

621.38456
MOL
C.2

**ESCUELA SUPERIOR
POLITECNICA DEL LITORAL**

Facultad de Ingeniería en Electricidad y Computación

**"Diseño de un Sistema para el Análisis y la Predicción del
Tráfico dentro de las Celdas Celulares de una Operadora de
Telefonía Móvil Celular en la República del Ecuador"**

TESIS DE GRADO

**Previo a la Obtención de los Títulos de:
Ingeniero en Electricidad**



ESPECIALIZACION:

**Electrónica y Telecomunicaciones, e
Ingeniero en Electricidad
Especialización Electrónica**

Presentado por:

**Sandra Patricia Molina Avila
Luis Alejandro Mestanza Vera**

**GUAYAQUIL - ECUADOR
AÑO 2002**



AGRADECIMIENTO

Doy gracias a Dios por la vida, fuerza y sabiduría, a mis Padres y hermanos por estar siempre a mi lado, y todas aquellas personas que me brindaron su sostén incondicional para esta culminación.

Gracias ESPOL
Sandra Patricia
Molina Avila



Agradezco primero a Dios, luego a mis Padres y hermanos y familiares que me ofrecieron su apoyo para la realización de este trabajo.

Luis Alejandro
Mestanza Vera

DEDICATORIA

A MIS PADRES

A MIS HERMANOS

A MIS FAMILIARES

Luis Mestanza Vera



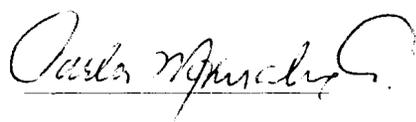
Con todo mi amor a los dos
seres que me dieron la vida:

MIS PADRES.

MIS HERMANOS.

Sandra Molina Avila

TRIBUNAL DE GRADUACION



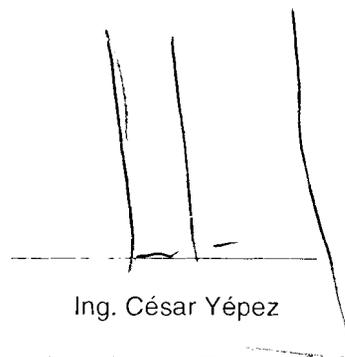
Ing. Carlos Monsalve
SUB-DECANO DE LA FIEC



Ing. Washington Medina
DIRECTOR DE TESIS



Ing. Boris Ramos
Miembro del Tribunal



Ing. César Yépez
Miembro del Tribunal

DECLARACIÓN EXPRESA

“ La responsabilidad del contenido de esta Tesis de Grado, nos corresponden exclusivamente; y al patrimonio intelectual de la misma a la ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL”



Sandra Patricia Molina Avila

Luis Alejandro Mestanza Vera

RESUMEN

El siguiente trabajo, desarrolla el Diseño de un Sistema que permite el análisis y predicción del Tráfico en celdas celulares de una Operadora de Telefonía Móvil, facilitando de esta manera la elaboración de reportes y estadísticas, para llevar un control de la calidad de servicio, que son aprobados por la Superintendencia de Telecomunicaciones (SUPTTEL), además con este sistema se realiza el estudio respectivo, que nos permite conocer el número de canales y circuitos que se tiene que aumentar o disminuir en una celda determinada para proveer el servicio.

En la primera y segunda parte se revisan algunos aspectos que se requieren para el estudio del tráfico, que van desde el estudio de la central de telefonía, hasta la celda celular que es donde se enlaza la unidad móvil (teléfono celular).

Por último se realiza la estructura y el diseño del sistema que permitiría realizar el análisis y predicción del tráfico.

INDICE GENERAL

	Pág.
RESUMEN.....	VI
ÍNDICE GENERAL.....	VII
ABREVIATURAS.....	X
SIMBOLOGÍA.....	XII
ÍNDICE DE FIGURAS.....	XIII
ÍNDICE DE TABLAS.....	XVI
INTRODUCCIÓN.....	1
CAPITULO I	
I. GENERACIÓN DEL TRAFICO EN UN SISTEMA CELULAR.....	2
1.1 Control Central del MTX.....	2
1.2 Red de Conmutación MTX y módulos periféricos.....	7
1.3 Procesamiento de llamadas.....	17
1.3.1 Señalización directa e inversa	18
1.3.2 Requerimientos de Handoff	34
1.4 Operación en red de un Sistema Celular.....	41

CAPITULO II**II. TEORÍA DE TRÁFICO..... 50**

2.1 Características del Tráfico.....51

2.2 Concepto de Calidad de Servicio (GOS).....53

2.3 Implicaciones al degradar "GOS".....57

2.4 Transferencias celulares perdidas que conducen a interferencia...59

2.5 Tráfico Ofrecido, Transportado y Bloqueado.....62

2.6 Sistema de Pérdida y Demora63

2.6.1 Teoría del bloqueo.....65

2.6.2 Teoría de colas.....68

2.7 Eficiencia de troncalización72

**CAPITULO III****III. MEDICIONES DEL TRÁFICO.....74**

3.1 Unidades de la intensidad de tráfico.....75

3.2 Parámetro mínimos de la calidad de servicio.....80

3.3 Tráfico en hora pico.....81

3.4 Aplicaciones de diversos modelos de Erlang al sistema inalámbrico...83

CAPITULO IV**IV. DISEÑO DEL SISTEMA PARA EL ANALISIS Y PREDICCIÓN84**

4.1 Utilidad del sistema.....84

4.2 Requerimientos de Hardware y Software.....85

4.3 Formato de Archivo.....85

4.4 Estructura de funcionamiento del sistema.....93

CAPITULO V**V. OPERACIÓN DEL SISTEMA PARA EL ANALISIS Y PREDICCIÓN106**

5.1 Descripción del sistema.....106

5.2 Opción de carga de datos y de actualización.....112

5.3 Opción para análisis del tráfico.....119

5.4 Opción para predicción del tráfico.....128

VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....130**VII. ANEXOS****VIII. BIBLIOGRAFÍA**

ABREVIATURAS

ACCH	Canal de control Analógico (Analog Control Channel)
C/I	radio Portadora/Interferente (Carrier – to-Interference ratio)
CCH	Canal de Control (Control Channel)
CSC	Controlador de Celda(Cell Site Controller)
CTIA	Celular Telcommunication Industries Association
DBw	Decibeles de watos
DCCH	Canal de Control de Digital (Digital Control Channel)
DICP	Periférico Celular Inteligente Digital (Digital Intelligent Cellular Peripheral)
DMS	Sistema de Multiplexación Digital (Digital Multiplex System)
DSPM	Modulo de Procesamiento de Señal Digital(Digital Signal Processing Module)
DTC	Controlador de Troncal digital (Digital Trunk Controller)
ENET	Red Mejorada (Enhanced Network)
ESN	Número de Serie Electrónico (Electronic Serial Number)
FOCC	Canal de control Delantero (Forward Control Channel)
FOVC	Canal de Voz Delantero (Foward Control Channel)
GT	Titulo Global (Global Title)
GTT	Titulo Global de traslación (Global Title Translation)
HLR	Registro de localización Local (Home Location Register)
HOTL	Handoff Threshold Low
ICP	Periférico Celular Inteligente (Intelligent Cellular Peripheral)
ICRM	Modulo remoto celular integrado
IS – 41	Interim Standard - 41
IS-136	TIA/EIA Interim Standard 136
Kbps	Kilobits por segundo
LCR	Canal receptor de Localización (Location Channel Receiver)

MIN	Número de Identificación del Móvil (Mobile Identification Number)
MSC	Centro de conmutación (Mobile Switching Center)
MTX	Mobile Telephone Exchange
NXTREG	Siguiente registro (Next registrer)
PM	Módulo Peripheral
PSTN	Red Telefónica de conmutación Publica (Public Switched Telephone Network)
RB	Radio Base
RECC	Canal de Control de Reversa (Reverse Control Channel)
RF	Radio Frecuencia
RSSI	Received Signal Strength Indication
SAT	Tono de Supervisión de Audio (Supervisory Audio Tone)
SCCP	Signaling Connection Control Part
SID	Identificación del sistema (System Identification)
ST	Tono de señalización (Signaling Tone)
VCH	Voice Channel
VLR	Registro de localización Visitante (Visitor Location Register)
X.25	Tipo de Protocolo

SIMBOLOGÍA

C	Portadora
I	Interferente
A	Intensidad de Tráfico
λ	Velocidad de Llegada
t_m	Tiempo de duración de una llamada.
U	Número de Usuarios
Au	Tráfico por usuarios
N	Número de Troncales/Canales
An	Tráfico por canales
j	Cantidad de circuitos
e	Exponencial 2.71828183

INDICE DE FIGURAS

Figura 1-1.- Componentes del Sistema Celular.....	3
Figura 1-2.- Diagrama y arquitectura de DMS - MTX.....	9
Figura 1-3.- Interfase del ICP a la estación base Celular.....	16
Figura 1-4.- Frecuencias de portadora de señalización directa /inversa.....	16
Figura 1-5.- Rastreo de las frecuencias del canal de control.....	19
Figura 1-6.- Llamada entrante desde una línea terrestre.....	26
Figura 1-7.- Llamada originada desde una unidad móvil.....	30
Figura 1-8.- Formato de Tramas y Ranura de TDMA.....	33
Figura 1-9.- Procesamiento de handoff	35
Figura 1-10.- Operación en red celular.....	43
Figura 2-1.- Diseño de la Red Celular.....	50
Figura 2-2.- Anomalías descartadas para el análisis del Tráfico.....	52
Figura 2-3.- Sobredimensionamiento de equipos.....	57
Figura 2-4.- Áreas de Cobertura son de diferentes tamaños.	59
Figura 2-5.- Huecos por falta de cobertura.....	60
Figura 2-6.- Problemas por ajuste erróneo de parámetros de RF.....	61
Figura 2-7.- Problemas por ajuste erróneo de parámetros de RF.....	62
Figura 3-1.- Conversión triángulo que existe entre las unidades.....	78
Figura 3-2.- Medición del tráfico en la hora pico.....	82
Figura 4-1.- Archivo de tipo Txt., que contiene el Tráfico en CCS.....	85
Figura 4-2.- Diseño de la Base de Datos.....	86
Figura 4-3.- Tabla Campos.....	87
Figura 4-4.- Celdas urbanas, suburbanas y rurales.....	88
Figura 4-5.- Tabla Tipos de Celda.....	88
Figura 4-6.- Tabla Código de Medida.....	89
Figura 4-7.- Tabla de Centrales.....	90

Figura 4-8.- Tablas de las Celdas.....	90
Figura 4-9.- Tabla de Datos.....	91
Figura 4-10.- Tabla de Erlang B.....	92
Figura 4-11.- Tabla del Sistema.....	92
Figura 4-12.- Tabla de Usuario.....	93
Figura 4-13.- Diagrama Jerárquico del Sistema.....	94
Figura 4-14.- Diagrama General del Sistema.....	100
Figura 4-15.- Diagrama de Flujo de Datos.....	101
Figura 4-16.- Diagrama de Flujo de Infomación.....	102
Figura 5-1.- Programa de Instalación del Sistema de Tráfico.....	107
Figura 5-2.- Pantalla de Bienvenida.....	107
Figura 5-3.- Selección de Directorio.....	108
Figura 5-4.- Proceso de Instalación.....	108
Figura 5-5.- Fin de Instalación.....	109
Figura 5-6.- Acceso directo al Sistema de Tráfico.....	109
Figura 5-7.- Ingreso al Sistema.....	110
Figura 5-8.- Menú Principal del Sistema.....	111
Figura 5-9.- Opciones del Menú Archivo.....	111
Figura 5-10.- Pantalla de importación de Datos.....	112
Figura 5-11.- Pantalla de Importación Correcta.....	112
Figura 5-12.- Pantalla de consulta de datos.....	114
Figura 5-13.- Opciones del Menú Mantenimiento.....	115
Figura 5-14.- Botones del Menú Mantenimiento.....	115
Figura 5-15.- Ventana del Mantenimiento de Celdas.....	116
Figura 5-16.- Ventana del Mantenimiento de Campos.....	117
Figura 5-17.- Ventana del Mantenimiento de Centrales.....	117
Figura 5-18.- Ventana del Mantenimiento de Celdas.....	118
Figura 5-19.- Ventana del Mantenimiento de Celdas.....	118
Figura 5-20.- Ventana del Mantenimiento de Usuarios.....	119
Figura 5-21.- Ventana del Sistema de Tráfico.....	119



Figura 5-22.- Ventana del Reporte de Tráfico.....	120
Figura 5-23.- Ventana del Reporte de Generado de Tráfico.....	121
Figura 5-24.- Ventana de exportación de reporte.....	122
Figura 5-25.- Ventana del Reporte del GOS.....	123
Figura 5-26.- Reporte del Grado de Servicio	124
Figura 5-27.- Ventana de la Eficiencia	125
Figura 5-28.- Reporte del Grado de Servicio.....	126
Figura 5-29.- Reporte de la Eficiencia del Sistema.....	127
Figura 5-30.- Reporte de la Predicción del Sistema.....	128
Figura 5-31.- Reporte Estadístico de la Predicción del Sistema.....	129

INDICE DE TABLAS

Tabla 2-1 Número de canales en una celda dado % de Bloqueo.....	56
---	----

Tabla 2-2 Número de canales en Erlangs para GOS.....	73
--	----

INTRODUCCIÓN

El Tráfico, es un parámetro muy importante para la optimización de una red celular. El análisis del tráfico para este proyecto se constituye básicamente en la obtención del grado de servicio y de la elaboración de estadísticas en función de las mediciones del tráfico obtenido. Además constituye una herramienta para facilitar la presentación de informes.

En este Sistema el análisis se basará en mediciones obtenidas de todos los parámetros que involucran el tráfico, para luego procesarlo, y obtener el Grado de Servicio, Eficiencia y predicción del mismo, además la elaboración de Cuadros Estadísticos, y de esta manera establecer criterios para tomar decisiones en lo que respecta a futuras ampliaciones en la red.

El sistema utilizará para su operación el programa Visual Basic, aprovechando su facilidad de acceso con el usuario, por lo que los gráficos, sean estos de análisis o predicción, podrán ser utilizados en la presentación de informe, según se requiera.

Capítulo 1

1.- GENERACIÓN DEL TRÁFICO EN UN SISTEMA CELULAR.

El sistema celular tiene la capacidad de dar servicio a cientos de miles de abonados en un área metropolitana considerable. Este se compone de cuatro elementos principales que trabajan juntos para prestar el servicio de telefonía móvil (Figura 1-1).

Red telefónica pública conmutada (PSTN)

Central de Control del MTX

Estación Base con sistema de antenas

Unidad móvil del abonado

1.1 Central de Control del MTX

La central de control del MTX constituye un bloque de multiplexación digital (DMS) que es núcleo de las redes de comunicación celular. Es una computadora modular que tiene instalados una serie de softwares diseñados para aplicaciones específicas de telecomunicaciones. Un DMS-MTX se compone de numerosas tarjetas y módulos electrónicos que se encuentran colocados en bastidores que se asemejan a un gabinete

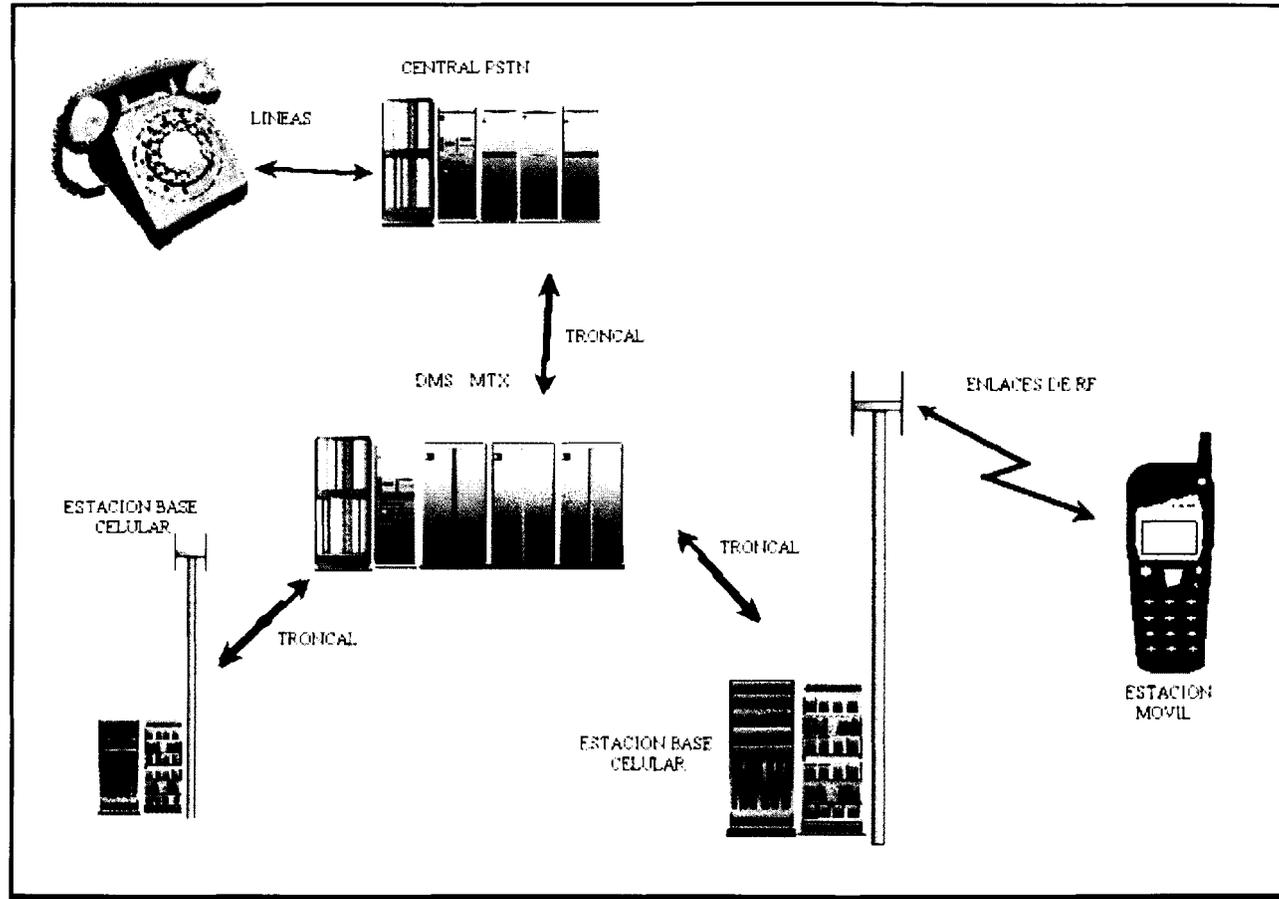


Figura 1-1.- Componentes del Sistema Celular

La función específica de una central digital es conectar un circuito con otro. La sección de la central que en realidad conecta los circuitos es la red. En la operación real, la red establece e interrumpe miles de conexiones durante su funcionamiento diario. La central realiza funciones como registrar información de facturación, realizar diagnósticos, generar reportes, registrar información de las llamadas, registrar información estadísticas, enrutar información estadísticas y validar a los usuarios del servicio.

Esta central de control cuenta con los siguientes atributos:

- Control de programa almacenado
- Procesamiento distribuido
- Enlaces de Multiplexación de 32 canales (DS-30)
- Enlaces de fibra óptica (DS-512)
- Red digital
- Entrada de troncales

Control de programa almacenado

El control central es un sistema de conmutación controlado por un programa almacenado, capaz de dar servicio a casi cualquier aplicación, sea esta de larga distancia o local. Los programas de instrucción que se requieren para realizar actividades de procesamiento de llamadas se almacena en los procesadores y

memorias de varias CPU que se localizan en todo el sistema. Todos éstos procesadores periféricos son controlados mediante una CPU principal, la que controla todas las operaciones de DMS consultando y ejecutando las instrucciones almacenadas.

Procesamiento distribuido

La arquitectura de esta central utiliza conceptos modulares con respecto al hardware y al software. Cada módulo de hardware tiene su propio microprocesador que está programado con la inteligencia necesaria para controlar las funciones relacionadas con ese módulo específico. Este control distribuido del microprocesador libera a la unidad de procesamiento central principal optimizando su funcionamiento para prestar un servicio eficiente y confiable para numerosas líneas o troncales.

Enlaces de Multiplexación de 32 canales (DS-30)

Los medios que llevan información digital se basan en una configuración de cuatro alambres (un par de transmisión y un par de recepción) y son capaces transmitir y recibir información en forma simultánea. Cada medio de cuatro alambres lleva 32 canales de información de TDM. La multiplexación por división tiempo en la central habilita la transmisión de 32 señales individuales a través de

una sola señalización común al transmitir cada señal en secuencia a diferentes intervalos. Todas las señales que entran al sistema se requiere que se codifiquen de manera digital, ya que el DMS es totalmente digital.

Enlaces de fibra óptica (DS-512)

El DS-512 es un enlace de transmisión de fibra óptica implementado en el sistema DMS. El protocolo se introdujo para aprovechar la tecnología de fibra óptica. Un enlace DS-512 es equivalente a 16 enlaces DS-30

Red digital

Ya que todos los medios que entran o salen de la red llevan información digital, el MTX conmuta las conexiones de voz a través de una red totalmente digital. La capacidad de implementar la conmutación por división de tiempo en una red digital mejora en mucho la flexibilidad de la matriz de conmutación y virtualmente elimina el bloqueo de la red y la diafonía.

Entrada de troncales

Cuando se procesa una llamada, el sistema debe utilizar datos que se relacionen con el cliente, como el número de directorio, las

opciones de línea, los tipos de grupos de troncales y las señales de marcación inicial.

1.2 Red de Conmutación MTX y módulos periféricos

La red establece y mantiene trayectos bidireccionables (cuatro cables) de voz y mensajes entre los módulos periféricos (PM) y proporciona conexiones para los mensajes entre los PM y el central auxiliar (SuperNodo o SNSE). Debido a que la red se duplica totalmente, cada conexión activa es respaldada a través de una conexión inactiva correspondiente. En caso de que falle alguna conexión, su respaldo se activa y funciona en su lugar automáticamente.

ENET

La ENET se introdujo al mercado en 1990 y ofrece una enorme flexibilidad al eliminar las restricciones que existen en la red con uniones. La ENET es una central de tiempo con matriz que proporciona conexiones moduladas por pulsos codificados de datos y voz entre los PM y los trayectos de mensajes dirigidos al DMS – bus.

Ventajas de la ENET

La arquitectura de la ENET ofrece numerosas ventajas a las compañías celulares. La ENET disminuye los gastos de ingeniería al asegurar señalizaciones dedicadas a través de la red y al eliminar la necesidad de equilibrar la carga o combinación de tráfico a través de la matriz. Siendo un sistema sin uniones, la ENET no requiere la gran cantidad de cables que alguna vez se necesitaron para conectar los módulos de la red. Ya que tiene un 85 por ciento menos cantidad de tarjetas que la JNET, la ENET proporciona mayor confiabilidad y necesita menos atención de ingeniería y mantenimiento. Asimismo la ENET reduce los requerimientos de espacio, así como los gastos de capital, mantenimiento e ingeniería. Se puede ampliar aprovisionándola con equipo de fácil conexión.

La ENET en la arquitectura del superNodo

Como un componente clave de señalización / conectividad para servicios tanto de la actualidad como del futuro, la ENET hace interfase con el DMS – core del sistema DMS SuperNodo, con el DMS – bus y con periféricos existentes, como se muestra en la figura 1-2

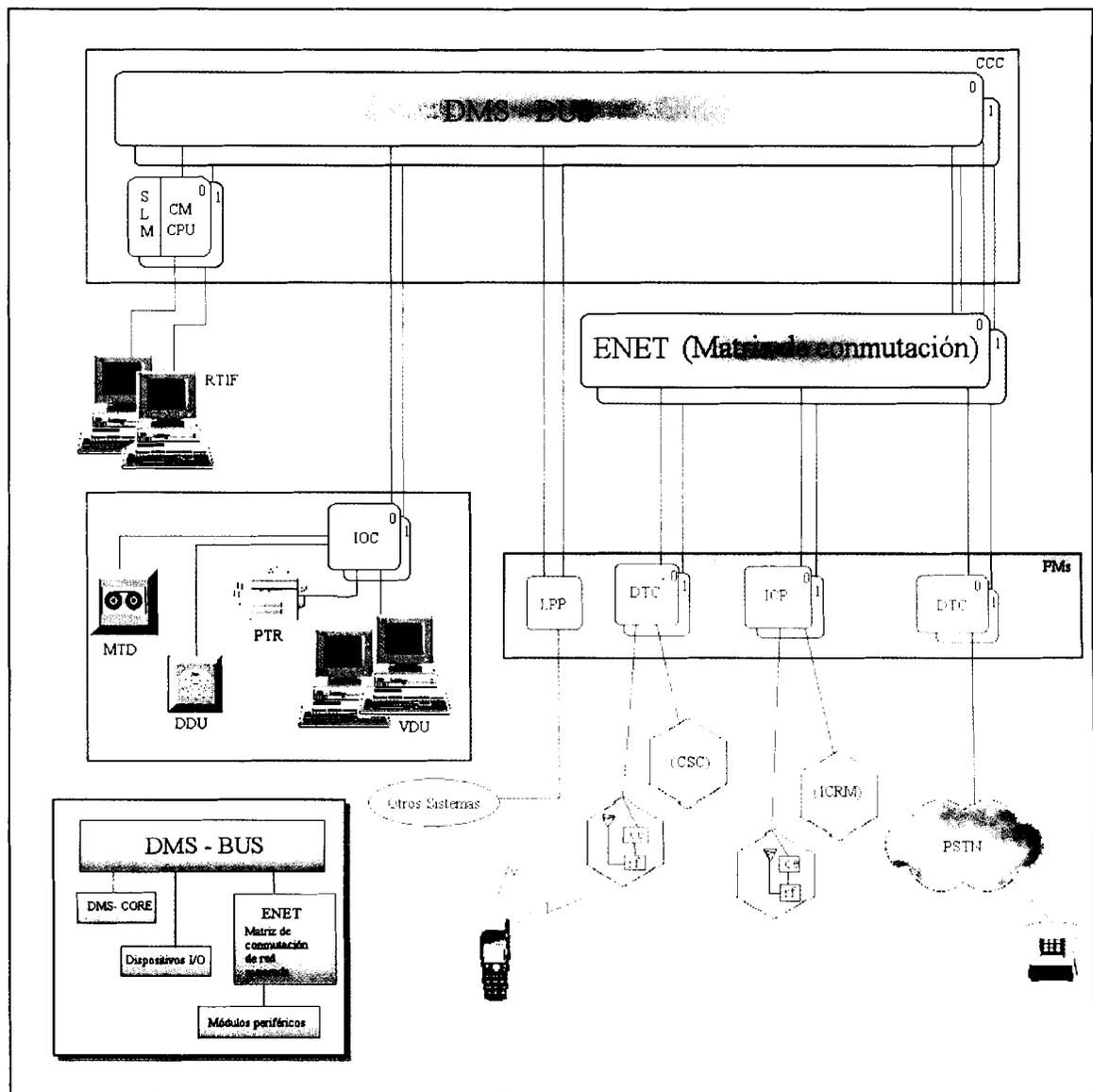


Figura 1-2.- Diagrama y arquitectura de DMS - MTX

Interfase con el DMS – bus

Para aprovechar al máximo la capacidad de la ENET, los enlaces físicos de comunicación entre el DMS – bus y la matriz de conmutación son conexiones de fibra óptica DS – 512. NT asigna periféricos que se conectan a la ENET en puertos independientes de mensajes del DMS – bus para cada plano de dicho bus.

Cada repisa de la ENET se sincroniza en forma independiente con el DMS- bus. La tarjeta de mensaje / reloj es responsable de la sincronización y distribución de reloj en la repisa de la ENET. La tarjeta de mensaje/ reloj conecta un enlace de fibra óptica DS – 512 desde cada plano de la central de mensajes a la ENET. El enlace de fibra óptica proporciona la conexión para que las señales de temporización y control se envíen entre la ENET y el DMS – bus. Todas las repisas de la ENET realizan esta actividad en forma independiente.

Módulos periféricos del DMS- MTX

Los módulos periféricos (PM) del sistema DMS-MTX son unidades montadas en repisas o bastidores que proporcionan interfases entre la red de conmutación digital DMS – MTX y las facilidades de transmisión analógica o digital, circuitos de servicios o PM

subsidiarios. El subsistema de PM adapta las características de esta serie de recursos al formato de multiplexión por división de tiempo de 32 canales de 2.56 Mbits/s que se utiliza en el sistema DMS-MTX. Asimismo, el subsistema de PM sirve como una interfase entre el sistema y los canales de radio frecuencia (RF)

Cada PM cuenta con un procesador periféricos (PP) que lleva a cabo tareas de procesamiento local y controla el flujo de mensajes entre sí mismo y el componente de control. Esta acción autónoma del PP aligera las tareas de procesamiento local de rutina del componente de control, permitiendo que el PP se concentre en actividades de nivel superior.

Interfase de módulo periférico

Los PM hacen interfase con la red a través de señalizaciones de voz duplicadas. Una llamada desde el PM de origen hasta el PM de destino a través de la red se realiza a través de una señalización de voz duplicada. La señalización de voz reserva espacio de interfase para los mensajes de información y de control entre el componente de control y el PM.

El sistema celular inalámbrico tiene un formato de 32 canales para establecer comunicación con los PM. De los 32 canales, 30 se utilizan para señalizaciones de voz entre el PM y la red. Uno de los dos canales restantes (uno no se utiliza) proporciona señalizaciones para un sistema interno de mensajes. Este sistema facilita las interfases de control y comunicación el PM y la red de conmutación.

Cada conexión de 32 canales entre un PM y la red consta de señalizaciones de transmisión y recepción de 32 canales y 4 cables. Este formato de transmisión se denomina DS30. los enlaces de voz se duplican y contienen el mismo número de enlaces existentes entre un PM y cada plano (0 ó 1) de la red.

Tipos de módulos periféricos

El número y tipo de PM en una central en particular es determinado según el nivel de uso planeado en el sistema. El DMS-MTX y MTXD utilizan los siguientes PM:

Controlador de troncal digital (DTC)

Periférico celular inteligente (ICP)

Módulo de procesamiento de señales digitales (DSPM)

Módulo de remoto celular integrado (ICRM)

Controlador de troncal digital

El controlador de troncal digital (DTC) es un módulo periférico de dos unidades (unidades 0 y unidades 1) que proporciona las funciones necesarias para soportar las terminaciones de troncal hacia la PSTN. Las dos unidades operan en modo activo de reserva. Es decir, una unidad está activa llevando a cabo las funciones necesarias de procesamiento y control, mientras que la otra unidad se encuentra en el modo activo de reserva y puede entrar en acción si ocurre una falla en la unidad activa.

Módulos periféricos con capacidad digital

El DMS – MTX maneja servicios celulares digitales y analógicos. Los periféricos celulares inteligentes (ICP) y los módulos de procesamiento de señales digitales (DSPM) ayudan con el procesamiento de llamadas desde el nivel del módulo periféricos (PM). En una alineación de DMS-MTX estándar, el ICP y los DSPM se configuran en el gabinete de periféricos celulares inteligentes digitales (DICP). Las funciones principales del DICP y del MDSP son las siguientes:

Proporcionar una interfase con los sistemas analógicos de radio ya existentes y recién instalados.

Proporcionar la plataforma básica para la transición de procesamiento de llamadas celulares analógicas a procesamiento de llamadas celulares digitales.

Permite la transferencia del procesamiento de llamadas y las funciones de mantenimiento de la central a ICP

Reemplazar el controlador de troncal digital (DTC) y el controlador de estación base celular (CSC)

Periférico celular inteligente

El periférico celular inteligente (ICP) es un controlador de estación base celular que utiliza el controlador de troncales digitales de ISDN (DTCI). El DTCI soporta a la red digital de servicios integrados (ISDN).

El objetivo principal del ICP es proporcionar una transición sin problemas de los sistemas celulares analógicos a los digitales. Asimismo, el ICP incrementa la capacidad de procesamiento celular de llamadas, reduce los costos del equipo celular y proporciona una interfase estándar y un protocolo de mensajes para adaptarse a los diferentes tipos de equipos de RF que se localizan en las estaciones base celulares existentes.

El diseño, potencia y funcionalidad del ICP elimina la necesidad de un controlador de troncales digitales (DTC) y un controlador de estación base celular (CSC) en los sistemas analógicos. La ubicación del ICP en la estación base de conmutación permite la transferencia de las funciones de procesamiento de llamadas y de mantenimiento de la central al ICP. El ICP se conecta al equipo de la estación base celular a través de enlaces. La Figura 1-3 muestra la interfase del ICP con una estación base celular.

Módulo de procesamiento de señales digitales

El DSPM realiza la codificación / decodificación de voz a velocidad baja de bits y sincroniza las tramas de acceso múltiple por división de tiempo (TDMA). Un solo DSPM puede procesar hasta 24 canales digitales de voz. Cada gabinete del periférico celular inteligente celular digital (DICP) procesa hasta 192 canales de voz (24 canales x 4 módulos por repisa x 2 repisas por gabinete).

El DSPM se comunica con el DMS-MTX a través del ICP. Todas las comunicaciones entre el ICP y el DSPM se realizan a través de los enlaces DS-30A



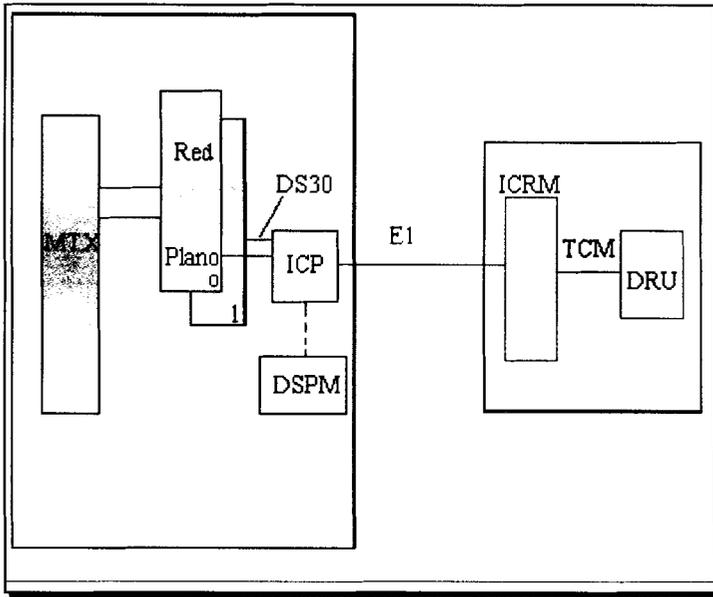


Figura 1-3.- Interfase del ICP a la estación base Celular

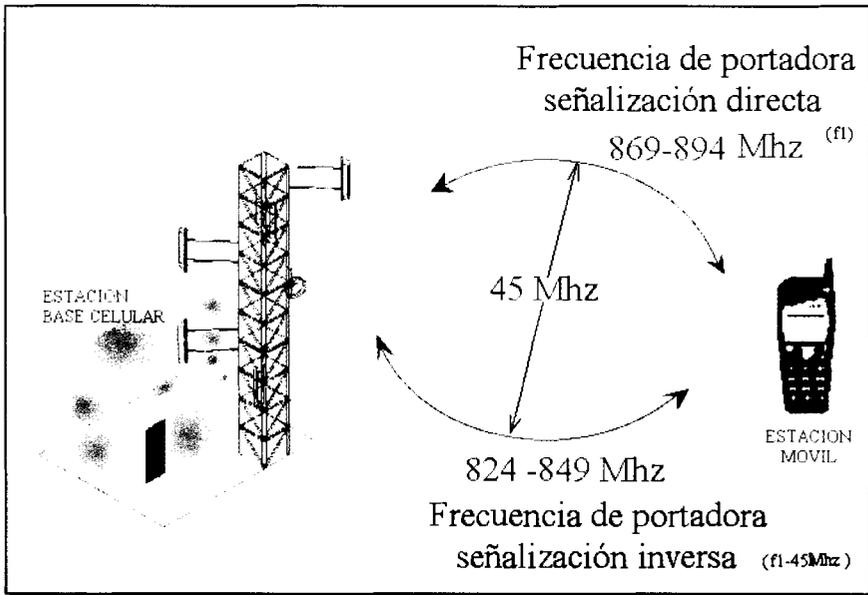


Figura 1-4.- Frecuencias de portadora de señalización directa /inversa

Módulo remoto celular integrado (ICRM)

Es un periférico de estación base celular que sirve como interfase entre el ICP y los subsistemas de transmisión de radio. Esto crea una amplia red de comunicaciones tanto interna como externamente: se comunica externamente con el periférico celular inteligente (ICP), unidades de radio, dispositivos de alarma y control, e internamente entre las repisas y tarjetas. El ICRM utiliza portadoras T1 entre el ICP y la estación base celular.

1.3 Procesamiento de llamadas

Hay 832 canales asignados a la banda celular. Cada canal consiste en dos frecuencias con una separación de 45 MHz, tal como se muestra en la Figura 1-4. Estos canales se dividen en dos bandas, la banda A y la banda B que pueden ser utilizada por portadoras inalámbricas o por portadoras alámbricas. Cada banda cuenta con 21 canales de control que se utilizan para fines de establecimiento de llamadas y no portan voz. Los 395 canales restantes en cada banda son canales de voz.

1.3.1 Señalización directa e inversa

Unidad (móvil) del abonado

Cada unidad móvil cuenta con un dispositivo de memoria denominado módulo de asignación de número (NAM). El NAM contiene el número de directorio de la unidad móvil o MIN (número de identificación de la unidad móvil).; MIN1 es el código de la central de siete dígitos y el MIN2 es el código de área. Por ejemplo, en el número de directorio 972-555-1212, es el MIN1 , en tanto que el 972 es el MIN2

Cada unidad móvil está también programada con el número de identificación del sistema (SID) del sistema celular. La Federal Communications Commission (FCC) asigna un número único a cada portadora celular. Los operadores de la banda A generalmente cuenta con SID nones de cuatro dígitos y los operadores de la banda B generalmente cuenta con SID pares de cuatro dígitos.

Cada unidad móvil tiene un número electrónico de serie (ESN), el formato del ESN (en decimales)

Secuencia típica de procesamiento de llamadas

Para originar o recibir una llamada, la unidad móvil debe entrar en una secuencia de iniciación. La inicialización se presenta cuando la unidad móvil se enciende y es cuando este realiza un autodiagnóstico. En caso de que fallara cualquier parte de la rutina de diagnóstico, el teléfono mostraría un código de error el teléfono se apagaría.

