

**ESCUELA SUPERIOR  
POLITECNICA DEL LITORAL**

***Facultad de Ingeniería en  
Electricidad***

**"ANÁLISIS ESTADÍSTICO Y DE TRÁFICO DE LAS NECESIDADES Y DE LA  
OPERACION DE SISTEMAS PBX EN EL AREA URBANA DE GUAYAQUIL"**

**TESIS DE GRADO**

**Previa a la Obtención del título de:**

***Ingeniero en Electricidad***

***Especialización : Electrónica***

**Presentada por :**

***Esteban Mackliff Yannuzzelli***

**GUAYAQUIL - ECUADOR  
1989**

DEDICATORIA

A mis padres .

## AGRADECIMIENTO

Dejo constancia de mi agradecimiento al Ing. César Yépez Flores, quién pacientemente dirigió esta tesis.



ING. JORGE FLORES MACIAS  
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL



ING. CESAR YEPEZ FLORES  
DIRECTOR

ING. PEDRO CARLO PAREDES  
MIEMBRO PRINCIPAL



ING. JAIME SANTORO DONOSO  
MIEMBRO PRINCIPAL

DECLARACION EXPRESA

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

(Reglamento de Exámenes y Titulos profesionales de la ESPOL).



FRANZ ESTEBAN MACKLIFF YANNUZZELLI

## RESUMEN

El trabajo realizado consiste en tener un indicativo del grado en que se encuentra el servicio prestado por el IETEL a las Empresas e Industrias de Guayaquil, de los servicios prestados por IETEL vamos a analizar el de los Sistemas PBX.

El trabajo muestra primero algunos aspectos teóricos de los temas que se van a exponer posteriormente, luego hacemos un análisis histórico del crecimiento de sistemas PBX que ha tenido IETEL en los últimos años 1984, 85, 86, 87 y 88 y del crecimiento urbano empresarial en estos años.

De estos puntos sacamos conclusiones comparando un crecimiento con el otro y también sacamos el sector de mayor crecimiento urbano-empresarial de Guayaquil, que va a servirnos para nuestro posterior análisis. De este sector vamos a tomar una muestra PBX a los cuales vamos a medir el tráfico que tienen, logrando obtener con esto el número de líneas que necesitaría dicho PBX y de esta manera establecemos una comparación.

RESUMEN .....	6
INDICE GENERAL .....	7
INDICE DE FIGURAS .....	9
INDICE DE TABLAS .....	13
INTRODUCCION .....	15

## CAPITULO I

INTRODUCCION AL DIMENSIONAMIENTO DE CENTROS DE COMUTACION .....	16
1.1 Introducción a los Sistemas PBX .....	16
1.2 Teoría de tráfico .....	18
1.3 Cantidades y Unidades de la Teoría de Tráfico .....	27
1.4 Generación de Tráficos .....	32
1.5 Hora de Máximo Tráfico .....	39

## CAPITULO II

ESTADISTICAS DE PBX EN LA CIUDAD DE GUAYAQUIL EN LOS ULTIMOS AÑOS Y COMPARACION CON EL CRECIMIENTO DE LAS EMPRESAS .....	43
2.1 Introducción .....	43
2.2 Cuadros de PBX existentes en Guayaquil en los años 84, 85, 86, 87, 88 .....	44

2.3	Cálculo del crecimiento de IETEL en estos años a partir de los cuadros anteriores .....	47
2.4	Comparación con el crecimiento Urbano Empresarial en Guayaquil .....	52
CAPITULO III		
MEDICION DEL TRAFICO Y CONGESTIONAMIENTO DE UNA MUESTRA DE PBX TOMADA EN LA CIUDAD DE GUAYAQUIL ....		
3.1	Metodología .....	59
3.2	Tablas y Gráficos individuales de cada muestra .....	62
CAPITULO IV		
CALCULO DEL NUMERO REAL DE LINEAS QUE NECESITA UN PBX A PARTIR DE LAS MEDICIONES REALIZADAS .....		
4.1	Fundamentos del cálculo .....	144
4.2	Cálculos .....	151
CAPITULO V		
ANALISIS DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS .....		
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....		
BIBLIOGRAFIA .....		



## INTRODUCCION

Esta tesis tiene como objeto darnos un indicativo del grado en que se encuentra el servicio prestado por IETEL a la ciudad de Guayaquil, tanto en la cantidad como en la calidad del mismo.

Para lograr este objetivo vamos a escoger a un sector al cual presta servicio IETEL como es el de las Empresas e Industrias en Guayaquil, por considerar que del grado de servicio que IETEL da a las mismas depende su normal desarrollo y por consiguiente el normal desarrollo de un importante sector del país.

Para el análisis a efectuar vamos a tomar lo que consideramos como el principal servicio que IETEL da a este sector como es el de los sistemas PBX, que no es otra cosa que un grupo de números telefónicos pertenecientes a una empresa, los cuales se los agrupa y se les asigna un número que representa a todos los anteriores. Estos tienen como objeto hacer más fluida y eficiente la comunicación que una empresa tenga con sus clientes y viceversa.

## CAPITULO I

### INTRODUCCION AL DIMENSIONAMIENTO DE CENTROS DE CONMUTACION

#### 1.1 INTRODUCCION A LOS SISTEMAS PBX

En esta tesis vamos a tratar, como ya se mencionó en la Introducción, con sistemas PBX, por considerarlos de vital importancia en las comunicaciones comerciales ya que facilitan la misma.

Ahora se va a explicar brevemente que es un sistema PBX, cual es su funcionamiento y que ventajas brinda en las comunicaciones.

Un sistema PBX es un arreglo de líneas telefónicas que se encuentran en una central telefónica representados por un solo número, de tal forma que cuando se quiere establecer una comunicación se digita dicho número y automáticamente el PBX se conecta con cualquiera de las líneas del arreglo que se encuentre desocupada, si ninguna de estas líneas se encuentra libre entonces el sistema da el tono de ocupado.

El número que representa al PBX no establece ninguna comunicación y solo sirve para dar el arranque al sistema, es por esto que se lo llama número de arranque, por ejemplo, un PBX de 20 líneas es un arreglo de 20 líneas representados por un número x, así como se aprecia en la Figura # 1.

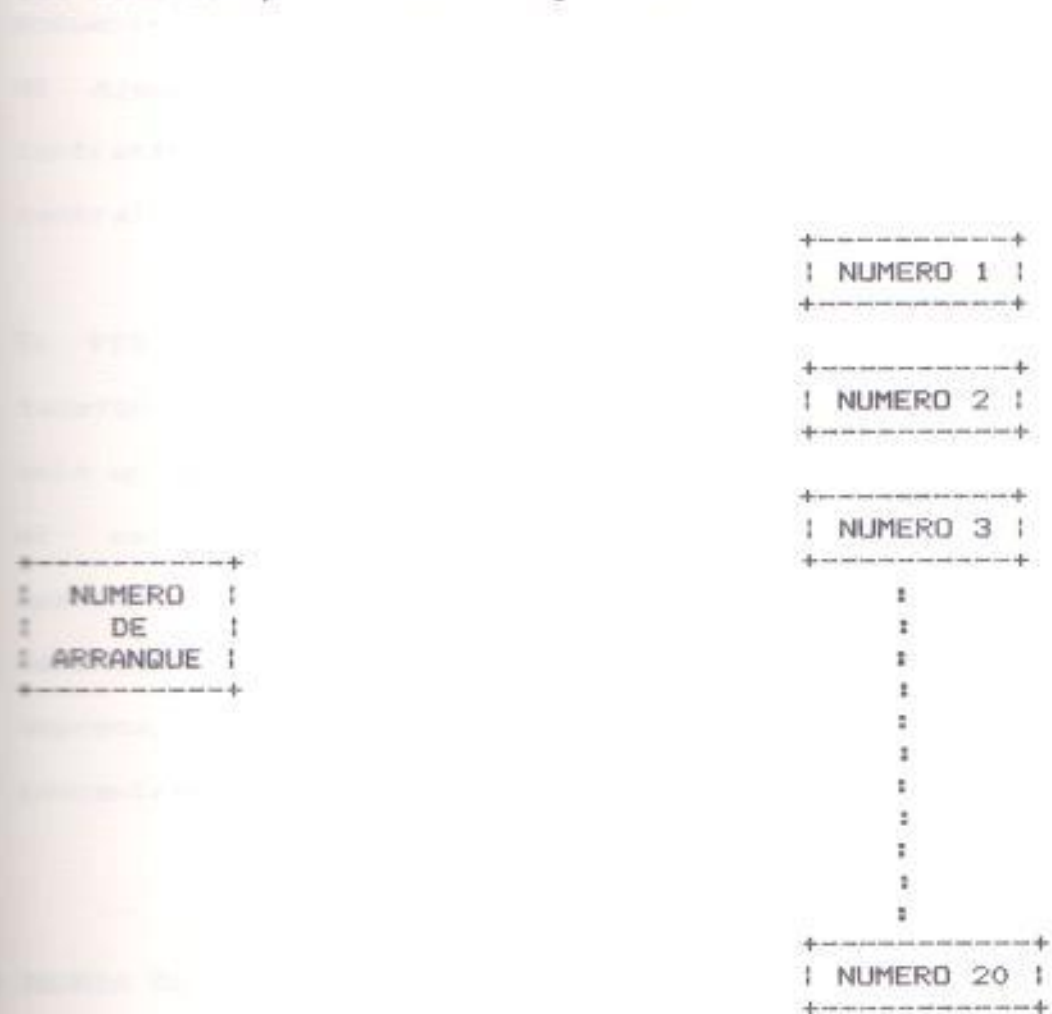


FIGURA # 1.- Esquema representativo de un PBX de 20 Líneas.

Suponiendo que el número 1 y 2 se encuentran ocupados, el 3 desocupado, al digitar el número de arranque PBX se va a saltar los números 1 y 2 y conecta la comunicación con el número 3.

Como ya mencionamos anteriormente, el arreglo se encuentra en la central y todas las líneas del PBX (en el ejemplo anterior 20) van a la empresa que a contratado el mismo, conectados normalmente a una central telefónica privada de dicha empresa.

El PBX es de gran ayuda en las comunicaciones telefónicas ya que simplifica las mismas, digitando solo un número, que sería el de arranque, así se evita el estar buscando el número que se encuentra desocupado. Así mismo, los sistemas PBX permiten balancear el flujo de llamadas a las líneas de una empresa, o sea evita que la mayoría de las llamadas se concentren en ciertas líneas.

## 2.2 TEORIA DE TRAFICO

En los sistemas telefónicos existe tráfico que no es otra cosa que la cantidad de conexiones que se logra entre un par de suscriptores del servicio telefónico.

