

2ej  
17



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS**

**TEORIA DE COLAS EN COMPUTADORAS  
Y UN MODELO DE SIMULACION**

**T E S I S**  
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE  
**ACTUARIO**  
PRESENTA  
**GUILLERMO FLORES PARKMAN NORIEGA**



Universidad Nacional  
Autónoma de México



## **UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso**

### **DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis está protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

# I N D I C E

	Página
- INTRODUCCION	1
- CAPITULO I	4
INTRODUCCION A LA TEORIA DE COLAS	4
1.1 PROCESOS ESTOCASTICOS	4
1.1.1 CADENAS DE MARKOV	4
1.1.2 EL PROCESO DE POISSON	11
1.1.3 EL PROCESO DE NACIMIENTO PURO	14
1.1.4 EL PROCESO DE NACIMIENTO Y MUERTE	16
1.2 TEORIA DE COLAS	18
- CAPITULO II	29
EJEMPLOS DE MODELOS DE COLAS	29
- CAPITULO III	38
INTRODUCCION A LA SIMULACION GPSS	38
3.1 SIMULACION Y GPSS	39
3.2 GPSS COMO HERRAMIENTA DE MODELAJE	43

	Página
3.2.1 SISTEMA DE PROGRAMACION GPSS	44
3.2.2 REQUERIMIENTOS DEL GPSS	45
3.3 DESCRIPCION DEL LENGUAJE GPSS	48
3.3.1 LOS BLOQUES BASICOS	48
3.3.2 ESTATUTOS DE CONTROL	55
3.3.3 CAPACIDAD BASICA DE DECISION	56
3.3.4 UNIDADES INDIVIDUALES	63
3.3.5 UNIDADES MULTIPLES	65
3.3.6 LA LINEA DE ESPERA	68
- CAPITULO IV	76
SIMULACION DE UN CENTRO DE COMPUTO	76
4.1 CONCEPTOS TECNICOS	77
4.2 HERRAMIENTAS AVANZADAS EN GPSS	82
4.3 EL MODELO DE SIMULACION	89
4.4 CONCLUSIONES DEL MODELO	94
4.5 ANALISIS DE SENSIBILIDAD	100
- CONCLUSIONES	105
- BIBLIOGRAFIA	

## INTRODUCCION

En los últimos años se ha observado un crecimiento muy acelerado en la utilización de equipo de Cómputo, debido a las cada vez más fuertes necesidades de procesar y almacenar datos y por ende ante la necesidad de proporcionar cada día un mejor servicio a usuarios y clientes, expandiéndose por este motivo las redes de sistemas de una manera sorprendente.

Ante esta situación ha sido determinante realizar estudios de "Planeación de la Capacidad" de equipos de Cómputo, con el fin de estar preparados para cubrir las necesidades futuras de servicio a un nivel de satisfacción adecuado para el cliente.

En los estudios de "Planeación de la Capacidad", varias técnicas de predicción han sido desarrolladas e implantadas en múltiples empresas en donde el procesamiento de datos es vital.

Estas técnicas van desde las más simples como reglas de dedo y proyección lineal, hasta las más complicadas como es la simulación y los análisis de experimentación (Benchmark).

El objetivo de este estudio es aplicar un modelo de simulación en GPSS (Técnica de predicción) para analizar el comportamiento de un Centro de Cómputo Bancario.

Dado que el GPSS tiene sus bases en la teoría de Colas, se determinó necesario realizar un primer capítulo haciendo una breve introducción a ésta, analizando someramente algo de sus bases como procesos estocásticos así como la notación usual de la teoría de Colas y algunos elementos de ésta.

Una vez adquiridas las bases anteriores, se pretende ilustrar con el segundo capítulo algunos ejemplos clásicos de modelos de Colas o líneas de espera, utilizando variantes en el número de servidores, la disciplina del sistema (PEPS, UEPS), la distribución de llegadas y salidas etc. Esto es con el fin de identificar el gran número existente de modelos posibles de Colas y así determinar el modelo al cual nos podemos enfrentar en una situación real en un momento dado. Cabe mencionar que el modelo que se pretende simular en este estudio está identificado con uno de los varios modelos existentes y ejemplificados en este capítulo.

Así como existen varias técnicas de predicción, dentro de la simulación son varios los paquetes disponibles para realizar dicho proceso. En particular este estudio está dirigido al análisis del paquete GPSS (General Purpose Simulation System), programa producto de IBM. En el capítulo tercero se exponen las bases del GPSS como lenguaje y se mencionan algunos ejemplos de modelos escritos en este lenguaje y procesados en la computadora, haciendo un breve análisis de los resultados.

Este capítulo está diseñado como una introducción para el cuarto y último capítulo en el que se elabora la simulación de todas la sucursales del área metropolitana de Bancomer, S.N.C.

Se expone en este capítulo un modelo que involucra los pasos que sigue una transacción a partir del momento en que éstas son introducidas a la terminal financiera en una sucursal, llegan a la computadora y discos y pasan de regreso a la terminal de la sucursal.

Los resultados que arroja este modelo son decisivos para observar la situación actual del procesamiento de transacciones financieras y determinar puntos de saturación y/o subutilizados en la variedad de equipo de Cómputo involucrado en el camino que sigue una transacción. Se identifican líneas de espera por falta de mayor capacidad en determinados equipos y posibles saturaciones futuras debidas al crecimiento en la tasa de transacciones/segundo con posibilidades de existir a corto plazo. Esto último se logra elaborando un análisis de sensibilidad.

Por último, es necesario mencionar que la técnica de simulación es recomendable, dado su costo, complejidad y desarrollo, para empresas en donde el procesamiento de datos cuente con una infraestructura de tamaño considerable y además involucre constantes cambios en las tasas de crecimiento de sus aplicaciones principales.

## CAPITULO I

### INTRODUCCION A LA TEORIA DE COLAS

Este capítulo pretende, como su nombre lo indica, dar una introducción breve a la teoría de Colas, analizando algunos de sus aspectos básicos de procesos estocásticos, así como la notación usual de la teoría de Colas con el fin de obtener bases para entender de mejor manera conceptos posteriores que serán utilizados en los capítulos siguientes.

#### 1.1. Procesos Estocásticos

En este inciso se considerarán algunas definiciones y postulados básicos que sirven para dar una introducción a la teoría de Colas.

##### 1.1.1 Cadenas de Markov

Se define una CADENA DE MARKOV como una secuencia de ensayos con posibles salidas  $E_1, E_2, E_3, \dots, E_k, \dots$  donde las probabilidades de secuencia muestral están definidas por:

$$P(E_{j_0}, E_{j_1}, \dots, E_{j_n}) = A_{j_0} P_{j_0 j_1} P_{j_1 j_2} \dots \\ \dots P_{j_{n-1} j_n}$$

en términos de una distribución inicial de probabilidad  $A_k$ , siendo  $E_k$  el ensayo inicial, y la probabilidad condicional fija  $P_{jk}$  de  $E_k$ , dado que  $E_j$  ocurrió en el ensayo anterior.

Las posibles salidas  $E_k$  son usualmente referidas como estados del sistema y  $P_{jk}$  es la probabilidad de transición del estado  $E_j$  al estado  $E_k$  en un paso.

Asimismo, se define una MATRIZ ESTOCASTICA como un arreglo matricial de probabilidades de transición  $P_{jk}$ . Además cualquier matriz estocástica junto con la distribución inicial  $A_j$  define una cadena de Markov con estados  $E_1, E_2, \dots$ .

$$\text{Matriz Estocástica } P = \begin{matrix} & P_{11} & \dots & P_{1n} & \dots \\ \cdot & \cdot & & \cdot & \\ \cdot & & & \cdot & \\ P_{n1} & \dots & P_{nn} & & \\ & & & \cdot & \\ & & & \cdot & \end{matrix}$$

Los conceptos analizados hasta este punto se ejemplifican con el siguiente modelo.

Modelo de Difusión Bernoulli-Laplace. (1)

Supongamos que se tiene un total de  $2n$  bolas de las cuales  $n$  son negras y  $n$  son rojas.

El total de bolas está dividido al azar en 2 urnas, cada una de las cuales tiene exactamente  $n$  bolas.

Es decir

$$\text{Urna 1} = r \text{ (rojas)} + s \text{ (negras)} = n \text{ bolas}$$

$$\text{Urna 2} = n-r \text{ (rojas)} + n-s \text{ (negras)} = n \text{ bolas}$$

Decimos que el sistema está en el estado  $E_k$  ( $k=0, \dots, n$ ) si la urna 1 contiene  $k$  bolas negras (ie, si contiene  $n-k$  bolas rojas), mientras que la urna 2 contiene  $n-k$  bolas negras y  $k$  bolas rojas.

En cada ensayo una bola es tomada de cada urna, e intercambiadas entre si.

Las probabilidades de transición están entonces dadas por:

$$P_{j,j-1} = (j/n)^2, \quad P_{j,j+1} = ((n-j)/n)^2$$

$$P_{j,j} = (2) j(n-j)/n^2, \quad P_{j,k} = 0 \text{ si } |j-k| > 1 \quad j=0..n$$

(1). I. Todhunter. A history of the mathematical theory of probability Cambridge, 1865.

A continuación se mencionan algunas otras importantes definiciones que de alguna manera están en relación directa con las definiciones anteriores.

- Un conjunto  $C$  de estados es CERRADO, si ningún estado fuera de  $C$  puede ser alcanzado por cualquier estado

$E_j$  en  $C$ , i.e.  $P_{jk} = 0$  si  $j \in C$  y  $k \notin C$

- Para un conjunto arbitrario  $C$  de estados, el más pequeño conjunto cerrado que contiene  $C$  es llamado cerradura de  $C$ .

- Un único estado  $E_k$  que forma un conjunto cerrado se llama ABSORBENTE. i.e.  $P_{kk} = 1$

- Una cadena de Markov es IRREDUCIBLE si el único conjunto cerrado es el conjunto de todos los estados. Es decir, si cada estado puede ser alcanzado de cualquier otro estado.

- El estado  $E_j$  tiene PERIODO  $t > 1$  si  $P_{jj}^{(n)} = 0$  a menos que  $n = vt$  sea un múltiplo de  $t$ , y  $t$  es el entero mayor con esta propiedad.

$P_{jk}^{(n)}$  es la probabilidad de transición de  $E_j$  a  $E_k$  en exactamente  $n$  pasos.

En particular  $P_{jk}^{(1)} = P_{jk}$  y

$$P_{jk}^{(2)} = \sum_v P_{jv} P_{vk}$$

Además  $P_{jj}^{(0)} = 1$  y  $P_{jk}^{(0)} = 0$   $j \neq k$

- El estado  $E_j$  es APERIODICO si tal  $t_j$  no existe
- El estado  $E_j$  es PERSISTENTE si  $f_{jj} = 1$   
 $E_j$  es TRANSITORIO si  $f_{jj} < 1$ , es decir si  $\sum_{n=0}^{\infty} P_{jj}(n) < \infty$ .

$$f_{jj} = \sum_{k=1}^{\infty} f_{jk}(n)$$

$f_{jk}(n)$  es la probabilidad de que en un proceso iniciado en  $E_j$ , la primera entrada a  $E_k$  ocurra en el  $n$ -ésimo paso.

- Si el estado  $E_r$  es arbitrario pero fijo, entonces para  $E_k \neq E_r$  y  $n \geq 1$  se define  $r^{Pjk}(n)$  como la probabilidad de que iniciando en el estado  $E_j$ , el estado  $E_k$  sea introducido en el  $n$ -ésimo paso sin pasar por  $E_r$  y se tiene que:

$$r^{Pjr}(n) = 0$$

$$r^{Pjk}(0) = 1 \text{ si } E_j = E_k$$

$$= 0 \quad \neq$$

Un proceso de Markov se define en términos simplificados, de la manera siguiente:

Dado el presente estado  $E_r$  ningún dato concerniente a estados pasados del sistema puede alterar la probabilidad del estado  $E_r$  en un tiempo futuro.

En un proceso de Markov el desarrollo futuro está completamente determinado por el estado presente, y es independiente de la forma en que se desarrolló el estado presente.

Con objeto de aclarar más lo que abarca un proceso de Markov, analicemos lo que no lo es, es decir veamos a continuación un ejemplo de un proceso NO Markoviano.

Supóngase que se tiene una urna con 10 pelotas azules y 10 pelotas blancas.

El proceso consiste en sacar una pelota al azar, ver su color y eliminarla, realizando este proceso tres veces.

Se tienen dos casos:

**Caso 1o.**

Supóngase que en el primer ensayo se escogió una pelota azul y en el 2o ensayo una pelota blanca.

La probabilidad de obtener una pelota blanca en el 3er ensayo es  $1/2$ .

**Caso 2o.**

En el primer ensayo se obtuvo una pelota blanca al igual que en el 2o. ensayo. La probabilidad de obtener una pelota blanca en el 3er. ensayo es  $4/9$ .

Como se observó en los casos primero y segundo, las probabilidades de obtener una pelota blanca en el tercer ensayo son diferentes, por lo que en este proceso los estados anteriores (1o. y 2o.) sí influyen en el desarrollo futuro del experimento, por lo que se concluye que éste es un proceso NO Markoviano.

A continuación se analizará un ejemplo cuyo desarrollo refiere un proceso Markoviano.

Supóngase el mismo caso del ejemplo anterior, con la diferencia que al sacar una pelota de la urna, ésta se vuelve a depositar una vez que se ha observado su color.

En este ejemplo, la probabilidad de obtener una pelota de color determinado en el  $n$ -ésimo ensayo, es independiente de los resultados de los  $n-1$  ensayos anteriores. Por lo que dicho ejemplo, es un proceso de Markov.

### 1.1.2 El Proceso de POISSON

Una vez analizado y entendido lo que es un proceso de Markov, se analizarán algunos procesos característicos de la teoría estocástica.

Para el proceso de POISSON y otros procesos que posteriormente se mencionan, se define en un tiempo  $t > 0$  que: El sistema se encuentra en estado  $E_n$  si exactamente han ocurrido  $n$  saltos o cambios de estado entre el tiempo cero y el tiempo  $t$ , por lo que  $P_n(t)$  es la probabilidad de estar en el estado  $E_n$  en el tiempo  $t$ .  $P_n(t)$  puede ser descrito como la probabilidad de transición de un estado arbitrario  $E_j$  en un tiempo  $S$ , al estado  $E_{j+n}$  en un tiempo  $S+t$ .

Los conceptos anteriores dan la pauta para entrar al proceso de Poisson.

Sea  $t$  un intervalo de tiempo y efectuemos una partición de este intervalo en  $H$  subintervalos, cada uno con longitud  $h=1/H$ . La probabilidad de un salto en uno de estos subintervalos será  $1 - P_0(h)$ , y así el número esperado de subintervalos que contienen un salto, será  $1 - P_0(h) / h$ .

Además  $(1 - P_0(h)) / h \rightarrow \lambda > 0 \dots (1)$   
 $h \rightarrow 0$

Es claro que cuando  $h \rightarrow 0$  el número de sub-intervalos que contienen más de un salto tiende a cero.

La ecuación (1) se puede escribir en la forma  $P_0(h) = 1 - \lambda h + o(h)$  donde  $o(h)$  denota una cantidad de orden menor que  $h$ .

De lo anterior se definen los siguientes postulados.

Postulados:

El proceso empieza en tiempo 0 del estado  $E_0$ .

- i) Transiciones directas del estado  $E_j$ , son posibles solamente al estado  $E_{j+1}$ .
- ii) La probabilidad de un salto en el intervalo  $t$  y  $t + h$ , es igual a  $\lambda h + o(h)$ , mientras que la probabilidad de más de un salto es  $o(h)$ .

De los postulados anteriores surge el teorema siguiente:

Teorema:

La probabilidad de dar  $n$  saltos en un intervalo de tiempo  $t$ , es:

$$P_n(t) = \frac{(\lambda t)^n}{n!} e^{-t\lambda}$$

Demostración.

$$\text{Hipótesis: } P_1(h) = \lambda h + o(h)$$

$$P_0(h) = 1 - \lambda h + o(h)$$

Para  $n \geq 1$

$$P_n(t+h) = P_n(t)(1-\lambda h) + P_{n-1}(t)\lambda h + o(h)$$

$$\frac{P_n(t+h) - P_n(t)}{h} = \frac{P_n(t)(1-\lambda h) + P_{n-1}(t)\lambda h + o(h) - P_n(t)}{h}$$

Por definición de derivada

$$\frac{dx}{dt} = \lim_{h \rightarrow 0} \frac{x(t+h) - x(t)}{h}$$

$$\text{Entonces } \lim_{h \rightarrow 0} \frac{P_n(t+h) - x(t)}{h} = \lim_{h \rightarrow 0} \frac{P_n(t)\lambda h + P_{n-1}(t)\lambda h + o(h)}{h}$$

$$P_n'(t) = -\lambda P_n(t) + \lambda P_{n-1}(t) + \frac{o(h)}{h}$$

$$P_n'(t) = -\lambda P_n(t) + \lambda P_{n-1}(t)$$

$$\text{Para } n=0 \quad P_0'(t) = -\lambda P_0(t) = -\lambda P_0(t) = -\lambda e^{-t\lambda}$$

$$P_1(t) = t e^{-t\lambda} \quad \text{y así sucesivamente hasta}$$

$$P_n(t) = \frac{(\lambda t)^n}{n!} e^{-t\lambda}$$

### 1.1.3 El Proceso de Nacimiento Puro

Una simple generalización del proceso de Poisson es obtenida con el hecho de permitir que las probabilidades de los saltos dependan del actual estado del sistema. Esto nos lleva a los siguientes postulados.

#### Postulados:

- i) Transiciones directas del estado  $E_j$  al estado  $E_{j+1}$ .
- u) Si en el tiempo  $t$  el sistema está en estado  $E_n$ , la probabilidad de un salto con un intervalo de tiempo  $t$  y  $t + h$  muy corto es igual a  $\lambda h + o(h)$ , mientras que la probabilidad de dar más de un salto en este intervalo de tiempo es  $o(h)$ .

Sea  $P_n(t)$  la probabilidad de que en el tiempo  $t$  el sistema se encuentre en estado  $E_n$ . Las funciones  $P_n(t)$  satisfacen un sistema de ecuaciones diferenciales que se obtienen de forma similar (el mismo argumento) a los del proceso anterior.

En este caso

Para  $n \geq 1$

$$P_n(t+h) = P_n(t) (1 - \lambda h) + P_{n-1}(t) \lambda h + o(h)$$

**Demostración:**

$$\begin{aligned}
 P_n(t+h) &= P_n(t) (1-\lambda_n h) + P_{n-1}(t) \lambda_{n-1} h + o(h) \\
 \frac{P_n(t+h) - P_n(t)}{h} &= \frac{P_n(t) (-\lambda_n h) + P_{n-1}(t) \lambda_{n-1} h + o(h)}{h} \\
 &= \frac{-P_n(t) \lambda_n h + P_{n-1}(t) \lambda_{n-1} h + o(h)}{h}
 \end{aligned}$$

El lim. cuando  $h$  tiende a cero

$$= -\lambda_n P_n(t) + \lambda_{n-1} P_{n-1}(t)$$

Por lo cual

$$P_n'(t) = -\lambda_n P_n(t) + \lambda_{n-1} P_{n-1}(t) \quad y$$

$$P_0'(t) = -\lambda_0 P_0(t)$$

Un ejemplo de un proceso de nacimiento puro se caracteriza por la inexistencia de muerte, es decir, los miembros de la población pueden dar nacimiento a otros miembros, pero no pueden morir.

Esto significa que al encontrarse el sistema en un estado  $E_n$  no es posible pasar de este estado al estado  $E_{n-1}$  pero sí al  $E_{n+1}$ .

#### 1.1.4 El Proceso de Nacimiento y Muerte

Este proceso propone la muerte y nacimiento de los miembros de la población, lo cual lo hace un proceso más realista a los procesos existentes. Es decir, el sistema en estado  $E_n$  puede pasar a los estados  $E_{n-1}$  y  $E_{n+1}$ .

##### Postulados:

El sistema se modifica solamente mediante transiciones de un estado, a sus vecinos más cercanos (ie de  $E_n$  a  $E_{n-1}$  y  $E_{n+1}$ , y de  $E_0$  a  $E_1$  únicamente).

Si en el tiempo  $t$  el sistema está en estado  $E_n$ , la probabilidad que pase a  $E_{n+1}$  en un tiempo  $h$  es igual a  $\lambda_n h + o(h)$ , y la probabilidad que pase a  $E_{n-1}$  es igual a  $\mu_n h + o(h)$ . La probabilidad que ocurra más de una modificación es  $o(h)$ .

