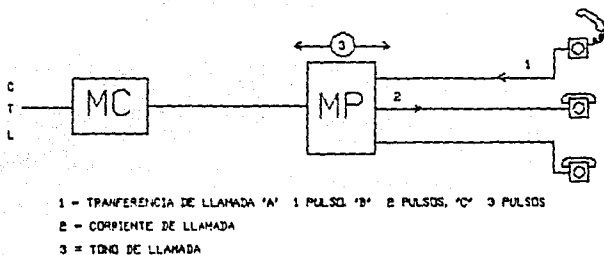


Figura II.7.- Transferencia de Llamada.

Cuando el suscriptor al que se le transfiere la llamada contesta, toma el mando en el circuito de decisión. Con el cuelgue de su microteléfono, el sistema regresa al estado de reposo.

Al transferir una llamada hacia un suscriptor que se encuentre en uno de los casos siguientes: servicio suspendido, microteléfono descolgado, falsa llamada o falta de energía eléctrica. No se activa el generador de corriente de llamada ni el de tono de llamada, pero si se activa el de tono de ocupado, indicando que la llamada no procede.

Cuando uno de los suscriptores triplex transfiere una llamada erróneamente, puede recuperar el control de la llamada marcando el dígito cero. Todo este proceso se lleva a cabo en la tarjeta para control de abonado.

#### II.2.d.- Falsa llamada.

Cuando un abonado deja descolgado su microteléfono, el Sistema Triplex, después de un tiempo de supervisión, cae en falsa llamada y libera al abonado que provocó esta situación (ésto se hace entre las tarjetas para envío de identidad y la tarjeta para control de abonado); regresando así el sistema al estado de reposo.

Una vez que el sistema está en estado de reposo, los otros dos usuarios pueden continuar con la utilización del equipo triplex en forma normal.

El usuario que originó la falsa llamada puede acceder nuevamente con sólo colgar y levantar su microteléfono.

#### II.2.e.- Suspensión-habilitación del servicio.

Para suspender o habilitar a algún suscriptor del sistema se utiliza el dispositivo AHSS (Aparato de Habilitación-Suspensión del Servicio), que se conecta en el distribuidor general de la central en la posición correspondiente al número que se requiere suspender o habilitar. La señalización generada por el equipo AHSS, es recibida en el módulo poste por el receptor de señales de suspensión-habilitación de servicio, habilitando o deshabilitando a los suscriptores "A", "B" o "C" según el caso.

#### II.2.f.- Especificaciones Técnicas.

Las especificaciones técnicas del equipo Triplex se muestran en el anexo A del presente trabajo.

### III.-MEDICIONES.

### III.1.- Bases de Medición

Con el propósito de obtener información acerca del tráfico generado por las líneas triplex y compararlo con el tráfico generado por las líneas residenciales, se supervisaron 177 líneas de suscriptores triplex y 98 líneas de suscriptores residenciales de la central Atzacualco durante 5 días hábiles, siendo estos los días 87.01.29/30 y 87.02.2/3/4. Dicha supervisión se realizó a través del censado del hilo "c" de cada abonado, ya que es en este hilo en donde se presenta el cambio de polaridad del potencial eléctrico, dependiendo del estado del abonado (libre u ocupado).

El período de medición diario fué de 12 horas (de 9:00 a 21:00 hrs.) para todos los días a excepción del día 87.01.30, el cual fue de 10 horas (de 9:00 a 19:00 hrs.).

La medición se realizó con el Equipo de Análisis de Tráfico (EAT) diseñado por el Centro de Investigación y Desarrollo de Teléfonos de México (ver anexo B), el cual tiene la capacidad de censar la polaridad de hasta 1024 puntos de conexión (figura III.1), reportando cada hora durante el intervalo de medición los siguientes datos:

- a) El número total de ocupaciones de cada línea de suscriptor.
- b) El tiempo promedio por ocupación para cada línea de suscriptor.
- c) El tráfico total para cada línea de suscriptor.



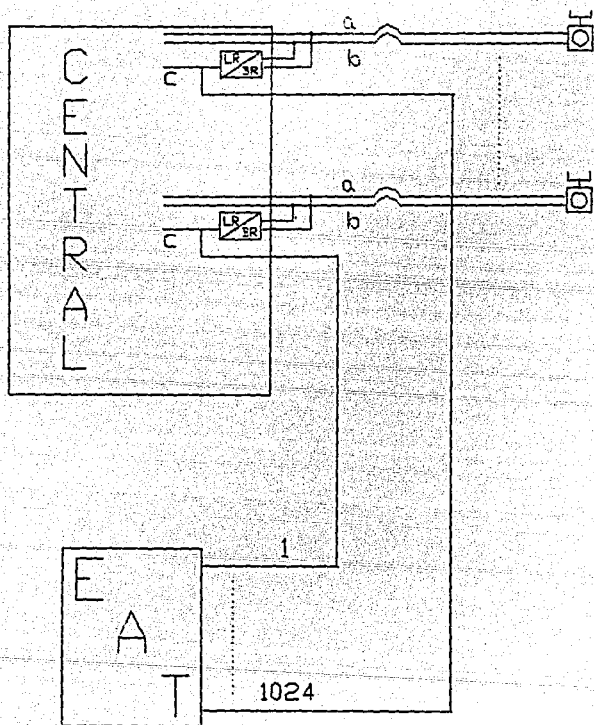


Figura III.1.- Diagrama de conexión del equipo EAT.

### III.2.- Mediciones.

#### III.2.a.- Tráfico por línea.

El resumen de las mediciones de tráfico obtenidas con el EAT se muestra en la tabla III.2.1. y del cual se obtienen las gráficas III.2.1 a la III.2.10.

Tabla III.2.1.- Tráfico promedio por línea (Erlangs).

Hora	Fecha. 87/01/29		Fecha. 87/01/30		Fecha. 87/02/02	
	LT	LR	LT	LR	LT	LR
9-10	0.070	0.034	0.098	0.0578	0.085	0.050
10-11	0.096	0.053	0.105	0.072	0.084	0.056
11-12	0.093	0.061	0.091	0.071	0.095	0.052
12-13	0.092	0.066	0.105	0.058	0.100	0.047
13-14	0.118	0.100	0.127	0.061	0.132	0.083
14-15	0.129	0.086	0.113	0.049	0.123	0.080
15-16	0.129	0.089	0.130	0.053	0.130	0.059
16-17	0.139	0.079	0.133	0.065	0.112	0.057
17-18	0.119	0.082	0.131	0.042	0.101	0.038
18-19	0.140	0.074	0.113	0.089	0.121	0.073
19-20	0.122	0.058			0.136	0.044
20-21	0.140	0.072			0.162	0.069

Tabla III.2.1.- Tráfico promedio por línea (Erlangs).

(continuación)

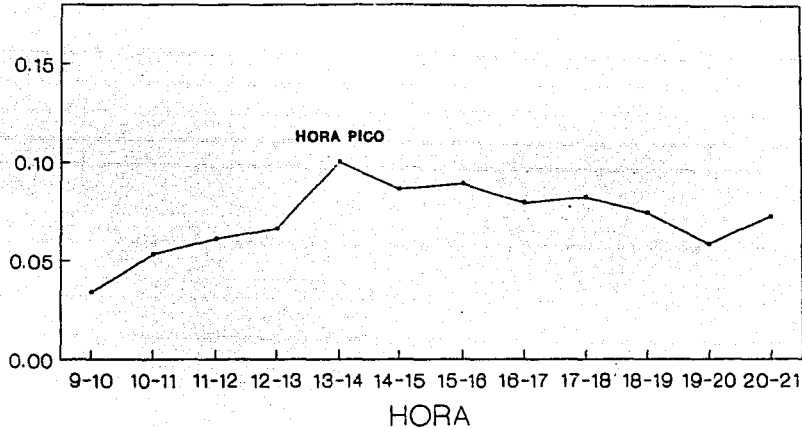
Hora	Fecha. 87/02/03		Fecha. 87/02/04	
	LT	LR	LT	LR
9-10	0.078	0.082	0.063	0.046
10-11	0.101	0.073	0.075	0.046
11-12	0.100	0.071	0.117	0.059
12-13	0.104	0.084	0.101	0.062
13-14	0.115	0.054	0.114	0.064
14-15	0.111	0.055	0.105	0.054
15-16	0.110	0.050	0.127	0.049
16-17	0.134	0.063	0.131	0.056
17-18	0.105	0.057	0.143	0.061
18-19	0.119	0.039	0.120	0.052
19-20	0.122	0.036	0.129	0.056
20-21	0.135	0.048	0.127	0.063

LT = Mediciones correspondientes a las líneas Triplex.

LR = Mediciones correspondientes a las líneas  
Residenciales.

# TRAFICO PROMEDIO POR LINEA LINEA RESIDENCIAL 87.01.29

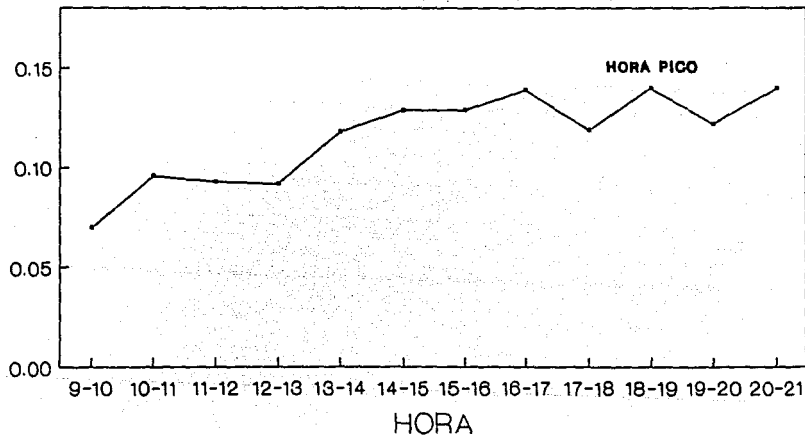
TRAFICO PROMEDIO POR LINEA (ERLANG)



GRAFICA III.2.1

# TRAFICO PROMEDIO POR LINEA LINEA TRIPLEX 87.01.29

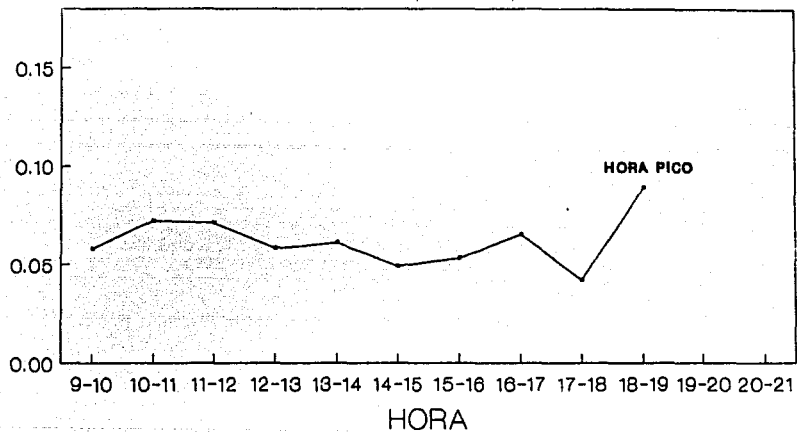
TRAFICO PROMEDIO POR LINEA (ERLANG)



GRAFICA III.2.2

# TRAFICO PROMEDIO POR LINEA LINEA RESIDENCIAL 87.01.30

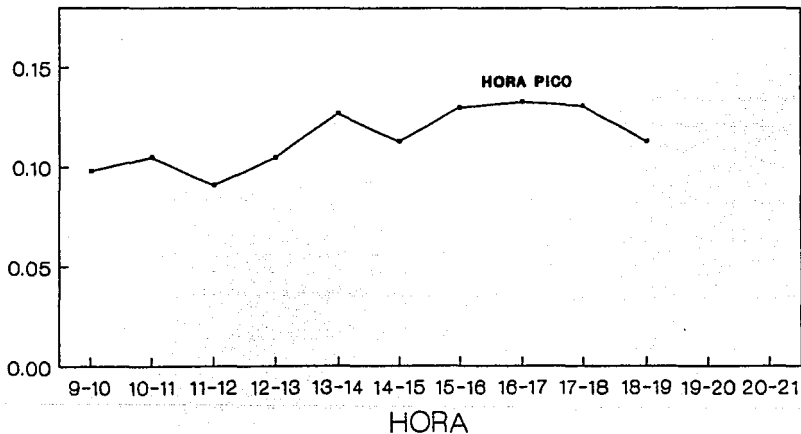
TRAFICO PROMEDIO POR LINEA (ERLANG)