En todo sistema telefónico, existe una cantidad de tráfico que puede procesar el equipo y que depende del dimensionamiento de dicho equipo, así podemos tener un equipo que solo permita 10 % del total de abonados del equipo que serían las llamadas que se aceptarían, el resto de llamadas son rechazadas.

Este tráfico se divide en dos tipos:

- A. Tráfico de entrada
- B. Tráfico de salida

Como su nombre lo indica, tráfico de entrada es que entra a un sistema telefónico y tráfico de salida sale de un sistema telefónico tal como lo muestra la siguiente figura.



FIGURA # 2.- Esquema de los tipos de Tráficos que hay en un sistema telefónico.

Podemos concluir de esto que lo que se espera de un sistema telefónico es que por lo menos este dimensionado para soportar el tráfico que tenga tanto de entrada como de salida.

De acuerdo a como reaccionan los sistemas telefónicos ante el suscriptor que efectúa una llamada y encuentra el estado de congestión, estos se clasifican en sistemas de pérdida y sistemas de espera.

Sistemas de pérdidas son aquellos que dan el tono de ocupado si un suscriptor efectúa una llamada y no encuentra una trayectoria libre. Sistemas de espera son aquellos que permiten esperar hasta que encuentren una trayectoria libre. Casi todos los sistemas telefónicos se encuentran configurados como sistemas de pérdida.

La calidad del servicio de un sistema se mide en función de la magnitud de pérdidas y el tiempo de los retrasos. Por lo general, la calidad de servicio de un sistema es una cifra que se establece y la tarea que se debe resolver es diseñar un sistema telefónico que se apegue a los valores especificados, con costo mínimo.

Desde el punto de vista técnico, es necesario comparar cual de los dos sistemas maneja más eficientemente el tráfico, es decir, cual de los dos sistemas tendrá las pérdidas más bajas o los retrasos más cortos.

Esto implica, desde luego la necesidad de calcular las pérdidas o los retrasos, para lo cual es necesario contar con métodos adecuados de cálculo. Estos métodos de cálculo constituyen la teoría de tráfico.

Ya se ha establecido que un sistema telefónico debe comprender tantas trayectorias de conexión como comunicaciones se desee que establezca. Por lo tanto, un dato importante para el dimensionamiento de sistemas es la probabilidad de que  $x$  abonados simultáneamente realicen llamadas. Si la probabilidad de que  $Q$  llamadas se realicen simultáneamente es pequeña, entonces no es necesario suministrar  $Q$  trayectorias de conexión sino menos de  $Q$ .

Pensemos ahora en un pequeño sistema con capacidad para 5 líneas de abonado ( $n=5$ ); se desea saber qué tan probable es de que estas 5 líneas, 3 de ellas se ocupen simultáneamente para tráfico de salida. Mediante observaciones del tráfico es posible determinar el valor de la probabilidad, con la cual un

abonado específico estará ocupado en una llamada salida. Por ejemplo,  $p = 1/40$  significa que el abonado durará hablando un promedio de 1.5 minutos por hora. Si se considera esta misma probabilidad para todos los abonados, la probabilidad de que tres abonados determinados hablen simultáneamente, es  $p^3$ . Sin embargo, nótese que esta cifra no da información alguna acerca del resto de abonados. Si se considera el caso en el que exactamente 3 de 5 abonados están ocupados, los abonados 4 y 5 no deben estar ocupados. Sin embargo, como la probabilidad de que un abonado específico no esté hablando es  $1 - p$  la probabilidad de que 2 abonados específicos no estén ocupados al mismo tiempo es  $(1 - p)^2$ . Para la probabilidad compuesta de que 3 abonados específicos (grupo específico) estén hablando simultáneamente, al mismo tiempo que los abonados restantes no estén hablando, se tiene entonces la expresión:

$$p^3 (1 - p)^2 \quad (1)$$

La probabilidad anterior se refiere a que 3 abonados específicos estén hablando al mismo tiempo que los otros dos estén desocupados. Vamos a determinar ahora la probabilidad  $p^3$  de que un grupo cualquiera de estos cinco abonados estén hablando simultáneamente, al



mismo tiempo que los otros dos no. Las reglas de análisis combinatorios dicen que existen  $\binom{5}{3}$  diferentes posibilidades de seleccionar a 3 diferentes abonados de un total de 5. Como la probabilidad compuesta es igual al producto de las probabilidades individuales, para  $\binom{5}{3}$  posibilidades se obtiene:

$$p^3 = \binom{5}{3} p^3 (1 - p)^2 \quad (2)$$

Para generalizar, a continuación sustituimos el número total de abonados (5) por el símbolo general  $n$  y, para el número de abonados que están simultáneamente hablando es entonces:

$$p^x = \binom{n}{x} p^x (1 - p)^{n-x} \quad (3)$$

Esta expresión para dicha probabilidad se conoce como fórmula de Bernoulli. Desde luego que la suma de todas las probabilidades debe ser igual a uno:

$$\sum_{x=0}^n p^x = \sum_{x=0}^n \binom{n}{x} p^x (1 - p)^{n-x} = [p + (1 - p)]^n = 1 \quad (4)$$

La fórmula de Bernoulli establece la probabilidad con la cual ocurre el suceso de que  $x$  de un total de  $n$

abonados simultáneamente realicen llamadas. Expresándolo en otra forma,  $p = 1/10$ , por ejemplo, significa que durante un décimo del tiempo de observación,  $x$  de  $n$  abonados estarán hablando simultáneamente. Por supuesto, esta fracción de tiempo de observación no necesariamente debe ser un período continuo.

La curva de la distribución de Bernoulli se obtiene de la ecuación 3, empleando un sistema de ejes coordenados en el que sobre el eje de las abscisas se marcan los valores de  $x$  y en el eje de las ordenadas los valores de  $p$ . Para cada valor de  $x$  entre 0 y  $n$ , esta curva indica la probabilidad  $p_x$  de que exactamente  $x$  de  $n$  abonados estén hablando simultáneamente, se deben sumar las probabilidades individuales para  $x = 1, x = 2, \text{ etc.},$  hasta  $x = i$ . Por el contrario, si se suman las probabilidades para  $x = n, x = n - 1, \text{ etc.},$  hasta  $x = i$ , se obtiene la probabilidad de que  $i$  abonados o más estén simultáneamente ocupados.

Como la probabilidad de ocupación  $p$  establece el tiempo promedio durante el cual un abonado se encuentra ocupado con respecto al tiempo de observación total,  $p$  es una medida de la magnitud del

tráfico telefónico de este abonado específico. Con  $n$  abonados el producto  $np$  nos da la magnitud del tráfico total que generan  $n$  abonados. A este producto se lo conoce como la intensidad del tráfico  $y$ . Su valor numérico indica cuantos abonados, en promedio, están simultáneamente ocupados en llamadas; o cuántas líneas, en promedio, están ocupadas.

La intensidad de tráfico es un dato importante en el dimensionamiento de sistemas telefónicos, pues se emplea para calcular el número de trayectorias de conexión, así como de troncales en un sistema de conmutación. El ingeniero de planeación basa su trabajo en esa cifra por lo que requiere frecuentemente de verificarla; para esto se realizan pruebas de tráfico en las centrales, de las que se obtiene una cifra específica para la intensidad del tráfico.

Vamos a introducir ahora la intensidad de tráfico  $y = np$  en la fórmula de Bernoulli empleando  $p = y/n$  y suponiendo que la intensidad de tráfico  $y = np$  es constante. Si ahora  $n$  crece y  $p$  disminuye continuamente de tal forma que la ecuación  $y = np =$  constante; siempre se satisface, de la fórmula de Bernoulli mediante un proceso de límites, para

$\lambda \rightarrow 0$  y  $p \rightarrow 0$  se obtiene:

$$p_x = e^{-y} \frac{y^x}{x!} \quad (5)$$

que es la fórmula de Poisson. En consecuencia, la fórmula de Poisson permite calcular la probabilidad  $p_x$  con la cual  $x$  abonados estarán hablando, simultáneamente conocida la intensidad de tráfico  $y$ . Esto, desde luego bajo la suposición de que el número de abonados que producen la intensidad de tráfico  $y$  es muy grande y que la probabilidad de ocupación  $p$  del abonado individual es infinitamente pequeña. Esta suposición es suficientemente correcta en muchos casos de tráfico telefónico.

La curva de la distribución de Poisson se obtiene dibujando de nuevo los valores de  $x$  en la abscisa y los de  $y$  en la ordenada de un sistema de coordenadas. Esta distribución indica, para cada valor de  $x$ , la probabilidad  $p_x$  de que exactamente  $x$  abonados estén hablando simultáneamente. Como en el caso de la distribución de Bernoulli, sumando las probabilidades se obtiene la magnitud de la probabilidad de que cuando mucho  $x = i$  abonados (o cuando menos  $x = i$  abonados) estén ocupados en llamadas.

### 3.3 CANTIDADES Y UNIDADES DE LA TEORIA DE TRAFICO

El danés A. K. Erlang 1878-1929, fue el primero en abordar el estudio del tráfico telefónico en base a cálculo de probabilidad estableciendo con esto lo que se conoce como la teoría de tráfico.

Como se ha visto, la intensidad de tráfico  $\gamma$  es la medida de la magnitud del tráfico; es un valor promedio alrededor del cual varía el tráfico real. Su valor numérico indica el número promedio de llamadas que existen durante el período de observación. En forma estricta, la intensidad de tráfico es una cantidad adimensional, pero se le ha asignado la unidad erlang (erl), en memoria del fundador de la teoría.

La intensidad del tráfico  $\gamma = 3 \text{ erl}$  significa que durante el período de observación, de un total de  $n$  líneas 3 están ocupadas. Por supuesto que el número instantáneo de líneas ocupadas variará alrededor de 3. Es conveniente notar que si ahora se incrementa el número de líneas  $n$ , por ejemplo, a  $2n$  manteniendo en 3 el promedio de líneas ocupadas simultáneamente, la

intensidad de tráfico sigue siendo de  $y = 3$  erl; pero la media de ocupación por línea se reduce, pues los 3 erl ahora se distribuyen en el doble del número de líneas. La media de ocupación de una línea (o de un dispositivo)  $= y/n$  erl es la aportación de una línea a la intensidad total del tráfico. Su valor numérico representa la probabilidad de ocupación de la línea y nunca puede ser mayor de la unidad. Frecuentemente se le expresa en términos de porcentaje (0.6 erl corresponde al 60 %).

Si ahora hacemos  $n = 3$ , el tráfico que estas tres líneas juntas pueden cursar no es mayor de 3 erl, pues para la intensidad de tráfico  $y = 3$  erl, las líneas estarán ocupadas continuamente durante todo el período de observación y su medida de ocupación (carga por órgano) será de  $= \frac{3 \text{ erl}}{3} = 1$  erl. Sin embargo, en casi todos los casos prácticos 3 líneas causarían menos de 3 erl, pues la intensidad del tráfico es un valor promedio alrededor del cual varía el tráfico real. Todas las variaciones que excedan el número el número total de líneas ya no podrán ser absorbidas por las líneas. Consecuentemente el valor promedio se hace menor.

