

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON
FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA Y ELECTRICA
DIVISION DE ESTUDIOS DE POST-GRADO



INTEGRACION DE LOS CENTROS DE LLAMADAS DE
UNA COMPANIA DE RADIOLOCALIZACION
MOVIL DE PERSONAS

Por

MARIO ALBERTO ORTIZ MACIAS

TESIS

EN OPCION AL GRADO DE MAESTRO EN
CIENCIAS DE LA INGENIERIA
CON ESPECIALIDAD EN TELECOMUNICACIONES

SAN NICOLAS DE LOS GARZA, N. L. ABRIL, 2004



TM

Z5853

.M2

FIME

2004

.07

©

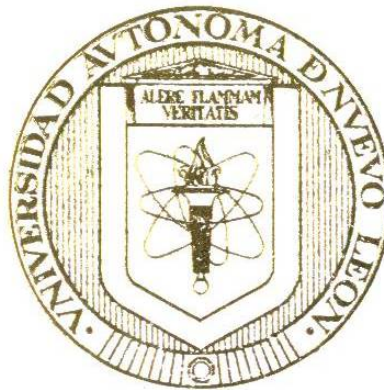


1020146154

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON

FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA Y ELECTRICA

DIVISION DE ESTUDIOS DE POST-GRADO



INTEGRACION DE LOS CENTROS DE LLAMADAS DE
UNA COMPANIA DE RADIOLOCALIZACION
MOVIL DE PERSONAS

Por

MARIO ALBERTO ORTIZ MACIAS

TESIS

EN OPCION AL GRADO DE MAESTRO EN
CIENCIAS DE LA INGENIERIA
CON ESPECIALIDAD EN TELECOMUNICACIONES

SAN NICOLAS DE LOS GARZA, N. L. ABRIL 2004

979874

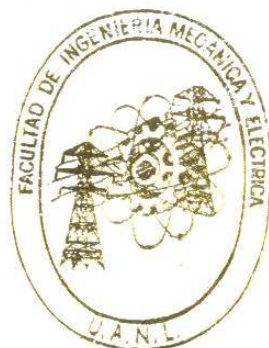
TH
Z5853
.M2
FINE
2004
.O7



UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON

FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA Y ELECTRICA

DIVISION DE ESTUDIOS DE POST-GRADO



INTEGRACION DE LOS CENTROS DE LLAMADAS DE
UNA COMPANIA DE RADIOLOCALIZACION
MOVIL DE PERSONAS

Por

MARIO ALBERTO ORTIZ MACIAS

TESIS

EN OPCION AL GRADO DE MAESTRO EN
CIENCIAS DE LA INGENIERIA
CON ESPECIALIDAD EN TELECOMUNICACIONES

SAN NICOLAS DE LOS GARZA, N. L. ABRIL 2004

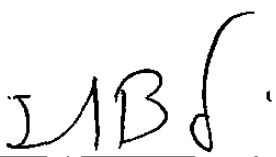
Universidad Autónoma de Nuevo León
Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica
División de Estudios de Posgrado

Los miembros del comité de tesis recomendamos que la tesis "**Integración de los centros de llamadas de una compañía de radiolocalización móvil de personas**", realizada por el **Ing. Mario Alberto Ortiz Macías** con la matrícula 00066710, sea aceptada para su defensa como opción al grado de **Maestro en Ciencias de la Ingeniería con especialidad en Telecomunicaciones**.

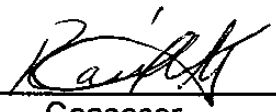
El comité de Tesis



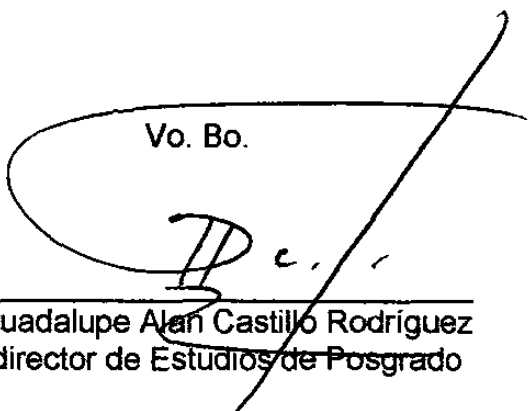
Asesor
M.C. Ciro Calderón Cárdenas



Coasesor.
M.C. Jorge Alberto Becerra-Turrubiartes



Coasesor.
M.C. Raúl Alvarado Escamilla

Vo. Bo.


Dr. Guadalupe Alan Castillo Rodríguez
Subdirector de Estudios de Posgrado

San Nicolás de los Garza, N.L., Abril del 2004

DEDICATORIAS

A mi esposa Sandra Nelly, quien es la luz que ilumina mi vida y que ha sido el motivo de mis logros obtenidos.

A mis hijos Mario Alberto, Ivan y Pamela Lizbeth, mi más preciado tesoro con quienes comparto la alegría de la vida.

AGRADECIMIENTOS

Le agradezco a Dios nuestro señor por darme cada día la oportunidad de seguir adelante.

Agradezco a mi padre (QEPD) y a mi madre por enseñarme los valores que rigen mi vida.

A mi esposa le agradezco todos los años de comprensión y apoyo total que me ha brindado.

A mis hijos les agradezco su comprensión y cariño, deseándoles que la vida les permita superar lo que he realizado.

Agradezco a todos los maestros con los que tuve la oportunidad de aprender de sus enseñanzas, por el apoyo que me brindaron.

Le agradezco a mis coasesores M.C. Jorge Alberto Becerra-Turrubiarres y M.C. Raúl Alvarado Escamilla por sus consejos en la elaboración de esta tesis.

Agradezco especialmente al M.C. Ciro Calderón Cárdenas por su enseñanza, su guía y sobre todo por su amistad.

PROLOGO

El presente estudio se enfoca a la solución de la problemática de una empresa de radiolocalización móvil de personas, en sus Centros de Llamadas (llamados Call Center en inglés). Los problemas se manifiestan ante la inseguridad que se presenta en las ciudades de México y Guadalajara, lo cual redundando en un ausentismo que daña la eficiencia de los Centros de Llamadas.

La propuesta contenida en este estudio es la de cerrar los Centros de Llamadas de las ciudades de México y Guadalajara e integrar su tráfico en el Centro de Llamadas de Monterrey, es decir, que las llamadas que originan las personas de las ciudades de México y Guadalajara, en lugar de ser atendidas por agentes en sus ciudades de origen, sean atendidas por agentes en la ciudad de Monterrey.

El estudio se enfoca primeramente en hacer un análisis de las condiciones actuales de los Centros de Llamadas, para después analizar la conveniencia de integrarlos, al resultar una disminución de la cantidad de agentes que requiere contratar la empresa de radiolocalización móvil de personas.

Para hacer los análisis mencionados, se obtuvo información estadística del tráfico telefónico de cada uno de los Centros de Llamadas de la empresa de radiolocalización móvil de personas. Con esta información, se procedió a calcular la cantidad de agentes requeridos por cada Centro de Llamadas trabajando en forma independiente.

Después se realizó un nuevo análisis donde se integró el tráfico de los Centros de Llamadas de las ciudades de México y Guadalajara con el tráfico del Centro de Llamadas de Monterrey.

Con esto se obtuvo una nueva cantidad de agentes correspondiente a un Centro de Llamadas integrado, la cual se comparó con la cantidad de agentes resultante de sumar los requerimientos de los tres Centros de Llamadas operando en forma independiente. El resultado fue que el Centro de Llamadas integrado presenta una menor cantidad de agentes requeridos para atender

todo el tráfico de las tres ciudades de México, Guadalajara y Monterrey, a la cantidad de agentes requeridos si se atiende el tráfico en forma independiente.

En el presente estudio también se hace un análisis de los diferentes tipos de enlaces de datos en el mercado y de las técnicas de transporte, sugiriendo lo más conveniente de acuerdo a las necesidades de la empresa.

Los resultados y recomendaciones se le presentan a las áreas de administración de la empresa de radiolocalización móvil de personas, para que elaboren un estudio de conveniencia de económica de la integración de los Centros de Llamadas.

INDICE

	Pág.
1. Síntesis	1
2. Introducción	3
2.1. Descripción del proyecto	3
2.2. Objetivo de la tesis	4
2.3. Hipótesis	4
2.4. Límites de estudio	5
2.5. Justificación del trabajo de tesis	5
2.6. Metodología	5
3. Recopilación y análisis de la información de tráfico telefónico de los centros de llamadas de Monterrey, México y Guadalajara	7
3.1. Aspectos generales de la empresa de radiolocalización móvil de personas	7
3.2. Recopilación de estadísticas de tráfico telefónico de los centros de llamadas de Monterrey, México y Guadalajara	8
3.3. Cálculo de la cantidad de agentes requeridos en cada uno de los centros de llamadas de Monterrey, México y Guadalajara	12
4. Diseño de un centro de llamadas en Monterrey que atienda las llamadas originadas en Monterrey, México y Guadalajara	17
4.1. Análisis de tráfico de llamadas integrando los centros de llamadas de las ciudades de México y Guadalajara en el centro de llamadas de Monterrey	17
4.2. Cálculo de la cantidad de agentes requeridos en el centro de llamadas de Monterrey integrando el tráfico de México y Guadalajara	19
5. Análisis de tecnologías de transporte de voz sobre redes de datos	20
5.1. Técnicas existentes de tráfico telefónico sobre redes de datos	20
5.2. Algoritmos de compresión de voz	22
5.3. Requerimientos de ancho de banda de acuerdo a los algoritmos de compresión de voz	24
6. Análisis de requerimientos para la integración de los centros de llamadas	26
6.1. Definición del tráfico telefónico que pasará sobre las redes de datos	26
6.2. Algoritmo de compresión de voz a utilizar	27

6.3. Cálculo del ancho de banda requerido para los canales de voz, de acuerdo al algoritmo de compresión de voz seleccionado	27
6.4. Análisis de los requerimientos de ancho de banda para los enlaces de datos de Monterrey a México y de Monterrey a Guadalajara, incluyendo los canales de voz y datos	28
6.5. Análisis de la conectividad de los enlaces de datos	29
6.6. Análisis de la conectividad de los canales de voz al conmutador telefónico	30
7. Resultados finales	32
7.1. Comparativo de tres centros de llamadas independientes contra un centro de llamadas integrado	32
7.2. Comparativo de anchos de banda al utilizar diferentes algoritmos de codificación	33
7.3. Comparativo entre los diferentes tipos de enlaces de datos ..	34
8. Conclusiones	36
8.1. Conclusiones sobre el estudio	36
8.2. Tareas pendientes para definir la conveniencia de la unificación de los centros de llamadas	37
9. Bibliografía	38
10. Listado de Tablas	39
11. Apéndice A “Estadísticas de tráfico telefónico del mes de marzo del 2003 de los centros de llamadas de Monterrey, México y Guadalajara”	40
12. Apéndice B “Técnicas de tráfico telefónico en telecomunicaciones”	55

CAPITULO 1

SINTESIS

1.1 Síntesis.

Una compañía móvil de personas opera con tres centros de llamadas en las ciudades de México, D.F., Guadalajara, Jal. y Monterrey, N.L. para la captura de los mensajes a enviar a los radiolocalizadores, sin embargo tiene problemas en los dos primeros centros de llamadas por riesgos naturales e inseguridad. El presente estudio tiene la finalidad de demostrar que se obtienen ventajas al cerrar los centros de llamadas de México y Guadalajara y trasladar las llamadas que reciben al centro de llamadas de Monterrey. Dichas ventajas consisten en la reducción del número de agentes requeridos en total para la atención del tráfico de los tres centros de llamadas, así como de las ventajas que esta reducción contiene, como disminución de espacio físico, equipo de computo y telefonía, etc.

Los pasos que se siguieron en este estudio fueron:

- Recopilación de información y análisis de la situación actual de los tres centros de llamadas, realizando cálculos del tráfico telefónico de cada uno de ellos. Se obtuvo el número de agentes requeridos en cada centro de llamadas.
- Dimensionamiento de un centro de llamadas en Monterrey operando con el total de las llamadas que ingresan a los centros de llamadas de México, Guadalajara y Monterrey, es decir, un centro de llamadas unificado. Se obtuvo también el número de agentes requeridos en el centro de llamadas unificado.
- Análisis de las tecnologías de transporte de voz sobre redes de datos. En este punto se analizan los diferentes medios de transporte en redes de

datos como Clear Channels, Frame Relay e IP, destacando sus ventajas y desventajas. Así mismo, se analizaron los diferentes algoritmos de compresión de voz, así como los anchos de banda que demandan cada uno de ellos.

- Análisis de los requerimientos para la integración de los tres centros de llamadas. En este capítulo se calcula el ancho de banda requerido para el transporte de las llamadas de los centros de llamadas de México y Guadalajara a Monterrey, agregándole un ancho de banda extra para la transmisión de datos. Se obtiene como resultado el ancho de banda requerido para los enlaces entre México y Monterrey y Guadalajara y Monterrey. Además, se hace un análisis de la conectividad de los enlaces de datos y de los canales de voz a los conmutadores telefónicos.
- Resultados finales. Se hace un comparativo entre los requerimientos de agentes de los tres centros de llamadas operando en forma independiente contra un solo centro de llamadas, obteniendo como resultado una disminución del total de agentes requeridos.

CAPITULO 2

INTRODUCCIÓN

2.1 Descripción del proyecto.

Una compañía de radiolocalización móvil de personas, tiene 3 centros de llamadas en las ciudades de Monterrey, México y Guadalajara. La operación de los centros de llamadas es continua, durante las 24 horas del día los 365 días del año. Los agentes de los centros de llamadas se distribuyen en turnos de trabajo, que dependen del tráfico de llamadas recibidas durante el día. En general, los turnos se pueden clasificar dentro de las categorías de matutino, vespertino y nocturno.