Para calcular  $P_n(t+h)$  se tiene que

$$P_n(t+h) = P_n(t)(1 - \lambda_n h - \mu_n h) + \lambda_{n-1} h P_{n-1}(t) + \mu_{n+1} h P_{n+1}(t) + o(h)$$

Transponiendo el término  $P_n(t)$  y dividiendo por  $h$  se tiene  $\frac{P_n(t+h) - P_n(t)}{h} = -P_n(t)(\lambda_n + \mu_n) + \lambda_{n-1} P_{n-1}(t) + \mu_{n+1} P_{n+1}(t) + \frac{o(h)}{h}$

$$\frac{P_n(t+h) - P_n(t)}{h} = -P_n(t)(\lambda_n + \mu_n) + \lambda_{n-1} P_{n-1}(t) + \mu_{n+1} P_{n+1}(t) + \frac{o(h)}{h}$$

Tomando el límite cuando  $h$  tiende a cero

$$P_n'(t) = -P_n(t) (\lambda_{nh} + \mu_{nh}) + \lambda_{n-1} P_{n-1}(t) + \mu_{n+1} P_{n+1}(t)$$

$$\text{y } P_0'(t) = -\lambda_0 P_0(t) + \mu_1 P_1(t)$$

Si el estado inicial es  $E_j$ , las condiciones iniciales serán:

$$P_j(0) = 1 \text{ y } P_n(0) = 0 \text{ para } n \neq j$$

Un ejemplo de este proceso es el "Crecimiento Lineal" en que se supone una población cuyos miembros pueden morir o reproducirse. Durante un tiempo (pequeño)  $h$ , la probabilidad de que un elemento vivo se reproduzca es  $\lambda h + o(h)$  y su probabilidad de morir  $\mu h + o(h)$ , con  $\lambda$  y  $\mu$  constantes, características de la población.

Dado esto se tiene un proceso de nacimiento y muerte con  $\lambda_n = n\lambda$  y  $\mu_n = n\mu$ . Las ecs. toman la agte forma:

$$P_0'(t) = \mu_1 P_1(t)$$

$$P_n'(t) = -P_n(t) (\lambda + \mu)n + \lambda_{(n-1)} P_{n-1}(t) + \mu_{(n+1)} P_{n+1}(t)$$

Si las ecuaciones anteriores las independizamos del tiempo, éstas quedarían como:

$$0 = \mu_1 \pi_1$$

y

siendo:

$$0 = -\pi_n (\lambda + \mu)n + \lambda_{(n-1)} \pi_{n-1} + \mu_{(n+1)} \pi_{n+1} \quad \pi_n = \lim_{t \rightarrow \infty} P_n(t)$$

Lo anterior está basado en las llamadas distribuciones invariantes o estacionarias ( $\pi$ ), las cuales no dependen del tiempo. La razón por la cual la distribución  $\pi$  es llamada estacionaria es porque  $\pi_j^{(n)} = \pi_j$  con  $j = 0, 1, \dots$  por lo cual  $\pi_j^{(n)}$   $\pi_j$  para todo  $n$  y todo  $j$ ; las probabilidades  $\pi_j^{(n)}$  no cambian con el tiempo, son estacionarias.

## 1.2 Teoría de Colas

Es muy común toparse con el término de Colas o Líneas de espera, en la vida cotidiana. Se requiere formarse en una cola cuando se quiere cambiar un cheque, comprar estampillas de correo, pagar nuestras medicinas, comprar un boleto de cine, obtener una mesa en un restaurante muy concurrido, etc.

Las colas son también muy comunes en los sistemas de Cómputo. Existen colas al usar una terminal de Cómputo, colas en requerimientos de Canal, colas en requerimientos de I/o, etc.

Es común que al mandar imprimir un trabajo después de ejecutarse en la computadora, éste entre en la línea de espera de impresión; o que una transacción desde una sucursal espera a que el canal de la computadora asignado a transacciones financieras se desocupe para que pueda ser atendida.

Estas colas tienen posibilidad de darse en todo equipo de Cómputo que de alguna manera dé servicio o procese una transacción, por lo que ha sido necesario utilizar modelos que ejemplifiquen estas colas para poder conocer su comportamiento y optimizarlas en la medida de lo posible.

En el cuadro siguiente se muestran algunos sistemas típicos de Colas o Líneas de espera en equipos de Cómputo.

**SISTEMAS TÍPICOS DE COLAS EN COMPUTADORAS**

<u>Sistema de Colas</u>	<u>Cliente</u>	<u>Servidor(es)</u>
Sistema de reservación de Aerolíneas.	Viajero que requiere información.	Agente, más la terminal a la computadora del Sistema de reservaciones.
Sistema de requerimiento On-Line.	Requerimiento de Terminal.	Línea de comunicaciones más Computadora Central.
Sistema de Entrada de Datos On-Line.	Registro de Datos	Línea de Comunicaciones más Computadora Central.
Sistema Discos	Requerimiento de Registros de Discos.	Canal más Unidad de Disco
Sistema de mensajes de Buffers.	Mensaje de Entrada y Salida.	Mensajes de Buffers

Para poder manejar de una manera común los modelos de colas, es necesario contar con notación que identifique cada uno de los componentes de una línea de espera.

A continuación se mencionan los parámetros de notación utilizados con mayor frecuencia en los modelos de colas.

## Notación

$C$	Número de Servidores
$L, E(N)$	Número esperado de clientes en la Cola
$Lq, E(Nq)$	Número esperado de clientes en la Cola, sin incluir los que están siendo atendidos.
$\lambda$	Promedio de llegada de clientes al Sistema
$\mu$	Promedio de Servicio por servidor ocupado
$N(t)$	Variable aleatoria que describe el número de clientes en el Sistema en un tiempo $t$ .
$N$	Variable aleatoria que describe el número de clientes en el Sistema.
$Nq(t)$	Variable aleatoria que describe el número de clientes en la cola en un tiempo $t$ .
$Nq$	Variable aleatoria que describe el número de clientes en la cola (cola de espera).
$Ns(t)$	Variable aleatoria que describe el número de clientes recibiendo servicio en un tiempo $t$ .
$Ns$	Variable aleatoria que describe el número de clientes en servicio.

- $P_n(t)$  Probabilidad de que haya  $n$  clientes en la Cola del Sistema en un tiempo  $t$ .
- $P_n$  Probabilidad de que haya  $n$  clientes en el Sistema.
- $q$  Variable aleatoria que describe el tiempo que un cliente pasa en la Cola antes de recibir servicio.
- $u$  Utilización del servicio =  $\lambda / \mu$
- $w$  Variable aleatoria que describe el tiempo total que un cliente está en la cola, incluyendo el tiempo de espera en la cola y el tiempo de servicio.
- $w$  Tiempo esperado en el sistema  $E_w = E_q + E_s$
- $s$  Variable aleatoria que describe el tiempo de servicio.

De los conceptos anteriores se pueden observar las siguientes identidades:

- a)  $L = Lq + Ls$
- b)  $w = q + s$
- c)  $W = Wq + Ws$
- d)  $U = \lambda/\mu = \lambda E(s)$

Algunos casos concretos se presentan cuando:

Un cliente que se niega a entrar en un sistema de espera porque la Cola es muy larga se dice que tuvo un "Fracaso", mientras que otro que abandona la Cola sin recibir servicio a causa del excesivo tiempo de espera se dice que ha "desertado" los clientes pueden hacer "Jockey" de una Cola a otra, le pasarse de una Cola a otra.

Un sistema de espera a ser descrito analíticamente, se especifica completamente por seis características principales:

1. Población o fuente. La población de los clientes potenciales puede ser finita o bien, infinita. Una población infinita es frecuentemente más fácil de describir matemáticamente que una población finita.
2. Distribución de llegadas. La distribución de llegadas determina tipos de funciones por las cuales el número de clientes llega al sistema. Las llegadas también pueden representarse por el tiempo entre llegadas.

3. **Distribución de salida (Distribución del tiempo de servicio).** La distribución exponencial se usa frecuentemente para describir el tiempo de servicio de un servidor. Esta distribución determina el tipo de función con que los clientes son atendidos.
4. **Disciplina del sistema (disciplina de servicio).** Esta es la regla para elegir el siguiente cliente a recibir servicio. Las disciplinas más comunes son el PEPS (FIFO) "Primeras entradas, Primeras salidas" el LCFS (LIFO) "Últimas entradas, Primeras salidas" el RSS (SIRO) "Servicio en orden aleatorio" el PRI "Servicio por prioridades".
5. **Máximo número de clientes en el sistema.** En ciertos sistemas, la capacidad de la cola se asume infinita lo, cada cliente que llega requiere esperar hasta que el servicio le sea proporcionado. Existen sistemas de Colas llamados "Sistemas de pérdida" que tienen una capacidad en Cola de Cero; lo que implica que si un cliente llega cuando la facilidad de servicio está llena (todos los servidores están ocupados), el cliente es dado de baja; por ejemplo algunas llamadas telefónicas.
6. **Número de Servidores.** El sistema de espera más simple en este servicio, es el de un único servidor, el cual puede dar servicio a un sólo cliente en un tiempo. Un sistema multiservidor posee C servidores idénticos y puede proveer servicio simultáneo a C clientes. En un sistema de servicio infinito, cada cliente que llega al sistema es inmediatamente servido.

Con el fin de identificar con simples parámetros los tipos de colas, se desarrolló la notación Kendall. Esta notación se describe a continuación.

- Notación Kendall para describir sistemas de Colas

La notación completa para denotar un sistema, representa de la siguiente forma:

$$A/B/c/K/m/Z$$

En la notación, A describe la distribución de llegadas, B la distribución del tiempo de servicio, c describe el número de servidores, K la capacidad del sistema (número máximo de clientes en el sistema, m el número en la fuente y Z la disciplina de servicio.

La notación más común es A/B/c, en donde se asume que no existe límite para el tamaño de la cola, la fuente del sistema es infinita, y la disciplina del sistema es FCFS (FIPO).

Las distribuciones más usadas para determinar A y B son generalmente.

- GI Distribución general independiente de llegadas
- G Distribución general de tiempo de servicio
- Hk Distribución hiperexponencial etapa-K del tiempo de servicio.
- Ek Distribución de Erlang con parámetro K del tiempo de servicio.
- M Distribución exponencial del tiempo de servicio
- D Distribución determinística del tiempo de servicio.

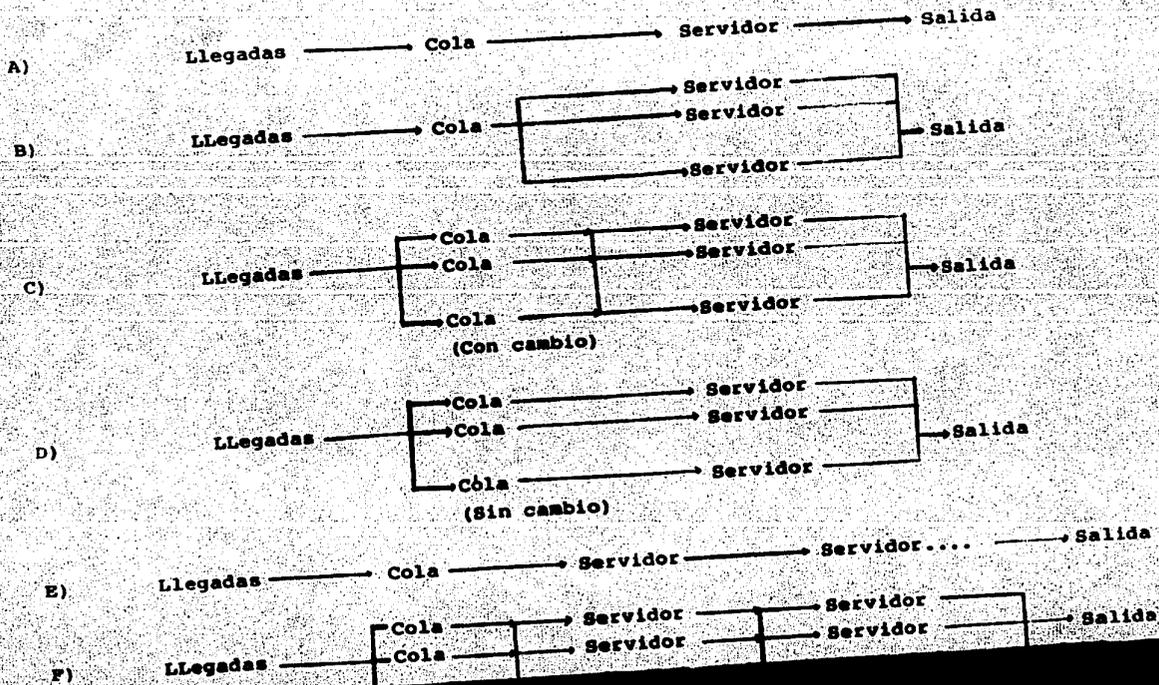
### Ejemplo de la notación Kendall

M/M/4/18/00/SIRO

Este sistema de espera tiene distribución exponencial, 4 servidores con idéntica distribución del tiempo de servicio, una capacidad de 18 en el sistema (4 en servicio y 14 en la Cola), una fuente infinita de clientes, y servicio en orden aleatorio como disciplina de servicio.

Un modelo de Colas es un proceso de nacimiento y muerte, que se caracteriza por estar en estado  $E_n$  en un tiempo  $t$  si el número de clientes en el sistema es  $n$ , i.e.,  $N(t)=n$ . Un nacimiento es la llegada de un cliente, y una muerte ocurre cuando un cliente abandona el sistema después de haber sido servido.

## GRAFICA DE LOS PRINCIPALES MODELOS DE COLAS



Con lo visto en este capítulo se puede pasar a ver algunas de las aplicaciones y modelos comunes de la teoría de Colas.

En particular, podemos ya definir los modelos de espera con la notación Kendall analizada con anterioridad, y así poder definir de manera única cada tipo de Cola.

## CAPITULO II

### EJEMPLOS DE MODELOS DE COLAS

Este capítulo pretende mostrar diversos ejemplos de modelos de Colas, variando en cada uno de ellos los parámetros que componen la notación Kendall. Con este capítulo se detectará la gran variedad de modelos de Colas existentes.

Los ejemplos expuestos en este capítulo no solamente comprenderán Colas en computadoras, sino que se tratará de abarcar el mayor número de aplicaciones posibles.

#### A) Una Cola-un Servidor

- Al) En una Institución Bancaria los usuarios de \*TSO (Time Sharing Option) mandan a imprimir sus trabajos al área de impresoras que se encuentra 6 pisos abajo del área de TSO. Una persona se encarga de repartir los trabajos a los usuarios, una vez que éstos se han impreso. La distribución de llegadas (al escritorio del repartidor) de los trabajos que se han impreso, es Poisson, y la distribución de salidas es exponencial. El número de servidores, es decir, repartidores de listados es uno, el número máximo de clientes en la Cola es de 120; la población es finita igual al número de usuarios de TSO, 250 en este caso y la disciplina del sistema es UEPS (LCFS) ya que

los últimos trabajos que llegan al escritorio del repartidor quedan hasta arriba, y son por lo tanto los primeros en distribuirse.

- \* TSO: Opción de trabajo con tiempo de máquina compartido y no dedicado.

La notación Kendall para este sistema es:

M/M/1/120/250/UEPS

- A2) Un ejemplo similar al anterior es el caso de la taquilla de un teatro en donde se tiene una sola cola y un servidor.

En este caso se supone una llegada Poisson, y un tiempo de servicio exponencial. El número de servidores es uno (la persona que atiende la taquilla). El número máximo de clientes en la cola deberá ser considerado infinito así como la población del sistema ya que al trabajar con ciudades de gran población se facilita manejar ésta en forma infinita; y por último, la disciplina en la cola es PEPS (FCFS) que implica una disciplina de primeras entradas primeras salidas. En este caso se representa como:

M/M/1/Infinito/Infinito/PEPS

- A3) Analicemos el comportamiento que se tiene en las sucursales Bancarias al efectuar los cajeros de éstas, requerimientos de saldos, retiros, etc., en los archivos maestros de cheques, por medio de la terminal financiera hacia el computador central del Banco.

Al hacer cada cajero el requerimiento de una transacción al computador central vía la terminal financiera, este requerimiento va a ser transmitido de vuelta al cajero en el momento en que la transacción se ejecute en la computadora. Para que ésta se ejecute necesitará hacer cola y esperar a que las demás transacciones de otros cajeros de otras sucursales e inclusive de su misma sucursal (si existen) se ejecuten antes, ya que la disciplina es PEPS (primeras entradas primeras salidas).

Si únicamente se tiene una CPU para el sistema EN-LINEA, se tendrá únicamente un servidor, y la cola se irá haciendo conforme van llegando las transacciones en una sola cola.

El número máximo de clientes en la cola va a ser claramente igual al número de terminales financieras que se tengan en todas las sucursales (incluyendo Cajeros Automáticos) menos uno que va a ser la transacción que está siendo servida, esto depende obviamente también de la capacidad de la CPU.

Por último, la población va a ser finita, igual al número de dispositivos (terminales, Cajeros Automáticos) que puedan acceder una transacción al sistema.

Supongamos que se tienen 950 dispositivos conectados a la máquina de línea. La notación Kendall es por lo tanto.

M/M/1/949/950/PEPS

B) Una Cola-Servidores Múltiples en Paralelo

B1) Una Secretaría de Estado procesa en la computadora todos los movimientos que se registran a diario. Para tal efecto se sirve de un Centro de Cómputo el cual cuenta con un procesador y 12 unidades de cinta.

El total de movimientos es procesado en la computadora y posteriormente se graba en cinta.

Diariamente se procesan 750 trabajos y 220 requieren grabarse en cinta como respaldo.

Conforme se van procesando los trabajos, los que requieren respaldo se van directamente al área de Cintas en donde de acuerdo a su llegada se van formando, y van siendo servidos por las 12 unidades de cinta del Centro de Cómputo.

Así, se tiene una cola para los trabajos que requieren "Back-Up" y se tienen 12 servidores. Si la llegada es Poisson y el servicio exponencial, y además el número máximo de clientes en la Cola es 700 y la población es infinita con disciplina PEPS. La fórmula según Kendall es:

M/E-4/12/700/Infinito/PEPS

- B2) Un caso muy común es el de una nevería en que uno se forma para comprar un helado o una paleta helada, con cualquiera de los servidores (3 en este caso) para que se le sirvan sus helados o paletas al momento en que se les paga por la mercancía a ellos mismos. La notación Kendall es:

M/M/3/Infinito/Infinito/PEPS

Aunque el número de personas máximo en la cola está limitado por el número de personas en la población que no llega a ser infinita.

- C). **Filas Múltiples - Servidores Múltiples en Paralelo con Cambio de Colas.**

- C1) El ejemplo común es una sucursal de un Banco en donde se tienen  $n$  filas con  $n$  servidores y en donde el cliente se forma en la cola que más le convenga, pudiendo éste cambiarse de fila si así lo desea.

Las llegadas y salidas en este ejemplo son en general Poisson y exponencial respectivamente, el número de servidores es igual al número de filas, y la disciplina es PEPS. No se tiene en particular un número máximo de personas en la Cola, y la población es finita.

M/M/n/K/m/PEPS

C2) En una gasolinería se tienen en general varias filas para cargar gasolina, así como también servidores varios que se encargan de ponerle gasolina a los automóviles. En general el número de servidores es mayor al número de filas de espera (en una fila puede haber más de un servidor).

La llegada y salida son generalmente Poisson y exponencial respectivamente.

El número máximo de clientes en la cola es finito, y la población está básicamente limitada por los automóviles de la ciudad en donde se encuentre la gasolinería la disciplina es PEPS. Existe el cambio de cola.

M/M/n/R/w/PEPS

D) **Filas Múltiples - Servidores Múltiples en Paralelo sin Cambio.**

Este caso es clásico de Aeropuertos, Estaciones de Autobuses y Ferrocarriles básicamente.

Supongamos el caso del Aeropuerto

La línea aérea Aeroméxico cuenta con 40 filas en donde existe un servidor por cada fila. En las filas se registran los pasajeros que salen fuera de la ciudad con destinos diferentes por cada fila.

Si suponemos que la distribución de llegada y de salida es GENERAL (\*). El modelo Kendall queda así:

G/GI/40/Finito/Finito/PEPS

Cabe aclarar que en este modelo no hay cambio de Colas, ya que cada fila representa un destino de vuelo diferente.

\* Ver descripción de la notación Kendall

#### E) Una Fila - Servidores Múltiples en Serie

El trámite para obtener una licencia de conducir es un claro ejemplo de esta situación. Para obtener tal licencia de manejo, es necesario.