Por otro lado, también es imposible que una sola línea

course más de 1 erl. Sin embargo, si la línea ocupa solamente durante la mitad del periodo de observación, ya sea en forma continua o a intervalos, la intensidad de tráfico es solamente 0.5 erl. Por lo tanto, en el caso de una sola línea la intensidad de tráfico es igual a la media de ocupación de la línea.

llamando:  $T$  al tiempo de observación,  $C$  al número total de ocupaciones que ocurren durante el tiempo de observación y  $t_m$  al tiempo promedio de duración de estas ocupaciones (media o promedio de ocupación), la intensidad de tráfico se puede calcular a partir de estas cantidades expresándola como función del tiempo de observación con la siguiente expresión:

$$y = C t_m \quad (6)$$

El  $t_m$  no se mide en términos de fracciones del tiempo de observación sino en términos de horas, lo cual es práctica normal, es necesario dividir entre el tiempo  $T$  de observación expresado en horas para obtener  $y$  en erl, es decir:

$$y = \frac{C t_m}{T} \text{ erl} \quad (7)$$

El tiempo  $T$  de observación se puede fijar en forma arbitraria pudiendo ser de, por ejemplo, 8 horas o solamente media hora. La intensidad de tráfico  $y$  es entonces un valor promedio para todo el tiempo  $T$  de observación.

El dimensionamiento del equipo de conmutación se basa en lo que se conoce como hora de máximo tráfico, que es el período continuo de una hora en la que se registra el mayor número de comunicaciones en un sistema. Lo que interesa entonces es conocer la intensidad de tráfico durante esa hora. En esta forma, si solamente se cuentan las ocupaciones que ocurren en una hora y su número se denota por  $c$ , la intensidad de tráfico en  $erl$  está dada por:

$$y = c t_m \quad (8)$$

siempre que  $t_m$  se exprese en hrs. Como se deduce de la fórmula 8, determinada intensidad de tráfico se puede lograr con un número grande de  $c$  ocupaciones con tiempo promedio de ocupación  $t_m$  corto, o con unas cuantas ocupaciones, pero con tiempo promedio muy grande.

Se conoce como volúmen de tráfico  $Y$  el producto del



número C de todas las ocupaciones que ocurren durante el período T de observación por el tiempo promedio de ocupación  $t_m$ ; se mide en erlangs hora (erlh)

$$Y = C \cdot t_m \text{ erl h.} \quad (9)$$

También es posible calcular el volumen de tráfico Y a partir de los  $t_m$  individuales de todas las ocupaciones C. Se obtiene:

$$Y = t_1 + t_2 + t_3 + \dots + t_c = \sum_{y=1}^C t_y \quad (10)$$

es decir, es simplemente la suma de todos los tiempos de ocupación durante el período de observación.

A continuación establecemos la diferencia que existe entre el tiempo promedio de conversación. El tiempo de conversación es parte del tiempo que emplean las llamadas que se completan, es decir, comienza a computarse desde el momento en que la conexión se ha establecido; es prácticamente el tiempo por el cual el abonado paga. Por otro lado, el tiempo promedio de ocupación, es el tiempo total durante el cual una línea o un órgano de conmutación se ocupa, incluyendo el tiempo que se emplea para que la conexión se

establezca. Es decir, que el tiempo de ocupación de una línea relacionado con una llamada que se completa es mayor que el tiempo de conversación. Sin embargo, como el tiempo promedio de ocupación también incluye las ocupaciones cortas que ocurren con intentos de llamada que no se completan, este tiempo llega a ser, en la mayoría de los casos, más corto que el tiempo promedio de conversación.

#### LA GENERACION DE TRAFICOS

Como consecuencia de que un abonado A desea comunicarse con un abonado B se genera una serie de sucesos de los que se derivan diferentes tipos de tráfico que a continuación se explican. Refiriéndose a la Figura # 3, el tráfico se genera en fuentes de tráfico y mediante troncales de entrada se alimenta al equipo de conmutación. El equipo de conmutación acepta parcial o totalmente el tráfico pasándolo a las troncales de servicio. Por el momento, el tráfico que no es aceptado por el sistema le llamaremos residual o de desborde y supondremos que fluye hacia otro equipo de conmutación que lo procesa completamente. La intensidad de tráfico que se alimenta al sistema, se conoce como tráfico ofrecido A (en erlangs). La

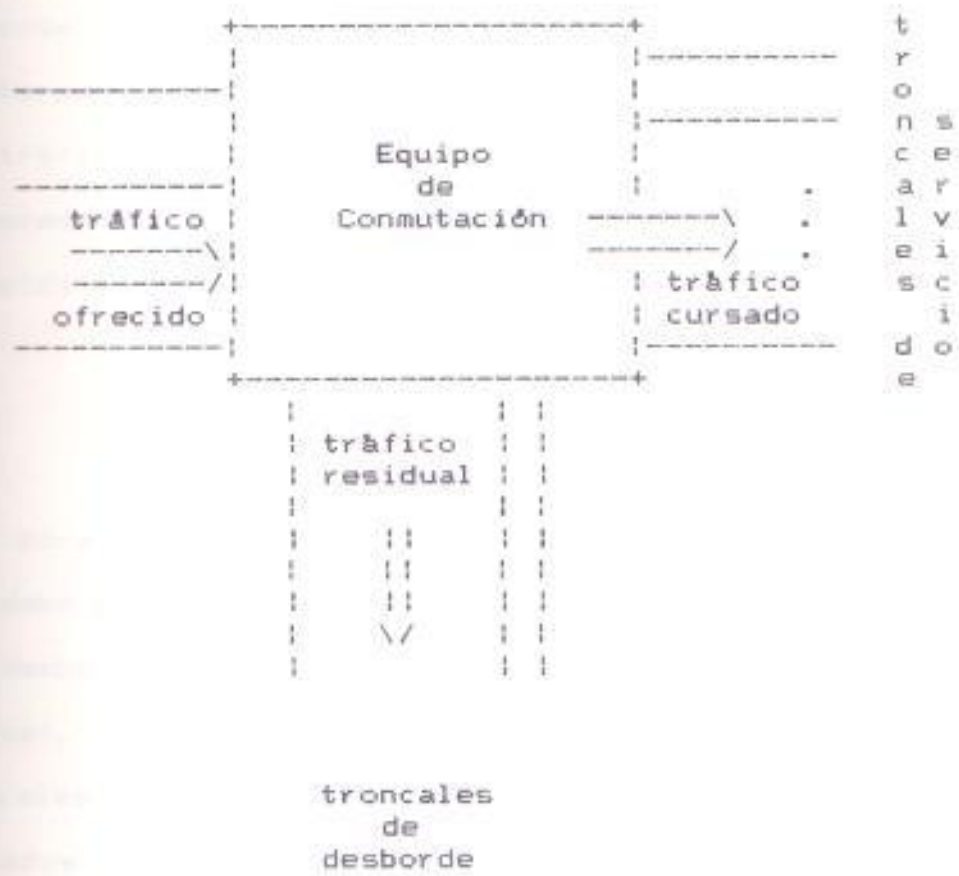


FIGURA # 3.- Generación de tráfico

porción del tráfico ofrecido que el equipo de conmutación acepta es el tráfico cursado y (en erlangs) y la porción de tráfico que no pasa a través del sistema sino que se desvía (debido, por ejemplo, a un número insuficiente de troncales) es el tráfico de desborde o tráfico residual cuya intensidad la denotaremos por D (en erlangs). Por lo tanto, la suma del tráfico cursado y (carga cursada) y el tráfico de desborde D es igual al tráfico ofrecido (carga ofrecida):

$$A = y + D \quad (11)$$

Como para cada conexión que se establece en el sistema se debe enlazar una troncal de servicio o una troncal de desborde con una troncal de entrada (troncal fuerte), si, en promedio, en el grupo de servicio, 9 troncales se encuentran ocupadas se encuentran ocupadas simultáneamente (9 erl) y en el grupo de desborde 1 troncal (1 erl) se encuentra ocupada, deberán estar ocupadas 10 troncales fuente.

Por otro lado, si el grupo de troncales de desborde se suprime, el tráfico residual se perderá (el abonado recibe tono ocupado). Desde luego que el número promedio de troncales fuente simultáneamente ocupadas

es igual al número promedio de troncales de servicio simultáneamente ocupadas, según nuestro ejemplo nueve troncales. Aunque este estrictamente no es cierto ya que los intentos de llamada que no se pueden atender también ocupan troncales fuente aún cuando lo hagan por un período muy corto de tiempo, sin embargo, si tales intentos no ocurren muy frecuentemente, el número de troncales difícilmente se incrementa. Se infiere entonces que, aunque en promedio solamente 9 troncales fuente se encuentran ocupadas el tráfico ofrecido  $A$  es igual a 10 erl, pues la ecuación  $A = y + z$  se debe satisfacer. Esto significa que cualquier llamada pérdida, es decir, cualquier intento de llamada se debe tratar como si fuese una llamada completada. En otras palabras, se debe considerar que un intento de llamada tiene el tiempo promedio de ocupación  $t_m$  de una llamada realizada. Por esta razón, el tráfico ofrecido es una cantidad de cálculo sólo si se pierden llamadas, es decir, en sistemas de pérdida. Esta cantidad de cálculo no se puede medir en forma directa e indica solamente la intensidad de tráfico que ocurría si todas las llamadas que se ofrecen se pudiesen completar.