GRAFICA III.2.3

# TRAFICO PROMEDIO POR LINEA LINEA TRIPLEX 87.01.30

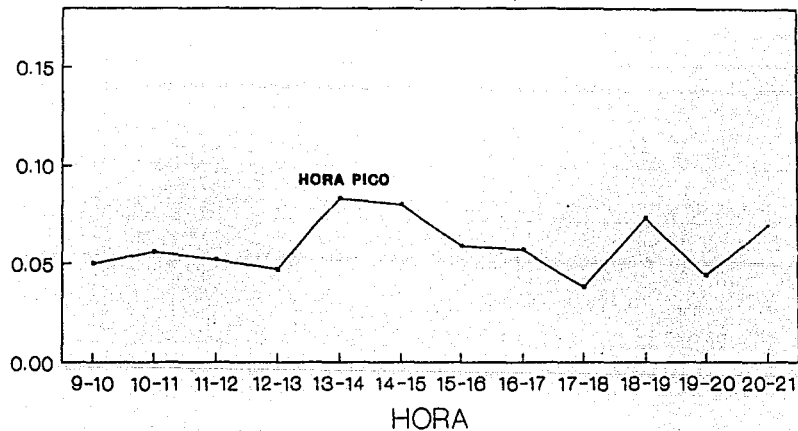
TRAFICO PROMEDIO POR LINEA (ERLANG)



GRAFICA III.2.4

# TRAFICO PROMEDIO POR LINEA LINEA RESIDENCIAL 87.02.02

TRAFICO PROMEDIO POR LINEA (ERLANG)

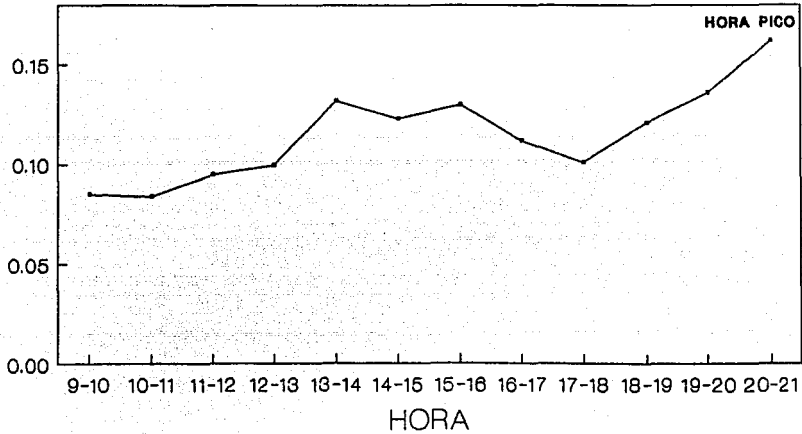


GRAFICA III.2.5



# TRAFICO PROMEDIO POR LINEA LINEA TRIPLEX 87.02.02

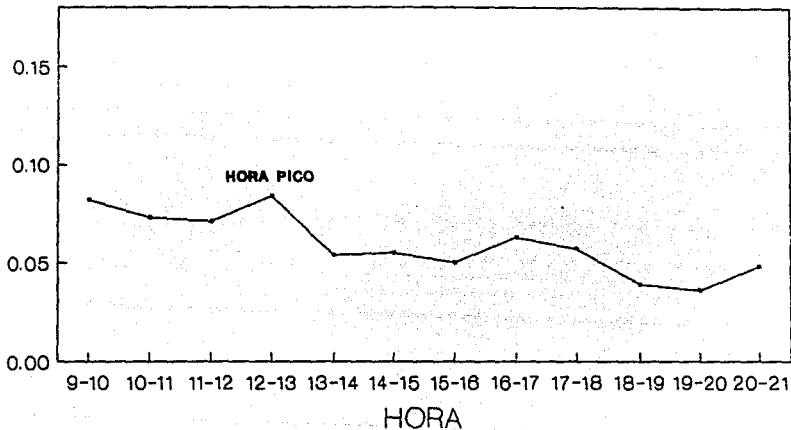
TRAFICO PROMEDIO POR LINEA (ERLANG)



GRAFICA III.2.6

# TRAFICO PROMEDIO POR LINEA LINEA RESIDENCIAL 87.02.03

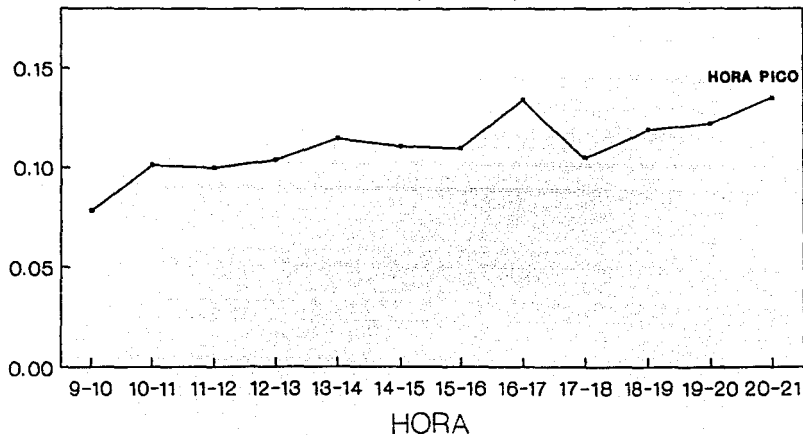
TRAFICO PROMEDIO POR LINEA (ERLANG)



GRAFICA III.2.7

# TRAFICO PROMEDIO POR LINEA LINEA TRIPLEX 87.02.03

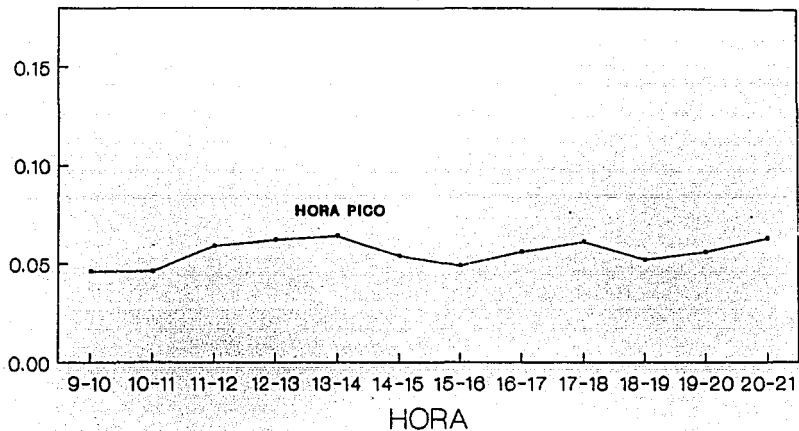
TRAFICO PROMEDIO POR LINEA (ERLANG)



GRAFICA III.2.8

# TRAFICO PROMEDIO POR LINEA LINEA RESIDENCIAL 87.02.04

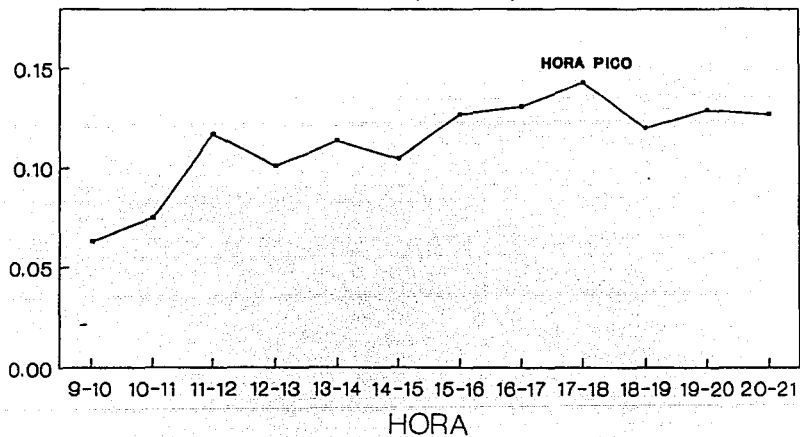
TRAFICO PROMEDIO POR LINEA (ERLANG)



GRAFICA III.2.9

# TRAFICO PROMEDIO POR LINEA LINEA TRIPLEX 87.02.04

TRAFICO PROMEDIO POR LINEA (ERLANG)



GRAFICA III.2.10

III.2.b.- Ocupaciones por línea.

El resumen de las mediciones de cantidad de ocupaciones obtenidas con el EAT se muestra en la tabla III.2.2. y se obtienen las gráficas III.2.11 a la III.2.20.

Tabla III.2.2.- Ocupaciones promedio por línea.

Hora	Fecha.		Fecha.		Fecha.	
	87/01/29		87/01/30		87/02/02	
	LT	LR	LT	LR	LT	LR
9-10	4.10	2.31	6.19	4.37	4.57	3.36
10-11	4.88	3.77	6.04	4.11	4.64	2.49
11-12	7.23	4.38	5.63	4.80	5.36	2.79
12-13	6.65	3.35	5.72	4.18	5.66	3.54
13-14	6.99	4.78	8.22	6.29	7.49	3.51
14-15	9.00	7.21	5.66	3.18	6.56	4.89
15-16	9.86	5.47	6.54	3.57	8.27	3.77
16-17	8.55	6.01	7.40	5.22	6.96	3.47
17-18	6.39	3.88	10.92	5.74	6.12	1.75
18-19	5.81	3.33	11.15	5.73	7.55	3.45
19-20	6.69	3.18			7.53	2.63
20-21	7.69	4.51			8.47	3.30

LT = Mediciones correspondientes a las líneas Triplex.

LR = Mediciones correspondientes a las líneas Residenciales.

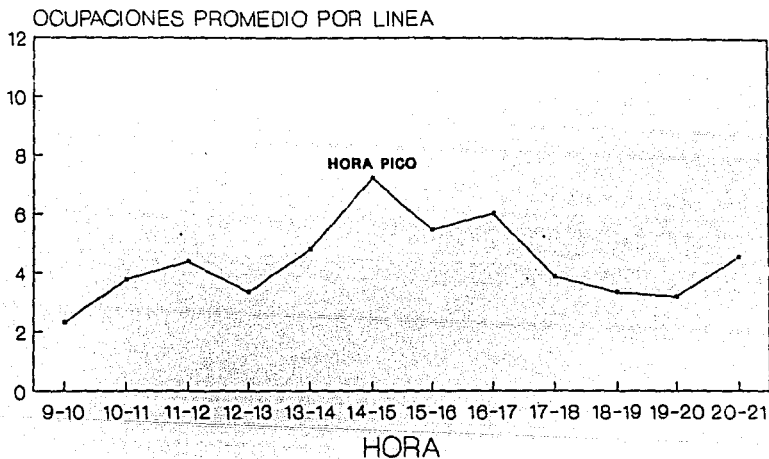
Tabla III.2.2.- Ocupaciones promedio por línea.  
(continuación)

Hora	Fecha.		Fecha.	
	87/02/03		87/02/04	
	LT	LR	LT	LR
9-10	5.02	3.73	5.31	2.24
10-11	6.82	3.86	5.52	2.39
11-12	5.74	3.39	9.24	4.12
12-13	8.47	4.75	6.64	3.72
13-14	8.57	4.57	7.93	3.98
14-15	7.57	4.65	7.10	3.45
15-16	8.85	4.33	6.47	2.94
16-17	6.73	4.41	7.16	4.80
17-18	5.89	2.74	6.88	2.61
18-19	6.87	3.21	6.89	4.36
19-20	8.23	3.18	7.75	3.52
20-21	7.44	3.18	8.56	3.81

LT = Mediciones correspondientes a las líneas Triplex.

LR = Mediciones correspondientes a las líneas Residenciales.