A continuación, la unidad móvil rastrea los 21 canales de control buscando el canal activo con la señal más intensa. Las unidades móvil del lado A empiezan a rastrear 21 canales en orden descendente, empezando con el 333. las unidades móvil del lado B rastrean 21 canales en orden ascendente, empezando con el canal 334, tal como se muestra en la figura 1-5. La unidad móvil busca el canal de control más potente y empieza a decodificar la sucesión de mensajes de encabezado.

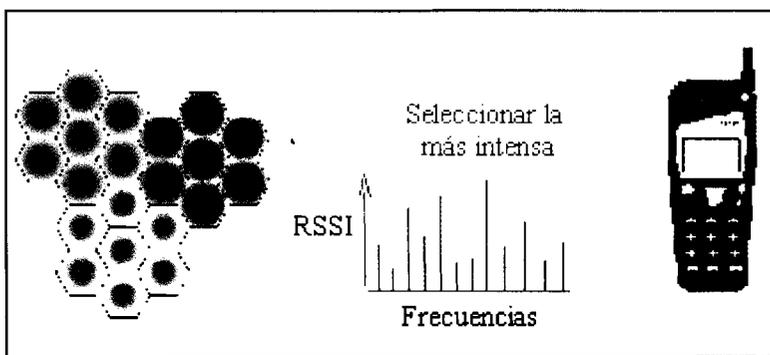


Figura 1-5.- Rastreo de las frecuencias del canal de control

2. incluye a la unidad en la lista de unidades activas, registra su ubicación
3. Envía un mensaje de confirmación de regreso a la unidad móvil.

El registro puede realizarse haciendo una llamada al sistema o transmitiendo de manera periódica su MIN 1 y MIN2 en el RECC. La transmisión periódica (registro) de una unidad móvil se llama registro autónomo.

Los campos REGH y REGR (local y visitante) en la segunda palabra del mensaje de encabezado en el FOCC habilita la secuencia de registro autónomo. Este registro permite controlar en forma separada el registro de unidades móviles locales y visitante.

Mientras se encuentra en tarea inactiva, la unidad móvil monitorea el canal de búsqueda, tratando de localizar el siguiente mensaje REGID:

El campo REGID de 20 bits de ancho es análogo a un reloj de tiempo real. El REGID cuenta de cero a 1.048.576, regresa, y sigue contando, como sucede con el odómetro en los autos.

Posteriormente, la unidad móvil rastrea los 21 canales por segunda vez. Esta vez, la unidad móvil busca el canal de búsqueda más potente. La unidad móvil se bloquea en el canal de búsqueda más potente y entra en "tarea inactiva". Aún cuando la unidad móvil rastrea los 21 canales de control por segunda vez buscando un canal de "búsqueda", la unidad móvil de hecho regresa al mismo canal de control.

Mensajes de encabezado

Todas las unidades móviles utilizan los mensajes de encabezado. La información en estos mensajes puede ser el SID del sistema celular, información de búsqueda combinada y del canal de acceso, e información sobre el registro del abonado.

Registro automático

La unidad móvil sabe si debe registrarse o no monitoreando el mensaje de encabezado del canal de control.

La unidad móvil

1. Espera a que el bit de ocupado / libre indique "libre"
2. Transmite un mensaje de solicitud de registro.

El sistema

1. Compara los datos de la unidad móvil con la base de datos.

Cuando una unidad móvil se inicializa en un sistema diferente, recibe un REGID. En caso de que la unidad móvil coloque una llamada antes de recibir el REGID, en ese momento se hace el registro. Cuando la unidad móvil recibe el mensaje REGID la unidad móvil registra el valor actual del mismo y suma 450 (REGINCR por omisión) al valor. El conteo resultante determina la siguiente vez (NXTREG) que la unidad móvil se vuelve a registrar.

$$\text{REGID} + 450 = \text{NXTREG}$$

Si la unidad móvil tiene acceso al sistema antes de que el REGID actual iguale al NXTREG, la unidad móvil suma 450 al valor REGID recién recibido y se registra con el tiempo nuevo. Si la unidad móvil deja al sistema y regresa en algún momento después de que el REGID actual exceda el valor de NXTREG, se registra cuando se reciba el siguiente REGID.

Llamada entrante desde una línea terrestre.

Al recibir una llamada entrante desde la PSTN, el MTX:

Verifica la base de datos de unidades móviles, observando la última ubicación de la unidad móvil.

Envía un mensaje a los radio del canal de control en la “zona” de la unidad móvil, indicándoles que transmitan el mensaje de búsqueda a la unidad , móvil.

(el mensaje de búsqueda incluye el M.I.N de la unidad móvil, además de unos cuantos bits que indican a la unidad móvil que hay una llamada entrante).

(Nota: Si el MTX no está utilizando la capacidad de búsqueda por zonas, el mensaje de búsqueda es transmitido por todos los canales e control de las estaciones base celulares.)

Al escuchar un mensaje de búsqueda que coincide con el MIN , la unidad móvil:

Vuelve a rastrear los canales de control.

Observa el bit de ocupado / libre, cuando está libre, transmite el mensaje de respuesta de búsqueda al canal de control.

Al recibir el mensaje de respuesta de búsqueda, el MTX.

Determina la ubicación de la unidad móvil (cuál célula)

Empieza a establecer un enlace del canal de voz hacia la unidad móvil.

El MTX identifica y selecciona un radio de canal de voz libre.

Envía un mensaje al radio del canal de voz (VCH), indicándole que “despierte” y empiece a transmitir una frecuencia de SAT.

Envía un mensaje al radio del canal de control, indicándole que transmita un mensaje VCDES a la unidad móvil. (El mensaje VCDES indica a la unidad móvil que cambie a una frecuencia de canal de voz y que detecte una frecuencia de SAT).

Al recibir el mensaje VCDES, la unida móvil:

Envía un mensaje de CONFIRMACION DE ORDEN de regreso al canal de control.

Vuelve a sintonizar un canal de voz asignado, escucha el SAT:

Si el SAT es correcto, empieza a transmitir el mismo SAT de regreso al VCH.

Al recibir el SAT correcto, el VCH:

Envía un mensaje al MTX, informándole que se ha establecido un enlace de RF.

El MTX envía un mensaje al VCH, indicándole que envíe un mensaje de ORDEN DE ALERTA a la unidad móvil.

Envía un mensaje a la PSTN de que envíe un tono de control de llamada a la parte de origen.

Al recibir el mensaje de ORDEN DE ALERTA, la unidad móvil:

Empieza a sonar y a transmitir un ST de 10 kHz al canal de voz.

Cuando el abonado contesta, deja de sonar y detiene el ST.

Cuando la señal de ST se detiene, el VCH envía un mensaje al MTX indicándole que el abonado ha contestado.

Al notificarse que el abonado de la unidad móvil ha contestado, el MTX completa la interconexión en la red de conmutación para establecer una trayectoria de voz desde al PSTN a la unidad móvil. Ahora ya se ha establecido en enlace y la llamada está en proceso (Figura 1-6).

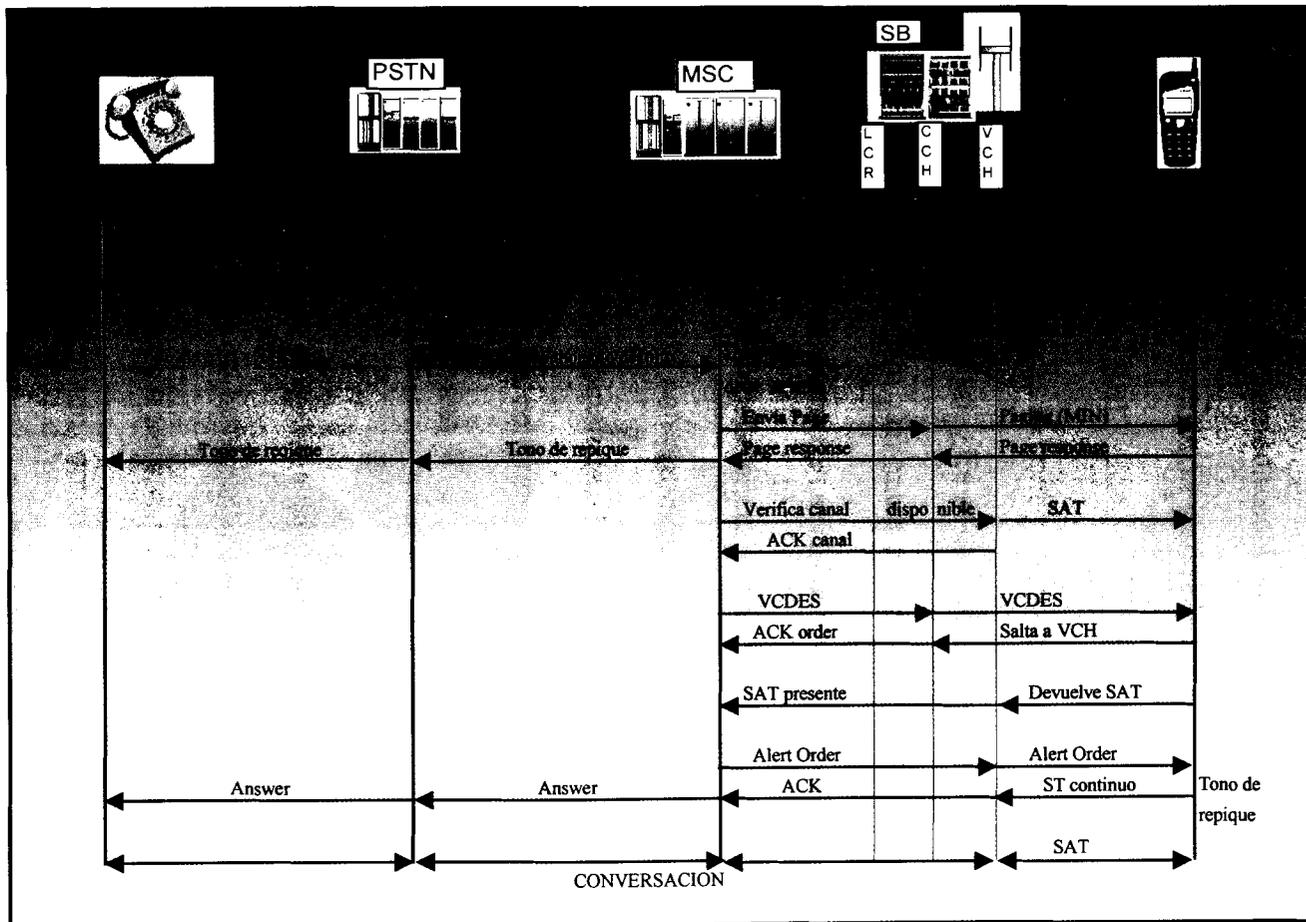


Figura 1-6.- Llamada entrante desde una línea terrestre

Supervisión de llamada analógica y señalización durante una llamada analógica

Mientras la llamada está en proceso, se transmiten los siguientes tonos de supervisión y señalización.

- El tono SAT
 - Confirma la continuidad de la llamada para el sistema
 - Integridad: ¿Es el usuario correcto?
 - Calidad: ¿La calidad es la adecuada?
- Señalización en el canal de voz analógico
 - Método de silencio y ráfaga, FSK similar al FOCC/RECC
- Tono de señalización

La unidad transmite el ST a través del canal de voz de señalización inversa para confirmar ciertos comandos y órdenes recibidos desde la estación base.

Llamada originada desde la unidad móvil

Después de la originación y de la espera, el abonado desea hacer una llamada a un abonado con línea terrestre:

- El abonado empieza introduciendo el número deseado (de destino), después presiona el botón SEND
- Posteriormente, la unidad móvil rastrea los canales de control

- Observa el bit de ocupado / libre, una vez que está libre, transmite un mensaje de solicitud de originación.

Al recibir el mensaje de solicitud de originación, el CCH envía un mensaje al MTX informándole de la solicitud.

El MTX:

- Compara la identificación de la unidad móvil de origen con la base de datos.
- Identifica y selecciona un radio de canal de voz libre en la célula.
- Envía un mensaje al VCH, indicándole que “despierte” y empieza a transmitir una frecuencia de SAT.
- Envía un mensaje al CCH, indicándole que transmita un VCDES a la unidad móvil.

Al recibir el mensaje VCDES, la unidad móvil:

- Envía una CONFIRMACIÓN DE ORDEN al CCH.
- Vuelve a sintonizar el VCH asignado, escucha el SAT. Si el SAT es correcto, transmite el SAT de regreso al VCH.

Al recibir el SAT correcto desde la unidad móvil, el VCH:

- Envía un mensaje al MTX, indicándole que se ha establecido un enlace de RF.

Después, el MTX traduce la llamada; si lo hace con éxito, transfiere la llamada a la PSTN, el MTX envía las señales adecuadas (control de llamada, tono de ocupado, etc.) a la unidad móvil a través del VCH.

Cuando la parte de destino contesta, el MTX completa la interconexión en la red de conmutación para establecer una trayectoria de voz desde la PSTN a la unidad móvil.

Ahora el enlace ha sido establecido y la llamada está en proceso (Figura 1-7).

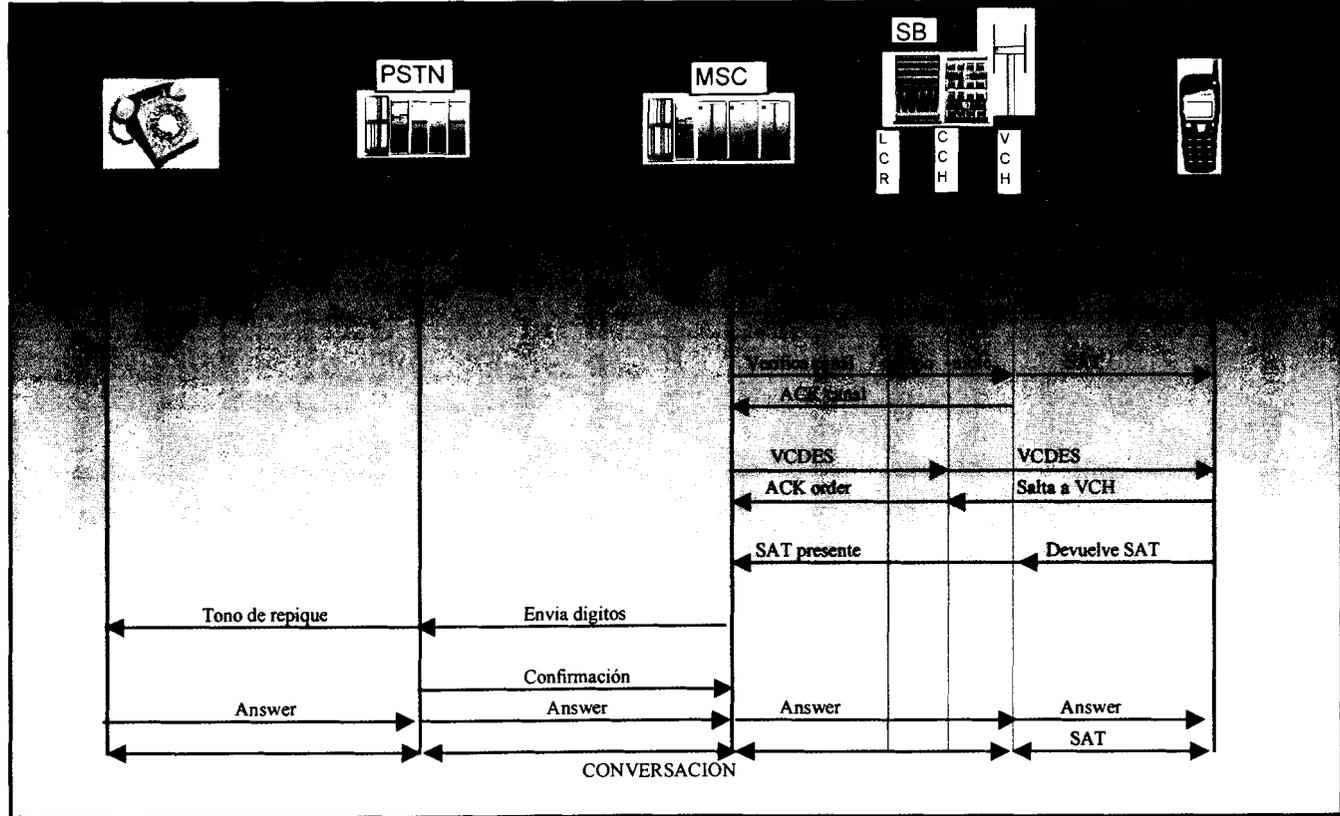


Figura 1-7.- Llamada originada desde una unidad móvil

Señalización y envío de mensajes

El SAT se transmite en ambas direcciones mientras dure la llamada.

Tipos de mensajes

- Comandos de activación / desactivación
- Mensajes de funciones (por ejemplo, llamada en espera)
- Mensajes de comandos de handoff
- Confirmación de orden (de unidad móvil a célula)
- Activación de funciones (de unidad móvil a célula)
- Mensajes de silencio y ráfaga.

Se utilizan para emitir comandos a la unidad móvil (activación / desactivación) o para informarle de la funciones (llamada en espera)

El audio y el SAT se silencian (anulan) temporalmente

La ráfaga de datos de 10 kbps emite-recibe el mensaje

- Tono de señalización (onda sinusoidal de 10 kHz)

Confirmación de orden de handoff de 50ms.

Activación de funciones de 400ms.

1.8seg. para indicar que el abonado ha colgado

Continuo para indicar tono de llamada

Reintento directo

Cuando una unidad móvil intenta hacer una llamada, tiene acceso al canal de control más potente (o mejor). La célula a la que intenta tener acceso a la unidad móvil probablemente no tenga canales de voz disponibles. El reintento directo permite al sistema dirigir la unidad móvil a una célula adyacente que cuente con canales de voz disponibles.

El proceso de la llamada es igual que para una llamada normal hasta el momento en que la unidad móvil obtiene un mensaje inicial de asignación de canal de voz. Si no hay canales de voz disponible o el número de canales de voz ocupados está por arriba del porcentaje programado, el sistema envía a la unidad móvil una orden de reintento directo.

Transmisión de datos en el TDMA

Estructura de la trama y ranura de tiempo.

Las unidades móviles y las estaciones base transmiten información en tramas. La Figura 1-8 muestra la estructura en tramas de una transmisión de estación base a unidad móvil y de unidad móvil a estación base en el TDMA IS -54 (canal de tráfico). Una trama entera de TDMA consiste en seis sub unidades o ranuras de

información. Cada ranura contiene bits de información acerca de un canal de voz específico. En el caso del TDMA-3, la ranura 1 y la ranura 4 contienen información para la misma unidad móvil (las ranuras 2 y 5 y las ranuras 3 y 6 funcionan de la misma forma).

La longitud de la trama de cada canal de RF digital es de 40 milisegundos. Cada una de las seis ranuras de tiempo tiene una longitud idéntica, exactamente 162 símbolos o 324 bits de información (el símbolo A es 2 bits de información).

Cada ranura contiene un número de subcampos de datos. Cada subcampo de datos tiene un fin único al definir el mensaje general.

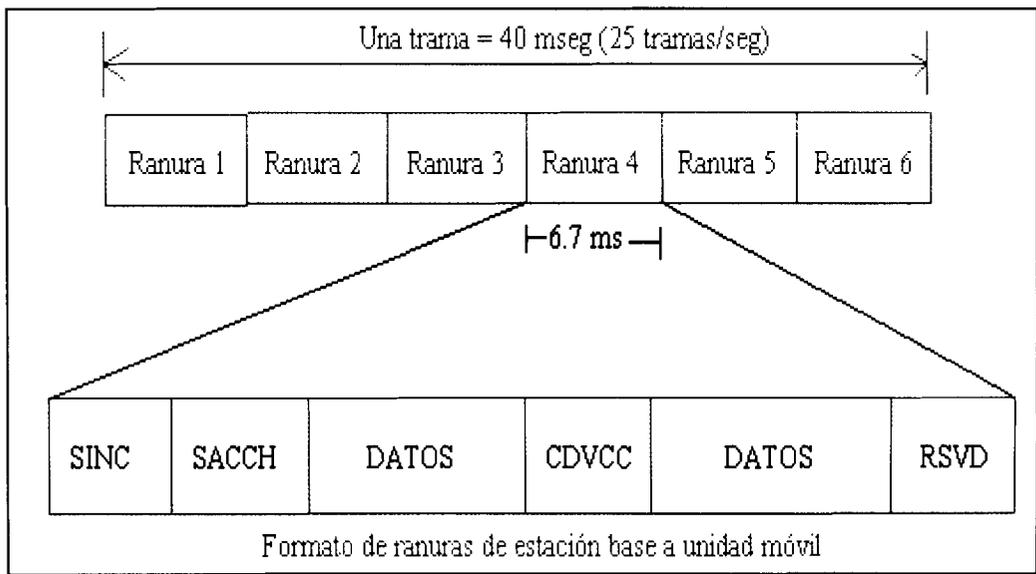


FIGURA 1-8.- Formato de Tramas y Ranura de TDMA

1.3.2 Requerimientos de Handoff

El handoff permite que una unidad móvil en estado de conversación se mueva dentro de un área de servicio celular. Un handoff tiene lugar cuando la potencia de la señal de unidad móvil en la estación base celular alcanza un umbral programado. El handoff puede hacerse a un canal de voz en la misma célula física o a un canal de voz en una célula adyacente. El handoff puede ser incluso hacia un canal de voz en una célula que pertenezca a un sistema vecino. En cualquier caso, el proceso de handoff es similar.

El handoff es necesario por las siguientes razones:

Para continuar la llamada

- Para evitar que la llamada se caiga conforme se aleja del rango de cobertura de la célula servidora.

Para evitar interferencia

- Mantener la proporción de C/I deseada
- Evitar provocar o recibir interferencia en otras células

Por razones operativas

Para balancear la carga, mantener el VCH, etc

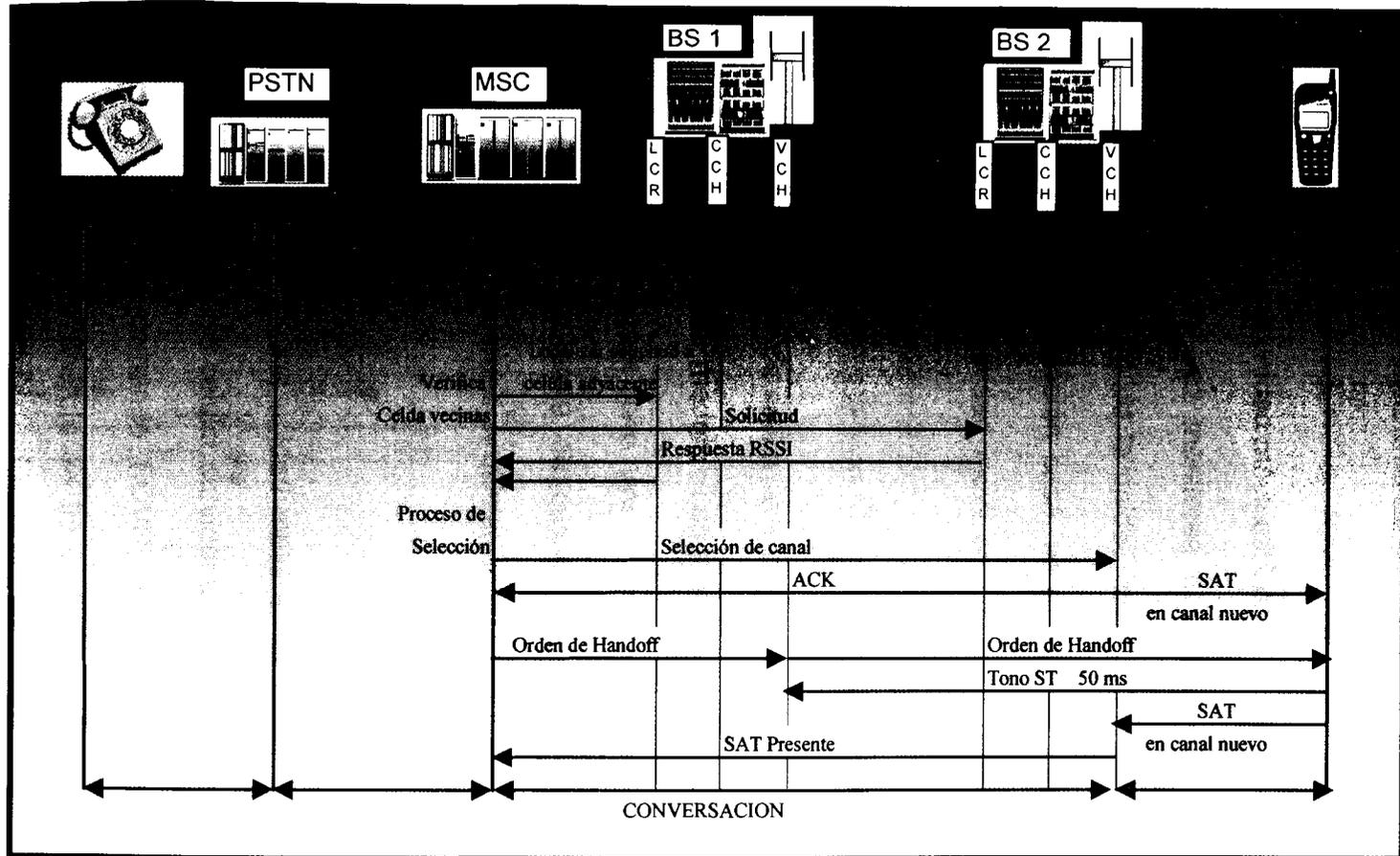


FIGURA 1-9.- Procesamiento de handoff

RSSI/control dinámico de potencia

Cuando una unidad móvil está en el modo de conversación, el radio de canal de voz monitorea el indicador de intensidad de señal recibida (RSSI) de la unidad móvil. Conforme la unidad móvil se aleja de la estación base, se reduce el RSSI. En forma inversa, conforme la unidad móvil se acerca a la estación base, el RSSI aumenta.

Los cambios de salida de energía de la unidad móvil son activados por el RSSI medido. Las unidades móviles AMPS tienen una capacidad para ocho niveles de energía, 0-7, con una diferencia de nivel de energía de cuatro dBW entre pasos. Los teléfonos portátiles no pueden utilizar los dos niveles superiores (niveles 0 y 1).

El RSSI de una unidad móvil se reduce conforme se aleja de la estación base celular servidora. Al detectarse esta disminución, se envía un comando FOVC indicándole a la unidad móvil que aumente la energía de transmisión. Esto aumenta el RSSI de la unidad móvil. Conforme la unidad móvil se acerca a la estación base celular, un comando FOVC puede reducir el poder de

transmisión de la unidad móvil. El control de la potencia e salida de la unidad móvil en esta forma puede ayudar a reducir los problemas de interferencia.

El RSSI también se utiliza para controlar el proceso de handoff.

Proceso de handoff

Cuando una unidad móvil está en el modo de conversación y se aleja de su estación base celular servidora, el RSSI en la estación base disminuye. La estación base puede enviar un comando a la unidad móvil para que aumente su energía de salida a fin de compensar esta reducción. Con el tiempo, la unidad móvil alcanza una potencia total y el RSSI continúa disminuyendo. Cuando el RSSI cae por debajo del nivel de handoff (HOTL), la estación base celular servidora lo notifica al MTX. El MTX revisa la base de datos buscando células que estén adyacentes a la célula servidora.

El MTX envía un comando a los receptores de localización (LCR) en la célula servidora y las células adyacentes para sintonizar el canal en el que está operando la unidad móvil (Figura 1-9). Un LCR es un radio que puede sintonizar cualquier canal de voz y medir el RSSI de una unidad móvil.

Cada receptor de localización sintonizar el canal de voz de la unidad móvil, mide el RSSI y reporta la medición a la central. El MTX compara las lecturas y determina qué estación base celular tiene la señal más potente. Entonces, la central selecciona un canal de voz libre de la célula objetivo. El nuevo canal de voz comienza a transmitir el SAT.

La central envía un comando de handoff que contiene la nueva asignación de canal de voz y el nivel de potencia en el FOVC (señalización de silencio y ráfaga) en la célula servidora a la unidad móvil. La unidad móvil transmite un ST de 50 ms a la estación base celular para confirmar que la unidad móvil recibe el comando de handoff. La unidad móvil sintoniza el canal de objetivo. Cuando la unidad móvil llega al canal objetivo, verifica que el SAT sea correcto y emite-recibe el SAT de regreso a la estación base celular. Cuando la nueva estación base recibe el SAT, desconecta el antiguo canal de voz y se habilita la señalización de audio del nuevo canal de voz. Este proceso lleva aproximadamente un cuarto de segundo.

Alineación de temporización

Cada unidad móvil toma turnos en la transmisión de ráfagas de datos. La sincronización de unidad móvil tiene lugar de tal forma

que se reduce al mínimo la probabilidad de que más de un conjunto de datos en ráfaga llegue a la estación base al mismo tiempo. Una colisión de datos podría degradar gravemente la calidad de la voz de la ranuras de tiempo en colisión (es decir, los datos de la ranura de tiempo contienen errores)

El procesamiento de alineación de temporización controla la temporización de la transmisión de ráfagas de TDMA de la unidad móvil, de tal forma que la ráfaga de datos llega a la estación base el momento adecuado con relación a las otras transmisiones en ráfaga de ranura de tiempo de la unidad móvil. Cuando una estación base percibe que las ranuras de tiempo se superponen, envía un mensaje de temporización adecuado a la unidad móvil que utiliza el canal de señalización directa. Este mensaje de alineación corresponde a la distancia a la que está la unidad móvil de la estación base. Debido a que las unidades móviles se acercan o alejan de la estación base, la alineación de temporización debe actualizarse en forma continua.

Si una unidad móvil no cuenta con la información correcta de alineación de tiempo, es posible que tenga que enviar una secuencia de 324 bits durante el intervalo de ranura para evitar una

colisión entre la ráfaga de la unidad móvil y la de una ranura vecina. Esta secuencia se conoce como ráfaga reducida.

Durante una situación de handoff, el mensaje de handoff de la unidad móvil contiene información sobre la alineación de tiempo estimada. La alineación de tiempo estimada depende del tamaño de la célula objetivo par el handoff.

Un handoff para una célula de diámetro más pequeño tiene una alineación de tiempo ajusta a fin de evitar colisiones de ráfaga. Los handoff de analógico a digital y de digital a digital contiene un campo de indicador de ráfaga reducida (SBI) en el mensaje de handoff.

El campo SBI indica a la unidad móvil una de las tres posibles condiciones de handoff:

Handoff a una célula de menor tamaño

Handoff de sector a sector (dentro de la misma célula)

Handoff a una célula de mayor tamaño

1.4 Operación en red de un Sistema Celular

Introducción

La red celular a nivel nacional no es un concepto nuevo. Una red sin uniones se define como aquella en la que un abonado es capaz de hacer una llamada desde cualquier punto dentro de un país sin interrupción cuando viaja de una región a otra. Esto se conoce como "Roaming sin uniones". Estos países han logrado un roaming sin uniones utilizando únicamente un fabricante de centrales. Todas las centrales en las diferentes regiones se comunican por medio de mensajes propietarios. Las compañías operadoras vieron las limitantes de comunicación entre las diferentes centrales e hicieron presión para obtener una normatividad de operación en red. De este modo se estableció la norma IS-41.

El IS-41 es un protocolo de mensajes que permite a las centrales de diferentes proveedores comunicarse entre sí. El IS-41 ofrece la capacidad de tener redes regionales y nacionales.

Proveedores de redes

La Cellular Telecommunications Industry Association (CTIA) ha propuesto un sistema de red. El objetivo de la CTIA es

implementar una red sin uniones utilizando el CSS7. Esta red transporta mensajes IS-41. Los proveedores intermediarios de servicios de red podrán también tener acceso a la red en representación de los operadores celulares con licencia que utilicen sus servicios.

Elementos de la red celular

A continuación se presenta una lista de los cuatro elementos principales de la red (Figura 1-10):

- Centro de conmutación móvil (MSC).
- Registro de localización de abonados locales (HLR)
- Registro de localización de abonados visitantes (VLR)
- Red telefónica pública conmutada (PSTN)

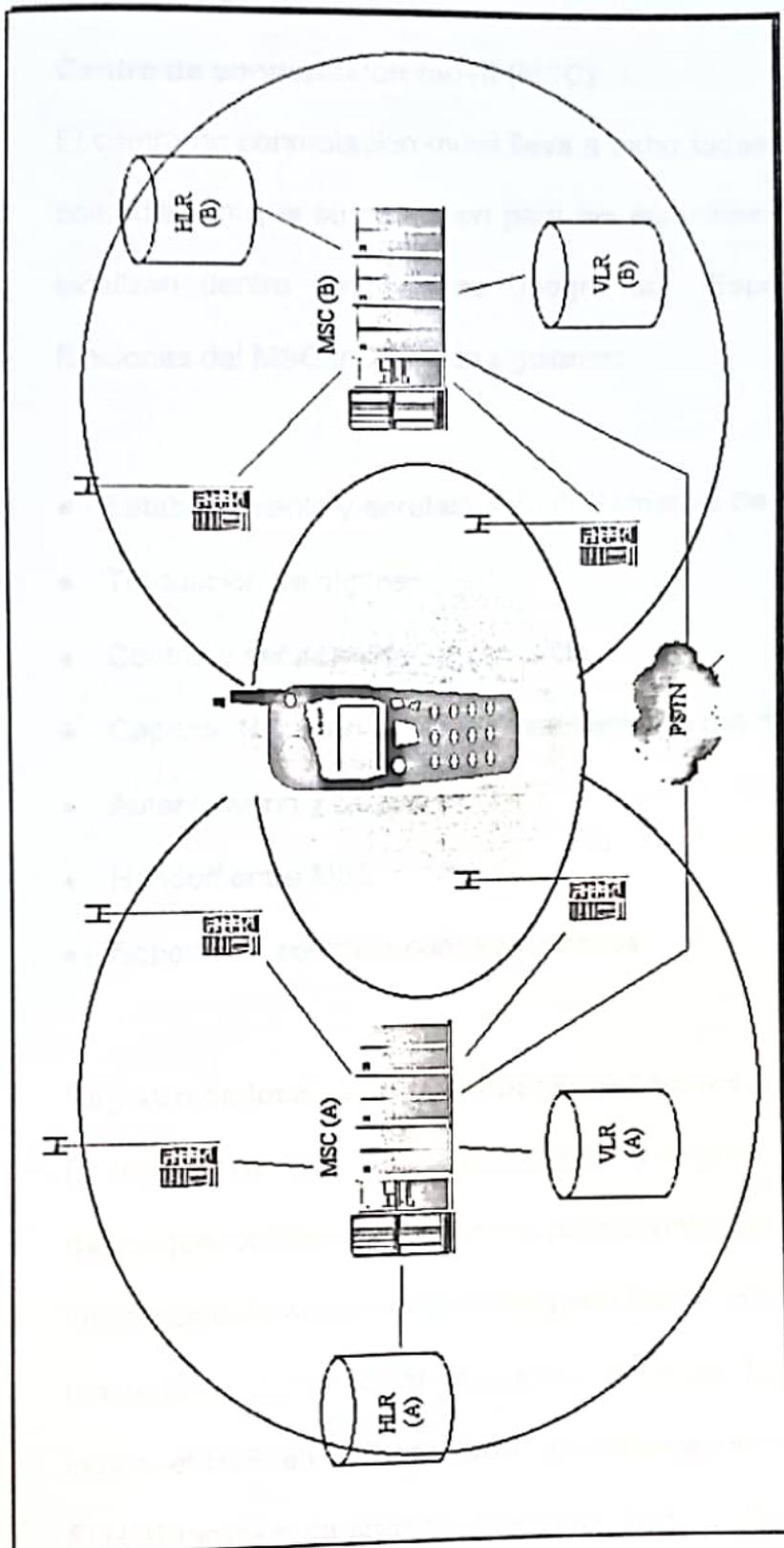


Figura 1-10.- Operación en red celular

Centro de conmutación móvil (MSC)

El centro de conmutación móvil lleva a cabo todas las funciones de conmutación que se requieren para las estaciones móviles que se localizan dentro de un área geográfica. Específicamente, las funciones del MSC incluyen lo siguiente:

- Establecimiento y enrutamiento de llamadas de la estación móvil
- Traducción de dígitos
- Control y señalización de llamadas
- Captura, formateo y teleprocesamiento de datos de facturación
- Autenticación y cifrado
- Handoff entre MSC
- Soporte de servicios complementarios

Registro de localización de abonados locales (HLR)

El registro de localización de abonados locales es una base de datos que contiene información permanente del abonado (como información de aprovisionamiento y servicio) e información dinámica (como la ubicación actual de la estación móvil). Como su nombre lo indica, el HLR es la “base local” de información de estación móvil. El HLR también da soporte de enrutamiento de llamadas y controla

los servicios complementarios que están disponibles para cada abonado.

HLR integrado

El HLR integrado se encuentra en la misma central que MSC LOCAL. El HLR integrado únicamente opera como un HLR para aquellas unidades móviles cuyo MSC local se encuentra en la misma entidad.

HLR centralizado

El HLR centralizado es un HLR que puede ser autónomo (una entidad separada) para uno o más MSC.

Registro de localización de abonados visitantes (VLR)

El registro de localización de abonados visitantes es una base de datos que retiene información relacionada con abonados móviles registrados en el área de servicios del VLR. Cuando las estaciones móviles visitan el área de servicio de un VLR, este obtiene y almacena una copia local de un subconjunto de datos del abonado del HLR.

- El VLR determina cuándo se debe calificar a un abonado y almacena la información necesaria para llevar a cabo estas operaciones. La red permite al operador del sistema ampliar el área de servicio celular al conectar dos o más sistemas celulares. Cuando la unidad móvil cruza los límites de dos sistemas en competencia, la llamada en proceso no se ve afectada. El handoff entre el sistema es transparente para el abonado. Una vez que el VLR establece enlaces de datos y circuitos de red entre los dos sistemas adyacentes, se llevan a cabo handoffs transparentes. El enlace de datos maneja todos los mensajes que requieren handoff de la unidad móvil, en tanto que los circuitos de red manejan la transmisión de voz. Las unidades móviles podrán recibir servicio en cualquier sistema de la red si existe un contrato de roaming entre los dos operadores celulares.

Red telefónica pública conmutada (PSTN)

La PSTN está conformada por redes locales, redes del área de la central y redes de largo alcance que interconectan teléfonos y otros dispositivos de comunicación a nivel mundial.

Descripción general de operación en red IS –41

La norma provisoria 41 (IS – 41) es un protocolo de mensajes estándar de la industria que se utiliza para la transmisión de datos entre centrales celulares de diferentes proveedores. El IS – 41 es la norma que facilita la movilidad de visitantes dentro de una red celular. Utilice el protocolo IS – 41 para establecer una red entre diferentes proveedores.