Si denotamos por  $D$  el número de llamadas que se ofrecen durante todo el período de observación  $T$ , por  $E$

las llamadas que se completan y por P las llamadas que se pierden, el tráfico ofrecido es:

$$A = \frac{O \text{ tm}}{T} \text{ erl} \quad (12)$$

el tráfico cursado.

$$y = \frac{E \text{ tm}}{T} \text{ erl} \quad (13)$$

y la intensidad de tráfico residual o de desborde que también se puede llamar intensidad de tráfico perdido es:

$$D = \frac{P \text{ tm}}{T} \text{ erl} \quad (14)$$

por lo tanto, con  $A = y + D$

$$\frac{O \text{ tm}}{T} = \frac{E \text{ tm}}{T} + \frac{P \text{ tm}}{T}$$

$$O = E + P \quad (15)$$

Es decir, llamadas ofrecidas es igual a llamadas

completas más llamadas perdidas. Ahora, el número de llamadas perdidas  $P$  se puede referir al número de llamadas ofrecidas  $O$  o al número de llamadas cursadas  $E$ . Esto resulta en dos valores diferentes de pérdida ( $B$  y  $V$ ) los cuales, para el caso de pérdidas pequeñas, casi son iguales:

$$B = \frac{P}{O} \quad (16)$$

$$V = \frac{P}{E} \quad (17)$$

La pérdida  $B$  se refiere al tráfico ofrecido (sólo esta pérdida) es igual a la probabilidad de pérdida pues en este caso el número de llamadas que se rechazan (número de casos favorables por lo que se refiere a la pérdida), se divide entre el número total de llamadas ofrecidas (número de casos posibles). El cálculo de  $V$  se realiza fácilmente si se conoce  $B$  y viceversa:

$$V = \frac{B}{1 - B} \quad (18)$$

$$B = \frac{V}{1 + V} \quad (19)$$

Generalmente, las pérdidas se expresan en términos de porcentaje. Las fórmulas de conversión toman entonces las siguientes formas:

$$V = \frac{100 B}{100 - B}$$

$$B = \frac{100 V}{100 + B}$$

Por ejemplo, si  $B = 2\%$  la pérdida referida a las llamadas que se completan es:

$$V = \frac{100 \times 2}{100 - 2} = 2.04$$

es decir, 2.04 %

Así, si una etapa de conmutación que se ha diseñado con la pérdida o grado de servicio  $B = 0.02$ , significa que el 2 % del tráfico ofrecido, en el que se ha basado la planeación, no puede ser cursado por la etapa de conmutación. El 98 % restante representa el tráfico que la etapa acepta o sea el tráfico cursado



$$y = A (1 - B) \quad (20)$$

### 2.5 HORA DE MAXIMO TRAFICO

La magnitud de la pérdida que realmente se mide depende en gran escala de la magnitud del tráfico en el momento de la medición. Entre más grande es el tráfico ofrecido, más grande será la pérdida. Sin embargo, el sistema se tiene que diseñar para que la pérdida que se especifica no se exceda aún durante las horas del día en que el tráfico llega a sus valores máximos.

Existe otro concepto en los sistemas de conmutación, la capacidad de tráfico es igual a la máxima carga que el sistema puede causar con una pérdida específica. Es decir, cuando ocurre esta carga máxima, la pérdida no puede exceder el valor especificado. Existe una íntima relación entre el tráfico cursado y la capacidad de tráfico de un equipo de conmutación o de un grupo troncal. Sin embargo, el usuario de un sistema telefónico desea que, aún durante los periodos de máximo tráfico, su comunicación pueda establecerse. Por esta razón es que, para la planeación de sistemas,

lo que interesa son los periodos de alto y no de bajo tráfico. Es necesario considerar entonces, dentro de un periodo de 24 horas, el periodo en el que ocurre el máximo tráfico. Así, se conoce como hora ocupada u hora de máximo tráfico el periodo de 60 minutos durante el día, en el cual se registra el valor más alto del tráfico. La intensidad de tráfico durante esta hora se emplea como base para el dimensionamiento de los sistemas tomando en cuenta que en el resto del día el sistema estará sobrecalculado.

El tráfico telefónico es una cantidad que se caracteriza por sus variaciones en función del ritmo de actividad de la sociedad. Sus variaciones pueden ser diarias, presentando máximos de tráfico una, dos o tres veces al día durante días hábiles normales. Esto se ilustra en la Figura # 4. Las variaciones también pueden ser durante la semana, Figura # 5, el tráfico disminuye normalmente durante sábados y domingos. El tráfico telefónico también tiene variaciones de temporada, durante ciertas partes del año existe tráfico intenso y durante otras partes de tráfico baja. Frecuentemente se registra tráfico intenso antes de los días festivos principales, por ejemplo Navidad, Año Nuevo y Semana Santa; después de estas fechas el tráfico baja.

Un concepto muy ligado con el de hora cargada (también hora pico) es el factor de concentración K (relación de hora pico a día). Indica la porción de tráfico diario total que se maneja en la hora pico. Para calcular el factor de concentración K, a partir de las mediciones en diferentes días, se obtiene el valor medio del cociente que resulta, de dividir el volumen de tráfico en la hora pico entre el volumen total de tráfico del día respectivo. Este valor es aproximadamente  $K = 1/8$ .

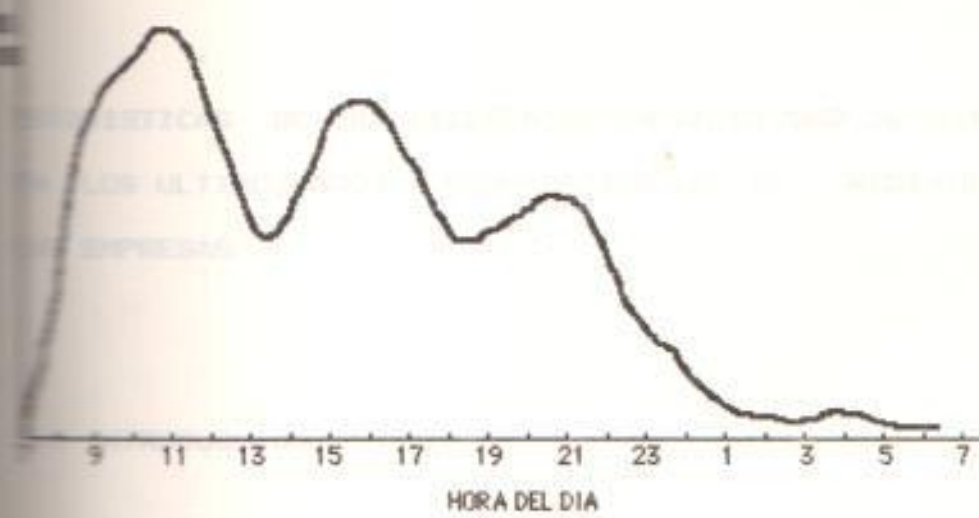


FIGURA # 4.- Variación diaria de tráfico telefónico



FIGURA # 5.- Variación semanal del tráfico

## CAPITULO II

### ESTADISTICAS DE PBX EXISTENTES EN LA CIUDAD DE GUAYAQUIL, EN LOS ULTIMOS AÑOS Y COMPARACION CON EL CRECIMIENTO DE LAS EMPRESAS

#### 2.1 INTRODUCCION

Una vez vistos los conceptos teóricos en los cuales se va a basar nuestro análisis posterior vamos a analizar en este capítulo dos aspectos fundamentales para el mismo como son:

- 1.- El crecimiento que en sistemas PBX ha tenido IETEL en los últimos años en Guayaquil. Para esto dividimos a la ciudad en diferentes sectores donde se concentran las empresas y de esta manera analizamos los sectores de mayor crecimiento o sea a los cuales IETEL le ha dado mayor importancia.
- 2.- Analizamos el crecimiento urbano empresarial de Guayaquil igualmente dividiendo la ciudad en sectores, de esta manera teniendo el crecimiento

en cada sector analizamos el sector de mayor crecimiento.

Analizando estos dos puntos, en este capítulo podemos sacar datos importantes que vamos a utilizar en los siguientes capítulos como son:

- Si el crecimiento que IETEL ha tenido en estos últimos años ha estado correctamente dirigido o sea acorde con el crecimiento urbano empresarial de Guayaquil.

- Conocemos el sector de Guayaquil que ha tenido un mayor crecimiento, de esta manera tenemos el sector al que vamos a dirigir nuestro estudio posterior.

## **2.2 CUADROS DE PBX EXISTENTES EN GUAYAQUIL EN LOS AÑOS 84, 85, 86, 87 Y 88**

En este capítulo vamos a presentar los cuadros de sistemas PBX existentes en Guayaquil y en los diferentes sectores urbanos empresariales de la ciudad. Estos datos se mostrarán para los años 1984, 85, 86, 87 y 88 y se tomarán en cuenta los totales de cada año sin importar el # de líneas de los PBX. En

cuanto a los sectores en que hemos dividido tenemos que aclarar lo siguiente.

- Se ha dividido la ciudad en 3 sectores urbano empresarial y estos sectores se los ha tomado de acuerdo a la división que hace de la ciudad la Cámara de Industrias de Guayaquil, ya que de los archivos de la misma se han tomado los datos que nos servirán posteriormente para calcular el crecimiento urbano-empresarial de Guayaquil.

- Estos sectores que viven para nuestra división comprenden los siguientes sectores de la ciudad:

SECTOR 1 ---> Centro de Guayaquil

SECTOR 2 ---> vía Daule, Durán

SECTOR 3 ---> Sur de la ciudad, ciudadelas del Norte

Luego de haber expuesto estos puntos presentamos las Tablas que muestran el crecimiento de IETEL en cada sector, teniendo en cuenta las centrales que sirven a cada sector como son:

SECTOR 1 -----> Central Boyacá  
Central Centro

TABLA I.- Totales de Sistemas PBX en los años 1984, 85, 86, 87 y 88.

SECTOR 1

	84	85	86	87	88
Sistemas PBX	101	233	244	275	345

SECTOR 2

	84	85	86	87	88
Sistemas PBX	35	67	68	89	97

SECTOR 3

	84	85	86	87	88
Sistemas PBX	156	172	172	185	200



SECTOR 2 -----> Central Bellavista  
Central Urdesa  
Central Los Ceibos  
Central Mapasingue  
Central Durán .