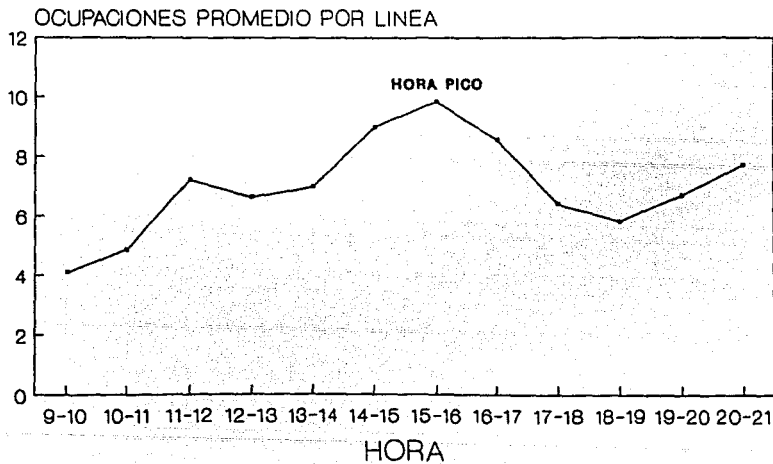
# OCUPACIONES PROMEDIO POR LINEA LINEA RESIDENCIAL 87.01.29



GRAFICA III.2.11

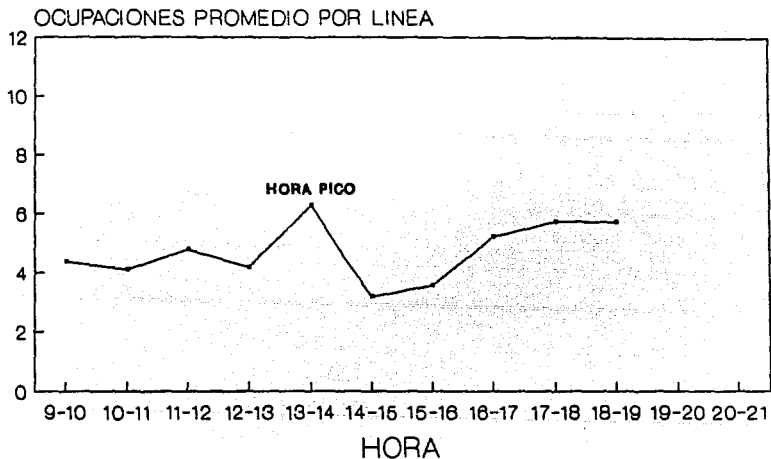


# OCUPACIONES PROMEDIO POR LINEA LINEA TRIPLEX 87.01.29



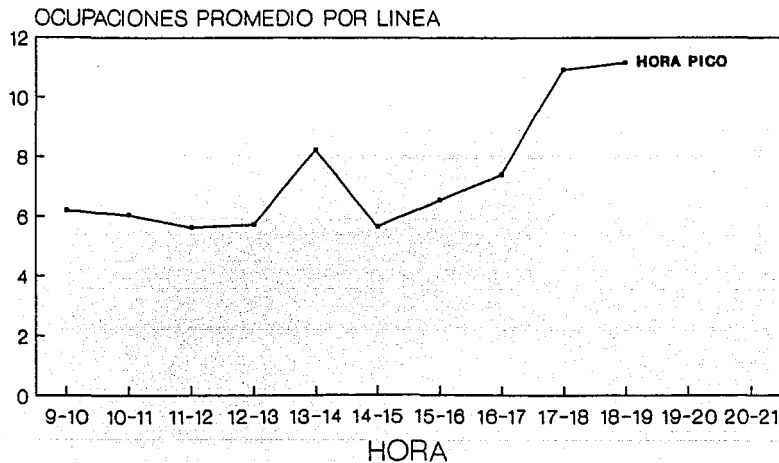
GRAFICA III.2.12

# OCUPACIONES PROMEDIO POR LINEA LINEA RESIDENCIAL 87.01.30



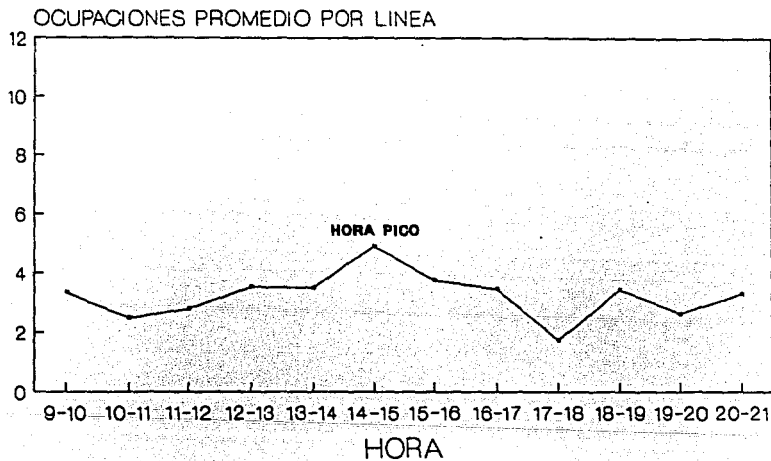
GRAFICA III.2.13

# OCUPACIONES PROMEDIO POR LINEA LINEA TRIPLEX 87.01.30



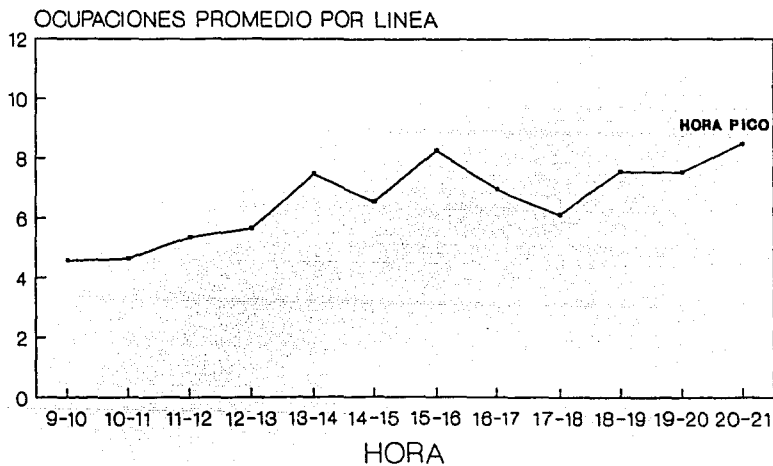
GRAFICA III.2.14

# OCUPACIONES PROMEDIO POR LINEA LINEA RESIDENCIAL 87.02.02



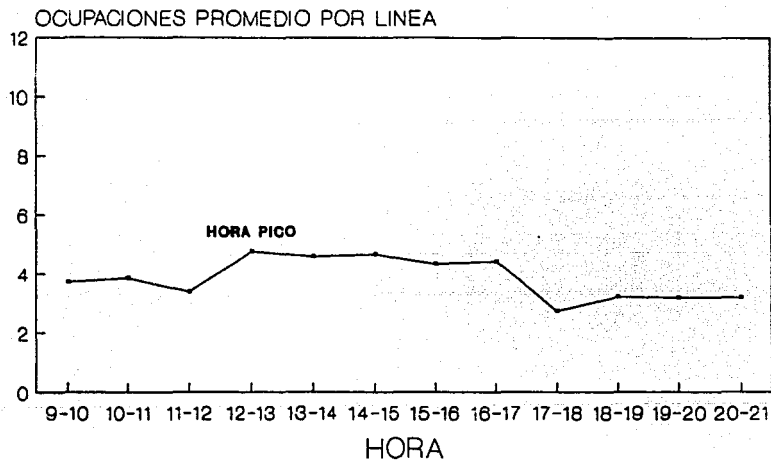
**GRAFICA III.2.15**

# OCUPACIONES PROMEDIO POR LINEA LINEA TRIPLEX 87.02.02



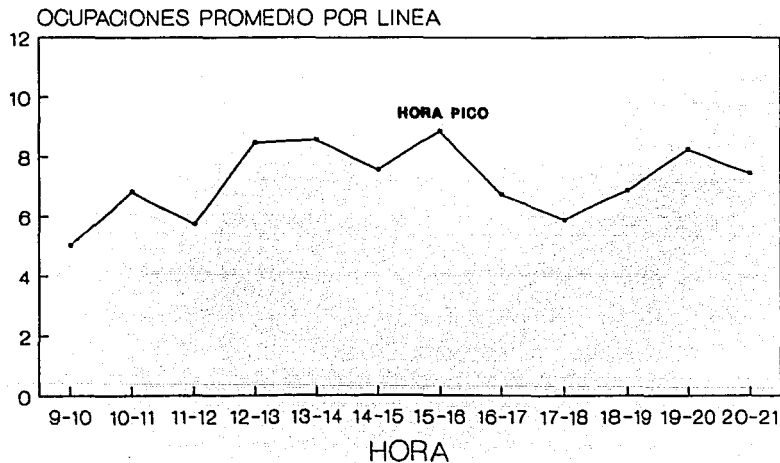
GRAFICA III.2.16

# OCUPACIONES PROMEDIO POR LINEA LINEA RESIDENCIAL 87.02.03



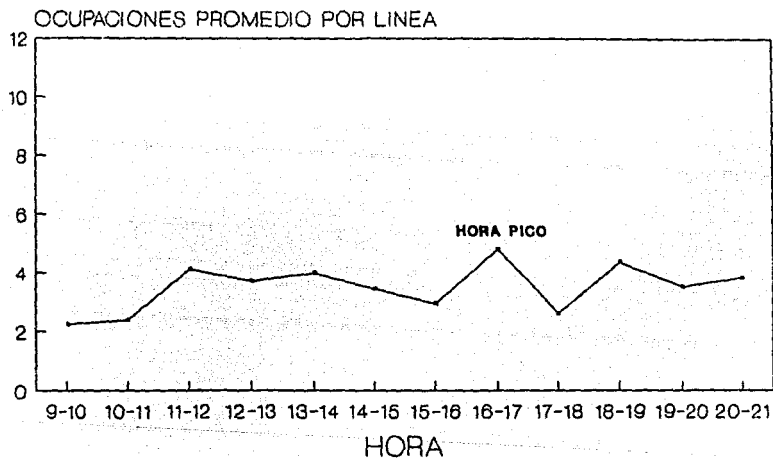
GRAFICA III.2.17

# OCUPACIONES PROMEDIO POR LINEA LINEA TRIPLEX 87.02.03



GRAFICA III.2.18

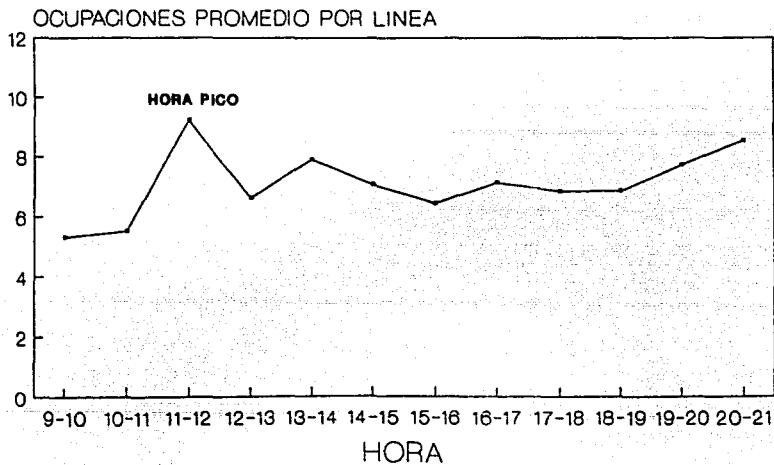
# OCUPACIONES PROMEDIO POR LINEA LINEA RESIDENCIAL 87.02.04



GRAFICA III.2.19



# OCUPACIONES PROMEDIO POR LINEA LINEA TRIPLEX 87.02.04



GRAFICA III.2.20

#### **IV.- ANALISIS DE MEDICIONES.**

Con base en el análisis de las mediciones mostradas en los tablos III.2.1 y III.2.2, se obtendrán los siguientes parámetros:

**IV.1.- Total de Ocupaciones (T.O.):**

Es el número total de veces que se ocupó el grupo de líneas telefónicas en el intervalo de medición (con llamadas entrantes, salientes e intentos de llamada), y se calculó de acuerdo con la siguiente expresión:

$$T.O. = \left( \sum_{i=1}^n X_i \right) * N \dots \dots \dots (IV.1)$$

Donde:

n Número de intervalos de medición en un día.

i Corresponde a la hora de supervisión y va desde la hora de 9 a 10 hasta la hora de 20 a 21.

X Es la ocupación promedio por línea para la hora de medición i en el día correspondiente.

N Es la cantidad de líneas residenciales o líneas triplex, según sea el caso.

Los valores obtenidos se registran en la tabla IV.1.

**Tabla IV.1.-Total de Ocupaciones.**

Fecha.	Líneas Residenciales.	Líneas Triplex.
87/01/29	5113.6	14839
87/01/30	4624.6	13004
87/02/02	3817.1	14014
87/02/03	4508.0	15257
87/02/04	4110.1	15124
<b>Promedio:</b>	<b>4434.68</b>	<b>14447.6</b>

#### IV.2.- Tiempo Total de Ocupación (t.T.O.):

Es el tiempo total que se mantuvo ocupado el grupo de líneas telefónicas en el intervalo total de medición en segundos, y se obtiene con base en el siguiente desarrollo:

Partiendo de la fórmula de Erlang:

$$E = \frac{t.P.O \cdot T.O}{T} \dots\dots\dots (IV.2)$$

Donde:

E Es el tráfico total.

T

t.P.O Es el tiempo promedio por ocupación.

T.O Es el total de ocupaciones de las líneas en el intervalo de supervisión.

T Es el intervalo de supervisión.