En la Cd. de México se han presentado los siguientes problemas que afectan la eficiencia del centro de llamadas y por consecuencia la atención al público:

1. La inseguridad. La inseguridad existente en la Cd. de México, ha afectado la eficiencia del centro de llamadas de dicha ciudad. El temor de los agentes del centro de llamadas, de entrar o salir a trabajar cuando ha obscurecido, exponiéndose a asaltos o actos de violencia, provoca su ausentismo. Esto afecta considerablemente la eficiencia del centro de llamadas al no contar con la cantidad de agentes requeridos para afrontar el flujo de llamadas.

2. La actividad sísmica. Los temblores que sacuden ocasionalmente a la Cd. de México, son otro causal de baja eficiencia del centro de llamadas. Esto es debido a que la gente en general cuando siente un temblor, abandona el lugar cerrado donde se encuentran para ir a lugares descubiertos. Los agentes del centro de llamadas no son la excepción, de tal forma que cuando tiembla, abandonan sus puestos para salir del edificio y no regresan a sus puestos hasta

que tienen la confianza de que pasó el peligro. Esto hace que el servicio se detenga hasta que los agentes se reintegran a sus funciones, bajando la eficiencia del centro de llamadas. Otra circunstancia agravante es que después de un evento, como el sismo, se incrementa el número de llamadas en el centro de llamadas. Aunque en menor cantidad, este problema se presenta también en Guadalajara.

3. Optimización de la cantidad de agentes requeridos. La compañía de radiolocalización móvil de personas busca reducir la cantidad de agentes requeridos para la atención del público, sin afectar la eficiencia del centro de llamadas.

2.2 Objetivo de la tesis.

El objetivo de este estudio, es el de proponer una solución definitiva a los problemas derivados de la inseguridad y la actividad sísmica, que afectan a los centros de llamadas de la compañía de radiolocalización móvil de personas, además de reducir la cantidad de agentes requeridos, sin afectar la eficiencia del centro de llamadas. Para ello se plantea el uso de las telecomunicaciones, con la finalidad de cerrar los centros de llamadas de las ciudades de México y Guadalajara, trasladando su operación al centro de llamadas de Monterrey.

2.3 Hipótesis.

Demostrar que con la utilización de las tecnologías que proporcionan los equipos de telecomunicaciones, es posible contestar y trasladar al centro de llamadas de Monterrey, todas las llamadas telefónicas que el público hace marcando a los centros de llamadas de las ciudades de México y Guadalajara, con la mayor calidad de voz.

Probar que integrando en el centro de llamadas de Monterrey todo el tráfico telefónico de los centros de llamadas de las ciudades de Monterrey, México y Guadalajara, se reduce el número de agentes requeridos, comparado con el número de agentes que se requieren al manejarse los centros de llamadas como entidades separadas.

2.4 Límites del estudio.

Este estudio se enfoca a solucionar los problemas de la compañía de radiolocalización móvil de personas en sus 3 centros de llamadas instalados en las ciudades de Monterrey, México y Guadalajara, considerando soluciones que involucran a las áreas de telefonía y redes de datos.

2.5 Justificación del trabajo de tesis.

Al cerrar los centros de llamadas de las ciudades de México y Guadalajara y hacer que las llamadas que reciben sean contestadas en Monterrey utilizando equipo de telecomunicaciones, la empresa podrá ahorrar en recursos humanos al disminuir la cantidad de agentes requeridos, así como en recursos materiales, como por ejemplo espacio, mobiliario, equipo computacional, etc.

Para la realización de este estudio, se requiere hacer varios análisis de tráfico telefónico e investigaciones sobre comunicación telefónica sobre redes de datos, algoritmos de compresión de voz, voz sobre Frame Relay y voz sobre IP, áreas de aplicación de la especialidad de telecomunicaciones.

2.6 Metodología.

La metodología a seguir será:

1. Recopilar información estadística de los centros de llamadas de Monterrey, México y Guadalajara.
 - a) Recopilar estadísticas del tráfico telefónico de cada centro de llamadas de las ciudades de Monterrey, México y Guadalajara.
 - b) Calcular la cantidad de agentes requeridos en cada uno de los centros de llamadas de las ciudades de Monterrey, México y Guadalajara.
2. Analizar la información y diseñar un centro de llamadas en Monterrey, que atienda todas las llamadas de la compañía de radiolocalización móvil de personas, generadas en las ciudades de Monterrey, México y Guadalajara.
 - a) Analizar el tráfico de llamadas integrando los centros de llamadas de las ciudades de México y Guadalajara en el centro de llamadas de Monterrey.

- b) Calcular la cantidad de agentes requeridos en el centro de llamadas de Monterrey integrando el tráfico de México y Guadalajara.
 - c) Hacer un comparativo entre los modelos de tres centros de llamadas independientes y un centro de llamadas unificado.
3. Buscar tecnologías de tráfico telefónico sobre redes de datos.
- a) Buscar las técnicas existentes de tráfico telefónico sobre redes de datos.
 - b) Buscar información de los algoritmos de compresión de voz.
 - c) Buscar los requerimientos de ancho de banda de acuerdo a los algoritmos de compresión de voz.
4. Analizar los requerimientos para trasladar el tráfico telefónico de los centros de llamadas de las ciudades de México y Guadalajara al centro de llamadas de Monterrey.
- a) Definir el tráfico telefónico que pasará sobre los enlaces de datos que comunicarán al centro de llamadas de Monterrey con el de la ciudad de México y con el de la ciudad de Guadalajara.
 - b) Definir el algoritmo de compresión de voz a utilizar.
 - c) Cálculo del ancho de banda requerido para los canales de voz, de acuerdo al algoritmo de compresión de voz seleccionado.
 - d) Análisis de los requerimientos de ancho de banda para los enlaces de datos de Monterrey a México y de Monterrey a Guadalajara, incluyendo los canales de voz y datos.
 - e) Analizar la conectividad de los enlaces de datos.
 - f) Analizar la conectividad de los canales de voz al conmutador telefónico.
5. Resultados finales.
- a) Hacer comparativo de tres centros de llamadas contra un centro de llamadas integrado.
6. Conclusiones.

CAPITULO 3

RECOPIACION Y ANALISIS DE LA INFORMACIÓN DE TRAFICO TELEFONICO DE LOS CENTROS DE LLAMADAS DE MONTERREY, MEXICO Y GUADALAJARA.

3.1 Aspectos generales de la empresa de radiolocalización móvil de personas.

La actividad de la empresa de radiolocalización móvil de personas es recibir las llamadas de la gente, que desea notificarle un mensaje a alguno de sus clientes, y mandarlo con señales de radiofrecuencia al equipo radiolocalizador que el cliente utiliza.

Para la recepción de las llamadas, dispone de tres centros de llamadas en las ciudades de Monterrey, N.L., México, D.F. y Guadalajara, Jal. Cada centro de llamadas dispone de un número telefónico local, por medio del cual la gente llama para dejar sus mensajes en el centro de llamadas. De esta forma por ejemplo, la gente de México, D.F. llama a un número local en esa ciudad para que el centro de atención de llamadas de México le tome sus mensajes.

La operación de los centros de llamadas es durante las 24 horas en los 365 días del año. El comportamiento del flujo de las llamadas es diferente dependiendo del día de la semana. En general, la cantidad de llamadas en los días del lunes al viernes es muy similar, tendiendo a ser mayor en los viernes. Sin embargo, se observa una reducción en la cantidad de llamadas del sábado y el domingo, las cuales representan aproximadamente un 50% y un 25% respectivamente de la cantidad de llamadas que se reciben de lunes a viernes.

Para medir la eficiencia de su operación, la empresa de radiolocalización móvil de personas a definido un tiempo máximo de contestación de llamada de 5 segundos, con lo cual se trata de asegurar una de las premisas principales de la empresa de "contestar al primer timbre". Esta premisa implica que las llamadas de los clientes deben de ser contestadas de inmediato y no entrar en colas de espera ni obtener tonos de ocupado. Por lo tanto se deberá de manejar una relación de troncal a agente de uno a uno.

Para la recepción de las llamadas se utilizan conmutadores telefónico con Distribuidor Automático de Llamadas (ACD).

3.2 Recopilación de estadísticas de tráfico telefónico de los centros de llamadas de Monterrey, México y Guadalajara.

Los supervisores de cada uno de los tres centros de llamadas, obtienen y procesan las estadísticas generadas por el ACD del conmutador telefónico. La información que obtienen es:

1. La cantidad de llamadas recibidas en cada hora.
2. El tiempo promedio de contestación en cada hora
3. El tiempo promedio de conversación en cada hora.
4. La cantidad de agentes que recibieron llamadas en cada hora.
5. La eficiencia en cada hora.

De la información obtenida por los supervisores durante el mes de Marzo del 2003, se analizarán los datos de la cantidad de llamadas recibidas en cada hora y el tiempo promedio de contestación en cada hora. La información completa de cada centro de llamadas se incluye en el apéndice A.

Observando el comportamiento mencionado en el punto anterior, sobre la cantidad de llamadas que reciben los centros de llamadas en los diferentes días de la semana, se harán tres análisis, uno para los días de entre semana de lunes a viernes, un segundo para el sábado y el tercero para el domingo.

Se utilizarán los valores máximos de cada hora, haciendo con esto el dimensionamiento para el peor de los casos. Los valores máximos de cada centro de llamadas son:

MONTERREY		LUNES A VIERNES	SABADO	DOMINGO
		MAXIMO DE LLAMADAS	MAXIMO DE LLAMADAS	MAXIMO DE LLAMADAS
Hora				
00:00	01:00	101	168	179
01:00	02:00	107	81	103
02:00	03:00	48	54	61
03:00	04:00	46	34	67
04:00	05:00	30	41	49
05:00	06:00	27	25	38
06:00	07:00	53	42	48
07:00	08:00	188	123	81
08:00	09:00	675	362	157
09:00	10:00	1,341	816	249
10:00	11:00	1,616	1,056	338
11:00	12:00	1,640	1,166	370
12:00	13:00	1,624	1,062	390
13:00	14:00	1,560	985	398
14:00	15:00	1,332	806	339
15:00	16:00	1,462	677	298
16:00	17:00	1,525	595	326
17:00	18:00	1,518	532	305
18:00	19:00	1,384	503	375
19:00	20:00	1,225	491	350
20:00	21:00	896	526	317
21:00	22:00	753	454	296
22:00	23:00	585	351	281
23:00	00:00	432	254	157
Tiempo de conversación (seg)		41	39	41
Tiempo de contestación (seg)		4	4	3
Tiempo Total (seg)		45	42	44

Tabla 3.1 Máximos de llamadas del centro de llamadas de Monterrey.

		LUNES A VIERNES	SABADO	DOMINGO
MEXICO		MAXIMO DE LLAMADAS	MAXIMO DE LLAMADAS	MAXIMO DE LLAMADAS
Hora				
00:00	01:00	86	84	86
01:00	02:00	50	50	45
02:00	03:00	34	34	29
03:00	04:00	29	29	31
04:00	05:00	20	18	20
05:00	06:00	23	27	14
06:00	07:00	49	35	20
07:00	08:00	178	112	69
08:00	09:00	366	245	148
09:00	10:00	745	412	262
10:00	11:00	891	483	327
11:00	12:00	891	470	289
12:00	13:00	889	466	297
13:00	14:00	893	430	263
14:00	15:00	822	445	250
15:00	16:00	703	438	221
16:00	17:00	782	310	193
17:00	18:00	791	319	220
18:00	19:00	712	280	191
19:00	20:00	542	319	198
20:00	21:00	497	284	234
21:00	22:00	407	285	201
22:00	23:00	275	214	190
23:00	00:00	168	119	77
Tiempo de conversación (seg)		44	42	44
Tiempo de contestación (seg)		5	4	5
Tiempo Total (seg)		47	46	47

Tabla 3.2 Máximos de llamadas del centro de llamadas de México.

GUADALAJARA		LUNES A VIERNES	SABADO	DOMINGO
		MAXIMO DE LLAMADAS	MAXIMO DE LLAMADAS	MAXIMO DE LLAMADAS
Hora				
00:00	01:00	165	135	165
01:00	02:00	95	80	97
02:00	03:00	76	76	61
03:00	04:00	43	43	41
04:00	05:00	40	36	40
05:00	06:00	36	26	34
06:00	07:00	68	47	39
07:00	08:00	185	150	107
08:00	09:00	576	427	188
09:00	10:00	1,294	884	297
10:00	11:00	1,579	1176	414
11:00	12:00	1,621	1239	412
12:00	13:00	1,564	1163	431
13:00	14:00	1,587	1169	387
14:00	15:00	1,371	994	379
15:00	16:00	1,084	775	357
16:00	17:00	1,171	600	253
17:00	18:00	1,280	520	261
18:00	19:00	1,160	539	271
19:00	20:00	984	475	305
20:00	21:00	868	501	308
21:00	22:00	751	511	347
22:00	23:00	511	396	265
23:00	00:00	271	269	143
Tiempo de conversación (seg)		51	49	51
Tiempo de contestación (seg)		4	4	4
Tiempo Total (seg)		55	53	55

Tabla 3.3 Máximos de llamadas del centro de llamadas de Guadalajara.

3.3 Cálculo de la cantidad de agentes requeridos en cada uno de los centros de llamadas de Monterrey, México y Guadalajara.

Las siguientes tablas muestran la cantidad de agentes requeridos, de acuerdo a los valores máximos de llamadas. La cantidad de agentes requeridos se ha calculado con la fórmula de Erlang-B. Para el cálculo, la fórmula requiere de los siguientes datos:

1. El tráfico telefónico en Erlangs. Este se ha obtenido con la cantidad de llamadas de cada hora y el tiempo total. Se ha utilizado el tiempo de acuerdo a la columna utilizada, es decir, si los valores son de la columna del sábado, se ha utilizado el valor de tiempo total que está al final de esa columna.
2. El grado de servicio. Se ha establecido un grado de servicio de 0.01, el cual establece una probabilidad de bloqueo del 1 %.