SECTOR 3 -----> Central Oeste  
Central Sur  
Central Febres Cordero  
Central Guasmo  
Central Portete  
Central Norte  
Central Alborada

### 3.3 CALCULO DEL CRECIMIENTO DE IETEL EN ESTOS AÑOS A PARTIR DE LOS CUADROS ANTERIORES

Para poder calcular el crecimiento en cada sector vamos a proceder a elaborar gráficas de barras para cada sector a partir de los gráficos anteriores y posteriormente hallamos la tasa de crecimiento acumulada desde 1984 en los años anteriormente indicados, aplicando la siguiente fórmula:

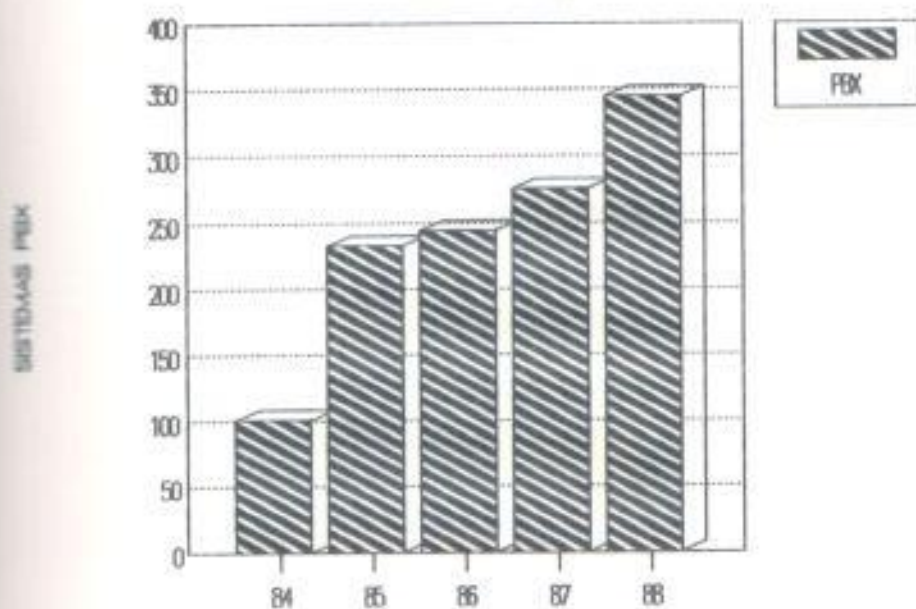
TCA = Tasa de crecimiento acumulada

SPBX = Sistemas PBX

$$\text{TCA} = \frac{\text{SPBX } 88}{\text{SPBX } 84} * 100 - 100$$

FIGURA # 6.- TOTALES DE SISTEMAS PBX

SECTOR 1

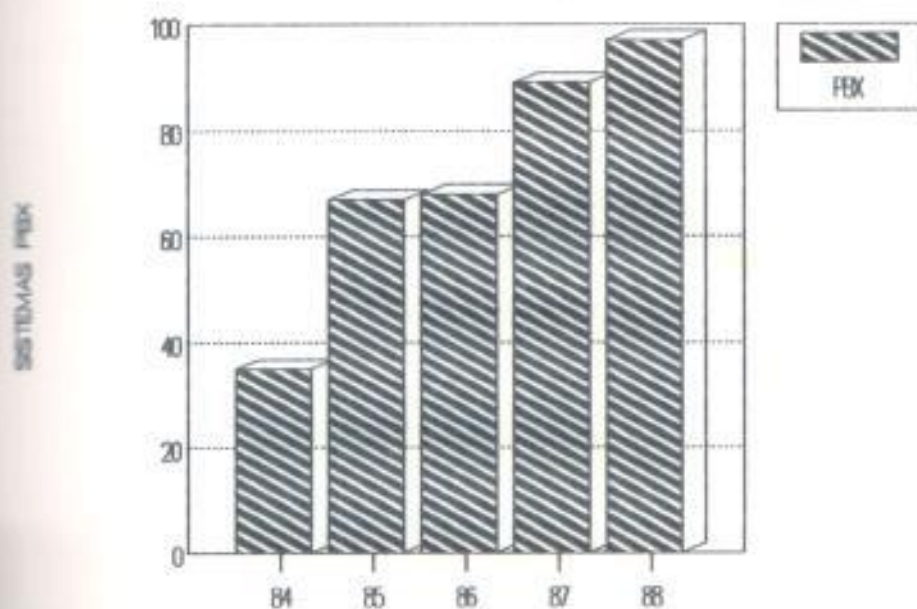


$$TCA = \frac{345}{101} \cdot 100 = 341,58$$

$$TCA = 241,58 \%$$

# FIGURA # 7.- TOTALES DE SISTEMAS PBX

## SECTOR 2

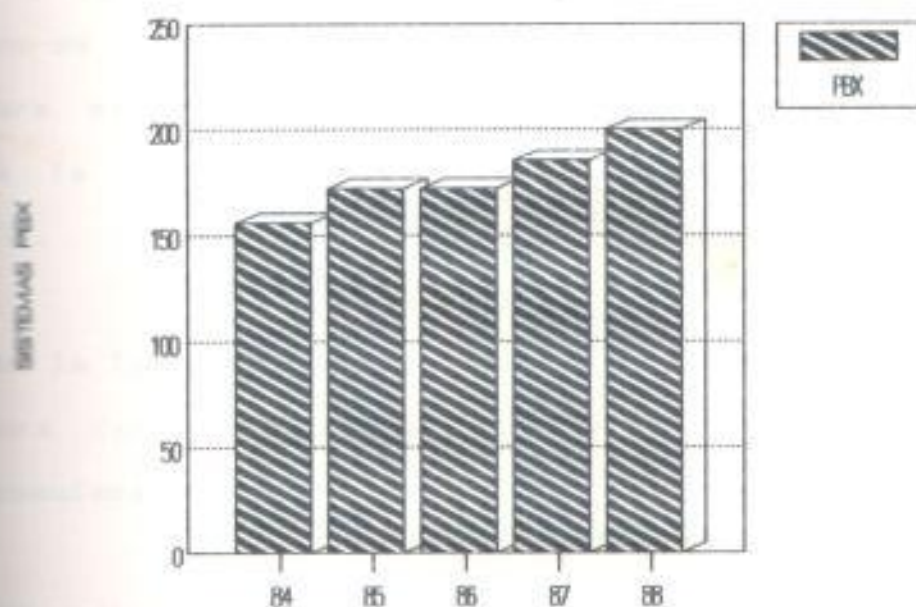


$$TCA = \frac{97}{35} \cdot 100 = 100$$

$$TCA = 177 \%$$

# FIGURA # 8.- TOTALES DE SISTEMAS PBX

## SECTOR 3



$$TCA = \frac{200}{156} \cdot 100 = 128,2$$

$$TCA = 28,2 \%$$

## LA COMPARACION CON EL CRECIMIENTO URBANO EMPRESARIAL EN GUAYAQUIL

Antes de efectuar la comparación vamos a calcular el crecimiento urbano empresarial de Guayaquil en cada uno de los sectores antes anotados, los datos usados para efectuar este cálculo provienen de los archivos de la Cámara de Industrias de Guayaquil (ver Tabla II).

De la Tabla II vamos a efectuar un gráfico de barras para cada sector y calculamos la tasa de crecimiento acumulada desde 1984 utilizando la siguiente fórmula:

TCA = Tasa de crecimiento acumulada.

# E = # de Empresas.

$$TCA = \frac{\begin{array}{c} \# E \\ 88 \end{array}}{\begin{array}{c} \# E \\ 84 \end{array}} * 100 - 100$$

TABLA II.- Totales de Empresas en los años 1984, 85, 86, 87 y 88.

SECTOR 1

	84	85	86	87	88
# de Empresas	570	720	1029	1239	1701

SECTOR 2

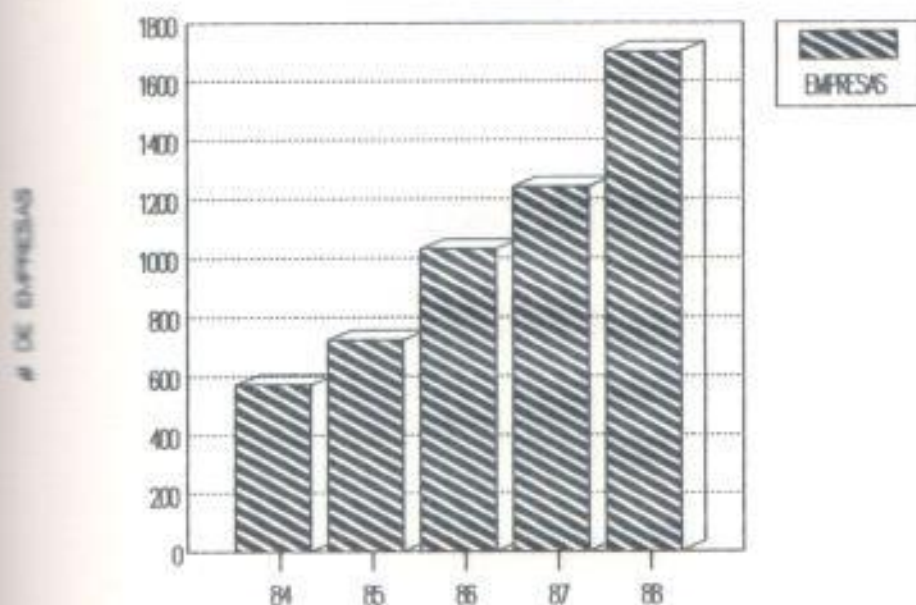
	84	85	86	87	88
# de Empresas	510	680	902	1012	1205

SECTOR 3

	84	85	86	87	88
# de Empresas	360	580	777	913	1103

# FIGURA # 9.- TOTAL URBANO-EMPRESARIAL

## SECTOR 1



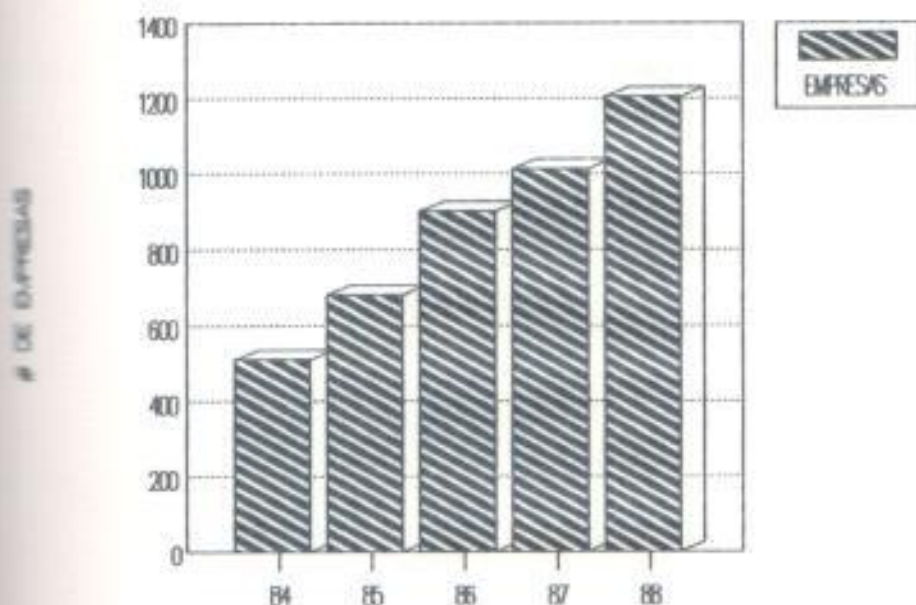
$$TCA = \frac{1701}{570} \cdot 100 = 100 \cdot 100$$

