

**AUTOMATIC TRAFFIC AND PERFORMANCE STATISTICS ANALYSIS AND
MONITORING SYSTEMS FOR SWITCHING AND TELECOMMUNICATIONS
EQUIPEMENT (PROYECTO DE AUTOMATIZACIÓN DEL PROCESAMIENTO,
REGISTRO Y ANÁLISIS DE ESTADÍSTICAS DE TRÁFICO Y CLASE DE
LLAMADA EN SISTEMAS DE CONMUTACIÓN TELEFÓNICA)**

Eng. Raimundo A. Rodulfo C., 1996

ORIGINAL PAPERS IN SPANISH

INTRODUCCIÓN

Una de las herramientas más útiles en el estudio del comportamiento de un sistema, es el análisis estadístico, hecho a partir de la colección de datos de muestreo de las variables e indicadores de estado que permiten obtener de él una información deseada. El análisis matemático de estos datos, permite comprender e incluso predecir el comportamiento del sistema, lo cual es de suma importancia en la labor de determinar y modificar tendencias en el mismo.

En los trabajos de análisis estadístico, y en general, de procesamiento de datos de un sistema, la ayuda del computador es de gran provecho, siendo de hecho actualmente en casi todos los casos, absolutamente imprescindible. Huelga hablar de las ventajas que se obtienen de la automatización por computadora de tareas que involucran el manejo de grandes volúmenes de información; disminuyendo enormemente la duración, la dificultad y las probabilidades de error en procesos muy complejos, extensos o iterativos.

La recolección de los datos estadísticos de la central se realiza diariamente, estudiando espacios muestrales de 24 horas de duración; esto permite llevar un registro periódico del comportamiento del sistema, y hacer análisis ulteriores obteniendo resultados y conclusiones por día, semana, mes o año. Los objetivos primordiales que se persiguen con el registro de datos estadísticos de las llamadas son: en primer lugar, evaluar el comportamiento global de la central y el sistema en general, a mediano y largo plazo, para comparar con los niveles deseados y aplicar medidas correctivas en el ámbito de tendencias (ingeniería de tráfico); y en segundo lugar, detectar y diagnosticar fallas y condiciones anormales o atípicas en el sistema, dentro de las labores de mantenimiento rutinario, que permitan aplicar sobre la marcha correctivos de emergencia (ingeniería de mantenimiento).

Los datos que para efectos del análisis estadístico proporciona la central, deben ser extraídos para ser procesados externamente en un computador, y de esta forma llevar la información a los formatos deseados para su posterior registro y análisis, utilizando las herramientas de software adecuadas. En el caso de los *clases de llamada*, este proceso se ha estado realizando anteriormente en el Centro de Control de manera semiautomática, combinando procedimientos manuales con procedimientos automáticos ejecutados por computador; comenzando con la elaboración del reporte diario de *clases de llamada* mediante un programa o macro de ejecución periódica en la interfaz hombre-máquina; continuando con la transferencia manual de los datos del reporte diario hacia el computador, directamente por transcripción a una hoja de cálculo (*Excel*), o pasando por

una macro automática; elaborando luego los reportes finales en plantillas o formatos personalizados, con datos y resultados detallados, totalizados, clasificados y resumidos; y, finalizando, con la observación y análisis de los datos recopilados y procesados, los cuales son inspeccionados superficialmente de manera visual, y eventualmente estudiados un poco más a fondo al ocurrir fallas graves en el sistema.

El proyecto desarrollado consiste en dos conjuntos de programas: un software de automatización de las tareas de obtención, procesamiento y análisis de las estadísticas de *Clase de llamada* de la central; y otro software, análogo al primero, para el tráfico de zonas y troncales del sistema. Están diseñados para operar en un subsistema con dos centrales, por haber sido creados en función de Centros de Control multinodales, pero pueden hacerse extensivos a cualquier configuración de centrales de este tipo; proveen de un nivel de automatización total a los procesos rutinarios de elaboración de estadísticas de tráfico y *clases de llamada*, y además estudian el comportamiento de las variables de error en llamadas de la central, suministrando indicaciones de las condiciones anómalas o fuera de los parámetros de comportamiento normal esperado, generando alarmas de advertencia a partir de los resultados del análisis realizado. Otras funciones del proyecto son: ejecutar periódicamente comandos de mantenimiento del *Intermediario*; determinar a diario datos de interés, como la carga máxima de los procesadores de la central; y crear un *log-file* o registro diario de las alarmas generadas, que permita elaborar de manera automática reportes periódicos del comportamiento de fallas del sistema, y detectar tendencias indeseables, a través del procesamiento y análisis de los mismos.