Se ha utilizado la fórmula de Erlang-B dado que, como se había mencionado anteriormente, una de las premisas de la empresa de radiocalización móvil de personas es la de "contestar al primer timbre". Esto implica que la llamada de la persona deberá ser contestada de inmediato, por lo que teóricamente no existirán colas de llamadas de espera ni deberán de existir bloqueos, de tal forma que a la persona que hace la llamada no le suene ocupado. Esto implica que la relación de troncales y agentes deberá ser de 1 a 1. Por tal razón se ha desechado la utilización de la ecuación de Erlang-C, la cual es utilizada en centros de llamadas donde se permite que existan colas de llamadas en espera.

MONTERREY		LUNES A VIERNES	SABADO	DOMINGO
		AGENTES REQUERIDOS	AGENTES REQUERIDOS	AGENTES REQUERIDOS
Hora				
00:00	01:00	5	7	7
01:00	02:00	5	5	5
02:00	03:00	4	4	4
03:00	04:00	4	3	4
04:00	05:00	3	4	4
05:00	06:00	3	3	4
06:00	07:00	4	4	4
07:00	08:00	7	6	5
08:00	09:00	16	10	7
09:00	10:00	26	17	8
10:00	11:00	30	21	10
11:00	12:00	31	22	11
12:00	13:00	30	21	11
13:00	14:00	30	20	11
14:00	15:00	26	17	10
15:00	16:00	28	15	9
16:00	17:00	29	14	10
17:00	18:00	29	13	9
18:00	19:00	27	12	11
19:00	20:00	25	12	10
20:00	21:00	19	13	10
21:00	22:00	17	12	9
22:00	23:00	14	10	9
23:00	00:00	12	8	7

Tabla 3.4 Agentes requeridos para el centro de llamadas de Monterrey de acuerdo a los valores de la tabla 3.1

MEXICO		LUNES A VIERNES	SABADO	DOMINGO
		AGENTES REQUERIDOS	AGENTES REQUERIDOS	AGENTES REQUERIDOS
Hora				
00:00	01:00	5	5	5
01:00	02:00	4	4	4
02:00	03:00	3	3	3
03:00	04:00	3	3	3
04:00	05:00	3	3	3
05:00	06:00	3	3	3
06:00	07:00	4	3	3
07:00	08:00	7	6	5
08:00	09:00	11	9	7
09:00	10:00	18	12	9
10:00	11:00	20	13	10
11:00	12:00	20	13	9
12:00	13:00	20	13	10
13:00	14:00	20	12	9
14:00	15:00	19	12	9
15:00	16:00	17	12	8
16:00	17:00	18	10	8
17:00	18:00	18	10	8
18:00	19:00	17	9	7
19:00	20:00	14	10	8
20:00	21:00	13	9	8
21:00	22:00	12	9	8
22:00	23:00	9	8	7
23:00	00:00	7	6	5

Tabla 3.5 Agentes requeridos para el centro de llamadas de México de acuerdo a los valores de la tabla 3.2

GUADALAJARA		LUNES A VIERNES	SABADO	DOMINGO
		AGENTES REQUERIDOS	AGENTES REQUERIDOS	AGENTES REQUERIDOS
Hora				
00:00	01:00	8	7	8
01:00	02:00	6	5	6
02:00	03:00	5	5	5
03:00	04:00	4	4	4
04:00	05:00	4	4	4
05:00	06:00	4	3	4
06:00	07:00	5	4	4
07:00	08:00	8	7	6
08:00	09:00	16	13	8
09:00	10:00	30	22	11
10:00	11:00	35	27	13
11:00	12:00	36	28	13
12:00	13:00	35	27	13
13:00	14:00	35	27	13
14:00	15:00	31	24	12
15:00	16:00	26	20	12
16:00	17:00	28	16	10
17:00	18:00	30	15	10
18:00	19:00	27	15	10
19:00	20:00	24	14	11
20:00	21:00	22	15	11
21:00	22:00	20	15	12
22:00	23:00	15	12	10
23:00	00:00	10	10	7

Tabla 3.6 Agentes requeridos para el centro de llamadas de Guadalajara de acuerdo a los valores de la tabla 3.3

Con la información anterior, se pueden diseñar diversos horarios de trabajo de los agentes, con la finalidad de optimizar la cantidad de personal contratado. El ideal es de que no existan ni una mayor o menor cantidad de los agentes requeridos en cada hora.

La cantidad total de agentes requeridos por la empresa en cada hora, resultado de sumar los agentes requeridos en cada centro de llamadas es:

SUMA DE AGENTES DE LOS TRES CENTROS OPERANDO EN FORMA INDEPENDIENTE		LUNES A VIERNES	SABADO	DOMINGO
		AGENTES	AGENTES	AGENTES
Hora		REQUERIDOS	REQUERIDOS	REQUERIDOS
00:00	01:00	18	19	20
01:00	02:00	15	14	15
02:00	03:00	12	12	12
03:00	04:00	11	10	11
04:00	05:00	10	11	11
05:00	06:00	10	9	11
06:00	07:00	13	11	11
07:00	08:00	22	19	16
08:00	09:00	43	32	22
09:00	10:00	74	51	28
10:00	11:00	85	61	33
11:00	12:00	87	63	33
12:00	13:00	85	61	34
13:00	14:00	85	59	33
14:00	15:00	76	53	31
15:00	16:00	71	47	29
16:00	17:00	75	40	28
17:00	18:00	77	38	27
18:00	19:00	71	36	28
19:00	20:00	63	36	29
20:00	21:00	54	37	29
21:00	22:00	49	36	29
22:00	23:00	38	30	26
23:00	00:00	29	24	19

Tabla 3.7 Agentes requeridos por los tres centros de llamadas operando de forma independiente.

CAPITULO 4

DISEÑO DE UN CENTRO DE LLAMADAS EN MONTERREY QUE ATIENDA LAS LLAMADAS ORIGINADAS EN MONTERREY, MEXICO Y GUADALAJARA.

4.1 Análisis de tráfico de llamadas integrando los centros de llamadas de las ciudades de México y Guadalajara en el centro de llamadas de Monterrey.

Para este análisis se considera que la totalidad de las llamadas que se reciben en los centros de llamadas de México y Guadalajara se deberán trasladar al centro de llamadas de Monterrey. Esto implica que el medio de transporten que se utilice para el envío de las llamadas al centro de llamadas de Monterrey, deberá tener la cantidad necesaria de canales para que no exista saturación del mismo. Para realizar el análisis de tráfico de llamadas se seguirán estos pasos:

1. Se sumarán las llamadas de cada hora de los tres centros de llamadas, tal como si entrarán directamente al centro de llamadas de Monterrey en forma local. Esto nos proporcionará la cantidad de llamadas por hora que se deberán atender en el centro de llamadas de Monterrey.
2. Se obtendrá el promedio de los tiempos totales de llamada de cada centro de llamadas. El tiempo total de llamada incluye el tiempo de contestación y el tiempo de conversación. Se utiliza el promedio de los tiempos totales dado que son muy parecidos en los tres centros de llamadas.

3. Se mantendrá el grado de servicio en 0.01, es decir, se mantendrá un porcentaje de bloqueo del 1%.

Sobre la base de esto, la siguiente tabla muestra la cantidad de llamadas en total para cada hora en los tres escenarios planteados de lunes a viernes, sábado y domingo.

SUMA DE LAS LLAMADAS DE LOS TRES CENTROS		LUNES A VIERNES	SABADO	DOMINGO
		MAXIMO DE LLAMADAS	MAXIMO DE LLAMADAS	MAXIMO DE LLAMADAS
Hora				
00:00	01:00	352	387	430
01:00	02:00	252	211	245
02:00	03:00	158	164	151
03:00	04:00	118	106	139
04:00	05:00	90	95	109
05:00	06:00	86	78	86
06:00	07:00	170	124	107
07:00	08:00	551	385	257
08:00	09:00	1,617	1,034	493
09:00	10:00	3,380	2,112	808
10:00	11:00	4,086	2,715	1,079
11:00	12:00	4,152	2,875	1,071
12:00	13:00	4,077	2,691	1,118
13:00	14:00	4,040	2,584	1,048
14:00	15:00	3,525	2,245	968
15:00	16:00	3,249	1,890	876
16:00	17:00	3,478	1,505	772
17:00	18:00	3,589	1,371	786
18:00	19:00	3,256	1,322	837
19:00	20:00	2,751	1,285	853
20:00	21:00	2,261	1,311	859
21:00	22:00	1,911	1,250	844
22:00	23:00	1,371	961	736
23:00	00:00	871	642	377
Tiempo de conversación (seg)		45	43	45
Tiempo de contestación (seg)		4	4	4
Tiempo Total (seg)		50	47	49

Tabla 4.1 Total de las llamadas por hora de los tres centros de llamadas.

4.2 Cálculo de la cantidad de agentes requeridos en el centro de llamadas de Monterrey integrando el tráfico de México y Guadalajara.

Para el cálculo de la cantidad de agentes requeridos para el centro de llamadas integrado de Monterrey, se utiliza la ecuación de Erlang-B, por las razones expuestas en el capítulo anterior. Se consideran la cantidad de llamadas en cada hora, el tiempo total y el grado de servicio de 0.01.

CALCULO DE AGENTES REQUERIDOS INTEGRANDO LOS TRES CENTROS		LUNES A VIERNES	SABADO	DOMINGO
Hora		AGENTES REQUERIDOS	AGENTES REQUERIDOS	AGENTES REQUERIDOS
00:00	01:00	11	11	13
01:00	02:00	9	8	9
02:00	03:00	7	7	7
03:00	04:00	6	6	6
04:00	05:00	5	5	6
05:00	06:00	5	5	5
06:00	07:00	7	6	6
07:00	08:00	15	11	9
08:00	09:00	33	22	14
09:00	10:00	60	39	19
10:00	11:00	71	48	24
11:00	12:00	72	50	24
12:00	13:00	71	48	25
13:00	14:00	70	46	23
14:00	15:00	62	41	22
15:00	16:00	58	36	20
16:00	17:00	62	30	19
17:00	18:00	63	28	19
18:00	19:00	58	27	20
19:00	20:00	51	26	20
20:00	21:00	43	27	20
21:00	22:00	37	26	20
22:00	23:00	29	21	18
23:00	00:00	20	16	12

Tabla 4.2 Agentes requeridos por el centro de llamadas de Monterrey al integrar las llamadas de los centros de llamadas de México y Guadalajara.

CAPITULO 5

ANALISIS DE TECNOLOGIAS DE TRANSPORTE DE VOZ SOBRE REDES DE DATOS.

5.1 Técnicas existentes de tráfico telefónico sobre redes de datos.

Tras el descubrimiento del teléfono, inició en las ciudades el tendido de miles de cables de cobre para dar el servicio a quien lo requiriera. También inició la necesidad de comunicar una ciudad con otra, por lo que se tendieron cables de cobre entre las ciudades. Esto implicaba un gran gasto por la longitud de los cables y la gran cantidad que se requería de los mismos, ya que se necesitaba por lo menos un par de ellos para establecer una conversación.

Con el tiempo surgieron nuevos sistemas que permitieron transportar las llamadas en forma masiva, tales como las microondas. Estos equipos requerían un proceso de multicanalización para integrar en un ancho de banda grande miles de canales telefónicos.

Hasta ese momento el procesamiento de las señales se hacía en forma análoga. Cuando aparecieron los primeros sistemas de conversión analógica a digital, aparecieron también nuevas formas de transportación tales como las microondas digitales, los enlaces satelitales, los cables coaxiales y las fibras ópticas. La ventaja de la digitalización de la información es la posibilidad de comprimirla, obteniendo un menor ancho de banda para su transporte.

Por su forma de transporte, los medios de comunicación de datos se han ofrecido principalmente en tres formas:

1. La comunicación en "Clear Channel". Este es un enlace o canal dedicado que se establece entre los usuarios y que les permite el transporte de la información en un ancho de banda establecido durante todo el tiempo. Tiene

la ventaja de que el ancho de banda siempre está disponible a las necesidades de la comunicación aunque también tiene las desventajas de que el equipo de comunicaciones debe tener tantos puertos de comunicación como enlaces tenga y que al ser un enlace dedicado el costo del mismo es alto.