$$TCA = 198,4 \%$$



# FIGURA # 10.- TOTAL URBANO-EMPRESARIAL

## SECTOR 2

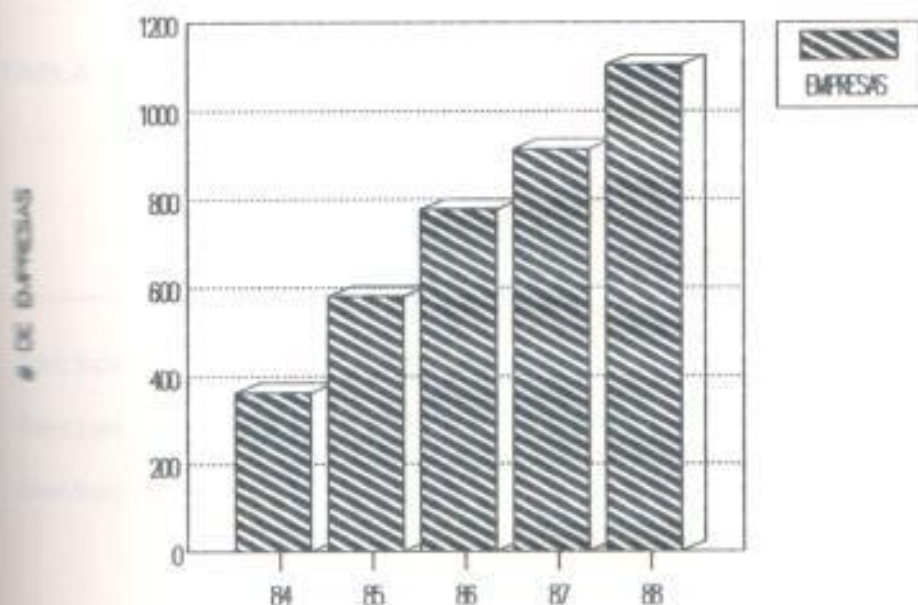


$$TCA = \frac{1205}{510} \quad 100 \quad - \quad 100$$

$$TCA = 136,27 \%$$

# FIGURA # 11.- TOTAL URBANO-EMPRESARIAL

## SECTOR 3



$$TCA = \frac{1103}{360} \quad 100 \quad - \quad 100$$

$$TCA = 206,38 \%$$

Una vez expuesto el crecimiento tanto de IETEL como el crecimiento urbano empresarial de Guayaquil elaboramos la siguiente Tabla que nos muestra dichos crecimientos.

TABLA III.- Tasa de crecimiento acumulada desde 1984

	TCA de PBX (%)	TCA de Empresas (%)
Sector 1	241,58	198,4
Sector 2	177	136,27
Sector 3	28,2	206,38

Vemos que tanto el Sector 1 con el Sector 2 IETEL ha tenido un incremento de acuerdo al crecimiento empresarial de Guayaquil, esto no quiere decir que ha satisfecho la demanda que proviene de dichos sectores ya que como vemos en las Tablas I y II, el # de Sistemas PBX es muy inferior al # de Empresas y puede ocurrir que haya Empresas que requieran de este servicio y que IETEL no se los preste por falta de una adecuada planificación.

En cuanto al Sector 3 vemos que ha sido el de mayor crecimiento en los últimos años y que el crecimiento de IETEL en este sector ha sido muy inferior.

Ante esta realidad vamos a concentrar nuestro estudio posterior mayormente a este sector, o sea de las muestras que tomamos, la mayoría pertenecen a este sector.

#### METODOLOGIA

El muestreo

El muestreo

El muestreo

El muestreo

El muestreo

El muestreo

El muestreo

El muestreo

El muestreo

El muestreo

El muestreo

El muestreo

El muestreo

El muestreo

El muestreo

El muestreo

### CAPITULO III

#### MEDICION DEL TRAFICO Y CONGESTIONAMIENTO DE UNA MUESTRA DE PRE TOMADA EN LA CIUDAD DE GUAYAQUIL

##### 1.1 METODOLOGIA

En este capítulo se van a mostrar las Tablas y Gráficos de las mediciones hechas a sistemas PBX en la Ciudad de Guayaquil, y tomados en los sectores de mayor importancia y crecimiento empresarial según los datos obtenidos en el Capítulo II.

Las mediciones fueron tomadas por 6 días consecutivos durante las horas de mayor importancia, en este caso se midió desde las 09:00 hasta las 17:00 y se midió los siguientes parámetros:

- 1) Tráfico de Entrada (TRAFEN)
- 2) Tráfico de Salida (TRAFSA)
- 3) Número de líneas bloqueadas (LIBLD)

donde tenemos que, el tráfico de entrada es el

número de llamadas que entran al PBX y está medido en Erlangs. El tráfico de salida es el número de llamadas que salen del PBX y está medido también en Erlangs, y el número de Líneas bloqueadas es el número de líneas que están dañadas en el PBX y que no aportan a la comunicación.

Estos datos medidos a cada uno de los sistemas PBX, nos van a servir de base para calcular si dicho PBX se encuentra con:

- Número de líneas adecuadas
- Número de líneas sobredimensionadas
- Número de líneas insuficientes.

Esto nos servirá después para conocer el grado de servicio que dicho PBX presta a la empresa, y por consiguiente si dicha empresa puede desarrollar su comunicación normalmente.

Wale la pena mencionar que las mediciones hechas se las realizó a través del Instituto Ecuatoriano de Telecomunicaciones, IETEL, mediante un computador, y que se tuvo el inconveniente de poder medir solo sistemas PBX que pertenezcan a centrales digitales ya que con el equipo con que cuenta IETEL para realizar

dichas mediciones no es posible realizarlo en centrales analógicas.

Una vez explicados estos conceptos vamos a explicar lo correspondiente a los gráficos.

Se han tomado 20 muestras de sistemas PBX en las áreas antes especificadas y para cada muestra existen 3 tipos de gráficos, estos son:

1. Tráfico de entrada (TRAFEN) vs. Horas del día
2. Tráfico de salida (TRAFSA) vs. Horas del día
3. Número de líneas bloqueadas (LIBLO) vs. Horas del día.

Ahora vamos a explicar lo que significa y la forma en que están expuestos estos gráficos.

#### TRAFICO DE ENTRADA VS HORAS

En este gráfico se muestra el tráfico en erlangs que entra al sistema PBX durante todo el día, esto es desde las 09:00 hasta las 17:00 horas. Vemos que en cada hora están 6 valores diferentes, lo cual significa que cada uno corresponde al valor medido para cada día a la misma hora.

### TRAFICO DE SALIDA VS HORAS

En este gráfico se muestra el tráfico en erlangs que sale del sistema PBX, medido en las mismas horas antes especificadas. Igualmente hay 6 valores distintos en cada hora que representan los 6 días durante los cuales se hicieron las mediciones.

### NUMERO DE LINEAS BLOQUEADAS VS HORAS

En este gráfico tenemos el número de líneas que están bloqueadas, dañadas o sea las líneas por las cuales no se puede establecer la comunicación, en esto vale especificar que las líneas pueden encontrarse dañadas o bloqueadas automáticamente en el sistema por fallas espontáneas de las mismas, es por ello que se nota variación en el valor de líneas bloqueadas.

### **TABLAS Y GRAFICOS INDIVIDUALES DE CADA MUESTRA**

A continuación se muestran los gráficos que se obtuvieron al medir cada muestra, pero antes tenemos en la Tabla IV el número nominal de líneas que tiene cada muestra o sea el número de líneas con que fue contratado dicho PBX.



TABLA XXIV.- DATOS PBX DE MUESTRA # 20

	TRAFEN	TRAFSA	LIBLO		TRAFEN	TRAFSA	LIBLO
09:00	1.0	0.6	0.0		0.0	0.0	5.0
10:00	0.9	0.9	0.1		0.0	0.0	5.0
11:00	0.8	0.9	0.2	D	0.0	0.0	5.0
12:00	0.7	0.7	0.3	I	0.0	0.0	5.0
13:00	0.6	0.4	0.2	A	0.0	0.0	5.0
14:00	0.7	0.5	0.3		0.0	0.0	5.0
15:00	0.7	0.4	0.3	2	0.0	0.0	5.0
16:00	0.7	0.3	0.4		0.0	0.0	5.0
17:00	0.5	0.1	0.5		0.0	0.0	5.0
09:00	0.2	0.0	4.8		0.0	0.0	5.0
10:00	0.0	0.0	5.0		0.0	0.0	5.0
11:00	0.0	0.0	5.0	D	0.0	0.0	5.0
12:00	0.0	0.0	5.0	I	0.0	0.0	5.0
13:00	0.0	0.0	4.9	A	0.0	0.0	5.0
14:00	0.0	0.0	5.0		0.0	0.0	5.0
15:00	0.0	0.0	5.0	4	0.0	0.0	5.0
16:00	0.0	0.0	5.0		0.0	0.0	4.9
17:00	0.0	0.0	5.0		0.0	0.0	5.0
09:00	0.0	0.0	5.0		0.0	0.0	5.0
10:00	0.0	0.0	5.0		0.0	0.0	5.0
11:00	0.0	0.0	5.0	D	0.0	0.0	5.0
12:00	0.0	0.0	5.0	I	0.0	0.0	5.0
13:00	0.0	0.0	5.0	A	0.0	0.0	5.0
14:00	0.0	0.0	4.9		0.0	0.0	4.9
15:00	0.0	0.0	5.0	6	0.0	0.0	5.0
16:00	0.0	0.0	5.0		1.0	0.0	0.0
17:00	0.0	0.0	5.0		0.0	0.0	5.0