El IS – 41 se implementa en los siguientes enlaces de datos:

Enlaces X.25

Soporte para Enlaces de datos que utilizan el protocolo CCITT X 025 a 1902 kbps (RS232) o 56 kbps (V. 35)

Enlaces CCS7

Soporte para enlaces de datos que utilizan el estándar de operación en red IS – 41 del CCS7, presentado por la CTIA durante varios años. Cada etapa sucesiva proporciona capacidades adicionales.

Revisión B del IS – 41

Las características de la revisión B son:

Handoff de modo dual

Este es el proceso por medio del cual ocurre el handoff de modo analógico a digital, de digital a analógico o de digital a digital.

Permitir control de funciones verticales después del handoff

Cuando una llamada se transfiere mediante handoff a otro proveedor, el MSC local continúa controlando la funcionalidad de las funciones verticales, como la transferencia de llamadas, llamada en espera y llamada de conferencia. Si un unidad móvil tiene capacidades de llamada de conferencia en su sistema local y se transfiere mediante handoff a un sistema que no soporta la transferencia de llamadas, el servicio no se ve afectado. Si el usuario ya se encuentra en una llamada de conferencia, el handoff será transparente.

Traducciones de título global

Un título global (GT) es un esquema de direccionamiento flexible que permite la identificación de cualquier punto de señalización CCS7. Los títulos globales se utilizan como direcciones de SCCP cuando el destino es un punto de señalización que se encuentra fuera de la red de origen. Los GT son necesarios debido a que los códigos de punto no pueden ser leídos por otra red que no sea

aquella en la comunicaciones dentro de la red y los GT se utilizan para comunicación entre redes.

El GT utiliza las capacidades de traducción de título global (GTT) en la parte de control de conexión de señalización (SCCP) del CCS7 para cambiar el GT a una dirección de enrutamiento CCS7. El GT permite al MSC móvil solicitar la información de perfil del HLR del abonado sin conocer el código de punto CCS7 real del nodo CCS7 en el que se localiza el HLR. Con el IS- 41, rev. B, una central solicitará a la red CCS7 que busque un HLR con base en el MIN específico del abonado. Los STP dentro de la red utilizarán la GTT para determinar el HLR asociado con el MIN y enrutar la solicitud al nodo CCS7 adecuado.

Capitulo 2

2.- TEORÍA DE TRÁFICO

La Teoría de Tráfico contribuye con las bases requeridas para una Ingeniería de Tráfico, el cual tiene como objetivo diseñar una Red Celular que satisfaga las necesidades del abonado. (Figura 2-1)

La Ingeniería de Tráfico se encarga de aprovisionar los requerimientos de comunicación en un área de servicio determinada, para un número de abonados con un grado de servicio aceptable.

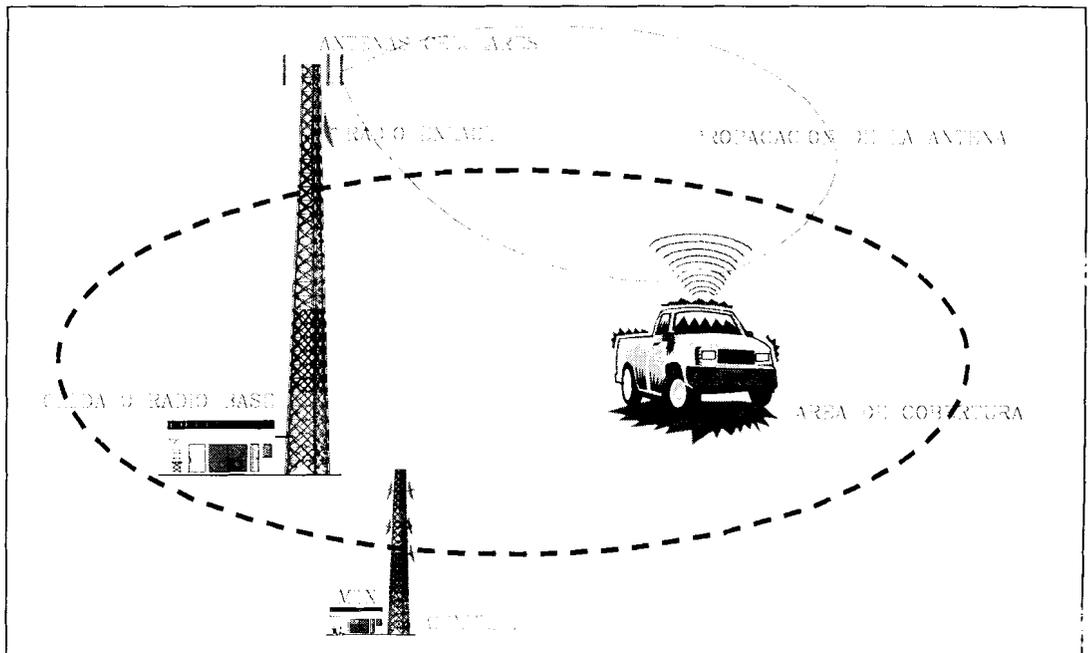


Figura 2-1.- Diseño de la Red Celular

La Teoría de Tráfico determina la eficiencia del sistema para los usuarios, y esto se lleva a cabo mediante el suministro óptimo de los recursos según las técnicas de pronóstico que se aplicarían para determinar la Infraestructura necesaria.

La Ingeniería del Tráfico involucra algunos conceptos como es el Bloqueo (Trunking o eficiencia de Troncalización) y Grado de Servicio (GOS). El concepto de trunking permite a un gran número de usuarios el compartir un número de canales relativamente pequeño en una celda, suministrando acceso a cada usuario.

En la vida real existe un dilema entre el número de circuitos telefónicos disponibles y la probabilidad de que un usuario cualquiera encuentre que no hay circuitos disponibles durante las horas pico (Hora de mayor Tráfico en el día).

2.1 CARACTERÍSTICAS DEL TRÁFICO

Las características del tráfico algunas veces se ven afectadas por ciertas clases de Anomalías, las mismas que se descartan para el análisis. Estas características además se ven representadas por las variaciones del tráfico en forma Instantánea, De Horario, Diaria, De Temporada y Largo Plazo, como se verán en detalle en el capítulo III, en la sección mediciones de la Intensidad de Tráfico.

El tiempo de retención de llamada varía dependiendo del abonado, en un promedio entre 84 segundos hasta 120 segundos.

Anomalías que son Descartadas para el Análisis

Usualmente se refieren a eventos inesperados e impredecibles afectando a la operación normal del sistema. Estos eventos son diferentes de los acontecimientos que se pueden predecir. Las anomalías son asociadas con desastres naturales como tornados, huracanes (Figura 2-2), temblores, terremotos, los cuales son dificultosos ó imposibles de aprovisionar, las mismas que son descartadas para el cálculo de la hora pico de máximo tráfico. Otras formas de anomalías ocurren cuando los usuarios reaccionan a campañas promocionales del cuál el proveedor no fue notificado antes, por lo que no se puede satisfacer la demanda, hecho que podría congestionar el sistema.



Figura 2-2.- Anomalías descartadas para el análisis del Tráfico

2.2 CONCEPTO DE CALIDAD DE SERVICIO (GOS)

En un Sistema de Telefonía Celular normal utiliza un grado de servicio, como promedio del 2% que implica que existe una probabilidad de 0.02 de que una llamada sea bloqueada, en una hora pico o de máximo tráfico. Sin embargo la probabilidad de bloqueo de cada celda será diferente, dependiendo de la cantidad de circuitos que posea. Para disminuir la Probabilidad de Bloqueo se requiere un buen plan del sistema y un suficiente número de canales de radio.

Grado de Servicio:

El GOS es una medida de la probabilidad de que una llamada ofrecida a una celda determinada no encontrará un canal de voz desocupado en el primer intento; es decir, que cualquier llamada será bloqueada.

1 (Erlang), representa la cantidad de intensidad de tráfico que tiene un canal cuando esta completamente ocupado.

El Grado de Servicio de una Central Telefónica es definida como una componente de la calidad del Servicio, calidad que responde la central a las variaciones de tráfico mientras se mantiene libre de fallas o problemas internos.

El número de canales que necesita para una celda depende:

- 1.- De la cantidad de tráfico transportado en la hora pico.
- 2.- De la tasa de bloqueo.
- 3.- El tipo de tablas a usar para evaluar el tráfico.

La cantidad de tráfico transportado por una celda puede ser determinado por diferentes maneras, ya sea por predicción del Tráfico, herramientas de Análisis del Tráfico, por recopilación de datos de la Central en un período de tiempo, y la cantidad de tráfico puede también ser calculado usando la siguiente fórmula.

$$\text{Erlangs/celda} = \frac{\text{Número de Llamadas} * \text{promedio de retención de llamada}}{3600} \quad (2.1)$$

La intensidad de tráfico(Erlangs) generada por cada usuario es igual a la velocidad de llegada (número de intentos de llamadas por unidad de tiempo) multiplicada por el promedio de tiempo de duración de una llamada típica. Tenemos:

$$A = \lambda t_m \quad (2.2)$$

Donde t_m es la duración promedio de una llamada y λ es el número promedio de requerimientos de llamada por unidad de tiempo.

Para sistemas que contienen un número de usuarios igual a U y un número no especificado de canales, el Tráfico de Intensidad Total (A) ofrecido está dado como:

$$A_u = U A \quad (2.3)$$

Si el tráfico es distribuido equitativamente en los canales (N), entonces la intensidad de tráfico por canal, A_N , está dado como:

$$A_N = U A / N \quad (2.4)$$

Predicción Tráfico

Para predecir el desarrollo de una red celular en el futuro, es necesario tener en cuenta el número de suscriptores en diferentes categorías como negocios y residencia durante un período determinado.

Para obtener el cálculo de la predicción de la capacidad del tráfico se lo hace tomando como referencia el tráfico en Erlangs cursado en una celda determinada, usando un grado de servicio del 2% y de esta manera hacer un estimativo de la cantidad de canales que se requerirían para abastecer la demanda. La tabla 2-1 permite obtener la cantidad de canales necesarios en una celda celular.

Tabla 2-1 Número de canales en una celda dado % de Bloqueo

Canales	% de Bloqueo en Erlang					
	P = 1%		P = 2%		P = 5%	
	AMPS	TDMA	AMPS	TDMA	AMPS	TDMA
1	0.0101	0.455	0.0204	0.602	0.0526	0.899
2	0.153	1.91	0.223	0.28	0.381	2.96
3	0.455	3.78	0.602	4.34	0.899	5.37
4	0.869	5.88	1.09	6.61	1.52	7.95
5	1.36	8.11	1.66	9.01	2.22	10.6
6	1.91	10.4	2.28	11.5	2.96	13.4
7	2.5	12.8	2.94	14	3.74	16.2
8	3.13	15.3	3.63	16.6	4.54	19
9	3.78	17.8	4.34	19.3	5.37	21.9
10	4.46	20.3	5.08	21.9	6.22	24.8
11	5.16	22.9	5.84	24.6	7.08	27.7
12	5.88	25.5	6.61	27.3	7.95	30.7
13	6.61	28.1	7.4	30.1	8.83	33.6
14	7.35	30.8	8.2	32.8	9.73	36.6

2.3 IMPLICACIONES AL DEGRADAR "GOS"

El campo de la Ingeniería de Tráfico implica un margen bastante estrecho para el éxito, por ello es necesario que se cumpla con la Calidad de Servicio (GOS) determinada para el sistema. Se debe tener en consideración el equipo suficiente para que no se exceda el bloqueo máximo permitido por el GOS, y la abstención de poner en funcionamiento equipos innecesarios, esto constituyen dos problemas importantes:

➤ SOBREDIMENSIONAMIENTO

- Demasiado costo
- Recursos insuficientes para construir
- Los ingresos del Tráfico son demasiado bajos para solventar los costos. Figura 2-3.

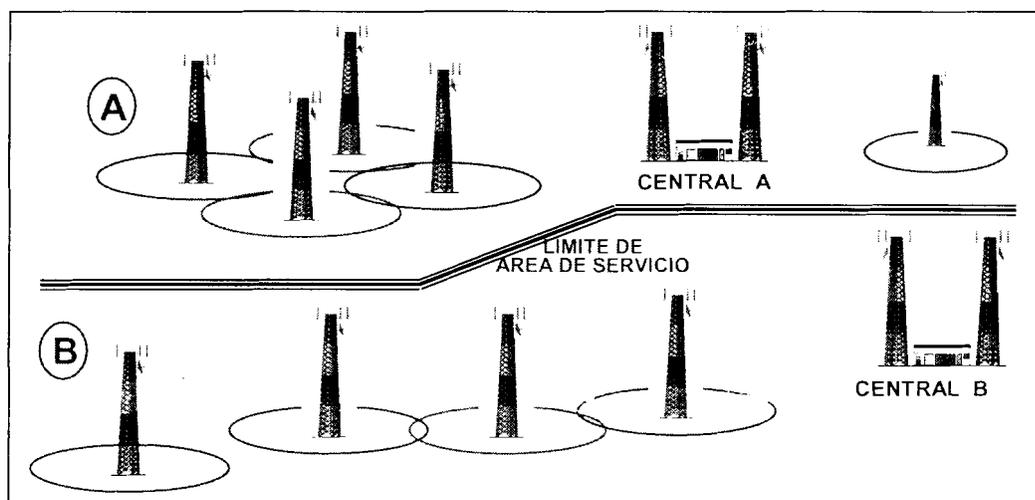


Figura 2-3.- Sobredimensionamiento de equipos

➤ **BAJO DIMENSIONAMIENTO**

- Bloqueo
- Bajo Rendimiento Técnico (Interferencia)
- La capacidad de Facturación de ingresos es baja
- Los ingresos son bajos debido a la mala calidad
- Usuarios no felices, anulan el servicio

La probabilidad de bloqueo con el 2% que representa la Calidad de Servicio, se lo degrada a un 5%, implicaría una disminución en la atención de llamadas, es decir, que de cada 100 personas que intenten originar 5 no tendrán éxito. Las causas que provocan esta degradación son:

- No haya suficientes radiocanales, y la estación no tiene capacidad.
- No existen trayectos suficientes entre la estación base celular y el conmutador.
- No existen trayectos suficientes a través del complejo de conmutación.
- No hay suficientes troncales desde el conmutador a la PSTN.

2.4 TRANSFERENCIAS CELULARES PERDIDAS QUE CONDUCEN A INTERFERENCIA

Las celdas celulares en la realidad tienen áreas de cobertura de diferentes tamaños, y son muy irregulares (Figura 2-4), lo que conlleva a un estudio de las transferencias de llamadas(handoff), debido a que existen casos en que las celdas tienen demasiado o insuficiente superposición.

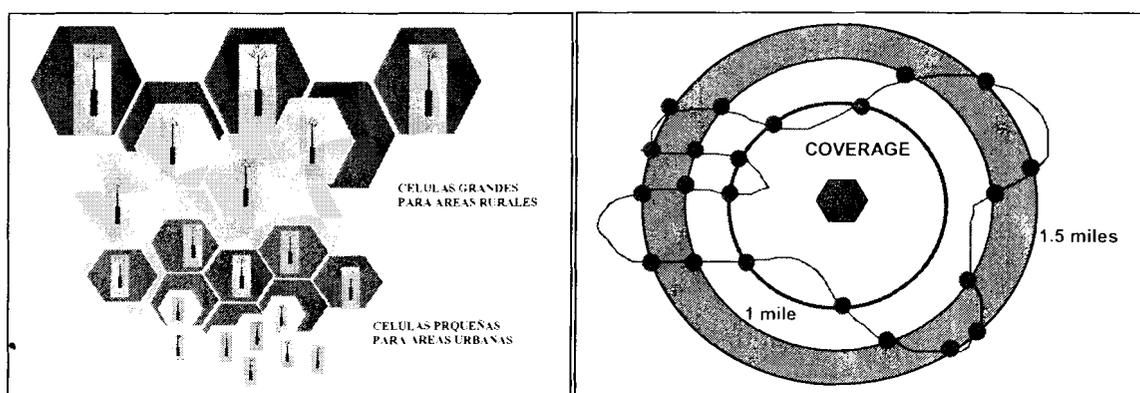


Figura 2-4.- Áreas de Cobertura son de diferentes tamaños.

Este efecto de superposición se debe a la mala configuración de los parámetros de handoff, lo que incide en el performance del sistema.

Degradación de la Llamada por Cobertura Insuficiente

Cuando los límites de cobertura de un par de celdas adyacentes no se superponen adecuadamente, se producen los llamados huecos de cobertura lo que hace que los niveles de RSSI de la estación

móvil disminuyan produciendo el arrastre de llamada por la falta de cobertura, degradándose la comunicación hasta el punto que se produce la caída y no se completa la transferencia.

Existen otras causas que provocan la degradación de la llamada, y es cuando no está definida la adyacencia de un par de celdas en la Central MTX o también por las características del terreno que impiden la cobertura de superposición.

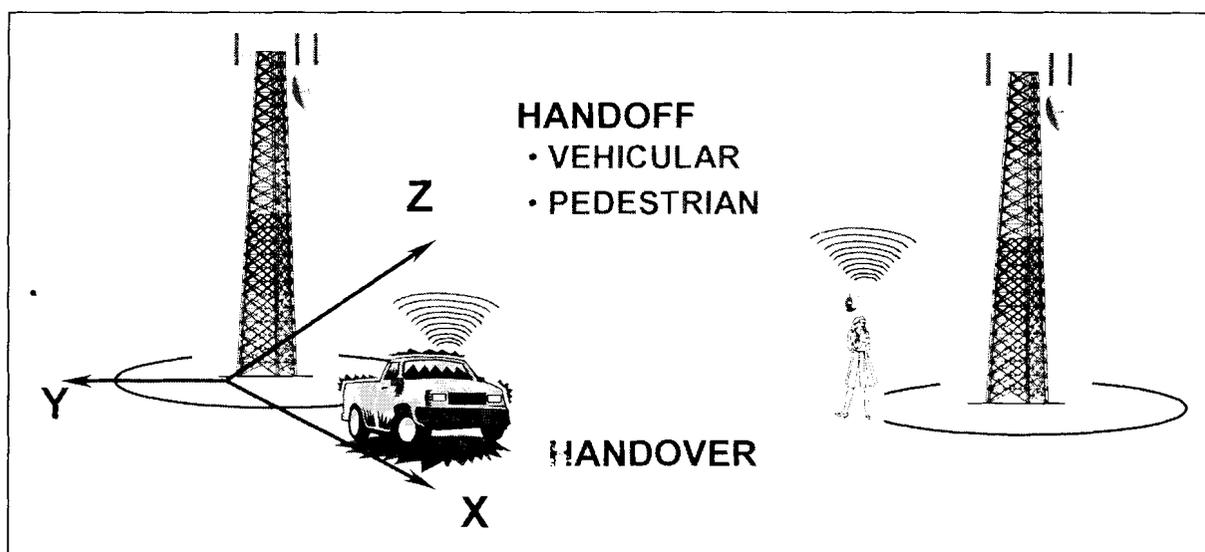


Figura 2-5.- Huecos por falta de cobertura

Interferencia por cobertura excesiva

Los móviles registran una degradación y arrastre de la llamada, cuando al viajar de una celda a otra tienen un HOTL demasiado bajo.

Al existir demasiadas celdas se reutiliza varias veces el plan de frecuencias, a mayor distancia entre el lugar donde se vuelve a utilizar las frecuencias es menor la probabilidad que este problema se presente. La reducción de la potencia del transmisor resulta útil para resolver este tipo de interferencia.

La interferencia de canales adyacentes surge debido a una sobrecarga de energía de un canal con un número superior (o inferior), al de aquel que recibe el impacto. Esto puede ocurrir debido a que cada canal se utiliza nuevamente en algún lugar dentro del sistema celular.

Un HOTL alto produce actividad de localización pero puede no producir un Handoff, estas situaciones son causadas por la falta de cuidado en el crecimiento del sistema.

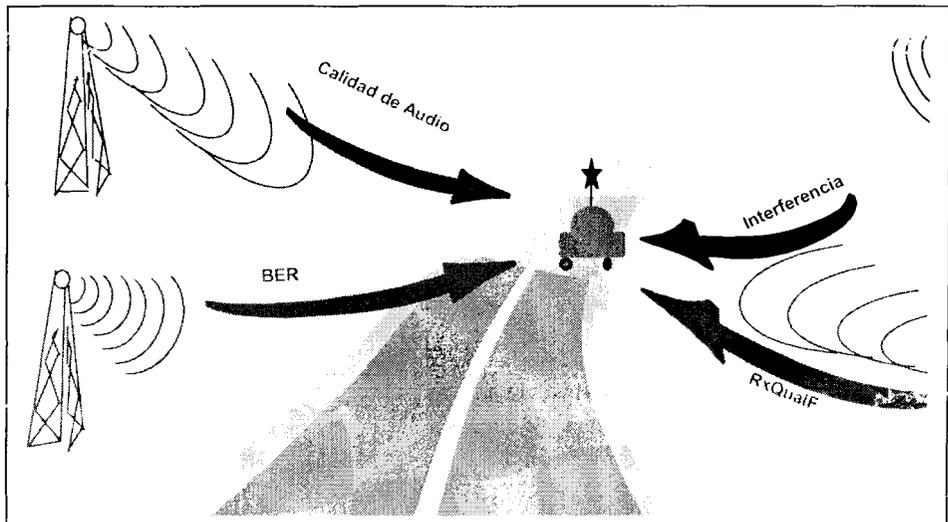


Figura 2-6.- Problemas por ajuste erróneo de parámetros de RF.

2.5 TRAFICO OFRECIDO, TRANSPORTADO Y BLOQUEADO

Muchos impedimentos podrían influir en la capacidad del sistema celular que conllevaría a que el conmutador podría estar por debajo de su capacidad de rendimiento, se tendría menos vías de transmisión hacia la PSTN que las necesarias y la capacidad de enlaces de microonda hacia las estaciones bases celulares disminuya. Por ello la parte primordial es proveer de recursos de servicio entre la estación y el teléfono móvil, para que todas las llamadas entrantes sean atendidas con éxito.

Cuando en un sistema celular se genera el tráfico, de acuerdo a las situaciones se establecen distintos tipos de tráficos.

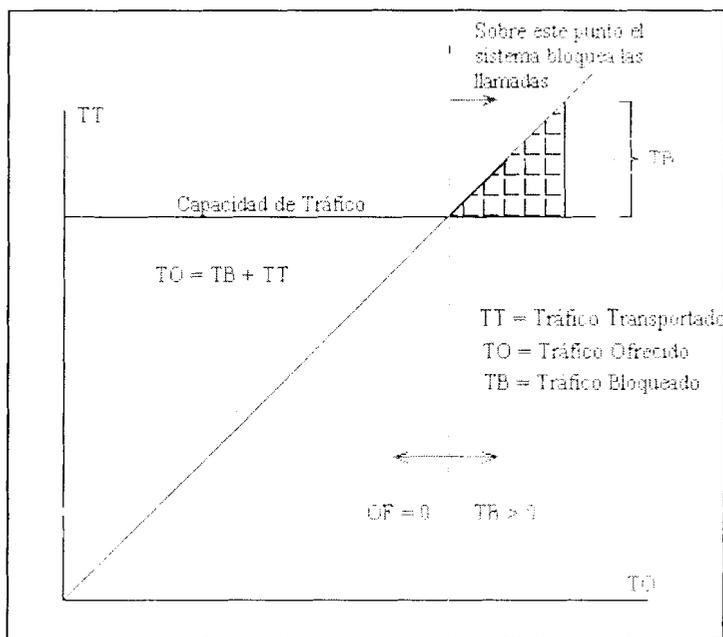


Figura 2-7.- Problemas por ajuste erróneo de parámetros de RF.

Tráfico ofrecido es el tráfico que los usuarios intentan que el sistema transporte u origine en un momento dado.

Tráfico transportado es el tiempo total realmente ocupado por el tráfico en un periodo de estudio, esta manejado realmente con éxito por el sistema.

Tráfico Bloqueado es el tráfico que no se pudo manejar. Debido a que los intentos de llamadas rechazadas no generan nunca tráfico medible, el tráfico bloqueado se puede estimar sólo en base al número de intentos rechazados y a la duración promedio de las llamadas exitosas.

$$\text{Tráfico transportado} + \text{Tráfico bloqueado} = \text{Tráfico ofrecido} \quad (2.5)$$

El tráfico transportado de un sistema de pérdida es siempre menor que el tráfico ofrecido, esto sucede porque un sistema de pérdida experimenta infinitas posibilidades de bloqueo cuando la intensidad de tráfico A iguala al número de servidores.

2.6 SISTEMA DE PERDIDA Y DEMORA

El análisis del tráfico en un sistema inalámbrico, se puede realizar en dos categorías:

- Sistema de Pérdida (Bloqueo)
- Sistema de Demora (Cola)

En el análisis del sistema de pérdidas supone que la LLEGADA DE LLAMADAS es totalmente impredecible, sin relación entre ellas, siguen una **Distribución de Poisson**.

La probabilidad de que una cantidad de circuitos j estén ocupados en cualquier momento en particular, dada una intensidad A , se representa por $P_j(A)$.

Las LLAMADAS LIBERADAS son independientes de su duración, los tiempos de retención se distribuyen exponencialmente, la probabilidad de una liberación es independiente del tiempo que la llamada ha estado en proceso.

Si no se permite esperar y una llamada bloqueada simplemente se pierde, la persona que llama intenta nuevamente más tarde, está es la asignación más óptima para el sistema celular, se aplica la fórmula **Erlang B**.

Si se permite una espera ilimitada antes del servicio, supone que las llamadas bloqueadas se reintentan sucesivamente hasta que logran pasar, se aplica la fórmula **Erlang-C**.

Si se permite una espera pero está limitada en tiempo, "llamadas bloqueadas en espera", se aplican las fórmulas **Binomial & Poisson**.

2.6.1 TEORIA DE BLOQUEO

Esto es, para todos los usuarios quienes requieren servicio, eso es asumido que no hay setup time (el tiempo requerido para la asignación de un canal de radio para el usuario), y el usuario es dado inmediatamente acceso a un canal si uno está disponible. Si no hay canales disponibles los requerimientos de usuarios están bloqueados sin acceso y es liberado para intentar otra vez. Este tipo es conocido como “Eliminación de las Llamadas Bloqueadas”, en este análisis del sistema de pérdidas supone que la LLEGADA DE LLAMADAS es totalmente impredecible, sin relación entre ellas, siguen una Distribución de Poisson. Se puede demostrar que la probabilidad de que una cantidad de circuitos j estén ocupados en cualquier momento en particular, dada una intensidad A , se representa por $P_j(A)$:

$$P_j(A) = \frac{A^j}{j!} e^{-A} \quad (2.6)$$

El modelo de Erlang B está basado en lo siguiente:

- a) Las solicitudes de llamadas son Memoryless, implica que todos los usuarios, incluyendo usuarios bloqueados, podrían requerir un canal en algún tiempo.
- b) La probabilidad de un usuario ocupando un canal sigue una distribución exponencial, así la longitud de las llamadas son menos

probable para ocurrir. Las LLAMADAS LIBERADAS son independientes de su duración, los tiempos de retención se distribuyen exponencialmente, la probabilidad de una liberación es independiente del tiempo que la llamada ha estado en proceso. La probabilidad que el tiempo de retención exceda el valor t , dado el tiempo de retención promedio t_m .

$$P(> t) = e^{-t/t_m} \quad (2.7)$$

c) Hay un finito número de canales disponibles en la troncal. Esto es conocido como M/M/m cola lo que nos lleva a la derivación de la fórmula de Erlang B, también conocida como la fórmula de la Eliminación de las Llamadas Bloqueadas.

- d) Las solicitudes de Tráfico son descritas por una distribución de Poisson, que implica una distribución exponencial en los tiempos entre la llegada de llamadas. Si se permite una espera pero está limitada en tiempo, "llamadas bloqueadas en espera", se aplican las fórmulas **Binomial & Poisson** que está basada en la asunción que todas las llamadas están en el sistema por un tiempo promedio, llamadas bloqueadas en cola. Comparado con la tabla de Erlang B, la tabla de Poisson es más conservativa; para el mismo número de bloqueos y canales, la capacidad de tráfico es menos. La fórmula de Poisson está dado por:

$$P_n(A) = 1 - e^{-A} \sum_{i=0}^{N-1} \frac{A^i}{i!} \quad (2.8)$$

Donde:

P es el bloqueo o GOS,

N es el número de troncales o canales,

A es el tráfico o la capacidad en Erlangs

- e) Los requerimientos de los tiempos entre las llegadas de llamadas son independiente entre ellos.
- f) Los números de canales ocupados es igual al número de usuarios ocupados y la probabilidad de bloqueo está dada por :

La fórmula de Erlang B que determina la probabilidad que una llamada es bloqueada y es una medición del GOS para un sistema de troncalización ordena no cola para el bloqueo de llamadas.

Si no se permite esperar y una llamada bloqueada simplemente se pierde, la persona que llama no puede obtener un canal de voz disponible deben de originar e intentar nuevamente más tarde, está es la asignación más óptima para el sistema celular, se aplica la fórmula **Erlang B**.

La fórmula de Erlang B está derivada en el Apéndice A y está dada por:

Donde P es el bloqueo o GOS

$$P_n(A) = \frac{A^n}{n!}{1 + \frac{A}{1!} + \dots + \frac{A^n}{n!}} \quad (2.9)$$

$P_n(A) = \text{Velocidad de bloqueo}(\%)$

A: Tráfico Ofrecido(Erlangs)

N: Número de Troncales / canales

2.6.2 TEORIA DE COLAS

La segunda clase de sistemas de trunking es una en la cual una cola es facilitada para mantener una llamada la cual se encuentra bloqueada. Si el canal no está disponible inmediatamente, los requerimientos de llamadas podrían retardar hasta que encuentre un canal disponible. Este tipo es conocida como atraso de las Llamadas Bloqueadas y la medición del GOS viene dado por la probabilidad que una esté bloqueada después esperar una específico longitud de tiempo en cola. Para encontrar el GOS es necesario que la llamada tenga un acceso al sistema. Cuando las llamadas se rellenan, estas pasan a un estado de cola y dan servicio después que se libere algún canal, y esto se determina con la fórmula de Erlang C.

La fórmula de Erlang C es la siguiente:

$$P_N(A) = \frac{\frac{A^N N}{N!(N-1)}}{\sum_{i=0}^{N-1} \frac{A^i}{i!} + \frac{A^N N}{N!(N-1)}} \quad (2.10)$$

P: es el bloqueo o GOS

N: es el número de troncales o canales,

A: es el tráfico o la capacidad de tráfico en Erlangs.

Si los canales no están inmediatamente disponibles la llamada tiene un retardo, y la probabilidad de que la llamada tenga un atraso mayor que un tiempo t esta dado como se indica en la siguiente fórmula, que representa el GOS:

$$\Pr [\text{atraso} > t] = \Pr [\text{atraso} > 0] \Pr[\text{atraso} > t / \text{atraso} > 0] \quad (2.11)$$

$$\Pr [\text{atraso} > t] = \Pr [\text{atraso} > 0] \exp(- (N-Au) t / t_m) \quad (2.12)$$

El promedio del tiempo de atraso en las llamadas en un sistema de colas es dado por D :

$$D = \Pr [\text{atraso} > 0] t_m / (N-Au) \quad (2.13)$$

Donde el atraso promedio para esas llamadas las cuales están en cola está dado por $t_m / (C - Au)$ (2.14)

Las fórmulas de Erlang B y Erlang C, para obtener el GOS, viene dado por la probabilidad de bloqueo y puede ser determinado por la fórmulas ya expuestas.

Existen tablas de tráfico disponibles

- Erlang B
- Erlang C

Estas tablas están basadas en hipótesis ligeramente diferentes sobre el comportamiento del tráfico, especialmente sobre cómo son tratados los intentos bloqueados, la diferencia entre ellas son sólo un pequeño porcentaje.

Análisis del Retardo de móvil celular utilizando el Sistema de prioridad de Cola

El sistema de cola incorpora un plan de acción en la reservación de un canal y un mecanismo de histéresis que es considerada para el uso de la red móvil celular. El objetivo es dar prioridad para los intentos de handover o de HandOff sobre una llamada o llamadas

en proceso, sin afectar excesivamente la eficiencia, por un nuevo intento de llamadas. El modelo del sistema se encuentra al tener una solución de la matriz geométrica con una distribución de fase por el retardo del handover y una distribución de la matriz exponencial para el retardo por un nuevo intento de llamada. Esto es representado por un M/G/1 cola con múltiples desalojos.

M: Tiempo de servicio por servidor

G: Número de servidores

1: Capacidad

Descripción del Modelo del Sistema de prioridad de Cola

Los mecanismos de la reservación del canal permite para la probabilidad de los Handover serán forzados a esperar ser decrecido por incrementar el nivel de la reservación de los canales.

La única limitación en el análisis es que la alta prioridad de cola debería ser finita en tamaño pero esto puede ser superado si necesariamente se selecciona un suficiente tamaño de longitud de la cola

El sistema se define: Como el flujo de llegada obedece una distribución de Poisson donde λ_h y λ_l son las velocidades de llegada de la alta prioridad de flujo (petición de handover) y baja prioridad de flujo (nuevo intento de llamada) respectivamente; el

tiempo de posesión de canales tiene una distribución exponencial negativa y su notación es $\frac{1}{\mu}$; hay C canales; el tiempo de abandono sigue una distribución exponencial negativa $\frac{1}{\gamma}$ y el tamaño de alta prioridad de cola es **m**. La baja prioridad de clientes (nuevos intentos de llamadas) son obligados a esperar cuando el número de canales ocupados aumenta a m_h y son solamente servidos cuando el número de canales ocupados caen a m_l donde $m_l \leq m_h$. Se considera que el sistema puede ser configurado tal que el retardo de cola de Handover son razonablemente bajos y el pedido del mismo esperaría para un canal en la celda como mejor servidor.

- El detalle de este modelo se encuentra en el Anexo B

2.7 EFICIENCIA DE TRONCALIZACIÓN

La eficiencia de troncalización es una medida de cuantos usuarios pueden ser servidos con un nivel de “grado de servicio” particular, dada una configuración determinada de canales fijos sea este de voz o de control.

Para una calidad de servicio dada, la eficiencia de troncalización aumenta a medida que crece el número de troncales, es decir mayor capacidad.

Para un Sistema con Bloqueo:

Tabla 2-2 Número de canales en Erlangs para GOS.

Número de Canales "C"	Capacidad (Erlangs) Para GOS:			
	= 0.01	= 0.005	= 0.002	= 0.001
2	0.153	0.105	0.065	0.046
4	0.869	0.701	0.535	0.439
5	1.36	1.13	0.900	0.762
10	4.46	3.96	3.43	3.09
20	12.0	11.1	10.1	9.41
24	15.3	14.2	13.0	12.2
40	29.0	27.3	25.7	24.5
70	56.1	53.7	51.0	49.2
100	84.1	80.9	77.4	75.2

Es importante definir que la asignación de canales en un sistema trunking tiene un gran impacto en la capacidad total del sistema y además que es necesario para tener éxito cumplir con la Calidad de Servicio (GOS) determinada para el sistema.

Capítulo 3

3. MEDICIONES DEL TRÁFICO

Constituye un factor importante la medición constante del tráfico, con el fin de mantener un correcto aprovisionamiento de equipos y así obtener estos datos como una base para la planificación y planeación del desarrollo del sistema. El estudio de asignación de canales y análisis del tráfico en una red celular es importante porque sirve para mejorar la calidad de servicio y el ahorro de infraestructura.

• **Medidas Operacionales (OM)**

Son medidas generadas de la Central (DMS_MTX) y son registrados en memoria por un grupo de contadores. Las OM's se las puede obtener descargandolas de la Central utilizando el MAP (terminal de administración y mantenimiento). Estas mediciones proporcionan información para en base esto se pueda tomar decisiones para mejorar el desempeño de la red celular.

Los OM registran eventos y usos de los contadores los cuales siguen una secuencia para el proceso de almacenamiento y lectura. Los registros son de 3 tipos: Los activos, los de mantención y los de acumulación.

Los registros activos están siempre censando información y la transfieren a los registros de mantención cada 15 minutos. Los registros de mantención retienen información temporalmente para luego transferirla hasta los registros de acumulación a intervalos de 15 o 30 minutos. Los registros de acumulación pueden almacenar la información por largo periodo que va desde 30 minutos a 30 días.

3.1 Unidades de la intensidad de tráfico

Existen diferentes unidades que describen el volumen del tráfico, de los cuales el más utilizado es el CCS (Centi-Call Second) o tiempo de duración de llamadas. Estas unidades se aplican también para las mediciones de tráfico en Troncales, Canales, etc. La cantidad de tráfico es basada en un numero estadístico de usuario, y en la longitud de tiempo que ellos usan en el sistema.

Las siguientes unidades describen la intensidad del tráfico:

- Centi – Call Second
- Erlang
- MOU

Centi – Call Second

Centi-Call Second representa cien segundos de una conversación por teléfono o cientos de llamadas por segundo. Este término

expresa el total de circuitos ocupados en la estación. Una hora de tráfico en telefonía constituye 36 CCS ($60 \times 60 = 3600/100=36$).

CCS es la unidad mas utilizada de tráfico de carga o troncal usada; Esta es normalmente usada por los ingenieros de conmutación.

Erlangs

La comprensión general de la Ingeniería de Tráfico Telefónico comenzó alrededor de 1910. Un Ingeniero de Sistema Telefónico danés, llamado A. K. Erlang fue uno de los primeros en dominar la ciencia del Dimensionamiento de Troncales. En su honor la unidad de tráfico básica se denominó Erlang.

Un Erlang es una unidad internacional de intensidad de tráfico definida como un producto de la tasa de arribo de llamadas y la llamada de tiempo en espera. Un erlang es igual a 60 llamadas por minuto, lo cual sería una simple llamada de 60 minutos o sesenta minutos de llamadas. Un erlang es equivalente al uso de la troncal por 36 CCS por hora.

Después del estudio referente a tráfico telefónico A. K. Erlang usó una fórmula matemática para predecir el bloqueo en este. Esta fórmula obedece una distribución de Poisson de llamadas en arribo en un tiempo dado. Después la AT&T asumió una distribución

Exponencial para el tiempo de espera. Eso significa que las llamadas largas ocurren con menos frecuencia que las llamadas cortas. A. K. Erlang asumió que las llamadas bloqueadas son inmediatamente reseteadas, perdidas y sin retorno. Una fórmula que A. K. Erlang trabajó basado en las asunciones antes mencionadas fue el Erlang B que está en uso y se lo encuentra en la tabla de Erlang.

La tabla de Erlang B fue diseñado por los ingenieros de tráfico para seleccionar el porcentaje de bloqueo (llamado grado de servicio GOS), en función del número de troncales .