- 1) Pagar el monto de la licencia
- 2) Pasar al médico para que elabore el examen médico (general y de la vista) requerido.
- 3) Llenar las formas de datos personales, una vez que el médico lo autoriza.
- 4) Pasar a la fotografía.
- 5) Después de 15 minutos recoger la licencia de conducir.

Para cada uno de los puntos anteriores se tiene un servidor, y existe por lo tanto una fila en cada sub-trámite.

El máximo número de personas en la cola es finito, limitado por la población que es finita también.

La disciplina de este modelo es PEPS

En Kendall: A/B/4/Finito/Finito/PEPS

F) **Filas Múltiples - Servidores Múltiples en Sistema Mixto.**

En una fábrica el proceso para la elaboración de un jabón líquido lavatrastes requiere una serie de pasos diversos. A saber:

- 1) Chequeo del envase
- 2) Llenado del envase de jabón líquido
- 3) Sellado del envase con tapón
- 4) Etiquetado del producto
- 5) Empaquetado en cajas de cartón

Para el paso 1 se tienen 2 personas que chequean envase por envase. Si el envase está en buenas condiciones, éste se incorpora a la fila de llenado de envase en donde se tiene solamente un vertidor del líquido.

El sellado del envase se lleva a cabo por 3 máquinas selladoras.

El etiquetado y empaquetado del producto lo realizan 2 y 3 máquinas respectivamente.

El número máximo de envases en la cola para los pasos 2, 3, 4 y 5 no deberá ser nunca mayor a 500 envases por capacidades en las máquinas.

La población es finita, y la disciplina del sistema es obviamente PEPS.

Para cada uno de los pasos anteriores se tiene un modelo diferente de Notación Kendall.

Por ejemplo la fórmula para los pasos 2 y 4 será:

Paso 2

M/M/1/500/Finito/PEPS

Paso 4

M/M/2/500/Finito/PEPS

Como se observa en este capítulo, existen diversos tipos de comportamientos en las líneas de espera, y ciertamente alguna vez se ha estado involucrado con algún tipo de estas "Colas". Todas estas variedades son posibles de representar utilizando la notación de Kendall e identificar con ésta el tipo de cola de que se trata.

El siguiente capítulo está dirigido al análisis de las técnicas de simulación, particularizando en el GPSS.

## CAPITULO III

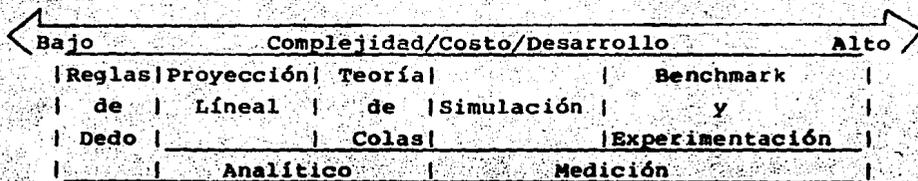
### Introducción a la Simulación GPSS

Este capítulo tiene como objetivo dar un panorama de lo que la simulación representa y en donde se sitúa dentro de las técnicas de modelaje, así como una introducción a lo que es el lenguaje GPSS. Posteriormente se expondrán algunos ejemplos de los cuales dos de ellos se procesarán bajo GPSS y los resultados que arrojen serán analizados en forma breve.

### 3.1 Simulación y GPSS

La simulación ocupa un lugar importante dentro del rango de las técnicas de Modelaje en cuanto a sus requerimientos de complejidad/costo/desarrollo, con la salvedad de que se obtienen resultados más completos y de un mayor nivel de alcance y análisis.

Gráficamente la simulación se engloba de la siguiente manera:



#### Herramientas Analíticas Vs. Simulación

- . Analíticas: Menos detalle -- enfoque sobre parámetros clave.
- . Simulación: Más detalle -- Mediciones estadísticas y flexibilidad.
- . Híbridos: Estructura analítica más simulación de los subsistemas seleccionados.

### La necesidad de simular con computadora

Si no se contara con las computadoras para simular sistemas o modelos, los medios de evaluación para sistemas propuestos serían limitados.

Como una alternativa se recurre a planes piloto o miniatura para estudiar el efecto del sistema, pero esto implica limitantes como son:

- a) Costo y tiempo consumido para implementarlo
- b) Generalmente existen restricciones en cuanto al número de variables que son necesarias de implementar.

A medida que los sistemas modernos son más complejos, más y mejores formas se requieren para reducir el tiempo y el costo destinados a evaluación de sistemas.

La simulación por lo tanto debe ayudar a los tomadores de decisiones a ponderar las consecuencias de varias alternativas. Mientras que la simulación nunca indica la alternativa óptima directamente, sí provee al usuario con los datos que puede usar como guía para decidir cuáles alternativas son viables y cuáles no.

Una notable facilidad en la simulación computarizada, es la habilidad de comprimir tiempo.

Dado que los programas de simulación reaccionan conforme a los datos con que se alimentó el programa, los resultados estadísticos dependen totalmente en la exactitud y completez de los datos de entrada.

El GPSS (General Purpose Simulation System) es un programa de simulación generalizado, diseñado para ser aplicado a varios tipos de problemas de simulación, en donde de alguna forma intervienen las Colas.

La salida en GPSS consiste en estadísticas estándares derivadas de varias condiciones ocurridas durante la corrida de la simulación.

Estas estadísticas son impresas en forma tabular y pueden ser usadas para propósitos de evaluación.

Es importante mencionar que los datos de entrada están absolutamente en relación con los datos de salida..... "Basura en la entrada, basura en la salida".

Con objeto de entender la operación del GPSS vamos a comentar algunos ejemplos:

#### - Ejemplos

En el primer ejemplo, se tienen aviones de carga que llegan al aeropuerto a intervalos determinados, efectúan la descarga y recarga y proceden al siguiente aeropuerto. En caso de que la zona de descarga esté ocupada, el avión que llega tendrá que esperar a que algún avión desocupe la zona para proceder a descargar.

Si existen más aviones esperando para descargar, el de mayor tiempo en Cola procederá a descargar primero.

El tiempo de descarga varía de acuerdo al tipo de avión y al tipo de carga (personas, coches, correo, etc). El tiempo de carga y descarga de un Jumbo 747 será mayor al de un DC-9.

La capacidad del aeropuerto ha sido estudiada. Asumiendo un tiempo promedio (incluyendo un rango de precisión) en la estancia de un avión en el aeropuerto es factible simular este sistema.

El segundo ejemplo considera un gimnasio en donde se ha instalado una exposición de microcomputadoras. Para entrar existen 2 puertas principales A y B a cada lado del gimnasio.

Las personas entran a razón de 1 cada  $2 \pm 1$  minutos por la puerta A y 1 por minuto por la puerta B.

El tiempo para visitar la exposición requiere de  $10 \pm 3$  minutos. Todos los visitantes salen por la puerta C al final del edificio.

Es posible que un visitante entre a la exposición varias veces antes de regresar a su casa.

Este sistema es también fácilmente programable en GPSS

### 3.2 GPSS como Herramienta de Modelaje

GPSS generaliza los sistemas (de los ejemplos anteriores) y otros sistemas, considerando las unidades de trabajo no como aviones ni como personas sino como transacciones.

Las transacciones tienen características variadas, así cada transacción tiene parámetros a los cuales se les asignan datos específicos para esa transacción, por ejemplo una orden solicitando un automóvil a una planta ensambladora puede ser un auto austero o totalmente equipado con accesorios de lujo, y por esto al simular un caso como el anterior una transacción puede tomar diversos caminos, cada uno con determinada duración dependiendo del tipo de parámetros y de la transacción.

Las estaciones de trabajo que únicamente pueden absorber una sola transacción se llaman "facilities" las que pueden absorber más de una se nombran "Storages".

Ejemplos de "facilities": un tocadiiscos, una silla, una bicicleta, un cajero automático. Ejemplos de "Storages": una alberca, una sala de conciertos, un avión.

Más adelante se verán en forma más completa las herramientas básicas del GPSS.

### 3.2.1 Sistema de Programación GPSS

En este inciso se describen brevemente los pasos involucrados en el proceso que sigue un modelo en GPSS así como el tipo de salida en que los resultados son arrojados.

Es necesario para satisfacer este objetivo, analizar 4 fases principales del GPSS.

- 1) Ensamble
- 2) Entrada
- 3) Ejecución
- 4) Salida

En la fase de ensamble, el sistema de programa del GPSS ejecuta varias tareas. Lee las declaraciones del modelo, imprime la lista de ensamble del modelo, imprime mensajes de error así como la lista de referencia cruzada y crea una forma "absoluta" del modelo. El sistema de programación del GPSS pasa después el control a la siguiente fase.

En la fase de entrada el GPSS imprime el listado absoluto del modelo estableciendo listas de transacciones para llevar cierto status, y para control a la siguiente fase.

La fase de ejecución "ejecuta" el modelo; aquí además se procesan las estadísticas.

En esta fase se realizan los comandos e instrucciones del GPSS programadas en lenguaje ensamblador.

Posteriormente se pasa control a la fase de salida.

En esta última fase el GPSS imprime las estadísticas de la corrida de la simulación y pasa control de nuevo a la fase de entrada (si se procesa otra corrida) o al sistema operativo de la computadora completando así el ciclo, si es que no hay más corridas a ejecutar.

### 3.2.2 Requerimientos del GPSS

El GPSS está programado en lenguaje ensamblador y corre en sistemas IBM 360 y 370. Dispositivos adicionales son innecesarios.

QSAM es utilizado para leer y escribir todos los archivos con excepción de archivos de memoria auxiliar en donde se utiliza BSAM.

Un breve listado aplicativo del GPSS se muestra en seguida, con esto se pretenden señalar los modelos típicos a simular.

1. El sistema de Switcheo Electrónico que controla las llamadas en una compañía de Teléfonos.
2. Una computadora central en TSO
3. Un plan de un Supermercado
4. El movimiento de vehículos
5. La llegada de clientes al lobby de un Banco
6. Un sistema de reservaciones de una línea aérea.
7. Un control de tráfico aéreo
8. Una bodega con salidas y entradas de muebles.
9. Un sistema de ferrocarriles
10. Un sistema de cómputo

Obviamente no se aplican las mismas consideraciones para cada tipo de problema; la simulación ayuda al usuario a detectar áreas débiles en su sistema y áreas con problemas por sobre carga. Variando y mezclando la carga del sistema de acuerdo a las capacidades del equipo, el usuario puede predecir los niveles de ejecución del sistema bajo una gran variedad de condiciones. El GPSS permite el análisis de carga en periodos normales y periodos pico. Se puede así también demostrar el impacto al "caerse" cierto equipo como una CPU, todo un centro, una impresora etc., y así checar la efectividad de respaldos y procedimientos de

recuperación, obteniendo un gran beneficio dado que no se incurre en costos substanciales ni riesgos o pérdidas de cierto tipo.

El GPSS es una técnica de modelaje de simulación discreta. Estos modelos de simulación se caracterizan por comprender distintos cambios en su estado en puntos de tiempo específicos.

El término evento es generalmente utilizado para describir estos cambios, la ocurrencia de un evento puede cambiar cualquier número de estados; entradas al modelo pueden ser introducidas, creadas, modificadas o destruidas.

La técnica de simulación discreta consiste en crear una serie de eventos y dar seguimiento a cambios subsiguientes en el sistema que resulta de la ocurrencia de estos eventos.

### 3.3 Descripción del Lenguaje GPSS

En este inciso se pretende introducir de manera breve y muy general lo que es el lenguaje de programación de GPSS.

La unidad fundamental del GPSS es el "block" o "bloque", el cual puede ser pensado como una instrucción que realiza algo análogo a la ocurrencia de un evento en un sistema que se modela. A través de estos bloques viajan las transacciones que como ya se comentó, son las unidades de tráfico en el sistema.

Los eventos en el sistema ocurren en función del tiempo, por lo que el GPSS mantiene un reloj que determina la secuencia en que se deberán mover las transacciones. Este mecanismo es de los más valiosos servicios que provee el GPSS, ya que el reloj puede manejar nano segundos o días completos dependiendo de la naturaleza del problema.

Un dispositivo del GPSS digno de mencionarse es la generación de números pseudo aleatorios que permite al modelaje de situaciones no determinísticas incluyendo muestras de distribuciones de probabilidad arbitrarias.

#### 3.3.1 Los Bloques Básicos

- a) Generate
- b) Advance
- c) Terminate

Estos 3 bloques básicos tienen que ver con las siguientes preguntas:

- 'Cómo iniciamos las transacciones?
- 'Cómo mantenemos la simulación corriendo?
- 'Cómo terminamos una transacción una vez que ésta ha sido procesada?

Las respuestas .....

- El bloque GENERATE crea transacciones
- El bloque ADVANCE procesa transacciones
- El bloque TERMINATE elimina transacciones

Un pequeño ejemplo del uso de estos 3 bloques es:

Generate	10,5	Creación de clientes
Advance	2	Procesamiento del cliente
Terminate		Salida del cliente del sistema

El primer estatuto implica la creación de transacciones (clientes que llegan al sistema) cada 5 a 15 unidades de tiempo, ie cada 10 ± 5 unidades de tiempo.

Una vez que la transacción abandona el bloque Generate pasa inmediatamente al bloque Advance en donde permanece exactamente 2 unidades de tiempo. Posteriormente la transacción (el cliente) pasa al bloque Terminate y con éste abandona el sistema.

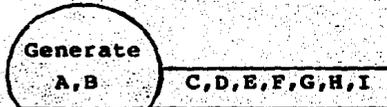
### El Bloque Generate

Este bloque está totalmente especificado por 9 operandos que van de la A a la I.

La forma de especificarlos es:

**GENERATE A,B,C,D,E,F,G,H,I**

Simbólicamente se tiene



Los operandos básicos son A y B

#### **Operando A**

Es el valor que determina el intervalo de tiempo entre la generación de transacciones ie, este operando representa el tiempo medio de interllegadas.

El bloque Generate en teoría de colas implica la tasa de llegadas de transacciones al sistema (ie, lambda ( $\lambda$ )).

**Ejemplo:** Generate 6 implica que una transacción abandona el bloque cada 6 unidades de tiempo.

Operando B

Causa que la razón o tasa de generación de transacciones varíe la razón o tasa del operando A.

Ejemplo: Generate 3,1 implica que cada transacción se generará cada  $3 \pm 1$  minuto ie entre cada 2 y 4 minutos después que se generó la transacción anterior.

### El Bloque Advance

Este bloque se encarga del paso de tiempo en el modelo. Es utilizado para otorgar tiempo consumido a transacción en el modelo por un período de tiempo específico y predefinido.

La forma de especificar este bloque es:

Advance A, B

Simbólicamente:

Advance A,B
----------------

El operando A es el tiempo que la transacción va a permanecer en el bloque Advance.

**Ejemplo:**

**Advance 5** Implica que una transacción que entra al bloque, permanecerá en éste un período de 5 unidades de tiempo.

El operando B causa que el tiempo de retraso en el bloque Advance sea modificado de forma similar que en el bloque Generate.

**Ejemplo:**

**Advance 5,2** Una transacción entrante está determinada a permanecer en el bloque  $5 \pm 2$  unidades de tiempo.

Este bloque implica E (S) en teoría de Colas, donde E(S) es la esperanza en el tiempo de servicio.

### El Bloque Terminate

Este bloque tiene 2 propósitos básicos:

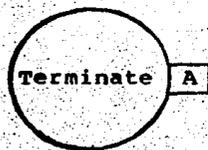
- a) Retirar transacciones de la simulación
- b) Controlar el tiempo de proceso de simulación

Una transacción es finalizada y retirada del modelo tan pronto como entra al bloque Terminate, por lo que este bloque se utiliza para representar la terminación del movimiento de una transacción a través del modelo.

La forma de expresar este bloque es:

Terminate A

Simbólicamente es:

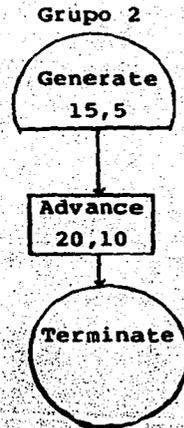
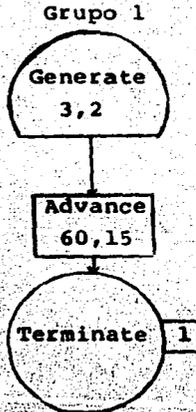


El único operando "A" especifica el total de unidades que se deberán decrementar al contador cada vez que una transacción entre al bloque TERMINATE.

**Ejemplo:**

Terminate 3 Implica el retiro de la transacción del modelo y decrementa el contador de terminación en 3 unidades.

Como un ejemplo hasta este punto podemos elaborar los siguientes diagramas y codificaciones:



Codificado:

Generate	3,2
Advance	60,15
Terminate	1
Generate	15,5
Advance	20,10
Terminate	

Este programa genera transacciones cada  $3 \pm 2$  unidades de tiempo posteriormente éstas pasan al "Advance" donde consumen  $60 \pm 15$  unidades de tiempo y así va finalizando una por una cada transacción generada. Análogo en la segunda parte de la codificación.

### 3.3.2 Estatutos de Control

Existen algunos estatutos de control que deben aparecer en todo trabajo de GPSS; éstos son "START", "END" y "SIMULATE".

Algunos otros estatutos deberán ser usados cuando el modelo lo requiera; algunos son "Clear" y "Reset".

#### Estatutos Simulate

Si un proceso de simulación en GPSS es requerido, se debe enunciar el estatuto Simulate. Dicho estatuto incorpora un sólo operando "A", el cual especifica el tiempo máximo de proceso en la computadora expresado en minutos. Este operando es opcional.

#### Estatuto Start

Este estatuto dice al sistema que todos los datos de entrada han sido recibidos y que la ejecución puede comenzar. Además da el total de transacciones a simular en el bloque de terminación.

El "Start" cuenta con 4 operadores A,B,C y D

El operando "A" incluye el total de terminaciones a simular en el proceso. El "B" puede ser usado para suprimir la salida de estadísticas utilizando un NP (no printout).

Los operandos "C" y "D" no son básicos y se utilizan en ocasiones muy especiales (para identificarlos ver Bibliografía).

### Estatuto END

Denota el final del flujo de entrada. Con este estatuto el control pasa al sistema operativo. Debe ser el último de los estatutos del GPSS.

Los estatutos CLEAR y RESET sirven para borrar del modelo todas las estadísticas, contenido de las entidades y transacciones y para poner las estadísticas acumuladas en cero respectivamente.

### 3.3.3 Capacidad Básica de Decisión

#### El Bloque Transfer

Muchas situaciones muy comunes demandan la necesidad de tomar decisiones, rutas de alternativas, y opciones múltiples.

El bloque transfer, que a continuación se describe, efectúa estas funciones.

Este bloque asigna transacciones a diversos bloques no secuenciales en un modelo, ie, permite a las transacciones seleccionar caminos alternos.

Forma:

Transfer A,B,C

Simbólicamente:



El operando "A" es el modo de selección del Transfer. Presenta 3 modalidades: 1) incondicional, 2) fraccional y 3) ambos.

Los operandos B y C pueden ser usados para localizar el siguiente bloque de asignación.

Las transacciones generalmente se mueven del block n-1 al block n y al block n+1 etc., sin embargo existen ocasiones en que esta secuencia requiere ser modificada. La modalidad incondicional precisamente satisface este propósito. En esta modalidad el operando A es blanco, el operando B indica el bloque a ser transferido, y el operando C no se indica.

**Ejemplo: Transfer, Sgte**

En donde todas las transacciones que entran a este bloque son mandadas al bloque con localización en Sgte.

En la modalidad fraccional los requerimientos de transacciones se dirigen a diferentes caminos en una forma aleatoria, es decir algunas transacciones se dirigen en un camino y otras en otro diferente. Aquí el operando A (que es una fracción decimal) especifica la proporción de transacciones que van al bloque C. El operando B indica el bloque al cual el complemento de las transacciones a C deben de ir, y C indica el bloque que recibe la proporción de transacciones indicadas en el operando A.

**Ejemplo**

**Transfer .35, block X , block Y**

Aquí el 35% de las transacciones se dirigen al bloque C (block Y) y el resto (65%) de las transacciones van al bloque B (block X).

Por último la modalidad de selección AMB05, se usa cuando una transacción trata de entrar a un bloque de asignación ocupado, y es permitido seleccionar un camino alternativo, dado que el primero está ocupado.

Dado lo anterior, se intuye que en el operando A se debe indicar la palabra BOTH, es decir AMBOS, y en B y C la indicación son las localidades a que las transacciones deben ser mandadas, siendo el operando B la primera elección.