El alto grado de automatización del proceso general alcanzado con el software desarrollado se debe, entre otras cosas, a: su capacidad de comunicación directa con el *Intermediario*, lo que le permite extraer los datos deseados mediante la interacción con el sistema operativo *UNIX V/68* de este último; al manejo de una base de datos estadísticos del comportamiento en condiciones normales de las centrales conectadas al sistema; y a la compatibilidad con macros automáticas en *Excel 5.0* dentro del entorno *Windows*, siendo capaz de hacer interfaz con procesos de hoja de cálculo. En las pruebas realizadas, y en la observación del funcionamiento diario de este software, se han obtenido buenos resultados en tiempos de ejecución, eficiencia y resultados finales; siendo de especial interés la detección automática de condiciones anormales en la estadística de tráfico y *clases de llamada*, como herramienta de gran utilidad en el mantenimiento preventivo y correctivo llevado a cabo en el Centro de Control.

REGISTRO Y CLASIFICACIÓN DE LLAMADAS EN LA CENTRAL

La *clase de llamada*, es un indicador de hexadecimal en el *registro de llamadas*, el cual denota el tipo de llamada y la razón por la que ésta es enrutada hacia un mensaje, tono u operador, en caso de no poder completarse. En el anexo 1-A, se muestra como ejemplo un *call record* del Recopilador, donde se resaltan los campos de *clase*, y una muestra de los correspondientes a grupos y miembros iniciales/finales de origen/término de la llamada. Una completa definición de todos los *clases de llamada* en orden numérico puede encontrarse en los manuales de referencia. La ocurrencia frecuente de un *clase de llamada* en particular, puede indicar una falla de localización específica en el sistema, por lo que el análisis de las estadísticas relacionadas con éstos es una herramienta poderosa para el diagnóstico de fallas en la central y en el sistema en general.

Según el tipo, podemos dividir las llamadas en dos grupos principales: Exitosas (Completadas), y Fallidas (No Completadas), y éstos a su vez, podemos dividirlos en varios subgrupos, según los *clases de llamada* que presenten y el criterio asumido para la clasificación.

ELABORACIÓN AUTOMÁTICA DE REPORTES DE TRÁFICO Y CLASES DE LLAMADA.

EN EL INTERMEDIARIO

El *Intermediario* colecta información estadística de los registros de llamada y recopila datos estadísticos de el Recopilador en la *central* a través de conexiones físicas. Los registros recibidos del Recopilador son convertidos a un formato interno y luego almacenados en la base de datos correspondiente a su tipo. Estas bases de datos son actualizadas en el *Intermediario* en la medida en que nuevos datos van llegando y se acumulan cambios en el sistema de la .

Para garantizar el buen funcionamiento del *Intermediario* en la elaboración de reportes estadísticos, debe mantenerse suficiente espacio libre en el disco duro del mismo. UNIX acumula archivos temporales y residuales de los procesos que a diario ejecuta, mermando día a día la capacidad de disco disponible, la cual debe mantenerse por encima del 10% para garantizar una buena operación del equipo. De exceder la capacidad utilizada del 90%, el *intermediario* probablemente no genere los archivos de reportes diarios, y comience a producir errores de diversa índole. Para evitar este problema, debe limpiarse el disco de los archivos innecesarios, para lo cual debe ejecutarse el siguiente comando, bajo el *login root*:

```
> /etc/wtmp
```

Para conocer la capacidad utilizada:

```
sysadm diskuse
```

PROCESO DE ELABORACIÓN Y ANÁLISIS DE REPORTES ESTADÍSTICOS DE TRÁFICO Y CLASES DE LLAMADA EN EL CENTRO DE CONTROL

La elaboración de reportes estadísticos de *clases de llamada* se realiza todos los días desde las primeras horas en el Centro de Control. El producto de esta rutina diaria es un reporte general, en formato de *Excel 5.0*, que contiene los conteos totales de cada *clase de llamada* durante el día anterior, el porcentaje que representan las llamadas de cada *clase de llamada* respecto al total de intentos de llamadas, y al final, por separado, un resumen ejecutivo, en el cual se especifican los totales y los porcentajes según la clasificación de llamadas.

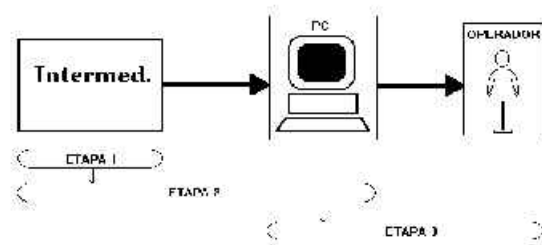


FIGURA 1
Proceso de elaboración y análisis de estadísticas

En la figura 1, se muestra el diagrama general del proceso de elaboración y análisis de las estadísticas de Tráfico y *clases de llamada* en el Centro de Control. El proceso está conformado, para el caso de los *clases de llamada* (es análogo para el caso del tráfico de zonas y troncales), por las siguientes etapas:

1. Creación del *data report* de *clases de llamada* en el *intermediario*.

Este procedimiento es realizado automáticamente por el intermediario a primera hora todos los días, direccionando el reporte hacia el archivo `/local/tmp/sprd.clase` de llamada. Es posible realizarlo manualmente, introduciendo comandos tal como se explicó en la parte anterior.