Por otro lado se sabe que:

$$E.P.L.H = 1/n \sum_{i=1}^n Y_i \dots\dots\dots (IV.3)$$

Donde:

E.P.L.H Tráfico promedio por línea por hora.

n Número de intervalos de medición en un día.

Y<sub>i</sub> Tráfico promedio por línea en el intervalo i de medición.

Multiplicando E.P.L.H por el número total de líneas (N) obtendremos el tráfico total en el intervalo de una hora (E), es decir:

$$E = N (E.P.L.H) \dots\dots\dots(IV.4)$$

Sustituyendo la ecuación IV.4 en IV.2, obtenemos:

$$N * (E.P.L.H) = (t.P.O * T.O) / T$$

Despejando obtenemos que:

$$T * N * (E.P.L.H) = t.P.O * T.O \dots\dots\dots(IV.5)$$

Donde:

t.P.O \* T.O Es el tiempo total de ocupación de las líneas.

T = 3600 seg. Es el intervalo de supervisión.

N Número de líneas triplex o residenciales.

Por lo que, el tiempo total de ocupación de las líneas (t.T.O) esta dado por:

$$t.T.O = T * N * (E.P.L.H) \dots\dots\dots(IV.6)$$

Sustituyendo en IV.6 los valores de la tabla III.2.1 y efectuando operaciones obtenemos la tabla IV.2.

**Tabla IV.2.-Tiempo Total de Ocupación (segundos).**

<b>Fecha.</b>	<b>Líneas Residenciales.</b>	<b>Líneas Triplex.</b>
87/01/29	301291	883796
87/01/30	217959	730231
87/02/02	249782	879973
87/02/03	251193	850024
87/02/04	235670	861494
<b>Promedio:</b>	<b>251179</b>	<b>841103.6</b>

#### IV.3.- Tiempo Promedio por Ocupación (t.P.O):

Es el tiempo promedio que se mantuvo ocupada la línea telefónica en cada ocupación en el intervalo de medición, en segundos, se determinó de acuerdo con la siguiente expresión:

$$t.P.O = t.T.O/T.O$$

Donde:

t.T.O Es el tiempo total de ocupación.

T.O Es el total de ocupaciones.

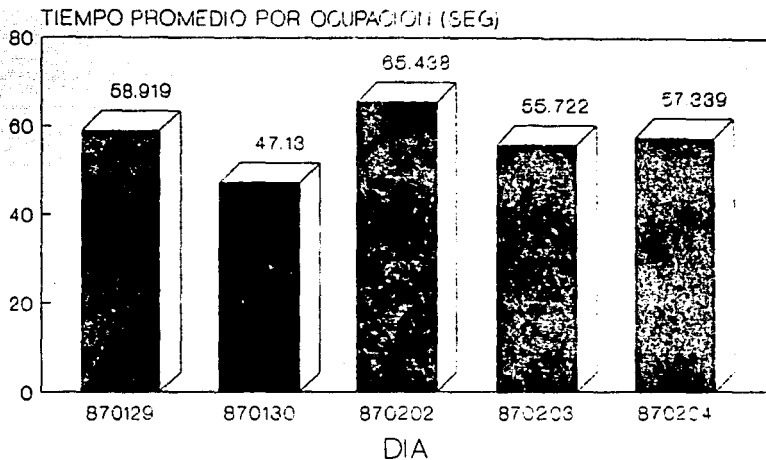
Los valores calculados se registran en la tabla IV.3 y se muestran en las gráficas IV.3.1. y IV.3.2.

Tabla IV.3.-Tiempo Promedio por Ocupación (segundos).

Fecha.	Líneas Residenciales.	Líneas Triplex.
87/01/29	58.919	59.556
87/01/30	47.13	56.153
87/02/02	65.437	62.788
87/02/03	55.721	55.712
87/02/04	57.339	56.959
Promedio:	56.909	58.2336

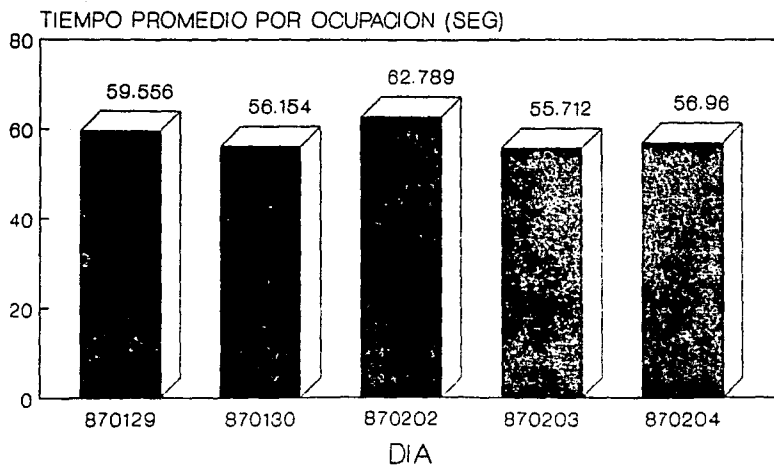


# TIEMPO PROMEDIO POR OCUPACION LINEA RESIDENCIAL



GRAFICA IV.3.1

# TIEMPO PROMEDIO POR OCUPACION LINEA TRIPLEX



GRAFICA IV.3.2

#### IV.4.- Tráfico Promedio por Línea por Hora (E.P.L.H.):

Es el tráfico promedio por hora por línea durante el intervalo de medición de un día (en Erlang) y se determinó a partir de la fórmula IV.3, la cual es:

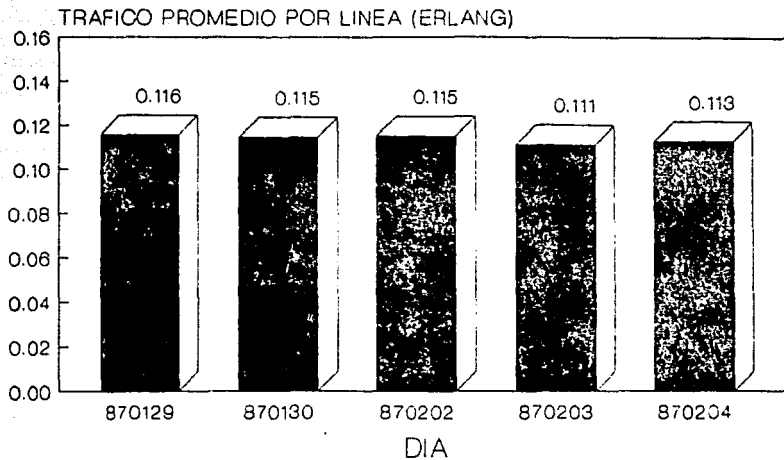
$$E.P.L.H = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n Y_i \dots\dots\dots(IV.7)$$

Los valores obtenidos se registran en la tabla IV.4 y se muestran en los gráficos IV.4.1. y IV.4.2.

Tabla IV.4.- Tráfico Promedio por Línea por Hora (Erlang).

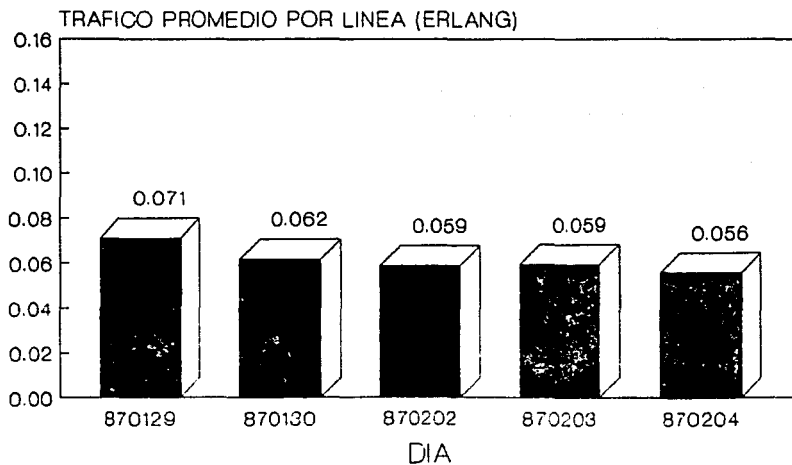
Fecha.	Líneas Residenciales.	Líneas Triplex.
87/01/29	0.0711	0.1155
87/01/30	0.0617	0.1146
87/02/02	0.0590	0.1151
87/02/03	0.0593	0.1112
87/02/04	0.0556	0.1127
Promedio:	0.0613	0.1138

# TRAFICO PROMEDIO POR LINEA POR HORA. LINEA TRIPLEX



GRAFICA IV.4.1

# TRAFICO PROMEDIO POR LINEA POR HORA. LINEA RESIDENCIAL



GRAFICA IV.4.2

**IV.5.- Ocupaciones Promedio por Línea en la Hora Pico de Ocupación  
(O.P.L.H.O):**

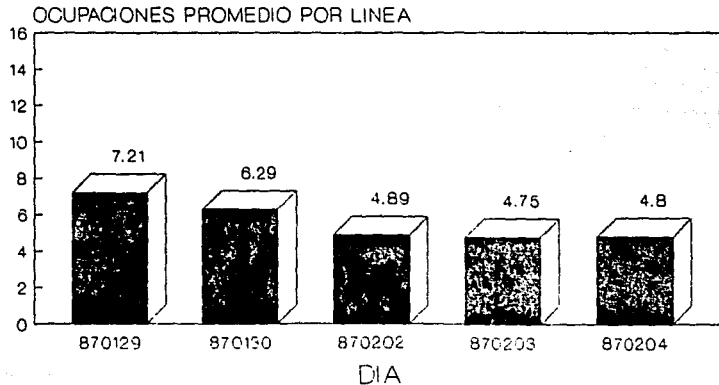
Es el promedio de ocupaciones por línea durante la hora de medición en la cual hubo más ocupaciones en el intervalo de medición para cada día, estos datos fueron extraídos de las tablas III.2.1. y III.2.2.

Los valores se registran en la tabla IV.5 y se muestran en las gráficas IV.5.1 y IV.5.2

**Tabla IV.5.-Ocupaciones Promedio por Línea en la Hora Pico de Ocupación.**

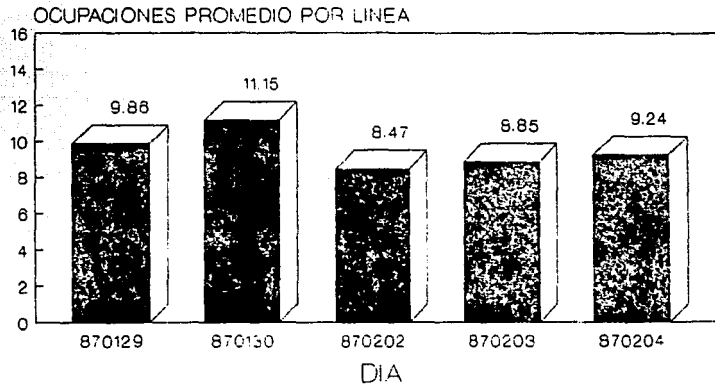
Fecha.	Líneas		Líneas	
	Hora.	Residenciales.	Hora.	Triplex.
87/01/29	14-15	7.21	15-16	9.86
87/01/30	13-14	6.29	18-19	11.15
87/02/02	14-15	4.89	20-21	8.47
87/02/03	12-13	4.75	15-16	8.85
87/02/04	16-17	4.80	11-12	9.24
Promedio:		5.88		9.51

# OCUPACIONES PROMEDIO POR LINEA EN LA HORA PICO DE OCUPACION LINEA RESIDENCIAL



GRAFICA IV.5.1

# OCUPACIONES PROMEDIO POR LINEA EN LA HORA PICO DE OCUPACION LINEA TRIPLEX



GRAFICA IV.5.2



**IV.6.- Tráfico Promedio por Línea en la Hora Pico de Ocupación  
(E.L.H.O.):**

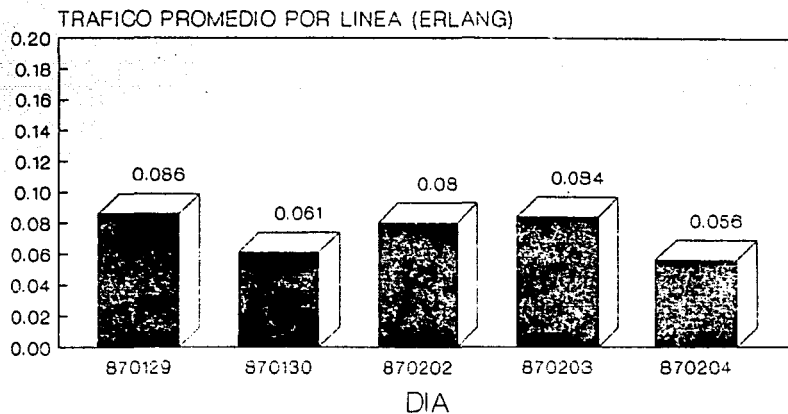
Es el tráfico promedio que se genera en cada línea durante la hora de medición en la cual hubo más ocupaciones en el día (en Erlang).