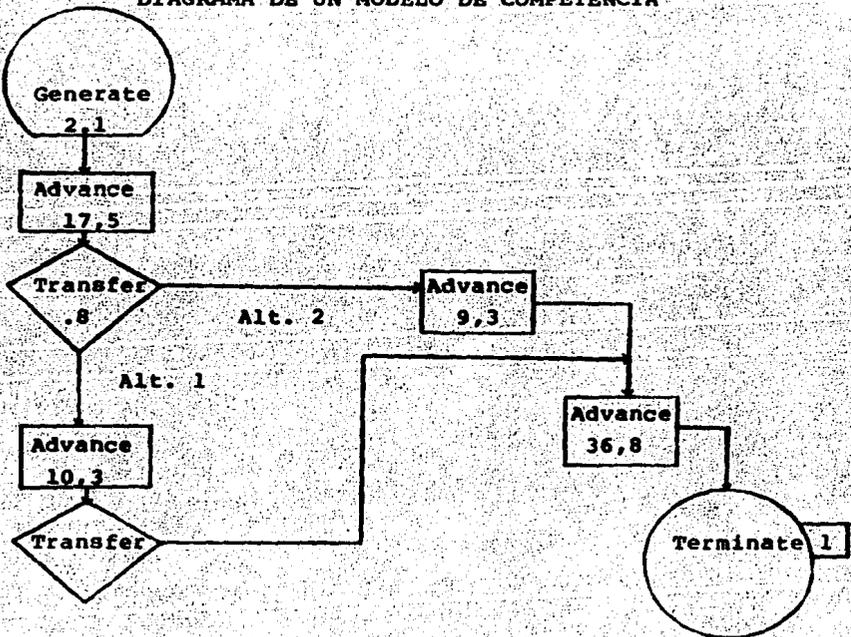
#### Ejemplo:

Una competencia de atletismo de campo traviesa es la segunda de 2 pruebas que deben llevar a cabo 1,500 aspirantes a ganar un coche demostrando sus habilidades físicas. La primera prueba implica 2,000 M de natación, inmediatamente al finalizar esta prueba deben empezar la prueba de campo traviesa. Esta consiste en correr 5 Kms. una única ruta, posteriormente la ruta toma 2 alternativas, una de 2 Kms. con alta dificultad y otra de 3 Kms. con media dificultad. Posteriormente ambas rutas se unen y quedan por correr aún 8 Kms. En esta segunda prueba competirán únicamente los primeros 1,000 nadadores finalizados. Se deberá simular la segunda prueba de la competencia, sabiendo que los competidores entran a la segunda prueba a razón de uno cada 2<sup>+</sup>1 minuto, el tiempo que toman en realizar la primera parte de la segunda prueba es, en la

primera alternativa  $10^{+2}$ , Min. y la segunda alternativa  $9^{+3}$  Min. Por último, la tercera parte lleva alrededor de  $36^{+8}$  Min. El 20% de los competidores toma la alternativa 2 al bifurcarse la ruta. Existen premios para los primeros 500 en finalizar, y éstos deberán ser simulados.

El modelo diagramado es:

DIAGRAMA DE UN MODELO DE COMPETENCIA





En el diagrama de flujo no se muestra el comando Start 500, dado que este comando es un estatuto de control (ver programa codificado).

El modelo codificado se muestra en la página siguiente.

El modelo anterior al procesarse arroja pocos resultados dada la baja complejidad del modelo. El modelo procesado se muestra en el Anexo 2.

Los resultados arrojados básicamente se encuentran en la última hoja del listado en donde se pueden concluir que:

- a) 500 competidores terminaron la competencia y obtuvieron premio (ver block 8).
- b) Al momento de finalizar 500 competidores habían entrado a la carrera 529 competidores.
- c) 521 corredores pasaron a la segunda parte de la segunda prueba y 409 tomaron la alternativa 1 y 112 la alternativa 2.

d) A la tercera parte de la prueba entraron 517 competidores, de los cuales 17 se quedan en el proceso de finalizar la última prueba al momento de terminar los primeros 500 competidores.

### 3.3.4 Unidades Individuales Facilities (Facilidades)

Frecuentemente un sistema incluye una o más entidades con capacidad limitada. Algunas veces estas entidades aceptan únicamente un artículo, por ejemplo una regadera, una taquilla. Algunas veces, la capacidad puede ser mayor, como el caso de un coche, un cine. GPSS referencia las entidades que pueden acomodar una sola transacción como FACILITIES y 2 o más transacciones como STORAGES en FACILITIES, los blocks SEIZE y RELEASE son utilizados para permitir a una transacción obtener y liberar el control de una "Facility".

Una transacción que tiene capturado el control de una "Facility", permanece en control hasta que se libera dicha "Facility". Las FACILITIES son consideradas como uniservidores, es decir  $c=1$  en teoría de Colas.

#### **El Block SEIZE**

Este bloque permite a la transacción entrante obtener el control de la "Facility" especificada. Una vez que una transacción captura una "Facility" únicamente esa transacción puede liberarla.

Este bloque tiene un solo operando A que indica la "Facility" a capturarse.

Simbólicamente se representa como

SEIZE 

El bloque RELEASE causa que la transacción entrante libere el control de la "Facility" mencionada.

Simbólicamente se representa como:

RELEASE 

Donde el operando A indica la "Facility" a liberar.

### 3.3.5 Unidades Múltiples Storages (Almacenadores)

Esta unidad se encarga de considerar entidades con capacidad múltiple, es decir, pueden ser atendidas varias transacciones a la vez.

Los bloques "ENTER" y "LEAVE" proveen dirección y control a las transacciones que utilizan los "STORAGES" o almacenadores.

Algunos ejemplos de "STORAGES" fueron mencionados en la unidad anterior.

Visualizado dentro de teoría de Colas, un almacenador o STORAGE determina servidores múltiples en un modelo. Si el STORAGE tiene capacidad igual a 10, implica que 10 servidores están disponibles para dar servicio;  $C=10$ .

### El Block ENTER

Este bloque permite la entrada de transacciones al utilizar el STORAGE. Obviamente una transacción puede ser rechazada para utilizar el bloque si el almacenador tiene disponibilidad insuficiente.

La forma de indicar este bloque es:

ENTER            A, B

Simbólicamente:



El operando A indica el almacenador o STORAGE a entrar, mientras que el operando B es el número de unidades que se utilizarán de la capacidad del almacenador.

Ejemplo:

ENTER Alml, 5 donde la transacción entrante utiliza 5 unidades del almacenador Alml.

### El Block LEAVE

Este bloque libera un cierto número de unidades del almacenador. Al igual que el bloque ENTER, el LEAVE tiene 2 operadores A y B.

El operando A involucra al almacenador o STORAGE en cuestión, el B especifica el número de unidades a liberarse.

La forma de indicar este bloque es:

LEAVE A, B

Simbólicamente:



Ejemplo:

LEAVE Stor5,8 implica que la transacción entrante libera 8 unidades del almacenador Stor5.

### 3.3.6 La Línea de Espera

Los bloques que han sido expuestos hasta la unidad anterior representan de alguna manera una acción en el sistema. Los bloques a presentar en esta unidad no tienen una influencia en el sistema (en el mecanismo del sistema); su propósito es el de reunir estadísticas sobre el sistema, particularmente estadísticas sobre líneas de espera (colas).

Los bloques QUEUE (cola) y DEPART (salida) son utilizados para obtener dicha información estadística.

#### El Block QUEUE

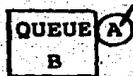
Este bloque incorpora un cierto número de unidades (conjunto de transacciones) a la cola con el propósito de acumular para entrar al bloque QUEUE.

Al entrar una transacción al bloque QUEUE, ésta no será dilatada por haber entrado al bloque. Por ejemplo si una transacción entra al bloque QUEUE para entrar después a un bloque ADVANCE, y el bloque QUEUE se encuentra vacío, el hecho de haber pasado por el bloque QUEUE no modificará el tiempo antes de entrar al ADVANCE.

La forma de representar este bloque es:

QUEUE A, B

Simbólicamente



El operando A es el nombre de la Cola a la cual se añadirán unidades.

El operando B es el número de unidades que se añadirán a la Cola.

Ejemplo:

QUEUE 19,260 indica la añadidura de 260 unidades al actual contenido de la Cola 19.

El Block DEPART

Una transacción que entra al bloque DEPART reduce el contenido de la Cola.

Se representa como:

DEPART A, B

Simbólicamente es:



Los operandos A y B tienen la misma función que tienen en el bloque QUEUE con la diferencia que la operación es de sustraer unidades de la Cola.

Ambos bloques (QUEUE y DEPART) implican determinación del número de clientes o transacciones en la Cola del sistema; en teoría de colas lo que sería "L" o "E N", así como el tiempo esperando de permanencia en Cola, con notación en teoría de colas: "W" o "E (W)".

**Ejemplo:**

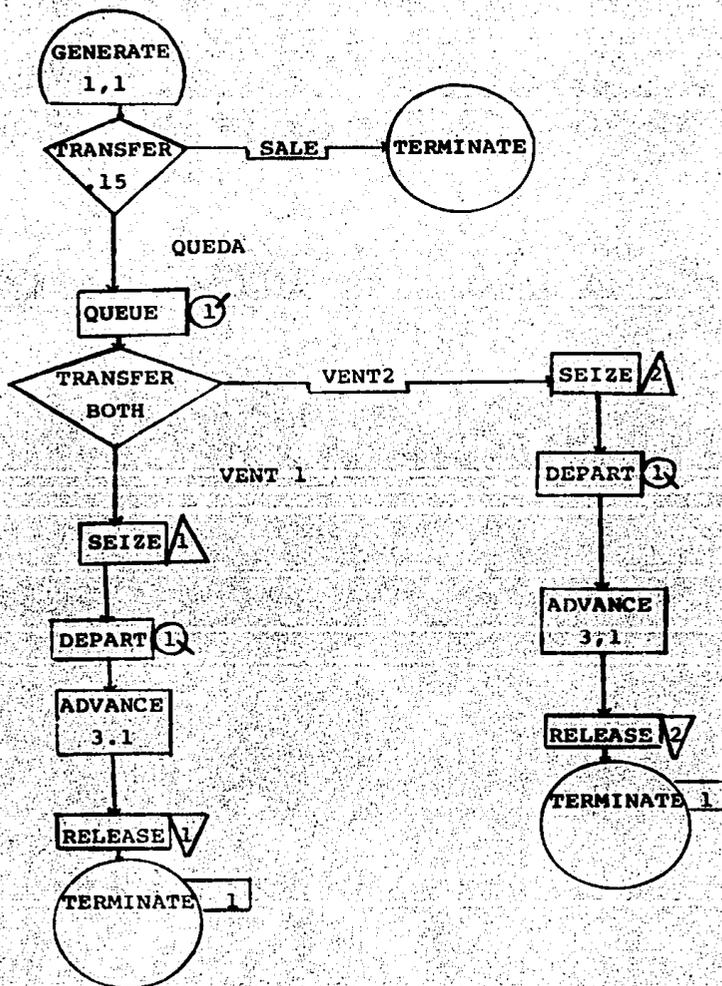
Una campaña de fomento a la música clásica ha destinado una taquilla de venta de boletos para ofrecer bonos que incluyen 18 conciertos pagando el 50% únicamente del precio total.

Las personas que acuden a esta taquilla a comprar boletos únicamente pueden adquirir bonos. No se venden boletos para conciertos individuales.

Al enterarse de la restricción (antes de formarse en la Cola) el 15% de los clientes no llevan a cabo la compra. Los compradores potenciales llegan a razón de uno cada  $1\frac{1}{2}$  minuto. Hay dos ventanillas de atención con una sola cola de espera. El proceso al ser atendido toma  $3\frac{1}{2}$  minutos por cliente.

Se desea simular el proceso de venta de bonos por un tiempo de 4 horas.

## DIAGRAMA DEL MODELO DE TAQUILLA





El modelo codificado se muestra en la siguiente hoja.

Los resultados que arroja este modelo al efectuarse en la computadora se muestran en el Anexo 3.

En la página siguiente al modelo codificado se comentan las conclusiones obtenidas de los resultados.

Haciendo un breve análisis de los resultados de la simulación, podemos notar que:

- a) Se generaron 240 transacciones, ie, 240 personas entraron al modelo.
- b) De estas 240 personas 81 fueron atendidas en la ventanilla 1, 73 en la ventanilla 2, 36 personas no compraron bonos al enterarse de la restricción de compra, 48 personas se quedaron en la Cola de espera y una persona se quedó siendo atendida en la ventanilla 1 así como otra en la ventanilla 2.
- c) El número total de entradas a cada una de las facilidades ("Facilities") fue como se observa en la hoja de facilidades de 82 personas para la ventanilla 1 y 74 para la ventanilla 2.
- d) El tiempo promedio utilizado por transacción fue de 2.915 Min. en la ventanilla 1 y 3.216 en la ventanilla 2.
- e) La utilización total promedio por ventanilla fue de 0.995 y 0.991 respectivamente.

- f) El número máximo de clientes en la Cola fue de 51 personas y el número promedio de 28.
- g) El total de personas que ingresaron a la Cola fue de 204, de las cuales únicamente 3 no hicieron Cola (el 1.4% del total), el tiempo promedio por transacción fue de 33.45 minutos por transacción.
- h) Las personas que esperaron en la Cola para ser atendidas (sin tomar en cuenta las que no esperaron) tardaron 33.95 minutos en completar su objetivo.
- i) El número de clientes actual en la Cola es de 48 personas.

Mediante el análisis hasta aquí realizado, se puede deducir la utilidad que representa el hecho de simular algunos modelos de Colas.

A pesar de ser modelos de Colas sencillos, los resultados arrojados son valiosos e indican de manera clara el comportamiento de los procesos ejemplificados.

Así también se observó la importancia de cada uno de los bloques involucrados y mencionados dentro del capítulo.

## CAPITULO IV

### SIMULACION DE UN CENTRO DE COMPUTO

Este capítulo tiene por objetivo analizar el comportamiento del Centro de Cómputo de Bancomer restringiendo su proceso a las actividades que se realizan en el total de sucursales del Area Metropolitana de Bancomer y mediante un modelo de simulación de estas actividades, definir el estado actual de utilización del equipo involucrado en dicho proceso. Así se deberá contar una vez procesado el modelo, con la herramienta suficiente para determinar recomendaciones a todo nivel de operación de actividades en sucursal y de equipo involucrado en el proceso.

Se pretende también elaborar un análisis de sensibilidad para obtener conclusiones determinantes al analizar datos concernientes al proceso utilizando datos proyectados a futuro.

#### 4.1 Conceptos Técnicos

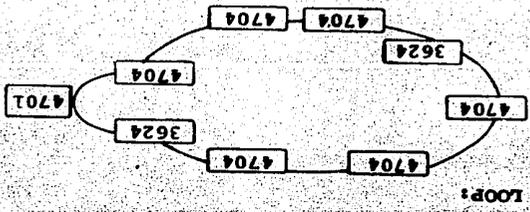
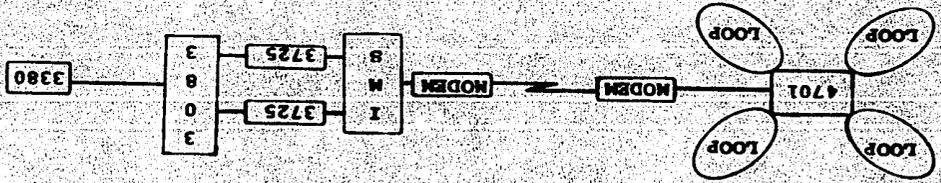
El modelo a simular involucrará el proceso requerido para, desde cualquier sucursal pedir un saldo de cuenta, un abono a cierta cuenta y un retiro de cierta cuenta.

El Hardware involucrado en este proceso es el siguiente:

- a) 1 procesador central (CPU) modelo 3083-Jx
- b) 1 controlador de comunicaciones modelo 3725
- c) Unidades de disco (DASD) modelo 3380
- d) Terminales financieras modelo 4704
- e) Controladores financieros modelo 4701
- f) Cajeros automáticos modelo 3624
- g) Módems de 4800 Bps
- i) IMS
- \*j) Líneas de comunicación

El Hardware involucrado, gráficamente se muestra interrelacionado en la siguiente hoja.

PROCESO DE UNA TRANSACCION FINANCIERA



Las características técnicas del Hardware involucrado son:

**CPU 3083-J:** Unidad central de proceso de 24 MB de memoria. 7.2 MIPS (millones de instrucciones por segundo). 16 canales de los cuales 2 asignados a transacciones de sucursal. Capacidad de 306 Hrs/mes en período pico.

**DASD 3380:** Dispositivo de almacenamiento de acceso directo.  
Capacidad de 2500 MB  
Vel. búsqueda 15 Ml. Seg.  
Vel. rotación 16.7 Ml. Seg.  
Razón de transferencia de datos 3 MB/seg.

**Controlador de comunicaciones**

**3725:** Capacidad 128 líneas c/interfase RS232.  
Memoria 1 MB  
Utilización actual 21 líneas  
Opción de conexión a 2 CPU

Modem 4800

BPI:

Modulador demodulador

Marca Codex

Opción de canal secundario

IMS: Switchea

dora de matriz

inteligente:

Switcheadora inteligente marca Codex  
Capacidad de matriz de 254 x 254  
puertos.

Interfase RS232

Sincronía interna o externa

Controlador 4701 Controlador de terminales financieras conectadas a un Loop 384K de memoria.

Diskette de 1 MB

Capacidad de 4 puertos

Terminal 4704: Pantalla y teclado financiero en sucursal.

Cajero Automático 3624:

Terminal financiera ubicable fuera de sucursal con todas las funciones de 4704.

El camino o proceso que sigue una transacción solicitada por un cliente en una sucursal involucra los siguientes pasos.

Supongamos que un cliente solicita en cierta sucursal el retiro de \$50,000.00. El cajero teclea dicha transacción en la terminal 4704, esta transacción espera que pase por ella el transportador al 4701; así hacerlo el transportador, la transacción llega al controlador 4701, éste manda un conjunto de transacciones al modem para que, vía comunicaciones, la transacción llegue al modem del Centro de Cómputo y de ahí pasen al IMS para que éste se encargue de mandarlas a los controladores de comunicaciones 3725. Los controladores de comunicaciones asignan las transacciones a la CPU 3083 y ésta vía sus propios canales envía a los discos la orden de transacción para checar el saldo en la cuenta del cliente, y modificar (actualizar) su saldo al realizar la operación (si es posible). De los discos, la transacción realizada pasa de nuevo a la CPU de aquí al controlador de comunicaciones disponible, y continua el camino al inverso de lo ya mencionando hasta llegar a la terminal 4704 en donde, si la transacción fue autorizada, el cliente recibe los \$50,000.00 y se le notifica que la transacción no fue exitosa si el saldo en cuenta no fue suficiente.

Un proceso similar es seguido para las transacciones que sugieren una solicitud de saldo de cuenta o depósitos.

El tiempo de proceso es similar para cada tipo de transacción.

#### 4.2 Herramientas Avanzadas en GPSS

Antes de profundizar en el desarrollo de la simulación es necesario comentar algunas herramientas importantes del GPSS.

Estos comentarios se harán básicamente sobre algunos bloques y estatutos que sirven para un desarrollo más completo de estadísticas, así como otros que incrementan la capacidad de simulación del GPSS. Así también se definirá el uso de ciertas funciones generalmente utilizadas, como la función normal y exponencial.

## Desarrollo de Estadísticas

Los siguientes bloques están únicamente relacionados con la colección de estadísticas.

Básicamente son los bloques 1) SAVEVALUE, 2) MARK, 3) TABULATE y 4) TABLE.

### El Bloque SAVEVALUE

Se utiliza para modificar el contenido actual en el número del flujo de transacciones dentro de los bloques SAVEVALUES.

Este bloque comprende 3 operandos, siendo básicos A que indica el SAVEVALUE a modificar y B, el número de unidades a modificar.

### El Bloque MARK

Este bloque se utiliza para dar estadísticas del tiempo que tarda una transacción en moverse de una parte del sistema a otra.

El operando A (único operando) especifica el parámetro en el cual el tiempo será almacenado.

El bloque MARK es utilizado en conjunto con el bloque TABULATE y el estatuto TABLE.

### El Bloque TABULATE

Este bloque causa la tabulación del valor actual. Indica el final del tiempo medido con inicio en un bloque MARK.

La forma de especificarlo es: TABULATE A,B

Donde A representa el nombre o número de la tabla en que un contador se introducirá. El operando B es el número de unidades que se adicionan al contador.

### Estatuto TABLE

Este estatuto se realiza en conjunto con uno o más bloques TABULATE. El TABLE define el argumento a tabular, así como el número y tamaño de las clases de frecuencia (intervalos) en la tabla.