2. Transferencia de los datos del reporte con el formato inicial desde el *intermediario* hacia un PC, en una hoja de cálculo en *Excel* con el formato final.

Esta etapa involucra varios subprocesos, que varían según el nivel de automatización de la misma

- **Método Automático:**

Comprende las siguientes etapas: creación y captura automática por un puerto serial de un PC del archivo `sprd.clase` de llamada, vía módem o cable a través de una interfaz RS-232 con el *intermediario* ; conversión automática de este archivo a un formato adaptado a los requerimientos del *software* de enlace con *Excel*; importación en *Excel* de los datos complementarios (carga máxima de los procesadores, fecha, día de la semana, etc. -obtenidos automáticamente-), y las etapas de ejecución automática programadas en *Visual Basic* dentro de una macro de *Excel*, las cuales fueron descritas en el método semiautomático. Este método ha sido implementado en el Centro de Control a raíz del desarrollo de este proyecto, incluyendo algunas ventajas adicionales, como la elaboración de reportes selectivos, el mantenimiento preventivo del disco duro del *intermediario*, etc.

3. Impresión, análisis y almacenamiento del reporte final.

En los métodos manual y semiautomático, la impresión y el almacenamiento del reporte final debe hacerse manualmente, una vez rellenados los campos propios

del reporte y los complementarios; en el proceso automático, todos los datos del reporte son obtenidos, introducidos y copiados (*soft* y *hard*) por el computador. El análisis de estos datos (sin duda la parte mas importante de todo el proceso), se ha venido realizando mediante la inspección visual de los mismos, y la revisión y comparación manual de datos seleccionados del reporte general, o del resumen, de manera aleatoria o instintiva por parte de los operadores del sistema. En la ubicación de los factores causales de fallas eventuales en la central, se suele revisar el comportamiento de algunos *clases de llamada* particulares, seleccionados con criterios de experiencia o de metodologías preestablecidas de diagnóstico, bien sea colocándolos en prueba en la central (en el Recopilador), o leyendo los reportes estadísticos de *clases de llamada* del Centro de Control. Este análisis puede hacerse de manera automática, a través de un *software* que procese la información del reporte, y compare los datos de los conteos de *clases de llamada* con valores extremos que definan patrones referenciales o rangos estándar de normalidad, previamente obtenidos y almacenados en bases de datos mediante el análisis estadístico del comportamiento de los niveles de los parámetros en cada dentro del sistema local. Los parámetros que se salgan de los rangos de normalidad, según los criterios asumidos, pueden ser analizados mas a fondo dentro del programa, para determinar niveles de desviación anormal, y generar alarmas que permitan alertar sobre condiciones de funcionamiento anormal o defectuoso. Este diagnóstico automático puede profundizarse aún más, desarrollando un motor de inferencia en el software o sistema experto de análisis, que permita ubicar causales probables de la anormalidad y sugerir al usuario acciones preventivas o correctivas apropiadas. Este es el objetivo primordial del proyecto desarrollado, el cual ha sido alcanzado satisfactoriamente con la combinación de herramientas de software de alto y bajo nivel.

ESTUDIO PRELIMINAR DEL COMPORTAMIENTO DEL SISTEMA A PARTIR DE LA ESTADÍSTICA DE TRÁFICO Y CLASES DE LLAMADA.

En la etapa inicial de implementación del proyecto, se realizó un análisis estadístico del comportamiento del sistema, escogiendo como variables de estado el conjunto de *clases de llamada* de la *central*, y como espacio muestral los datos recopilados en los reportes finales de *clases de llamada* del Centro de Control en un período seleccionado. Posteriormente, se realizó un análisis similar con los datos de los reportes de tráfico de zonas y troncales que proporciona el *intermediario*, el cual se basa en los mismos principios teóricos y procedimientos que el anterior. A continuación, se desarrollará el análisis realizado para el caso de los *clases de llamada*; del cual es fácil deducir el correspondiente a tráfico de zonas y troncales, por simple analogía de ideas.

El período escogido para tomar las muestras fue de 22 días, desde el 13/12/95 hasta el 03/01/96, excluyendo del mismo dos días que presentaron singularidad: el 25/12/95 y el 01/01/96, por condiciones anormales de tráfico en la central, debido a la particularidad de la fecha.

El objetivo principal de este estudio es determinar un patrón de comportamiento que a los efectos del análisis comparativo, pueda ser considerado como referencia de condición normal operativa del sistema. Para ello, la muestra seleccionada debe ser representativa del estándar o nivel deseado de normalidad; por este motivo, se procuró considerar solamente los días del período en que el sistema hubiese presentado, apreciativamente, condiciones de operación normales (con ausencia de fallas de consideración e índices estadísticos dentro de lo esperado).