Los datos fueron extraídos de las tablas III.2.1 y III.2.2 y se registran en la tabla IV.6 y se muestran en las gráficas IV.6.1. y IV.6.2.

**Tabla IV.6.-Tráfico Promedio por Línea en la Hora Pico de Ocupación  
(Erlang)**

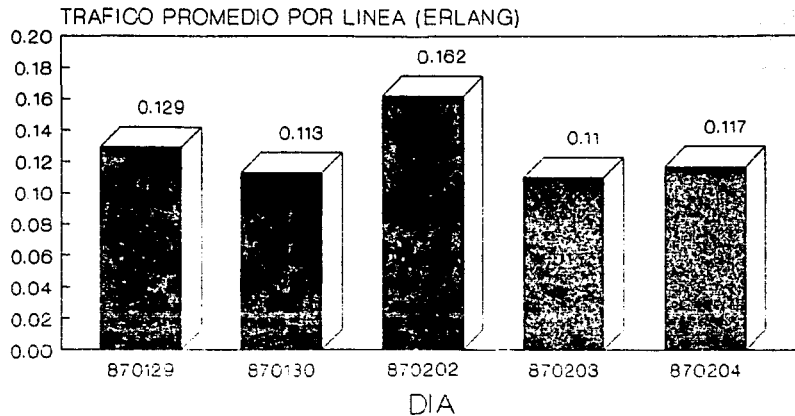
Fecha.	Hora.	Líneas	
		Residenciales.	Triplex.
87/01/29	14-15	0.086	0.129
87/01/30	13-14	0.061	0.113
87/02/02	14-15	0.080	0.162
87/02/03	12-13	0.084	0.110
87/02/04	16-17	0.056	0.117
Promedio:		0.073	0.126

# TRAFICO PROMEDIO POR LINEA EN LA HORA PICO DE OCUPACION LINEA RESIDENCIAL



GRAFICA IV.6.1

# TRAFICO PROMEDIO POR LINEA EN LA HORA PICO DE OCUPACION LINEA TRIPLEX



GRAFICA IV.6.2

**IV.7.- Tiempo Promedio por Ocupación en la Hora Pico de Ocupación**

**(t.P.O.H.O.):**

Es el tiempo promedio por ocupación por línea durante la hora de medición en la cual hubo más ocupaciones en el día (en segundos).

Se determinó a partir de la siguiente fórmula:

$$t.P.O.H.O = E.L.H.O./O.P.L.H.O$$

**Donde:**

**E.L.H.O.** Es el tráfico por línea en la hora pico de ocupación.

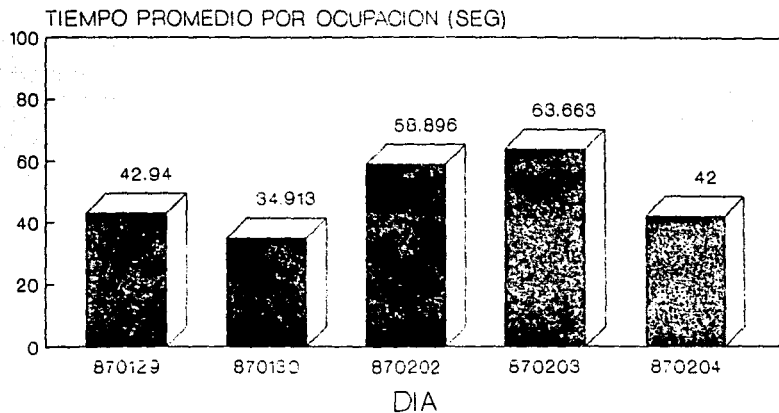
**O.P.L.H.O.** Son las ocupaciones promedio por línea en la hora pico de ocupación.

Los resultados obtenidos se registran en la tabla IV.7 y se ilustran en las gráficas IV.7.1. y IV.7.2.

Tabla IV.7.-Tiempo Promedio por Ocupación en la Hora Pico de  
Ocupación (segundos).

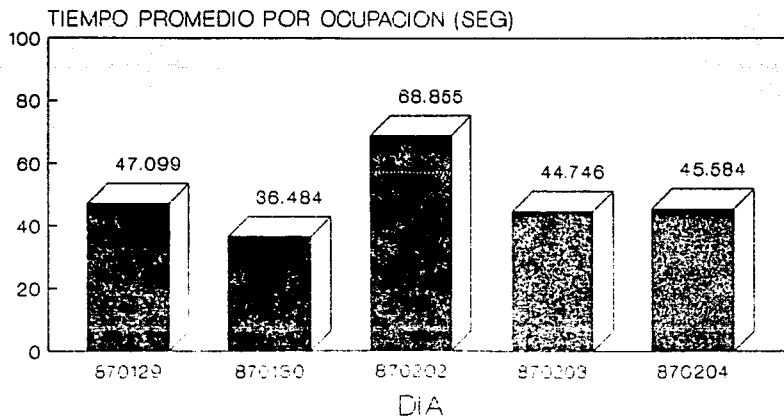
Fecha.	Hora.	Líneas		
		Residenciales.	Hora.	
				Líneas Triplex.
87/01/29	14-15	42.94	15-16	47.09
87/01/30	13-14	34.91	18-19	36.48
87/02/02	14-15	58.89	20-21	68.85
87/02/03	12-13	63.66	15-16	44.74
87/02/04	16-17	42.00	11-12	45.58
Promedio:		48.48		48.55

# TIEMPO PROMEDIO POR OCUPACION EN LA HORA PICO DE OCUPACION LINEA RESIDENCIAL



GRAFICA IV.7.1

# TIEMPO PROMEDIO POR OCUPACION EN LA HORA PICO DE OCUPACION LINEA TRIPLEX



GRAFICA IV.7.2

**IV.8.- Ocupaciones Promedio por Línea en la Hora Pico de Tráfico  
(O.P.L.H.E):**

Es el promedio de ocupaciones por línea durante la hora de medición en la cual hubo más tráfico en el día, estos datos fueron extraídos directamente de las tablas III.2.1. y III.2.2.

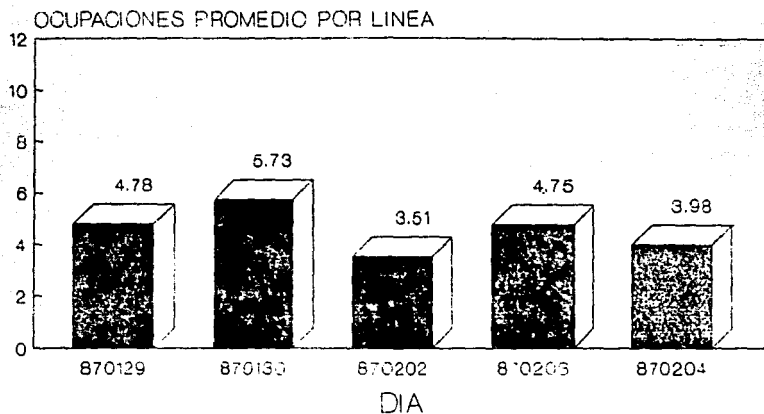
Los valores se registran en la tabla IV.8 y se muestran en los gráficos IV.8.1 y IV.8.2

**Tabla IV.8.- Ocupaciones Promedio por Línea en la Hora Pico de Tráfico**

Fecha.	Hora.	Líneas	
		Residenciales.	Triplex.
87/01/29	13-14	4.78	5.81
87/01/30	18-19	5.73	7.40
87/02/02	13-14	3.51	8.47
87/02/03	12-13	4.75	7.44
87/02/04	13-14	3.98	6.88
Promedio:		4.55	7.20

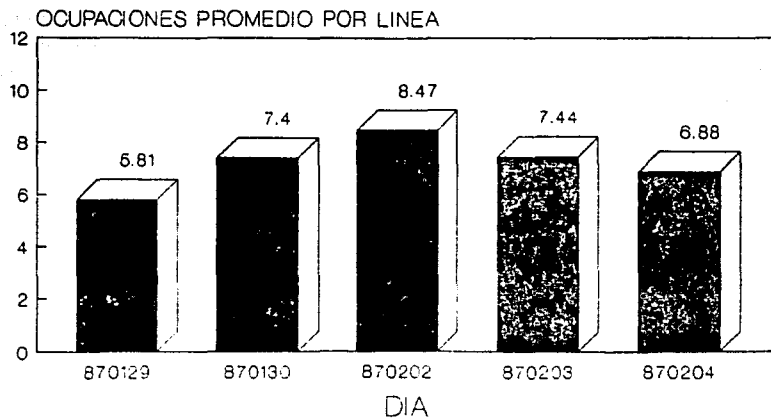


# OCUPACIONES PROMEDIO POR LINEA EN LA HORA PICO DE TRAFICO LINEA RESIDENCIAL



GRAFICA IV.8.1

# OCUPACIONES PROMEDIO POR LINEA EN LA HORA PICO DE TRAFICO LINEA TRIPLEX



GRAFICA IV.8.2

**IV.9.- Tráfico Promedio por Línea en la Hora Pico de Tráfico  
(E.P.L.H.E.):**

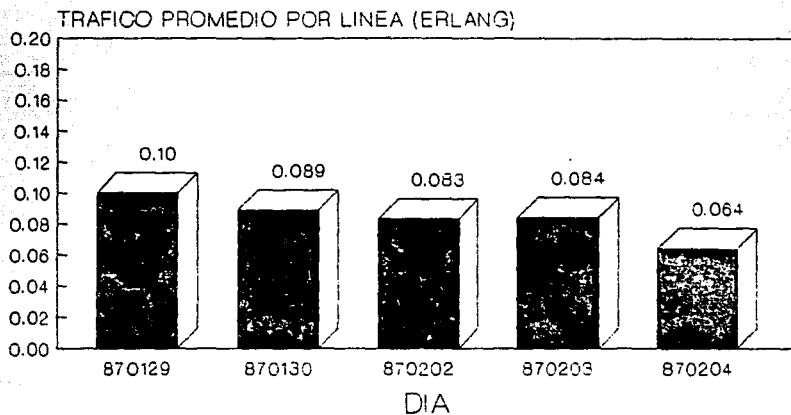
Es el tráfico promedio que se genera en cada línea durante la hora de medición en la cual hubo más tráfico en el día (en Erlang). Estos datos fueron extraídos directamente de las tablas III.2.1 y III.2.2.

Los valores se registran en la tabla IV.9. y se muestran en los gráficos IV.9.1. y IV.9.2.

**Tabla IV.9.- Tráfico Promedio por Línea en la Hora Pico de Tráfico  
(Erlang).**

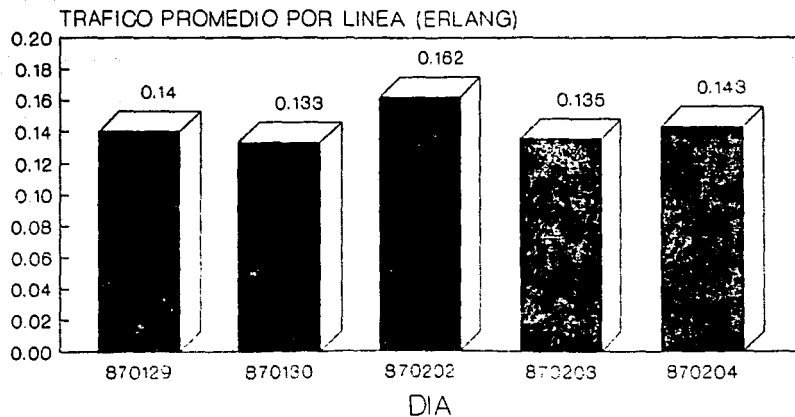
Fecha.	Hora.	Líneas	
		Residenciales.	Triplex.
87/01/29	13-14	0.100	0.140
87/01/30	18-19	0.089	0.133
87/02/02	13-14	0.083	0.162
87/02/03	12-13	0.084	0.135
87/02/04	13-14	0.064	0.143
<b>Promedio:</b>		<b>0.0839</b>	<b>0.142</b>

# TRAFICO PROMEDIO POR LINEA EN LA HORA PICO DE TRAFICO LINEA RESIDENCIAL



GRAFICA IV.9.1

# TRAFICO PROMEDIO POR LINEA EN LA HORA PICO DE TRAFICO LINEA TRIPLEX



GRAFICA IV.9.2

**IV.10.- Tiempo Promedio por Ocupación en la Hora Pico de Tráfico  
(t.P.O.H.E.):**

Es el tiempo promedio por ocupación por línea durante la hora de medición en la cual hubo más tráfico en el día, se obtiene aplicando la siguiente fórmula:

$$t.P.O.H.E = (E.P.L.H.E./O.P.L.H.O)*3600$$

Donde:

**E.P.L.H.E.** Es el tráfico promedio por línea en la hora pico de tráfico.

**O.P.L.H.O.** Son las ocupaciones promedio por línea en la hora pico de ocupación.

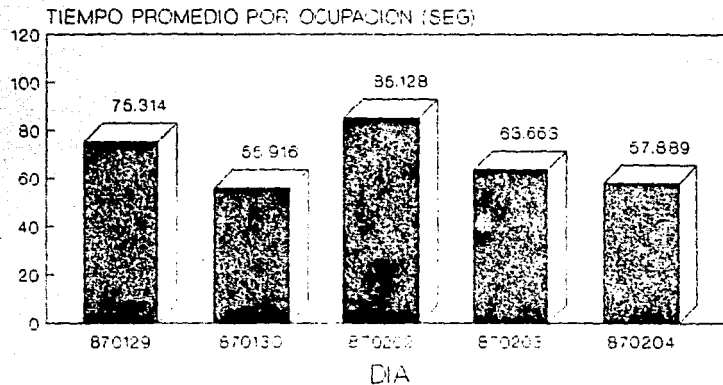
La constante **3600 seg.** Se utilizo debido a que el intervalo de observación es de una hora.