Otra tabla de Erlang, el Erlang C, fue diseñado para el tráfico telefónico que está relacionado con una variable aleatoria en un sistema de cola, que representa la espera de un usuario a ser atendido. Los conceptos de Erlang B y Erlang C fueron analizados en el capítulo anterior.

MOU

El MOU representa los minutos de uso, y este actualmente no es tan usada como las antes descritas. Esta medida es relacionada con el Erlang y el CCS mediante la siguiente conversión, (Fig 3.1) :

$$1 \text{ erlang} = 60 \text{ MOU} = 36 \text{ CCS.}$$

$$1 \text{ MOU} = 0.16 \text{ Erlang} = 0.6 \text{ CCS}$$

$$1 \text{ CCS} = 0.028 \text{ Erlang} = 1.67 \text{ MOU}$$

(3.1)

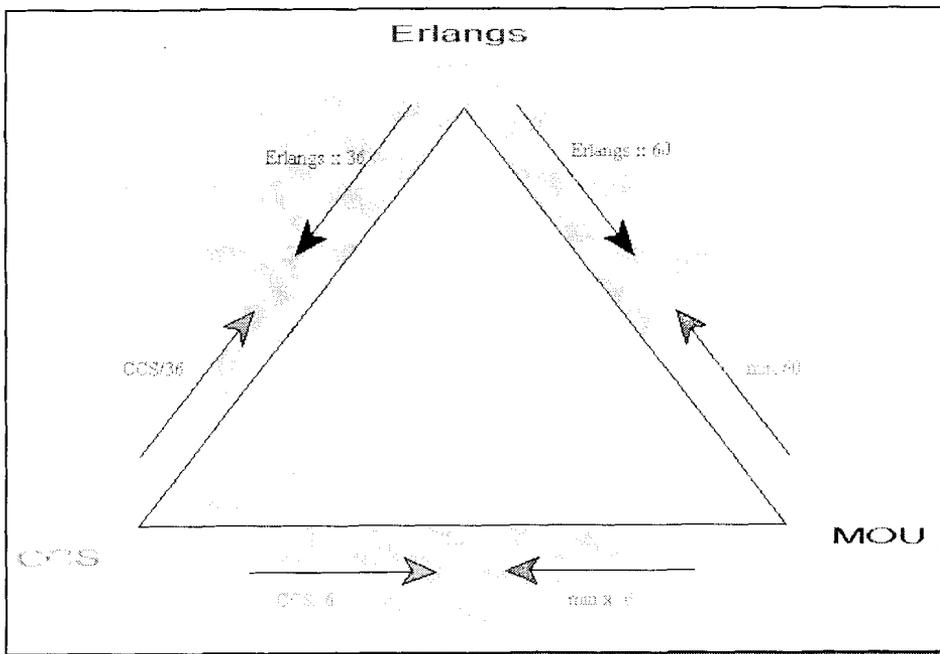


Figura 3.1 Conversión triángulo que existe entre las unidades.

La Intensidad de Tráfico en una celda se los analiza en gráficos a diferentes escalas de tiempos, observando variaciones instantáneas, horarias, diarias, De temporada, y a largo plazo.

Variaciones Instantáneas

El tráfico de las llamadas varía de instante a instante, cada una de las llamadas son establecidas y terminadas. Típicamente se asume que el tráfico es constante en un intervalo de tiempo ya que existen variaciones en instantes y para simplificar el análisis se toman como referencia el valor promedio en una hora.

Variaciones de Horario

El tráfico generalmente es bajo durante la noche y se incrementa de manera rápida en las mañanas cuando las oficinas, las tiendas y las fábricas inician sus actividades laborales. La intensidad de tráfico disminuye de manera gradual durante la hora del almuerzo y nuevamente se eleva en la tarde. La figura 2.1 muestra la intensidad de tráfico en diagrama como función de la hora del día. Antes del mediodía y antes del anochecer son las dos horas pico.

Variaciones diarias

Los patrones de incremento y disminución de flujo de tráfico se observan también durante el curso de la semana; por ejemplo, el promedio más alto de intensidad es en días hábiles y las actividades más bajas, durante los fines de semana y vacaciones.

Variaciones de temporada

Epoca de Navidad, de pascua, de Carnaval, etc.

Variaciones a largo plazo

Crecimiento gradual de abonados en años.

3.2 Parámetros Mínimos de la Calidad de Servicio

El GOS mide el porcentaje de llamadas no completadas causadas por la congestión en equipos, canales o troncales. Para el caso de $GOS = 0.02$ significa que el 2% del total de llamadas durante la hora de máximo tráfico será probablemente bloqueado por problemas de congestión. El bloqueo es afectado por el número de solicitudes de servicio en un tiempo dado, y la capacidad de la infraestructura de controlar estos requerimientos.

Las Operadoras Celulares del Ecuador deben presentar a la Superintendencia de Telecomunicaciones informes trimestrales sobre parámetros mínimos de calidad de servicio, en los que se incluye :

Grado de servicio del canal de acceso $\leq 1\%$ (menor o igual que uno por ciento), Grado de servicio del canal de voz $\leq 2\%$ (menor o igual que dos por ciento), según la Tabla de Erlang B, en la hora cargada de cada estación del sistema, Grado de servicio de las troncales hacia la red telefónica pública $\leq 1\%$ (menor o igual que uno por ciento), Bloqueo de llamadas transferidas (Hand-Off) $\leq 2\%$ (menor o igual que dos por ciento), caída de llamadas: Si durante la hora cargada se establecen Q llamadas en una hora y n llamadas se caen, entonces el porcentaje de caída de llamadas es $n \times 100/Q$.

Se establece un valor no mayor que 2% para estaciones con celda o celdas adyacentes en todo su perímetro, no mayor que 5% para estaciones con celda o celdas adyacentes, pero que éstas no cubran el perímetro total de la estación, y no mayor que 7% para estaciones sin celdas adyacentes, llamadas completadas: La tasa de completación de las llamadas, será superior al 80% hacia abonados celulares. (Ver Anexo C, art. 28)

3.3 Tráfico en la Hora Pico

Se define a la hora pico o Busy Hour como el periodo de 60 minutos consecutivos durante el cuál el tráfico es alto.

La Hora Pico constituye el parámetro más importante para ser utilizado en el análisis del Tráfico, que nos permite dimensionar el aprovisionamiento de troncales, canales y puertos.

La ingeniería de tráfico calcula los promedios de tráfico en horas cargadas por un intervalo de 60 minutos durante un día. Esta hora pico generalmente es constante y predecible. Es importante también para el dimesionamiento de la Central el conocimiento del volumen del tráfico en un período determinado.

En el Ecuador las operadoras locales de telefonía utilizan generalmente como hora pico desde la 11H00 hasta 12H00(Fig

3.2), que es el intervalo del cual se obtienen los valores de ciertos parametros que sirven para analizar el comportamiento del tráfico, como lo son caidas por handoffs (DROPHANDOFF), caidas de llamadas (DROPCALL), GOS, EFICIENCIA, etc. En el diseño de sistema para el analisis se han considerado todos los parámetros antes mencionados.

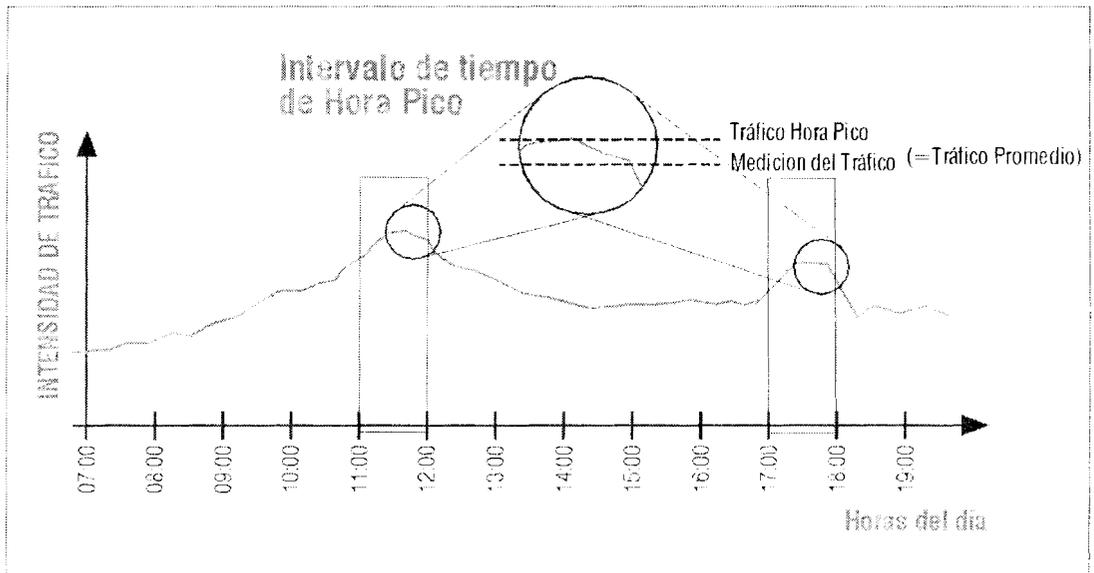


Figura 3.2 Medición del tráfico en la hora pico.

3.4 Aplicaciones de los Diversos modelos de Erlang al Sistema Inalámbrico

Como ya se analizó en capítulo 2, existen dos modelos de Erlang que son aplicables al sistema inalámbricos, como lo es el Erlang B y el Erlang C, de los cuales el Erlang B es el más utilizado en este caso.

En la mayoría de los casos, la duración promedio de una llamada celular es por lo regular de 90 segundos. Un reintento de una llamada bloqueada puede no ocurrir durante 30 segundos o más, y las formulas de Erlang B encajan bastante bien con este tipo de situación. Como ya se dijo anteriormente, la tabla Erlang B es la que más se utiliza, aún en situaciones en que se presenta demasiado bloqueo. Se puede pensar que la Erlang C sea más importante debido a que la mayoría de nosotros pensamos que hacemos reintentos más rápidos cuando experimentamos un bloqueo celular. El mayor de los casos que se requieren el uso de una tabla Erlang B, nos proporciona el tráfico ofrecido y el GOS.

Capítulo 4

4. DISEÑO DEL SISTEMA PARA EL ANÁLISIS Y PREDICCIÓN.

4.1 Utilidad del Sistema

El sistema de Tráfico fue desarrollado para el control de los parámetros mínimos de la calidad de servicio que tiene la operadora y sobre la base de esto, tomar decisiones para mejorar la expectativa de servicio, y en lo estructural su aumento o disminución de su capacidad, para obtener la mayor información sobre el procesamiento en la Red Celular y de esa manera mantener satisfechos a los clientes.

4.2 Requerimientos de Hardware y Software

El Sistema de Tráfico necesita de herramientas tangibles e intangibles que son las siguientes:

Requerimientos de Hardware

Para el desempeño eficiente del sistema se requiere básicamente:

Una computadora con las siguientes características:

- 64MB de RAM
- Procesador de 333Mhz.

- Espacio disponible de 1 GB en disco duro.
- Tipo de resolución del Monitor 800 x 600
- Disquetera de 3 ½
- Una impresora a color de inyección a tinta, o láser, si desea obtener mejores resultados en los reportes estadísticos.

Requerimiento de Software

Al nivel de programas se requiere:

- Instaladores del Sistema de Tráfico suministrados por el autor.
- Archivos de texto emitidos por el conmutador.
- Microsoft Windows 95 en adelante.

4.3 Formato de Archivo

El archivo que me permite generar los reportes necesarios para hacer el Análisis de Tráfico es de tipo txt. (Figura 4-1).

CLASE: HORA PICO
 EMPIEZA:2001/01/02 11:00:00 Lunes; TERMINA: 2001/01/02 12:00:00 Lunes;

001	CENTRO_GYE_VCH	→	<i>Nombre de la Celda</i>	
	24 24	→	<i>Número de circuitos</i>	
			0	0
			0	0
			0	0
			17	0
			171	0
			367	137
			<i>Tráfico en CCS</i>	
002	SUR_GYE_VCH			
	22 22			
			0	0
			0	0
			0	0
			1	0
			79	0
			171	51
			} <i>Contadores</i>	

Figura 4-1.- Archivo de tipo Txt., que contiene el Tráfico en CCS.

Los valores pertenecen a contadores del conmutador que representa el Tráfico en CCS, además se observa el nombre de la celda y la cantidad de circuitos que posee.

Cada uno de estos datos se almacenan respectivamente, de una manera organizada en la base de datos. (Figura 4-2).

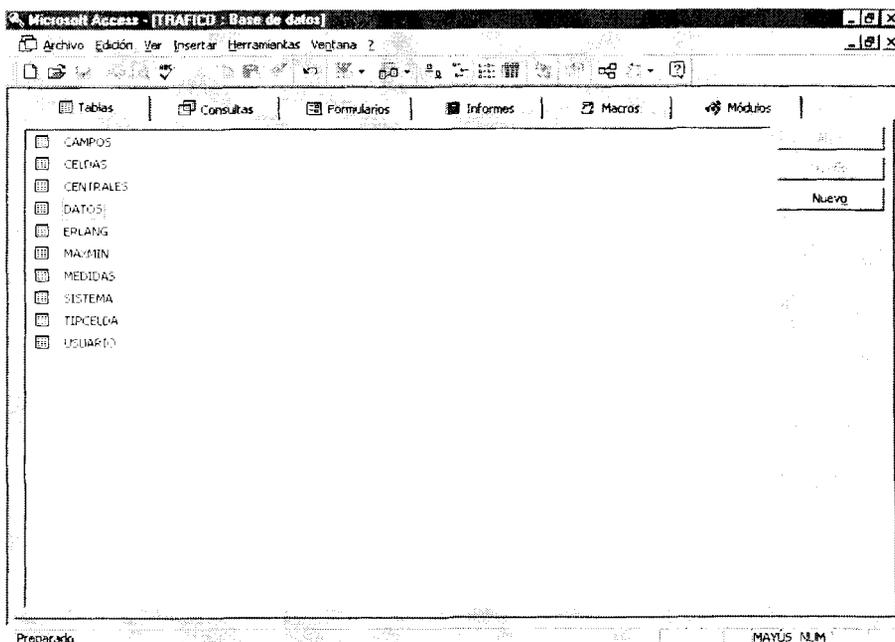


Figura 4-2.- Diseño de la Base de Datos.

TABLAS DE LA BASE DE DATOS DEL TRÁFICO

CAMPOS:

Esta tabla contiene la información de los contadores que registran los eventos en el proceso de una llamada.

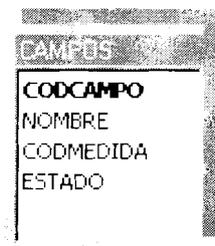
Detalle de Campos:

CODCAMPO: Contiene el código del campo

NOMBRE: Especifica el nombre del campo.

ESTADO: Contiene dos valores lógicos una A = activo e I = inactivo.

CODMEDIDA: Contiene el código de la medida que contiene ese campo. (Figura 4.3)



CAMPOS			
CODCAMPO	NOMBRE	CODMEDIDA	ESTADO

Figura 4-3.- Tabla Campos.

TIPCELDA

Esta tabla contiene la información de los tipos de celda que se tiene en una operadora sea por la ubicación que se encuentra, puede ser de tipo urbana, suburbana y rural. “Según el artículo 28 de las **NORMAS DE CUMPLIMIENTO QUE INVOLUCRAN AL TRAFICO para las CAÍDAS DE LLAMADAS** se establece un valor no mayor que 2% para estaciones con celda o celdas adyacentes en todo su perímetro (celdas urbanas), no mayor que 5% para estaciones con celda o celdas adyacentes, pero que éstas no cubran el perímetro total de la estación(celdas suburbanas), y no mayor que 7% para estaciones sin celdas adyacentes(celdas rurales). Figura 4- 4.

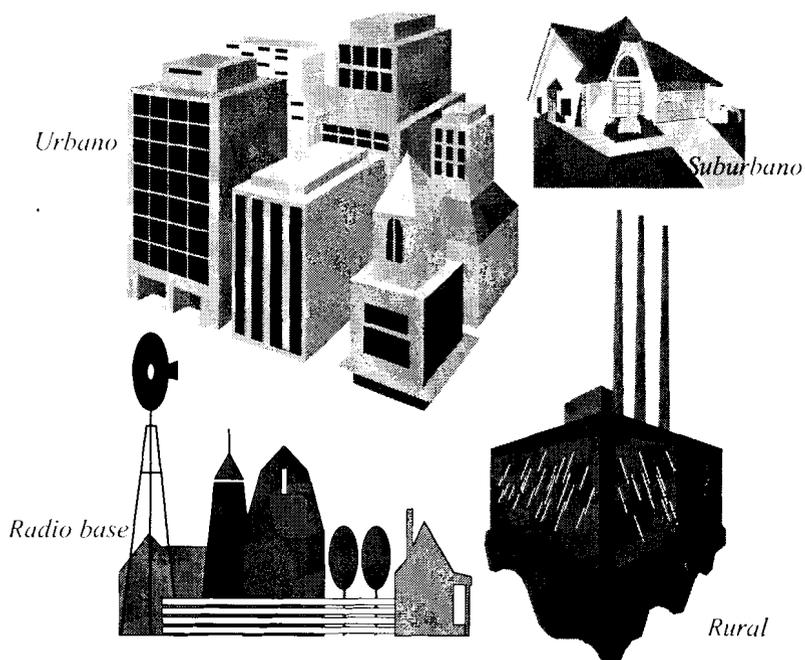


Figura 4-4.- Celdas urbanas, suburbanas y rurales.

Detalle de Campos:

CODTIPO: Contiene el código del campo

NOMBRETIP: Especifica el nombre del campo.

CALIDAD: Contiene los valores que regulan su eficiencia.

(Figura 4-5)

TIPO CELDA
CODTIPO
NOMBRETIP
CALIDAD

Figura 4-5.- Tabla Tipos de Celda.

MEDIDAS:

Contiene los datos de todos los contadores del conmutador para mediante las fórmulas obtener la información requerida.

(Figura 4-6).

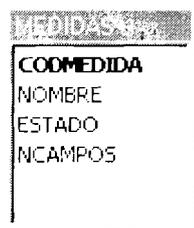
Detalle de Campos:

CODMEDIDA: Contiene el código de la medida operacional.

NOMBRE: Especifica el nombre de la medida operacional.

ESTADO: Contiene dos valores logicos una A = activo e I = inactivo.

NCAMPOS: Contiene el numero de campos que se manejan en esa medida operacional.



MEDIDAS
CODMEDIDA
NOMBRE
ESTADO
NCAMPOS

Figura 4-6.- Tabla Código de Medida.

CENTRALES:

Es una tabla en donde se encuentra los datos de todas las centrales de la Compañía de Telefonía Celular. (Figura 4-7).

Detalle de Campos:

CODCENTRAL: Contiene el código de la central que representa 001 para Guayaquil, 002 Quito, 003 Cuenca, que cubriría la República del Ecuador.

NOMBRECEN: Nombre de las Centrales, Guayaquil, Quito y Cuenca.

CENTRALES
CODCENTRAL
NOMBRECEN

Figura 4-7.- Tabla de Centrales.

CELDAS:

Es una tabla en donde se encuentra los datos de todas las celdas a nivel Nacional. (Figura 4-8).

CELDAS
CODCELDA
NOMBRECEL
CENTRAL
TIPO
NUMCAN
ESTADO
ALIAS

Figura 4-8.- Tablas de las Celdas.

Detalle de campos:

CENTRAL: Código de la central.

CODCELDA: Código de la celda.

NOMBRECEL: Nombre de la celda.

TIPO: Especifica si es URBANA 01, SUBURBANA 02, RURAL 03.

NUMCAN: Número de canales de la celda.

ESTADO: A= ACTIVO, I = INACTIVO.

ALIAS: Nombre de la celda abreviada.

DATOS:

En esta tabla se encuentra la información importada del tráfico de las 24 horas del día de todas las celdas. (Figura 4-9).

Detalle de campos:

MEDIDA: Código de los contadores que registra el MTX.

CELDA: Código de la Celda.

CAMPO: Código del campo.

FECHA: El día que especifica el archivo para su elaboración.

HORA 0 HASTA LA HORA 23: Es el valor del tráfico en CCS registrado en dicha hora.

CELDA
MEDIDA
CAMPO
FECHA
CODCENTRAL
HORA00
HORA01
HORA02
HORA03
HORA04
HORA05
HORA06
HORA07
HORA08
HORA09
HORA10
HORA11
HORA12
HORA13
HORA14
HORA15
HORA16
HORA17
HORA18
HORA19
HORA20
HORA21
HORA22
HORA23
SEMANA

Figura 4-9.- Tabla de Datos.

ERLANG

Esta tabla contiene los valores que corresponden por circuito a los valores en Erlang B. (Figura 4-10).

Detalle de campos:

NUM: Especifica el numero de canales instalados.

P02: La probabilidad del 2% equivalente al Grado de Servicio.

ERLANG
CODERL
NUM
P02

Figura 4-10.- Tabla de Erlang B.



SISTEMA

Especifica el tipo de sistema sea AMPS O TDMA (Figura 4-11)..

Detalle de campos:

CODSIST: Código del sistema AMPS 01 y TDMA 02.

NOMBRESIST: Nombre del sistema Analógico o Digital.

ESTADO: A= ACTIVO, I = INACTIVO.

SISTEMA
CODSIST
NOMBRESIST

Figura 4-11.- Tabla del Sistema

USUARIO

En esta tabla se almacena todos los usuarios que puedan almacenar en el sistema. (Figura 4-12).

USUARIO
coduser
nomuser
codnivel
spassword
estado

Figura 4-12.- Tabla de Usuario.

Detalle de campos:

Coduser: Código del usuario

- Nomuser: Nombre del usuario.

Codnivel: Código del nivel 01 Administradores, 02 Operador.

Spasword: Contraseña del usuario encriptada.

Estado: Activo e inactivo.

4.4 Estructura del funcionamiento del Sistema

El funcionamiento del sistema comprende varios diagramas que detallan las fases de los procesos, estos diagramas son los siguientes:

Diagrama Jerárquico del Sistema

A través de este esquema podemos visualizar por niveles cada módulo e información del sistema de una manera global. (Figura 4-13).

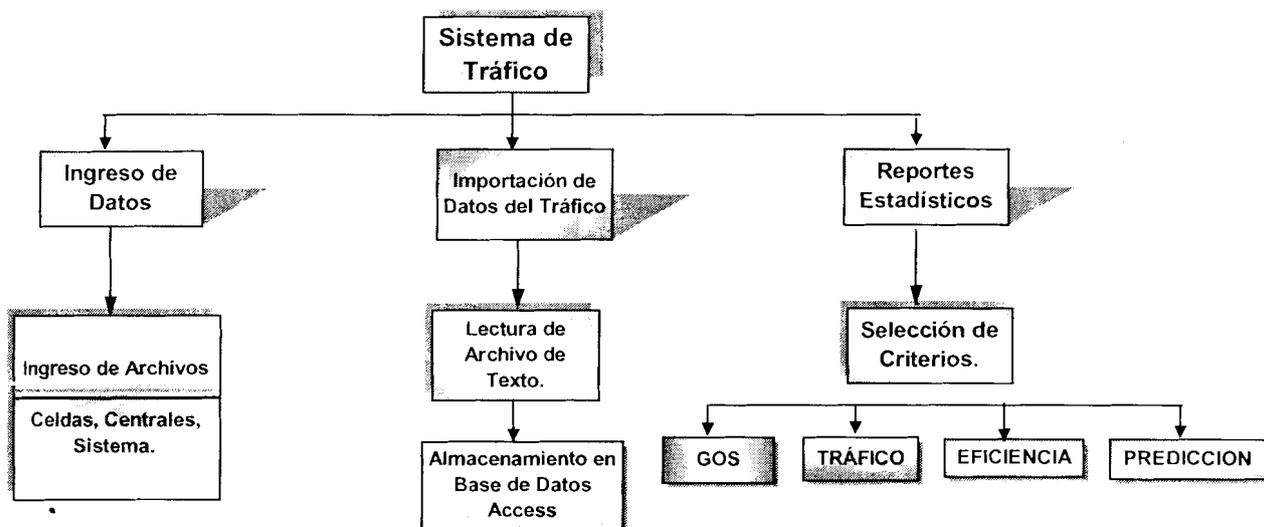


Figura 4-13.- Diagrama Jerárquico del Sistema

Nivel 1: Es el nivel principal del sistema. Comprende el software de Tráfico.

Nivel 2: En este nivel encontramos los tres procesos generales del sistema los cuales son:

Ingreso de datos: Nos permite introducir toda la información en la base de datos de Access, que utiliza el software.

Importación de Datos del Tráfico: Con este proceso cargamos los datos del MTX, hacia la base de datos del software.

Reportes Estadísticos: Muestra los resultados de la información ingresada; es decir los gráficos estadísticos para ser analizados por los Ingenieros de Tráfico.

Nivel 3: Es una subdivisión del nivel 2 donde podemos describir los siguientes procesos.

Ingreso de Datos

Ingreso de Archivos

Este módulo facilita el ingreso de los datos como son: Datos de la celda, Centrales, Contadores del proceso de llamada, Erlangs, Troncales y tipos de Sistema como AMPS y TDMA.

Importación

Lectura del Archivo de Texto

Este proceso realizado por el operador del sistema consiste en la lectura de los archivos generados por el conmutador.

Almacenamiento en la base de datos en Access.

Es el proceso posterior a la Lectura del Archivo de Texto que guarda toda la información leída del MTX, a una base de datos en Access utilizado por el software.

que se genera una llamada, la unidad en que contabiliza es de **CCS**, para llevarlo a Erlangs se debe de dividir por 36.

$$\text{Tráfico en Erlangs} = \text{CCS}/36 \quad (4.2)$$

Información de la Eficiencia

Básicamente este nivel muestra la optimización ó degradación que existe en la llamada. La Calidad de Servicio se verifica en la accesibilidad de la Red (Bloqueo de Llamadas BC), Llamadas Retenidas (Caídas de Llamadas DC), Calidad de la Llamadas(Caídas por Handoff DH, Fallas en la llamada SF), y el tiempo de establecimiento de la misma, son medidas para la eficiencia de la red inalámbrica.

Una descripción de la metodología usada en el cálculo de la calidad de servicio es la siguiente:

- **Porcentaje de las Caídas de Llamadas:**

$$\text{Llamadas Caídas (\%)} = \frac{\text{Número de las Llamadas Caídas}}{\text{Número de las Llamadas Conectadas}} \times 100 \quad (4.3)$$

- **Porcentaje del Bloqueo de Llamadas:** Porcentaje de las llamadas, que no fueron permitidas para el acceso a la red.

$$\text{Llamadas Bloqueadas (\%)} = \frac{\text{Número de Llamadas Bloqueadas}}{\text{Número de Intentos de Llamadas}} \times 100 \quad (4.4)$$

- **Tiempo de Configuración de la Llamada:** Promedio de Tiempo (en segundos) entre el inicio de una llamadas y su conexión.

$$\text{Tiempo de Configuración de la Llamada} = \frac{\sum_{i=1}^n \text{Tiempo de Conexión de la Llamada}_i}{\text{Número de Llamadas conectadas}} \quad (4.5)$$

Accesibilidad

Accesibilidad es directamente relacionada con el Porcentaje de bloqueo de Llamadas

$$\text{Accesibilidad} = 1 - \text{Porcentaje del Bloqueo de Llamadas.} \quad (4.6)$$

Retenimiento

El retenimiento está directamente relacionado con el porcentaje de las caídas de llamadas.

$$\text{Retenimiento} = 1 - \text{Porcentaje de las caídas de llamadas} \quad (4.7)$$

Información de Predicción

La información que se obtiene en este nivel es de gran importancia, para proyectarse en fechas futuras del Tráfico, lo que permitirá estudiar el crecimiento de la Compañía de Telecomunicaciones.

Diagrama General del Sistema

El siguiente esquema define la utilidad que tiene el Sistema de tráfico dentro de la empresa celular. (Figura 4 –14)

Comprende tres capas que son:

Nivel 1:

Datos del MTX: Es la información fundamental para nuestro estudio.

Datos del Sistema Celular: Es el grupo de entidades que se manejan dentro del sistema como centrales, celdas, etc.

Parámetros del Tráfico: Son las especificaciones para el Tráfico.

Nivel 2:

Tráfico: Contiene la base de datos que utiliza el software, donde se almacena toda la información.

Sistema de Tráfico: Es el software desarrollado en visual Basic, que se utiliza para llevar el control del tráfico.

Capa 3:

GOS: Es uno de los resultados finales que muestra el grado de servicio de cada celda.

TRÁFICO: Incluye reportes en impresora y pantalla.

EFICIENCIA: A través de esto podemos observar si la operadora brinda un buen servicio.

PREDICCIÓN: Con esto se puede definir para futuras ampliaciones o cambios dentro de la red Celular.

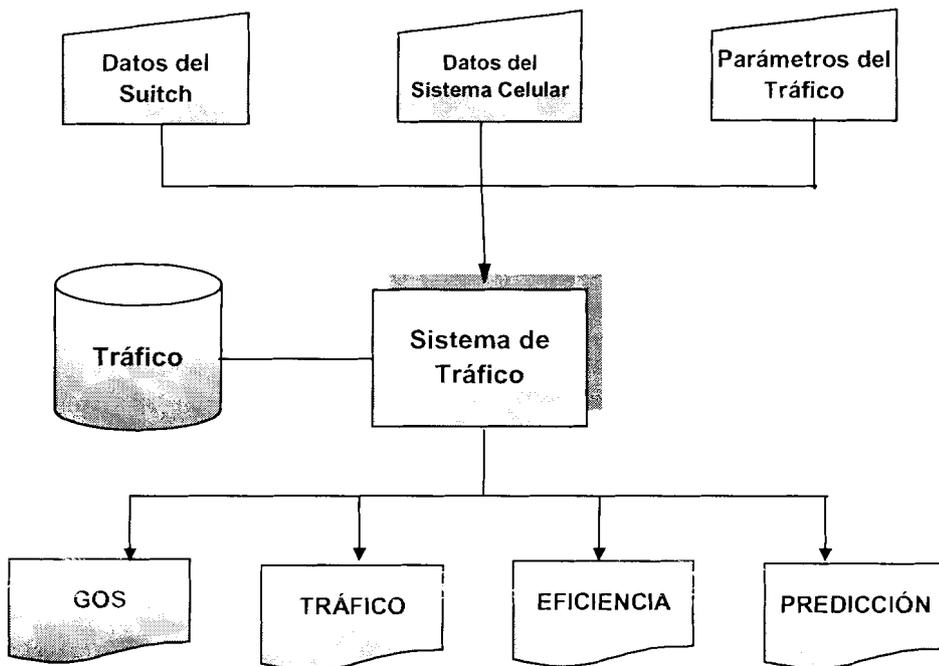


Figura 4-14.- Diagrama General del Sistema.

Diagrama de Flujo de Datos

Representa el origen y destino de los datos desde el MTX hasta el almacenamiento de la base de datos. (Figura 4- 15).

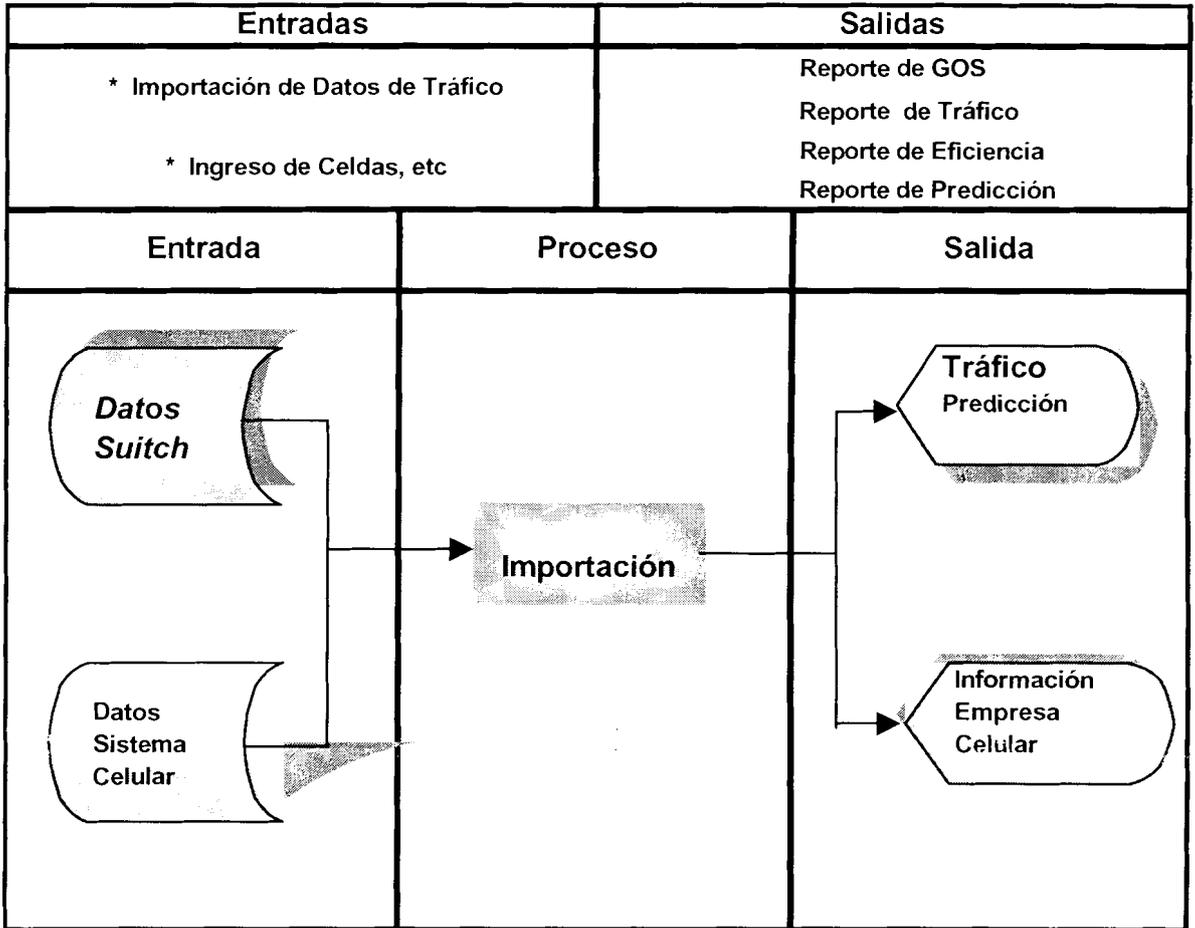


Figura 4-15.- Diagrama de Flujo de Datos

Diagrama de Flujo de Información

Muestra cada una de las fases por donde pasan los datos y los resultados de los mismos. (Figura 4-16)

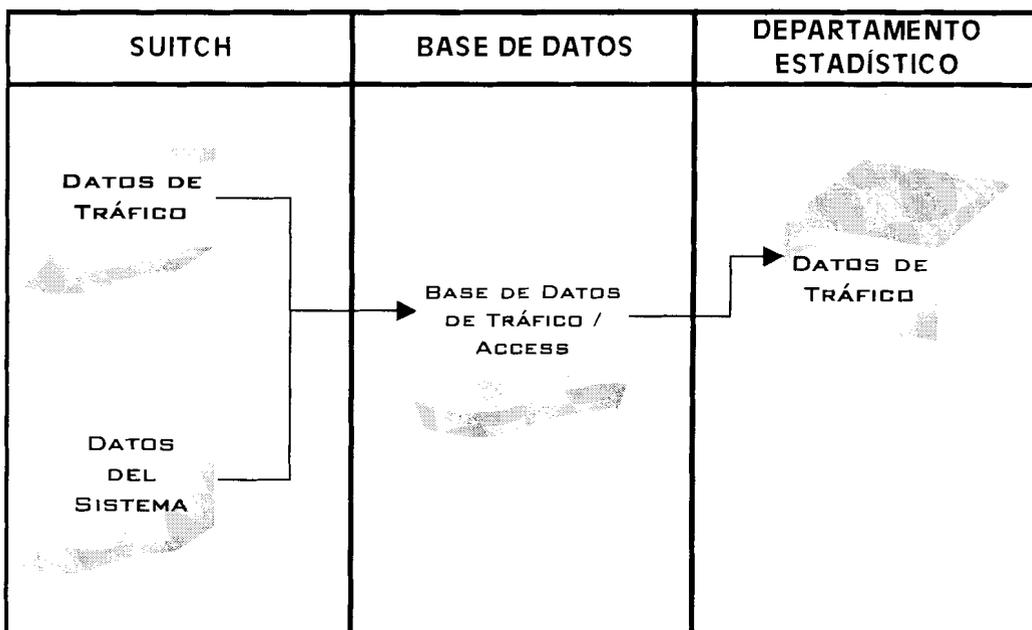


Figura 4-16.- Diagrama de Flujo de Infomación

RUTINAS DEL SISTEMA

LEER_ARCHIVO

Esta rutina contiene una serie de comandos que realizan el proceso de lectura del archivo generado por el conmutador, los datos que se leen en este procedimiento corresponden a los valores de las que registran los contadores del MTX, de las celdas y a la vez

almacena estos datos de una manera organizada en la Base de Datos de Tráfico.

EFICIENCIA

Este procedimiento permite seleccionar los datos de acuerdo a los criterios que el usuario haya establecido en la pantalla de Eficiencia y realiza el cálculo para cada uno de los datos de Eficiencia y los guarda en una base de datos temporal que servirá para generar el Reporte Estadístico posteriormente.

IMPRIME

Este grupo de sentencias permite mostrar en pantalla los datos de cada uno de los reportes que se generan en el Sistema de Tráfico. En estas líneas se establece la ruta donde se encuentran los reportes y se establece el título del Reporte.

CAMPOS_VALIDOS

Esta rutina permite validar que los datos que se ingresan estén correctos. Es decir si el usuario ingresa fechas incorrectas, el usuario mostrará un mensaje para que ingrese una fecha correcta.

GOS

Este procedimiento selecciona los datos del CCS que se requieren para generar el Tráfico de acuerdo a los parámetros que el usuario haya establecido, coge estos datos y realiza los cálculos y fórmulas para obtener el porcentaje de Grado de Servicio para cada celda. Si ha seleccionado todas las centrales genera los datos agrupados por Central.

TRAFICO

Esta serie de comandos permiten realizar la lectura de los datos de CCS almacenados de celdas o centrales de todas la horas, de acuerdo al intervalo de fechas que haya establecido el usuario, seguidamente realiza los cálculos con base en fórmulas establecidas para posteriormente generar el reporte estadístico de Tráfico para las 24 horas.