La forma de expresar este estatuto es:

Nombre TABLE A, B, C, D

La posición "Nombre" contiene el nombre o número de la tabla.

El operando A representa el argumento de la tabla cuyo valor es colectado cada vez que un bloque TABULATE referencia la tabla.

Los operandos B, C y D definen el límite superior de la clase de frecuencia inferior, el tamaño de clases de frecuencia, y el número de clases de frecuencia.

Hasta este punto del estudio, las funciones estadísticas han sido asumidas como distribuciones discretas uniformes.

Sin embargo GPSS provee otras distribuciones más apropiadas. A continuación se presentan algunos desarrollos básicos para generar funciones discretas y continuas.

Este estatuto FUNCTION define una relación entre una variable independiente (generalmente eje X) y una variable dependiente (generalmente eje Y).

Las funciones son definidas en GPSS especificando una serie de parejas ordenadas (X,Y) para cada función. Siempre los valores de X deberán ir incrementando su magnitud.

La forma de describir una función es:

Nombre FUNCTION A,B

El primer campo a indicar es el nombre o número de la función a definir.

El operando A es el argumento de la función (variable independiente, eje X).

El operando B especifica el tipo de función y el número de parejas ordenadas (X,Y) que se utilizarán.

Se utiliza señalar con "C" las funciones continuas y con "D" las funciones discretas.

Ejemplo:

a) Costos FUNCTION RN1, C7

El nombre de la función es costos; se trata de una función continua identificada por 7 parejas ordenadas, y el argumento es el valor elegido del generador de número aleatorios 1.

b) 1234 FUNCTION S6, D8

Este ejemplo se realiza con la función de nombre (número) 1234. Esta función es discreta e incluye 8 parejas ordenadas.

El argumento de la función 1234 es el contenido actual del almacenador (STORAGE)6.

Un ejemplo de la representación de una función incluyendo parejas ordenadas es:

TIEMPO FUNCTION RN1, D5  
 .2,3/.5,6/.7,7/.85,9/1.0,12

### Distribuciones NORMAL y EXPONENCIAL

Como reconocimiento del hecho de que las distribuciones normal y exponencial son muy frecuentemente utilizadas en modelos de simulación, la definición del estatuto FUNCTION para estas dos funciones se incorpora dentro del manual de GPSS.

La función exponencial se representa:

EXPON FUNCTION RN1, C24

Y la normal como:

NORM FUNCTION RN1, C27

Existen otros bloques y estatutos cuya especificación incrementa las capacidades del GPSS.

Sin profundizar demasiado en cada uno de ellos, a continuación se mencionan.

El bloque PRIORITY tiene el uso básico de asignar prioridades a las transacciones, con el objeto de influenciar el orden en que las transacciones entran a las facilidades y almacenadores. Su operando principal (operando A) implica el valor de la nueva prioridad asignada (0-127).

El bloque ASSIGN es necesario para diferenciar las transacciones de manera diferente al relativo con las prioridades. Este bloque asigna valores a diferentes parámetros.

Por último, el estatuto INITIAL inicializa uno o varios valores importantes que requieran ser diferentes al valor inicializado por definición del GPSS. Si no se declara el estatuto INITIAL el valor inicial es cero.

### 4.3 Modelo de Simulación

#### a) Datos Generales

- La configuración Bancomer por controlador 4701 es de 32 terminales 4704.
- Se cuenta con 120 sucursales en línea en el Area Metropolitana.
- Cada sucursal tiene un promedio de 8 terminales. Por lo que cada controlador procesa a 4 sucursales.
- La switchadora IMS simplemente asigna el conjunto de transacciones a un controlador 3725 (el segundo controlador se utiliza como respaldo).
- El controlador 3725 tiene un conjunto de 21 líneas de llegada. Un segundo 3725 se utiliza como respaldo.
- La CPU tiene 2 canales asignados para atender transacciones de sucursales.
- La CPU tiene 2 canales asignados a discos con archivos del sistema de aplicaciones financieras en línea (Safe).

b) Estadísticos

- Cada sucursal del Area Metropolitana tiene un tiempo de servicio de una transacción cada 25 segundos.
- De acuerdo al punto anterior se tiene que el tiempo de servicio de cada terminal por sucursal es de una transacción cada 200 segundos; es decir cada 3 1/3 minutos.
- Dado que se cuenta con 120 sucursales tenemos un servicio promedio de 5 transacciones por segundo.
- Estos tiempos de servicio se distribuyen en forma exponencial.
- El tiempo de servicio en el controlador financiero se distribuye en forma exponencial con media igual a 2 décimas de segundo. De igual manera el tiempo de servicio en pasar del controlador a la switchadora IMS vía modems y líneas de comunicación se distribuye exponencialmente con media de 1 décima de segundo.
- El tiempo de servicio en el IMS y en el canal de acceso financiero a discos es exponencial con media de 1 décima de segundo en ambos casos.

- El tiempo de servicio en el controlador de comunicaciones tiene media de 2 décimas de segundo y de 4 décimas para ser servido en la CPU y discos todos con distribución exponencial.
- Se considera el tiempo de servicio para mandar la transacción de regreso a la terminal financiera, distribuida exponencialmente con media igual a 5 décimas de segundo.
- La capacidad de almacenamiento en los bloques de almacén son:
  - . En el controlador financiero de 5 transacciones simultáneamente en memoria.
  - . En el IMS de 30 transacciones simultáneas en memoria.
  - . En la memoria del 3725, 50 transacciones al mismo tiempo, y en servicio real de 21 transacciones vía 21 líneas de datos.
  - . El canal puede procesar 2 transacciones a la vez.
  - . La CPU "Procesa" un similar a 6 transacciones a la vez.

- La simulación se realizará por un lapso de 2 horas y media para abarcar el primer período pico que las sucursales registran de las 9:00 horas a las 11:30 horas. El inicio de operación en sucursales es a las 9:00 horas.
- Se simularán colas para entrar al servicio en los diferentes equipos que se involucran en el proceso de una transacción. Así también se simularán las colas para entrar al equipo sin tener servicio (es decir entrar a memoria).
- El controlador financiero 4701 y la switchadora IMS pueden dar servicio a una sola transacción a la vez.
- La simulación se realizará generando transacciones a partir de cada una de las 1250 sucursales (una en cada sucursal por cada 25 segundos promedio).
- Dado que el GPSS acepta en los principales bloques únicamente números enteros, la simulación se procesará en décimas de segundo.

Con el objeto de obtener información más clara y detallada del modelo se mencionan los puntos siguientes:

- Se utilizará una facilidad del GPSS llamada "QTABLE" para analizar de mejor manera el proceso de las diferentes colas involucradas.
- Dado que el proceso en los 30 controladores financieros que atienden las sucursales es muy similar, únicamente se analizará el "QTABLE" para el proceso en el controlador número uno.

En el Anexo 1 se muestra la codificación del programa, resultado de manejar todos los puntos anteriores.

Posteriormente se comentan las conclusiones obtenidas del proceso del modelo simulado. El listado del modelo procesado en la computadora se muestra en el Anexo 3.

#### 4.4. Conclusiones del Modelo

- El total de transacciones procesadas en el modelo fue de 43,538 durante un tiempo de 2.5 horas (9:00-11:30 horas). Esto indica un promedio de hasta 29 transacciones por segundo.
- En promedio se procesaron alrededor de 360 transacciones por sucursal.
- En promedio se procesó un total de 1440 transacciones por controlador.
- El tiempo de proceso en todos los controladores fue menor a 2 décimas de segundo con promedio de 1.5 décimas de segundo aproximadamente.
- Por la facilidad de servicio Trans. del IMS (switchadora) se registró un paso de 43548 transacciones con un tiempo promedio por transacción de media décima de segundo.
- El porcentaje de disponibilidad de las facilidades es, para todas, de 100%. Es decir, la disponibilidad de los controladores para atender transacciones, es del 100%.

- En cuanto a los almacenadores de los controladores 4701 su disponibilidad es también del 100% como se observa en el cuadro de "STORAGES". La capacidad de almacenamiento es de 5 transacciones simultáneas; el contenido promedio es de menos de una transacción, sin embargo a medida que el tiempo transcurre en la simulación el contenido es mayor. Los contenidos máximos en los almacenadores varían entre 2 y 4 transacciones.
- La capacidad de la switchheadora es de 30 transacciones de almacenamiento; el contenido promedio es despreciable, el contenido máximo registrado es de 15 transacciones simultáneas.
- La utilización de almacenamiento del controlador de comunicaciones, los canales y el procesador central es también despreciable sin embargo, se detectó en el canal (en servicio) un contenido máximo de 2 transacciones simultáneas, igual a la capacidad de dicho almacenador.
- Alrededor de 10-15 transacciones se quedaron dentro del modelo en fase de proceso; al cumplirse las 2 1/2 horas algunas transacciones se procesaban en los equipos de Hardware involucrados.
- Al analizar la operación que se sostuvo en las Colas del modelo en la tabla de "QUEUES" y observando específicamente el rango de Colas de 1-60 se detecta que:

. Las Colas con número de la forma  $2n-1$ , se identifican con Colas fuera de la memoria de los controladores financieros (30) que tienen capacidad de 5 transacciones simultáneas.

. Las Colas con números de la forma  $2n$ , se identifican con Colas dentro de la memoria del controlador 4701, que están en espera de ser atendidas por el procesador del controlador.

. El contenido promedio de las Colas 1-60 del modelo es prácticamente cero, es decir, en general no se requiere hacer Cola para ser atendido por el controlador financiero.

. El contenido máximo en las Colas tipo " $2n-1$ " es de una transacción y de dos para Colas tipo " $2n$ ".

. Las Colas tipo " $2n-1$ " en ningún caso tuvieron que esperar para entrar a la memoria del controlador. El 100% de las transacciones no requieren encolarse.

. Sin embargo se registraron transacciones encoladas en Colas tipo " $2n$ " en solo el 2.5% del total de transacciones. El 97.5% promedio de transacciones no requirió encolarse en Colas tipo " $2n$ ".

El tiempo en cola promedio de las transacciones que requirieron encolarse (solamente se requirió en Colas tipo "2n") fue de 2.8 décimas de segundo por transacción.

- La cola de servicio analizada en la switchadora IMS registró un máximo de encolamiento de 14 transacciones simultáneas. Únicamente el 63.2% de las transacciones no requirieron hacer cola para ser procesadas. Sin embargo el tiempo de servicio promedio por transacción fue bajo.
- Las colas 103, 104, 105 y 107 no registraron problemas de congestión, es más, el 100% de las transacciones no requirieron formarse en estas líneas de espera.
- En cambio las colas 106 y 108 que se identifican con el servicio del canal financiero y el proceso en la computadora respectivamente registraron necesidad de encolar transacciones en un 8% y un 6% respectivamente.
- Con el listado de tablas ("TABLES") se pretende detectar el comportamiento de las Colas dividido éstas en varias clases de frecuencia de tiempo.

- Básicamente este análisis de tablas se observa en el IMS, en el canal de la CPU asignado a transacciones financieras y al procesamiento en la CPU.

A continuación se comenta cada uno:

#### Servicio en IMS

- 27529 transacciones no requirieron encolarse para ser atendidos por la switchadora.
- 15416 transacciones esperaron menos de 5 décimas de segundo en Cola.
- 556 esperaron entre 5 y 10 décimas de segundo.
- 47 transacciones requirieron esperar arriba de 15 décimas de segundo en líneas de espera.

#### Servicio en canal

- 40347 transacciones no se encolaron
- 3199 se encolaron un tiempo menor a 5 décimas de segundo para ser atendidas por el canal financiero.

- 1 transacción esperó entre 5 y 10 décimas de segundo en Cola.

#### Servicio en CPU

- El 94.71% (41243) de transacciones no requirieron encolarse.
- El 5.07% (2210) se encoló un tiempo menor a 5 décimas de segundo.
- 0.21% de las transacciones (93) se encoló entre 5 y 10 décimas de segundo.

#### 4.5 Análisis de Sensibilidad

Una de las más grandes facilidades que proporciona la simulación es el poder realizar análisis de sensibilidad. Podemos determinar vía simulación qué es lo que estará pasando en nuestra instalación en un tiempo futuro. Para esto es necesario determinar simplemente la carga que se provee para tiempos futuros, y con éstos alimentar nuestro modelo de simulación para observar el comportamiento de la instalación a tiempos futuros determinados.

Este inciso tiene como objetivo analizar el comportamiento del Centro de Cómputo de Bancomer suponiendo que el equipo (Hardware) permanece similar al equipo con que se cuenta actualmente, pero la tasa de llegada de transacciones por sucursal aumenta de 1 cada 25 segundos como es actualmente, a 1 cada 20 segundos y posteriormente a 1 cada 12 segundos. Estos crecimientos se esperan dentro de uno y tres años respectivamente.

El porqué de estas tasas de crecimiento básicamente está directamente relacionada con la expansión de Cajeros Automáticos para el primer año, y con el proyecto de red compartida de Cajeros Automáticos así como expansión de la propia red para el segundo año.

Con los resultados obtenidos en la simulación se deberá determinar el equipo que se saturará al manejar las nuevas tasas de servicio requeridas para proporcionar un buen servicio al cliente. Esto dará la

pauta para conocer el equipo a crecer o cambiar por otro mayor y así poder identificar en los presupuestos de inversiones de equipo partidas de adquisiciones designadas para la compra del equipo determinado por el análisis de sensibilidad del modelo de simulación.

Una vez procesados los modelos de simulación se obtuvieron las siguientes conclusiones:

(Los resultados se muestran en el Anexo 4 partes A y B).

### Conclusiones

#### 1 transacción cada 20 segundos

- En las dos horas y media de proceso, se operaron 47,211 transacciones; quedándose 4 transacciones en la fase última de la simulación.
- El número de entradas en las facilidades de los controladores 4701 fue en promedio 1,600 entradas. El porcentaje de disponibilidad fue del 100%.
- En los almacenadores de los controladores financieros con capacidad de 5 transacciones simultáneas, el contenido máximo fue de 3 y 4 transacciones simultáneas básicamente.

- El servicio en los canales de la CPU que introducen las transacciones a la CPU saturó en determinado momento su capacidad.
- De igual forma el proceso en la computadora saturó su capacidad al procesar las transacciones. La CPU actual (3083-J) tiene una capacidad simultánea promedio de 6 transacciones. Se registraron picos con 6 transacciones simultáneas.
- En relación con las colas o líneas de espera en todas ellas se registró ocupancia, sin embargo el contenido máximo en los controladores 4701 fue un máximo de 3 transacciones.

Sin embargo la cola para entrar al servicio de la switchadora IMS registró un máximo de contención de 16 transacciones simultáneas, siendo el porcentaje de entradas que tuvieron que formar Cola de 43.2% de éstas.

- La cola de espera para servicio en el canal observó un 90% de transacciones que no requirieron formar Cola y se observaron también 14 transacciones simultáneas en línea de espera; situación muy similar ocurre con el proceso en la computadora.

- Básicamente, se encuentran problemas con el equipo de switcheo (IMS), con los canales de la computadora y con el nivel de ejecución del computador.

#### 1 transacción cada 12 segundos

- Se registraron 47,984 transacciones en un lapso de 2 horas y media. Únicamente unos cuantos cientos más que las registradas al operar una transacción cada 20 segundos.
- Prácticamente se registraron situaciones similares en las facilidades y en los almacenadores a la situación analizada anteriormente en este inciso.
- Obviamente al introducirse más transacciones por segundo en el modelo, el servicio en los canales del procesador central así como en el procesador central mismo se registraron saturación en un momento determinado en su capacidad de proceso.
- En los equipos controladores financieros 4701 prácticamente se revive la misma actividad que en el anterior análisis en relación con las Colas que se generan en estos equipos.

- Básicamente, la sobresaturación de equipos se incrementa con respecto al análisis anterior de este inciso en la switcheadora y en los canales de la computadora así como en esta misma registrándose un porcentaje de entradas que requirieron hacer cola de 64%, 17% y 36% de las transacciones que requirieron de este servicio respectivamente.
  
- Al igual que al observar el modelo con 20 transacciones por segundo, en este análisis se puede concluir que experimentan ya problemas serios los equipos de switcheo, los canales financieros del procesador central y la tasa de ejecución del procesador.

## CONCLUSIONES

El análisis de los modelos y capítulos anteriores presentados nos lleva a derivar las conclusiones siguientes:

El proceso de simulación tiene sus bases en la teoría de Colas. Sin embargo la simulación tiene propiedades más fuertes como son: el manejo del tiempo (posibilidad de simular procesos de horas en cuestión de segundos), la elaboración de modelos matemáticos complejos y su procesamiento relacionado con actividades (bloques) mediante líneas de unión de dichos bloques, opción de selección de caminos (bloque Transfer), generación de números pseudo-aleatorios, posibilidad de analizar las líneas de espera a detalle (almacenamiento de estadísticas) entre otras varias propiedades.

La simulación es una herramienta necesaria e importante en instalaciones medianas y altamente complejas como es el caso de un banco con casi 1000 sucursales (caso específico de Bancomer), ya que esta herramienta (caso particular GPSS) proporciona la posibilidad de analizar el equipo sobre saturado instalado en la red que deberá ser reemplazado o incrementado en su poder en un tiempo futuro.

De los modelos analizados en el presente estudio, se observó que la switchheadora IMS, los canales financieros de la computadora y el poder de ejecución de la computadora se encuentran actualmente algo saturados, sobre todo en períodos pico (11:30 AM). A la finalización de este trabajo ya se tomó la decisión de incrementar el poder de cómputo de los procesadores centrales en Bancomer para el presente año. En relación con la switchheadora, está siendo analizada la posibilidad de utilizar el respaldo de ésta (otro equipo dedicado únicamente a respaldar al primero) en funcionamiento conjunto, o incrementar las líneas de recepción y transmisión.

Los puntos anteriores son reforzados simplemente observando los resultados que arrojó el análisis de sensibilidad realizado para determinar el estado de los equipos en 1 y 3 años respectivamente.

En relación con el equipo restante involucrado en el modelo de simulación podemos comentar que: los controladores 4701 y 37X5 prácticamente no representan ningún problema serio en las instalaciones. En períodos pico alcanza a registrar cuando mucho 2 ó 3 transacciones en cola en espera de ser atendidas, pero en realidad esta cantidad simultánea no implica riesgos en el servicio al cliente.

Es importante analizar la factibilidad de añadir un canal más al procesador central y dedicarlo a procesar también transacciones financieras, o en su defecto contemplar la sustitución de algún canal asignado a "X" tarea, para realizar el proceso de transacciones financieras.

El uso del paquete de simulación debe ser más difundido y se le debe incorporar mayor importancia en las grandes instalaciones de nuestro país, dada su baja utilización actual y los grandes beneficios que proporciona al elaborar modelos muy cercanos a la realidad tan complejos como se deseen.

Con este trabajo se pretenden mostrar las bondades que ofrecen las herramientas de simulación en particular el GPSS.