Para establecer rangos o ventanas de discriminación de variables de estado, podemos utilizar criterios matemáticos mediante el análisis de los datos según la teoría de probabilidades. Considerando una distribución normal de las muestras (los días seleccionados) para cada variable de estado (los *clases de llamada*), en condiciones "normales" del sistema, podemos definir un rango de variación normal *RVN* (definido por un valor umbral bajo y un valor umbral alto), y un *Índice de Normalidad (IN)*, el cual será indicador del porcentaje de ocurrencia esperado de valores normales. De esta forma, tenemos para cada *clase de llamada_i* :

$$RVN_i = (UL_i, UH_i)$$

$$\text{Condición Normal : } \textit{clase de llamada}_i \in RVN_i \Rightarrow UL_i \leq \textit{clase de llamada}_i \leq UH_i$$

$$IN_i = \frac{\# \text{ de muestras con } CFC_i \in RVN_i}{\# \text{ de muestras}}$$

donde UL_i y UH_i son los umbrales inferior y superior de condición normal del i -ésimo *clase de llamada*.

Apoyándonos en la teoría de probabilidades, podemos tomar como criterio de normalidad la pertenencia de una variable de estado (*clase de llamada*) al rango de desviación estándar $\mu \pm \sigma$, donde μ es la media o valor promedio, y σ es la desviación estándar dentro del intervalo de la muestra. Si se desea dar un poco de flexibilidad o de holgura al criterio de condición de normalidad, puede considerarse un *Índice de Tolerancia (IT)*, el cual extiende el *RVN* simétricamente en proporción a su equivalente porcentual. Así, con $IT > 0$, tenemos:

$$UL_i = (1 - IT)(\mu_i - \sigma_i)$$

$$UH_i = (1 + IT)(\mu_i + \sigma_i)$$

En aquellos casos en que se produzca un crecimiento considerable del número de subscriptores manejados por el sistema, el índice de tolerancia debe ser adaptado a esa nueva condición. Para ello, se debe determinar el Índice de Crecimiento de Subscriptores *ICS*, y calcular luego el Índice de Tolerancia Expandido *ITe*. Así, tenemos:

$$ICS = \frac{\# \text{ de subscriptores final}}{\# \text{ de subscriptores inicial}}$$

$$ITe = ICS \times IT$$

De manera general, para el caso de una distribución normal, podemos calcular el Índice de Normalidad con la siguiente fórmula:

$$IN = \frac{\int_{\mu-\sigma}^{\mu+\sigma} \frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma} e^{-\left(\frac{x-\mu}{\sigma}\right)^2} dx}{\int_{-\infty}^{+\infty} \frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma} e^{-\left(\frac{x-\mu}{\sigma}\right)^2} dx}$$

En nuestro caso en particular, el comportamiento del sistema está definido por un espacio multidimensional de n variables de estado *clase de llamada* _{i} , $0 \leq i \leq n - 1$, con $n = 182$. Para los efectos del análisis del comportamiento del sistema, sólo interesan los valores umbrales que separan condiciones de alarma de condiciones normales; en el caso de los *clases de llamada* correspondientes a fallas en llamadas no completadas, se requiere calcular UH , y en el caso de *clases de llamada* de llamadas completadas (exitosas), se necesita el umbral inferior, que puede calcularse como UL o como el mínimo de la muestra. Se tomó, para el proyecto realizado, un valor umbral para los *clases de llamada* de llamadas exitosas (1, 6 y 7) equivalente al mínimo de cada uno dentro de la muestra patrón, ya que al no ser éstos indicadores directos de falla o mal funcionamiento, no es necesaria una vigilancia tan estrecha de los valores cercanos al rango de desviación estándar. Se asumió, además, una tolerancia del 10% para la determinación de condiciones anormales en los *clases de llamada*; es decir, se tomó $IT = 0.1$, lo que implica un factor multiplicador de 1.1 para los valores umbrales (cotas superiores) de los *clases de llamada* de llamadas no completadas, y un factor multiplicador de 0.9 para los valores umbrales (cotas inferiores) de los *clases de llamada* de llamadas exitosas (sin considerar índice de crecimiento).

El estudio del comportamiento del sistema durante un intervalo de N días y con un período de muestreo de 1 día, se realiza tomando N muestras periódicas del conjunto de variables de estado durante el intervalo, y calculando para cada variable la media y la desviación estándar dentro del espacio muestral. Si el espacio muestral seleccionado cumple con los estándares de comportamiento normal del sistema, los RVN's calculados en el intervalo pueden ser usados como patrones de comparación en el análisis de cualquier espacio muestral futuro del sistema, en tanto éste mantenga su forma o configuración operativa sin alteraciones significativas.