FIGURA # 69.- TRAFEN VS HORAS DEL DIA  
 MUESTRA 20 PERIODO DE MUESTREO: 6 DIAS

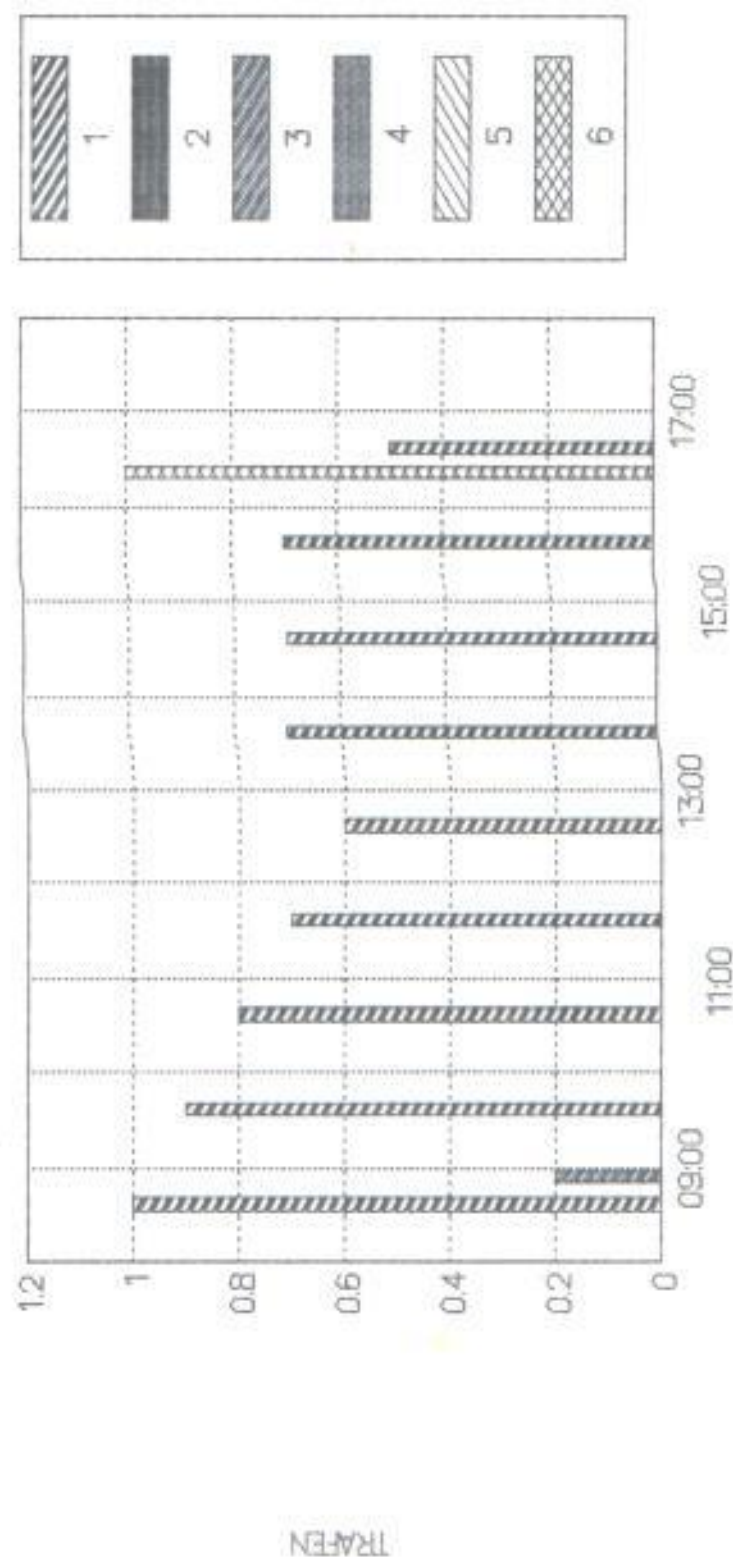


FIGURA # 70.- TRAFSA VS HORAS DEL DIA  
 MUESTRA 20 PERIODO DE MUESTREO: 6 DIAS

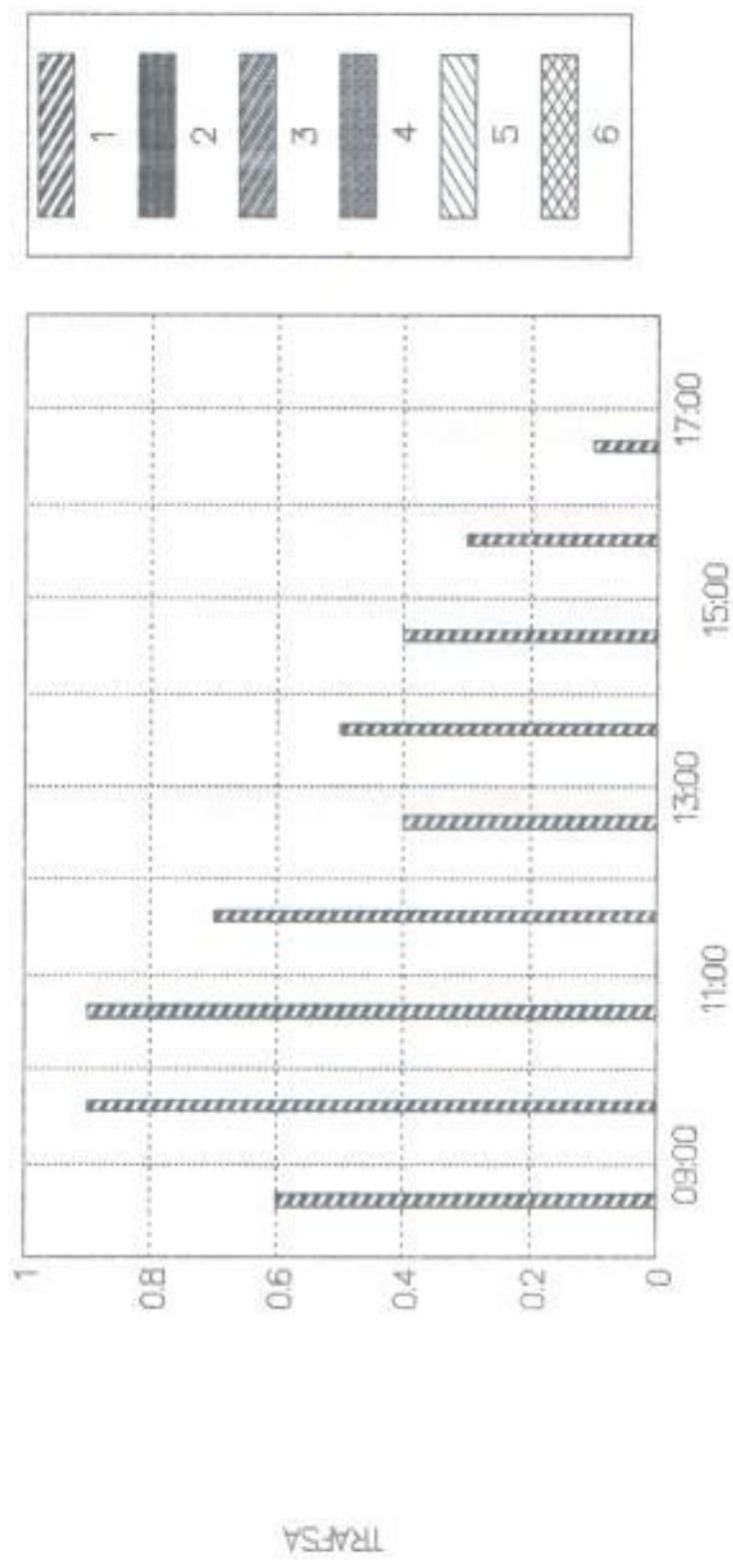
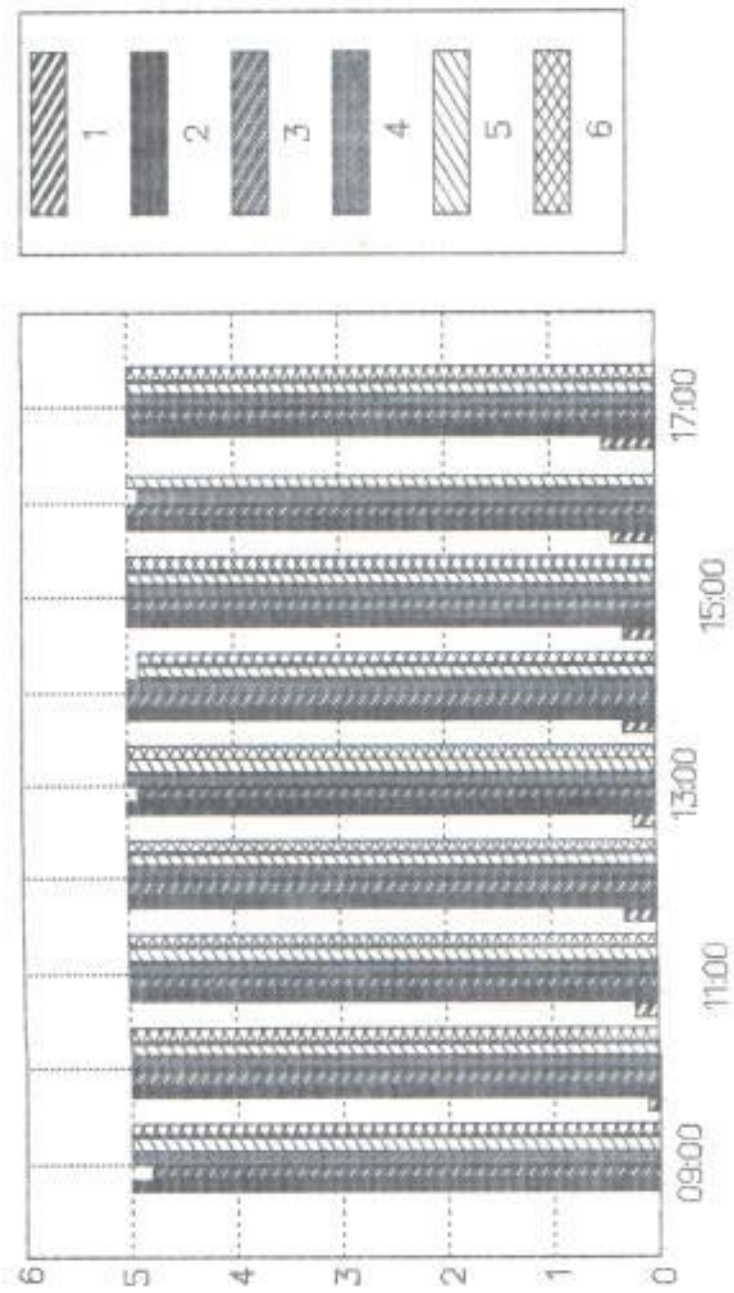


FIGURA # 71.- LIBLO VS HORAS DEL DIA  
 MUESTRA 20 PERIODO DE MUESTREO: 6 DIAS



## CAPITULO IV

### CALCULO DEL NUMERO REAL DE LINEAS QUE NECESITA UN PBX A PARTIR DE LAS MEDICIONES REALIZADAS

#### 4.1 FUNDAMENTOS DEL CALCULO

De las figuras expuestas en el Capitulo anterior vamos a sacar los datos necesarios para calcular el número de líneas que necesitaría cada muestra medida para ofrecer un buen servicio. De esto podemos concluir después si dicho PBX satisface o no las necesidades de la empresa que lo contrató.

Para efectuar dicho cálculo de los gráficos expuestos en el Capitulo II sacamos 3 valores representativos de cada muestra, estos son:

- TRAFEN
- TRAFSA
- LIBLO

Ahora explicamos como se obtiene cada uno de estos

valores.

### TRAFICO DE ENTRADA Y DE SALIDA

Estos dos valores se los obtiene sumando en cada hora y cada día respectivamente los valores que tenemos en los dos primeros gráficos de cada muestra, el mayor valor es el que tomamos y los sumandos de los cuales resultó dicho valor son los que tomamos como tráfico de entrada y tráfico de salida de cada muestra. Tomamos el mayor tráfico que nos dé, ya que este sería el tráfico pico del sistema PBX medido y por consiguiente el tráfico que debe soportar dicho sistema.

El número de líneas bloqueadas se lo encuentra escogiendo el mayor valor que tengamos en cada gráfico sin importar la hora o el día en el cual se presente ya que este se puede presentar en cualquier momento en forma momentánea o permanente entorpeciendo de esta manera la normal comunicación.