2. El transporte en Frame Relay. Este sistema conecta a los usuarios a un equipo central de conmutación, el cual direcciona los paquetes de información que un usuario le envía a otro, utilizando una red que es compartida por todos los usuarios. La comunicación de un usuario con cualquier otro en la red, llamada nube de Frame Relay, se realiza por medio de circuitos privados virtuales, llamados PVC, los cuales emulan un Clear Channel pero sin ser circuitos dedicados entre los usuarios ya que utilizan un medio de comunicación compartido.. Los PVC se definen con tres parámetros: el ancho de banda del acceso local, el CIR o tasa compromiso de intercambio y el DLCI o identificador de conexión de enlace de datos. Los primeros dos parámetros definen el ancho de banda utilizado, mientras que el tercero se utiliza para direccionar los paquetes al destino deseado. El CIR es el ancho de banda mínimo que el prestador del servicio de Frame Relay se compromete a proporcionarle al usuario en los momentos de saturación del servicio. De esta forma, si un usuario contrata el servicio de Frame Relay con un acceso local de 128 Kbps y un CIR de 64 Kbps, normalmente dispondrá del ancho de banda del acceso local para su comunicación pero en el momento de saturación, en el que la mayoría de los usuarios hace uso del servicio, su ancho de banda se reducirá al del CIR. Dentro de las ventajas que da el medio de comunicación por Frame Relay, es de que le permite al usuario la disponibilidad del ancho de banda que requiere sin la utilización de un Clear Channel, lo cual resulta en costos menores de renta del enlace ya que trabaja sobre una "red compartida", pero tiene la desventaja de que el ancho de banda se le reducirá en cuanto surja saturación del servicio. Otra ventaja del Frame Relay sobre los Clear Channel es que el primero solo utiliza un puerto del equipo de

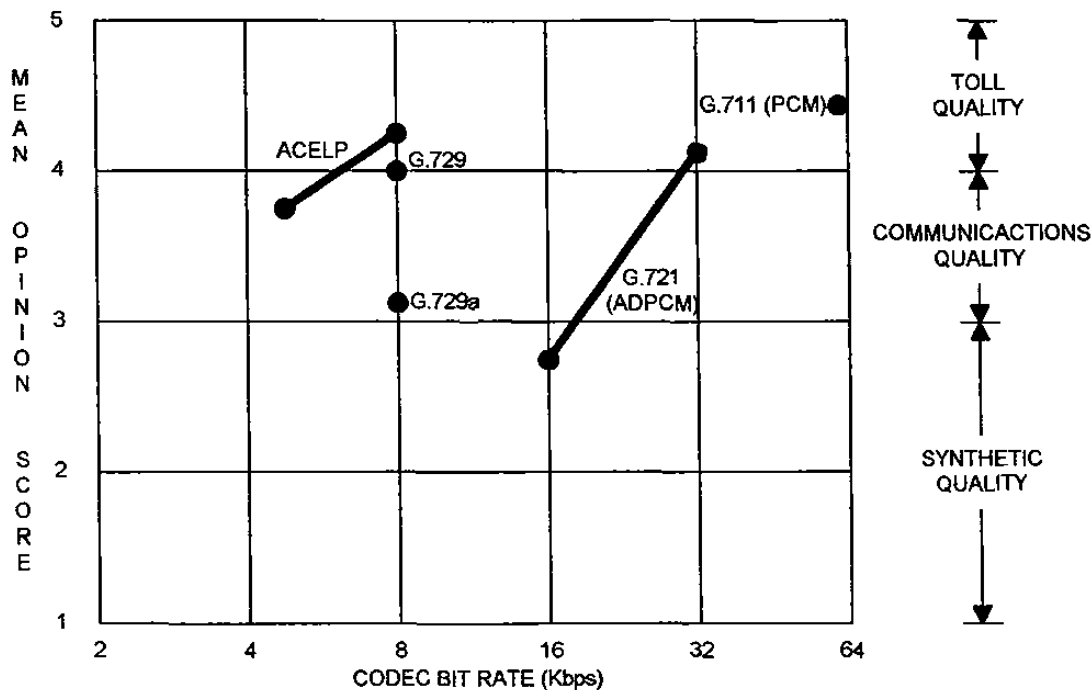
comunicaciones para enlazar múltiples destinos, mientras que en los Clear Channel se requiere que el equipo de comunicaciones tenga un puerto por cada destino o enlace. Otra desventaja del Frame Relay es de que el control de los PVC es por medio del administrador del sistema y no por lo usuarios, lo cual impide que un usuario se pueda comunicar con otro en la nube de Frame Relay si el administrador no ha programado el PVC correspondiente.

3. La comunicación en IP. Desde el establecimiento del protocolo de Internet IP, se ha establecido como el de mayor utilización en las comunicaciones de datos. De entre varios tipos de protocolos que se han desarrollado para la comunicación de datos, el protocolo IP se ha establecido como uno de los principales, gracias a la expansión que se ha dado de la red mundial de Internet. Para este protocolo se han diseñado varias formas de transporte como el TCP y el UDP con estándares para el transporte de los canales de voz, tales como el H.323. Las empresas de telecomunicaciones ofrecen servicios IP parecidos al Frame Relay, con la variante de que el usuario puede comunicarse con cualquier otro usuario de la red sin necesidad del establecimiento de un PVC. Además ofrecen servicios adicionales como la comunicación de voz entre conmutadores telefónicos que cumplan el estándar H.323 y videoconferencia.

5.2 Algoritmos de compresión de voz.

La digitalización de un canal telefónico para transportarlo a su destino, se ha realizado utilizando diferentes algoritmos de codificación y compresión de voz. Los algoritmos se han desarrollado considerando mantener en alto la calidad de la voz. La forma de medición de la calidad de voz más aceptada mundialmente es el Resultado Promedio de Opinión (Mean Opinion Score = MOS), el cual provee de un subjetivo resultado de calidad, promediado con un gran número de personas considerando lo que hablan, pronuncian y escuchan. A continuación se muestra la gráfica y la tabla de MOS:

Factor	Calidad resultante
4.0 a 5.0	Toll Quality (Calidad máxima)
3.0 a 4.0	Calidad de Comunicaciones
Menor a 3.0	Calidad Sintética



Gráfica 5.1. Gráfica del Resultado Promedio de Opinión (MOS)

Los siguientes algoritmos son los más utilizados:

- 1) PCM y ADPCM. Son los algoritmos tradicionales de las compañías telefónicas, los cuales reciben la más alta opinión (Toll Quality) del MOS de 4.4 para el PCM y 4.1 para el ADPCM. Requieren 64 Kbps de ancho de banda para el PCM y 32 Kbps de ancho de banda para el ADPCM.
- 2) CELP y ACELP. El algoritmo de Predicción Lineal Algebraica de Código Excitado (ACELP = Algebraic Code-Excited Linear Prediction), creció después de años de estudio de varias instituciones de investigación usando codificadores CELP. Tres elementos principales del ACELP son:
 - a) Modelaje LPC de la pista vocal.

- b) Extracción y codificación sofisticada del rango de frecuencias.
- c) Modelaje y codificación innovativa de excitación.

Pruebas independientes indican que la percepción de la calidad de la voz es igual o mejor que el ADPCM de 32 Kbps, el cual es un estándar de la industria. El ACELP (G.721) es calificado con 4.2 por el MOS.

La gráfica 5.1 muestra la posición que ocupan los diferentes algoritmos dependiendo del Resultado Promedio de Opinión (MOS):

Normalmente, al elevar el nivel de compresión de voz para reducir el ancho de banda, se incrementa la complejidad y se reduce la calidad. El algoritmo ACELP ha demostrado que la voz puede ser comprimida hasta 4.8 Kbps y estar cerca del nivel "Toll Quality". Con los algoritmos de compresión de voz de bajo costo y alta calidad, y el manejo de los parámetros de transmisión de la voz y los datos, la calidad de la voz puede ser mantenida en las redes de alto tráfico.

5.3 Requerimientos de ancho de banda de acuerdo a los algoritmos de compresión de voz.

Como se mencionó anteriormente, el ancho de banda requerido por los diferentes tipos de compresión de voz son:

Algoritmo	Calidad (MOS)	Ancho de banda (Kbps)
PCM	4.4	64
ADPCM	2.8 a 4.1	16 a 32
G.729 (CELP)	4.0	8
G.729a (CELP)	3.1	8
ACELP	3.8 a 4.2	4.8 a 8

Para mantener la calidad de la voz en "Toll Quality", el valor del MOS debe ser igual o superior a 4.0. Los algoritmos que cumplen este nivel son el PCM de 64 Kbps, el ADPCM de 32 Kbps, el G.729 de 8 Kbps y el ACELP de 8

Kbps. Este último es de entre los de menor ancho de banda el que ofrece la mayor calidad de voz con un MOS de 4.2.

El medio de comunicación de datos influye en el ancho de banda del algoritmo, pues puede ser necesario agregarle al paquete de voz información respecto al origen y destino del paquete. Los algoritmos PCM y ADPCM se utilizan principalmente en enlaces del tipo Clear Channel, con lo que no requieren la información de origen y destino. Al utilizar otros medios de comunicación como el Frame Relay o IP, es requerido agregar esta información al paquete, la cual puede incrementar su ancho de banda hasta en un 50%. Esto trae que el algoritmo ACELP por ejemplo, aumente el ancho de banda de 8 Kbps hasta 12 Kbps por cada canal de voz.

CAPITULO 6

ANALISIS DE REQUERIMIENTOS PARA LA INTEGRACION DE LOS CENTROS DE LLAMADAS.

6.1 Definición del tráfico telefónico que pasará sobre las redes de datos.

El presente estudio tiene por objeto el trasladar el tráfico telefónico que se genera en los centros de llamadas de México y Guadalajara al centro de llamadas de Monterrey, es decir la integración en Monterrey de los centros de llamadas de las tres plazas.

Para realizar el análisis de los requerimientos para dicha integración, es necesario definir el tráfico telefónico que se enviará de cada uno de los centros de llamadas de México y Guadalajara al de Monterrey. Para esto, utilizaremos las tablas 3.2 y 3.3, las cuales indican los máximos de llamadas de los centros de llamadas de México y Guadalajara respectivamente y las tablas 3.5 y 3.6 que indican la cantidad de agentes necesarios para los centros de llamadas de México y Guadalajara respectivamente.

De las tablas mencionadas anteriormente, tomamos el valor máximo de llamadas por hora de cada centro de llamadas y el número de agentes (o conversaciones) requerido, lo cual nos indica el número máximo de canales a transportar por el medio de comunicación a utilizar.

De acuerdo a esto, la cantidad máxima de llamadas y de agentes requeridos para cada centro de llamadas es:

Centro de llamadas	Máximo de llamadas por hora	Canales de voz requeridos
México	893	20
Guadalajara	1,621	36

Tabla 6.1 Canales de voz requeridos por centro de llamadas.

6.2 Algoritmo de compresión de voz a utilizar.

El algoritmo de compresión de voz es uno de los principales factores para determinar el ancho de banda de los enlaces requeridos para transportar los canales de voz de los centros de llamadas de México y Guadalajara al centro de llamadas de Monterrey.

El algoritmo de compresión de voz debe de cumplir con los siguientes criterios:

1. La calidad de voz deberá de estar en el rango de "Toll Quality". Esto indica que deberá de estar entre el rango de 4.0 a 5.0 en la escala de MOS (Mean Opinion Score).
2. Deberá de ser de un bajo ancho de banda de muestreo, para asegurar el menor ancho de banda de los enlaces o medios de comunicación.

El algoritmo ACELP es el que mejor cumple con estos criterios ya que tiene una calificación de 4.2 en el MOS con un ancho de banda de 8 Kbps. La segunda opción es el algoritmo G.729 que tiene el mismo ancho de banda que el ACELP pero con un MOS de 4.0.

6.3 Cálculo del ancho de banda requerido para los canales de voz, de acuerdo al algoritmo de compresión de voz seleccionado.

Como se estableció en el capítulo 5, la selección del medio de transporte en el canal de comunicación impacta en buena forma al ancho de banda requerido por cada canal de voz. Esto es debido a que dependiendo del medio de transporte, a cada paquete de datos habrá que añadir información de encabezamiento u "overhead", sobre el origen y destino de los paquetes de

datos, corrección de errores, etc. Este tipo de información se añade sobre todo en los medios de transporte Frame Relay y TCP/IP.

El algoritmo de compresión ACELP tiene un ancho de banda de 8 Kbps pero con la información de encabezamiento, su ancho de banda puede crecer hasta 11 Kbps. Considerando este valor como el más grande que se puede obtener del ancho de banda requerido por cada canal de voz con el algoritmo ACELP, se utiliza este para el cálculo del ancho de banda requerido para los enlaces entre las ciudades de México, D.F. y Guadalajara hacia Monterrey.

De esta forma, tomando los datos de la tabla tendremos:

Enlace	Canales de voz a transportar	Ancho de banda requerido
México a Monterrey	20	220 Kbps
Guadalajara a Monterrey	36	396 Kbps

6.4 Análisis de los requerimientos de ancho de banda para los enlaces de datos de Monterrey a México y de Monterrey a Guadalajara, incluyendo los canales de voz y datos.

En los centros de llamadas de México y Guadalajara se tiene la necesidad de transmisión de datos para actualización de sus bases de datos. Estas transmisiones son en ráfagas aunque de cantidades grandes de información. La empresa de radiolocalización móvil de personas ha utilizado un ancho de banda de 64 Kbps para su comunicación, el cual en mediciones que ha realizado la empresa de radiolocalización móvil de personas, se ha comprobado que es suficiente para la comunicación entre sus oficinas. Por lo anterior, se considera agregar un ancho de banda para el uso de datos de 64 Kbps.

Con esto los anchos de banda requeridos para los enlaces de datos de Monterrey a México y de Monterrey a Guadalajara, incluyendo los canales de voz y datos, son:

Enlace	Ancho de banda requerido para voz	Ancho de banda requerido para datos	Ancho de banda requerido en total
México a Monterrey	220 Kbps	64 Kbps	284 Kbps
Guadalajara a Monterrey	396 Kbps	64 Kbps	460 Kbps

6.5 Análisis de la conectividad de los enlaces de datos.

Los enlaces para la transmisión de datos que ofrecen las compañías de servicios en telecomunicaciones, en las modalidades de Clear Channel, Frame Relay o IP, generalmente se ofrecen con anchos de banda para acceso local que inician desde 64 Kbps y que se van incrementando a 128, 192, 256, 384, 512, 1024 y 2048 Kbps. De acuerdo a esta disponibilidad de anchos de banda de los proveedores y a lo expuesto en el punto 6.4 donde se calcularon los anchos de banda requeridos para los enlaces de datos totales entre las ciudades de México a Monterrey y de Guadalajara a Monterrey, se consideran los siguientes anchos de banda para los enlaces:

Enlace	Ancho de banda requerido en total	Ancho de banda recomendado para los enlaces
México a Monterrey	264 Kbps	384 Kbps
Guadalajara a Monterrey	460 Kbps	512 Kbps

Como se observará, los anchos de banda recomendados son mayores a los requeridos, lo que permitirá tener un margen disponible para crecimiento de los requerimientos de voz o datos.

Para la conectividad de los enlaces se recomienda hacerlo en interfase V.35 en los centros de llamadas de México y Guadalajara y en G.703 en la ciudad de Monterrey. Este último, dado que permite el multiplexaje de los dos enlaces.