Los valores calculados se registran en la tabla IV.10 y se muestran en los gráficos IV.10.1. y IV.10.2.

Tabla IV.10.- Tiempo Promedio por Ocupación en la Hora Pico de Tráfico  
(Segundos)

Fecha.	Hora.	Líneas	
		Residenciales.	Triplex.
87/01/29	13-14	75.31	86.74
87/01/30	18-19	55.91	64.70
87/02/02	13-14	85.12	68.85
87/02/03	12-13	63.66	65.32
87/02/04	13-14	57.88	74.82
Promedio:		67.58	72.09

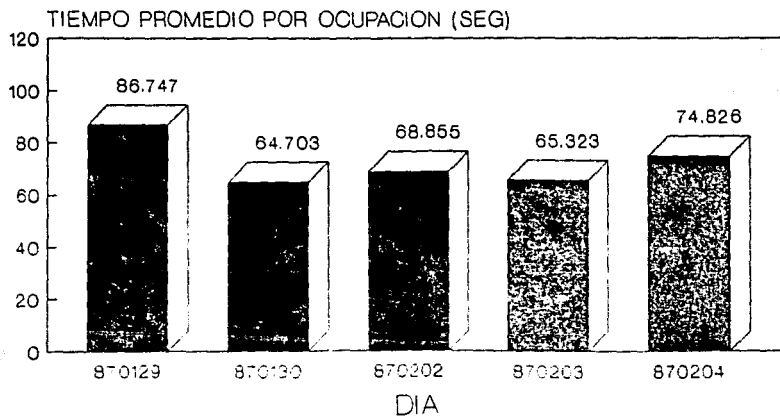
# TIEMPO PROMEDIO POR OCUPACION EN LA HORA PICO DE TRAFICO LINEA RESIDENCIAL



GRAFICA IV.10.1



# TIEMPO PROMEDIO POR OCUPACION EN LA HORA PICO DE TRAFICO LINEA TRIPLEX



GRAFICA IV.10.2

## V.- RESULTADOS.

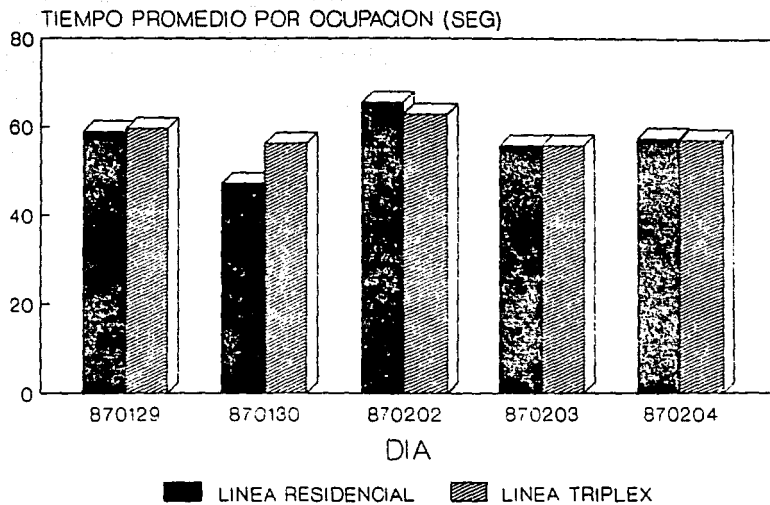
#### V.1.- Comparación del Tiempo Promedio por Ocupación.

De la tabla IV.3 tenemos que la razón entre el Tiempo Promedio por Ocupación de una Línea triplex y una línea residencial es 1.02327, lo cual quiere decir que el Tiempo Promedio por Ocupación de una Línea Triplex es un 2% mayor que el de una Línea Residencial.

Por lo tanto, para fines prácticos podemos asumir que el Tiempo Promedio por Ocupación es igual en los dos tipos de líneas.

La gráfica V.1, muestra la comparación del Tiempo Promedio por Ocupación entre las Líneas Triplex y las Líneas Residenciales.

# TIEMPO PROMEDIO POR OCUPACION



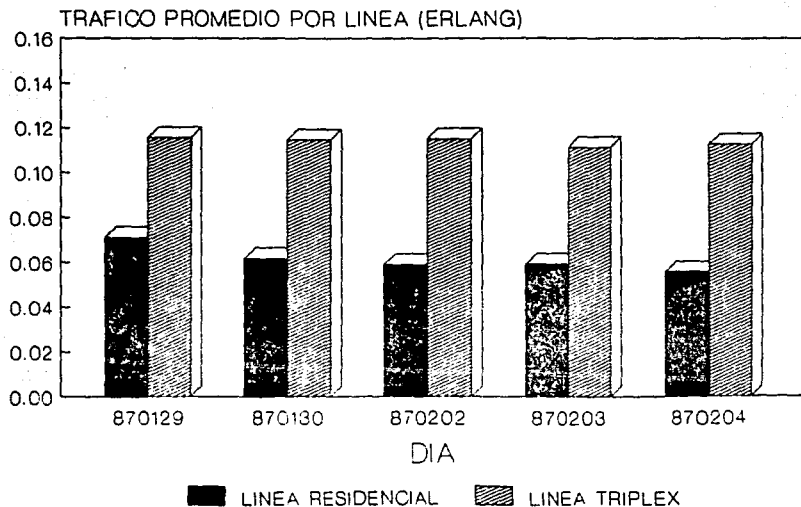
GRAFICA V.1

#### V.2.- Comparación del Tráfico Promedio por Línea por Hora.

De la tabla IV.4 se deduce que el Tráfico Promedio por Línea por Hora de una Línea Triplex es 85.6 % mayor que el de una Línea Residencial.

La gráfica V.2 muestra la comparación del Tráfico Promedio por Línea por Hora entre Líneas Triplex y Líneas Residenciales.

# TRAFICO PROMEDIO POR LINEA POR HORA



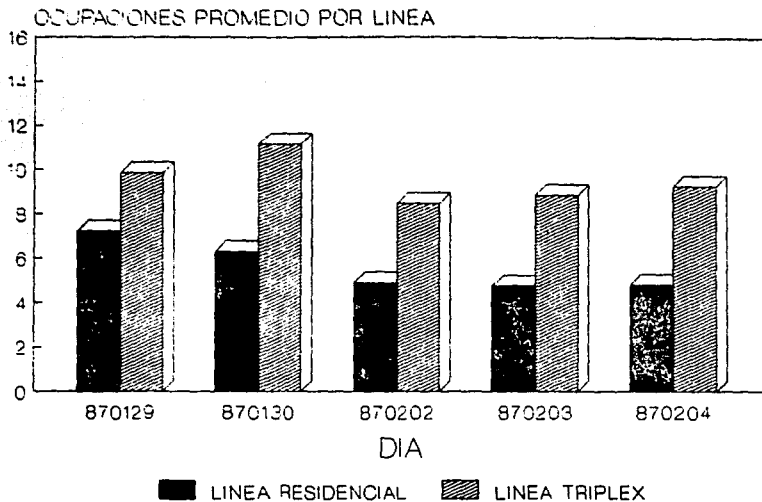
GRAFICA V.2

**V.3.- Comparación de la Cantidad de Ocupaciones Promedio por Línea en la Hora Pico de Ocupación:**

De la tabla IV.5. se tiene que las Ocupaciones por Línea en la Hora Pico de Ocupación es 61 % mayor en las líneas Triplex que en las Líneas Residenciales.

La gráfica V.3 muestra la comparación de las Ocupaciones Promedio por Línea en la Hora Pico de Ocupación entre las Líneas Triplex y las Líneas Residenciales.

# OCUPACIONES PROMEDIO POR LINEA EN LA HORA PICO DE OCUPACION



GRAFICA V.3

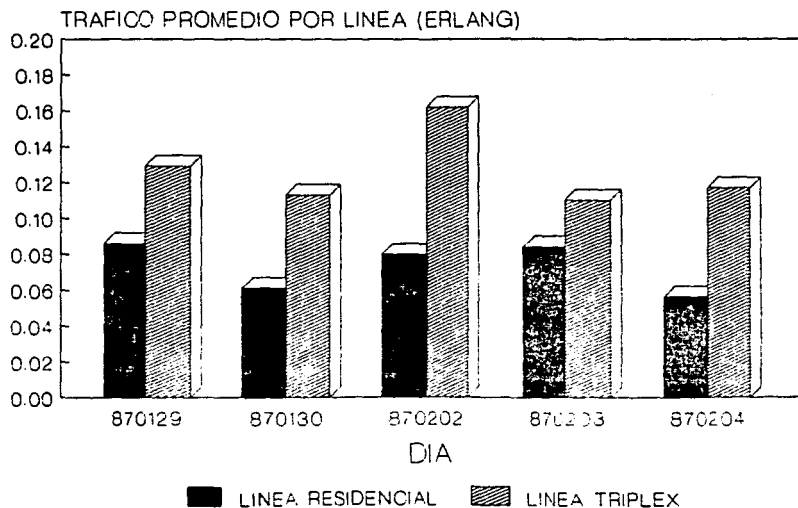


#### V.4.- Comparación del Tráfico Promedio por Línea en la Hora Pico de Ocupación.

El Tráfico promedio por Línea resultó ser en la Hora Pico de Ocupación 60 % mayor en la líneas Triplex que en las Línea Residenciales, de acuerdo con la tabla IV.6.

La gráfica V.4 muestra la comparación de Tráfico por Línea en la Hora Pico de Ocupación entre las Líneas Triplex y las Líneas Residenciales.

# TRAFICO PROMEDIO POR LINEA EN LA HORA PICO DE OCUPACION



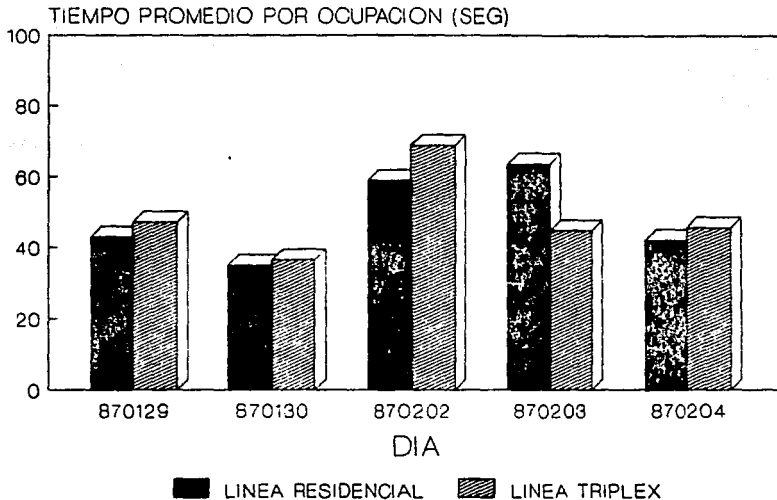
GRAFICA V.4

**V.5.- Comparación del Tiempo Promedio por Ocupación en la Hora Pico de Ocupación.**

De la tabla IV.7, tenemos que el Tiempo Promedio por Ocupación en la Hora Pico de Ocupación, es prácticamente igual para los dos tipos de líneas.

La gráfica V.5 muestra la comparación del Tiempo Promedio por Ocupación en la Hora Pico de Ocupación entre las líneas Triplex y las líneas Residenciales.