PREDICCION

Este procedimiento realiza la lectura en Base de Tráfico de las centrales o Celdas para las que se requieren generar predicción. Los datos que se leen se agrupan por semanas de cada mes, y los procesa para luego tener esta información por meses referente al comportamiento del tráfico, luego se obtiene un valor tentativo para el año sobre el tráfico cursado, y lo mismo se hace para los siguientes años. Los cálculos que se realizan son utilizando regresión lineal

múltiple compuesta tomando como variables la cantidad de usuarios y el tráfico cursado.

GENERAR DATOS

Este procedimiento genera datos aleatorios para una celda de acuerdo al intervalo de fechas que el usuario desee y los almacena en la base de datos. Esta opción es de gran utilidad cuando desee utilizar el Sistema de Tráfico y no disponga de los archivos de texto generados por el conmutador.

LLENAR CELDAS

Esta rutina selecciona todas las celdas y las muestra en un control de cada una de las pantallas para que el usuario seleccione una celda en particular si así lo requiere. De manera similar se utilizan este grupo de sentencias para mostrar las centrales y los tipos de Sistemas (Analógico o Digital)

Capítulo 5

5. OPERACIÓN DEL SISTEMA PARA EL ANÁLISIS Y PREDICCIÓN

5.1 Descripción del sistema

El Sistema de Tráfico es un software desarrollado con herramientas sofisticadas, es decir interfaces gráficas, lo que permite al Ingeniero obtener información de una manera ágil, automatizada y fácil de manejar, simplifica la elaboración de reportes, gráficos estadísticos, y predicción para su análisis.

La información que se maneja dentro de este sistema es de uso exclusivo de la empresa, con una confidencialidad a usuarios autorizados; es decir que solo ciertos usuarios podrán tener una clave de acceso al programa.

Instalación del Sistema de Tráfico.

A continuación se definen los pasos a seguir para la instalación del Sistema de Tráfico.

Instrucciones Generales:

- 1.- Inserte el disco de instalación 1.
- 2.- Usando Explorador de Windows, localice el programa con nombre SETUP.EXE, luego de doble clic en el archivo para empezar con el programa de instalación.(Figura 5-1).



Figura 5-1.- Programa de Instalación del Sistema de Tráfico.

- 3.- Posteriormente se mostrará la pantalla de Bienvenida de la Instalación del Sistema (Figura 5.2). De clic en el botón **Aceptar** si desea continuar con la instalación caso contrario **Salir** del programa.

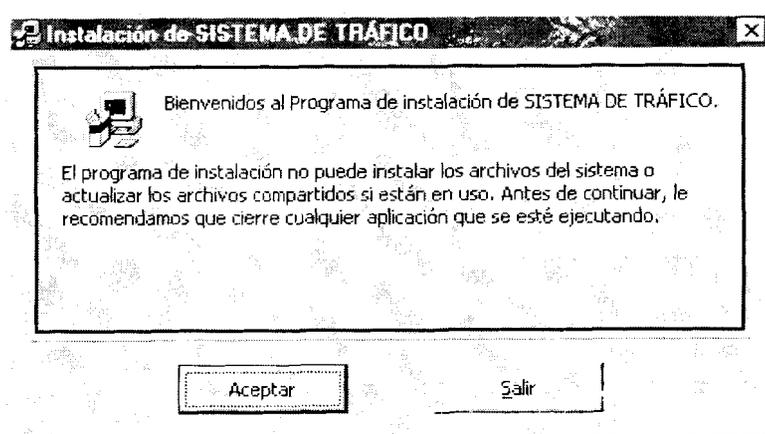


Figura 5-2.- Pantalla de Bienvenida

4.- En esta pantalla (Figura 5-3), se especifica en que directorio se va a instalar el programa, por omisión se muestra el directorio con la siguiente ruta C:\Archivos de programa\trafico. Si desea cambiar la carpeta dé clic en el botón cambiar directorio y seleccione la carpeta que desee.

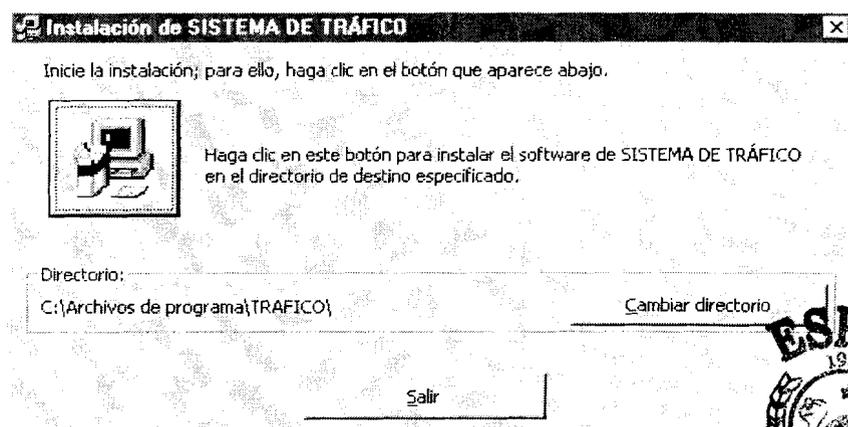


Figura 5-3.- Selección de Directorio



5.- A continuación aparecerá la ventana de proceso de instalación. Donde se visualizará una barra de progreso que le indicará el avance del proceso de instalación, esto tarda varios segundos. (Figura 5-4).

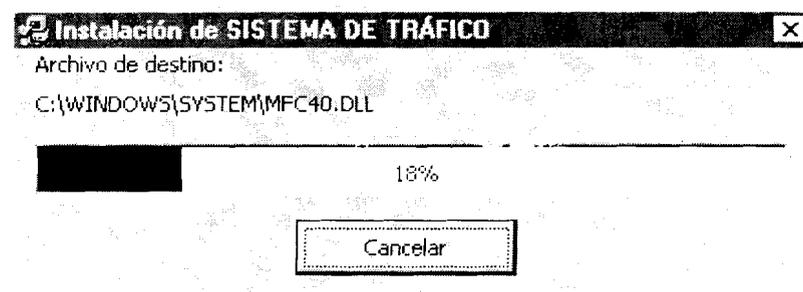


Figura 5-4.- Proceso de Instalación

6.- Si la instalación ha sido exitosa visualizará el siguiente mensaje:

(Figura 5.5)

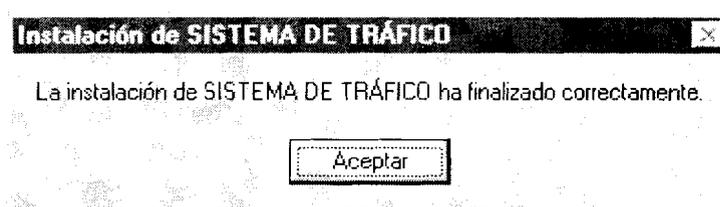


Figura 5-5.- Fin de Instalación

Ingreso al Sistema

Una vez instalado el sistema usted puede acceder al mismo a través del icono del sistema que se encuentra en el escritorio o en la lista de programas del menú inicio.

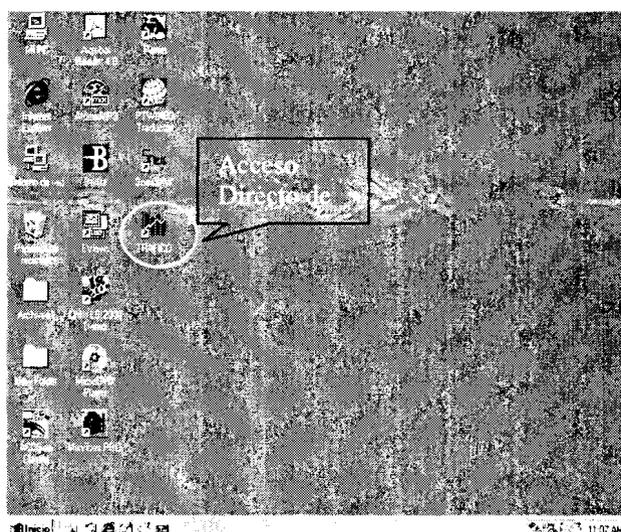


Figura 5-6.- Acceso directo al Sistema de Tráfico

De inmediato aparecerá una ventana que pedirá su contraseña suministrada por el proveedor. Si la clave es correcta podrá ingresar, dependiendo el nivel de usuario que tenga asignado tendrá habilitada las opciones del menú principal.

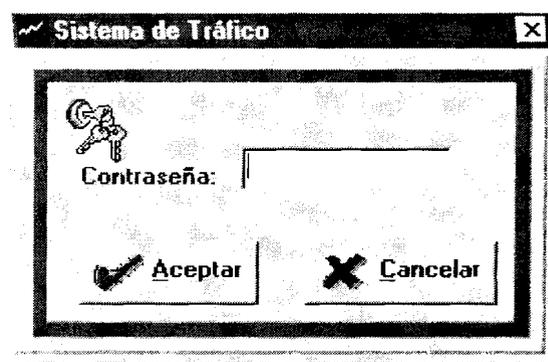


Figura 5-7.- Ingreso al Sistema

Es importante indicar que existen dos niveles de usuario:

01 Administrador: Los usuarios con este nivel tienen disponible todas las opciones del sistema, tanto de tráfico como de mantenimiento.

02 Operador: En este nivel tiene habilitada solo las opciones de tráfico.

Si ingresó al sistema tiene disponible el Menú Principal de las opciones del Sistema de Tráfico donde se muestra las opciones principales, nombre del usuario, fecha, y hora en que se ingresa al programa.

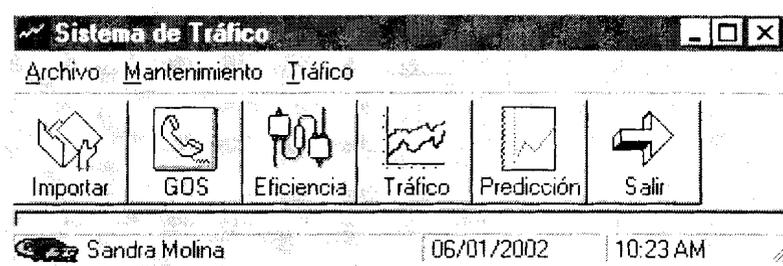


Figura 5-8.- Menú Principal del Sistema

Las opciones más importantes pueden acceder de dos formas:

- Menú Principal
- Icono de la barra de herramientas.

5.2 Opción de carga de datos y de actualización

Las opciones disponibles en el Menú Principal son las siguientes:

1. Archivo: En este menú se puede realizar importaciones y consultas de datos de los archivos de Tráfico, y salir del programa.

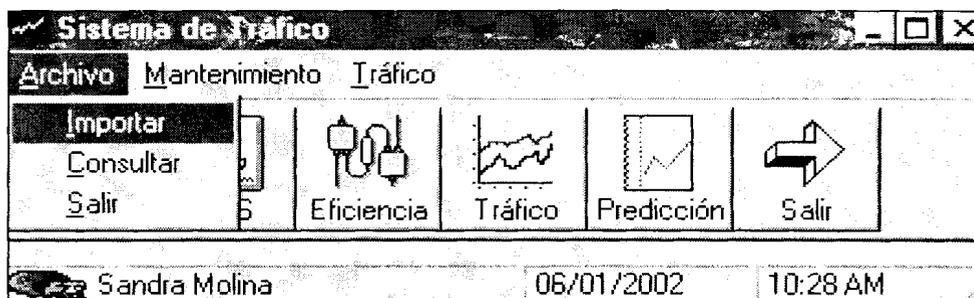


Figura 5-9.- Opciones del Menú Archivo

Submenú Importar: En esta opción se realiza la importación de los datos de tráfico que se encuentran en el archivo texto generados por el conmutador. La pantalla correspondiente a esta opción es la siguiente:

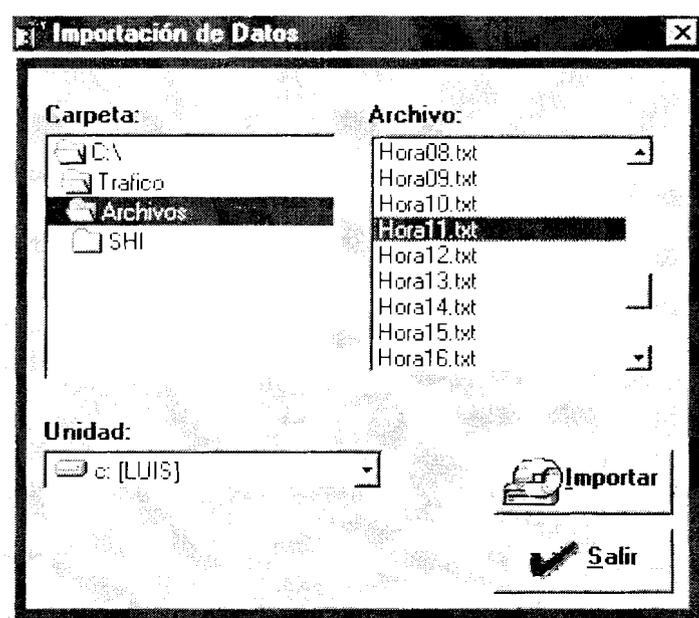


Figura 5-10.- Pantalla de importación de Datos

Después de realizar el proceso de importación visualizará este mensaje que la importación ha sido exitosa.

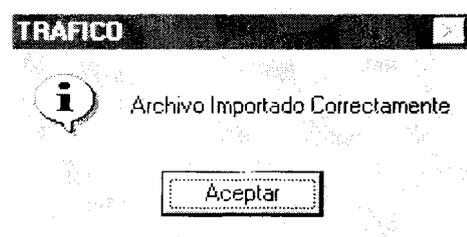


Figura 5-11.- Pantalla de Importación Correcta

Al ingresar a esta pantalla se puede visualizar controles similares al explorador de Windows es decir encontraremos la lista de los archivos que se encuentran actualmente en la computadora.

Generalmente los archivos de tráfico se encontraran en el directorio C: \Tráfico, pero podría acceder a otra carpeta en caso de que los archivos se encuentren en otro directorio.

Los pasos para poder importar un archivo son los siguientes:

- 1.- Seleccionar la unidad(a:, c:, e: , etc)
- 2.- Seleccionar la carpeta donde se encuentran los archivos.
- 3.- Seleccionar con un clic el archivo. Si desea importar varios archivos a la vez presione shift en combinación con las teclas direccionales.
- 4.- De clic en el botón aceptar para empezar con el proceso de importación.
- 5.- Posteriormente vera un mensaje "Archivo importado correctamente", que le indicara que el proceso de importación ha finalizado. (Figura 5-11).

Puede realizar este proceso cada vez que tenga nuevos archivos de Tráfico.

Submenú Consultar: A través de esta opción se puede visualizar los datos que previamente fueron importados. Para realizar una consulta proceda de la siguiente manera:

- 1.- Seleccione las celdas, centrales, medidas y campos.
- 2.- Ingrese el rango de fechas que desee visualizar.
- 3.- Dé clic en la casilla hora 12 si solo quiere mostrar el tráfico en la hora pico o desmarque la casilla si en caso quiere ver todas las horas.

Consulta de Datos

Central: Todas Desde:
 Celda: Todas Hasta:
 Medida: Todas Solo Hora 12
 Campo: Todos

	Nombre	Num Can	Campo	Fecha	Hora12
	CENTRO-GYE	24	CCS	01/01/2001	355
	CENTRO-GYE	24	CCS	02/01/2001	258
▶	CENTRO-GYE	24	CCS	03/01/2001	253
	CENTRO-GYE	24	CCS	04/01/2001	350
	CENTRO-GYE	24	CCS	05/01/2001	523
	CENTRO-GYE	24	CCS	06/01/2001	551
	CENTRO-GYE	24	CCS	07/01/2001	497
	CENTRO-GYE	24	CCS	08/01/2001	232

Figura 5-12.- Pantalla de consulta de datos.

4. Dé clic en el botón aceptar para desplegar los datos, en la pantalla si se requiere imprimir dispone de un botón para dicho comando.

2. Mantenimiento: En esta opción se puede ingresar, consultar o modificar los datos, principales del sistema como son: datos de las celdas, centrales, medidas y campos. (Este grupo de opciones solo están disponibles para el administrador).

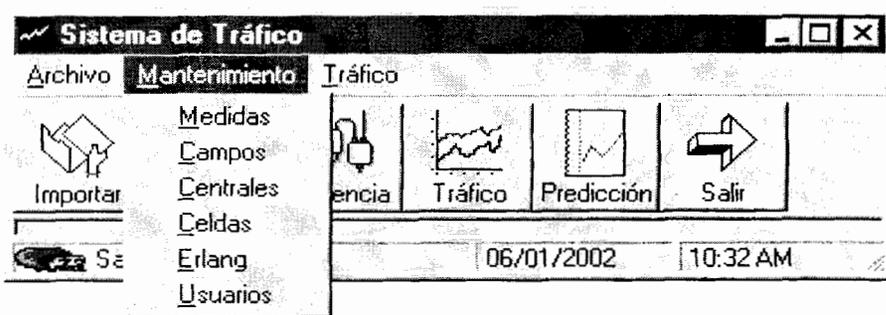


Figura 5-13.- Opciones del Menú Mantenimiento.

Todas las opciones disponibles dentro de este menú de mantenimiento tienen una interfase similar, donde se muestran los siguientes botones que nos permiten Agregar(Grabar), Modificar, Consultar e Imprimir los datos dependiendo de la opción seleccionada.

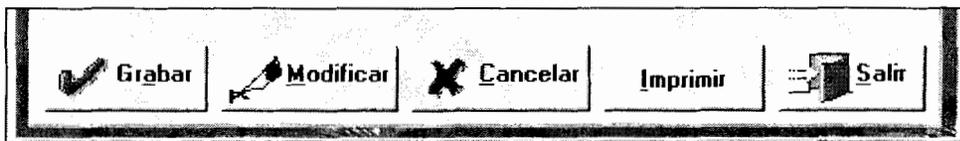
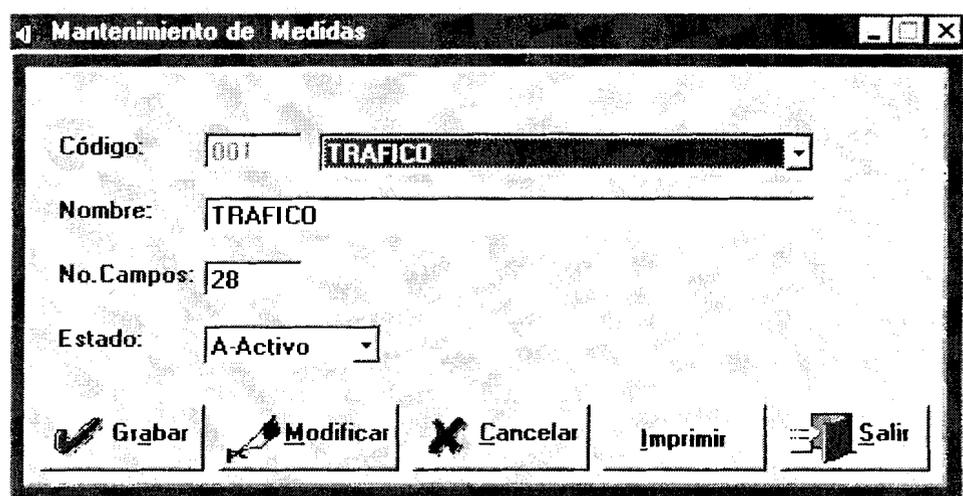


Figura 5-14.- Botones del Menú Mantenimiento

Submenú Medidas:

Esto es de gran importancia para el administrador, si es el caso de aumento o disminución en la capacidad de tráfico.



Mantenimiento de Medidas

Código: 001 TRAFICO

Nombre: TRAFICO

No. Campos: 28

Estado: A-Activo

Grabar Modificar Cancelar Imprimir Salir

Figura 5-15.- Ventana del Mantenimiento de Celdas.

Código: Es el código secuencial que se asigna cuando va a agregar una nueva medida.

Nombre: Es el nombre de la medida operacional.

No. De campos: Número de campos que pertenecen a la medida.

Estado: Un estatus que indica si la medida está activa o inactiva.

Submenú Campos: Se tiene para cambiar o aumentar algún contador para el mantenimiento del programa. Figura (5-16).

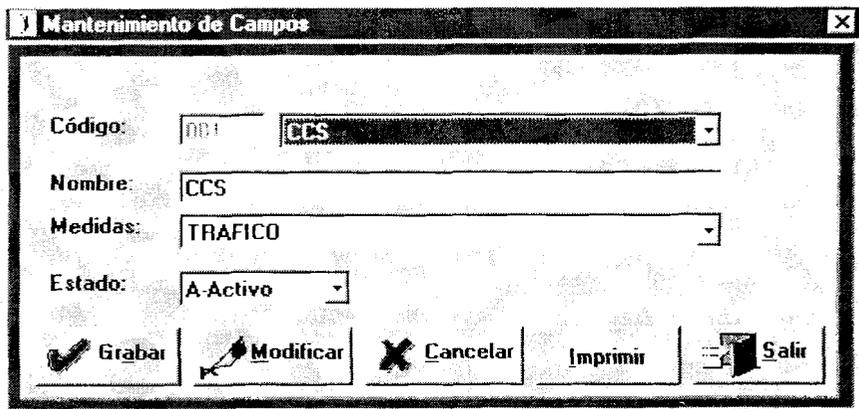


Figura 5-16.- Ventana del Mantenimiento de Campos.

Submenú Centrales: En el caso que llegase a existir otra central se la puede aumentar a través de esta ventana. (Figura 5- 17).

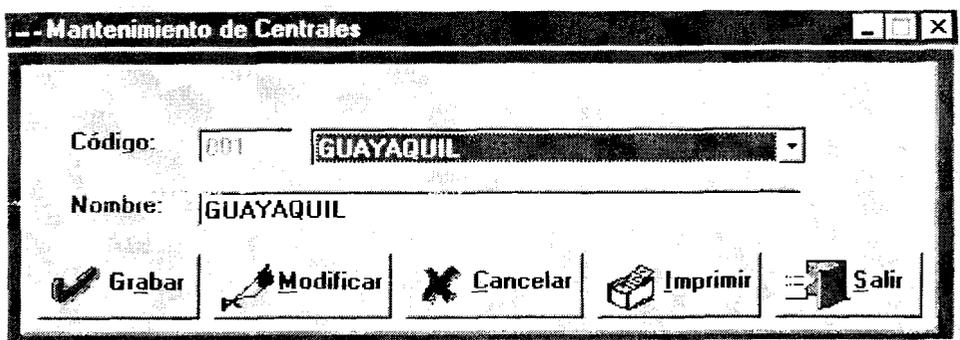
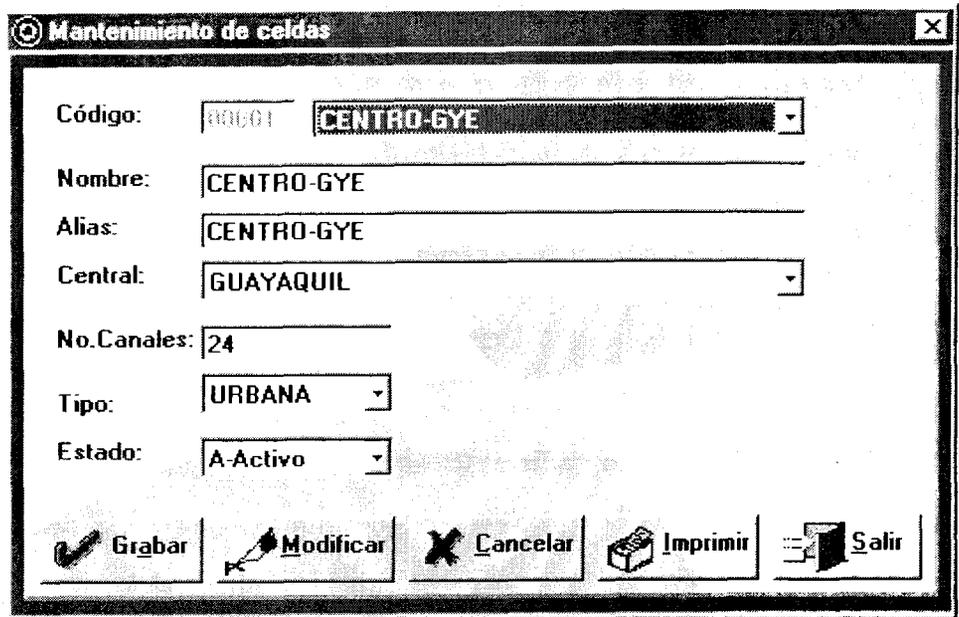


Figura 5-17.- Ventana del Mantenimiento de Centrales.

Submenú Celdas: Se lo utiliza para actualizar las celdas nuevas que ingresen a la Red. (Figura 5-18).



Mantenimiento de celdas

Código: 00001 **CENTRO-GYE**

Nombre: CENTRO-GYE

Alias: CENTRO-GYE

Central: **GUAYAQUIL**

No. Canales: 24

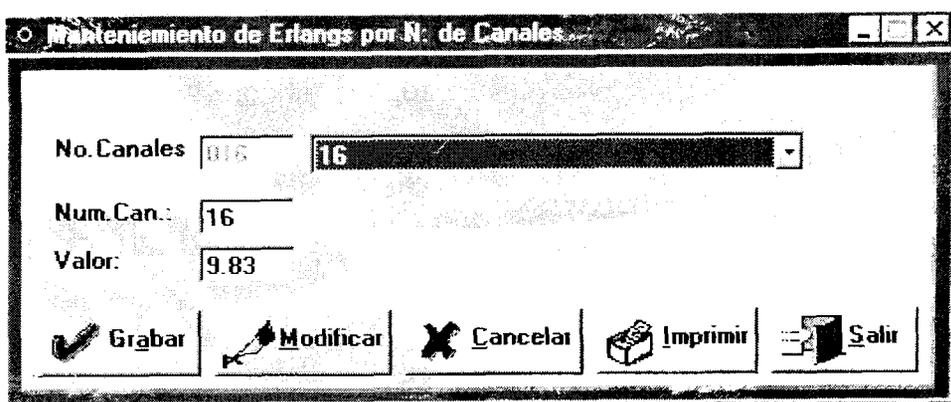
Tipo: **URBANA**

Estado: **A-Activo**

Grabar Modificar Cancelar Imprimir Salir

Figura 5-18.- Ventana del Mantenimiento de Celdas.

Submenú Erlangs: Para aumentar más canales y escribir su valor en Erlangs.



Mantenimiento de Erlangs por N. de Canales

No. Canales 016 **16**

Num. Can.: 16

Valor: 9.83

Grabar Modificar Cancelar Imprimir Salir

Figura 5-19.- Ventana del Mantenimiento de Celdas.

Submenú Usuarios: Si existen más operadores del sistema se lo almacena a través de esta ventana y pueda acceder de esa manera con su propia clave.

Mantenimiento de Usuarios

Codigo: 1

Nombre: Sandra Molina

Nivel: 01-Administrador

Password: *

Estado: A-Activo

Grabar Modificar Cancelar Salir

Figura 5-20.- Ventana del Mantenimiento de Usuarios.



5.3 Opción para análisis del tráfico

En el análisis de tráfico en el menú tenemos disponibles las cuatro consultas más importantes que son:

GOS, GRÁFICOS DE TRÁFICO, EFICIENCIA Y PREDICCIÓN

Sistema de Tráfico

Archivo Mantenimiento **Tráfico**

Importar GOS Ef GOS Eficiencia Tráfico Predicción Salir

Sandra Molina 06/01/2002 10:33 AM

Figura 5-21.- Ventana del Sistema de Tráfico.

Opciones del Menú de Tráfico

Otra forma de acceder a las opciones detalladas anteriormente es dando clic en cualquiera de los iconos que se visualiza en la pantalla principal.

Al hacer esto se mostrará una ventana en donde debe seguir los siguientes pasos:

Reporte de Tráfico

Fecha

Desde: 01/Ene/2001 Hasta: 31/Ene/2001

Ubicación

Central: GUAYAQUIL Todas

Celda: CENTRO-GYE
NORTE-GYE
SUR-GYE Todas

Aceptar Salir

Figura 5-22.- Ventana del Reporte de Tráfico.

1. Ingrese el rango de Fechas: En el formato dd/mm/yyyy.
2. Seleccione la central o centrales.
3. Se selecciona una o todas las celdas.

Una vez establecidos estos criterios de click en el botón aceptar para visualizar en pantalla el reporte del Tráfico.

El reporte del Tráfico muestra por cada celda los siguientes datos:

- 1.- Nombre de la Celda
- 2.- Número de Canales
- 3.- Tipo de Celda
- 3.- La Central donde se ubica la celda.
- 4.- Gráfico estadístico de las 24 horas con su tráfico respectivo.
- 5.- Recomendación si se requiere aumentar los números de circuitos.

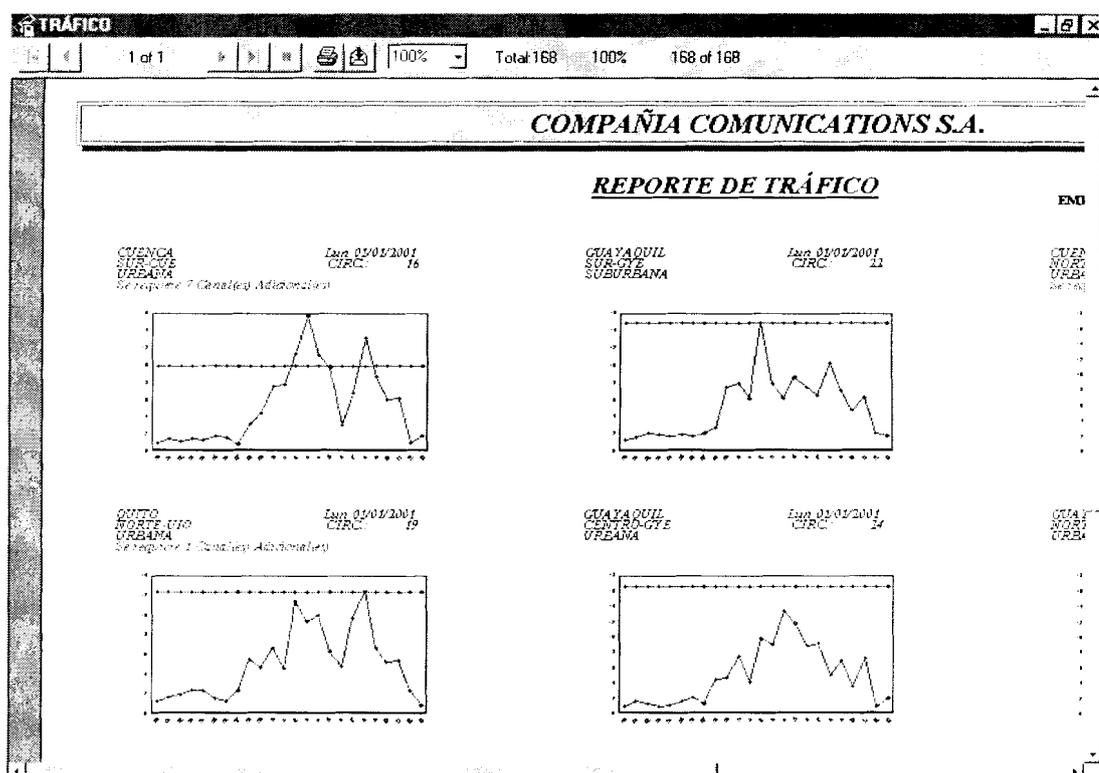


Figura 5-23.- Ventana del Reporte de Generado de Tráfico.

Dentro de este reporte se observan varios botones pequeños donde se puede realizar las siguientes operaciones:

- Avance o Retroceder paginas
- Configuración de Impresoras
- Imprimir
- Exportar

La opción exportar es muy importante ya que permite llevar el reporte en pantalla hacia Excel y poder almacenarlo o realizar cambios si desea.

Al dar clic en exportar debe seleccionar la versión de Excel y la carpeta a la que desea copiar el reporte.

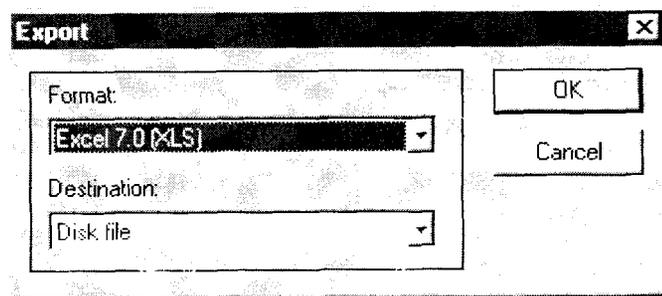


Figura 5-24.- Ventana de exportación de reporte

Dos reportes complementarios para el Análisis del Tráfico son el :

- GRADO DE SERVICIO AL USUARIO
- EFICIENCIA

GRADO DE SERVICIO AL USUARIO

La opción Grado de Servicio (GOS), puede ser accedada desde el menú principal, o dando click en el segundo ícono de la barra de herramientas.

Figura 5-25.- Ventana del Reporte del GOS

Reporte del GOS Grado de servicio al Usuario.

Al ingresar a esta opción aparece una ventana similar a la del Tráfico donde debe seguir los siguientes pasos:

1. Ingresar el rango de Fecha: En el formato dd/mm/yyyy.
4. Seleccione la central o centrales.
5. Se selecciona una o todas las celdas.
6. Una vez establecidos estos criterios de clic en el botón aceptar para visualizar en pantalla el reporte del Tráfico

7. De clic en el botón aceptar para visualizar el reporte con los criterios seleccionados.

G.O.S.

1 of 1 92% Total: 11 100% 11 of 11

COMPANÍA COMUNICACIONES S.A.

REPORTE DE GRADO DE SERVICIO AL CLIENTE - G.O.S.

VERSION: S.A.E. 05/ENE/2002
PAG: 1 of 1

No	Celda	Fecha	Erlangs	Canales	GOS
CENTRAL CUENCA					
1	NORTE-CUE	01/01/2001	7.94	19	0.00
2	SUR-CUE	01/01/2001	11.36	16	0.05
CENTRAL GUAYAQUIL					
3	CENTRO-GYE	01/01/2001	9.86	24	0.00
4	CENTRO-GYE	02/01/2001	7.17	24	0.00
5	CENTRO-GYE	03/01/2001	7.03	24	0.00
6	CENTRO-GYE	04/01/2001	9.72	24	0.00
7	CENTRO-GYE	05/01/2001	14.53	24	0.01
8	SUR-GYE	01/01/2001	14.83	22	0.02
9	NORTE-GYE	01/01/2001	14.19	25	0.00
CENTRAL QUITO					
10	NORTE-UIO	01/01/2001	11.42	19	0.01
11	SUR-UIO	01/01/2001	14.50	18	0.07

Figura 5-26.- Reporte del Grado de Servicio

Este reporte muestra un listado con la siguiente informacion:

- 1.- Nombre de la Celda
- 2.- Código de la Celda
- 3.- Numero de Canales
- 4.- Fecha
- 5.- El valor del grado de servicio.

Se puede exportar el archivo hacia Excel en caso que sea necesario o imprimirlo si es de uso urgente.

EFICIENCIA

Esta opción es accesible desde el menú principal o desde el tercer icono de la barra de herramientas.

The screenshot shows a window titled "Eficiencia" with a close button (X) in the top right corner. The window is divided into two main sections: "Consultar" and "Reporte".

Consultar:

- Listado
- G. Estadístico
- Eficiencia

Reporte:

- Detallado por Fecha
- Agrupado por Meses

Below these sections are several input fields and checkboxes:

- Central: GUAYAQUIL [dropdown] Todas
- Celda: CENTRO-GYE [dropdown] Todas
- Sistema: ANALOGICO [dropdown] Todos
- Desde: 01/Ene/2001
- Hasta: 31/Dic/2001

At the bottom left, there is a label "Eficiencia:" followed by a small empty box. At the bottom right, there are two buttons: "Aceptar" (with a bar chart icon) and "Salir" (with a checkmark icon).

Figura 5-27.- Ventana de la Eficiencia

Al ingresar a esta opción debemos de seguir los siguientes pasos:

- 1.- Seleccionar una de las tres alternativas que se desea:

Listado: Se tiene la información de las llamadas totales, llamadas completadas, las caídas de llamadas por Handoff, por Fallas de Configuración de la llamada(Setup Failure), y Bloqueo.

Este listado de la eficiencia tiene unos botones en la parte superior que me permite visualizar toda la información por hoja e ir avanzando y a la vez se puede exportar hacia Excel o cualquier otro formato ó mandarlo a imprimir.

COMPANIA COMMUNICATIONS S.A.

REPORTE DE EFICIENCIA DEL SISTEMA

DESDE: 06/01/2001 HASTA: 06/01/2001 EMISION: 06/06/2002

SISTEMA ANALOGICO		Call Completions	Analog Call Completions	Total Call Attempts	Dropped Handoff Percentage	Dropped Call Percentage	Setup Failure Percentage	Blocked Call
CELDA	FECHA							
CENTRO-SYE	06/01/2001	573	635	1,208	0.30	0.47	0.52	0.25

SISTEMA DIGITAL		Call Completions	Analog Call Completions	Total Call Attempts	Dropped Handoff Percentage	Dropped Call Percentage	Setup Failure Percentage	Blocked Call
CELDA	FECHA							
CENTRO-SYE	06/01/2001	1,023	1,029	2,052	0.70	0.23	0.10	0.15

Figura 5-28.- Reporte del Grado de Servicio

Gráficos estadísticos: Muestra la misma información del listado pero en gráficos de barras.

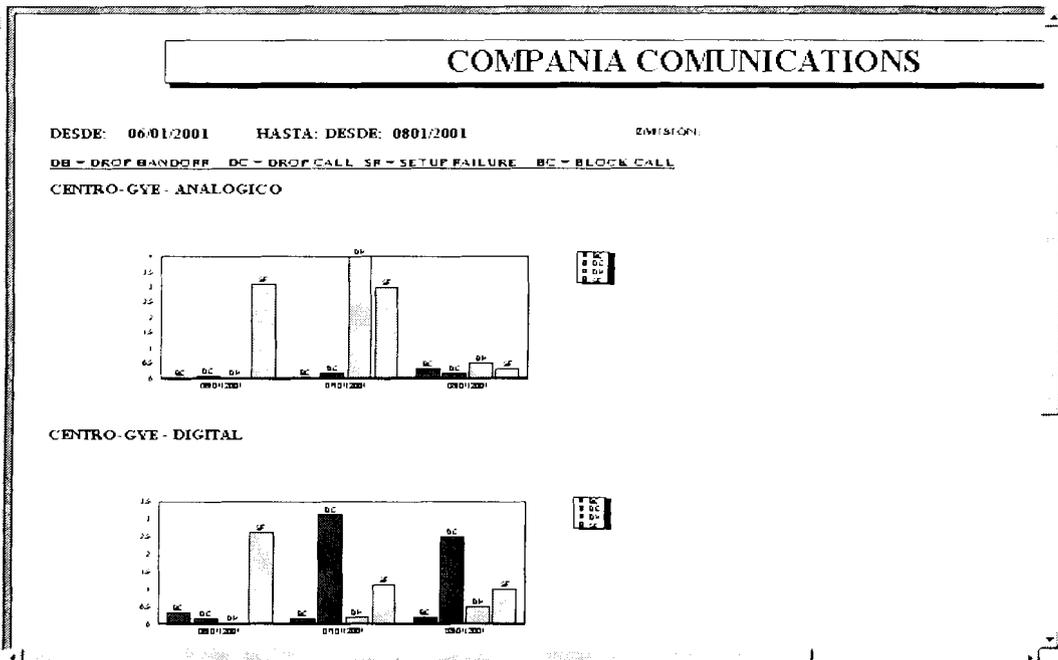


Figura 5-29.- Reporte de la Eficiencia del Sistema.