6.6 Análisis de la conectividad de los canales de voz al conmutador telefónico.

Para la interconexión de los canales de voz de voz entre el equipo de comunicaciones que transporte las llamadas y el conmutador telefónico que las entregue o reciba, se puede disponer de 3 tipos:

1. Tipo FXS (Foreign Exchange Station) y FXO (Foreign Exchange Office). Este tipo de interfaz permite la conexión de canales de voz en forma unitaria, trabajando con dos hilos de cobre en los cuales transporta tanto la voz como la señalización. El tipo FXS genera una línea telefónica análoga a la cual se le puede conectar un teléfono para su operación ya que provee el voltaje de -48 VDC y la señal de timbre. El tipo FXO está diseñada para recibir una línea telefónica análoga, siendo capaz de detectar la señal de timbre. En general podemos considerar que los puertos de extensiones analógicas de un conmutador son del tipo FXS mientras que los puertos de troncal analógica son FXO.
2. Tipo E&M. Este tipo de interfaz también permite la interconexión de canales de voz en forma unitaria, por medio de 4 hilos de cobre, dos utilizados para la voz y dos más para la señalización. Hay 5 tipos de interfaz E&M, sin embargo el número 1 es el más utilizado en América. Este tipo de interfaz solo se puede conectar a otra del mismo tipo, por lo que los equipos de comunicaciones o los conmutadores telefónicos deberán de soportar los mismos tipos de interfaz E&M. Dentro de las ventajas de la interfaz E&M contra las de FXS y FXO es que la señalización es más segura, en cuanto a las señales de cuelgue y descuelgue.
3. Tipo digital (E1 o T1). La interfaz del tipo digital tiene la ventaja de poder manejar múltiples canales de voz mediante una sola interconexión. De acuerdo a la velocidad del puerto (E1 o T1) y de la impedancia del mismo (75 o 120 ohms para el E1 y 100 ohms para el T1), la conexión puede ser por medio de par trenzado (120 ohms en E1 y 100 ohms en T1) o en cables coaxiales (75 ohms en E1). El ancho de banda del E1 (2.048

Mbps) permite hasta 32 canales de 64 Kbps para el transporte de la información, de los cuales normalmente se utilizan 30 para la voz, uno para señalización y otro para las señales de reloj. El ancho de banda del T1 (1.544 Mbps) permite hasta 24 canales de 64 Kbps para el transporte de la información. Dependiendo del tipo de señalización a utilizar, E&M o ISDN, se pueden manejar 24 o 23 canales de voz respectivamente. En México, el estándar es el tipo E1 en 75 ohms, con la posibilidad de señalización en E&M o R2 entre otros.

Dados los tres tipos de interconexión que puede haber entre el equipo de comunicaciones y el conmutador telefónico y a la cantidad de canales a manejar, se recomienda que la interconexión sea mediante puertos de E1 ya que ofrecen las siguientes ventajas:

- a) Conexión de hasta 30 canales de voz mediante un solo par de cables coaxiales.
- b) Señalización confiable al utilizar la emulación de E&M o señalización en R2.
- c) Administración y mantenimiento más sencillo.

CAPITULO 7

RESULTADOS FINALES.

7.1 Comparativo de tres centros de llamadas independientes contra un centro de llamadas integrado.

Comparando la información de la tabla 4.2 "Agentes requeridos por el centro de llamadas de Monterrey al integrar las llamadas de los centros de llamadas de México y Guadalajara" con la información de la tabla 3.7 "Agentes requeridos por los tres centros de llamadas operando de forma independiente", observamos que es mayor la cantidad de agentes con los tres centros de llamadas operando en forma independiente. La diferencia se muestra en la tabla 7.1.

Analizando las horas que poseen la mayor diferencia de agentes, se observa que al integrar los centros de llamadas se obtiene una disminución hasta de 15 agentes, lo cual podrá resultar en ahorros para la empresa en sueldos, equipos de computación y de telefonía, mobiliario y espacio físico entre otros.

Esta reducción de agentes es debido a las reglas de trafico telefónico, donde se al incrementar el número de llamadas en el centro de llamadas, el incremento de agentes requeridos para tenderlas no es lineal sino exponencial. De esta forma, si observamos en un centro de llamadas el crecimiento de la cantidad de agentes requeridos, desde un trafico telefónico mínimo hacia uno alto, el incremento de la cantidad de agentes requeridos inicia en forma muy rápida para ir disminuyendo conforme se incrementa el número de llamadas.

DIFERENCIA DE AGENTES REQUERIDOS AL INTEGRAR LOS CENTROS DE LLAMADAS		LUNES A VIERNES	SABADO	DOMINGO
		AGENTES	AGENTES	AGENTES
Hora		REQUERIDOS	REQUERIDOS	REQUERIDOS
00:00	01:00	7	8	7
01:00	02:00	6	6	6
02:00	03:00	5	5	5
03:00	04:00	5	4	5
04:00	05:00	5	6	5
05:00	06:00	5	4	6
06:00	07:00	6	5	5
07:00	08:00	7	8	7
08:00	09:00	10	10	8
09:00	10:00	14	12	9
10:00	11:00	14	13	9
11:00	12:00	15	13	9
12:00	13:00	14	13	9
13:00	14:00	15	13	10
14:00	15:00	14	12	9
15:00	16:00	13	11	9
16:00	17:00	13	10	9
17:00	18:00	14	10	8
18:00	19:00	13	9	8
19:00	20:00	12	10	9
20:00	21:00	11	10	9
21:00	22:00	12	10	9
22:00	23:00	9	9	8
23:00	00:00	9	8	7

Tabla 7.1 Diferencia entre las cantidades de agentes requeridos por los tres centros de llamadas operando en forma independiente y un centro de llamadas integrado recibiendo las llamadas de los otros dos centros de llamadas.

7.2 Comparativo de anchos de banda al utilizar diferentes algoritmos de codificación.

Tal como se mencionó en el capítulo 5, para obtener una comunicación de voz con la mayor calidad, es necesario utilizar los algoritmos que se manejan dentro del rango de "Toll Quality" en la escala de MOS (Mean Opinion Score). Los algoritmos que se manejan dentro de este rango son:

Algoritmo	Calidad (MOS)	Ancho de banda (Kbps)
PCM	4.4	64
ADPCM	4.1	32
G.729 (CELP)	4.0	8
ACELP	4.2	8

Como se observará, la relación entre el algoritmo PCM y el sugerido ACELP es de 8 a 1, es decir, el PCM consume 8 veces más ancho de banda que el ACELP, lo cual resulta en mayores costos de los enlaces de datos. Por esta razón, la recomendación es utilizar el algoritmo ACELP para el manejo de la voz.

7.3 Comparativo entre los diferentes tipos de enlaces de datos.

De acuerdo a lo mencionado en el capítulo 5 respecto a las diferentes opciones para transportar la información, se consideran los siguientes aspectos:

1. Al utilizar Clear Channel o Líneas Privadas, proporciona la ventaja de que el ancho de banda requerido siempre estará disponible, por lo que la calidad de la voz se puede garantizar ya que las pérdidas de información solo podrán deberse a cortes en la continuidad de la operación del Clear Channel y no por congestión, tal como sucedería con el Frame Relay o IP. La desventaja es de que son los enlaces más caros.
2. Los enlaces por Frame Relay tienen como ventaja un costo más reducido que los Clear Channel e IP, pero como son canales compartidos, la calidad de la voz no está garantizada por posibles congestiones de la red.
3. El enlace por IP tiene la ventaja de un costo menor que el Clear Channel pero no tanto como el Frame Relay, aunque contra este último tiene la ventaja de que se puede comunicar a cualquier destino dentro de la red sin la necesidad de que el administrador de la red tenga que intervenir para crear la ruta o PVC. Tiene la desventaja que al igual que el Frame

Relay, no se puede garantizar la calidad de la voz al poder existir congestiones en la red.

Por lo anterior, se recomienda la utilización de Clear Channel para los enlaces entre las plazas de México a Monterrey y Guadalajara a Monterrey.

CAPITULO 8

CONCLUSIONES.

8.1 Conclusiones sobre el estudio.

El estudio aquí realizado demuestra la conveniencia de unificar los tres centros de llamadas de la compañía de radiolocalización móvil de personas por las siguientes razones:

1. Disminución de la cantidad de agentes requeridos en total. Esto se obtiene al comparar el total de agentes requeridos por los tres centros de llamadas operando en forma independiente contra un solo centro de llamadas unificado. Se obtuvo que en las horas pico de los días de mayor tráfico telefónico, de lunes a viernes, se puede obtener una disminución de hasta 15 agentes. Lo anterior representa ahorros para la compañía de radiolocalización móvil de personas en sueldos y prestaciones.
2. Disminución de espacio físico. Al cerrar los centros de llamadas de México y Guadalajara, el espacio físico necesario para su operación ya no será necesario. Esto representa ahorros por conceptos como arrendamiento, mantenimiento, limpieza, etc. Sin embargo, el centro de llamadas de Monterrey requerirá un incremento de su espacio físico por el incremento de la cantidad de agentes requeridos.
3. Disminución del mobiliario, equipo de cómputo y telefónico utilizado por los agentes que no son necesarios. El mobiliario, equipo de cómputo y telefónico que ya no se utilizará en los centros de llamadas de México y Guadalajara se podrá reutilizar en el centro de llamadas de Monterrey, eliminando el equipo sobrante de acuerdo a la cantidad de agentes que ya no serán necesarios por la integración.

4. Eliminación de los riesgos naturales e inseguridad del personal de México y Guadalajara. Los riesgos naturales y la inseguridad son debido a la actividad sísmica y a los asaltos y vandalismo, los cuales fueron mencionados al inicio de este estudio.

8.2 Tareas pendientes para definir la conveniencia de la unificación de los centros de llamadas.

Para complementar este estudio quedará pendiente un análisis del área financiera de la empresa para comparar los costos actuales de la operación de los tres centros de llamadas operando en forma independiente, contra los costos que tendría operar la solución de unificar los tres centros de llamadas.

Al realizar dicho análisis, se podrá establecer cual es el margen de ahorro que la unificación de los tres centros de llamadas permite, para establecer adecuadamente el criterio de selección de los equipos de comunicación a utilizar, así como de los enlaces de datos y equipos periféricos.

BIBLIOGRAFIA

ACT Networks

Netperformer ICMT Training

ACT Networks, 1998

Freeman, Roger L.

Manual de Referencia para la Ingeniería de Telecomunicaciones (1984)

John Wiley & Sons ISBN 0-471-86753-5

Lawson, Robert W.

Una guía práctica para la Ingeniería y Administración del Teletráfico (1983)

Telephony Publishing

Martin, James

Análisis de sistemas para transmisiones de datos (1972)

Prentice Hall ISBN 0686981006

Mina, Ramses R.

Introducción a la Ingeniería de Teletráfico (1974)

Telephony Publishing

Parkinson, Richard

Técnicas de Ingeniería de Tráfico en Telecomunicaciones

Infotel Systems Corporation, 2002

LISTADO DE TABLAS

TABLA	DESCRIPCION	PAG.
Tabla 3.1	Máximos de llamadas del centro de llamadas de Monterrey	9
Tabla 3.2	Máximos de llamadas del centro de llamadas de México	10
Tabla 3.3	Máximos de llamadas del centro de llamadas de Guadalajara	11
Tabla 3.4	Agentes requeridos para el centro de llamadas de Monterrey de acuerdo a los valores de la tabla 3.1	13
Tabla 3.5	Agentes requeridos para el centro de llamadas de México de acuerdo a los valores de la tabla 3.2	14
Tabla 3.6	Agentes requeridos para el centro de llamadas de Guadalajara de acuerdo a los valores de la tabla 3.3	15
Tabla 3.7	Agentes requeridos por los tres centros de llamadas operando de forma independiente	16
Tabla 4.1	Total de las llamadas por hora de los tres centros de llamadas	18
Tabla 4.2	Agentes requeridos por el centro de llamadas de Monterrey al integrar las llamadas de los centros de llamadas de México y Guadalajara	19
Tabla 6.1	Canales de voz requeridos por centro de llamadas	27
Tabla 7.1	Diferencia entre las cantidades de agentes requeridos por los tres centros de llamadas operando en forma independiente y un centro de llamadas integrado recibiendo las llamadas de los otros dos centros de llamadas	33

APENDICE A

ESTADISTICAS DE TRAFICO TELEFONICO DE LOS CENTROS DE LLAMADAS DE MONTERREY, MEXICO Y GUADALAJARA

CENTRO DE LLAMADAS MONTERREY

Marzo 2003		S	D	L	M	M	J	V
Hora		1	2	3	4	5	6	7
00:00	01:00	140	134	92	86	93	92	101
01:00	02:00	80	75	53	46	74	36	62
02:00	03:00	36	61	22	20	42	36	46
03:00	04:00	33	65	23	24	12	32	19
04:00	05:00	35	29	15	18	16	12	17
05:00	06:00	14	34	13	25	23	27	17
06:00	07:00	29	41	40	45	42	53	44
07:00	08:00	116	79	128	134	164	163	166
08:00	09:00	360	128	607	568	555	563	615
09:00	10:00	799	219	1,290	1,196	1,216	1,341	1,308
10:00	11:00	1,041	296	1,524	1,415	1,563	1,581	1,539
11:00	12:00	1,162	307	1,616	1,478	1,640	1,562	1,629
12:00	13:00	1,041	336	1,455	1,563	1,624	1,593	1,574
13:00	14:00	983	362	1,182	1,187	1,359	1,259	1,257
14:00	15:00	732	324	988	990	1,093	1,057	1,094
15:00	16:00	601	281	1,202	1,231	1,291	1,283	1,462
16:00	17:00	529	241	1,372	1,349	1,456	1,416	1,525
17:00	18:00	524	281	1,300	1,334	1,376	1,421	1,518
18:00	19:00	497	360	1,079	1,119	1,188	1,148	1,248
19:00	20:00	486	338	773	807	902	847	883
20:00	21:00	449	279	626	647	734	690	743
21:00	22:00	437	286	480	534	575	485	525
22:00	23:00	341	234	403	422	470	335	390
23:00	00:00	218	128	203	204	278	185	256
Total de Llamadas		10,683	4,918	16,486	16,442	17,786	17,217	18,038
Tiempo de conv. (seg)		39	39	38	39	37	40	39
Tiempo de cont. (seg)		3	3	3	3	3	3	3
Tiempo Total (seg)		42	42	41	42	40	43	42