# TIEMPO PROMEDIO POR OCUPACION EN LA HORA PICO DE OCUPACION



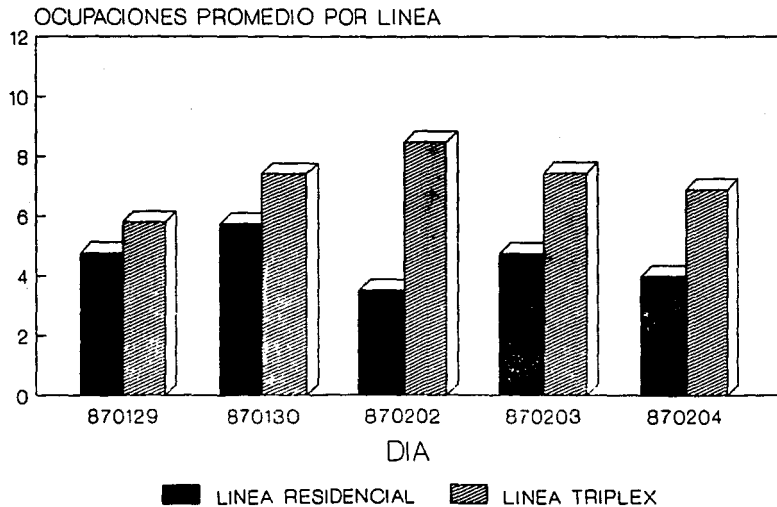
**GRAFICA V.5**

**V.6.- Comparación de la Cantidad de Ocupaciones Promedio por Línea en la  
Hora Pico de Tráfico.**

De la tabla IV.8 se tiene que las ocupaciones promedio por línea en la Hora Pico de Tráfico son 58.24 % mayor en las Líneas Triplex que en las Líneas Residenciales.

La gráfica V.6 muestra la comparación de las ocupaciones promedio por línea en la Hora Pico de Tráfico entre las Líneas Triplex y las Líneas Residenciales

# OCUPACIONES PROMEDIO POR LINEA EN LA HORA PICO DE TRAFICO



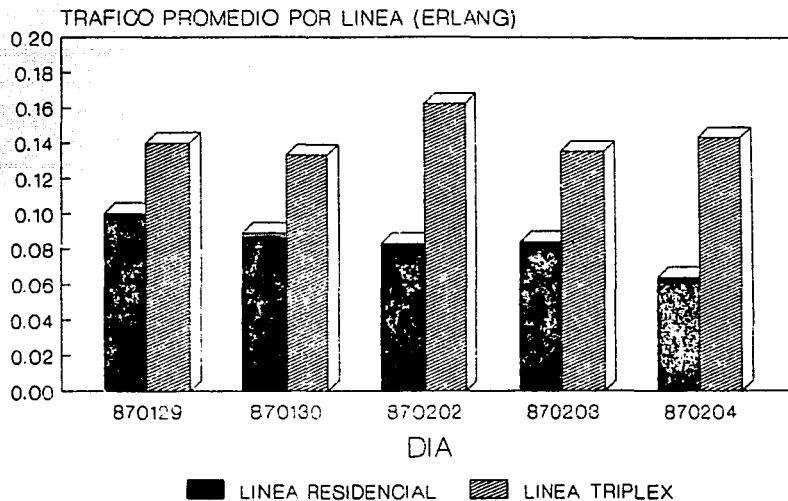
GRAFICA V.6

**V.7.- Comparación del Tráfico Promedio por Línea en la Hora Pico de Tráfico.**

La Hora Pico de Tráfico, de acuerdo con la tabla IV.9, es 69 % mayor en las Líneas Triplex que en las Líneas Residenciales.

La gráfica V.7 muestra la comparación del Tráfico Promedio por Línea en la Hora Pico de Tráfico entre las Líneas Triplex y las Líneas Residenciales.

# TRAFICO PROMEDIO POR LINEA EN LA HORA PICO DE TRAFICO



GRAFICA V.7

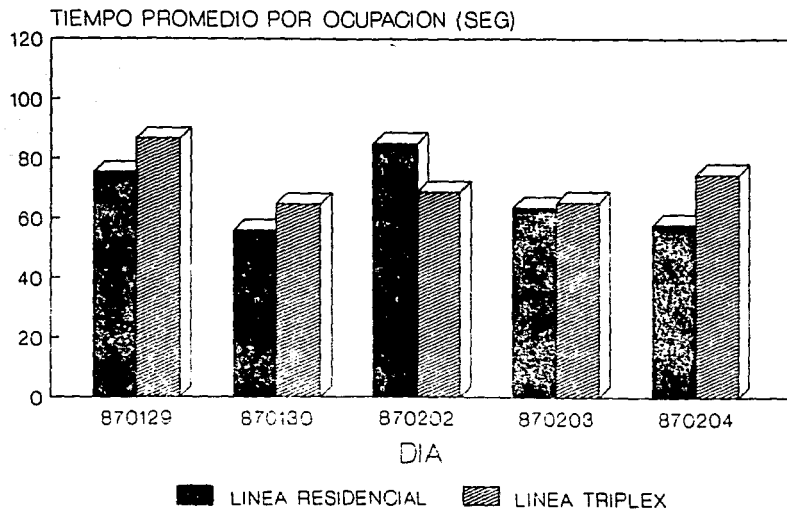


**V.B.- Comparación del Tiempo Promedio por Ocupación en la Hora Pico de Tráfico.**

El tiempo Promedio por Ocupación en la Hora Pico de Tráfico, de acuerdo con la tabla IV.10 es 6.6 % mayor en las Líneas Triplex que en las Líneas Residenciales.

La gráfica V.8 muestra la comparación del Tiempo Promedio por Ocupación en la Hora Pico de Tráfico entre las Líneas Triplex y las Líneas Residenciales.

# TIEMPO PROMEDIO POR OCUPACION EN LA HORA PICO DE TRAFICO



GRAFICA V.8

#### V.9.- Consideraciones de Penetración de Líneas Triplex.

Para estimar el Tráfico Promedio por Línea ponderado, como una función del porcentaje de penetración, se puede asumir la siguiente ecuación:

$$TPL = (\%T/100) (TT-TR) + TR$$

Donde:

TPL Es el Tráfico por Línea ponderado en la Hora Pico (Erlang).

%T Es el Porcentaje de Penetración de Líneas Triplex (por ciento).

TT Es el Tráfico Promedio por Línea Triplex en la Hora Pico (Erlang).

TR Es el Tráfico Promedio por Línea Residencial en la Hora Pico (Erlang).

Si consideramos la Hora Pico de Tráfico por Línea Triplex de 0.142 Erlangs y un Tráfico por Línea Residencial de 0.0839 Erlangs y sustituyendo estos valores en la fórmula anterior obtenemos la siguiente expresión:

$$TPL = (0.00581)(\%T)+0.0839$$

lo cual se representa mediante el lugar geométrico de la figura V.9. que muestra el Tráfico por Línea ponderado como una función del Porcentaje de Penetración de Líneas Triplex de acuerdo con la ecuación anterior.

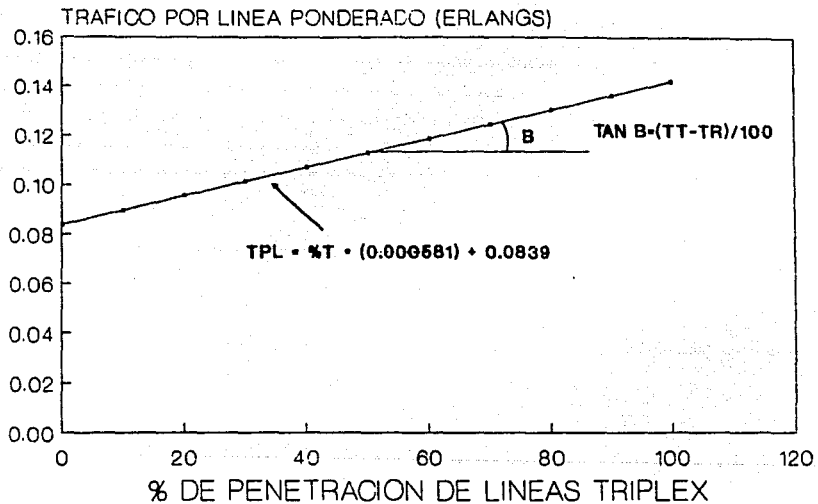


FIG. V.9.- TRAFICO POR LINEA PONDERADO

De la gráfica anterior observamos que cuando se tiene un Porcentaje de Penetración de Líneas Triplex del 10 %, el Tráfico Promedio por Línea en la Hora Pico de Tráfico es de 0.0697 Erlangs y cuando el Porcentaje de Penetración es del 30 %, el Tráfico resultante es de 0.1013 Erlangs, que son menores a los 0.168 Erlangs/Línea total (tráfico originado más tráfico terminado) que puede manejar una central ARF tamaño 8C.

## CONCLUSIONES

Del análisis del trabajo anteriormente desarrollado, podemos concluir lo siguiente:

El tráfico promedio por Línea Triplex durante el período de medición es de 0.126 Erlangs en la hora pico de ocupación y de 0.142 Erlangs en la hora pico de tráfico. Para las Líneas Residenciales el tráfico promedio por línea es de 0.072 Erlangs en la hora pico de ocupación y de 0.0839 Erlangs en la hora pico de tráfico.

La relación entre el tráfico promedio por línea triplex y el tráfico promedio por línea residencial es de 1.75 en la hora pico de ocupación y de 1.69 en la hora pico de tráfico.

Una línea triplex tiene 1.7 veces más ocupaciones que una línea residencial en la hora pico de ocupación y 1.69 veces más en la hora pico de tráfico.

Por lo tanto, el personal encargado de la contratación del servicio telefónico, deberá tener especial atención al ir cargando las centrales telefónicas con Sistemas Triplex, ya que como se mencionó anteriormente, cuando a una línea normal (residencial) se le instale un Sistema Triplex con sus tres abonados, ésta generará aproximadamente 70% más tráfico que una línea residencial

Por otro lado, también se observa de la tabla IV.3 y de la gráfica V.1, que el tiempo promedio por ocupación de una línea triplex y una línea residencial es aproximadamente igual. Por lo cual podemos inferir que los hábitos de los usuarios son semejantes, es decir, que ocupan en cada una de sus conferencias el mismo tiempo.

**ANEXO A**  
**ESPECIFICACIONES TECNICAS DEL EQUIPO TRIPLEX**



## Especificaciones Técnicas:

### I.- Módulo Central.

#### a) Tarjeta Detectora de Identidad Módulo Central.

##### Dimensiones:

- Altura	17 cm.
- Ancho	19 cm.
- Profundidad	2.5 cm.

Peso aproximado: 435 grms.

Capacidad máxima: 2 sistemas (6 suscriptores).

Alimentación: 48 Vcd +/- 10%.

Consumo de corriente  
por sistema:

5 mA, en reposo.  
30 mA, identificando al abonado A.  
40 mA, identificando al abonado B o C.

Protección contra  
corto circuito:

Fusible de 250 mA, 250 V.

Indicación de  
identidad/categoría del  
abonado conectado:

3 LED's verdes en el frente del sistema  
que encienden (uno a la vez), indicando  
la conexión de: abonado A/cat. 9, abona-  
do B/cat. 7 y abonado C/cat. 8.

Indicación del cambio  
del estado del hilo "c"  
(central ARF) o "t"  
(central PC-1000):

Un LED ámbar en la fuente de cada siste-  
ma, que indica: apagado, hilo c/t en re-  
poso (-48 Vcd +/- 10%), encendido, hilo  
c/t activo (-11 Vcd +/- 10%).

Reconocimiento de señales  
de identificación:

Abonado A	1 pulso.
Abonado B	2 pulsos.
Abonado C	3 pulsos.

Velocidad de recepción: 21.5 pulsos/seg. +/- 10%

Duración del circuito  
cerrado:

15.5 ms +/- 10%

Duración del circuito abierto:	31 ms +/- 10%
Relación abierto/cerrado:	0.666 +/- 20%
Duración de la identificación:	159 ms +/- 10%
Resistencia de bucle:	1800 ohms (ref. plan de señalización).
Señal de liberación por falsa llamada (enviada hacia el módulo poste):	
-Frecuencia:	Tono dual de 1633 y 697 Hz.
-Duración:	850 ms +/- 10%.
-Nivel de emisión:	-0.5 dBm.
Pérdida por inserción:	No mayor a 0.1 dB entre 0.3 - 3.4 KHz
Temperatura de operación:	Mínima -10 grados Celsius Máxima +50 grados Celsius
Temperatura de almacenaje:	Mínima -25 grados Celsius Máxima +70 grados Celsius

## II.- Módulo Poste.

Dimensiones:	
-Altura:	390 mm
-Profundidad:	115 mm.
-Ancho:	223 mm
Peso:	3.095 Kgrs.
Capacidad:	1 línea telefónica para tres suscriptores.
Voltaje de alimentación:	De 16 a 33 Vcd (internamente se regula a 12 Vcd +/- 0.5V)
Consumo de corriente:	32 mA en reposo, 82 mA en estado de habla, 400 mA en anuncio de llamada entrante, 600 mA durante la habilitación o suspensión del servicio.
Protección contra corto circuito:	3 fusibles de 0.75 A y 250 V, uno por cada abonado.
Indicación del estado de los fuentes del abonado:	3 LED's verdes, uno por cada abonado. Encendido: correcto, apagado: falla.