ANEXO 1

## BIBLIOGRAFIA

1. Investigación de Operaciones. Una Introducción  
Hamdy A. Taha  
Representaciones y Servicios de Ingeniería, S.A.  
México
2. Introducción a la Teoría de Probabilidades y sus  
Aplicaciones.  
William Feller, 2a. Edición Limusa  
México
3. System Simulation  
Geoffrey Gordon  
IBM Corporation New York Scientific Center  
Prentice - Hall, Inc.  
Englewood Cliffs, New Jersey
4. General Purpose Simulation System V (OS)  
Application Description  
Program Product (IBM)
5. General Purpose Simulation System V (OS)  
Users Manual  
Program Product (IBM) 5734 - X82 (OS)  
5736 - X83 (DOS)
6. General Purpose Simulation System V (OS)  
Operations Manual  
Program Product (IBM) 5734 - X82

7. **Probability, Statistics, and queuing Theory with  
Computer Science Applications.**  
Arnold O. Allen  
IBM Systems Science Institute L.A. California  
Academic Press Inc.
8. **Métodos y Modelos de Investigación de Operaciones**  
Juan Prawda, Ed. Limusa, Volumen 2
9. **Capacity Planning Basic Models  
Study Guide**  
IBM I-0100  
Independent Study Program
10. **Manual de Curso Planeación de Capacidad en Informática**  
IBM SG833

BLOCK  
NUMBER

```

*****
#LOC OPERATION A,B,C,D,E,F,G,H,I COMMENTS
*****
SIMULACION DEL CENTRO DE COMPUTO DE BANCOMER
SE INCLUYEN TODAS LAS SUCURSALES AREA METROPOLITANA
O NIVEL TERMINAL 4704 EN CADA UNA DE LAS SUCURSALES
Y SU PROCESO HASTA LLEGAR A LA CPU Y DISCOS REQUERIDOS.
*****
SIMULATE 1
ESTA FUNCION ASIGNA DE MANERA ALEATORIA LA TASA DE LLEGADA DE TRAN-
SACCIONES A LAS TERMINALES FINANCIERAS EN SUCURSAL.
*****
FUNCION EXPONENCIAL
EXPON FUNCTION BN1,C24
00/1.1.104/1.81.222/1.1355/4.1.507/5.169/6.1.915/7.1.2/75.1.30
87.3.5/98.3.9/99.2.12/99.5.3/99.8.2/99.9.1/99.9.7.0/99.97.8.0
*****
ESTA FUNCION ASIGNA DE MANERA ALEATORIA EL TIEMPO DE SERVICIO EN
CADA UNO DE LOS CONTROLADORES 4701.
*****
FUNCION EXPONENCIAL
EXPON FUNCTION BN2,C29
00/1.1.104/1.81.222/1.1355/4.1.507/5.169/6.1.915/7.1.2/75.1.30
87.3.5/98.3.9/99.2.12/99.5.3/99.8.2/99.9.1/99.9.7.0/99.97.8.0
*****
ESTA FUNCION ASIGNA DE MANERA ALEATORIA EL TIEMPO DE SERVICIO EN
EL PASO DE MODER - MODER - IMS.
*****
FUNCION EXPONENCIAL
EXPON FUNCTION BN3,C24
00/1.1.104/1.81.222/1.1355/4.1.507/5.169/6.1.915/7.1.2/75.1.30
87.3.5/98.3.9/99.2.12/99.5.3/99.8.2/99.9.1/99.9.7.0/99.97.8.0
*****
ESTA FUNCION ASIGNA DE MANERA ALEATORIA EL TIEMPO DE SERVICIO EN
LA SWITCHHEADORA Y LA COMUNICACION CON EL CONTROLADOR DE COMUNICA-
CIONES 3725.
*****
FUNCION EXPONENCIAL
EXPON FUNCTION BN4,C24
00/1.1.104/1.81.222/1.1355/4.1.507/5.169/6.1.915/7.1.2/75.1.30
87.3.5/98.3.9/99.2.12/99.5.3/99.8.2/99.9.1/99.9.7.0/99.97.8.0
*****
ESTA FUNCION ASIGNA DE MANERA ALEATORIA EL TIEMPO DE SERVICIO EN
EL CONTROLADOR DE COMUNICACIONES 3725 Y EL PASO A LA CPU.
*****
FUNCION EXPONENCIAL
*****

```

STATEMENT  
NUMBER

00150002  
00160002  
00170010  
00180003  
00190003  
00200002  
00210000  
00220003  
00230003  
00240003  
00250002  
00260002  
00270000  
00280003  
00290000  
00300000  
00310000  
00320000  
00330000  
00340003  
00350002  
00360000  
00370000  
00380000  
00390000  
00400000  
00410000  
00420000  
00430000  
00440000  
00450000  
00460000  
00470000  
00480000  
00490000  
00500000  
00510000  
00520000  
00530000  
00540000  
00550000  
00560000  
00570000  
00580000  
00590000  
00600002  
00610002  
00620000  
00630000  
00640000  
00650000  
00660002  
00670000  
00680000  
00690002

\* EXPOS FUNCTION RNS C24  
 0 0 1 104 1 83 222 3 155 4 1 509 5 2 69 6 1 915 7 1 2 75 1 39  
 8 1 6 2 84 1 83 222 3 155 4 1 509 5 2 69 6 1 915 7 1 2 75 1 39  
 97 3 5 98 3 9 99 4 6 7 995 5 3 7 998 6 2 7 999 7 0 7 999 7 8 0

\* ESTA FUNCION ASIGNA DE MANERA ALEATORIA EL TIEMPO DE SERVICIO EN  
 \* LOS CANALES DE LA CPU

F U N C I O N E X P O N E N C I A L

\* EXPOS FUNCTION RNS C24  
 0 0 1 104 1 83 222 3 155 4 1 509 5 2 69 6 1 915 7 1 2 75 1 39  
 8 1 6 2 84 1 83 222 3 155 4 1 509 5 2 69 6 1 915 7 1 2 75 1 39  
 97 3 5 98 3 9 99 4 6 7 995 5 3 7 998 6 2 7 999 7 0 7 999 7 8 0

\* ESTA FUNCION ASIGNA DE MANERA ALEATORIA EL TIEMPO DE SERVICIO EN  
 \* LA CPU

F U N C I O N E X P O N E N C I A L

\* EXPOS FUNCTION RNS C24  
 0 0 1 104 1 83 222 3 155 4 1 509 5 2 69 6 1 915 7 1 2 75 1 39  
 8 1 6 2 84 1 83 222 3 155 4 1 509 5 2 69 6 1 915 7 1 2 75 1 39  
 97 3 5 98 3 9 99 4 6 7 995 5 3 7 998 6 2 7 999 7 0 7 999 7 8 0

\* ESTA FUNCION ASIGNA DE MANERA ALEATORIA EL TIEMPO DE REGRESO DE  
 \* LA TRANSACCION A LA SUCURSAL

F U N C I O N E X P O N E N C I A L

\* EXPOS FUNCTION RNS C24  
 0 0 1 104 1 83 222 3 155 4 1 509 5 2 69 6 1 915 7 1 2 75 1 39  
 8 1 6 2 84 1 83 222 3 155 4 1 509 5 2 69 6 1 915 7 1 2 75 1 39  
 97 3 5 98 3 9 99 4 6 7 995 5 3 7 998 6 2 7 999 7 0 7 999 7 8 0

\* TRANSACTIONS DE LAS 4 SUCURSALES INCLUIDAS SE TERMINA  
 \* LES CONECTADAS AL PRIMER 4703.

\* \* \* \* \*  
 \* GENERATE 0250, FMS EXPON ARRIVO DE TRANSAC A LA SUCS 1  
 \* TRANSFER ,CONT1 TIEMPO EN LLEGAR AL CONTROLADOR  
 \* \* \* \* \*  
 \* GENERATE 0250, FMS EXPON ARRIVO DE TRANSAC A LA SUCS 2  
 \* TRANSFER ,CONT1 TIEMPO EN LLEGAR AL CONTROLADOR  
 \* \* \* \* \*  
 \* GENERATE 0250, FMS EXPON ARRIVO DE TRANSAC A LA SUCS 3  
 \* TRANSFER ,CONT1 TIEMPO EN LLEGAR AL CONTROLADOR  
 \* \* \* \* \*  
 \* GENERATE 0250, FMS EXPON ARRIVO DE TRANSAC A LA SUCS 4  
 \* TRANSFER ,CONT1 TIEMPO EN LLEGAR AL CONTROLADOR  
 \* \* \* \* \*  
 \* CONT1 QUEUE 1 TRANSAC EN COLA FUERA DEL CONTR 1

00700002  
 00710000  
 00720000  
 00730000  
 00740000  
 00750000  
 00760000  
 00770000  
 00780000  
 00790000  
 00800000  
 00810000  
 00820000  
 00830000  
 00840000  
 00850000  
 00860000  
 00870000  
 00880000  
 00890000  
 00900000  
 00910000  
 00920000  
 00930000  
 00940000  
 00950000  
 00960000  
 00970000  
 00980000  
 00990000  
 01000000  
 01010000  
 01020000  
 01030000  
 01040000  
 01050000  
 01060000  
 01070000  
 01080000  
 01090000  
 01100000  
 01110000  
 01120000  
 01130000  
 01140000  
 01150000  
 01160000  
 01170000  
 01180000  
 01190000  
 01200000

00000000  
 00010000  
 00020000  
 00030000  
 00040000  
 00050000  
 00060000  
 00070000  
 00080000  
 00090000  
 00100000  
 00110000  
 00120000  
 00130000  
 00140000  
 00150000  
 00160000  
 00170000  
 00180000  
 00190000  
 00200000  
 00210000  
 00220000  
 00230000  
 00240000  
 00250000  
 00260000  
 00270000  
 00280000  
 00290000  
 00300000  
 00310000  
 00320000  
 00330000  
 00340000  
 00350000  
 00360000  
 00370000  
 00380000  
 00390000  
 00400000

1  
 4  
 6  
 7  
 9  
 10  
 11  
 12  
 13

11/11/77 10:00:00

11/11/77 10:00:00

```

ENTRER MEMO1 ENTRAN AL CONTROLADOR
DEPART MEMO1 TRANSAC EN COLA DE SERVICIO
CODEP TRAN1 ENTRAN AL SERVICIO
SERVIZO FMS EXPO1 TIEMPO DE SERVICIO EN EL CONTROLADOR
DEPART TRAN1 SE LIBERA LA TRANSACCION
CODEP FMS EXPO2 TIEMPO EN PASAR DE MODEM AL IMS
SERVIZO MEMO1 TRANSFERENCIA AL IMS
LEAVE FMS
ADVANCE 1 FMS
TRANSFER 1 IMS
*****
* AQUÍ TERMINAN LAS
* TRANSACCIONES CONECTADAS AL CONTROLADOR 4701 NUMERO 1
*****
* TRANSACCIONES DE LAS 4 SUCCESALES INCLUIDAS 32 TERMINA
* LES CONECTADAS AL 4701 NUMERO 2
*****
ADVANCE 0250,FMS EXPON ARRIVO DE TRANSAC A LA SUCC 1
TRANSFER ,CONT2 TIEMPO EN LLEGAR AL CONTROLADOR
*
GENERATE 0250,FMS EXPON ARRIVO DE TRANSAC A LA SUCC 2
TRANSFER 1,CONT2 TIEMPO EN LLEGAR AL CONTROLADOR
*
GENERATE 0250,FMS EXPON ARRIVO DE TRANSAC A LA SUCC 3
ADVANCE 1,CONT2 TIEMPO EN LLEGAR AL CONTROLADOR
TRANSFER
*
GENERATE 0250,FMS EXPON ARRIVO DE TRANSAC A LA SUCC 4
ADVANCE 1,CONT2 TIEMPO EN LLEGAR AL CONTROLADOR
TRANSFER
*
CONT2 QUELIE 3 TRANSAC EN COLA FUERA DEL CONTR
ENTRER MEMO2 ENTRAN AL CONTROLADOR
DEPART MEMO2 TRANSAC EN COLA DE SERVICIO
CODEP TRAN2 ENTRAN AL SERVICIO
SERVIZO FMS EXPO1 TIEMPO DE SERVICIO EN EL CONTROLADOR
DEPART TRAN2 SE LIBERA LA TRANSACCION
CODEP FMS EXPO2 TIEMPO EN PASAR DE MODEM AL IMS
SERVIZO MEMO2 TRANSFERENCIA AL IMS
LEAVE FMS
ADVANCE 1 FMS
TRANSFER 1 IMS
*****
* AQUÍ TERMINAN LAS
* TRANSACCIONES CONECTADAS AL CONTROLADOR 4701 NUMERO 2
*****
* TRANSACCIONES DE LAS 4 SUCCESALES INCLUIDAS 32 TERMINA
* LES CONECTADAS AL 4701 NUMERO 3.

```

```

01150007
01160007
01170007
01180007
01190007
01200007
01210007
01220007
01230007
01240007
01250007
01260007
01270007
01280007
01290007
01300007
01310007
01320007
01330007
01340007
01350007
01360007
01370007
01380007
01390007
01400007
01410007
01420007
01430007
01440007
01450007
01460007
01470007
01480007
01490007
01500007
01510007
01520007
01530007
01540007
01550007
01560007
01570007
01580007
01590007
01600007
01610007
01620007
01630007
01640007
01650007
01660007
01670007
01680007
01690007
01700007
01710007
01720007
01730007
01740007
01750007
01760007
01770007
01780007
01790007
01800007
01810007
01820007
01830007
01840007
01850007
01860007
01870007
01880007
01890007
01900007
01910007
01920007
01930007
01940007
01950007
01960007
01970007
01980007
01990007
02000007

```

11/11/77 10:00:00

47  
48  
49  
50  
51  
52  
53  
54  
55  
56  
57  
58  
59  
60  
61  
62

```
*****  
GENERATE 0250,FN#EXPON ARRIVO DE TRANSAC A LA SUCS 1  
ADVANCE 1,CONT3 TIEMPO EN LLEGAR AL CONTROLADOR  
TRANSFER  
* GENERATE 0250,FN#EXPON ARRIVO DE TRANSAC A LA SUCS 2  
ADVANCE 1,CONT3 TIEMPO EN LLEGAR AL CONTROLADOR  
TRANSFER  
* GENERATE 0250,FN#EXPON ARRIVO DE TRANSAC A LA SUCS 3  
ADVANCE 1,CONT3 TIEMPO EN LLEGAR AL CONTROLADOR  
TRANSFER  
* GENERATE 0250,FN#EXPON ARRIVO DE TRANSAC A LA SUCS 4  
ADVANCE 1,CONT3 TIEMPO EN LLEGAR AL CONTROLADOR  
TRANSFER  
* CONT3 QUEUE 5 TRANSAC EN COLA FUERA DEL CONTR  
ENTER REMO3 ENTRAN AL CONTROLADOR  
DEPART 5  
QUEUE TRANS ENTRAN AL SERVICIO  
DEPART 5  
ADVANCE 1,FN#EXPO1 TIEMPO DE SERVICIO EN EL CONTROLADOR  
RELEASE TRANS SE LIBERA LA TRANSACCION  
LEAVE REMO3  
TRANSFER 1,FN#EXPO2 TIEMPO EN PASAR DE MODEN AL IMS  
*****  
* AGUI TERMINAN LAS  
* TRANSACCIONES CONECTADAS AL CONTROLADOR 4701 NUMERO 3  
*****  
* TRANSACCIONES DE LAS 4 SUCURSALES INCLUIDAS 32 TERMINA  
* LES CONECTADAS AL 4701 NUMERO 4.  
*****  
GENERATE 0250,FN#EXPON ARRIVO DE TRANSAC A LA SUCS 1  
ADVANCE 1,CONT4 TIEMPO EN LLEGAR AL CONTROLADOR  
TRANSFER  
* GENERATE 0250,FN#EXPON ARRIVO DE TRANSAC A LA SUCS 2  
ADVANCE 1,CONT4 TIEMPO EN LLEGAR AL CONTROLADOR  
TRANSFER  
* GENERATE 0250,FN#EXPON ARRIVO DE TRANSAC A LA SUCS 3  
ADVANCE 1,CONT4 TIEMPO EN LLEGAR AL CONTROLADOR  
TRANSFER  
* GENERATE 0250,FN#EXPON ARRIVO DE TRANSAC A LA SUCS 4  
ADVANCE 1,CONT4 TIEMPO EN LLEGAR AL CONTROLADOR  
TRANSFER  
* CONT4 QUEUE 7 TRANSAC EN COLA FUERA DEL CONTR
```

01564005  
01565005  
01566005  
01567005  
01640002  
01650002  
01651010  
01652000  
01653000  
01654000  
01655010  
01656000  
01657000  
01658000  
01659010  
01660000  
01661000  
01662000  
01663000  
01664000  
01665000  
01666000  
01667000  
01668000  
01669000  
01670000  
01671000  
01672000  
01673000  
01674000  
01675000  
01676000  
01677000  
01678000  
01679000  
01680000  
01681000  
01682000  
01683000  
01684000  
01685000  
01686000  
01687000  
01688000  
01689000  
01690000  
01691000  
01692000  
01693000  
01694000  
01695000  
01696000  
01697000  
01698000  
01699000  
01700000

170  
171  
172  
173  
174  
175  
176  
177  
178  
179  
180  
181  
182  
183  
184  
185  
186  
187  
188  
189  
190  
191  
192  
193  
194  
195  
196  
197  
198  
199  
200  
201  
202  
203  
204  
205  
206  
207  
208  
209  
210  
211  
212  
213  
214  
215  
216  
217  
218  
219  
220

83  
84  
85  
86  
87  
88  
89  
90  
91  
92

ENTER	MEMO4	ENTRAN AL CONTROLADOR
DEPART	9	
QUEUE	9	TRANSAC EN COLA DE SERVICIO
DEPART	9	ENTRAN AL SERVICIO
DEPART	9	
ADVANCE	2	TIEMPO DE SERVICIO EN EL CONTROLADOR
RELEASE	1	SE LIBERA LA TRANSACCION
LEAVE	MEMO4	
ADVANCE	1	TIEMPO EN PASAR DE MODEM AL IMS
TRANSFER	IMS	TRANSFERENCIA AL IMS

\*\*\*\*\*

AGUT TERMINAN LAS  
TRANSACCIONES CONECTADAS AL CONTROLADOR 4701 NUMERO 4

\*\*\*\*\*

TRANSACCIONES DE LAS 4 SUCURSALES INCLUIDAS 32 TERMINA  
LES CONECTADAS AL 4701 NUMERO 5.

93  
94  
95  
96  
97  
98  
99  
100  
101  
102  
103  
104  
105  
106  
107  
108  
109  
110  
111  
112  
113

GENERATE	0250, FN9EXPON	ARRIVO DE TRANSAC A LA SUCS 1
ADVANCE	1	TIEMPO EN LLEGAR AL CONTROLADOR
TRANSFER	.CONTS	
GENERATE	0250, FN9EXPON	ARRIVO DE TRANSAC A LA SUCS 2
ADVANCE	1	TIEMPO EN LLEGAR AL CONTROLADOR
TRANSFER	.CONTS	
GENERATE	0250, FN9EXPON	ARRIVO DE TRANSAC A LA SUCS 3
ADVANCE	1	TIEMPO EN LLEGAR AL CONTROLADOR
TRANSFER	.CONTS	
GENERATE	0250, FN9EXPON	ARRIVO DE TRANSAC A LA SUCS 4
ADVANCE	1	TIEMPO EN LLEGAR AL CONTROLADOR
TRANSFER	.CONTS	
CONTS	QUEUE	9
	ENTER	MEMO5
	DEPART	9
	QUEUE	9
	DEPART	9
	DEPART	9
	ADVANCE	2
	RELEASE	1
	LEAVE	MEMO5
	ADVANCE	1
	TRANSFER	IMS

\*\*\*\*\*

AGUT TERMINAN LAS  
TRANSACCIONES CONECTADAS AL CONTROLADOR 4701 NUMERO 5

\*\*\*\*\*

TRANSACCIONES DE LAS 4 SUCURSALES INCLUIDAS 32 TERMINA  
LES CONECTADAS AL 4701 NUMERO 6.