Marzo 2003		S	D	L	M	M	J	V
Hora		8	9	10	11	12	13	14
00:00	01:00	142	136	57	50	70	80	57
01:00	02:00	81	76	23	29	36	22	39
02:00	03:00	38	61	23	19	19	35	27
03:00	04:00	34	67	10	24	12	17	8
04:00	05:00	39	31	11	14	14	12	14
05:00	06:00	16	38	19	10	19	21	17
06:00	07:00	29	48	52	44	36	51	42
07:00	08:00	114	80	188	165	182	168	159
08:00	09:00	362	131	673	675	593	605	578
09:00	10:00	802	222	1,283	1,324	1,231	1,261	1,292
10:00	11:00	1,048	304	1,605	1,529	1,532	1,616	1,466
11:00	12:00	1,166	311	1,561	1,545	1,563	1,554	1,625
12:00	13:00	1,049	342	1,523	1,475	1,484	1,457	1,624
13:00	14:00	985	371	1,246	1,187	1,154	1,217	1,325
14:00	15:00	738	331	993	1,023	1,014	973	1,082
15:00	16:00	605	298	1,223	1,232	1,257	1,312	1,365
16:00	17:00	531	257	1,312	1,377	1,356	1,434	1,519
17:00	18:00	532	276	1,313	1,308	1,345	1,281	1,503
18:00	19:00	503	375	1,103	1,096	1,136	1,061	1,160
19:00	20:00	491	350	792	785	848	838	883
20:00	21:00	454	299	589	590	654	646	785
21:00	22:00	445	296	432	496	493	433	531
22:00	23:00	351	248	273	323	297	336	407
23:00	00:00	221	132	147	138	182	144	261
Total de Llamadas		10,776	5,080	16,451	16,458	16,527	16,574	17,769
Tiempo de conv. (seg)		38	41	39	39	40	40	39
Tiempo de cont. (seg)		2	2	3	3	3	3	3
Tiempo Total (seg)		40	43	42	42	43	43	42

Marzo 2003		S	D	L	M	M	J	V
Hora		15	16	17	18	19	20	21
00:00	01:00	168	133	57	62	78	79	107
01:00	02:00	66	74	35	31	35	36	48
02:00	03:00	54	44	22	21	24	27	46
03:00	04:00	32	36	9	10	12	14	30
04:00	05:00	21	15	13	14	21	14	25
05:00	06:00	18	21	16	8	15	10	5
06:00	07:00	42	37	35	44	29	41	35
07:00	08:00	123	75	196	180	145	172	184
08:00	09:00	311	138	664	673	606	640	589
09:00	10:00	764	191	1,255	1,275	1,231	1,270	1,366
10:00	11:00	995	271	1,620	1,559	1,501	1,517	1,599
11:00	12:00	1,055	304	1,574	1,516	1,518	1,539	1,544
12:00	13:00	968	311	1,491	1,523	1,501	1,520	1,547
13:00	14:00	892	293	1,300	1,166	1,180	1,227	1,332
14:00	15:00	806	310	988	995	981	1,057	1,045
15:00	16:00	621	264	1,280	1,299	1,230	1,292	1,332
16:00	17:00	567	241	1,382	1,338	1,369	1,391	1,413
17:00	18:00	469	234	1,301	1,384	1,342	1,340	1,341
18:00	19:00	445	221	1,048	1,192	1,123	1,155	1,225
19:00	20:00	491	275	762	766	796	840	896
20:00	21:00	507	317	707	626	624	685	753
21:00	22:00	454	245	463	455	459	584	552
22:00	23:00	342	218	322	325	308	409	382
23:00	00:00	216	143	155	152	174	216	231
Total de Llamadas		10,427	4,411	16,695	16,614	16,302	17,075	17,627
Tiempo de conv. (seg)		38	39	39	39	39	39	39
Tiempo de cont. (seg)		2	3	3	3	3	3	3
Tiempo Total (seg)		40	42	42	42	42	42	42

Marzo 2003		S	D	L	M	M	J	V
Hora		22	23	24	25	26	27	28
00:00	01:00	119	176	67	76	88	90	95
01:00	02:00	73	100	35	36	46	41	29
02:00	03:00	46	57	13	13	29	30	25
03:00	04:00	25	48	13	11	15	21	14
04:00	05:00	38	47	22	9	16	12	24
05:00	06:00	22	27	14	13	17	16	10
06:00	07:00	39	42	41	36	55	41	41
07:00	08:00	118	79	180	157	178	175	135
08:00	09:00	359	156	663	589	618	628	525
09:00	10:00	813	248	1,260	1,299	1,296	1,226	1,227
10:00	11:00	1,050	338	1,545	1,527	1,509	1,540	1,570
11:00	12:00	1,028	370	1,485	1,546	1,529	1,515	1,558
12:00	13:00	1,056	380	1,560	1,491	1,458	1,414	1,555
13:00	14:00	940	398	1,248	1,192	1,134	1,166	1,256
14:00	15:00	756	338	987	1,003	963	1,005	1,101
15:00	16:00	677	256	1,281	1,278	1,248	1,223	1,250
16:00	17:00	595	320	1,398	1,428	1,353	1,376	1,394
17:00	18:00	504	301	1,261	1,379	1,306	1,338	1,375
18:00	19:00	453	297	1,080	1,178	1,102	1,055	1,203
19:00	20:00	450	254	774	857	847	773	875
20:00	21:00	526	316	615	637	617	567	699
21:00	22:00	428	245	469	479	510	496	585
22:00	23:00	335	281	326	349	362	334	432
23:00	00:00	247	148	168	188	210	256	273
Total de Llamadas		10,697	5,222	16,505	16,771	16,506	16,338	17,251
Tiempo de conv. (seg)		38	40	38	38	39	39	38
Tiempo de cont. (seg)		3	3	3	3	3	3	3
Tiempo Total (seg)		41	43	41	41	42	42	41

Marzo 2003		S	D	L	MAXIMOS	MAXIMOS	MAXIMOS
Hora		29	30	31	L-V	SABADO	DOMINGO
00:00	01:00	121	179	69	101	168	179
01:00	02:00	74	103	34	107	81	103
02:00	03:00	42	53	11	48	54	61
03:00	04:00	28	32	12	46	34	67
04:00	05:00	41	49	28	30	41	49
05:00	06:00	25	27	15	27	25	38
06:00	07:00	36	45	41	53	42	48
07:00	08:00	121	81	192	188	123	81
08:00	09:00	362	157	669	675	362	157
09:00	10:00	816	249	1,261	1,341	816	249
10:00	11:00	1,056	332	1,549	1,616	1,056	338
11:00	12:00	1,023	369	1,491	1,640	1,166	370
12:00	13:00	1,062	390	1,564	1,624	1,062	390
13:00	14:00	957	385	1,253	1,560	985	398
14:00	15:00	762	339	990	1,332	806	339
15:00	16:00	670	259	1,271	1,462	677	298
16:00	17:00	592	326	1,412	1,525	595	326
17:00	18:00	510	305	1,269	1,518	532	305
18:00	19:00	454	291	1,083	1,384	503	375
19:00	20:00	451	258	775	1,225	491	350
20:00	21:00	521	310	619	896	526	317
21:00	22:00	429	243	471	753	454	296
22:00	23:00	339	274	330	585	351	281
23:00	00:00	254	157	171	432	254	157
Total de Llamadas		10,746	5,213	16,611			
Tiempo de conv. (seg)		38	39	39	41	39	41
Tiempo de cont. (seg)		4	2	3	4	4	3
Tiempo Total (seg)		42	41	42	45	43	44

CENTRO DE LLAMADAS MEXICO

Marzo 2003		S	D	L	M	M	J	V
Hora		1	2	3	4	5	6	7
00:00	01:00	84	86	33	23	45	47	36
01:00	02:00	50	39	14	16	12	25	20
02:00	03:00	24	25	5	8	7	9	11
03:00	04:00	29	27	4	4	7	14	5
04:00	05:00	10	20	4	5	8	10	1
05:00	06:00	20	9	5	12	12	12	7
06:00	07:00	19	12	27	40	45	49	38
07:00	08:00	86	41	178	144	153	151	113
08:00	09:00	245	105	365	307	316	298	330
09:00	10:00	405	152	678	672	685	605	660
10:00	11:00	473	178	865	880	858	867	849
11:00	12:00	455	213	885	891	771	867	821
12:00	13:00	459	206	850	856	856	842	889
13:00	14:00	422	222	788	844	833	853	848
14:00	15:00	429	215	704	768	726	716	788
15:00	16:00	319	179	613	636	674	665	681
16:00	17:00	274	193	639	767	782	645	698
17:00	18:00	257	220	743	687	791	690	688
18:00	19:00	254	172	712	662	656	604	665
19:00	20:00	263	193	527	503	530	486	513
20:00	21:00	279	205	436	397	358	450	447
21:00	22:00	285	191	350	352	337	344	407
22:00	23:00	214	190	190	239	235	236	238
23:00	00:00	113	67	105	115	120	107	143
Total de Llamadas		5,468	3,160	9,720	9,828	9,817	9,592	9,896
Tiempo de conv. (seg)		42	43	42	43	42	43	42
Tiempo de cont. (seg)		4	3	3	3	3	3	3
Tiempo Total (seg)		46	46	45	46	45	46	45

Marzo 2003		S	D	L	M	M	J	V
Hora		8	9	10	11	12	13	14
00:00	01:00	74	43	24	36	35	28	46
01:00	02:00	33	38	15	13	20	18	26
02:00	03:00	26	25	21	6	11	19	19
03:00	04:00	13	14	10	4	7	11	14
04:00	05:00	13	17	11	2	8	3	7
05:00	06:00	16	14	11	5	10	4	3
06:00	07:00	18	20	31	42	30	43	47
07:00	08:00	100	56	134	122	136	178	141
08:00	09:00	201	107	366	347	300	332	337
09:00	10:00	412	133	707	605	745	615	674
10:00	11:00	483	192	840	813	801	891	877
11:00	12:00	470	172	837	815	855	838	862
12:00	13:00	465	187	813	786	809	870	877
13:00	14:00	422	204	737	842	745	777	880
14:00	15:00	395	185	638	676	663	666	797
15:00	16:00	352	166	520	606	646	639	693
16:00	17:00	284	143	668	648	654	622	761
17:00	18:00	265	186	683	775	674	724	725
18:00	19:00	216	164	634	624	647	600	614
19:00	20:00	256	186	371	502	446	467	523
20:00	21:00	238	194	350	381	364	398	458
21:00	22:00	209	194	268	304	269	303	374
22:00	23:00	140	153	199	195	210	242	275
23:00	00:00	119	67	76	82	100	110	168
Total de Llamadas		5,220	2,860	8,964	9,231	9,185	9,398	10,198
Tiempo de conv. (seg)		40	41	44	44	43	43	44
Tiempo de cont. (seg)		4	3	3	3	3	3	3
Tiempo Total (seg)		44	44	47	47	46	46	47

Marzo 2003		S	D	L	M	M	J	V
Hora		15	16	17	18	19	20	21
00:00	01:00	71	68	36	28	39	30	42
01:00	02:00	48	32	15	19	18	16	21
02:00	03:00	34	16	5	6	12	17	18
03:00	04:00	14	23	8	2	8	4	10
04:00	05:00	11	16	3	4	3	5	12
05:00	06:00	20	13	9	7	8	8	12
06:00	07:00	35	20	46	49	30	31	34
07:00	08:00	78	69	142	114	123	120	128
08:00	09:00	202	148	331	301	332	318	352
09:00	10:00	372	262	709	638	634	629	622
10:00	11:00	399	327	822	748	827	822	795
11:00	12:00	452	289	803	832	862	792	863
12:00	13:00	447	297	817	749	845	815	851
13:00	14:00	424	263	738	762	854	856	810
14:00	15:00	445	250	704	640	646	683	686
15:00	16:00	438	221	647	591	573	681	703
16:00	17:00	310	186	678	663	656	676	692
17:00	18:00	319	188	685	683	657	755	737
18:00	19:00	263	191	548	538	598	645	677
19:00	20:00	319	198	420	480	490	542	507
20:00	21:00	284	234	369	374	364	422	430
21:00	22:00	207	201	309	309	275	319	376
22:00	23:00	189	168	221	194	196	216	253
23:00	00:00	103	77	81	98	89	114	161
Total de Llamadas		5,484	3,757	9,146	8,829	9,139	9,516	9,792
Tiempo de conv. (seg)		42	42	43	44	44	43	43
Tiempo de cont. (seg)		3	5	3	3	3	3	3
Tiempo Total (seg)		45	47	46	47	47	46	46

Marzo 2003		S	D	L	M	M	J	V
Hora		22	23	24	25	26	27	28
00:00	01:00	64	52	31	32	38	44	48
01:00	02:00	30	41	13	19	24	13	30
02:00	03:00	20	25	5	7	6	12	20
03:00	04:00	19	27	5	6	2	3	7
04:00	05:00	14	11	3	5	3	7	6
05:00	06:00	23	10	16	10	6	8	8
06:00	07:00	31	14	35	40	44	40	33
07:00	08:00	108	54	144	135	128	118	117
08:00	09:00	175	123	347	327	323	312	340
09:00	10:00	343	146	690	643	658	657	577
10:00	11:00	436	190	781	800	821	749	863
11:00	12:00	450	231	837	849	853	764	824
12:00	13:00	462	209	834	769	763	860	858
13:00	14:00	426	189	813	819	768	822	893
14:00	15:00	395	178	725	715	702	757	822
15:00	16:00	342	185	640	629	611	653	685
16:00	17:00	302	131	628	765	669	658	695
17:00	18:00	274	163	705	763	658	736	698
18:00	19:00	276	165	548	638	598	547	623
19:00	20:00	257	166	436	469	480	480	537
20:00	21:00	267	173	323	339	366	409	497
21:00	22:00	231	190	281	287	302	309	375
22:00	23:00	162	179	230	232	196	228	250
23:00	00:00	99	62	96	102	102	106	155
Total de Llamadas		5,206	2,914	9,166	9,400	9,121	9,292	9,961
Tiempo de conv. (seg)		41	43	43	44	43	43	44
Tiempo de cont. (seg)		3	3	2	3	3	3	3
Tiempo Total (seg)		44	46	45	47	46	46	47