Indicación del estado del circuito de alimentación del módulo:

1 LED ámbar. Encendido: correcto, apagado: falla

Indicación del estado de habilitación o suspensión del servicio:

3 LED's rojos, uno por abonado. Encendido: suspendido, apagado: con servicio

Señales de identificación (hacia el módulo central):

-Abonado A  
-Abonado B  
-Abonado C

1 pulso  
2 pulsos  
3 pulsos

Velocidad de emisión:

21.5 +/- 2 pulsos/seg.

Duración del circuito cerrado:

15.5 ms +/- 10%

Duración del circuito abierto:

31 ms +/- 10%

Relación abierto/cerrado:

0.66 +/- 20%

Duración del envío:

159 ms +/- 10%

Reconocimiento de la señal de liberación por falsa llamada (enviada por el módulo central):

-Frecuencia:  
-Duración:

Tono dual de 1633 y 697 Hz.  
850 ms +/- 10%

Señales hacia los usuarios:

Llamada (situación en que ocurre):

Durante la transferencia: indica que el abonado llamado está libre; lo escuchan tanto el abonado llamante, como el que originó la transferencia.

Frecuencia:

425 +/- 25 Hz

Codencia:

1 seg. +/- 10%, tono audible  
4 seg. +/- 10%, silencio

Nivel de emisión:

-0.5 dBm

Ocupado (situación en que ocurre):

- Indica que el sistema está siendo ocupado por otro usuario.
- Durante la transferencia: indica que el abonado tiene su microteléfono descolgado o el servicio suspendido: lo escuchan tanto el abonado llamante como el que originó la transferencia.

Frecuencia:

425 +/- 25 Hz

Cadencia:

0.25 seg. tono audible, 0.25 seg. silencio

Nivel de emisión:

0.5 dBm

Corriente de llamada (situación en que ocurre):

- Para anunciar llamadas entrantes a los tres abonados simultáneamente.
- Para anunciar una transferencia al abonado solicitado.

Frecuencia:

38 Hz +/- 10%

Cadencia:

1 seg. tono audible, 4 seg. silencio.

Tensión:

90 Vrms +/- 5%

Advertencia a la operadora ("Tono Triplex"):

Al momento de contestar una llamada entrante, originada por algún abonado triplex.

Frecuencia y cadencia:

Tonos de 1150 y 2550 Hz +/- 10%, alternándose cada 52 ms.

Duración:

6.8 seg.

Señales enviadas por los abonados al módulo poste:

Tona:

Circuito cerrado de C.D. en la línea de abonado al descolgar su microteléfono.

Transferencia de llamada:

1, 2 o 3 pulsos generados por el disco dactilar del aparato telefónico al marcar el dígito 1, 2 o 3 para transferir una llamada entrante al abonado A, B o C respectivamente.

Cancelación de transferencia:

10 pulsos generados por el disco dactilar del aparato telefónico al marcar el dígito 0.

Reconocimiento de señales de  
habilitación o suspensión de  
servicio (enviados desde la  
central con el Aparato para  
Habilitación-Suspensión del  
Servicio AHSS):

Habilitación:

-Abonado A Código C1 del formato DTMF  
-Abonado B Código C2 del formato DTMF  
-Abonado C Código C3 del formato DTMF

Suspensión:

-Abonado A Código B1 del formato DTMF  
-Abonado B Código B2 del formato DTMF  
-Abonado C Código B3 del formato DTMF

Duración: 2.6 seg.

Temperatura de operación: Rango: -15 a +60 grados Celsius

Temperatura de almacenaje: Rango: -25 a +70 grados Celsius

### III.- Módulo de Abonado.

Aparato telefónico: Cualquier aparato con disco cóctilar,  
que cumpla con las normas de TELMEX.

Extensiones: Pueden conectarse aparatos adicionales,  
siempre y cuando se les haya retirado el  
circuito del camarario.

Cable bajante: Cordón paralelo exterior-interior doble  
par, calibre 22 AWG (0.42 mm).

Longitud: 100 mts. máximo.

Prioridad: El primer abonado que descuelgue tiene  
acceso al servicio (llamadas entrantes o  
salientes).

Fuente de abonado  
(tres fuentes máximo):

Dimensiones:

-Altura: 162 mm.  
-Ancho: 82 mm,  
-Profundidad: 52 mm.

<b>Peso:</b>	1 Kg.
<b>Voltaje:</b>	Entrada. de 90 a 140 Vca. Salida: de 17.5 a 29.5 Vcd.
<b>Consumo:</b>	3 Watts
<b>Corriente máxima:</b>	0.8 A.
<b>Protección contra corto circuito:</b>	Fusible de 1 A y 250 V.
<b>Temperatura de operación:</b>	Rango: de -10 a +50 grados Celsius.
<b>Temperatura de almacenaje:</b>	Rango: de -25 a +70 grados Celsius.

**ANEXO B**  
**ESPECIFICACIONES TECNICAS DEL EQUIPO DE ANALISIS DE TRAFICO**  
**(E A T)**



# Equipo de Análisis de Tráfico

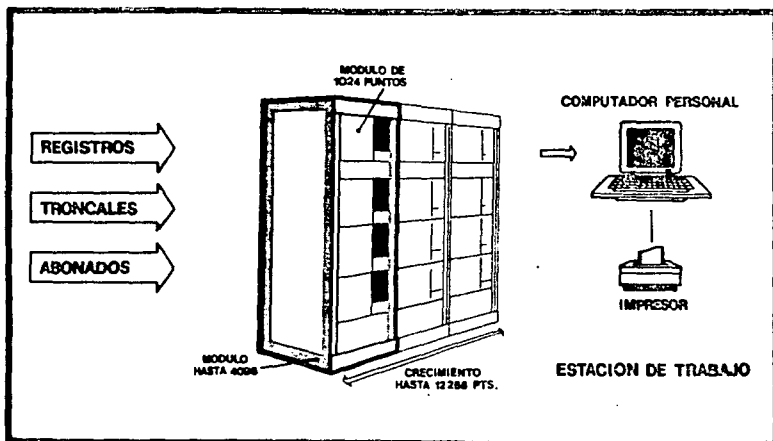
El **Equipo de Análisis de Tráfico** permite supervisar automáticamente la operación de órganos de centrales electromecánicas. Mediante el procesamiento de la información que captura es posible cuantificar el estado operativo de una central típica, facilitando su mantenimiento y dimensionamiento.

Este equipo se ha desarrollado en dos versiones:

—Una que cubre las necesidades de un equipo portátil y que se le conoce como EAT autónomo.

—Otra que cuenta con una mayor capacidad de supervisión y que es recomendable para una gran concentración de puntos denominada RED DE EAT's.

Es importante mencionar que las dos versiones se basan en una Unidad Terminal Remota (UTR), lo que les brinda una completa modularidad y por ello, pasar de una versión a otra no requiere de cambios radicales.





## Características

- Supervisar 1024 puntos físicos.
- Tiempo mínimo de duración del evento a supervisar es de 100 mseg.
- Contabiliza y almacena el número y el tiempo de ocupaciones/órgano.
- Realiza cálculos de tráfico (Erlangs).
- Genera reportes que pueden ser:
  - por su contenido: detallados, resumidos o de excepción.
  - por su aparición: únicos o periódicos.

Integrados como una RED DE EAT's cuenta con las mismas características del equipo autónomo, pero además:

- Supervisa hasta 16384 puntos físicos.
- Emplea una sola impresora para el sistema completo de 16 UTR's.
- Facilita el procesamiento de la información: gráficas, histogramas y estadísticas.
- Brinda la posibilidad de utilizar almacenamiento secundario tales como disco flexible, cinta magnética y winchester.

## Operación

Para la operación del EAT se utiliza un dispositivo periférico de entrada/salida, este puede ser un teletipo o bien una computadora personal con impresora.

Básicamente existen dos etapas para la operación del equipo:

- Inicialización: El usuario define datos mediante el esquema de pregunta-respuesta (equipo-usuario), tales como: nombre de la central, nombre de los órganos a supervisar, cantidad de órganos.
- Comandos: Una vez que el usuario ha inicializado el equipo. La comunicación entre ellos se resume a un esquema de comandos (que el sistema muestra empleando menús). A través de estos comandos el usuario puede: pedir hora y fecha, programar reportes (definir/cancelar un reporte, listar los reportes existentes). El equipo cuenta con un sistema de seguridad, mediante palabras claves "password", que protege el acceso a la información.

## Instalación

El Equipo de Análisis de Tráfico es universal, por lo que puede emplearse en cualquier Central Local y de Larga Distancia. Para realizar su conexión se utiliza un distribuidor intermedio o MK disponible en esos tipos de centrales, y que es el punto de unión entre el bastidor del EAT y los órganos por supervisar.

En general la instalación del equipo es sencilla: sólo basta conectar por cada órgano un hilo al MK y de ahí al bastidor del EAT.

## Beneficios

- Proporciona resultados detallados del comportamiento del tráfico a cualquier hora del día.
- Facilita la detección de órganos que se comportan excepcionalmente o fuera de los límites permisibles en número y tiempo de ocupación.
- Permite realizar un dimensionamiento adecuado de las centrales.

## Especificaciones

—Microprocesador	8086
Frecuencia de Operación	5.0 MHZ $\pm$ 0.1%
—Capacidad de memoria	
ROM/EPROM	16 Kbytes
RAM	32 Kbytes
—Características del puerto	
serie Sincrono:	caracteres 5-8 bits, carácter de sincronización interno o externo, inserción de sincronía automática.
Asincrono:	caracteres 5-8 bits, 1, 1.5, ó 2 bits de parada, detecta bits de inicio falsos, operación "full duplex", RS-232C (CCITT v-24), velocidad de transmisión y recepción: 300/600 bauds.
—Tamaño de pulsos a supervisar:	
Mayor o igual a 100 mseg	
Impedancia de Entrada 100 Kohms	
—Voltajes internos	5 Volts C 6.1 A 12 Volts C 400 mA -12 Volts C 120 mA
—Temperatura de Operación	0-50 grados centígrafos
—Número de entradas	1024 máximo (por UTR)
—Niveles de Entrada:	
Ocupado	0 Volts a -48 Volts
Libre	Circuito Abierto

---



Teléfonos de México, S.A.  
Centro de Investigación y Desarrollo  
Ejército Nacional 579 So. piso  
México, D.F. 11520

## BIBLIOGRAFIA

- ELEMENTARY TELEPHONE TRAFFIC THEORY  
Anders Ellidin and Gunnar Lind, Telefonaktiebolaget LM Ericsson  
Estocolmo 1964.
  
- TELECOMUNICACION  
Blomqvist y otros autores, Telefonaktiebolaget LM Ericsson  
Estocolmo 1972.
  
- CROSSBAR SYSTEMS IN AUTOMATIC TELEPHONY  
Telefonaktiebolaget LM Ericsson. Estocolmo, Suecia.
  
- AUTOMATIC TELEPHONE EXCHANGES WITH CROSSBAR SWITCHES  
Telefonaktiebolaget LM Ericsson. Estocolmo, Suecia.  
Noviembre de 1955.
  
- PRINCIPLES OF TELECOMMUNICATION TRAFFIC ENGINEERING  
D. Bear, B. Sc., F.S.S., F.I.M.A., Institution of Electrical Engineers,  
New York, 1980.
  
- CONMUTACION  
Teléfonos de México, S.A. de C.V.  
México.

- TRAFICO TELEFONICO

Teléfonos de México, S.A. de C.V.

México.

- DICCIONARIO TECNICO DE TELEFONIA

Teléfonos de México, S.A. de C.V.

- DESCRIPCION DEL EQUIPO TRIPLEX

Centro de Investigación y Desarrollo de Teléfonos de México S.A. de C.V.

- DESCRIPCION GENERAL DEL EQUIPO DE ANALISIS DE TRAFICO

Centro de Investigación y Desarrollo de Teléfonos de México S.A. de

C.V.