Este valor que se nos presenta en los gráficos con decimales, lo aproximamos al entero inferior ya que dicho decimal no representa nada para nuestro objetivo.

De esta manera tenemos la Tabla XXV, que nos muestra los valores obtenidos para cada muestreo.

Ahora para cada muestra determinamos el tráfico total (erlangs) sumando el tráfico de salida y el tráfico de entrada.

$$\text{Tráfico Total (TRAFTO)} = \text{TRAFSA} + \text{TRAFEN}$$

De esta manera elaboramos la Tabla XXVI correspondiente al tráfico total de cada muestra.

Con estos datos recurrimos a la Tabla XXVII en que se nos muestra las Líneas Necesarias (LN) para cada valor de tráfico total, todo esto para un valor de  $B = 1\%$ . El valor de B depende del grado de servicio que se quiere dar al cliente y representa las pérdidas del sistema, vamos a suponer que damos un servicio con el 1% de pérdidas.

De esta Tabla XXVII, sacamos las líneas necesarias de cada muestra para el tráfico total obtenido anteriormente.

Con las líneas necesarias y las bloqueadas de cada

TABLA XXV.- Valores representativos de las mediciones efectuadas a cada muestra.

MUESTRA	TRAFEN	TRAFSA	LIBLO
1	7.3	23.8	17
2	3.2	4.6	6
3	3.9	4.5	2
4	2.6	1.9	1
5	3.0	1.8	6
6	1.7	1.2	3
7	2.9	3.2	1
8	3.4	1.8	1
9	0.8	1.1	0
10	6.6	0.5	0
11	1.7	1.5	0
12	3.4	3.2	0
13	5.8	1.5	0
14	4.0	3.7	1
15	3.4	2.5	0
16	2.3	1.8	1
17	0.1	6.5	0
18	1.0	1.7	0
19	0.6	0.7	2
20	0.9	0.9	0



TABLA XXVI.- Tráfico Total de cada muestra.

MUESTRA	TRAFTO
1	31.1
2	7.8
3	8.4
4	4.5
5	4.8
6	2.9
7	6.1
8	5.2
9	1.9
10	7.1
11	3.2
12	6.6
13	7.3
14	7.7
15	5.9
16	4.1
17	6.6
18	2.7
19	1.3
20	1.8

Tabla XXVII: Tráfico Total para un valor de pérdidas igual  
al 1.0 %

$$B = 1 \%$$

LINEAS NECESARIAS      TRAFICO TOTAL (ERLANGS)

1	0.101
2	0.153
3	0.455
4	0.869
5	1.36
6	1.91
7	2.50
8	3.13
9	3.78
10	4.46
11	5.16
12	5.88
13	6.61
14	7.35
15	8.11
16	8.88
17	9.65
18	10.40
19	11.20
20	12.00
21	12.80
22	13.70
23	14.50
24	15.30
25	16.10
26	17.00
27	17.80
28	18.60
29	19.50
30	20.30
31	21.20
32	22.00
33	22.90
34	23.80
35	24.60
36	25.50
37	26.40

Continuación de la Tabla XXVII

$$B = 12$$

LINEAS NECESARIAS	TRAFICO TOTAL (ERLANGS)
38	27.30
39	28.10
40	29.00
41	29.90
42	30.80
43	31.70
44	32.50
45	33.40
46	34.30
47	35.20
48	36.10
49	37.00
50	37.90

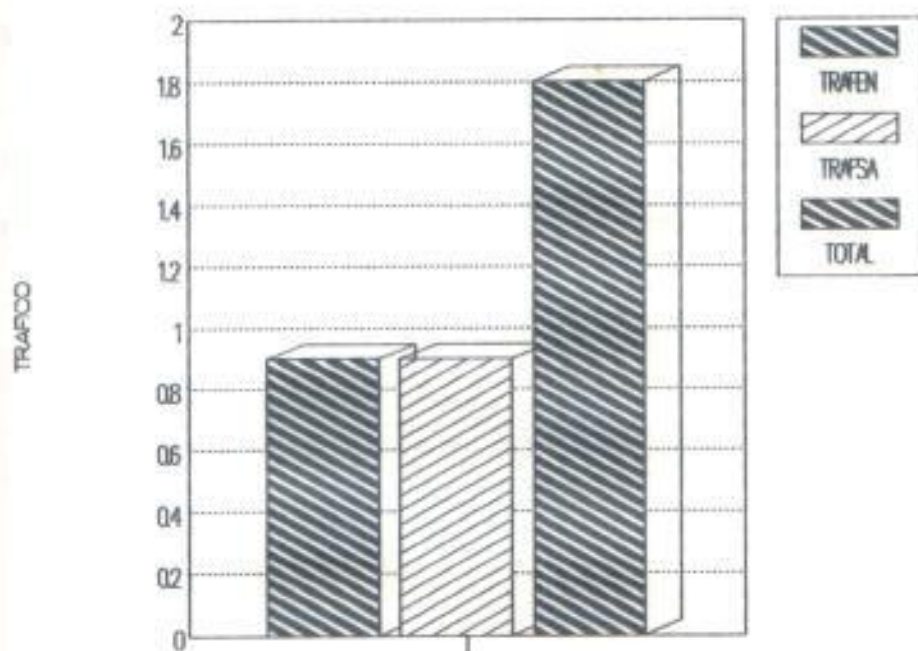
muestra sacamos las líneas que realmente tiene el PBX que son el número de líneas con que normalmente funciona y lo representamos por LQT (Líneas que realmente tiene el PBX)

$$LQT = LN - LIBLO$$

## 2 CALCULOS

A continuación para cada muestra se va a elaborar un gráfico donde se nos muestra el tráfico de entrada, el tráfico de salida y el tráfico total y una Tabla individual en la que indican los valores de L Nominal, LIBLO, LN y LQT.

FIGURA # 91.- TRAFICOS DE LA MUESTRA 20



L. NOMINAL	LIBLO	LN	LOT
5	0	6	5

## CAPITULO V

### ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS

De los datos obtenidos vamos a hacer el cálculo para cada muestra de Porcentaje de Servicio Satisfactorio (PSS), cuya fórmula es:

$$\text{PSS} = \frac{\# \text{ de Líneas Nominal de la muestra} \times 100}{\# \text{ de Líneas necesarias}}$$

que es grado de servicio que está satisfecho en dicha empresa con el sistema PBX que tienen instalado, suponiendo que el número de las líneas nominal de la muestra ninguna se encuentra dañada o bloqueada.

También se determinará el Porcentaje Real de Servicio Satisfecho (PRSS) cuya fórmula es:

$$\text{PRSS} = \frac{\text{Líneas que realmente tiene el PBX} \times 100}{\text{Líneas Necesarias}}$$

que es el grado de servicio que realmente tiene dicha empresa con el sistema PBX instalado, ya que tomamos en cuenta las líneas dañadas o bloqueadas que tienen y que no son utilizadas en la comunicación.

Con estas fórmulas construimos la Tabla XXVIII.

Del análisis realizado de las mediciones efectuadas (Tabla XXVIII), tenemos que el 80,95 % de los PBX medidos no tienen su demanda satisfecha y apenas un 19,05 % tiene su demanda satisfecha.

Las razones por las cuales los PBX no satisfacen la demanda que tienen, son dos fundamentalmente:

- a. Un gran número de líneas bloqueadas, es decir el PBX no trabaja a su capacidad nominal, el 57 % de los PBX medidos se encuentran en este grupo.
- b. Un gran número de PBX que no tienen el número de líneas suficientes como para satisfacer la demanda que tienen, el 66,66 % de los PBX medidos se encuentran en este número.

Aparte de las razones anotadas logramos detectar PBX con todas las líneas bloqueadas.

LA XXVIII.- Resultados del análisis efectuado a cada muestra.

MUESTRA	LN	LM	LQT	PSS (%)	PRSS (%)
1	43	50	33	11,30	76,70
2	15	10	6	66,66	26,66
3	16	18	16	112,50	100,00
4	10	15	14	150,00	140,00
5	11	15	9	136,40	54,50
6	8	8	5	100,00	62,50
7	11	10	9	90,00	81,80
8	12	10	1	83,33	75,00
9	6	5	5	83,33	83,33
10	14	8	8	57,14	57,14
11	14	10	11	71,40	71,40
12	9	10	10	111,10	111,10
13	8	10	10	125,40	125,00
14	15	12	11	80,00	73,30
15	12	5	5	38,46	38,46
16	10	6	5	60,00	50,00
17	13	8	8	61,53	61,53
18	8	5	5	62,50	62,50
19	5	4	2	80,00	40,00
20	6	5	5	83,30	83,30



## CONCLUSIONES

Una vez realizado el estudio sobre tráfico y congestión de los PBX instalados en la ciudad de Guayaquil, notamos los siguientes problemas fundamentales:

- Insuficiencia de las líneas destinadas a los PBX produciendo de esta manera un alto índice de congestión en los conmutadores de las empresas.
- Falta un ágil y eficiente plan de mantenimiento correctivo y preventivo por parte de IETEL, como consecuencia los PBX no trabajan a su capacidad nominal, agravando de esta manera el problema anterior.
- Falta de un plan para determinar el crecimiento de la en las diferentes centrales y que ofrezca una solución al crecimiento de las viviendas particulares, como de las empresas.

Ante esta realidad hago las siguientes recomendaciones

que pueden también servir como un plan de trabajo de IETEL para que preste un buen servicio a las empresas y contribuya a su normal desenvolvimiento.

2. Implementación de un Plan de Reparaciones para restituir a la capacidad real los PBX instalados actualmente.
3. Una vez restituido todo el potencial de los PBX, medir el tráfico y congestionamiento de estos en las horas pico de tráfico.
4. Determinar el crecimiento y creación de empresas, para así elaborar un Plan de Desarrollo, y de esta manera determinar el crecimiento de las centrales existentes y la capacidad de futuras centrales.
5. Restitución de equipos obsoletos que están trabajando actualmente, por otros que ofrezcan mayor capacidad y eficiencia.
6. Establecer un ágil Plan de Mantenimiento Preventivo y Correctivo que permita mantener la capacidad real de los PBX instalados.

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

IETEL, Archivos del Departamento de Computación

Años: 1984, 1985, 1986, 1987, 1988.

IETEL, Archivos del Departamento de Comercialización

Años: 1984, 1985, 1986, 1987, 1988.

TELECOMMUNICATION SYSTEM ENGINEERING: Roger L. Freeman 1980.

FUNDAMENTOS DE INGENIERIA TELEFONICA, Enrique Herrera Pérez

1979 - Primera Edición.

CAMARA DE INDUSTRIAS, Archivos 1984, 1985, 1986, 1987, 1988.