Marzo 2003		S	D	L	MAXIMOS	MAXIMOS	MAXIMOS
Hora		29	30	31	L-V	SABADO	DOMINGO
00:00	01:00	68	56	34	86	84	86
01:00	02:00	34	45	16	50	50	45
02:00	03:00	24	29	8	34	34	29
03:00	04:00	23	31	8	29	29	31
04:00	05:00	18	15	6	20	18	20
05:00	06:00	27	14	19	23	27	14
06:00	07:00	35	18	38	49	35	20
07:00	08:00	112	58	147	178	112	69
08:00	09:00	179	127	350	366	245	148
09:00	10:00	347	150	693	745	412	262
10:00	11:00	440	194	784	891	483	327
11:00	12:00	454	235	840	891	470	289
12:00	13:00	466	213	837	889	466	297
13:00	14:00	430	193	816	893	430	263
14:00	15:00	399	182	728	822	445	250
15:00	16:00	346	189	643	703	438	221
16:00	17:00	306	135	631	782	310	193
17:00	18:00	278	167	708	791	319	220
18:00	19:00	280	169	551	712	280	191
19:00	20:00	261	170	439	542	319	198
20:00	21:00	271	177	326	497	284	234
21:00	22:00	235	194	284	407	285	201
22:00	23:00	166	183	233	275	214	190
23:00	00:00	103	66	99	168	119	77
Total de Llamadas		5,302	3,010	9,238			
Tiempo de conv. (seg)		42	44	43	44	42	44
Tiempo de cont. (seg)		3	2	3	5	4	5
Tiempo Total (seg)		45	46	46	47	46	47

CENTRO DE LLAMADAS GUADALAJARA

Marzo 2003		S	D	L	M	M	J	V
Hora		1	2	3	4	5	6	7
00:00	01:00	111	122	59	70	70	69	53
01:00	02:00	74	65	25	30	38	30	44
02:00	03:00	76	43	20	13	23	19	17
03:00	04:00	36	34	12	12	18	20	24
04:00	05:00	36	23	13	17	26	21	16
05:00	06:00	24	15	16	15	18	20	17
06:00	07:00	47	28	36	53	42	33	37
07:00	08:00	117	86	185	157	141	181	175
08:00	09:00	381	125	557	497	476	523	473
09:00	10:00	884	227	1,212	1,186	1,054	1,101	1,144
10:00	11:00	1,175	251	1,579	1,495	1,394	1,484	1,514
11:00	12:00	1,239	281	1,621	1,556	1,477	1,411	1,531
12:00	13:00	1,156	326	1,564	1,501	1,515	1,481	1,494
13:00	14:00	1,146	357	1,531	1,476	1,539	1,460	1,569
14:00	15:00	994	302	1,278	1,271	1,303	1,230	1,261
15:00	16:00	722	277	952	1,058	909	968	1,084
16:00	17:00	578	232	1,047	1,078	1,093	1,003	1,059
17:00	18:00	467	219	1,097	1,093	1,142	1,113	1,129
18:00	19:00	441	201	1,061	1,031	1,051	1,003	1,068
19:00	20:00	475	285	837	903	800	848	967
20:00	21:00	501	272	638	686	586	686	799
21:00	22:00	442	277	461	500	474	536	655
22:00	23:00	342	215	308	352	307	341	442
23:00	00:00	186	110	107	162	136	145	216
Total de Llamadas		16,216	16,212	15,632	15,726	16,788	11,629	4,917
Tiempo de conv. (seg)		49	48	49	48	49	50	46
Tiempo de cont. (seg)		4	2	3	3	3	2	2
Tiempo Total (seg)		53	50	52	51	52	52	48

Marzo 2003		S	D	L	M	M	J	V
Hora		8	9	10	11	12	13	14
00:00	01:00	135	141	56	45	74	61	75
01:00	02:00	59	75	24	20	19	45	39
02:00	03:00	53	59	24	8	11	15	30
03:00	04:00	38	39	11	21	18	19	25
04:00	05:00	28	40	15	11	14	19	22
05:00	06:00	20	34	10	19	36	16	24
06:00	07:00	46	39	47	38	39	42	40
07:00	08:00	150	107	150	147	139	145	150
08:00	09:00	427	157	576	491	451	470	486
09:00	10:00	819	252	1,294	1,208	1,091	1,023	1,130
10:00	11:00	1,098	353	1,423	1,445	1,362	1,380	1,443
11:00	12:00	1,156	374	1,556	1,516	1,452	1,506	1,496
12:00	13:00	1,152	360	1,542	1,431	1,421	1,462	1,476
13:00	14:00	1,105	359	1,464	1,510	1,419	1,478	1,522
14:00	15:00	935	330	1,230	1,229	1,170	1,197	1,322
15:00	16:00	775	301	947	927	926	920	1,077
16:00	17:00	563	241	1,052	978	1,012	1,007	1,096
17:00	18:00	472	245	1,091	1,043	1,128	1,057	1,151
18:00	19:00	539	243	968	947	966	927	1,146
19:00	20:00	466	264	784	811	844	824	893
20:00	21:00	468	289	648	669	653	691	734
21:00	22:00	511	285	463	462	503	516	635
22:00	23:00	395	214	322	328	327	374	511
23:00	00:00	219	116	140	171	147	195	265
Total de Llamadas		15,837	15,475	15,222	15,389	16,788	11,903	5,541
Tiempo de conv. (seg)		48	47	47	48	49	49	47
Tiempo de cont. (seg)		3	3	3	3	4	2	3
Tiempo Total (seg)		51	50	50	51	53	51	50

0146154

Marzo 2003		S	D	L	M	M	J	V
Hora		15	16	17	18	19	20	21
00:00	01:00	102	165	65	61	60	82	67
01:00	02:00	80	89	25	33	47	42	36
02:00	03:00	56	61	17	18	27	32	29
03:00	04:00	39	35	14	15	22	25	21
04:00	05:00	23	40	23	9	7	21	21
05:00	06:00	21	29	10	27	16	14	14
06:00	07:00	41	34	37	68	45	38	50
07:00	08:00	144	80	159	159	166	141	165
08:00	09:00	392	188	545	496	538	469	497
09:00	10:00	857	297	1,239	1,132	1,117	1,002	1,079
10:00	11:00	1,176	414	1,563	1,457	1,490	1,411	1,457
11:00	12:00	1,220	412	1,571	1,485	1,457	1,409	1,387
12:00	13:00	1,163	431	1,540	1,463	1,468	1,442	1,500
13:00	14:00	1,169	387	1,567	1,560	1,472	1,353	1,455
14:00	15:00	961	379	1,356	1,230	1,177	1,121	1,253
15:00	16:00	708	357	1,018	900	894	865	981
16:00	17:00	600	253	1,076	1,017	1,021	952	991
17:00	18:00	520	261	1,102	1,050	1,062	1,017	1,076
18:00	19:00	504	271	987	1,005	943	962	1,030
19:00	20:00	475	305	804	798	765	809	911
20:00	21:00	490	298	592	688	605	653	786
21:00	22:00	497	347	470	524	498	522	615
22:00	23:00	396	265	285	340	317	319	421
23:00	00:00	269	143	150	129	150	163	237
Total de Llamadas		16,215	15,664	15,364	14,864	16,079	11,072	4,683
Tiempo de conv. (seg)		48	47	47	49	47	47	45
Tiempo de cont. (seg)		3	3	2	2	4	2	2
Tiempo Total (seg)		51	50	49	51	51	49	47

Marzo 2003		S	D	L	M	M	J	V
Hora		22	23	24	25	26	27	28
00:00	01:00	121	99	53	64	67	93	65
01:00	02:00	61	95	30	24	25	48	42
02:00	03:00	66	54	28	43	24	30	15
03:00	04:00	43	39	10	18	20	25	15
04:00	05:00	30	20	8	15	19	10	16
05:00	06:00	25	21	16	18	13	18	14
06:00	07:00	36	29	40	30	44	42	37
07:00	08:00	111	81	166	178	158	132	158
08:00	09:00	382	145	553	527	506	445	525
09:00	10:00	803	220	1,171	1,124	1,128	1,045	1,112
10:00	11:00	1,019	331	1,494	1,431	1,500	1,383	1,459
11:00	12:00	1,147	312	1,605	1,469	1,549	1,460	1,478
12:00	13:00	1,135	343	1,555	1,498	1,534	1,515	1,530
13:00	14:00	1,079	351	1,587	1,580	1,465	1,372	1,530
14:00	15:00	859	315	1,263	1,362	1,371	1,281	1,362
15:00	16:00	742	296	982	922	939	959	1,079
16:00	17:00	591	241	1,110	1,025	1,030	1,067	1,171
17:00	18:00	511	233	1,136	1,031	1,089	1,081	1,164
18:00	19:00	429	257	1,072	994	966	1,084	1,103
19:00	20:00	431	274	849	814	822	827	984
20:00	21:00	458	306	654	627	716	636	783
21:00	22:00	435	268	520	462	541	514	664
22:00	23:00	350	243	342	282	367	365	424
23:00	00:00	208	110	172	163	157	176	254
Total de Llamadas		16,416	15,701	16,050	15,608	16,984	15,608	16,115
Tiempo de conv. (seg)		48	47	47	47	46	49	48
Tiempo de cont. (seg)		4	4	3	2	3	3	4
Tiempo Total (seg)		52	51	50	49	49	52	52

Marzo 2003		S	D	L	MAXIMOS	MAXIMOS	MAXIMOS
Hora		29	30	31	L-V	SABADO	DOMINGO
00:00	01:00	102	101	61	165	135	165
01:00	02:00	63	97	33	95	80	97
02:00	03:00	69	56	29	76	76	61
03:00	04:00	41	41	21	43	43	41
04:00	05:00	33	22	17	40	36	40
05:00	06:00	26	23	11	36	26	34
06:00	07:00	39	31	44	68	47	39
07:00	08:00	112	83	173	185	150	107
08:00	09:00	352	147	522	576	427	188
09:00	10:00	812	222	1,198	1,294	884	297
10:00	11:00	1,002	333	1,568	1,579	1,176	414
11:00	12:00	1,125	314	1,540	1,621	1,239	412
12:00	13:00	1,126	345	1,559	1,564	1,163	431
13:00	14:00	1,103	353	1,526	1,587	1,169	387
14:00	15:00	865	317	1,309	1,371	994	379
15:00	16:00	735	298	1,014	1,084	775	357
16:00	17:00	589	243	1,144	1,171	600	253
17:00	18:00	516	235	1,121	1,280	520	261
18:00	19:00	432	259	1,077	1,160	539	271
19:00	20:00	428	276	931	984	475	305
20:00	21:00	449	308	868	868	501	308
21:00	22:00	439	270	751	751	511	347
22:00	23:00	352	245	477	511	396	265
23:00	00:00	216	112	271	271	269	143
Total de Llamadas		11,049	11,650	4,373			
Tiempo de conv. (seg)		49	51	49	51	49	51
Tiempo de cont. (seg)		3	3	3	4	4	4
Tiempo Total (seg)		52	54	52	55	53	55

APENDICE B

TECNICAS DE TRAFICO TELEFONICO EN TELECOMUNICACIONES

Introducción.

El uso de modelos matemáticos para predecir líneas, equipo y capacidad de agentes en los sistemas telefónicos es una técnica aceptada para calcular correctamente los sistemas existentes así como los de nueva creación.

La mayoría de la literatura de ingeniería de tráfico se concentra en cálculos complicados o alude a fórmulas pero no las incluyen. Este anexo muestra las fórmulas más comunes y sus aplicaciones.

Las técnicas de ingeniería de tráfico se utilizan más frecuentemente para determinar:

- La cantidad de líneas y troncales requeridas por un conmutador telefónico o computadora.
- La capacidad de tráfico de un conmutador telefónico, dado el número de conversaciones simultáneas disponibles.
- Los niveles de los grupos de operadoras y la predicción de su rendimiento, así como el impacto en el sistema al cambiar la cantidad de los grupos de agentes.
- Los niveles de servicio y la cantidad de agentes de un sistema Automático de Distribución de Llamadas (ACD).

Teoría de tráfico.

En la teoría de comunicaciones, la comunicación se realiza al enviar un mensaje de un punto llamado fuente a otro punto llamado destino. En las comunicaciones de voz o datos, las fuentes originan llamadas dirigidas a destinos llamados comúnmente servidores. Cuando una llamada llega a un grupo de servidores y alguno está disponible, la llamada es contestada. Cuando todos los servidores están ocupados, la llamada puede:

- Recibir una señal de ocupado, requiriendo a fuente que llama a colgar e intentar de nuevo más tarde.
- Desviar automáticamente a otro grupo de servidores.
- Mantener la llamada en espera el tiempo que sea necesario, hasta que un servidor este disponible.
- Mantener la llamada en espera un tiempo determinado y después colgarla si no fue atendida.

La disposición de la llamada cuando todos los servidores están ocupados tiene la mayor influencia en cual fórmula utilizar. Estas fórmulas pueden ser para llamadas que serán bloqueadas o llamadas que serán enviadas a colas de espera.

Los tres tipos de fórmulas más utilizadas son:

- Fórmulas de bloqueo que asumen fuentes infinitas de llamadas.
- Fórmulas de bloqueo que asumen fuentes finitas de llamadas y
- Fórmulas de retardo.