01 02600007  
02 02700008  
03 02800009  
04 01990007  
05 02000008  
06 02010005  
07 02020007  
08 02030007  
09 02040005  
10 02050005  
11 02060005  
12 02070005  
13 02080005  
14 02090005  
15 02100005  
16 02110005  
17 02120005  
18 02130005  
19 02140005  
20 02150005  
21 02160005  
22 02170005  
23 02180005  
24 02190005  
25 02200005  
26 02210005  
27 02220005  
28 02230005  
29 02240005  
30 02250005  
31 02260005  
32 02270005  
33 02280005  
34 02290005  
35 02300005  
36 02310005  
37 02320005  
38 02330005  
39 02340005  
40 02350005  
41 02360005  
42 02370005  
43 02380005  
44 02390005  
45 02400007  
46 02410007  
47 02420005  
48 02430005  
49 02440005  
50 02450005  
51 02460005  
52 02470005  
53 02480005  
54 02490005  
55 02500005  
56 02510007  
57 02520005

01 02600007  
02 02700008  
03 02800009  
04 01990007  
05 02000008  
06 02010005  
07 02020007  
08 02030007  
09 02040005  
10 02050005  
11 02060005  
12 02070005  
13 02080005  
14 02090005  
15 02100005  
16 02110005  
17 02120005  
18 02130005  
19 02140005  
20 02150005  
21 02160005  
22 02170005  
23 02180005  
24 02190005  
25 02200005  
26 02210005  
27 02220005  
28 02230005  
29 02240005  
30 02250005  
31 02260005  
32 02270005  
33 02280005  
34 02290005  
35 02300005  
36 02310007  
37 02320005  
38 02330005  
39 02340005  
40 02350005  
41 02360005  
42 02370005  
43 02380005  
44 02390005  
45 02400007  
46 02410007  
47 02420005  
48 02430005  
49 02440005  
50 02450005  
51 02460005  
52 02470005  
53 02480005  
54 02490005  
55 02500005  
56 02510007  
57 02520005





185	GENERATE	0250.FN#EXPON	ARRIVO DE TRANSAC A LA SUCS 1	03670006	398
186	ADVANCE	1	TIEMPO EN LLEGAR AL CONTROLADOR	03680006	399
187	TRANSFER	,CONT9		03690010	400
188	GENERATE	0250.FN#EXPON	ARRIVO DE TRANSAC A LA SUCS 2	03710006	401
189	ADVANCE	1	TIEMPO EN LLEGAR AL CONTROLADOR	03720006	402
190	TRANSFER	,CONT9		03730010	403
191	GENERATE	0250.FN#EXPON	ARRIVO DE TRANSAC A LA SUCS 3	03740006	404
192	ADVANCE	1	TIEMPO EN LLEGAR AL CONTROLADOR	03750006	405
193	TRANSFER	,CONT9		03760006	406
194	GENERATE	0250.FN#EXPON	ARRIVO DE TRANSAC A LA SUCS 4	03770010	407
195	ADVANCE	1	TIEMPO EN LLEGAR AL CONTROLADOR	03780006	408
196	TRANSFER	,CONT9		03790006	409
197	CONT9 QUEVE	17	TRANSAC EN COLA FUERA DEL CONTR	03800006	410
198	ENTER	MEM9	ENTRAN AL CONTROLADOR	03810006	411
199	QUEVE	17		03820007	412
200	ENTER	17	TRANSAC EN COLA DE SERVICIO	03830006	413
201	QUEVE	17	ENTRAN AL SERVICIO	03840006	414
202	ENTER	17		03850007	415
203	QUEVE	17		03860006	416
204	ENTER	17		03870006	417
205	QUEVE	17		03880006	418
206	ENTER	17		03890006	419
207	QUEVE	17		03900006	420
208	GENERATE	02.FN#EXPO1	TIEMPO DE SERVICIO EN EL CONTROLADOR	03910006	421
209	ADVANCE	1	SE LIBERA LA TRANSACCION	03920006	422
210	TRANSFER	,IMS		03930007	423
211	GENERATE	0250.FN#EXPON	ARRIVO DE TRANSAC A LA SUCS 1	03940006	424
212	ADVANCE	1	TIEMPO EN LLEGAR AL CONTROLADOR	03950006	425
213	TRANSFER	,CON10		03960006	426
214	GENERATE	0250.FN#EXPON	ARRIVO DE TRANSAC A LA SUCS 2	04000006	427
215	ADVANCE	1	TIEMPO EN LLEGAR AL CONTROLADOR	04010010	428
216	TRANSFER	,CON10		04020006	429
217	GENERATE	0250.FN#EXPON	ARRIVO DE TRANSAC A LA SUCS 3	04030006	430
218	ADVANCE	1	TIEMPO EN LLEGAR AL CONTROLADOR	04040006	431
219	TRANSFER	,CON10		04050006	432
220	CON10 QUEVE	19	TRANSAC EN COLA FUERA DEL CONTR	04060006	433
				04070006	434
				04080006	435
				04090006	436
				04100006	437
				04110010	438
				04120006	439
				04130006	440
				04140006	441
				04150010	442
				04160006	443
				04170006	444
				04180006	445
				04190010	446
				04200006	447
				04210006	448
				04220006	449
				04230006	450
				04240006	451
				04250006	452









359  
360  
361  
362  
363  
364  
365  
366  
367  
368

ENTER MEM16 ENTRAN AL CONTROLADOR  
DEPART 11  
CODEF 12A16 TRANSAC EN COLA DE SERVICIO  
DEPART 12A16 ENTRAN AL SERVICIO  
ADVANCE 12 FNSEXPO1 TIEMPO DE SERVICIO EN EL CONTROLADOR  
RELEASE TRAI6 SE LIBERA LA TRANSACCION  
LEAVE MEM16  
ADVANCE 1 FNSEXPO2 TIEMPO EN PASAR DE MODEM AL IMS  
TRANSFER :IMS TRANSFERENCIA AL IMS

06520007  
06530008  
06540008  
06550007  
06560006  
06570005  
06580007  
06590007  
06600006  
06610006  
06620006  
06630006  
06640006  
06650006  
06660006  
06670006  
06680006  
06690007  
06700007  
06710006

683  
684  
685  
686  
687  
688  
689  
690  
691  
692  
693  
694  
695  
696  
697  
698  
699  
700  
701  
702

\*\*\*\*\*  
\* AGUT TERMINAN LAS  
\* TRANSACCIONES CONECTADAS AL CONTROLADOR 4701 NUMERO 16  
\*\*\*\*\*  
\*\*\*\*\*  
\* TRANSACCIONES DE LAS 4 SUCURSALES INCLUIDAS 32 TERMINA  
\* LES CONECTADAS AL 4701 NUMERO 17  
\*\*\*\*\*

369  
370  
371  
372  
373  
374  
375  
376  
377

GENERATE 0250, FNSEXPON ARRIVO DE TRANSAC A LA SUCS 1  
ADVANCE 1 TIEMPO EN LLEGAR AL CONTROLADOR  
TRANSFER :CON17  
GENERATE 0250, FNSEXPON ARRIVO DE TRANSAC A LA SUCS 2  
ADVANCE 1 TIEMPO EN LLEGAR AL CONTROLADOR  
TRANSFER :CON17  
GENERATE 0250, FNSEXPON ARRIVO DE TRANSAC A LA SUCS 3  
ADVANCE 1 TIEMPO EN LLEGAR AL CONTROLADOR  
TRANSFER :CON17

06720006  
06730006  
06740006  
06750006  
06760006  
06770006  
06780006  
06790006  
06800006  
06810010  
06820006  
06830006  
06840006  
06850010  
06860006  
06870006  
06880006  
06890006  
06900006

703  
704  
705  
706  
707  
708  
709  
710  
711  
712  
713  
714  
715  
716  
717  
718  
719  
720  
721  
722

378  
380  
381  
382  
383  
384  
385  
386  
387  
388  
389  
390  
391

GENERATE 0250, FNSEXPON ARRIVO DE TRANSAC A LA SUCS 4  
TRANSFER :CON17 TIEMPO EN LLEGAR AL CONTROLADOR  
CON17 QUEUE 33  
ENTER MEM17 TRANSAC EN COLA FUERA DEL CONTR  
CODEF 34 ENTRAN AL CONTROLADOR  
SE 17E TRAI7 ENTRAN AL SERVICIO  
DEPART 34  
ADVANCE 2 FNSEXPO1 TIEMPO DE SERVICIO EN EL CONTROLADOR  
RELEASE MEM17 SE LIBERA LA TRANSACCION  
ADVANCE 1 FNSEXPO2 TIEMPO EN PASAR DE MODEM AL IMS  
TRANSFER :IMS TRANSFERENCIA AL IMS

06850006  
06860006  
06870006  
06880006  
06890006  
06900006  
06910006  
06920006  
06930006  
06940006  
06950006  
06960007  
06970007  
06980006  
06990006  
07000006  
07010006  
07020006  
07030006  
07040006  
07050006  
07060006  
07070007  
07080006

723  
724  
725  
726  
727  
728  
729  
730  
731  
732  
733  
734  
735  
736  
737  
738  
739

\*\*\*\*\*  
\* AGUT TERMINAN LAS  
\* TRANSACCIONES CONECTADAS AL CONTROLADOR 4701 NUMERO 17  
\*\*\*\*\*  
\*\*\*\*\*  
\* TRANSACCIONES DE LAS 4 SUCURSALES INCLUIDAS 32 TERMINA  
\* LES CONECTADAS AL 4701 NUMERO 18  
\*\*\*\*\*

392  
393  
394  
395  
396  
397  
398  
399  
400  
401  
402  
403  
404  
405  
406  
407  
408  
409  
410  
411  
412  
413  
414

```
*****  
GENERATE 0250,FNSEXPON ARRIVO DE TRANSAC A LA SUCS 1  
ADVANCE 1,CON18 TIEMPO EN LLEGAR AL CONTROLADOR  
TRANSFER .CON18  
* GENERATE 0250,FNSEXPON ARRIVO DE TRANSAC A LA SUCS 2  
ADVANCE 1,CON18 TIEMPO EN LLEGAR AL CONTROLADOR  
TRANSFER .CON18  
* GENERATE 0250,FNSEXPON ARRIVO DE TRANSAC A LA SUCS 3  
ADVANCE 1,CON18 TIEMPO EN LLEGAR AL CONTROLADOR  
TRANSFER .CON18  
* GENERATE 0250,FNSEXPON ARRIVO DE TRANSAC A LA SUCS 4  
ADVANCE 1,CON18 TIEMPO EN LLEGAR AL CONTROLADOR  
TRANSFER .CON18  
* CON18 QUEVE 35 TRANSAC EN COLA FUERA DEL CONTR  
REPART 35 ENTRAN AL CONTROLADOR  
SERVIZ 35 TRANSAC EN COLA DE SERVICIO  
SERVIZ 35 ENTRAN AL SERVICIO  
* REPART 35 FNSEXPO1 TIEMPO DE SERVICIO EN EL CONTROLADOR  
SERVIZ 35 SE LIBERA LA TRANSACCION  
ADVANCE 1,CON18  
* LEAVE 35 TIEMPO EN PASAR DE MODEM AL IMS  
ADVANCE 1,CON18 TRANSFERENCIA AL IMS  
TRANSFER .CON18  
*****
```

```
*****  
4701 TERMINAN LAS  
TRANSACCIONES CONECTADAS AL CONTROLADOR 4701 NUMERO 18  
*****  
*****  
TRANSACCIONES DE LAS SERVIDORALES INCLUIDAS 32 TERMINA  
LES CONECTADAS AL 4701 NUMERO 18  
*****
```

415  
416  
417  
418  
419  
420  
421  
422  
423  
424  
425  
426  
427

```
*****  
GENERATE 0250,FNSEXPON ARRIVO DE TRANSAC A LA SUCS 1  
ADVANCE 1,CON19 TIEMPO EN LLEGAR AL CONTROLADOR  
TRANSFER .CON19  
* GENERATE 0250,FNSEXPON ARRIVO DE TRANSAC A LA SUCS 2  
ADVANCE 1,CON19 TIEMPO EN LLEGAR AL CONTROLADOR  
TRANSFER .CON19  
* GENERATE 0250,FNSEXPON ARRIVO DE TRANSAC A LA SUCS 3  
ADVANCE 1,CON19 TIEMPO EN LLEGAR AL CONTROLADOR  
TRANSFER .CON19  
* GENERATE 0250,FNSEXPON ARRIVO DE TRANSAC A LA SUCS 4  
ADVANCE 1,CON19 TIEMPO EN LLEGAR AL CONTROLADOR  
TRANSFER .CON19  
* CON19 QUEVE 37 TRANSAC EN COLA FUERA DEL CONTR
```

07090006  
07100006  
07110010  
07120006  
07130006  
07140006  
07150010  
07160006  
07170006  
07180006  
07190010  
07200006  
07210006  
07220006  
07230010  
07240006  
07250006  
07260006  
07270006  
07280006  
07290006  
07300006  
07310006  
07320006  
07330006  
07340006  
07350006  
07360006  
07370006  
07380006  
07390006  
07400006  
07410006  
07420006  
07430006  
07440006  
07450006  
07460006  
07470006  
07480006  
07490010  
07500006  
07510006  
07520006  
07530010  
07540006  
07550006  
07560006  
07570010  
07580006  
07590006  
07600006  
07610006  
07620006  
07630006  
07640006  
07650006

740  
741  
742  
743  
744  
745  
746  
747  
748  
749  
750  
751  
752  
753  
754  
755  
756  
757  
758  
759  
760  
761  
762  
763  
764  
765  
766  
767  
768  
769  
770  
771  
772  
773  
774  
775  
776  
777  
778  
779  
780  
781  
782  
783  
784  
785  
786  
787  
788  
789  
790  
791  
792  
793  
794  
795



463	*****			08230006	
464	*****			08240006	854
465	*****			08250010	855
	GENERATE	0250, FN#EXPON	ARRIVO DE TRANSAC A LA SUCS 1	08260006	856
	ADVANCE	1	TIEMPO EN LLEGAR AL CONTROLADOR	08270006	857
	TRANSFER	,CON21		08280006	858
466	*****			08290010	859
467	*****			08300010	860
468	*****			08310006	861
	GENERATE	0250, FN#EXPON	ARRIVO DE TRANSAC A LA SUCS 2	08320006	862
	ADVANCE	1	TIEMPO EN LLEGAR AL CONTROLADOR	08330006	863
	TRANSFER	,CON21		08340006	864
469	*****			08350006	865
470	*****			08360006	866
471	*****			08370010	867
472	*****			08380006	868
	GENERATE	0250, FN#EXPON	ARRIVO DE TRANSAC A LA SUCS 3	08390006	869
	ADVANCE	1	TIEMPO EN LLEGAR AL CONTROLADOR	08400006	870
	TRANSFER	,CON21		08410006	871
473	*****			08420006	872
474	*****			08430006	873
475	*****			08440006	874
476	*****			08450006	875
477	*****			08460006	876
478	*****			08470006	877
479	*****			08480006	878
480	*****			08490006	879
481	*****			08500006	880
482	*****			08510006	881
483	*****			08520006	882
	CON21 QUEVE	43	TRANSAC EN COLA FUERA DEL CONTR	08530006	883
	ENTER	CON21	ENTRAN AL CONTROLADOR	08540006	884
	DEPART	43	TRANSAC EN COLA DE SERVICIO	08550006	885
	QUEVE	43	ENTRAN AL SERVICIO	08560006	886
	ENTER	TRA21	TIEMPO DE TRAYECTO A LA SUCS 1	08570006	887
	DEPART	22	SE LIBERA LA TRANSACCION	08580006	888
	QUEVE	22, FN#EXPO1	TIEMPO EN PASAR DE MODEN AL IMS	08590006	889
	DEPART	TRA21	TRANSPERENCIA AL IMS	08600006	890
	QUEVE	1, FN#EXPO2		08610006	891
	DEPART	IMS		08620006	892
	TRANSFER	IMS		08630006	893
	*****			08640006	894
	*****			08650006	895
	*****			08660006	896
	*****			08670006	897
	*****			08680006	898
	*****			08690006	899
	*****			08700006	900
	*****			08710006	901
	*****			08720006	902
	*****			08730006	903
	*****			08740006	904
	*****			08750006	905
	*****			08760006	906
	*****			08770006	907
	*****			08780006	908
	*****			08790006	909
	*****			08800006	910
484	*****			08810006	911
485	*****			08820006	912
486	*****			08830006	913
	GENERATE	0250, FN#EXPON	ARRIVO DE TRANSAC A LA SUCS 1	08840006	914
	ADVANCE	1	TIEMPO EN LLEGAR AL CONTROLADOR	08850006	915
	TRANSFER	,CON22		08860006	916
487	*****			08870006	917
488	*****			08880006	918
489	*****			08890006	919
	GENERATE	0250, FN#EXPON	ARRIVO DE TRANSAC A LA SUCS 2	08900006	920
	ADVANCE	1	TIEMPO EN LLEGAR AL CONTROLADOR	08910006	921
	TRANSFER	,CON22		08920006	922
490	*****			08930006	923
491	*****			08940006	924
492	*****			08950006	925
	GENERATE	0250, FN#EXPON	ARRIVO DE TRANSAC A LA SUCS 3	08960006	926
	ADVANCE	1	TIEMPO EN LLEGAR AL CONTROLADOR	08970006	927
	TRANSFER	,CON22		08980006	928
493	*****			08990006	929
494	*****			09000006	930
495	*****			09010006	931
	GENERATE	0250, FN#EXPON	ARRIVO DE TRANSAC A LA SUCS 4	09020006	932
	ADVANCE	1	TIEMPO EN LLEGAR AL CONTROLADOR	09030006	933
	TRANSFER	,CON22		09040006	934
496	*****			09050006	935
	CON22 QUEVE	43	TRANSAC EN COLA FUERA DEL CONTR	09060006	936
				09070006	937
				09080006	938
				09090006	939
				09100006	940







599	GENERATE	Q250.FN#EXPON	ARRIVO DE TRANSAC A LA SUCS 1	089836006	1082
600	ADVANCE	1	TIEMPO EN LLEGAR AL CONTROLADOR	089837100	1083
601	TRANSFER	.CON27		089839006	1085
602	GENERATE	Q250.FN#EXPON	ARRIVO DE TRANSAC A LA SUCS 2	089841006	1087
603	ADVANCE	1	TIEMPO EN LLEGAR AL CONTROLADOR	089842100	1088
604	TRANSFER	.CON27		089843006	1089
605	GENERATE	Q250.FN#EXPON	ARRIVO DE TRANSAC A LA SUCS 3	089845006	1091
606	ADVANCE	1	TIEMPO EN LLEGAR AL CONTROLADOR	089846100	1092
607	TRANSFER	.CON27		089847006	1093
608	GENERATE	Q250.FN#EXPON	ARRIVO DE TRANSAC A LA SUCS 4	089848006	1095
609	ADVANCE	1	TIEMPO EN LLEGAR AL CONTROLADOR	089849006	1096
610	TRANSFER	.CON27		089850100	1097
611	CON27 QUEUE	ES	TRANSAC EN COLA FUERA DEL CONTR	089851006	1098
612	ENTER	EN#27	ENTRAN AL CONTROLADOR	089852006	1099
613	DEPART	ES		089853006	1100
614	QUEUE	TRA27	TRANSAC EN COLA DE SERVICIO	089854006	1101
615	DEPART	ES	ENTRAN AL SERVICIO	089855006	1102
616	ADVANCE	1		089856006	1103
617	RELEASE	1.FN#EXPO1	TIEMPO DE SERVICIO EN EL CONTROLADOR	089857006	1104
618	ADVANCE	TRA27	SE LIBERA LA TRANSACCION	089858006	1105
619	TRANSFER	1.FN#EXPO2		089859006	1106
620	TRANSFER	1.FN#EXPO2	TIEMPO EN PASAR DE MODOE AL IMS	089860006	1107
621	TRANSFER	1.FN#EXPO2	TRANSFERENCIA AL IMS	089861007	1108
622	TRANSFER	1.FN#EXPO2		089862007	1109
623	TRANSFER	1.FN#EXPO2		089863006	1110
624	TRANSFER	1.FN#EXPO2		089864006	1111
625	TRANSFER	1.FN#EXPO2		089865006	1112
626	TRANSFER	1.FN#EXPO2		089866006	1113
627	TRANSFER	1.FN#EXPO2		089867006	1114
628	TRANSFER	1.FN#EXPO2		089868006	1115
629	TRANSFER	1.FN#EXPO2		089869006	1116
630	TRANSFER	1.FN#EXPO2		089870006	1117
631	TRANSFER	1.FN#EXPO2		089871006	1118
632	TRANSFER	1.FN#EXPO2		089872007	1119
633	TRANSFER	1.FN#EXPO2		089873006	1120
634	CON28 QUEUE	ES	TRANSAC EN COLA FUERA DEL CONTR	089874006	1121
635	TRANSFER	1		089875006	1122
636	TRANSFER	1		089876100	1123
637	TRANSFER	.CON28		089877006	1124
638	TRANSFER	.CON28		089878006	1125
639	TRANSFER	.CON28		089879006	1126
640	TRANSFER	.CON28		089880100	1127
641	TRANSFER	.CON28		089881006	1128
642	TRANSFER	.CON28		089882006	1129
643	TRANSFER	.CON28		089883006	1130
644	TRANSFER	.CON28		089884006	1131
645	TRANSFER	.CON28		089885006	1132
646	TRANSFER	.CON28		089886006	1133
647	TRANSFER	.CON28		089887006	1134
648	TRANSFER	.CON28		089888006	1135
649	TRANSFER	.CON28		089889006	1136
650	TRANSFER	.CON28		089890006	1137
651	TRANSFER	.CON28		089891006	1138
652	TRANSFER	.CON28		089892008	1139





711  
712  
713  
714  
715  
716  
717  
718  
719  
720  
721  
722  
723  
724  
725  
726  
727  
728  
729  
730

CPU

QUEUE  
ENTER  
DEPART  
QUEUE  
ENTER  
DEPART  
ADVANCE  
LEAVE  
LEAVE  
QUEUE  
ENTER  
DEPART  
QUEUE  
ENTER  
DEPART  
ADVANCE  
LEAVE  
LEAVE  
ADVANCE  
TERMINATE

