

5.- TRÁFICO TELEFÓNICO

1.1.- Concepto de tráfico telefónico

Si tráfico es el fenómeno físico originado al intentar ocupar unos medios para la utilización de un servicio, tráfico telefónico se define como el conjunto de llamadas telefónicas realizadas sobre un enlace, considerando su duración y número.

La bondad de un servicio público telefónico depende del tratamiento que la compañía efectúe con las llamadas de los usuarios. Tanto las tarifas aplicadas a los clientes como las inversiones de la empresa deberán ser equilibradas y aceptables por ambas partes.

Por ejemplo, si decidimos comunicar dos poblaciones de 10.000 habitantes cada una empleando un único canal telefónico, lo más probable es que éste se encuentre permanentemente ocupado y los usuarios se sientan muy insatisfechos con la calidad del servicio (deben esperar horas para obtener la comunicación deseada).

Si decidimos emplear 10.000 canales, los usuarios se sentirán completamente satisfechos por la accesibilidad del sistema (siempre encuentran una línea libre), pero muy probablemente la compañía proveedora del servicio considere esta solución ruinosa ya que la mayoría de los canales están permanentemente desocupados.

El objetivo a conseguir en el tráfico telefónico es obtener las condiciones óptimas para ofrecer un adecuado servicio con la mínima inversión económica; esta exigencia se obtendrá con un correcto dimensionamiento de la red.

Un reducido número de centrales y enlaces conlleva un mal funcionamiento de la red, mientras que un sobredimensionado de los elementos que integran el servicio implica altos costes, obligando a una elevación de las tarifas.

Optimizar el tráfico de una red telefónica supone analizar correctamente el tráfico cursado por ella. Este análisis se basa en modelos estadísticos que permiten cuantificar de manera aproximada el equipamiento necesario de la estructura de la red para proporcionar un máximo nivel de calidad.

1.2.- Unidades de tráfico

A continuación vamos a introducir algunos conceptos utilizados en teoría de tráfico.

Se entiende por tiempo de ocupación de un enlace, el tiempo que transcurre desde el momento en que empieza a ser utilizado hasta que se libera. Al estado en que permanece un sistema cuando todos sus órganos están ocupados se le llama congestión.

Llamada es la ocupación de dispositivos de conexión cuando se produce cualquier intento de comunicación entre dos abonados. El producto del número de llamadas durante un período concreto y su tiempo medio de ocupación se define como volumen de tráfico; si los abonados conectados a una central generan en una hora 300 llamadas de una duración media de 4 minutos, el volumen de tráfico será de 1200 minutos en el período indicado.

Si el valor anterior se divide entre la duración total del volumen de tráfico considerado, se obtiene la intensidad de tráfico. Podrá definirse como la relación entre el tiempo que está ocupado un enlace o un grupo de ellos, y el tiempo de observación. En el ejemplo anterior correspondería a $1200/60 = 20$ erlangs, unidad de medida de la intensidad de tráfico. Identifica el producto del número de llamadas en la unidad de tiempo por el tiempo medio de ocupación o, dicho de otro modo, la suma de los tiempos de ocupación de todas las llamadas en una hora.

La unidad más habitual para medir la intensidad de tráfico es el erlang, entendiéndose que el valor de 1 erlang corresponde a la ocupación continua de un enlace. La intensidad de tráfico de una ruta se interpreta como el número de circuitos ocupados simultáneamente; dicho número se facilitará en erlangs.

Por ejemplo, si un circuito, en varias llamadas, está ocupado 25 minutos en 1 hora, la intensidad de tráfico será de $25/60$ erlangs. Si durante 1 hora, los 5 circuitos que conforman una ruta están ocupados 35, 20, 15, 8 y 12 minutos respectivamente, la intensidad de la ruta será $(35 + 20 + 15 + 8 + 12) / 60 = 90/60 = 1,5$ erlangs de promedio.

Un análisis de estas unidades de tráfico ayudará a optimizar las estructuras de la red, pudiendo ofrecer así una mejor calidad. Para dimensionar una central se estudian las variaciones de tráfico a lo largo del año, por ejemplo cada semana, del número de llamadas realizadas durante la hora de mayor tráfico, hora cargada.