Podemos definir el espacio muestral patrón como una matriz M de tamaño $n \times N$ de datos muestreados de n variables de estado del sistema en intervalos periódicos de un día, durante un lapso de N días. Para el proyecto desarrollado, tenemos $n = 182$, y se tomó $N = 22 - 2 = 20$ días.

Si definimos M_j como la matriz de muestras de las n variables de estado del día j ($1 \leq j \leq N$); y definimos M_μ , M_σ y M_{US} como las matrices de promedio, desviación estándar y valor umbral superior de cada *clase de llamada* en la muestra, respectivamente, tenemos:

$$\begin{aligned}
M_j &= \begin{bmatrix} CFC_{0,j} \\ CFC_{1,j} \\ \vdots \\ CFC_{12,j} \end{bmatrix} \\
M &= \begin{bmatrix} CFC_{0,1} & CFC_{0,2} & \dots & CFC_{0,20} \\ CFC_{1,1} & CFC_{1,2} & \dots & CFC_{1,20} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ CFC_{12,1} & CFC_{12,2} & \dots & CFC_{12,20} \end{bmatrix} \\
M_\mu &= \frac{1}{20} \sum_{j=1}^{j=20} M_j = \begin{bmatrix} \mu_0 \\ \mu_1 \\ \vdots \\ \mu_{12} \end{bmatrix} \\
M_\sigma &= \begin{bmatrix} \sqrt{\frac{20 \sum_{j=1}^{j=20} M_{0,j}^2 - \left(\sum_{j=1}^{j=20} M_{0,j} \right)^2}{20(20-1)}} \\ \sqrt{\frac{20 \sum_{j=1}^{j=20} M_{1,j}^2 - \left(\sum_{j=1}^{j=20} M_{1,j} \right)^2}{20(20-1)}} \\ \vdots \\ \sqrt{\frac{20 \sum_{j=1}^{j=20} M_{12,j}^2 - \left(\sum_{j=1}^{j=20} M_{12,j} \right)^2}{20(20-1)}} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \sigma_0 \\ \sigma_1 \\ \vdots \\ \sigma_{12} \end{bmatrix}
\end{aligned}$$

Finalmente, obtenemos:

$$M_{US} = 1.1 \left(M_\mu + M_\sigma \right)$$

Este análisis preliminar se realizó utilizando las herramientas de procesamiento de datos y hoja de cálculo de *Excel 5.0*, cargando los datos manejados y programando los cálculos realizados con éstos, en un documento editado con el formato diseñado para estos fines. Un análisis similar se realizó con las cargas máximas de los procesadores, obteniendo valores umbrales de condición normal de operación, para ser usados en los procesos comparativos en el software.

DESCRIPCIÓN DEL SOFTWARE *STAT-TRAFFIC*

El software desarrollado consiste en una colección de programas enlazados, de alto y bajo nivel, en el entorno *DOS* y en el entorno *Windows*, los cuales realizan de forma totalmente automática los procedimientos de obtención, procesamiento, registro y análisis de las estadísticas de tráfico y *clases de llamada* en el Centro de Control. En la figura 2 y en la figura 3 se muestran, respectivamente, un diagrama de bloques del sistema y un diagrama de flujo del programa *STAT-clase de llamada*, el cual es análogo en diseño al de *STAT-TRAFFIC*.

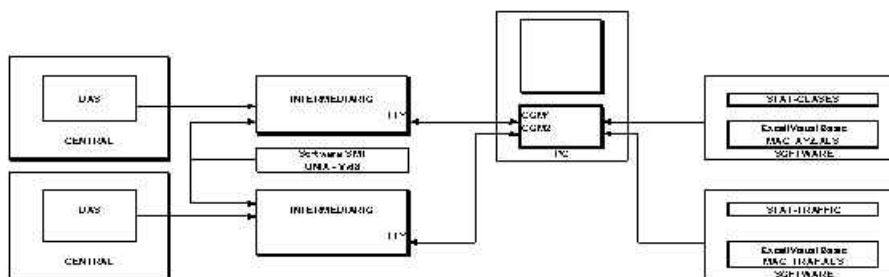


Figura 2
Diagrama de Bloques del Sistema

A continuación se describirán, tomando como ejemplo el caso de STAT-clase de llamada, las principales funciones que cumple este sistema:

1. Elaborar automáticamente el reporte final de *clases de llamada* de las centrales del sistema local, con el formato personalizado del Centro de Control; incluyendo en éste toda la información complementaria.
2. Analizar automáticamente el comportamiento del sistema a partir de la estadística de *clases de llamada* de cada día, indicando y registrando cualquier situación de anomalía mediante alarmas e indicadores.
3. Elaborar y expedir automáticamente un registro diario de fallas o condiciones de alarma del sistema (*log file*), que complemente el reporte estadístico de *clases de llamada*.
4. Entregar reportes (por pantalla o impresora), a pedido del usuario, de la historia de alarmas del sistema (a partir del *log file*), de cualquier período de tiempo disponible en la base de datos; incluyendo reportes por días o por mes.
5. Obtener automáticamente las cargas máximas de los procesadores de las centrales del sistema local, mostrándola por pantalla e incluyéndolas en el reporte final del *Centro de Control*; y además elaborar un registro de actualización diaria del comportamiento de la carga de los procesadores en cada *central*.
6. Analizar automáticamente el nivel de carga de las centrales del sistema, registrando e indicando con alarmas cualquier nivel por encima de lo normal (por pantalla y en el *log file*).
7. Limpiar periódicamente de archivos temporales los discos duros de los *Intermediario* del sistema. En el programa se hace cada 3 días, para garantizar la buena operación del sistema y evitar errores en el proceso de elaboración de las estadísticas.

El software STAT-clase de llamada realiza por sí solo en su totalidad las funciones 2 al 7, y la 1 en la mayor parte, dejando el resto del proceso a la macro automática en *Visual Basic* "mac_cfc.xls". Esta macro lee los datos del reporte inicial y los lleva a la hoja de *Excel* con el formato final, y fue desarrollada en el Centro de Control antes que se automatizara el proceso, cuando las estadísticas se hacían de forma semiautomática. Para adecuarla al nuevo sistema de procesamiento de las estadísticas, se programaron varios cambios que

permitieron automatizar totalmente la elaboración del reporte final. Algunos de los cambios programados en la macro fueron: actualización automática de la fecha y de la carga máxima de los procesadores, impresión automática del reporte, y adecuación del formato de los archivos fuente.

La interfaz con el usuario del sistema le permite a éste escoger entre varias opciones, a través de un menú principal y otros anidados, según se ilustra en la figura 4 (Este menú es igual para los dos programas).



A continuación se describen cada una de estas opciones, para el caso de STAT-clase de llamada (las características son similares en el caso de STAT-TRAFFIC):

1. Captura, Conversión y Análisis de Reportes Estadísticos.

Esta opción es la principal del programa, ya que en ella se realiza de forma automática una secuencia de procesos que cumplen con los objetivos primordiales del proyecto. Se describen estos procesos a continuación.

a. Captura de Reportes:

Este proceso se hace para cada en el sistema local, y consiste en crear y capturar el archivo del reporte diario de *clases de llamada* en el *Intermediario*, mediante la introducción de comandos específicos, como se describió anteriormente, vía serial RS-232. Los archivos capturados se graban en el disco duro del microcomputador, o del servidor, en caso de ejecutar el *software* en entornos multiusuarios (como es el caso del Centro de Control). Cuando se generan los reportes de un día 1,3,6,11,13,16,21,23,26 o 31 del mes, previamente a la creación del archivo sprd.clase de llamada se amplía la capacidad disponible del disco duro en el *intermediario*.

b. Obtención de la carga máxima de los procesadores (sólo STAT-clase de llamada):

Análogamente al anterior, este proceso comienza con la introducción de comandos a través de una interfaz serial con el *intermediario*; en este caso con el fin de obtener los valores de porcentaje de capacidad de procesamiento disponible para los tres nodos principales en cada durante el día anterior, a partir de los mensajes de software *SOFT DATA INTG* de la central, emitidos automáticamente por ésta cada 15 minutos. De estos valores, se selecciona el correspondiente al mayor uso de tiempo disponible de procesamiento en cada nodo (DBP, CCP y SCU), obteniendo a partir de él el porcentaje de carga

máxima. Los valores obtenidos cada día son almacenados en un archivo destinado para el registro de las cargas máximas de cada central.

c. Conversión de los registros capturados:

Con el propósito de adecuar el formato de los reportes capturados a la macro de *Visual Basic* y *Excel 5.0*, estos archivos son procesados para obtener otros con el formato fuente definitivo. El principal cambio que se realiza es la conversión del formato numérico de los campos de *clases de llamada* del reporte, de hexadecimal a decimal, para poder ser procesado y comparado en *Excel 5.0*. Algunos otros cambios que se llevan a cabo sobre los reportes fuente son: inclusión de los campos de fecha y carga máxima de los procesadores, e inserción de tabuladores de separación entre campos.

d. Análisis de las variables de estado:

Este proceso consiste en comparar los valores de *clases de llamada* y cargas máximas de los procesadores, contenidos en los reportes fuentes, con los valores umbrales de referencia contenidos en la base de datos creada a partir del análisis estadístico preliminar. Mediante esta comparación se detectan las condiciones anormales, se generan y visualizan las alarmas correspondientes, y se registran en el *log file*. Al final de cada ejecución de esta opción en el *software*, se imprime automáticamente el reporte de alarmas de *clases de llamada* en condición anormal del día analizado (día anterior).