- 1.1 Eficiencia: Muestra el valor de una celda seleccionada.
- 2.- Seleccionar la central o celda que se desea.
- 3.- Ingresar el rango de fechas en el formato dd/mm/yyyy.
- 4.- Dar click en el botón aceptar para visualizar el reporte.

A continuación se muestra un ejemplo de cada reporte de las alternativas que disponemos en esta opción.

Cada uno de estos reportes puede ser exportados hacia excel si es que lo desea.

5.1 Opción para predicción del tráfico

Esta opción la encontramos en el menu principal o dando click en el cuarto icono de la barra de herramientas de esta misma ventana.

Al ingresar podemos visualizar una pantalla similar a la siguiente:

Predicción de Tráfico

Criterio de Predicción

Desde: 1999 Hasta: 2002

Central: [dropdown] Todas

Celda: [dropdown] Todas

Figura 5.30.- Reporte de la Predicción del Sistema

Los pasos para visualizar este reporte de predicción son los siguientes:

- 1.- Escribir en el campo "Desde" el año inicial que del cual tiene información disponible en la base de datos.
- 2.- Escribir en el campo "Hasta" el año del cual se requiere estimar.

3.- Dar click en el boton aceptar para ver el reporte, en el cual se mostrara el nombre de la celda, y un cuadro estadistico por año de la prediccion.

De igual manera puede exportar este grafico a excel si es que lo requiera.

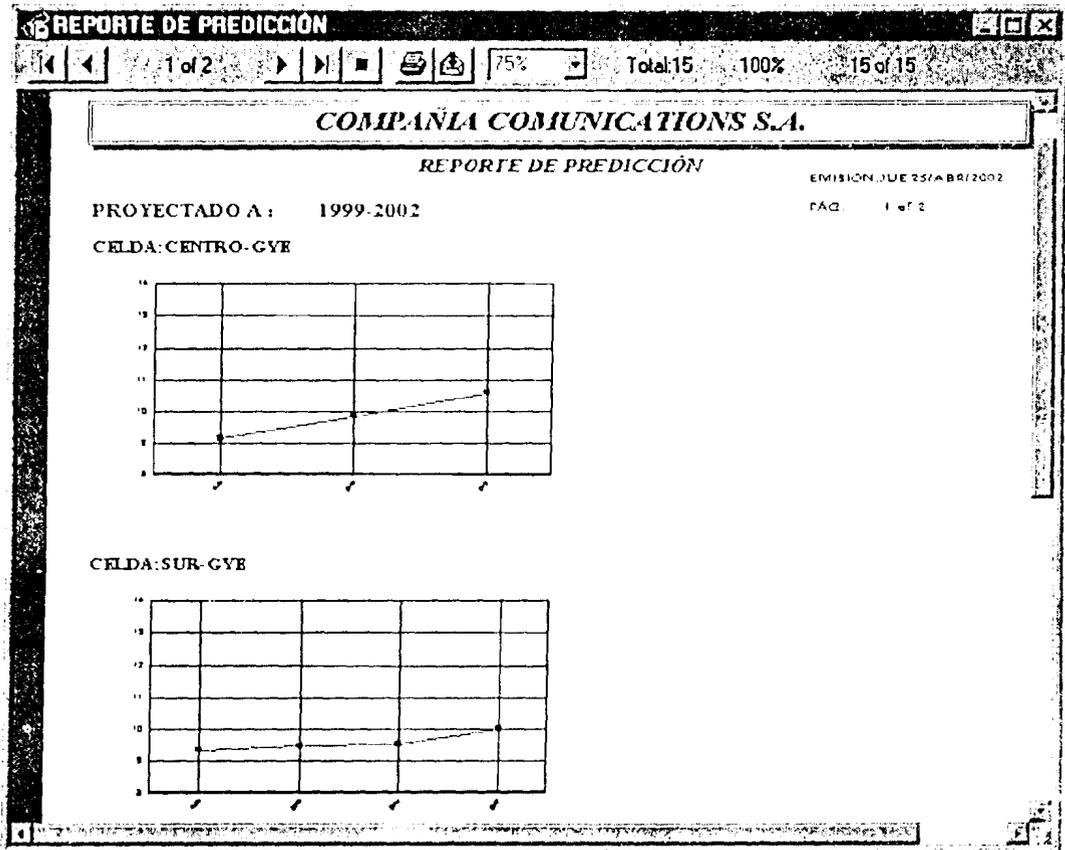


Figura 5.31.- Reporte Estadístico de la Predicción del Sistema

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Durante la elaboración de este proyecto se realizó un estudio en detalle de los aspectos que intervienen en la Ingeniería de tráfico, de los mismos se han encontrado algunas conclusiones, que detallamos a continuación:

En primer lugar podemos mencionar como factor importante el estudio del tráfico que constituye una base para establecer criterios que nos permitan buscar la optimización de la red celular, como lo es el aumento o disminución de la capacidad de la radio bases.

El sistema que se ha diseñado constituye una herramienta muy útil, facilita la elaboración de los reportes así como el análisis del comportamiento del tráfico en forma gráfica. Además, de ser un sistema de fácil uso, nos provee de información procesada con grado mínimo de error.

En lo que respecta a la predicción del tráfico, se ha utilizado el método de regresión lineal múltiple compuesta que nos permite tener un grado de aceptación muy bueno, sin embargo se puede llegar a obtener valores aberrantes de tráfico que sería provocado por un comportamiento fuera del común tráfico.

Se puede concluir además que este sistema tiene un enlace directo con la base de datos en Microsoft Access, los cuales permiten tener capacidad de memoria disponible, para realizar la carga o actualización de los datos y luego se procesa la información.

En el procesamiento de la información del tráfico se tomó como referencia modelos matemáticos que se aplicaban a la ingeniería de tráfico, como lo es Erlang B y el Erlang C.

La información para el análisis y la predicción del tráfico es tomada de la hora de máxima tráfico diario que es almacenado en contadores de distintos tipos que tienen asignados sus respectivos parámetros.

Una recomendación muy importante que involucra hasta cierto punto ser motivo de una tesis de grado, es el hecho del diseño de una interfase entre la parte de la central que proporciona el archivo texto que contiene las medidas operacionales y el sistema de análisis del tráfico, para evitar hacer la carga de la información del tráfico diario por medio de un disquete con el archivo, sino más bien que cada vez que se genere tráfico este se vaya almacenando directamente al sistema.

Otra recomendación sería que cuando se realice la carga de los datos en el sistema de tráfico no se tenga procesando otro programa para evitar que se produzcan errores cuando se almacena la información en la base de datos.

ANEXO A

Erlang B

La fórmula de Erlang B determina la probabilidad que una llamada es bloqueada, y es una medida del GOS (Grado de Servicio), para un sistema de troncalización que provee de no realizar cola sino un bloqueo de llamadas.

El número de canales ocupados es igual al número de usuarios ocupados, y la probabilidad de bloqueo está dada por:

$$\Pr(\text{Bloqueo}) = \frac{\left(\frac{A^C}{C!} \right)}{\sum_{k=0}^C \frac{A^k}{k!}} \quad (\text{A.1})$$

DERIVACIÓN DE Erlang B

Considerando un sistema con C canales y U usuarios. Donde λ representa la velocidad de llegadas de llamadas por unidad de tiempo, y t_m el tiempo promedio de duración de la llamada. Si A es el tráfico ofrecido para el sistema de troncalización y aún el promedio de carga servido por cada usuario, luego

$A_u = \lambda_1 t_m$, donde λ_1 es el promedio de la velocidad de las llegadas de llamadas por un usuario y $A = U A_u = \lambda t_m$.



$$\Pr [\text{Bloqueo}] = \Pr [\text{Ninguno de los } C \text{ canales están libres}] \quad (\text{A.2})$$

Eso asume que la llegada de llamadas sigue una distribuci3n de Poisson:

$$\Pr \{a(t + \tau) - a(t) = n\} = \frac{e^{-\lambda\tau}}{n!} (\lambda\tau)^n \quad \text{para } n=0,1,2,3,\dots \quad (\text{A.3})$$

donde $a(t)$ es el número de llegadas que ocurren desde $t = 0$ y λ es el tiempo de las llegadas entre llamadas [el tiempo entre sucesivas solicitudes de llamadas]. El término λ denota el número promedio de llamadas requeridas por unidad de tiempo, y es la velocidad de llegadas de las llamadas.

El Proceso de Poisson implica que el tiempo de los n th llegadas de llamadas y el tiempo entre llegadas y las sucesivas llamadas son mutuamente independientes.

El tiempo entre llegadas de las llamadas son exponenciales y mutuamente independiente, y la probabilidad que los tiempos entre llegadas sera menos que algún tiempo s está dado por:

$\Pr(\tau_n \leq s) = 1 - e^{-\lambda s}, s \geq 0$, donde τ_n es el tiempo entre llegadas de la enésima llegada y $\tau_n = t_{n+1} - t_n$, donde t_n es el tiempo en el cual la enésima llegada de llamada. En otras palabras, la funci3n densidad de probabilidad para τ_n es:

$$p(\tau_n) = \lambda e^{-\lambda\tau_n}, \tau_n \geq 0 \quad (\text{A.4})$$

Para todo $t \geq 0, \delta \geq 0,$

$$\Pr \{a(t + \delta) - a(t) = 0\} = 1 - \lambda\delta + O(\delta) \quad (\text{A.5})$$

$$\Pr \{a(t + \delta) - a(t) = 1\} = \lambda\delta + O(\delta)$$

$$\Pr \{a(t + \delta) - a(t) \geq 2\} = O(\delta) \quad (\text{A.7})$$

(A.6)

Donde $O(\delta)$ es la mayor probabilidad que una llegada de llamada sobre el intervalo de tiempo δ y es una función de δ por lo que

$$\lim_{\delta \rightarrow 0} \left\{ \frac{O(\delta)}{\delta} \right\} = 0.$$

La probabilidad de n llegadas en δ segundos es encontrada por la ecuación:

$$\Pr = \{a(t + \delta) - a(t) = n\} = \frac{e^{-\lambda\delta}}{n!} (\lambda\delta)^n \quad (\text{A.8})$$

El tiempo de servicio por usuario es la duración de una llamada particular que tiene éxito en el acceso del sistema troncalizado. El tiempo de servicio es asumido exponencial con la duración de la llamada t_m y $\mu = 1/t_m$ que significa la velocidad del servicio (promedio de número de llamadas por unidad de tiempo). t_m es también llamado el tiempo promedio. La probabilidad del tiempo de servicio del n t_m usuario ese menos que alguna duración de llamada, esta dada por:

$$\Pr \{s_n < s\} = 1 - e^{-\mu s} \quad s > 0 \quad (\text{A.9})$$

Y la función de densidad de probabilidad del tiempo de servicio es:

$$\Pr \{s_n\} = \mu e^{-\mu s} \quad (\text{A.10})$$

donde s_n es el tiempo de servicio del n -ésimo usuario.

Este sistema de troncalización representado por la fórmula de Erlang B es llamado un sistema de cola M/M/C. Donde M denota un Proceso de Poisson Memoryless para las llegadas de llamadas, el segundo M denota el tiempo de servicio exponencial por los usuarios, y el tercero C denota el número de canales disponibles en la troncal, y el último C indica el límite del número de usuarios simultáneos en servicio.

La propiedad de la cadena de Markov puede ser usado para derivar la fórmula de Erlang B. Considerando un proceso estocástico discreto en el tiempo $\{X_n / n = 0, 1, 2, 3, \dots\}$ que toma valores enteros no negativos, así que los estados posibles del proceso son $i = 0, 1, \dots$. El proceso en la cadena de Markov, el estado de transición del estado presente i para el siguiente estado $i+1$ depende solamente del estado i no del estado anterior. La Cadena de Markov en tiempo discreto habilita el tráfico para ser observado en puntos discretos para especificar las condiciones de tráfico. La operación práctica de un sistema troncalizado es continuo en el tiempo, pero podría ser analizado en intervalos de tiempo pequeños δ , donde δ es un número pequeño positivo. Si N_k es el número de

llamadas (canales ocupados) en el sistema en tiempo $k\delta$, luego N_k puede ser representado como:

$$N_k = N(k\delta) \quad (\text{A.11})$$

donde N es el proceso aleatorio discreto representa el número de canales ocupados en tiempo discreto. N_k es una cadena de Markov en tiempo discreto con el estado de la probabilidad de ocupancia la cuales son idénticas para una continua cadena de Markov, y puede tener valores en el rango de $0, 1, 2, 3, \dots, C$.

La probabilidad de transición $P_{i,j}$ está dado por:

$$P_{i,j} = P_r N_g = j * N_g = i \quad (\text{A.12})$$

Usando la ecuación (B.5) tmasta (A.7) cuando $\delta \rightarrow 0$ se obtiene:

$$P_{0,0} = 1 - \lambda\delta + O(\delta) \quad (\text{A.13})$$

$$P_{i,i} = 1 - \lambda\delta - \mu\delta - O(\delta) \quad , \quad i \geq 1 \quad (\text{A.14})$$

$$P_{i,i-1} = \lambda\delta - O(\delta) \quad , \quad i \geq 0 \quad (\text{A.15})$$

$$P_{i,i+1} = \mu\delta - O(\delta) \quad , \quad i \geq 1 \quad (\text{A.16})$$

$$P_{i,j} = O(\delta) \quad , \quad j \neq i, j \neq i+1, j \neq i-1 \quad (\text{A.17})$$

El diagrama del estado de Transición de la Cadena de Markov es presentado en la Figura A.1, es una cadena de Markov representada por el sistema de troncalización con C canales. Para entender la cadena de Markov con el diagrama de estados, se asume que hay 0 canales siendo usados por el sistema y no hay usuarios. Sobre un pequeño intervalo de tiempo, la posibilidad que el sistema continuara usando 0 canales es (1-

$\lambda\delta$). La probabilidad que hubiera un cambio de 0 canales a un canal es dada por $\lambda\delta$.

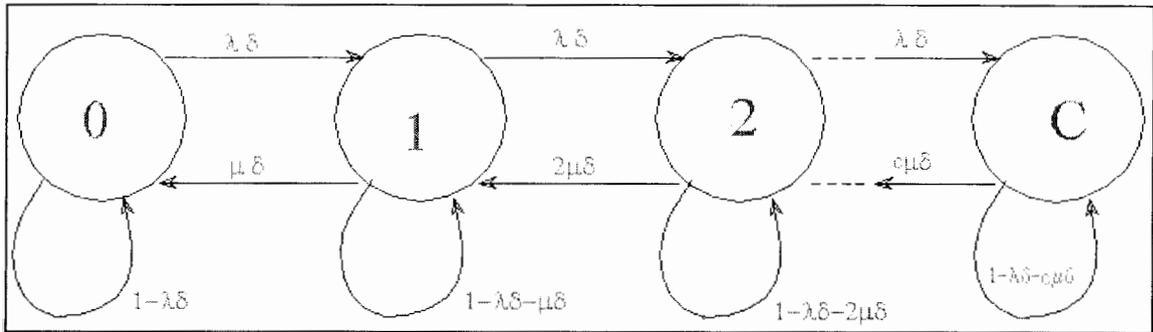


Figura A.2 Probabilidad de Transición representado como un diagrama de estado de la Cadena de Markov para el Erlang B.

De otras maneras, si un canal esta en uso, la probabilidad que el sistema de transición usaría 0 canales está dada por $\mu\delta$. Similarmente la posibilidad que el sistema continuara en uso de 1 canal está dado por $1-\lambda\delta-\mu\delta$. Todas las probabilidades salientes de un cierto estado suma 1.

Luego de un largo período de tiempo, el estado de recorrido continuo del sistema tienen n canales en uso. La Figura A.2 representa el estado del recorrido continuo que responde de un Sistema LCC.

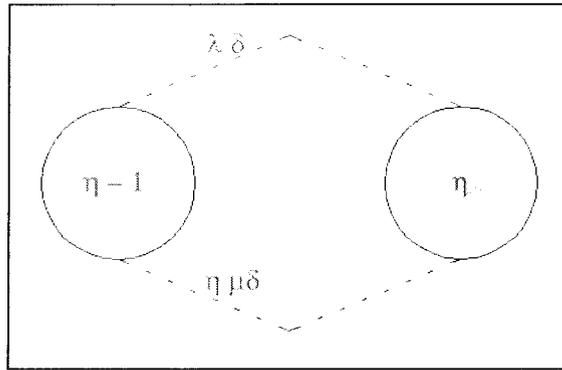


Figura A.2 Vía del recorrido continuo con un número de canales en uso

En un Estado continuo, la probabilidad de tener n canales en uso es equivalente a la probabilidad de tener $n-1$ canales en uso con un tiempo de transición probabilístico de $\lambda \delta$.

Una excelente condición que describe sobre un Estado Uniforme o continuo está dado por:

$$\lambda \delta P_{n-1} = n \mu \delta P_n \quad , \quad n \leq C \quad (A.18)$$

La Ecuación B.18, muestra la Ecuación Global del Balance.

$$\sum_{n=0}^C P_n = 1 \quad (A.19)$$

Usando la Ecuación Global de Balance para valores diferentes de n , se obtiene:

$$\lambda \delta P_{n-1} = n \mu \delta P_n, \quad n = 1, 2, 3, \dots, C \quad (A.20)$$

$$\lambda P_{n-1} = P_n n \mu \quad (A.21)$$

$$P_1 = \frac{\lambda P_0}{\mu} \quad (A.22)$$

Evaluando la Ecuación (A.20) para diferentes valores de n :

$$P_n = P_0 \left(\frac{\lambda}{\mu} \right)^n \frac{1}{n!} \quad (A.23)$$

y

$$P_0 = \left(\frac{\mu}{\lambda} \right)^n P_n n! = 1 - \sum_{i=1}^C P_i \quad (A.24)$$

Sustituyendo la Ecuación B.23 en la ecuación B.24 se tiene:

$$P_0 = \frac{1}{\sum_{n=0}^C \left(\frac{\lambda}{\mu} \right)^n \frac{1}{n!}} \quad (A.25)$$

De B.23, la probabilidad de bloqueo para C canales es:

$$P_c = P_0 \left(\frac{\lambda}{\mu} \right)^c \frac{1}{C!} \quad (\text{A.26})$$

Sustituyendo la ecuación B.25 en la ecuación B.26

$$P_0 = \frac{\left(\frac{\lambda}{\mu} \right)^c \frac{1}{C!}}{\sum_{n=0}^c \left(\frac{\lambda}{\mu} \right)^n \frac{1}{n!}} \quad (\text{A.27})$$

El tráfico total ofrecido es $A = \lambda t_m = \lambda / \mu$. Sustituyendo esto en la ecuación, B.27, la probabilidad de bloqueo está dado por:

$$P_0 = \frac{A^c \frac{1}{C!}}{\sum_{n=0}^c A^n \frac{1}{n!}} \quad (\text{A.28})$$

La ecuación anterior es la Fórmula de Erlang B

Erlang C

La fórmula de Erlang C está derivada de la función que tmay una cola está usada para mantener todas las solicitudes de llamadas a las cuales no les puedes asignar inmediatamente un canal. La fórmula de Erlang C está por:

$$P_{r(\text{llamadas de retardo})} = \frac{A^C}{A^C + C! \left(1 - \frac{A}{C}\right) \sum_{k=0}^{C-1} \frac{A^k}{k!}} \quad (\text{A.29})$$

Si los canales no están disponibles inmediatamente las llamadas son retardadas y puestas en colas y la probabilidad que la llamada tenga un retraso para esperar por más de t segundos en la cola está dado por:

$$P_{r(\text{esperar} > t / \text{retarda})} = e^{-\frac{C-A}{t_m} t} \quad (\text{A.30})$$

donde C es el total de números de canales disponibles, t es el retardo de tiempo de interés y t_m es el promedio de duración de una llamada. La probabilidad que una llamada es puesta en cola para espera un tiempo de t segundos está dada por:

$$\begin{aligned} P_{r[\text{esperar} > t]} &= P_{r[\text{llamadas de retardo}]} * P_{r[\text{esperar} > t / \text{retarda}]} \quad (\text{A.31}) \\ &= P_{r[\text{llamadas de retraso}]} * e^{-\frac{C-A}{t_m} t} \end{aligned}$$

El retardo promedio D para todas las llamadas en un sistema de cola está dado por:

$$D = \int_0^{\infty} P_r[\text{llamadas de retraso}] * e^{-\frac{C-A}{H}t} dt \quad (\text{A.32})$$

$$D = P_r[\text{llamadas de retraso}] * \frac{H}{C - A} \quad (\text{A.33})$$

Donde el retardo promedio de esas llamadas en cola está dado por: $t_m/(C-A)$.

Derivación de Erlang C

Considerando un sistema donde C es el número de troncales canales. La asunción usado para derivar la fórmula de Erlang C son similar a los usados en Erlang B, excepto para la adicional estipulación que si una llamada ofrecida no se asigna un canal, y es puesto en cola con una longitud finita. Cada llamada es luego servida en orden de llegadas, el proceso de llegada sigue una distribución de Poisson dado por:

$$P_r\{a(t+\Delta t)-a(t)=n\} = \frac{e^{-\lambda t} (\lambda \Delta t)^n}{n!}, \quad n = 0,1,2,3,\dots \quad (\text{A.34})$$

Donde a es el número de las llegadas de llamadas las cuales esperan servicio.

Así como la fórmula de Erlang B fue derivada usando la misma asunción que todas las llegadas de llamadas son exponencial e

independiente, el tiempo entre sucesivas llegadas de llamadas es $\lambda_a = t_{a-1} - t_a$, y la distribución de los tiempos de llegadas es como sigue:

$$P_r\{\tau_a \leq S\} = 1 - e^{-\lambda S}, \quad s \geq 0 \quad (\text{A.35})$$

Como fue el caso de Erlang B, el tiempo de servicio para cada usuario en el sistema de troncalización y es asumido exponencial y está dado por:

$$P_r\{S_n \leq S\} = 1 - e^{-a S}, \quad s \geq 0 \quad (\text{A.36})$$

Usando la cadena de Markov de tiempo discreto con probabilidad de transición dada en A.12 y A.17, la fórmula de Erlang C es fácilmente derivada. Para $P_{i,j}$ denotada la probabilidad de transición de idad de un estado i a un estado j . El diagrama de estado para el sistema está mostrado en la Figura A.3.

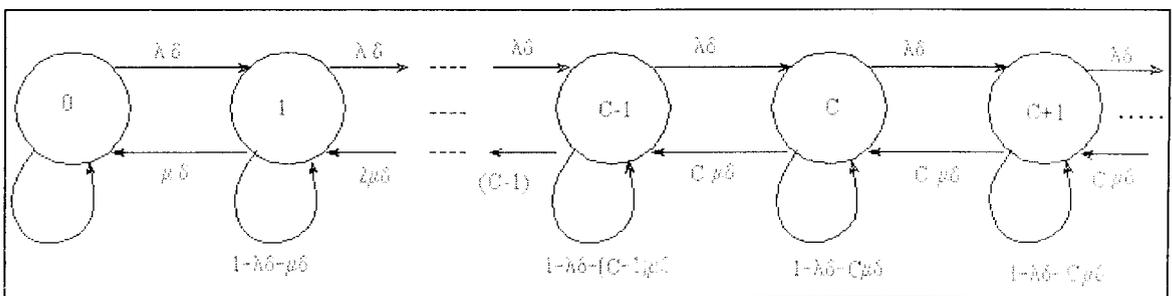


Figura A.3. La probabilidad de transición representado como una cadena de Markov en el diagrama de estado para Erlang C.

La fórmula de Erlang C es derivada por asumir que el sistema de troncalización es una M/M/C/D cola donde C denota el máximo número de simultáneos usuarios y D es el máximo número de llamadas que podría estar en la cola para el servicio. Si D es asumido ser infinito, luego el sistema es una M/M/C/∞ cola, comúnmente referido como una simple M/M/C cola. Si D es infinito, luego P_j , podría denotar el estado de probabilidad de encontrar k llamadas en el sistema (ambos servidos y cola de llamadas). Eso es:

$$P_k = \lim_{k \rightarrow \infty} P_r / N_t = k \quad (\text{A.37})$$

Donde N_t es el total de número de llamadas entre usando o esperar por el sistema en un tiempo t. En un estado estable, la probabilidad que el sistema este en un estado k y entra a un estado de transición para el estado k-1 en el siguiente intervalo de transición es el mismo como la probabilidad que el sistema esté en el estado k-1 y hace una transición al estado k. Así el diagrama de estado mostrado en la Figura A.3

$$\lambda \delta P_{k-1} = k \mu \delta P_k \quad \text{para } k \leq C \quad (\text{A.38})$$

así

ANEXO B

Análisis del Modelo del Sistema de prioridad de Cola

$$P_{i,j} = \begin{cases} \Pr[i \text{ canales ocupados} \& j \text{ lp espera} \& \text{sobrecarga}] \\ m_l \leq i \leq C \\ \Pr[(i-C)hp \& j \text{ lp espera} \& \text{todos los canales ocupados}] \\ C \leq i \leq C+m \end{cases} \quad (\text{B.1})$$

$$p_k = \Pr[k \text{ canales ocupados} \& \text{condicion normal carga}] \quad (\text{B.2})$$

$$P_w^l = \Pr[\text{esperando para lp usuarios (nuevas llamadas)}] \quad (\text{B.3})$$

$$= \sum_{i=m_l}^{C+m} \sum_{j=0}^{\infty} P_{i,j} \quad (\text{B.4})$$

$$P_w^h = \Pr[\text{esperando para hp usuarios (handover)}] \quad (\text{B.5})$$

$$= \sum_{i=m_l}^{C+m} \sum_{j=0}^{\infty} p_{i,j} \quad (\text{B.6})$$

Se define a la Condición de probabilidades:

$$q_k = \frac{p_k}{1 - P_w^l} \quad x_{i,j} = \frac{P_{i,j} - m_{l,j}}{P_w^l} \quad (\text{B.7})$$

El objetivo será desacoplar el estado de espacio entre el estado de sobrecarga y el estado de carga normal por separadamente despejando así q 's y x 's. Esto es mucho mas simple para

resolver estos dos sistemas por separado que todo el sistema.

Para ser esto en orden, la siguiente ecuación, derivada de el diagrama del estado de transición, se requiere:

$$p_{m_h-1}(\lambda_1 + \lambda_2) = p_{m_l,0} m_l \mu \quad (1) \quad (B.8)$$

La ecuación anterior es usada para normalizar el entero sistema que permita encontrar a P_w^l en términos de q_{m_h-1} y X_{00} como se muestra:

$$P_w^l = \frac{q_{m_h-1}(\lambda_l + \lambda_h)}{q_{m_h-1}(\lambda_l + \lambda_h) + x_{00} m_l \mu} \quad (2) \quad (B.9)$$

Usando este método la condición total normalizada es satisface implícitamente:

$$\sum_{k=0}^{m_h-1} p_k + \sum_{i=m_l}^{C+m} \sum_{j=0}^{\infty} p_{i,j} = 1, \quad (B.10)$$

El estado de ecuaciones para las q_k 's puede ser deducido fácilmente del estado del diagrama de transición y (1) y son los siguientes:

$$\begin{aligned} q_k(\lambda_h + \lambda_l) &= q_{k+1}(k+1)\mu, & (B.11) \\ 0 \leq k &\leq m_l - 2 \\ q_k(\lambda_h + \lambda_l) &= q_{k+1}(k+1)\mu + q_{m_h-1}(\lambda_h + \lambda_l) \\ m_l - 1 \leq k &\leq m_h - 2 \end{aligned}$$

La reservación de canal con $m_h = m_l$ es

$$q_{m_h} = E\left(\frac{\lambda_h + \lambda_l}{\mu}, m_h\right) \quad (B.12)$$

resolver estos dos sistemas por separado que todo el sistema.

Para ser esto en orden, la siguiente ecuación, derivada de el diagrama del estado de transición, se requiere:

$$p_{m_h-1}(\lambda_1 + \lambda_2) = p_{m_l,0} m_l \mu \quad (1) \quad (B.8)$$

La ecuación anterior es usada para normalizar el entero sistema que permita encontrar a P_w^l en términos de q_{m_h-1} y X_{00} como se muestra:

$$P_w^l = \frac{q_{m_h-1}(\lambda_l + \lambda_n)}{q_{m_h-1}(\lambda_l + \lambda_h) + x_{00} m_l \mu} \quad (2) \quad (B.9)$$

Usando este método la condición total normalizada es satisface implícitamente:

$$\sum_{k=0}^{m_h-1} p_k + \sum_{i=m_l}^{C+m} \sum_{j=0}^{\infty} p_{i,j} = 1, \quad (B.10)$$

El estado de ecuaciones para las q_k 's puede ser deducido fácilmente del estado del diagrama de transición y (1) y son los siguientes:

$$\begin{aligned} q_k(\lambda_n + \lambda_l) &= q_{k+1}(k+1)\mu, & (B.11) \\ 0 \leq k &\leq m_l - 2 \\ q_k(\lambda_n + \lambda_l) &= q_{k+1}(k+1)\mu + q_{m_h-1}(\lambda_n + \lambda_l) \\ m_l - 1 \leq k &\leq m_h - 2 \end{aligned}$$

La reservación de canal con $m_h = m_l$ es

$$q_{m_h} = E\left(\frac{\lambda_h + \lambda_l}{\mu}, m_h\right) \quad (B.12)$$

$\vec{\chi}_j = (\vec{\chi}_{0j} \dots \vec{\chi}_{pj})$ donde $p = C - m_1 + m$, por conveniencia el tamaño

del vector es \vec{x}_j es $(p+1)$. Las ecuaciones son:

$$\vec{\chi}_j (\lambda_j I - D) = \vec{x}_{j-1} \lambda_j I + \vec{x}_{j+1} L, j \geq 1$$

$$\vec{\chi}_0 (\lambda_0 I - D) = \vec{x}_1 L + \vec{x}_0 E \quad \circ \quad \vec{\chi}_0 (\lambda_0 I - D) = \vec{x}_1 L \quad (\text{B.13})$$

donde $D_0 = D + L$

Se requiere que x 's sea normalizada

$$= \sum_{i=0}^p \sum_{j=0}^{\infty} x_{i,j} = 1 \quad (\text{B.14})$$

El sistema de ecuaciones es resuelto por el método de la matriz geométrica. Se desea encontrar la probabilidad invariante del vector

$\vec{x} = (x_0, x_1, \dots)$ del generado por Q tal que :

$$\vec{\chi} Q = 0$$

$$\vec{\chi} e_{\infty} = 1$$

donde Q es de tamaño infinito y la matriz tridiagonal es:

$$Q = \begin{bmatrix} D_0 - \lambda_1 I & \lambda_1 I & 0 & 0 & \dots \\ L & D - \lambda_1 I & \lambda_1 I & 0 & \dots \\ 0 & L & D - \lambda_1 I & \lambda_1 I & \dots \\ 0 & 0 & L & D - \lambda_1 I & \dots \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \ddots \end{bmatrix} \text{ y } \vec{e}_\infty \text{ es un}$$

vector columna de 1's de longitud infinita.

La solución de este sistema de ecuaciones es dada por Neuts para el modelo de cola M/PH/1. Si (3) es multiplicada por el vector \vec{e} , luego encontramos que:

$$\lambda_1 \vec{x}_{j-1} \vec{e} + \vec{x}_j D \vec{e} = \lambda_1 \vec{x}_j \vec{e} - \vec{x}_{j+1} L \vec{e}, j \geq 1 \text{ pero } D \vec{e} = -L \vec{e}, \text{ lo cual}$$

implica que

$$\lambda_1 \vec{x}_{j-1} \vec{e} = \vec{x}_j L \vec{e}, j \geq 1$$

Note que la ecuación anterior es consistente con un procedimiento lo cual equivale a la probabilidad que fluye entre los estados en $(k-1)$ y eso en (j) . Si se multiplica esta ecuación por el vector

$$\vec{u}_1 = [1 0 \dots 0], \text{ luego la relación entre vectores } \vec{x}_{j-1} \text{ y } \vec{x}_j :$$

$$\lambda_1 \vec{x}_{j-1} \vec{e} \cdot \vec{u}_1 = \vec{x}_j L, j \geq 1, \text{ así que } \vec{x}_j = \vec{x}_{j-1} R, j \geq 1$$

$$\text{donde } R = \lambda_1 (\lambda_1 (I - \vec{e} \vec{u}_1) - D)^{-1}$$

$$\text{Para encontrar } \vec{x}_0, \text{ se recalcula } \vec{x}_0 (\lambda_1 [I - \vec{e} \cdot \vec{u}_1] - D_0) = 0$$

La condición normalizada, $\left(\sum_j \vec{x}_j\right)^{-1} \vec{e} = 1$ puede ser escrito en la

$$\text{foma : } \vec{x}_0 (I - R)^{-1} \vec{e} = 1$$

El sistema es estable si la Cadena de Markov descrita por el generador Q es una recurrencia positiva. Esto sería el caso si

$\vec{h} L \vec{e} > \vec{h} \lambda_1 I \vec{e}$, donde \vec{h} es la solución para:

$$\vec{h} (D + L) = 0 \tag{B.15}$$

$$\vec{h} \vec{e} = 1$$

Además esta condición de estabilidad es satisfecha si el radio espectral de R, $\text{sp}(R) < 1$. La condición de estabilidad puede ser simplificada como:

$$\lambda_1 < x_0 C\mu$$

Intuitivamente, el criterio de estabilidad dice que la tasa efectiva de servicio para baja prioridad de usuarios es precisamente la tasa de servicio para el sistema lleno, $C\mu$, menos la probabilidad, x_0 , que hay no alta prioridad de usuarios presentes.

La probabilidad del retardo de handover, P_w^h , es calculado como:

$$P_w^h = P_w^l \sum_{i=C-m_l}^p \sum_{j=0}^{\infty} x_{i,j} \tag{B.16}$$

$= P_w^l \sum_{i=C-m_l}^p x_i$ donde $(x_0, \dots, x_p) = \sum_j \vec{x}_j$, es una distribución marginal.

A. Distribución de Retardo por Intentos de Handover

El retardo de distribución por los intentos de handover por la alta prioridad de la cola la distribución

$F_{W_h}(t) = \Pr\{W_h < t / W_h > 0\}$ donde el evento $\{W_h > 0\}$ indica que un intento de handover tiene encontrado todos los canales ocupados y es aceptado dentro de la alta cola prioridad, eso no es bloqueado.

Un intento de handover es bloqueado y perdido si hay ya m solicitudes de handover en la cola.

$$B_h^c = \Pr\{\text{intentos de handover bloqueado} / \text{todos los canales ocupados}\} \\ = x_p / \sum_{i=C-m_i}^p x_i \quad (\text{B.17})$$

$$B_h = \Pr\{\text{intentos de handover bloqueado}\} \\ = B_h^c P_w^h \quad (\text{B.18})$$

Se define la siguiente condición de probabilidad

$$x_i^h = \Pr\{i \text{ intentos de handover en cola} / W_h > 0\} \\ = x_{i+C-m_i} / \sum_{k=C-m_i}^{p-1} x_k, \quad 0 \leq i < m. \quad (\text{B.19})$$

El vector $\vec{x} = (x_0^h \dots x_{m-1}^h)$ representa la distribución de probabilidad del estado de alta prioridad de la cola, vemos que los intentos de arribo en el evento que $\{W_h > 0\}$. Esto se usará para obtener el retardo de distribución, $F_{W_h}(t)$, el cual es fácilmente calculado

considerando el tiempo de absorción del transiente del tiempo discreto de la cadena de Markov.

El generador infinitesimal para esta cadena de Markov,

$$Q_a = \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 & \dots & 0 & 0 \\ C\mu + \gamma & -C\mu - \gamma & 0 & \dots & 0 & 0 \\ \gamma & C\mu + \gamma & -C\mu - 2\gamma & \dots & 0 & 0 \\ \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots & \vdots \\ \gamma & 0 & 0 & \dots & -C\mu - (m-1)\gamma & 0 \\ \gamma & 0 & 0 & \dots & C\mu + (m-1)\gamma & -C\mu - m\gamma \end{bmatrix}$$

donde $Q_a(i,j)$ es la razón de transición del estado con $(i-1)$ usuarios en la cabecera de la cola en la espera del estado con $(j-1)$ usuarios. El tiempo de espera finalizará cuando el estado de absorción es alcanzado, esto ocurriría cuando el cliente es servido o abandona la cola..

La distribución de retardo es de tipo de fase (PH) y es dado por

$F_{Wh}(t) = 1 - x^{\rightarrow h} e^{tZ} \rightarrow e_a$ donde $\rightarrow e_a$ es un vector de longitud m y la matriz Z es parte de Q_a ,

$$Z = \begin{bmatrix} -C\mu - \gamma & 0 & \dots & 0 & 0 \\ C\mu + \gamma & -C\mu - 2\gamma & \dots & 0 & 0 \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots & \vdots \\ 0 & 0 & \dots & -C\mu - (m-1)\gamma & 0 \\ 0 & 0 & \dots & C\mu + (m-1)\gamma & -C\mu - m\gamma \end{bmatrix}$$

El momento del tiempo de espera, $\overline{W}_h^k = (-1)^k k! x^{-k} Z^{-k} e_a$,

finalmente, se necesita encontrar la probabilidad que un intento de handover abandonaría la cola con una longitud finita debido a la completación de llamada. La probabilidad de abandono, dado todos

los canales ocupados, $P_d^c = \frac{\sum_{i=0}^m i \gamma x_i^h}{\lambda_h (1 - B_h^c)}$ por el teorema de Little.

$$= \gamma \overline{W}_h$$

El caso de $m = \infty$ es permitido para elegir m suficiente longitud para la probabilidad del bloqueo de handover, B_h , es suficientemente pequeño para el análisis correcto.