Es evidente que el sistema no asegura una conectividad completa, puesto que, a lo largo del año ocurren sucesos esporádicos, tales como Navidad, fin de Año, etc., que provocan un alto índice de volumen de tráfico que la estructura de la red no podrá soportar.

Un concepto de interés en la teoría de tráfico telefónico es el grado de servicio, relativo a los efectos producidos por la carencia de equipamiento, y definido como la proporción de llamadas que pueden fallar en la hora cargada debido a la limitación del número de elementos de una central telefónica.

1.3.- Encaminamiento del tráfico

Como ya sabemos, para establecer una comunicación es necesario unir por un medio conductor ambos abonados; por lo tanto, lo primero será enlazar físicamente o por radio las distintas centrales que configuran la red.

Denominaremos sección final a los enlaces que se establecen entre centrales para constituir la Red Jerárquica. Se pueden diferenciar los siguientes tipos de sección final:

- Línea de abonado
- Sección primaria
- Sección secundaria
- Sección terciaria
- Sección cuaternaria

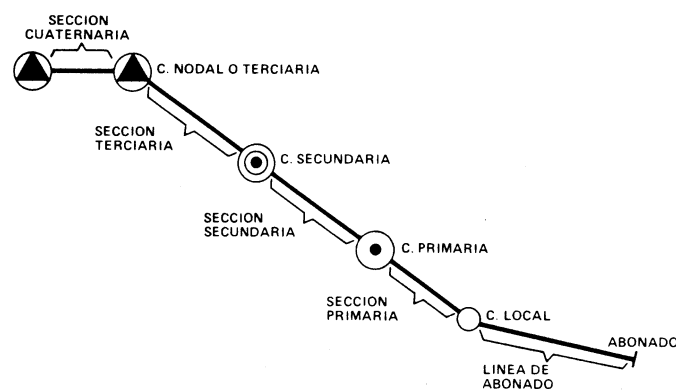


Figura 5.1 Tipos de Sección Final

Se denomina ruta final al conjunto de secciones finales que constituyen la conexión entre dos abonados cualesquiera, a través de la Red Jerárquica. Además de esta ruta final, pueden existir también secciones directas.

Se denomina sección directa, al conjunto de circuitos que conectan entre sí dos centrales que desde el punto de vista jerárquico, no les corresponde estar enlazadas directamente.

Según esto, la red dispondrá de la facilidad de rutas alternativas y el tráfico rechazado por una sección directa se llevará a la sección correspondiente de la ruta final.

Solo se permitirá el establecimiento de sección directa entre dos centrales cuando las funciones que éstas realicen sean las mismas o difieran en un grado. Por ejemplo, una central primaria sólo podrá tener secciones directas con otra primarias, con centrales locales o con centrales secundarias. Cuando una central realiza funciones de varias categorías se considerarán como válidas todas las categorías a efecto de establecimiento de secciones directas.

El tráfico a ofrecer a una sección directa se determina de acuerdo a la siguiente regla:

Cuando una central X tenga una sección directa con una central Y, se le ofrecerá el tráfico originado en el área de la primera que tenga como destino el área de la segunda, excepto el tráfico que pueda resolverse por otras secciones directas entre centrales de inferior categoría de ambas áreas.

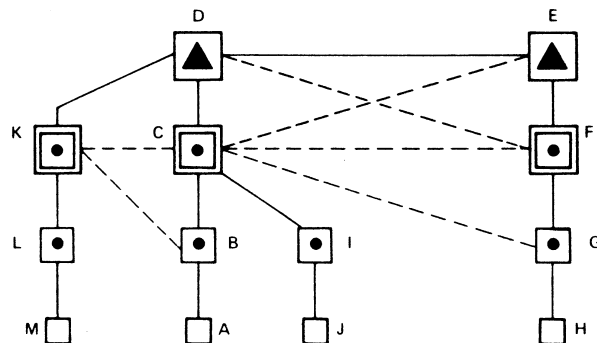
La existencia de picos de tráfico impide llevar a feliz término un cierto número de llamadas, aun en el caso de haber diseñado la red de acuerdo con las consideraciones sobre tráfico telefónico. Una situación de este tipo ocasiona un tráfico de desbordamiento, es decir, llamadas bloqueadas en una ruta. Esta circunstancia induce a que la tecnología de las modernas centrales de conmutación utilice un encaminamiento alternativo automático, facilitando llamadas a través de otras centrales por rutas distintas a las prefijadas que de otro modo se hubiesen perdido. El encaminamiento alternativo no sólo soluciona situaciones con picos de tráfico, sino que facilita la continuidad del servicio cuando se producen roturas fortuitas en los cables de conexión entre centrales.