2. Historia de Alarmas.

Esta opción permite al usuario obtener reportes de alarmas, generados a partir de los registros del *log file*, permitiendo direccionar la salida hacia el monitor o la impresora, y escoger entre las dos alternativas o tipos de reporte descritas a continuación.

a. Mostrar Historia de Alarmas:

Proporciona un reporte de alarmas registradas durante un intervalo de tiempo introducido por el usuario (día inicial - día final). En la validación de la entrada del período del reporte, se aceptan solamente lapsos anteriores al día en curso, ya que el sistema no posee registros con fechas posteriores. .

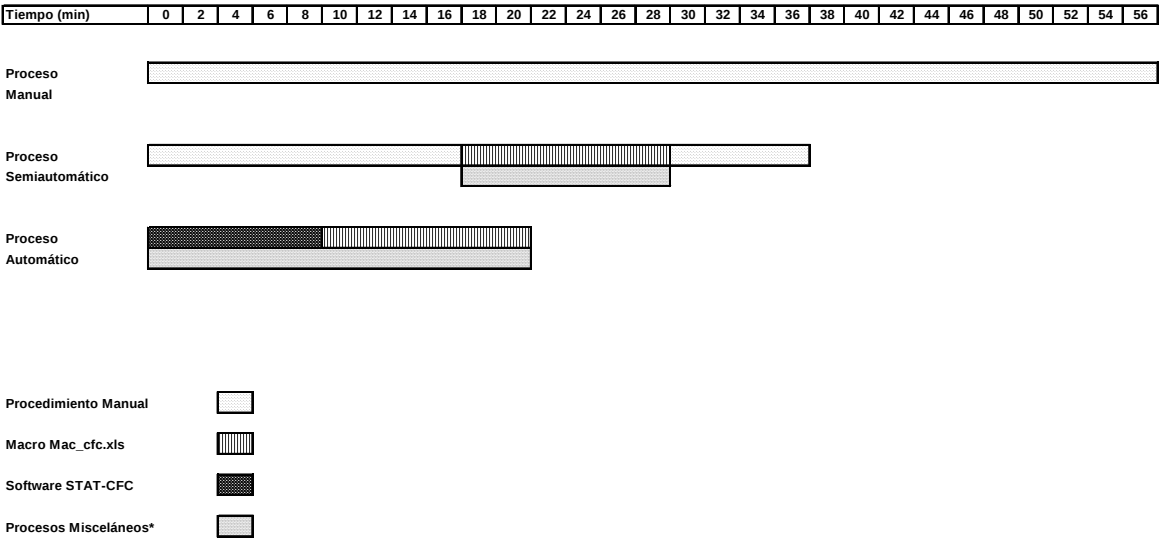
b. Generar y Mostrar Reporte Mensual.

Es análoga a la opción anterior, solo que el lapso de colección de alarmas es de un mes de duración en todos los casos.

En ambos paquetes, el programa principal está estructurado con criterios de modularidad; posee un módulo principal de control en lenguaje de alto nivel, y una serie de rutinas y sub-rutinas de alto y bajo nivel. Éstas últimas, fueron programadas en el lenguaje ensamblador del microcomputador, utilizando *Turbo Assembler* y *Turbo Linker* de *Borland*, y luego enlazadas al programa principal a través de directivas de compilación. El manejo del hardware del microcomputador se realizó con instrucciones directas en código máquina, con la ayuda de los servicios especiales del *DOS*, y con las facilidades que brinda

Turbo Pascal. En especial, para el manejo de los puertos seriales, el microprocesador y los controladores periféricos del computador en las rutinas de comunicación, se utilizaron instrucciones en lenguaje máquina del microprocesador con direccionamiento a los dispositivos de hardware manejados, y algunos servicios del *DOS*, haciendo uso en ambos casos de las interrupciones y las rutinas estándar del *ROM BIOS* del *IBM PC*.

MEDICIONES DE TIEMPOS Y EFICIENCIA



* Comprende elaboración de los reportes de uso de celdas y troncales, y cualquier otra actividad del MTSO.
Nótese que sólo los procesos automáticos permiten desarrollar estas actividades de manera simultánea.

SISTEMA AUTOMÁTICO DE GENERACIÓN, PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE ESTADÍSTICAS EN SISTEMAS DE CONMUTACIÓN

Ing. Raimundo Rodulfo

1998

DESCRIPCIÓN GENERAL.

Este es un sistema desarrollado con la intención de automatizar los procedimientos de captura y procesamiento de datos estadísticos de sistemas de conmutación. Los objetivos primordiales del sistema son:

- Generar diariamente un Resumen Ejecutivo con la información más relevante del comportamiento del sistema telefónico regional en general, y de las zonas y troncales en particular.
- Detectar automáticamente condiciones anormales en el performance del sistema, mediante el análisis comparativo de las muestras obtenidas con valores estándar o niveles deseados prefijados.
- Llevar un registro histórico por día, semana y mes de los reportes estadísticos.
- Generar gráficos por semana o mes a partir del registro histórico de datos.