B. Distribución de Retardo para Nuevos Intentos de Llamadas

La matriz geométrica del estado de probabilidades es excelente porque es fácilmente disponible para calcular la distribución de retardo para nuevos intentos de llamadas en la baja prioridad de cola, $F_{W_i}(t) = \Pr\{W_i < t / W_i > 0\}$, como los momentos de longitud de cola y retardo. Ramaswani y Lucantoni encuentran la distribución de retardo con condiciones bastantes generales de colas con tipo de

fase en servicio y en QBD proceso. En nuestro caso la estructura del estado de diagrama de transición para el estado de sobrecarga es simple y esto permitirá encontrar una explícita cerrado del retardo de distribución.

El momento factorial de la longitud de la cola, condición en el evento $\{W_i > 0\}$, están dados por:

$$\begin{aligned}
 P_d^c &= \sum_{j=k}^{\infty} \frac{j!}{(j-k)!} \vec{x}_j \vec{e} \\
 &= k! \vec{x}_0 R^k (I - R)^{-(k+1)} \vec{e}
 \end{aligned}
 \tag{B.20}$$

Los momentos ordinarios del retardo de distribución, $F_{Wh}(t)$. se encuentra directamente del momento $L(k)$ desde el proceso de arribo de Poisson

$$W_i^k = \frac{L(k)}{\lambda_i^k},$$

la relación entre la longitud de la cola y la distribución

de retardo expresada en términos de los momentos pueden además ser expresadas de la siguiente manera: $L^*(z)$ longitud de la cola, $W_i^*(s)$ es la transformada de La Place del retardo distribución.

$$\begin{aligned}
 L^*(z) &= \sum_j \vec{x}_j \vec{e} z^j, & W_i^*(s) &= \mathcal{E}[e^{-sW_i}] \\
 W_i^*(s) &= L^*(1 - s/\lambda_i) \\
 &= \sum_{j=0}^{\infty} \vec{x}_0 R^j (1 - s/\lambda_i)^j \vec{e} \\
 &= \vec{x}_0 \lambda_i (sI + (I - R)R^{-1}\lambda_i)^{-1} R^{-1} \vec{e}
 \end{aligned}
 \tag{B.21}$$

Convirtiendo eso en transformada Laplace a matriz-exponencial de la siguiente forma:

$$f_{W_j}(t) = \lambda_j \vec{x}_0 e^{-\lambda_j t (I-R)^{-1} R} - 1 \vec{e}, \text{ La distribución de retardo está dada}$$

por: (B.22)

$$F_{W_j}(t) = 1 - \vec{x}(I-R)e^{-\lambda_j t (I-R)^{-1} R} \vec{e}$$

ANEXO C

NORMAS DE CUMPLIMIENTO QUE INVOLUCRAN AL TRAFICO.

De acuerdo al reglamento vigente de la CONATEL a las operadoras de telefonía celular por Resolución No.421-27-CONATEL-98, 31-JULIO-98 y en el Registro Oficial No.10, 24-AGOSTO –1998, se toma el capítulo V que refiere en algunos casos a la ingeniería de tráfico:

CAPITULO V - DE LAS NORMAS TÉCNICAS Y OPERATIVAS

ARTÍCULO 25.- Alcance de las Normas Técnicas.- Las normas técnicas y operativas y demás parámetros específicos del STMC constan en el Anexo No. 2 a este Reglamento, y todos los estándares y plataformas que apruebe el CONATEL a solicitud de una operadora.

ARTÍCULO 26.- Planes de numeración del sistema celular.- Se usan los siguientes planes de numeración:

a. Número de abonado

Acceso al servicio 0

Área de servicio 9

Operador Banda A 4-5

Operador Banda B 7-8

Abonado XXXXX (5 Dig.)

b. Identificación del terminal de abonado (MIN)

Indicativo país 740

Indicativo Banda A 94 - 95

Indicativo Banda B 97 - 98

Estación en abonado XXXXX(5 Dig.)



c. Identificación al sistema (SID)

Según la norma EIA-553, el SID para el Ecuador es cualquier número entre 31296 y 31327, la Operadora notificará a la Secretaría Nacional de Telecomunicaciones el número que usará.

ARTÍCULO 27.- Carácter obligatorio de las Normas y de los Parámetros.- La aplicación y cumplimiento de las normas técnicas y operativas y de los parámetros específicos del STMC tienen el carácter de obligatorio, y su incumplimiento será sancionado conforme a las disposiciones reglamentarias.

ARTÍCULO 28.- Parámetros mínimos de calidad del servicio.- La Operadora presentará a la Superintendencia de Telecomunicaciones informes trimestrales sobre los siguientes parámetros mínimos de calidad de servicio:

- a. Reutilización de frecuencias con un diseño de cobertura basado en una relación portadora a interferencia mayor o igual que 17dB, para sistemas digitales y mayor o igual a 24dB para sistemas analógicos.
- b. Grado de servicio del canal de acceso $\leq 1\%$ (menor o igual que uno por ciento)
- c. Grado de servicio del canal de voz $\leq 2\%$ (menor o igual que dos por ciento), según la Tabla de Erlang B, en la hora cargada de cada estación del sistema.
- d. Grado de servicio de las troncales hacia la red telefónica pública $\leq 1\%$ (menor o igual que uno por ciento).
- e. Bloqueo de llamadas transferidas (Hand-Off) $\leq 2\%$ (menor o igual que dos por ciento).
- f. Caída de llamadas: Si durante la hora cargada se establecen Q llamadas en una hora y n llamadas se caen, con lo cual Q-n se mantienen, entonces el porcentaje de caída de llamadas es $n \times$

100/Q. Se establece un valor no mayor que 2% para estaciones con celda o celdas adyacentes en todo su perímetro, no mayor que 5% para estaciones con celda o celdas adyacentes, pero que éstas no cubran el perímetro total de la estación, y no mayor que 7% para estaciones sin celdas adyacentes.

- g. Llamadas completadas: La tasa de completación de las llamadas, será superior al 60% hacia abonados fijos y superior al 80% hacia abonados celulares.

ARTÍCULO 29.- Información al cliente.- La Operadora del STMC debe proporcionar a sus clientes de manera impresa, documentos que contengan lo siguiente:

Contrato de servicio

Uso adecuado del terminal de abonado

Mapas de cobertura

Formato de factura

Manejo de características especiales, como son las instrucciones para los servicios de información y servicios especiales.

ARTÍCULO 30.- Activación de terminales.- La Operadora debe asegurarse que los terminales de abonado cumplan con las siguientes características, como requisitos mínimos:

- a. Cualquier intento de cambiar fraudulentamente el Número Serial Electrónico (ESN) del terminal de abonado, deberá provocar la inhabilitación de dicho terminal. Es obligación de la Operadora del STMC activar en su sistema sólo los terminales que cumplan con este requerimiento.
- b. La Operadora del STMC deberá estar programada conforme a la norma EIA 553.
- c. Deberá activarse el servicio como máximo dentro de las 12 horas hábiles de haber contratado el servicio.
- d. Todos los equipos terminales deberán estar debidamente homologados en forma previa a su activación.

ARTÍCULO 31.- Reclamos y soluciones de problemas.- La Operadora llevará un registro numerado, el número será entregado al reclamante, de los reclamos escritos o verbales de sus abonados el que contendrá los siguientes datos:

Nombre del abonado

Dirección y número telefónico

Lugar en que se encontraba el abonado

Fecha y hora del reclamo

Motivo del reclamo

Número de veces que el abonado ha reclamado en el
último año

La Operadora llevará una estadística de los siguientes reclamos:

Demora para obtener el servicio

Demora para reparación del servicio una vez obtenido

Problemas que requieren de mejoras en cobertura

Demora para obtener respuesta de la red después de
presionar SEND

Llamadas caídas

Tono de congestión

Conversación en un sentido

Diafonía e interferencia

Inteligibilidad

Facturación errónea

El índice de reclamos por cada cien (100) abonados deberá ser menor o igual que uno (1) al mes. El número de problemas derivados de las quejas, solucionados en la semana siguiente deberá ser mayor o igual que el 80% de los reclamos.

Los informes respectivos se presentarán trimestralmente a la Superintendencia.

ARTÍCULO 32.- Encuesta de calidad del servicio.- La Operadora contratará una empresa encuestadora la que será seleccionada entre firmas encuestadoras profesionales inscritas en la Superintendencia de Telecomunicaciones. La encuestadora evaluará semestralmente la opinión del usuario con relación a:

Calidad del servicio, incluyendo calidad de voz

Atención al cliente

Sistema de facturación

Sistema de venta

Número de reclamos y reparación

Relación Operadora - usuario

Otros parámetros que requiera la Operadora

El formulario de preguntas será aprobado por la Superintendencia de Telecomunicaciones cada semestre, previo a la realización de la encuesta.

La encuestadora remitirá los resultados directamente a la Operadora y a la Superintendencia de Telecomunicaciones quien informará al CONATEL.

ARTÍCULO 33.- Servicios especiales.- Las operadoras pueden prestar a los usuarios que lo soliciten algunos servicios especiales como por ejemplo:

Transferencia de llamadas

Llamada en espera

Conferencia tripartita

Mensaje de voz electrónico

Facturación detallada

Servicios del sistema digital como identificación del número que llama, envío de mensajes cortos, etc.

La facturación de estos servicios deberá llevarse a cabo de acuerdo a las tarifas aprobadas por la Secretaría Nacional de Telecomunicaciones.

ARTÍCULO 34.- Llamada completada.- Para efecto de la facturación se considera llamada completada únicamente las que contesta el número llamado. No se facturará LLAMADAS COMPLETADAS las que terminen en dispositivos interceptores propios de la red celular o fija. Los dispositivos interceptores podrán dar origen a servicios suplementarios.

ANEXO D

CÓDIGO FUENTE

FORMULARIO DE TRÁFICO Y GOS

```
Dim tb As Recordset
Dim TB_TEMP As Recordset
Const LOG_NAT = 2.71
Dim PRI_VEZ
```

GOS

Este procedimiento hace una selección de los datos de las celdas especificadas por el usuario y luego se calcula para cada celda el valor del Tráfico y posteriormente se aplica la fórmula del Grado de Servicio al Cliente.

Sub GOS()

```
Dim valor_eri As Double
Dim fact As Double
Dim factm As Double
Dim VAIGOS As Double
```

```
BASE_TEMP.Exccute "DELETE * FROM TMP_GOS "
Set TB_TEMP = BASE_TEMP.OpenRecordset("TMP_GOS")
SQL 0= "SELECT * FROM DATOS AS A, CELDAS AS B , CENTRALES AS C"
SQL = SQL & " WHERE FECHA >=#" & Format(fecha_ini, "YYYY/MM/DD") & "#"
SQL = SQL & " AND FECHA <=#" & Format(fecha_fin, "YYYY/MM/DD") & "#"
SQL = SQL & " AND MEDIDA = '001'"
SQL = SQL & " AND CAMPO = '001'"
If chk_centrales.Value = 0 Then
    If cmb_central.ListIndex >= 0 Then
        SQL = SQL & " AND A.CODCENTRAL=" &
        Format(cmb_central.ItemData(cmb_central.ListIndex), "000") & ""
    End If
End If
SQL = SQL & " AND A.CELDA = B.CODCELDA "
SQL = SQL & " AND B.CENTRAL = C.CODCENTRAL "
If cmb_celda.ListIndex >= 0 Then
    SQL = SQL & " AND CELDA=" &
    Format(cmb_celda.ItemData(cmb_celda.ListIndex), "00000") & ""
End If
Set tb = BASE_DATOS.OpenRecordset(SQL, dbOpenDynaset)
If tb.EOF Then
    MsgBox "No se encontraron Datos", vbCritical
    tb.Close
    Exit Sub
```

```

MsgBox "No se encontraron Datos", vbCritical
tb.Close
Exit Sub
End If
sumfac = 0
Do While Not tb.EOF
    valor_eri = IIf(IsNull(tb!HORA12), 0, tb!HORA12 / 36)
    factm = 1
    For M = 1 To tb!numcan
        factm = factm * M
        FACTN = 1
        SUMN = 0
        For N = 1 To M
            FACTN = FACTN * N
        Next N
        EXPN = valor_eri ^ M
        sumfac = sumfac + (EXPN / FACTN)
    Next M
    sumfac = (((valor_eri ^ tb!numcan) / factm) / sumfac)
    If sumfac <> 0 Then
        TB_TEMP.AddNew
        TB_TEMP!central = cmb_central.Text
        TB_TEMP!central = tb!nombrecen
        TB_TEMP!FECHA = Format(tb!FECHA, "YYYY/MM/DD")
        TB_TEMP!CELDA = tb!ALIAS
        TB_TEMP!VALOR = valor_eri
        TB_TEMP!GOS = sumfac
        TB_TEMP!CANALES = tb!numcan
        SQL = "SELECT CODTIPO, NOMBRETIP FROM TIPCELDA "
        SQL = SQL & " WHERE CODTIPO = " & tb!TIPO & ""
        Set TB3 = BASE_DATOS.OpenRecordset(SQL, dbOpenDynaset)
        If Not TB3.EOF Then
            NOM_TIPO = Mid(TB3!NOMBRETIP, 1, 3)
        Else
            NOM_TIPO = ""
        End If
        TB_TEMP!TIPCELDA = TB3!CODTIPO
        TB3.Close
        TB_TEMP.Update
    End If
    tb.MoveNext
Loop
tb.Close
IMPRIME
Exit Sub
mens:
    Call menserr

End Sub

```

IMPRIME

Esta rutina graba en una base de datos temporal los datos que se han generado al calcular el Tráfico o GOS y muestra un reporte en pantalla de los gráficos estadísticos correspondientes. Esta rutina se utiliza tanto para generar el reporte del Tráfico como del GOS.

Sub IMPRIME()

```
'RPT.Reset
RPT.DataFiles(0) = RUTA_TEMP
If OPCION = 1 Then
    RPT.ReportFileName = RUTA_REPOR & "\RTRCO0101.RPT"
    RPT.Formulas(1) = "TITULO='REPORTE DE GRADO DE SERVICIO AL CLIENTE
- G.O.S.'"
    RPT.WindowTitle = "G.O.S."
Else
    RPT.ReportFileName = RUTA_REPOR & "\RTRCO0102.RPT"
    RPT.Formulas(1) = "TITULO='REPORTE DE TRÁFICO'"
    RPT.WindowTitle = "TRÁFICO"
End If
RPT.Formulas(0) = "EMPRESA=" & EMPRESA & ""
RPT.Formulas(2) = "FECHA=" & UCase(Format(Date, "DDD DD/MMM/YYYY")) &
""
RPT.WindowState = crptMaximized
RPT.Action = 1
End Sub
Private Sub btn_aceptar_Click()
'On Error GoTo mens
If Not Fecha_OK(fecha_ini, fecha_fin) Then
    Exit Sub
End If
If cmb_central.ListIndex < 0 And chk_centrales.Value = 0 Then
    MsgBox "Seleccione Central", vbCritical
    cmb_central.SctFocus
    Exit Sub
End If
If cmb_celda.ListIndex < 0 And chk_celdas.Value = 0 And chk_centrales.Value = 0 Then
    MsgBox "Seleccione Celda", vbCritical
    cmb_celda.SetFocus
    Exit Sub
End If
Me.MousePointer = 11
If OPCION = 1 Then
    GOS
Else
    TRAFICO
End If
Me.MousePointer = 0
End Sub
Private Sub chk_celdas_Click()
If chk_celdas.Value = 1 Then
    cmb_celda.Enabled = False
```



```
    cmb_celda.ListIndex = -1
Else
    cmb_celda.Enabled = True
    cmb_celda.ListIndex = 0
    cmb_celda.SetFocus
End If
End Sub
```

```
Private Sub chk_celdas_KeyPress(KeyAscii As Integer)
If KeyAscii = 13 And chk_celdas = 1 Then
    btn_aceptar.SetFocus
End If
End Sub
```

```
Private Sub chk_centrales_Click()
cmb_celda.Clear
If chk_centrales.Value = 1 Then
    cmb_central.Enabled = False
    cmb_central.ListIndex = -1
    cmb_celda.ListIndex = -1
    cmb_celda.Enabled = False
    chk_celdas.Enabled = False
Else
    cmb_central.Enabled = True
    'cmb_central.ListIndex = 0
    cmb_central.SetFocus
    cmb_celda.Enabled = True
    chk_celdas.Enabled = True
End If
End Sub
```

```
Private Sub chk_centrales_KeyPress(KeyAscii As Integer)
If KeyAscii = 13 And chk_centrales = 1 Then
    btn_aceptar.SetFocus
End If
End Sub
```

```
Private Sub cmb_celda_KeyPress(KeyAscii As Integer)
If KeyAscii = 13 Then
    btn_aceptar.SetFocus
End If
End Sub
```

```
Private Sub cmb_central_Click()
If cmb_central.ListIndex >= 0 Then
    Call llenar_combo_celdas_cen(cmb_celda,
    cmb_central.ItemData(cmb_central.ListIndex))
End If
End Sub
```

```
Private Sub cmb_central_KeyPress(KeyAscii As Integer)
If KeyAscii = 13 Then
```

```
    If cmb_central.ListCount > 0 Then
        If cmb_central.ListIndex >= 0 Then
            If chk_celdas.Value = 0 Then
                cmb_celda.SetFocus
            Else
                btn_aceptar.SetFocus
            End If
        End If
    End If
End If
End Sub
```

Private Sub fecha_fin_KeyPress(KeyAscii As Integer)

```
    If KeyAscii = 13 Then
        If Fecha_OK(fecha_ini, fecha_fin) Then
            If chk_centrales.Value = 1 Then
                chk_centrales.SetFocus
            Else
                cmb_central.SetFocus
            End If
        End If
    End If
End If
End Sub
```

Private Sub Form_Initialize()

```
PRI_VEZ = 0
End Sub
```

Private Sub Form_KeyDown(KeyCode As Integer, Shift As Integer)

```
    If KeyCode = vbKeyEscape Then
        Unload Me
    End If
End Sub
```

Sub Form_Load()

```
    Call Centrar(Me)
    fecha_ini = Date
    fecha_fin = Date
    If OPCION = 1 Then
        Me.Caption = "Reporte de G.O.S."
    Else
        Me.Caption = "Reporte de Tráfico"
    End If
    Call llenar_combo_central(cmb_central)
    Call llenar_combo_celda(cmb_celda)
    cmb_central.Enabled = True
    cmb_celda.Enabled = True
End Sub
Sub btn_cancelar_Click()
    OPCION = 0
    Unload Me
End Sub
```

```

Private Sub fecha_ini_KeyPress(KeyAscii As Integer)
If KeyAscii = 13 Then
  If fecha_ini = FECNUL Then
    MsgBox "Ingreso Fecha", vbCritical
  Else
    If IsDate(fecha_ini) Then
      fecha_fin.SetFocus
    Else
      MsgBox "Fecha Incorrecta", vbCritical
      fecha_ini = FECNUL
      fecha_ini.SetFocus
    End If
  End If
End If
End If
End Sub

```

TRÁFICO

Este procedimiento hace una selección de los valores de CCS para las 24 horas de las celdas especificadas por el usuario y luego se calcula el valor del Tráfico para cada celda en todas las horas. Además realiza una validación para determinar si la celda requiere canales adicionales.

Sub TRAFICO()

```

BASE_TEMP.Execute "DELETE * FROM TMP_TRAFI "
Set TB_TEMP = BASE_TEMP.OpenRecordset("TMP_TRAFI")
SQL = "SELECT * FROM DATOS AS A, CELDAS AS B, TIPCELDA AS C "
SQL = SQL & " WHERE FECHA >=#" & Format(fecha_ini, "YYYY/MM/DD") & "#"
SQL = SQL & " AND FECHA <=#" & Format(fecha_fin, "YYYY/MM/DD") & "#"
SQL = SQL & " AND MEDIDA = '001'"
SQL = SQL & " AND CAMPO = '001'"
SQL = SQL & " AND CAMPO = '001'"
SQL = SQL & " AND
(HORA00+HORA01+HORA02+HORA03+HORA04+HORA05+HORA06+"
SQL = SQL & "
HORA07+HORA09+HORA10+HORA11+HORA12+HORA13+HORA14+"
SQL = SQL & "
HORA15+HORA16+HORA17+HORA18+HORA19+HORA20+HORA21+"
SQL = SQL & " HORA22+HORA23) >0 "
If chk_centrales.Value = 0 Then
  If cmb_central.ListIndex >= 0 Then
    SQL = SQL & " AND A.CODCENTRAL=" &
Format(cmb_central.ItemData(cmb_central.ListIndex), "000") & ""
  End If
End If
SQL = SQL & " AND A.CELDA = B.CODCELDA "
If cmb_celda.ListIndex >= 0 Then
  SQL = SQL & " AND CELDA=" &
Format(cmb_celda.ItemData(cmb_celda.ListIndex), "00000") & ""
End If
SQL = SQL & " AND B.TIPO= C.CODTIPO "
Set tb = BASE_TEMP.OpenRecordset(SQL, dbOpenDynaset)

```

```

If tb.EOF Then
    MsgBox "No se encontraron Datos", vbCritical
    tb.Close
    Exit Sub
End If
Do While Not tb.EOF
    SQL = "SELECT * FROM ERLANG WHERE "
    SQL = SQL & "NUM = " & tb!numcan
    Set TB3 = BASE_DATOS.OpenRecordset(SQL, dbOpenDynaset)
    If Not TB3.EOF Then
        VALOR_POR = TB3!P02
    Else
        VALOR_POR = 0
    End If
    TB3.Close
    maximo = 0
    For i = 1 To 23
        CAMPO = "HORA" & Format(i, "00")
        If CDb(Format(IIf(IsNull(tb.Fields(CAMPO)), 0, tb.Fields(CAMPO) / 36),
"###,###,###0.00")) > maximo Then
            maximo = CDb(Format(IIf(IsNull(tb.Fields(CAMPO)), 0, tb.Fields(CAMPO) / 36),
"###,###,###0.00"))
        End If
    Next i
    SQL = "SELECT * FROM ERLANG WHERE "
    SQL = SQL & "P02 >= " & CDb(maximo)
    SQL = SQL & " ORDER BY P02"
    Set TB3 = BASE_DATOS.OpenRecordset(SQL, dbOpenDynaset)
    If Not TB3.EOF Then
        TB3.MoveFirst
        INCR_CAN = TB3!NUM - tb!numcan
    Else
        INCR_CAN = 0
    End If
    For i = 0 To 23
        TB_TEMP.AddNew
        TB_TEMP!central = encontrar_item(tb!central, cmb_central)
        TB_TEMP!TIPO = tb!NOMBRETIP
        TB_TEMP!FECHA = Format(tb!FECHA, "DDD DD/MM/YYYY")
        TB_TEMP!CELDA = tb!ALIAS
        CAMPO = "HORA" & Format(i, "00")
        TB_TEMP!HORA = Format(i, "00")
        TB_TEMP!VALOR = Format(IIf(IsNull(tb.Fields(CAMPO)), 0, tb.Fields(CAMPO) /
36), "###,###,###0.00")
        TB_TEMP!CANAL = tb!numcan
        TB_TEMP!PORCEN = VALOR_POR
        If INCR_CAN > 0 Then
            TB_TEMP!OBSERV = "Se requiere " & INCR_CAN & " Canal(es) Adicional(es)"
        End If
        TB_TEMP.Update
    Next i
    tb.MoveNext
Loop

```

```
tb.Close
IMPRIME
Exit Sub
mens:
    Call menserr
End Sub
```

```
Function encontrar_item(codi, cmb As ComboBox)
encontrar_item = " "
For i = 0 To cmb.ListCount - 1
    If Format(cmb.ItemData(i), "000") = codi Then
        encontrar_item = cmb.List(i)
        Exit For
    End If
Next i
End Function
```

PREDICCIÓN

FORMULARIO DE PREDICCIÓN

Dim fecha1 As Date
Dim fecha2 As Date
Dim num_años(100) As Byte
Dim traf(100) As Double
Dim usu(100) As Integer

Dim MEDX As Double
Dim MEDY As Double
Dim MEDZ As Double

Dim SUMXi As Double
Dim SUMYi As Double
Dim SUMZi As Double

Dim SUMXiYi As Double
Dim RESX As Double
Dim RESY As Double

Sub llenar_meses()

```
cmb_meses.AddItem "Enero"  
cmb_meses.AddItem "Febrero"  
cmb_meses.AddItem "Marzo"  
cmb_meses.AddItem "Abril"  
cmb_meses.AddItem "Mayo"  
cmb_meses.AddItem "Junio"  
cmb_meses.AddItem "Julio"  
cmb_meses.AddItem "Agosto"  
cmb_meses.AddItem "Septiembre"  
cmb_meses.AddItem "Octubre"  
cmb_meses.AddItem "Noviembre"  
cmb_meses.AddItem "Diciembre"  
cmb_meses.ListIndex = 0  
End Sub
```

CALCULO DE PREDCCIÓN

El cálculo de predicción se realiza dentro del botón Aceptar. Empieza seleccionando los datos del Tráfico desde el año Inicial al Año Final de las celdas que se requieren, de inmediato se enceran las variables y se realiza el cálculo para realizar la predicción del año final.

Private Sub btn_aceptar_Click()

```
Dim Xi  
Dim Yi  
Dim tb As Recordset  
Dim TB_TEMP As Recordset  
Dim SUMX As Double
```

```
Dim SUMY As Double
Dim SUMXY As Double
Dim SUMX2 As Double
Dim MEDIAX As Double
Dim MEDIAY As Double
Dim i As Integer
Dim B1 As Double
Dim B2 As Double
```

```
If cmb_central.ListIndex < 0 And chk_centrales.Value = 0 Then
```

```
    MsgBox "Seleccione Central", vbCritical
```

```
    cmb_central.SetFocus
```

```
    Exit Sub
```

```
End If
```

```
If cmb_celda.ListIndex < 0 And chk_celdas.Value = 0 And chk_centrales.Value = 0 Then
```

```
    MsgBox "Seleccione Celda", vbCritical
```

```
    cmb_celda.SetFocus
```

```
    Exit Sub
```

```
End If
```

```
Me.MousePointer = 11
```

```
BASE_TEMP.Execute "DELETE * FROM TMP_PREDICC "
```

```
Set TB_TEMP = BASE_TEMP.OpenRecordset("TMP_PREDICC")
```

```
SQL = "SELECT CELDA, ALIAS, YEAR(FECHA) AS ANIO , AVG(HORA12) AS
```

```
TRAF , AVG(USUARIOS) AS USU FROM DATOS AS A, CELDAS AS B "
```

```
SQL = SQL & " WHERE YEAR(FECHA) >=" & CInt(txt_ano1)
```

```
SQL = SQL & " AND YEAR (FECHA ) <=" & CInt(txt_ano2)
```

```
SQL = SQL & " AND MEDIDA = '001'"
```

```
SQL = SQL & " AND CAMPO = '001'"
```

```
SQL = SQL & " AND A.CELDA = B.CODCELDA "
```

```
If chk_centrales.Value = 0 Then
```

```
    If cmb_central.ListIndex >= 0 Then
```

```
        SQL = SQL & " AND A.CODCENTRAL=" &
```

```
Format(cmb_central.ItemData(cmb_central.ListIndex), "000") & ""
```

```
    End If
```

```
End If
```

```
If cmb_celda.ListIndex >= 0 Then
```

```
    SQL = SQL & " AND CELDA=" &
```

```
Format(cmb_celda.ItemData(cmb_celda.ListIndex), "00000") & ""
```

```
End If
```

```
SQL = SQL & " GROUP BY CELDA, ALIAS, YEAR(FECHA)"
```

```
Set tb = BASE_DATOS.OpenRecordset(SQL, dbOpenDynaset)
```

```
SUMX = 0
```

```
SUMY = 0
```

```
SUMXY = 0
```

```
SUMX2 = 0
```

```
MEDIAX = 0
```

```
MEDIAY = 0
```

```
If tb.EOF Then
```

```
    MsgBox "No se encontraron Datos", vbCritical
```

```
    Exit Sub
```

```
End If
```

```
tb.MoveLast
```

```
num_ano = tb.RecordCount
```

```

tb.MoveFirst
num_anio = 1
Do While Not tb.EOF
  nom_celda = tb!ALIAS
  ENCERAR
  i = 0
  Do While Not tb.EOF And nom_celda = tb!ALIAS
    ULT_USU = tb!usu
    i = i + 1
    SUMXi = SUMXi + 1
    num_anios(i) = i
    If tb!traf > 0 Then
      traf(i) = ((tb!traf / 36))
    Else
      traf(i) = 0
    End If
    usu(i) = tb!usu
    SUMX = SUMX + i
    SUMY = SUMY + traf(i)
    SUMZ = SUMZ + tb!usu
    nom_celda = tb!ALIAS
    TB_TEMP.AddNew
    TB_TEMP!CELDA = tb!ALIAS
    TB_TEMP!MES = tb!ANIO
    TB_TEMP!VALOR = traf(i)
    TB_TEMP.Update
    tb.MoveNext
    If tb.EOF Then
      Exit Do
    End If
  Loop
  MEDX = SUMX / i
  MEDY = SUMY / i
  MEDZ = SUMZ / i
  SUMXi = 0
  For j = 0 To i
    'CUADXi = (num_anios(J)) ^ 2
    Xi = num_anios(j) - MEDX
    Yi = traf(j) - MEDY
    Zi = usu(j) - MEDZ

    Xi1 = (Xi) ^ 2
    Yi1 = (Yi) ^ 2
    Zi1 = (Zi) ^ 2

    XiYi = Xi * Yi
    XiZi = Xi * Zi
    YiZi = Yi * Zi

    SUMXi1 = SUMXi1 + Xi1
    SUMYi1 = SUMYi1 + Yi1
    SUMZi1 = SUMZi1 + Zi1
  
```

```

SUMXiYi = SUMXiYi + XiYi
SUMXiZi = SUMXiZi + XiZi
SUMYiZi = SUMYiZi + YiZi
Next j
PREDICC = 100 'ojo
Call ecuacion2(SUMXiYi, SUMXi1, SUMXiZi, SUMYiZi, SUMXiZi, SUMZi1, X1,
Y1)
YFINAL = MEDY + (RESX * (Cdbl(txt_ano2) - Cdbl(txt_ano1) + 1)) - (RESX *
MEDX) - (RESY * ULT_USU) + (RESY * MEDZ)
PREDICC = YFINAL
TB_TEMP.AddNew
TB_TEMP!CELDA = nom_celda
TB_TEMP!MES = txt_ano2
TB_TEMP!VALOR = PREDICC
TB_TEMP.Update
If tb.EOF Then
    Exit Do
End If
Loop
tb.Close
IMPRIME
Me.MousePointer = 0
End Sub

```

```

Private Sub btn_cancelar_Click()
Unload Me
End Sub

```

```

Private Sub chk_todas_Click()
If chk_todas.Value = 1 Then
    cmb_celda.Enabled = False
    cmb_celda.ListIndex = -1
Else
    cmb_celda.Enabled = True
    cmb_celda.ListIndex = 0
    cmb_celda.SetFocus
End If
End Sub

```

```

Private Sub chk_todas_KeyPress(KeyAscii As Integer)
If KeyAscii = 13 Then
    cmb_ano.SetFocus
End If
End Sub

```

```

Private Sub chk_celdas_Click()
If chk_celdas.Value = 1 Then
    cmb_celda.Enabled = False
    cmb_celda.ListIndex = -1
Else
    cmb_celda.Enabled = True
    cmb_celda.ListIndex = 0

```



```
    cmb_celda.SetFocus
End If
End Sub
```

Private Sub chk_celdas_KeyPress(KeyAscii As Integer)

```
If KeyAscii = 13 And chk_celdas = 1 Then
    cmb_anio.SetFocus
End If
End Sub
```

Private Sub chk_centrales_Click()

```
cmb_celda.Clear
If chk_centrales.Value = 1 Then
    cmb_central.Enabled = False
    cmb_central.ListIndex = -1
    cmb_celda.ListIndex = -1
    cmb_celda.Enabled = False
    chk_celdas.Enabled = False
Else
    cmb_central.Enabled = True
    'cmb_central.ListIndex = 0
    cmb_central.SetFocus
    cmb_celda.Enabled = True
    chk_celdas.Enabled = True
End If
End Sub
```

Private Sub chk_centrales_KeyPress(KeyAscii As Integer)

```
If KeyAscii = 13 And chk_centrales = 1 Then
    cmb_celda.SetFocus
End If
End Sub
```

Private Sub cmb_anio_KeyPress(KeyAscii As Integer)

```
If KeyAscii = 13 Then
    cmb_meses.SetFocus
End If
End Sub
```

Private Sub cmb_celda_KeyPress(KeyAscii As Integer)

```
If cmb_celda.ListCount > 0 Then
    If cmb_celda.ListIndex >= 0 Then
        If KeyAscii = 13 Then
            btn_aceptar.SetFocus
        End If
    End If
End If
End Sub
```

Private Sub cmb_central_Click()

```
If cmb_central.ListIndex >= 0 Then
```

```
Call llenar_combo_celdas_cen(cmb_celda,
cmb_central.ItemData(cmb_central.ListIndex))
End If
End Sub
```

```
Private Sub cmb_central_KeyPress(KeyAscii As Integer)
If KeyAscii = 13 Then
    If cmb_central.ListCount > 0 Then
        If cmb_central.ListIndex >= 0 And chk_celdas.Value = 0 Then
            cmb_celda.SetFocus
        End If
    End If
End If
End Sub
```

```
Private Sub cmb_meses_Click()
Call llenar_semanas(cmb_meses.ListIndex + 1, cmb_anio)
End Sub
```

```
Private Sub cmb_meses_KeyPress(KeyAscii As Integer)
If KeyAscii = 13 Then
    cmb_semanas.SetFocus
End If
End Sub
```

```
Private Sub cmb_semanas_KeyPress(KeyAscii As Integer)
If KeyAscii = 13 Then
    btn_aceptar.SetFocus
End If
End Sub
```

```
Private Sub Form_KeyDown(KeyCode As Integer, Shift As Integer)
If KeyCode = vbKeyEscape Then
    Unload Me
End If

End Sub
```

```
Private Sub Form_Load()
```

```
Call Centrar(Me)
Call llenar_combo_central(cmb_central)
Call llenar_combo_celda(cmb_celda)
cmb_central.Enabled = True
cmb_celda.Enabled = True
End Sub
```

PROCEDIMIENTO IMPRIME

En este procedimiento se establecen los títulos y el nombre del reporte estadístico de la predicción.

Sub IMPRIME()

```
RPT.DataFiles(0) = RUTA_TEMP
RPT.ReportFileName = RUTA_REPOR & "\RTRCO0105.RPT"
RPT.Formulas(1) = "TITULO='REPORTE DE PREDICCIÓN'"
RPT.WindowTitle = "REPORTE DE PREDICCIÓN"
RPT.Formulas(0) = "EMPRESA=" & EMPRESA & ""
RPT.Formulas(2) = "FECHA=" & UCase(Format(Date, "DDD DD/MMM/YYYY")) & ""
TIT1 = txt_anio1 & "-" & txt_anio2

RPT.Formulas(3) = "semana=" & TIT1 & ""
cmb_anio.Text & ""
RPT.WindowState = crptMaximized
RPT.Action = 1
End Sub
```

CALCULO DE FECHA

Devuelve el máximo día de un mes.

Sub FECHA(MES, ANIO)

```
fecha1 = CDate("01/" & MES & "/" & ANIO)
Select Case MES
    Case 1, 3, 5, 7, 8, 10, 12: MAX_DIA = 31
    Case 4, 6, 9: MAX_DIA = 30
    Case 2:
        If IsDate(28 & "/" & MES & "/" & ANIO) Then
            MAX_DIA = 28
        Else
            MAX_DIA = 29
        End If
End Select
fecha2 = CDate(MAX_DIA & "/" & MES & "/" & ANIO)
End Sub
```

Private Sub Txt_anio2_KeyPress(KeyAscii As Integer)

```
If Not (KeyAscii >= vbKey0 And KeyAscii <= vbKey9 Or KeyAscii = 8 Or KeyAscii = 13 Or KeyAscii = 47 Or KeyAscii = 42) Then
    KeyAscii = 0
End If
If KeyAscii = 13 Then
    cmb_central.SetFocus
End If
End Sub
```

Private Sub txt_ano1_KeyPress(KeyAscii As Integer)

```
If Not (KeyAscii >= vbKey0 And KeyAscii <= vbKey9 Or KeyAscii = 8 Or KeyAscii = 13 Or KeyAscii = 47 Or KeyAscii = 42) Then
    KeyAscii = 0
End If
If KeyAscii = 13 Then
    txt_ano2.SetFocus
End If
End Sub
```

PROCEDIMIENTO EN CERAR

En esta rutina se enceran las variables que se requieren para obtener la predicción. Con esta subrutina nos permite tener las variables en 0, cada vez que inicie el cálculo de predicción para una celda.