Cuando el direccionamiento del tráfico se adapta en todo momento según las cargas de tráfico existente en la red, se dice que se produce un encaminamiento dinámico. Este redireccionamiento se realiza de forma manual, pero cuando se dispone de centrales de conmutación digital se opera de modo automático.

Los encaminamientos pueden variar en función del estado de carga de las diferentes rutas.

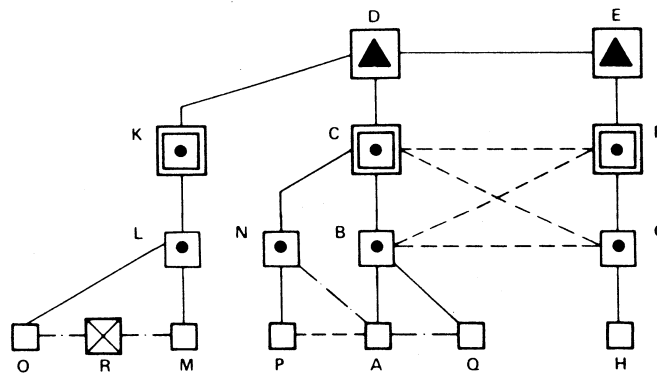
La central hasta la que progresa una comunicación, elige entre los posibles encaminamientos, el definido por los siguientes criterios:

- 1) Si entre la central considerada y la de destino existe sección directa, ésta se tomará en primer lugar.
- 2) Si no es así, se tomará en primer lugar la sección directa que exista entre la central considerada y la central más próxima a la central de destino por el camino de la ruta final.
- 3) Se admitirá como camino alternativo, en el caso de que no existan circuitos disponibles en la sección de elección preferente, cualquier otra sección directa que exista entre la central considerada y otras centrales situadas en la ruta final en el sentido en que la comunicación progresa, con preferencia por la sección directa que más se aproxime, según la ruta final, a la central de destino.
- 4) En el caso de no existir ninguna de las secciones directas anteriormente indicadas, o no tener enlaces disponibles por los que cursar las llamadas, o bien si se trata de una central analógica el tráfico se ofrecerá a la sección final correspondiente.



Central de Origen	Central de Destino	Ruta de 1ª Elección	Primera Alternativa	Segunda Alternativa	Tercera Alternativa	Cuarta Alternativa
A	H	ABCGH	ABCFGH	ABCEFGH	ABCDFGH	ABCDEF GH
H	A	HGCBA	HGFCBA	HGFDCBA	HGFEDCBA	HGFEDCBA
M	H	MLKDFGH	MLKDEFGH	-	-	-
H	M	HGFDKLM	HGFEDKLM	-	-	-
A	M	ABKLM	ABCKLM	ABCDKLM	-	-
M	A	MLKBA	MLKCBA	MLKDCBA	-	-
M	J	MLKCIJ	MLKDCIJ	-	-	-
J	M	JICKLM	JICDKLM	-	-	-
H	J	HGCIJ	HGFCIJ	HGFDCIJ	HGFECIJ	HGFEDCIJ
J	H	JICGH	JICFGH	JICEFGH	JICDFGH	JICDEFGH

Figura 5.2 Ejemplos de encaminamiento



Central de Origen	Central de Destino	Ruta de 1ª Elección	Primera Alternativa	Segunda Alternativa	Tercera Alternativa	Cuarta Alternativa
A	H	ABGH	ABFGH	ABCGH	ABCFGH	ABCDEFGH
H	A	HGBA	HGFBA	HGFBA	HGFCBA	HGFEDCBA
A	F	ABF	ABCF	ABCDEF	-	-
F	A	FBA	FCBA	FEDCBA	-	-
A	P	AP	ANP	-	-	-
P	A	PA	PNA	-	-	-
A	Q	AQ	-	-	-	-
O	M	ORM	-	-	-	-

Figura 5.3 Ejemplos de encaminamiento