La información que maneja y procesa el sistema se divide en tres áreas principales:

- Información General del Sistema: abarca todo el tráfico manejado por el switch, y proporciona entre otros datos el número y porcentaje de llamadas manejadas y completadas por tipo y del sistema en total, número y porcentaje de llamadas fallidas, y el porcentaje de uso de los procesadores de la central.
- Información de Zonas: comprende número y porcentaje de intentos y completadas en total de cada tipo de llamada, número y porcentaje de llamadas y tiempo fuera de servicio para cada zona del sistema.
- Información de Troncales: incluye número y porcentaje de intentos y completadas en total de cada tipo de llamada (L- y -L) y el conteo de ocupación total de circuitos.
- Alarmas: se generan del análisis de la información descrita anteriormente, la cual se compara con valores estándar o valores esperados, detectándose así condiciones anormales o indeseables, que son indicadas con símbolos de alarma en los reportes al usuario.

ESTRUCTURA Y FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA.

El sistema está compuesto por varios programas y documentos que interactúan entre sí para obtener la información desde la central, procesarla, analizarla y presentarla al usuario.

Una parte del sistema opera en el switch. Se trata de un conjunto de command files de ejecución diaria, que capturan los datos estadísticos de 24 horas y de uso de los procesadores en log files. La otra parte del sistema funciona desde un computador que debe estar conectado vía serial RS-232 con un puerto de comunicación del switch.

En la primera etapa de ejecución, que es la obtención de los datos iniciales, opera un módulo que establece la comunicación serial con el switch, captura los log files con los datos del día anterior, y finalmente los filtra y desglosa en cuatro reportes tipo texto: del sistema en general, de zonas, de troncales y de uso de los procesadores. En la segunda etapa de ejecución, los datos de los cuatro reportes tipo texto son transferidos a hojas de cálculo en Excel, donde son procesados automáticamente por fórmulas, vínculos y macros. En una tercera etapa, se guarda y respalda la información en archivos históricos. Al final se generan y archivan varios formatos con los reportes finales, contentivos de tablas y gráficos, diarios y acumulativos, que pueden ser visualizados o impresos por el usuario desde un menú de opciones en el administrador de la aplicación.

INSTALACIÓN Y OPERACIÓN.

El sistema consta de los siguientes archivos:

ARCHIVO	INSTALAR	TIPO	FUNCIÓN
proceso.exe	SI	Aplicación principal	Interfaz de comunicación con el switch. Generación de los archivos fuente.
proc2.exe	SI	Aplicación	Respaldo de reportes. Generación de históricos.
acceso.exe	SI	Aplicación	Definición de login y password del switch central.
mac_ini.xls	SI	Macro de Excel 97	Procesamiento de archivos fuente. Generación de reportes finales al usuario.
mac_2.xls	SI	Macro de Excel 97	Rutina de Delay.
mac_graf.xls	SI	Macro de Excel 97	Visualización e impresión de gráficos.
main.xls	SI	Documento de Excel 97	Menú y administrador de las aplicaciones. Interfaz con el usuario.
stat0000.xls	SI	Documento de Excel 97	Reporte base del Resumen Ejecutivo.
statddmm.xls		Documento de Excel 97	Reporte del Resumen Ejecutivo del día <i>dd</i> mes <i>mm</i> .
reptotal.xls	SI	Documento de Excel 97	Reporte histórico acumulado por días.
grafic7.xls	SI	Documento de Excel 97	Gráficos de los últimos 7 días (semanal).
grafic31.xls	SI	Documento de Excel 97	Gráficos de los últimos 31 días (Mensual).
grafddmm.xls		Documento de Excel 97	Gráficos de la semana que termina el día domingo <i>dd</i> del mes <i>mm</i> .
grafmmaa.xls		Documento de Excel 97	Gráficos del mes <i>mm</i> del año <i>aa</i> .
conf.txt		Documento tipo texto	Configuración de acceso.
reporte.txt		Documento tipo texto	Reporte fuente de estadísticas sin procesar.
reporte2.txt		Documento tipo texto	Reporte fuente de estadísticas procesado (filtrado).
cpu.txt		Documento tipo texto	Reporte fuente de uso de los procesadores sin procesar.
cpu2.txt		Documento tipo texto	Reporte fuente de uso de los procesadores procesado (filtrado).
sistema.txt		Documento tipo texto	Reporte fuente de estadísticas generales.
zonas.txt		Documento tipo texto	Reporte fuente de estadísticas de zonas.
troncal.txt		Documento tipo texto	Reporte fuente de estadísticas de troncales.