La mayor parte de las fórmulas parte de la fórmula de Poisson, desarrollada por el matemático francés Siméon-Denise Poisson (1781-1840), la cual establece que en eventos no traslapados, arribando a una tasa promedio λ , la probabilidad de x arribos en un tiempo t es:

$$P(k) = \frac{(E(n) * t)^k e^{-E(n)t}}{k!}$$

Donde: $P(k)$ = Probabilidad de arribos
 $E(n)$ = Tasa promedio de arribos
 t = Tiempo promedio de espera
 e = 2.71828

Esta fórmula permite el cálculo de la probabilidad de tener n arribos durante un intervalo de tiempo dado, por ejemplo un segundo o un minuto.

Fórmulas de bloqueo que asumen fuentes infinitas de llamadas.

Existen tres fórmulas en este grupo: Molina, Erlang-B y Erlang-B extendida, las cuales son utilizadas para calcular cantidad de líneas en equipos como conmutadores telefónicos y Distribuidores Automáticos de Llamadas. Las suposiciones compartidas son las fuentes infinitas, el tiempo de retención constante o exponencial y que las llamadas recibidas son bloqueadas, es decir reciben un tono de ocupado.

Las fórmulas difieren en que pasa a las llamadas bloqueadas. Sin embargo, para buenos grados de servicio (por ejemplo para menos de un 5% de probabilidad de que una llamada sea bloqueada), la diferencia en los resultados es mínima. En Estados Unidos, la fórmula conocida como Molina fue muy popular entre las compañías telefónicas, pero ha decaído. Las fórmulas de Erlang-B y Erlang-B extendida prevalecen hasta hoy, aplicando la primera cuando todas las llamadas bloqueadas se desvían o desaparecen y la segunda cuando algunas de las fuentes reintentarán la llamada.

Molina. Comúnmente llamada la fórmula de Poisson, la fórmula Molina es actualmente una aplicación de la fórmula de Poisson. Fue desarrollada por AC. Molina, un investigador de los Laboratorios Bell durante la década de 1920.

Dado que esta fórmula exagera el número de facilidades requeridas, su tasa de error es muy grande y no se utiliza actualmente.

Erlang-B. La fórmula de Erlang-B fue desarrollada por Agner Krarup Erlang (1878-1929), un matemático danés quien es acreditado como el primer estudio sistemático de las características de tráfico telefónico. Esta fórmula es recomendada por la ITU-T en su recomendación E.520.

Erlang-B es utilizada principalmente para determinar la cantidad de troncales en grupos de primera instancia en los cuales, si todas las troncales están ocupadas, la llamada se desviará a otro grupo o nunca regresará, Comparte

con Molina las suposiciones de fuentes infinitas y una distribución de tiempo de espera que puede ser constante o exponencial. La mayor diferencia con Molina es que en las suposiciones de Erlang-B, las llamadas abandonan el sistema (se desbordan o mueren).

La fórmula de Erlang-B es:

$$Pb = \frac{\frac{A^N}{N!}}{\sum_{X=0}^N \frac{A^X}{X!}}$$

Donde: A = Trafico ofrecido
N = Número de servidores (líneas)
Pb = Probabilidad de bloqueo

Suposiciones:

- Arribos Poisson (trafico aleatorio)
- Los tiempos de retención son de una longitud fija o son exponencialmente distribuidos.
- Las llamadas bloqueadas son eliminadas.

Ejemplo,

Insertando los valores A=3 y N=6, se obtiene una probabilidad de bloqueo de 0.0522, lo cual implica que un 5.22% de las llamadas de entrada serán bloqueadas. Generalmente para el calculo de líneas de usuario final o de troncales de un PBX, el 1% de bloqueo representa una meta óptima de diseño.

Erlang-B extendida. La fórmula de Erlang-B extendida es un perfeccionamiento de la precisión de la fórmula de Erlang-B cuando un porcentaje de fuentes trata de nuevo después de recibir una señal de ocupado. Fue desarrollada a mediados de 1970 por James Jewitt y Jacqueline Shrago, directores en Telco Research Corporation, después de una considerable investigación comparando varias de las técnicas disponibles con datos de actualidad y modelos de simulación.

De las tres fórmulas utilizadas para calcular la cantidad de líneas cuando las fuentes son bloqueadas, la de Erlang-B extendida es generalmente la más precisa para una gran variedad de configuraciones, donde la fuente después de recibir un tono de ocupado intenta de nuevo. El comportamiento de reintento,

incrementa la cantidad de tráfico, por lo que para calcular la probabilidad de bloqueo utilizando la fórmula de Erlang-B extendida, se requiere conocer el tráfico total ofrecido en Erlangs, el número de líneas y el porcentaje de llamadas bloqueadas que intentarán de nuevo (del 0 al 100%).

Para utilizar la fórmula de Erlang-B extendida, desarrolle los siguientes pasos:

1. Calcule la probabilidad de bloqueo usando la fórmula de Erlang-B.
2. Calcule los siguientes valores:

$B_e = N * P_b$, donde N = Número de servidores o Líneas y P_b es la probabilidad de bloqueo.

$B = B_e * \text{factor de reintento de llamada}$

$C = (N - B_e) + R$

$R = B_e * \text{factor de reintento de llamada}$

$C + B =$ El tráfico soportado más el tráfico que nunca regresará.

$N + R =$ El tráfico original más el tráfico de reintento de llamada, el cual se convierte en el nuevo tráfico soportado en la siguiente iteración.

La fórmula de Erlang-B extendida ofrece resultados más precisos que la de Erlang-B cuando las llamadas bloqueadas hacen el reintento. Sin embargo, para buenos niveles de servicios con probabilidades de bloqueo menores del 5%, los resultados son muy similares. Aunque la fórmula de Erlang-B extendida es la más complicada de las tres expuestas, si se tiene información de sus tres variables adquirida de fuentes estadísticas, proveerá de resultados razonables.

Fórmulas de bloqueo que asumen fuentes finitas de llamadas.

Las fórmulas para fuentes finitas tienen menores aplicaciones que las fórmulas para fuentes infinitas. La elección de cual utilizar es en base a que las fuentes, cuando son bloqueados, abandonan el sistema (Engset) o se mantienen alrededor. Estas fórmulas son utilizadas en aplicaciones como pequeños sistemas multilíneas o sistemas de PBX en los cuales un número finito de usuarios tienen acceso de marcación a troncales de servicio especial

como las de larga distancia. A continuación se presentan las fórmulas **Engset** y la **Binomial**.

Engset: Esta fórmula, llamada en honor de su desarrollador Tore Olaus Engset, es utilizada para fuentes finitas cuando las llamadas bloqueadas son eliminadas (desbordadas o terminadas). Los datos requeridos son:

- El total de Erlangs ofrecidos de todas las fuentes,
- El número total de fuentes y líneas y
- La probabilidad de bloqueo deseada.

Resolver la fórmula de Engset envuelve iteraciones, en que para obtener la respuesta al problema de bloqueo, la respuesta deberá ser conocida de antemano. El usuario hará una suposición inicial de P_b y correrá la fórmula usando esa suposición. El proceso es repetido con la suposición ajustada hasta que esta y la respuesta (el valor de P_b) convergen y sean iguales. La fórmula es:

$$P_b = \frac{\left[\frac{(S-1)!}{N!(S-1-N)!} \right] * M^N}{\sum_{X=0}^N \left[\frac{(S-1)!}{X!(S-1-X)!} \right] * M^X}$$

$$M = \frac{A}{S - A * (1 - P_b)}$$

Donde:

A = Trafico ofrecido de todas las fuentes

S = Número de fuentes

N = Número de servidores (líneas)

P_b = Probabilidad de bloqueo

Binomial. La fórmula Binomial de fuentes finitas difiere de la de Engset en el uso de trafico por fuente en lugar del trafico total de todas las fuentes. Esta fórmula incluso asume que algunas llamadas colgarán y después serán eventualmente servidas. La fórmula es:

$$P_b = \sum_{x=N}^{S-1} \frac{(S-1)!}{x!(S-1-x)!} A^x (1-A)^{(S-1-x)}$$

Donde:

A = Trafico ofrecido por fuente

S = Número de fuentes

N = Número de servidores (líneas)

P_b = Probabilidad de bloqueo

Fórmulas de retardo que asumen fuentes infinitas de llamadas.

Dos posibles fórmulas para fuentes infinitas son la de Erlang-C y la de Erlang-B extendida con cola equivalente (EBECE). Las fórmulas de retardo aplican en aquellas situaciones en las que la fuente espera hasta que un servidor esta disponible cuando todos los servidores están ocupados. El tiempo de espera es más importante que la probabilidad de ser bloqueado. Erlang-C y EBECE pueden ser utilizadas en situaciones de colas telefónica para:

- Determinar la cantidad de agentes para un Distribuidor Automático de Llamadas (ACD) o un Secuenciador Automático de Llamadas (ACS).
- Determinar la cantidad de agentes para las posiciones de operadora de un conmutador telefónico.
- Determinar la cantidad de líneas de salida en un conmutador telefónico para colas de usuarios colgados o descolgados.
- Realizar análisis sensibles para contestar las preguntas de ¿que pasa si...? para la cantidad de agentes o líneas utilizando diferentes volúmenes de tráfico.

Erlang-C. La fórmula de retardo de Erlang-C es presentada como un grupo de ecuaciones en diferentes notaciones.

Las suposiciones para Erlang-C son: un proceso de arribo Poisson, tiempos de servicio exponencial, fuentes infinitas, una cola FIFO (el primero que entra es el primero que sale), una cola única para los servidores (en la cual las llamadas son dirigidas al primer servidor disponible), ninguna llamada abandona la cola y que la cola es tan larga como sea necesaria o infinita. La fórmula de Erlang-C es:

$$P(> 0) = \frac{\frac{A^N}{N!} * \frac{N}{N-A}}{\sum_{X=0}^{N-1} \frac{A^X}{X!} + \frac{A^N}{N!} + \frac{N}{N-A}}$$

$$D1 = P(> 0) * \frac{H}{N-A}$$

$$D2 = \frac{H}{N-A}$$

$$P(> T) = P(> 0) * e^{-(N-A)*T/H}$$

Donde:

A = Trafico ofrecido	$P(>0)$ = Probabilidad de un retardo mayor a cero
N = Número de servidores	$P(>T)$ = Probabilidad de un retardo mayor a T
D1 = Retardo promedio en todas las llamadas	T = Tiempo
D2 = Retardo promedio en las llamadas retardadas	H = Tiempo promedio de la llamada

Erlang-C es utilizada principalmente para el calculo de agentes de un ACD o de las operadoras requeridas en un PBX. Para un sistema de ACD donde un modelo de simulación detallado es realizado, Erlang-C puede predecir el número de agentes requeridos, muy cerca del resultado del simulador. En situaciones donde una larga espera es aceptada (por ejemplo en centros de llamadas para organizaciones en las que no les importa), Erlang-C puede predecir un nivel de servicio peor que el nivel real. Sin embargo, como la mayoría de la gente quiere diseñar para un buen nivel de servicio (por ejemplo que un 90% de todas las llamadas sean contestadas en menos de 18 segundos), el error que Erlang-C introduce es pequeño. Algunos sistemas desean priorizar cierto tipo de llamadas, por ejemplo las de números 800, que tienen un costo contras las llamadas locales que son gratis. Esto viola la suposición FIFO de Erlang-C.

Erlang-B extendida con cola equivalente (EBECE). EBECE es más un proceso que una fórmula., fue desarrollado por James Jewitt de Telco Research Corporation como una técnica para determinar la cantidad de líneas en situaciones de colas. Esta fórmula no solo es más precisa que Erlang-C, sino que provee el trafico por utilización de línea también.

Debido a que Erlang-C asume irrealmente que ninguna llamada abandonará la cola, EBECE es más exacta cuando pobres grados de servicio son

aceptables (por ejemplo cuando el 10% de las fuentes esperan más de un minuto para ser servidos). Para buenos niveles de servicio, el error de esta suposición es pequeño.

El mayor problema con EBECE el día de hoy es que está basada en la suposición de que la gente esperará tiempos específicos, hasta de 10 minutos antes de ser desbordados cuando hacen llamadas de salida en un grupo de troncales. Esto podría ser razonable cuando los costos de las líneas eran altos pero hoy la espera de líneas de salida en hecha muy raramente, de tal forma que ya no se utilizará más EBECE.

Estas fórmulas, por ejemplo la de Erlang-C y la EBECE, y sus resultados deben ser vistos como aproximaciones y estimados de situaciones reales y tratadas como tales. Los usuarios generalmente no siguen la teoría tan cerca como los diseñadores lo quisieran y la conducta de los usuarios influye fuertemente en la experiencia del mundo real.

RESUMEN AUTOBIOGRAFICO

La presente tesis “Integración de los centros de llamadas de una compañía de radiolocalización móvil de personas”, fue desarrollada por el Ing. Mario Alberto Ortiz Macías, para la obtención del título de Maestro en Ciencias de la Ingeniería con especialidad en Telecomunicaciones.

El Ing. Ortiz Macías nació el 19 de noviembre de 1957 en la ciudad de Monterrey, N.L. México, hijo del señor José Ortiz Ortega y de la señora Petra Macías Aguilera.

En el año de 1980, terminó sus estudios de licenciatura en la Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica de la Universidad Autónoma de Nuevo León, obteniendo el título de Ingeniero en Electrónica y Comunicaciones .

Ha laborado como maestro de tiempo completo de la Universidad Autónoma de Nuevo León, desde septiembre de 1980, adscrito a la Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica. Ha impartido clases de Sistemas de Radiodifusión, Sistemas de Vídeo, Teoría de la comunicaciones y Teoría Electromagnética, entre otras.

También labora en la empresa Radio Beep del Norte, S.A. de C.V: a partir de noviembre de 1991 como Gerente de Telecomunicaciones, teniendo bajo su responsabilidad las áreas de Telefonía, Redes de datos y transmisión de Radiofrecuencia.