Sub EN CERAR()

```
SUMXi = 0
SUMYi = 0
SUMZi = 0

MEDX = 0
MEDY = 0
MEDZ = 0

SUMXiYi = 0
SUMXiZi = 0
SUMYiZi = 0
```

End Sub

PROCEDIMIENTO DE ECUACION2

Este conjunto de sentencias devuelven el resultado de una ecuación que forma parte de los pasos para el cálculo de la predicción teniendo como variables el tiempo, el número de usuarios y tráfico cursado.

```
Sub ecuacion2(valor_ec1, valorX_ec1, valorY_ec1, valor_ec2, valorX_ec2, valorY_ec2, RESX, RESY)
```

```
RESX = 0
RESY = 0
```

```
VALORXA = -(valorY_ec1 * valorX_ec2)
VALORXB = -(valorX_ec1 * valorY_ec2)
```

```
VALOR1 = -(valorY_ec1 * valor_ec1)
VALOR2 = -(valorX_ec1 * valor_ec2)
```

```
TOT1 = (VALOR1) - (VALOR2)
TOT2 = (VALORXA) - (VALORXB)
```

```
RESY = TOT1 / TOT2
```

```
RESX = (valor_ec1 - (valorY_ec1 * RESY)) / valorX_ec1
```

End Sub

FORMULARIO DE EFICIENCIA

Dim DHA As Double
Dim IMPRIMIR As Double
Dim DHD As Double
Dim tb As Recordset
Dim TB1 As Recordset
Dim TB2 As Recordset
Dim TB3 As Recordset
Dim TB_TEMP As Recordset
Dim TIPO_CELDA

'-----
Dim AICPCMPS As Double
Dim DICPCMPS As Double
Dim AHOFF As Double
Dim DHOFF As Double
Dim AICPVOL As Double
Dim DICPVOL As Double
Dim VALOR_DH As Double
Dim VALOR_DHA As Double
Dim VALOR_DHD As Double
Dim ADROPHO As Double
Dim DDROPHO As Double
Dim VALOR_DC As Double
Dim VALOR_DCA As Double
Dim VALOR_DCD As Double
Dim ADROPCALL As Double
Dim DDROPCALL As Double
Dim VALOR_SF As Double
Dim VALOR_SFA As Double
Dim VALOR_SFD As Double
Dim ASETUPFL As Double
Dim DSETUPFL As Double

Dim VALOR_BC As Double
Dim VALOR_BCA As Double
Dim VALOR_BCD As Double

Dim CAMPO01 As Double
Dim CAMPO02 As Double
Dim CAMPO03 As Double
Dim CAMPO04 As Double
Dim CAMPO05 As Double
Dim CAMPO06 As Double
Dim CAMPO07 As Double
Dim CAMPO08 As Double
Dim CAMPO09 As Double
Dim CAMPO10 As Double
Dim CAMPO11 As Double
Dim CAMPO12 As Double
Dim CAMPO13 As Double
Dim CAMPO14 As Double
Dim CAMPO15 As Double

Dim CAMPO16 As Double
Dim CAMPO17 As Double
Dim CAMPO18 As Double
Dim CAMPO19 As Double
Dim CAMPO20 As Double
Dim CAMPO21 As Double
Dim CAMPO22 As Double
Dim CAMPO23 As Double
Dim CAMPO24 As Double
Dim CAMPO25 As Double
Dim CAMPO26 As Double
Dim CAMPO27 As Double
Dim CAMPO28 As Double
Dim CAMPO29 As Double
Dim CAMPO30 As Double
Dim CAMPO31 As Double
Dim CAMPO32 As Double
Dim CALL_ATT As Double
Dim ACALL_ATT As Double
Dim c_alias
Dim C_FECHA
Dim FECHA
Dim NOM_MES

Private Sub btn_aceptar_Click()

On Error GoTo muestra_error
IMPRIMIR = False
If Not Fecha_OK(fecha_ini, fecha_fin) Then
Exit Sub
End If
If Year(fecha_ini) <> Year(fecha_fin) Then
MsgBox "Seleccione Fechas del Mismo Año", vbCritical
fecha_ini.SetFocus
Exit Sub
End If
Me.MousePointer = 11
If cmb_central.ListIndex < 0 And chk_centrales.Value = 0 Then
MsgBox "Seleccione Central", vbCritical
cmb_central.SetFocus
Exit Sub
End If
If opt_efi.Value = True Then
If cmb_celda.ListIndex < 0 Then
MsgBox "Seleccione Celda", vbCritical
cmb_celda.Enabled = True
cmb_celda.SetFocus
Exit Sub
End If
EFICIENCIA
Me.MousePointer = 0
Exit Sub

```

End If
If cmb_celda.ListIndex < 0 And chk_celdas.Value = 0 And chk_centrales.Value = 0 Then
    MsgBox "Seleccione Celda", vbCritical
    cmb_celda.SetFocus
    Exit Sub
End If
ESTADIS
Me.MousePointer = 0
Exit Sub
muestra_error:
    Call menserr
End Sub

```

```

Private Sub btn_cancelar_Click()
Unload Me
End Sub

```

```

Private Sub chk_todos_KeyPress(KeyAscii As Integer)
If KeyAscii = 13 Then
    fecha_ini.SetFocus
End If
End Sub

```

```

Private Sub cmb_celda_KeyPress(KeyAscii As Integer)
If KeyAscii = 13 Then
    If cmb_sistema.Enabled = True Then
        cmb_sistema.SetFocus
    Else
        chk_todos.SetFocus
    End If
End If
End Sub

```

```

Private Sub cmb_central_KeyPress(KeyAscii As Integer)
If KeyAscii = 13 And cmb_central.ListCount > 0 Then
    If cmb_central.ListIndex >= 0 Then
        If cmb_celda.Enabled = False Then
            chk_todos.SetFocus
        Else
            cmb_celda.SetFocus
        End If
    End If
End If
End Sub

```

```

Private Sub cmb_sistema_KeyPress(KeyAscii As Integer)
If KeyAscii = 13 Then
    fecha_ini.SetFocus
End If
End Sub

```



Private Sub chk_todos_Click()

```
If chk_todos.Value = 1 Then
    cmb_sistema.Enabled = False
    cmb_sistema.ListIndex = -1
Else
    cmb_sistema.Enabled = True
    cmb_sistema.ListIndex = 0
    cmb_sistema.SetFocus
End If
End Sub
```

Private Sub Form_KeyDown(KeyCode As Integer, Shift As Integer)

```
If KeyCode = vbKeyEscape Then
    Unload Me
End If

End Sub
```

Private Sub Form_Load()

```
Call Centrar(Me)
Call llenar_combo_central(cmb_central)
Call llenar_combo_celda(cmb_celda)
Call llenar_combo_sistema(cmb_sistema)
Call llenar_combo_celda(cmb_celda)
'cmb_celda.Enabled = False
fecha_ini = Date
fecha_fin = Date
'cmb_central.Enabled = True
'cmb_celda.Enabled = False
cmb_sistema.Enabled = False
End Sub
```

Private Sub fecha_fin_KeyPress(KeyAscii As Integer)

```
If KeyAscii = 13 Then
    If Fecha_OK(fecha_ini, fecha_fin) Then
        btn_aceptar.SetFocus
    End If
End If
End Sub
```

Private Sub fecha_ini_KeyPress(KeyAscii As Integer)

```
If KeyAscii = 13 Then
    If fecha_ini = FECNUL Then
        MsgBox "Ingrese Fecha", vbCritical
    Else
        If IsDate(fecha_ini) Then
            fecha_fin.SetFocus
        Else
            MsgBox "Fecha Incorrecta", vbCritical
            fecha_ini = FECNUL
            fecha_ini.SetFocus
        End If
    End If
End If
```

End If
End Sub

```
Sub ESTADIS()  
IMPRIMIR = True  
BASE_TEMP.Execute "DELETE * FROM TMP_DEGRA "  
BASE_TEMP.Execute "DELETE * FROM PERFORMANCE "  
Set TB_TEMP = BASE_TEMP.OpenRecordset("TMP_DEGRA")  
Set TB3 = BASE_TEMP.OpenRecordset("PERFORMANCE")  
'If Year(fecha_ini) = Year(fecha_fin) And Month(fecha_ini) = Month(fecha_fin) Then  
If opt_rep1.Value = True Then  
SQL = "SELECT CELDA, ALIAS, TIPO, FECHA AS FECHA1, MEDIDA , CAMPO ,  
HORA12 AS VAL1 FROM DATOS AS A , CELDAS AS B "  
SQL = SQL & " WHERE FECHA >=#" & Format(fecha_ini, "YYYY/MM/DD") & "#"  
SQL = SQL & " AND FECHA <=#" & Format(fecha_fin, "YYYY/MM/DD") & "#"  
If chk_centrales.Value = 0 Then  
    If cmb_central.ListIndex >= 0 Then  
        SQL = SQL & " AND CODCENTRAL="" &  
Format(cmb_central.ItemData(cmb_central.ListIndex), "000") & ""  
    End If  
End If  
If cmb_celda.ListIndex >= 0 Then  
    SQL = SQL & " AND CELDA="" &  
Format(cmb_celda.ItemData(cmb_celda.ListIndex), "00000") & ""  
End If  
SQL = SQL & " AND A.CELDA = B.CODCELDA "  
SQL = SQL & " ORDER BY CELDA, ALIAS, TIPO, FECHA, MEDIDA, CAMPO "  
Else  
SQL = "SELECT CELDA, ALIAS, TIPO, YEAR(FECHA) & MONTH(FECHA) AS  
FECHA1 , MEDIDA , CAMPO , SUM(HORA12) AS VAL1 FROM DATOS AS A ,  
CELDAS AS B "  
SQL = SQL & " WHERE FECHA >=#" & Format(fecha_ini, "YYYY/MM/DD") & "#"  
SQL = SQL & " AND FECHA <=#" & Format(fecha_fin, "YYYY/MM/DD") & "#"  
If cmb_central.ListIndex >= 0 Then  
    SQL = SQL & " AND CODCENTRAL="" &  
Format(cmb_central.ItemData(cmb_central.ListIndex), "000") & ""  
End If  
If cmb_celda.ListIndex >= 0 Then  
    SQL = SQL & " AND CELDA="" &  
Format(cmb_celda.ItemData(cmb_celda.ListIndex), "00000") & ""  
End If  
SQL = SQL & " AND A.CELDA = B.CODCELDA "  
SQL = SQL & " GROUP BY CELDA, ALIAS, TIPO, YEAR(FECHA) &  
MONTH(FECHA) , MEDIDA, CAMPO "  
SQL = SQL & " HAVING SUM(HORA12) > 0 "  
SQL = SQL & " ORDER BY CELDA, ALIAS, TIPO, YEAR(FECHA) &  
MONTH(FECHA) , MEDIDA, CAMPO "  
End If  
Set tb = BASE_DATOS.OpenRecordset(SQL, dbOpenDynaset)  
If Not tb.EOF Then  
    C_CELDA = tb!CELDA  
    Do While Not tb.EOF  
        C_CELDA = tb!CELDA
```

```

c_alias = tb!ALIAS
c_tipo = tb!TIPO
Do While C_CELDA = tb!CELDA
  C_FECHA = tb!fecha1
  ENCERA
  Do While (C_CELDA = tb!CELDA) And (C_FECHA = tb!fecha1)
    Call VARIABLES_FORMULA(tb)
    tb.MoveNext
    If tb.EOF Then
      Exit Do
    End If
  Loop
  If opt_rep1.Value = True Then
    'Call FORMULAS_TODAS(c_alias, c_tipo, C_FECHA, "", "")
    FECHA = C_FECHA
    Call FORMULAS_TODAS(c_alias, c_tipo, "", "")
  Else
    NOM_MES = DEVUELVE_MES(Val(Mid(C_FECHA, 5, Len(C_FECHA) - 4)))
    FECHA = NOM_MES
    Call FORMULAS_TODAS(c_alias, c_tipo, "", "")
  End If
  If tb.EOF Then
    Exit Do
  End If
Loop
Loop
IMPRIME
Else
  MsgBox "No existen Datos para generar el Reporte", vbCritical
End If
tb.Close
Exit Sub
mens:
  Call menserr
End Sub

```

Sub VARIABLES_FORMULA(tb As Recordset)

```

Select Case tb!CAMPO
  Case "001": CAMPO01 = Format(tb!VAL1, "###,###,##0.00")
  Case "002": CAMPO02 = Format(tb!VAL1, "###,###,##0.00")
  Case "003": CAMPO03 = Format(tb!VAL1, "###,###,##0.00")
  Case "004": CAMPO04 = Format(tb!VAL1, "###,###,##0.00")
  Case "005": CAMPO05 = Format(tb!VAL1, "###,###,##0.00")
  Case "006": CAMPO06 = Format(tb!VAL1, "###,###,##0.00")
  Case "007": CAMPO07 = Format(tb!VAL1, "###,###,##0.00")
  Case "008": CAMPO08 = Format(tb!VAL1, "###,###,##0.00")
  Case "009": CAMPO09 = Format(tb!VAL1, "###,###,##0.00")
  Case "010": CAMPO10 = Format(tb!VAL1, "###,###,##0.00")
  Case "011": CAMPO11 = Format(tb!VAL1, "###,###,##0.00")
  Case "012": CAMPO12 = Format(tb!VAL1, "###,###,##0.00")
  Case "013": CAMPO13 = Format(tb!VAL1, "###,###,##0.00")
  Case "014": CAMPO14 = Format(tb!VAL1, "###,###,##0.00")

```

```

Case "015": CAMPO15 = Format(tb!VAL1, "###,###,##0.00")
Case "016": CAMPO16 = Format(tb!VAL1, "###,###,##0.00")
Case "017": CAMPO17 = Format(tb!VAL1, "###,###,##0.00")
Case "018": CAMPO18 = Format(tb!VAL1, "###,###,##0.00")
Case "019": CAMPO19 = Format(tb!VAL1, "###,###,##0.00")
Case "020": CAMPO20 = Format(tb!VAL1, "###,###,##0.00")
Case "021": CAMPO21 = Format(tb!VAL1, "###,###,##0.00")
Case "022": CAMPO22 = Format(tb!VAL1, "###,###,##0.00")
Case "023": CAMPO23 = Format(tb!VAL1, "###,###,##0.00")
Case "024": CAMPO24 = Format(tb!VAL1, "###,###,##0.00")
Case "025": CAMPO25 = Format(tb!VAL1, "###,###,##0.00")
Case "026": CAMPO26 = Format(tb!VAL1, "###,###,##0.00")
Case "027": CAMPO27 = Format(tb!VAL1, "###,###,##0.00")
Case "028": CAMPO28 = Format(tb!VAL1, "###,###,##0.00")
Case "029": CAMPO29 = Format(tb!VAL1, "###,###,##0.00")
Case "030": CAMPO30 = Format(tb!VAL1, "###,###,##0.00")
Case "031": CAMPO31 = Format(tb!VAL1, "###,###,##0.00")
Case "032": CAMPO32 = Format(tb!VAL1, "###,###,##0.00")
End Select
End Sub

```

Sub IMPRIME()

```

RPT.DataFiles(0) = RUTA_TEMP
If opt_lis.Value = True Then
  If opt_rep1.Value = True Then
    RPT.ReportFileName = RUTA_REPOR & "\RTRCO01041.RPT"
  Else
    RPT.ReportFileName = RUTA_REPOR & "\RTRCO01042.RPT"
  End If
Else
  If opt_rep1.Valuc = True Then
    RPT.ReportFileName = RUTA_REPOR & "\RTRCO01031.RPT"
  Else
    RPT.ReportFileNamc = RUTA_REPOR & "\RTRCO01033.RPT"
  End If
End If
RPT.WindowTitle = "EFICIENCIA"
RPT.Formulas(0) = "EMPRESA=" & EMPRESA & ""
RPT.Formulas(1) = "TITULO='REPORTE DE EFICIENCIA DEL SISTEMA'"
RPT.Formulas(2) = "FECHA=" & UCase(Format(Date, "DDD DD/MMM/YYYY")) & ""
RPT.Formulas(3) = "FECHAINI=" & fecha_ini & ""
RPT.Formulas(4) = "FECHAFIN=" & fecha_fin & ""
RPT.WindowState = crptMaximized
RPT.Action = 1
End Sub

```

Sub AGREGA_EFICIENCIA(TIPO_EFI, ALIAS_CELDA2, fecha_inicial, fecha_final, TIPO_SIS, VALOR, TIPCEL)

```

IMPRIMIR = True
TB_TEMP.AddNew
Select Case TIPCEL

```

```

Case "01": TB_TEMP!minimo = "Mínimo 2 %"
Case "02": TB_TEMP!minimo = "Mínimo 5 %"
Case "03": TB_TEMP!minimo = "Mínimo 7 %"
End Select
TB_TEMP!TIPO = TIPO_EFI
'If Year(fecha_ini) = Year(fecha_fin) And Month(fecha_ini) = Month(fecha_fin) Then
TB_TEMP!fecha1 = FECHA
  'TB_TEMP!fecha1 = fecha_inicial & " " & fecha_final
  'TB_TEMP!fecha2 = 'fecha_fin
'Else
' TB_TEMP!fecha1 = fecha_inicial
'End If
If TIPO_SIS = 1 Then
  If opt_rep1.Value = True Then
    TB_TEMP!CELDA = ALIAS_CELDA2 & " - ANALÓGICO - " & fecha_final
  Else
    TB_TEMP!CELDA = ALIAS_CELDA2 & " - ANALÓGICO"
  End If
Else
  If opt_rep1.Value = True Then
    TB_TEMP!CELDA = ALIAS_CELDA2 & " - DIGITAL - " & fecha_final
  Else
    TB_TEMP!CELDA = ALIAS_CELDA2 & " - DIGITAL"
  End If
End If
TB_TEMP!PORCEN = VALOR
TB_TEMP.Update
End Sub

```

```

Sub AGREGA_PERFORMANCE(ALIAS_CELDA2, fecha_ini, fecha_fin,
TIPO_SIS, CALL_ATT, ACALL_ATT, TCALL_ATT, VALOR_DH, VALOR_DC,
VALOR_SF, VALOR_BC, FECHA)

```

```

IMPRIMIR = True
TB3.AddNew
TB3!CELDA = ALIAS_CELDA2
Select Case TIPCEL
  Case "01": TB3!minimo = "Mínimo 2 %"
  Case "02": TB3!minimo = "Mínimo 5 %"
  Case "03": TB3!minimo = "Mínimo 7 %"
End Select
TB3!fecha1 = fecha_ini
TB3!fecha2 = fecha_fin
If TIPO_SIS = 1 Then
  TB3!SISTEMA = "SISTEMA ANALÓGICO"
Else
  TB3!SISTEMA = "SISTEMA DIGITAL"
End If
TB3!CALL_COMP = CALL_ATT
TB3!ACALL_ATT = ACALL_ATT
TB3!TCALL_ATT = TCALL_ATT
TB3!FECHA = FECHA
TB3!DH = Format(VALOR_DH, "###,###,##0.00")
TB3!DC = Format(VALOR_DC, "###,###,##0.00")

```

```
TB3!SF = Format(VALOR_SF, "###,###,##0.00")
TB3!BC = Format(VALOR_BC, "###,###,##0.00")
TB3.Update
End Sub
```

```
Private Sub opt_efi_Click()
    pan_efi.Caption = ""
    opt_rep1.Visible = False
    opt_rep2.Visible = False
End Sub
```

```
Private Sub opt_efi_KeyPress(KeyAscii As Integer)
    If KeyAscii = 13 Then
        cmb_central.SetFocus
    End If
End Sub
```

```
Private Sub opt_est_Click()
    opt_rep1.Visible = True
    opt_rep2.Visible = True
End Sub
```

```
Private Sub opt_est_KeyPress(KeyAscii As Integer)
    If KeyAscii = 13 Then
        opt_rep1.SetFocus
    End If
End Sub
```

```
Private Sub opt_lis_Click()
    opt_rep1.Visible = True
    opt_rep2.Visible = True
End Sub
```

```
Private Sub opt_lis_KeyPress(KeyAscii As Integer)
    If KeyAscii = 13 Then
        opt_rep1.SetFocus
    End If
End Sub
```

```
Private Sub opt_rep1_KeyPress(KeyAscii As Integer)
    If KeyAscii = 13 Then
        cmb_central.SetFocus
    End If
End Sub
```

```
Private Sub opt_rep2_KeyPress(KeyAscii As Integer)
    If KeyAscii = 13 Then
        cmb_central.SetFocus
    End If
End Sub
```

```
Private Sub Option1_Click()
    cmb_central.Enabled = True
```

```
cmb_celda.Enabled = False  
End Sub
```

Private Sub Option2_Click()

```
cmb_central.Enabled = False  
cmb_celda.Enabled = True  
End Sub
```

PROCEDIMIENTO ENCERA

En esta rutina se enceran las variables que se requieren para obtener la eficiencia. Con esta subrutina nos permite tener las variables en 0, cada vez que inicie la eficiencia del sistema

Sub ENCERA()

```
CAMPO01 = 0  
CAMPO02 = 0  
CAMPO03 = 0  
CAMPO04 = 0  
CAMPO05 = 0  
CAMPO06 = 0  
CAMPO07 = 0  
CAMPO08 = 0  
CAMPO09 = 0  
CAMPO10 = 0  
CAMPO11 = 0  
CAMPO12 = 0  
CAMPO13 = 0  
CAMPO14 = 0  
CAMPO15 = 0  
CAMPO16 = 0  
CAMPO17 = 0  
CAMPO18 = 0  
CAMPO19 = 0  
CAMPO20 = 0  
CAMPO21 = 0  
CAMPO22 = 0  
CAMPO23 = 0  
CAMPO24 = 0  
CAMPO25 = 0  
CAMPO26 = 0  
CAMPO27 = 0  
CAMPO28 = 0  
CAMPO29 = 0  
CAMPO30 = 0  
CAMPO31 = 0  
CAMPO32 = 0
```

```
AICPCMPS = 0  
DICPCMPS = 0  
AHOFF = 0  
DHOFF = 0
```

AICPVOL = 0

DICPVOL = 0

VALOR_DH = 0

VALOR_DHA = 0

VALOR_DHD = 0

ADROPHO = 0

DDROPHO = 0

VALOR_DC = 0

VALOR_DCA = 0

VALOR_DCD = 0

ADROPCALL = 0

DDROPCALL = 0

VALOR_SF = 0

VALOR_SFA = 0

VALOR_SFD = 0

ASETUPFL = 0

DSETUPFL = 0

VALOR_BC = 0

VALOR_BCA = 0

VALOR_BCD = 0

CALL_ATT = 0

ACALL_ATT = 0

End Sub

PROCEDIMIENTO DE EFICIENCIA

Este procedimiento se inicia seleccionando los datos de las celdas en el rango de fechas establecidas por el usuario. Posteriormente se van leyendo los datos celda por celda y a su vez se va calculando los valores para las caídas de llamadas, caídas por handoff, Fallas en la configuración del procesamiento de llamadas.

Sub EFICIENCIA()

pan_efi = "00.00"

SQL = "SELECT CELDA, ALIAS, TIPO, NUMCAN, MEDIDA , CAMPO , fecha, sum(HORA12) AS VAL1 FROM DATOS AS A , CELDAS AS B "

SQL = SQL & " WHERE FECHA >=#" & Format(fecha_ini, "YYYY/MM/DD") & "#"

SQL = SQL & " AND FECHA <=#" & Format(fecha_fin, "YYYY/MM/DD") & "#"

SQL = SQL & " AND A.CAMPO ='001'"

If chk_centrales.Value = 0 Then

 If cmb_central.ListIndex >= 0 Then

 SQL = SQL & " AND CODCENTRAL=" &

Format(cmb_central.ItemData(cmb_central.ListIndex), "000") & ""

 End If

End If

If cmb_celda.ListIndex >= 0 Then

 SQL = SQL & " AND CELDA=" &

Format(cmb_celda.ItemData(cmb_celda.ListIndex), "00000") & ""

End If

```

SQL = SQL & " AND CELDA =B.CODCELDA "
SQL = SQL & " GROUP BY A.CELDA, ALIAS, TIPO, NUMCAN,
MEDIDA, CAMPO, fecha "
Set tb = BASE_DATOS.OpenRecordset(SQL, dbOpenDynaset)
If Not tb.EOF Then
    tb.MoveLast
    If tb!VAL1 > 0 Then
        pan_efi = Format((tb!VAL1 / 36) / tb.RecordCount, "###,###,##0.00")
    End If
End If
tb.Close
End Sub

```

PROCEDIMIENTO DE RETORNA_VALORES_ANALÓGICOS

Este conjunto de sentencias devuelve los resultados de las caídas de llamadas, caídas por handoff, Fallas en la configuración para el sistema analógico de cada una de las celdas seleccionadas por el usuario.

Sub RETORNA_VALORES_ANALOGICOS()

```

***** D H *****
If CAMPO22 - CAMPO23 <> 0 Then
    VALOR_DHA = 100 * ((CAMPO21 - CAMPO24) / (CAMPO22 - CAMPO23))
End If
***** D C *****
If AICPVOL <> 0 Then
    VALOR_DCA = 100 * ((CAMPO19 - CAMPO20) / (CAMPO02 + CAMPO03 +
CAMPO08 + CAMPO09 + CAMPO22 + CAMPO24 - (CAMPO23 + CAMPO21)))
End If
***** S F *****
If (AICPCMPS + ASETUPFL) <> 0 Then
    VALOR_SFA = 100 * ((CAMPO17 - CAMPO18) / (CAMPO02 + CAMPO03 +
CAMPO08 + CAMPO09 + CAMPO22 + CAMPO24 - (CAMPO17 + CAMPO18)))
End If
***** B C *****
If (CAMPO06 + CAMPO07 + CAMPO11 + CAMPO12) <> 0 Then
    VALOR_BCA = 100 * ((CAMPO04 + CAMPO05) / (CAMPO06 + CAMPO11 +
CAMPO12) - (CAMPO31 + CAMPO32))
End If
CALL_ATT = AICPCMPS
ACALL_ATT = AICPVOL
TCALL_ATT = AICPCMPS + AICPVOL
If opt_lis.Value = True Then
    If Not (VALOR_DHA = 0 And VALOR_DCA = 0 And VALOR_SFA = 0 And
VALOR_BCA = 0 And CALL_ATT = 0 And ACALL_ATT = 0 And TCALL_ATT = 0)
Then
        Call AGREGA_PERFORMANCE(c_alias, fecha_ini, fecha_fin, 1, CALL_ATT,
ACALL_ATT, TCALL_ATT, VALOR_DHA, VALOR_DCA, VALOR_SFA,
VALOR_BCA, FECHA)
    End If
Else

```

```

    If Not (VALOR_DHA = 0 And VALOR_DCA = 0 And VALOR_SFA = 0 And
VALOR_BCA = 0) Then
        Call AGREGA_EFICIENCIA("DH", c_alias, NOM_MES, FECHA, 1,
VALOR_DHA, TIPO_CELDA)
        Call AGREGA_EFICIENCIA("DC", c_alias, NOM_MES, FECHA, 1,
VALOR_DCA, TIPO_CELDA)
        Call AGREGA_EFICIENCIA("SF", c_alias, NOM_MES, FECHA, 1, VALOR_SFA,
TIPO_CELDA)
        Call AGREGA_EFICIENCIA("BC", c_alias, NOM_MES, FECHA, 1,
VALOR_BCA, TIPO_CELDA)
    End If
End If
End Sub

```

PROCEDIMIENTO DE RETORNA_VALORES_DIGITALES

Este conjunto de sentencias devuelve los resultados de las caídas de llamadas, caídas por handoff, Fallas en la configuración para el sistema digital de cada una de las celdas seleccionadas por el usuario.

Sub RETORNA_VALORES_DIGITALES()

```

***** D H *****
If CAMPO23 <> 0 Then
    VALOR_DHD = 100 * (CAMPO24 / CAMPO23)
End If
***** D C *****
If DICPVOL <> 0 Then
    VALOR_DCD = 100 * (DDROPCALL / DICPVOL)
End If
***** S F *****
If (DICPCMPS + DSETUPFL) <> 0 Then
    VALOR_SFD = 100 * (DSETUPFL / (DICPCMPS + DSETUPFL))
End If
***** B C *****
If (CAMPO06 + CAMPO07 + CAMPO11 + CAMPO12) <> 0 Then
    VALOR_BCD = 100 * ((CAMPO04 + CAMPO05) / (CAMPO06 + CAMPO11 +
CAMPO12) - (CAMPO31 + CAMPO32))
End If

*****
CALL_ATT = DICPCMPS
ACALL_ATT = DICPVOL
TCALL_ATT = DICPCMPS + DICPVOL
If opt_lis.Value = True Then
    If Not (VALOR_DHD = 0 And VALOR_DCD = 0 And VALOR_SFD = 0 And
VALOR_BCD = 0 And CALL_ATT = 0 And ACALL_ATT = 0 And TCALL_ATT = 0)
Then
        Call AGREGA_PERFORMANCE(c_alias, fecha_ini, fecha_fin, 2, CALL_ATT,
ACALL_ATT, TCALL_ATT, VALOR_DHD, VALOR_DCD, VALOR_SFD,
VALOR_BCD, FECHA)
    End If
Else

```



```

    If Not (VALOR_DHD = 0 And VALOR_DCD = 0 And VALOR_SFD = 0 And
VALOR_BCD = 0) Then
        Call AGREGA_EFICIENCIA("DH", c_alias, NOM_MES, FECHA, 2,
VALOR_DHD, TIPO_CELDA)
        Call AGREGA_EFICIENCIA("DC", c_alias, NOM_MES, FECHA, 2,
VALOR_DCD, TIPO_CELDA)
        Call AGREGA_EFICIENCIA("SF", c_alias, NOM_MES, FECHA, 2, VALOR_SFD,
TIPO_CELDA)
        Call AGREGA_EFICIENCIA("BC", c_alias, NOM_MES, FECHA, 2,
VALOR_BCD, TIPO_CELDA)
    End If
End If
End Sub

```

PROCEDIMIENTO FORMULAS_TODAS

En este procedimiento se realiza el cálculo de los totales de llamadas de las celdas, dentro del rango de fechas que se hayan seleccionado previamente. Este procedimiento es invocado para cada una de las celdas.

Sub FORMULAS_TODAS(ALIAS, TIPO_CELDA, ANIO, MES)

```

    AICPCMPS = CAMPO03 + CAMPO08 + CAMPO02 + CAMPO09
    DICPCMPS = CAMPO08 + CAMPO10 + CAMPO13 + CAMPO14
    AHOFF = (CAMPO22 + CAMPO24) - (CAMPO23 + CAMPO21)
    DHOFF = CAMPO23 - CAMPO24
    AICPVOL = AICPCMPS + AHOFF
    DICPVOL = DICPCMPS + DHOFF
    VALOR_DH = 0
    VALOR_DHA = 0
    VALOR_DHD = 0
    ADROPHO = CAMPO21 - CAMPO24
    DDROPHO = CAMPO24
    VALOR_DC = 0
    VALOR_DCA = 0
    VALOR_DCD = 0
    ADROPCALL = CAMPO19 - CAMPO20
    DDROPCALL = CAMPO20
    VALOR_SF = 0
    VALOR_SFA = 0
    VALOR_SFD = 0
    ASETUPFL = CAMPO17 - CAMPO18
    DSETUPFL = CAMPO18
    If chk_todos.Value = 1 Then
        RETORNA_VALORES_ANALOGICOS
        RETORNA_VALORES_DIGITALES
    Else
        If cmb_sistema.ItemData(cmb_sistema.ListIndex) = 1 Then
            RETORNA_VALORES_ANALOGICOS
        Else
            RETORNA_VALORES_DIGITALES
        End If
    End If
End If
End Sub

```

Private Sub chk_celdas_Click()

```
If chk_celdas.Value = 1 Then
    cmb_celda.Enabled = False
    cmb_celda.ListIndex = -1
Else
    cmb_celda.Enabled = True
    cmb_celda.ListIndex = 0
    cmb_celda.SetFocus
End If
End Sub
```

Private Sub chk_celdas_KeyPress(KeyAscii As Integer)

```
If KeyAscii = 13 And chk_celdas = 1 Then
    btn_aceptar.SetFocus
End If
End Sub
```

Private Sub chk_centrales_Click()

```
cmb_celda.Clear
If chk_centrales.Value = 1 Then
    cmb_central.Enabled = False
    cmb_central.ListIndex = -1
    cmb_celda.ListIndex = -1
    cmb_celda.Enabled = False
    chk_celdas.Enabled = False
Else
    cmb_central.Enabled = True
    cmb_central.ListIndex = 0
    cmb_central.SetFocus
    cmb_celda.Enabled = True
    chk_celdas.Enabled = True
End If
End Sub
```

Private Sub chk_centrales_KeyPress(KeyAscii As Integer)

```
If KeyAscii = 13 And chk_centrales = 1 Then
    btn_aceptar.SetFocus
End If
End Sub
```

Private Sub cmb_central_Click()

```
If cmb_central.ListIndex >= 0 Then
    Call llenar_combo_celdas_cen(cmb_celda,
    cmb_central.ItemData(cmb_central.ListIndex))
End If
End Sub
```

GENERAR

```
Dim OPCION
Dim tb As Recordset
Dim TB_DATOS As Recordset
```

Dim i
Dim j
Dim k

PROCEDIMIENTO GENERAR

Este procedimiento realiza la generación de valores aleatorios para la celda que requiera el usuario en el rango de fechas digitados. Es decir que para cada medida operacional de la celda se generará un valor comprendido entre un valor mínimo y un máximo. Esta generación es por día para la hora pico.

Private Sub btn_generar_Click()

On Error Resume Next

OPCION = 1

If txt_celda = "" Then

 MsgBox "Ingrese Código de Celda", vbCritical

 txt_celda.SetFocus

 Exit Sub

End If

If fecha_ini = " / / " Then

 MsgBox "Ingrese Fecha", vbCritical

 fecha_ini.SetFocus

 Exit Sub

End If

If fecha_fin = " / / " Then

 MsgBox "Ingrese Fecha", vbCritical

 fecha_fin.SetFocus

 Exit Sub

End If

If IsDate(fecha_ini) = False Then

 MsgBox "Fecha Incorrecta", vbCritical

 fecha_ini.SetFocus

 Exit Sub

End If

If IsDate(fecha_fin) = False Then

 MsgBox "Fecha Incorrecta", vbCritical

 fecha_fin.SetFocus

 Exit Sub

End If

Me.MousePointer = 11

SQL = "select * from MAXMIN WHERE CODCELDA = " & txt_celda & ""

Set tb = BASE_DATOS.OpenRecordset(SQL, dbOpenDynaset)

Set TB_DATOS = BASE_DATOS.OpenRecordset("DATOS", dbOpenDynaset)

Do While Not tb.EOF

 For i = CDate(fecha_ini) To CDate(fecha_fin)

 SQL = "select * from DATOS WHERE CELDA= " & txt_celda & ""

 SQL = SQL & "AND CODCENTRAL = " & tb!central & ""

 SQL = SQL & "AND MEDIDA = " & tb!MEDIDA & ""

 SQL = SQL & "AND CAMPO = " & tb!CAMPO & ""

 SQL = SQL & "AND FECHA = #" & Format(i, "YYYY/MM/DD") & "#"

 Set TB3 = BASE_DATOS.OpenRecordset(SQL, dbOpenDynaset)

 If TB3.EOF Then

 TB_DATOS.AddNew

```

    TB_DATOS!codcentral = tb!central
    TB_DATOS!CELDA = tb!codcelda
    TB_DATOS!FECHA = i
    TB_DATOS!MEDIDA = tb!MEDIDA
    TB_DATOS!CAMPO = tb!CAMPO
    If tb!maximo = tb!minimo Then
        TB_DATOS!HORA12 = tb!maximo
    Else
        TB_DATOS!HORA12 = Int((tb!maximo * Rnd) + tb!minimo)
    End If
    TB_DATOS!USUARIOS = Int((tb!maxUS * Rnd) + tb!MINUS)
    PORCENTAJE = CDb!cmb_porcen.Text / 100
    TB_DATOS!USUARIOS = Int(tb!maxUS * (1 + PORCENTAJE))
    TB_DATOS.Update
    End If
    TB3.Close
Next i
tb.MoveNext
Loop
MsgBox "Base Generada Automáticamente"
c.MousePointer = 0
Exit Sub
muestra_error:
Call menserr
End Sub

```

PROCEDIMIENTO GRABAR_HORA

Este procedimiento realiza la generación de valores aleatorios para la celda que requiera el usuario en el rango de fechas digitados. Es decir que para cada medida operacional de la celda se generará un valor comprendido entre un valor mínimo y un máximo. Esta generación de datos es para las 24 horas de todos los días de las fechas establecidas.

```

Private Sub btn_grahora_Click()
    OPCION = 2
    If txt_celda = "" Then
        MsgBox "Ingrese Código de Celda", vbCritical
        txt_celda.SetFocus
        Exit Sub
    End If
    If fecha_ini = " / / " Then
        MsgBox "Ingrese Fecha", vbCritical
        fecha_ini.SetFocus
        Exit Sub
    End If
    If fecha_fin = " / / " Then
        MsgBox "Ingrese Fecha", vbCritical
        fecha_fin.SetFocus
        Exit Sub
    End If
    If IsDate(fecha_ini) = False Then
        MsgBox "Fecha Incorrecta", vbCritical
    End If

```

```

fecha_ini.SetFocus
Exit Sub
End If
If IsDate(fecha_fin) = False Then
MsgBox "Fecha Incorrecta", vbCritical
fecha_fin.SetFocus
Exit Sub
End If
Me.MousePointer = 11
SQL = "select * from MAXMIN WHERE CODCELDA = '" & txt_celda & "'"
If OPCION = 2 Then
SQL = SQL & " AND CAMPO = '001'"
End If
Set tb = BASE_DATOS.OpenRecordset(SQL, dbOpenDynaset)
Set TB_DATOS = BASE_DATOS.OpenRecordset("DATOS", dbOpenDynaset)
Do While Not tb.EOF
For i = CDate(fecha_ini) To CDate(fecha_fin)
SQL = "select * from DATOS WHERE CELDA = '" & txt_celda & "'"
SQL = SQL & "AND CODCENTRAL = '" & tb!central & "'"
SQL = SQL & "AND MEDIDA = '" & tb!MEDIDA & "'"
SQL = SQL & "AND CAMPO = '" & tb!CAMPO & "'"
SQL = SQL & "AND FECHA = #" & Format(i, "YYYY/MM/DD") & "#"
Set TB3 = BASE_DATOS.OpenRecordset(SQL, dbOpenDynaset)
If Not TB3.EOF Then
If OPCION = 2 Then
TB_DATOS.Edit
End If
Else
TB_DATOS.AddNew
TB_DATOS!codcentral = tb!central
TB_DATOS!CELDA = tb!codcelda
TB_DATOS!FECHA = i
TB_DATOS!MEDIDA = tb!MEDIDA
TB_DATOS!CAMPO = tb!CAMPO
TB_DATOS!SEMANA = SEMANA(i)
End If
If TB3.EOF Or OPCION = 2 Then
For L = 0 To 23
CAMPO_1 = "HORA" & Format(L, "00")
CAMPO_MAX = "MAX" & Format(L, "00")
CAMPO_MIN = "MIN" & Format(L, "00")
TB_DATOS.Fields(CAMPO_1) = Int((tb.Fields(CAMPO_MAX) * Rnd) +
tb.Fields(CAMPO_MIN))
If IsNull(TB_DATOS.Fields(CAMPO_1)) Then
TB_DATOS.Fields(CAMPO_1) = 0
End If
Next L
TB_DATOS.Update
End If
TB3.Close
Next i
tb.MoveNext
Loop

```

```
MsgBox "Base Generada Automáticamente"  
Me.MousePointer = 0  
End Sub
```

```
Private Sub cmb_porcen_KeyPress(KeyAscii As Integer)  
If KeyAscii = 13 Then  
    btn_generar.SetFocus  
End If  
End Sub
```

```
Private Sub Command1_Click()  
Unload Me  
End Sub
```

```
Private Sub fecha_fin_KeyPress(KeyAscii As Integer)  
If KeyAscii = 13 Then  
    cmb_porcen.SetFocus  
End If  
End Sub
```

```
Private Sub fecha_ini_KeyPress(KeyAscii As Integer)  
If KeyAscii = 13 Then  
    fecha_fin.SetFocus  
End If  
End Sub
```

```
Private Sub Form_Load()  
For NUM = 1 To 100  
    cmb_porcen.AddItem NUM  
Next NUM  
cmb_porcen.ListIndex = 0  
End Sub
```

```
Private Sub txt_celda_KeyPress(KeyAscii As Integer)  
If KeyAscii = 13 Then  
    fecha_ini.SetFocus  
End If  
End Sub
```

```
Private Sub txt_celda_LostFocus()  
If txt_celda <> "" Then  
    txt_celda = Format(txt_celda, "00000")  
End If  
End Sub
```