100  
CANAL  
105  
CANAL  
110  
CANAL  
115  
CANAL  
120  
CANAL  
125  
CANAL  
130  
CANAL  
135  
CANAL  
140  
CANAL  
145  
CANAL  
150  
CANAL  
155  
CANAL  
160  
CANAL  
165  
CANAL  
170  
CANAL  
175  
CANAL  
180  
CANAL  
185  
CANAL  
190  
CANAL  
195  
CANAL  
200  
CANAL  
205  
CANAL  
210  
CANAL  
215  
CANAL  
220  
CANAL  
225  
CANAL  
230  
CANAL  
235  
CANAL  
240  
CANAL  
245  
CANAL  
250  
CANAL  
255  
CANAL  
260  
CANAL  
265  
CANAL  
270  
CANAL  
275  
CANAL  
280  
CANAL  
285  
CANAL  
290  
CANAL  
295  
CANAL  
300  
CANAL  
305  
CANAL  
310  
CANAL  
315  
CANAL  
320  
CANAL  
325  
CANAL  
330  
CANAL  
335  
CANAL  
340  
CANAL  
345  
CANAL  
350  
CANAL  
355  
CANAL  
360  
CANAL  
365  
CANAL  
370  
CANAL  
375  
CANAL  
380  
CANAL  
385  
CANAL  
390  
CANAL  
395  
CANAL  
400  
CANAL  
405  
CANAL  
410  
CANAL  
415  
CANAL  
420  
CANAL  
425  
CANAL  
430  
CANAL  
435  
CANAL  
440  
CANAL  
445  
CANAL  
450  
CANAL  
455  
CANAL  
460  
CANAL  
465  
CANAL  
470  
CANAL  
475  
CANAL  
480  
CANAL  
485  
CANAL  
490  
CANAL  
495  
CANAL  
500  
CANAL  
505  
CANAL  
510  
CANAL  
515  
CANAL  
520  
CANAL  
525  
CANAL  
530  
CANAL  
535  
CANAL  
540  
CANAL  
545  
CANAL  
550  
CANAL  
555  
CANAL  
560  
CANAL  
565  
CANAL  
570  
CANAL  
575  
CANAL  
580  
CANAL  
585  
CANAL  
590  
CANAL  
595  
CANAL  
600  
CANAL  
605  
CANAL  
610  
CANAL  
615  
CANAL  
620  
CANAL  
625  
CANAL  
630  
CANAL  
635  
CANAL  
640  
CANAL  
645  
CANAL  
650  
CANAL  
655  
CANAL  
660  
CANAL  
665  
CANAL  
670  
CANAL  
675  
CANAL  
680  
CANAL  
685  
CANAL  
690  
CANAL  
695  
CANAL  
700  
CANAL  
705  
CANAL  
710  
CANAL  
715  
CANAL  
720  
CANAL  
725  
CANAL  
730  
CANAL  
735  
CANAL  
740  
CANAL  
745  
CANAL  
750  
CANAL  
755  
CANAL  
760  
CANAL  
765  
CANAL  
770  
CANAL  
775  
CANAL  
780  
CANAL  
785  
CANAL  
790  
CANAL  
795  
CANAL  
800  
CANAL  
805  
CANAL  
810  
CANAL  
815  
CANAL  
820  
CANAL  
825  
CANAL  
830  
CANAL  
835  
CANAL  
840  
CANAL  
845  
CANAL  
850  
CANAL  
855  
CANAL  
860  
CANAL  
865  
CANAL  
870  
CANAL  
875  
CANAL  
880  
CANAL  
885  
CANAL  
890  
CANAL  
895  
CANAL  
900  
CANAL  
905  
CANAL  
910  
CANAL  
915  
CANAL  
920  
CANAL  
925  
CANAL  
930  
CANAL  
935  
CANAL  
940  
CANAL  
945  
CANAL  
950  
CANAL  
955  
CANAL  
960  
CANAL  
965  
CANAL  
970  
CANAL  
975  
CANAL  
980  
CANAL  
985  
CANAL  
990  
CANAL  
995  
CANAL  
1000  
CANAL

TRANSAC EN COLA DE CANAL  
ENTRAN AL CANAL  
TRANS EN COLA DE SERV EN CANAL  
ENTRA A SERVICIO EN EL CANAL  
SERVICIO EN CANAL  
SALE DEL CANAL  
SE LIBERA LA TRANSACCION  
TRANSAC EN COLA DE SPOOL  
ENTRAN A LA CPU  
ENTRA A COLA EN PROCESO CPU  
SALE DE COLA EN CPU  
PROCESO EN CPU Y PASO  
SALE DEL PROCESO EN CPU  
SE LIBERA LA TRANSACCION DE LA CPU  
LA TRANS REGRESA A SPOOL  
SE LIBERA LA TRANSACCION

09190008  
09200008  
09210008  
09220008  
09230008  
09240008  
09250008  
09260008  
09270008  
09280008  
09290008  
09300008  
09310008  
09320008  
09330008  
09340008  
09350008  
09360008  
09370008  
09380008  
09390008  
09400008  
09410008  
09420008  
09430008  
09440008  
09450008  
09460008  
09470008  
09480008  
09490008  
09500008  
09510008  
09520008  
09530008  
09540008  
09550008  
09560008  
09570008  
09580008  
09590008  
09600008  
09610008  
09620008  
09630008  
09640008  
09650008  
09660008  
09670008  
09680008  
09690008  
09700008  
09710008  
09720008  
09730008  
09740008  
09750008  
09760008  
09770008  
09780008  
09790008  
09800008  
09810008  
09820008  
09830008  
09840008  
09850008  
09860008  
09870008  
09880008  
09890008  
09900008  
09910008  
09920008  
09930008  
09940008  
09950008  
09960008  
09970008  
09980008  
09990008  
10000008

1  
2  
3  
4  
5  
6  
7  
8  
9  
10  
11  
12  
13  
14  
15  
16  
17  
18  
19  
20  
21  
22  
23  
24  
25  
26  
27  
28  
29  
30  
31  
32  
33  
34  
35  
36  
37  
38  
39  
40  
41  
42  
43  
44  
45  
46  
47  
48  
49  
50  
51  
52  
53  
54  
55  
56  
57  
58  
59  
60  
61  
62  
63  
64  
65  
66  
67  
68  
69  
70  
71  
72  
73  
74  
75  
76  
77  
78  
79  
80  
81  
82  
83  
84  
85  
86  
87  
88  
89  
90  
91  
92  
93  
94  
95  
96  
97  
98  
99  
100  
101  
102  
103  
104  
105  
106  
107  
108  
109  
110  
111  
112  
113  
114  
115  
116  
117  
118  
119  
120  
121  
122  
123  
124  
125  
126  
127  
128  
129  
130  
131  
132  
133  
134  
135  
136  
137  
138  
139  
140  
141  
142  
143  
144  
145  
146  
147  
148  
149  
150  
151  
152  
153  
154  
155  
156  
157  
158  
159  
160  
161  
162  
163  
164  
165  
166  
167  
168  
169  
170  
171  
172  
173  
174  
175  
176  
177  
178  
179  
180  
181  
182  
183  
184  
185  
186  
187  
188  
189  
190  
191  
192  
193  
194  
195  
196  
197  
198  
199  
200  
201  
202  
203  
204  
205  
206  
207  
208  
209  
210  
211  
212  
213  
214  
215  
216  
217  
218  
219  
220  
221  
222  
223  
224  
225  
226  
227  
228  
229  
230  
231  
232  
233  
234  
235  
236  
237  
238  
239  
240  
241  
242  
243  
244  
245  
246  
247  
248  
249  
250  
251  
252  
253  
254  
255  
256  
257  
258  
259  
260  
261  
262  
263  
264  
265  
266  
267  
268  
269  
270  
271  
272  
273  
274  
275  
276  
277  
278  
279  
280  
281  
282  
283  
284  
285  
286  
287  
288  
289  
290  
291  
292  
293  
294  
295  
296  
297  
298  
299  
300  
301  
302  
303  
304  
305  
306  
307  
308  
309  
310  
311  
312  
313  
314  
315  
316  
317  
318  
319  
320  
321  
322  
323  
324  
325  
326  
327  
328  
329  
330  
331  
332  
333  
334  
335  
336  
337  
338  
339  
340  
341  
342  
343  
344  
345  
346  
347  
348  
349  
350  
351  
352  
353  
354  
355  
356  
357  
358  
359  
360  
361  
362  
363  
364  
365  
366  
367  
368  
369  
370  
371  
372  
373  
374  
375  
376  
377  
378  
379  
380  
381  
382  
383  
384  
385  
386  
387  
388  
389  
390  
391  
392  
393  
394  
395  
396  
397  
398  
399  
400  
401  
402  
403  
404  
405  
406  
407  
408  
409  
410  
411  
412  
413  
414  
415  
416  
417  
418  
419  
420  
421  
422  
423  
424  
425  
426  
427  
428  
429  
430  
431  
432  
433  
434  
435  
436  
437  
438  
439  
440  
441  
442  
443  
444  
445  
446  
447  
448  
449  
450  
451  
452  
453  
454  
455  
456  
457  
458  
459  
460  
461  
462  
463  
464  
465  
466  
467  
468  
469  
470  
471  
472  
473  
474  
475  
476  
477  
478  
479  
480  
481  
482  
483  
484  
485  
486  
487  
488  
489  
490  
491  
492  
493  
494  
495  
496  
497  
498  
499  
500  
501  
502  
503  
504  
505  
506  
507  
508  
509  
510  
511  
512  
513  
514  
515  
516  
517  
518  
519  
520  
521  
522  
523  
524  
525  
526  
527  
528  
529  
530  
531  
532  
533  
534  
535  
536  
537  
538  
539  
540  
541  
542  
543  
544  
545  
546  
547  
548  
549  
550  
551  
552  
553  
554  
555  
556  
557  
558  
559  
560  
561  
562  
563  
564  
565  
566  
567  
568  
569  
570  
571  
572  
573  
574  
575  
576  
577  
578  
579  
580  
581  
582  
583  
584  
585  
586  
587  
588  
589  
590  
591  
592  
593  
594  
595  
596  
597  
598  
599  
600  
601  
602  
603  
604  
605  
606  
607  
608  
609  
610  
611  
612  
613  
614  
615  
616  
617  
618  
619  
620  
621  
622  
623  
624  
625  
626  
627  
628  
629  
630  
631  
632  
633  
634  
635  
636  
637  
638  
639  
640  
641  
642  
643  
644  
645  
646  
647  
648  
649  
650  
651  
652  
653  
654  
655  
656  
657  
658  
659  
660  
661  
662  
663  
664  
665  
666  
667  
668  
669  
670  
671  
672  
673  
674  
675  
676  
677  
678  
679  
680  
681  
682  
683  
684  
685  
686  
687  
688  
689  
690  
691  
692  
693  
694  
695  
696  
697  
698  
699  
700  
701  
702  
703  
704  
705  
706  
707  
708  
709  
710  
711  
712  
713  
714  
715  
716  
717  
718  
719  
720  
721  
722  
723  
724  
725  
726  
727  
728  
729  
730  
731  
732  
733  
734  
735  
736  
737  
738  
739  
740  
741  
742  
743  
744  
745  
746  
747  
748  
749  
750  
751  
752  
753  
754  
755  
756  
757  
758  
759  
760  
761  
762  
763  
764  
765  
766  
767  
768  
769  
770  
771  
772  
773  
774  
775  
776  
777  
778  
779  
780  
781  
782  
783  
784  
785  
786  
787  
788  
789  
790  
791  
792  
793  
794  
795  
796  
797  
798  
799  
800  
801  
802  
803  
804  
805  
806  
807  
808  
809  
810  
811  
812  
813  
814  
815  
816  
817  
818  
819  
820  
821  
822  
823  
824  
825  
826  
827  
828  
829  
830  
831  
832  
833  
834  
835  
836  
837  
838  
839  
840  
841  
842  
843  
844  
845  
846  
847  
848  
849  
850  
851  
852  
853  
854  
855  
856  
857  
858  
859  
860  
861  
862  
863  
864  
865  
866  
867  
868  
869  
870  
871  
872  
873  
874  
875  
876  
877  
878  
879  
880  
881  
882  
883  
884  
885  
886  
887  
888  
889  
890  
891  
892  
893  
894  
895  
896  
897  
898  
899  
900  
901  
902  
903  
904  
905  
906  
907  
908  
909  
910  
911  
912  
913  
914  
915  
916  
917  
918  
919  
920  
921  
922  
923  
924  
925  
926  
927  
928  
929  
930  
931  
932  
933  
934  
935  
936  
937  
938  
939  
940  
941  
942  
943  
944  
945  
946  
947  
948  
949  
950  
951  
952  
953  
954  
955  
956  
957  
958  
959  
960  
961  
962  
963  
964  
965  
966  
967  
968  
969  
970  
971  
972  
973  
974  
975  
976  
977  
978  
979  
980  
981  
982  
983  
984  
985  
986  
987  
988  
989  
990  
991  
992  
993  
994  
995  
996  
997  
998  
999  
1000  
1001  
1002  
1003  
1004  
1005  
1006  
1007  
1008  
1009  
1010  
1011  
1012  
1013  
1014  
1015  
1016  
1017  
1018  
1019  
1020  
1021  
1022  
1023  
1024  
1025  
1026  
1027  
1028  
1029  
1030  
1031  
1032  
1033  
1034  
1035  
1036  
1037  
1038  
1039  
1040  
1041  
1042  
1043  
1044  
1045  
1046  
1047  
1048  
1049  
1050  
1051  
1052  
1053  
1054  
1055  
1056  
1057  
1058  
1059  
1060  
1061  
1062  
1063  
1064  
1065  
1066  
1067  
1068  
1069  
1070  
1071  
1072  
1073  
1074  
1075  
1076  
1077  
1078  
1079  
1080  
1081  
1082  
1083  
1084  
1085  
1086  
1087  
1088  
1089  
1090  
1091  
1092  
1093  
1094  
1095  
1096  
1097  
1098  
1099  
1100  
1101  
1102  
1103  
1104  
1105  
1106  
1107  
1108  
1109  
1110  
1111  
1112  
1113  
1114  
1115  
1116  
1117  
1118  
1119  
1120  
1121  
1122  
1123  
1124  
1125  
1126  
1127  
1128  
1129  
1130  
1131  
1132  
1133  
1134  
1135  
1136  
1137  
1138  
1139  
1140  
1141  
1142  
1143  
1144  
1145  
1146  
1147  
1148  
1149  
1150  
1151  
1152  
1153  
1154  
1155  
1156  
1157  
1158  
1159  
1160  
1161  
1162  
1163  
1164  
1165  
1166  
1167  
1168  
1169  
1170  
1171  
1172  
1173  
1174  
1175  
1176  
1177  
1178  
1179  
1180  
1181  
1182  
1183  
1184  
1185  
1186  
1187  
1188  
1189  
1190  
1191  
1192  
1193  
1194  
1195  
1196  
1197  
1198  
1199  
1200  
1201  
1202  
1203  
1204  
1205  
1206  
1207  
1208  
1209  
1210  
1211  
1212  
1213  
1214  
1215  
1216  
1217  
1218  
1219  
1220  
1221  
1222  
1223  
1224  
1225  
1226  
1227  
1228  
1229  
1230  
1231  
1232  
1233  
1234  
1235  
1236  
1237  
1238  
1239  
1240  
1241  
1242  
1243  
1244  
1245  
1246  
1247  
1248  
1249  
1250  
1251  
1252  
1253  
1254  
1255  
1256  
1257  
1258  
1259  
1260  
1261  
1262  
1263  
1264  
1265  
1266  
1267  
1268  
1269  
1270  
1271  
1272  
1273  
1274  
1275  
1276  
1277  
1278  
1279  
1280  
1281  
1282  
1283  
1284  
1285  
1286  
1287  
1288  
1289  
1290  
1291  
1292  
1293  
1294  
1295  
1296  
1297  
1298  
1299  
1300  
1301  
1302  
1303  
1304  
1305  
1306  
1307  
1308  
1309  
1310  
1311  
1312  
1313  
1314  
1315  
1316  
1317  
1318  
1319  
1320  
1321  
1322  
1323  
1324  
1325  
1326  
1327  
1328  
1329  
1330  
1331  
1332  
1333  
1334  
1335  
1336  
1337  
1338  
1339  
1340  
1341  
1342  
1343  
1344  
1345  
1346  
1347  
1348  
1349  
1350  
1351  
1352  
1353  
1354  
1355  
1356  
1357  
1358  
1359  
1360  
1361  
1362  
1363  
1364  
1365  
1366  
1367  
1368  
1369  
1370  
1371  
1372  
1373  
1374  
1375  
1376  
1377  
1378  
1379  
1380  
1381  
1382  
1383  
1384  
1385  
1386  
1387  
1388  
1389  
1390  
1391  
1392  
1393  
1394  
1395  
1396  
1397  
1398  
1399  
1400  
1401  
1402  
1403  
1404  
1405  
1406  
1407  
1408  
1409  
1410  
1411  
1412  
1413  
1414  
1415  
1416  
1417  
1418  
1419  
1420  
1421  
1422  
1423  
1424  
1425  
1426  
1427  
1428  
1429  
1430  
1431  
1432  
1433  
1434  
1435  
1436  
1437  
1438  
1439  
1440  
1441  
1442  
1443  
1444  
1445  
1446  
1447  
1448  
1449  
1450  
1451  
1452  
1453  
1454  
1455  
1456  
1457  
1458  
1459  
1460  
1461  
1462  
1463  
1464  
1465  
1466  
1467  
1468  
1469  
1470  
1471  
1472  
1473  
1474  
1475  
1476  
1477  
1478  
1479  
1480  
1481  
1482  
1483  
1484  
1485  
1486  
1487  
1488  
1489  
1490  
1491  
1492  
1493  
1494  
1495  
1496  
1497  
1498  
1499  
1500  
1501  
1502  
1503  
1504  
1505  
1506  
1507  
1508  
1509  
1510  
1511  
1512  
1513  
1514  
1515  
1516  
1517  
1518  
1519  
1520  
1521  
1522  
1523  
1524  
1525  
1526  
1527  
1528  
1529  
1530  
1531  
1532  
1533  
1534  
1535  
1536  
1537  
1538  
1539  
1540  
1541  
1542  
1543  
1544  
1545  
1546  
1547  
1548  
1549  
1550  
1551  
1552  
1553  
1554  
1555  
1556  
1557  
1558  
1559  
1560  
1561  
1562  
1563  
1564  
1565  
1566  
1567  
1568  
1569  
1570  
1571  
1572  
1573  
1574  
1575  
1576  
1577  
1578  
1579  
1580  
1581  
1582  
1583  
1584  
1585  
1586  
1587  
1588  
1589  
1590  
1591  
1592  
1593  
1594  
1595  
1596  
1597  
1598  
1599  
1600  
1601  
1602  
1603  
1604  
1605  
1606  
1607  
1608  
1609  
1610  
1611  
1612  
1613  
1614  
1615  
1616  
1617  
1618  
1619  
1620  
1621  
1622  
1623  
1624  
1625  
1626  
1627  
1628  
1629  
1630  
1631  
1632  
1633  
1634  
1635  
1636  
1637  
1638  
1639  
1640  
1641  
1642  
1643  
1644  
1645  
1646  
1647  
1648  
1649  
1650  
1651  
1652  
1653  
1654  
1655  
1656  
1657  
1658  
1659  
1660  
1661  
1662  
1663  
1664  
1665  
1666  
1667  
1668  
1669  
1670  
1671  
1672  
1673  
1674  
1675  
1676  
1677  
1678  
1679  
1680  
1681  
1682  
1683  
1684  
1685  
1686  
1687  
1688  
1689  
1690  
1691  
1692  
1693  
1694  
1695  
1696  
1697  
1698  
1699  
1700  
1701  
1702  
1703  
1704  
1705  
1706  
1707  
1708  
1709  
1710  
1711  
1712  
1713  
1714  
1715  
1716  
1717  
1718  
1719  
1720  
1721  
1722  
1723  
1724  
1725  
1726  
1727  
1728  
1729  
1730  
1731  
1732  
1733  
1734  
1735  
1736  
1737  
1738  
1739  
1740  
1741  
1742  
1743  
1744  
1745  
1746  
1747  
1748



ANEXO 2

SYMBOL

OLT<sup>2</sup>  
OLT

NUMBER

9

REFERENCES

18

CROSS-REFERENCE  
BLOCKS

\*\*\*\* ASSEMBLY TIME = .00 MINUTES \*\*\*\*



RELATIVE CLOCK  
BLOCK CURRENT

0-0000000000  
17  
0

END

TOTAL  
BLOCK CURRENT  
TOTAL

1966 ABSOLUTE CLOCK

BLOCK CURRENT TOTAL

1966

BLOCK CURRENT

TOTAL

BLOCK CURRENT

TOTAL

BLOCK CURRENT

TOTAL

\*\*\*\*\* TOTAL RUN TIME (INCLUDING ASSEMBLY) = .00 MINUTES \*\*\*\*\*

## ANEXO 3

**CROSS-REFERENCE  
BLOCKS****SYMBOL****NUMBER****REFERENCES****QUEDA  
SALE  
CENT  
VENTE****3  
18  
18****7  
6  
6**

CROSS-REFERENCE  
QUEUES

SYMBOL  
LINEA

NUMBER

1

REFERENCES

8

12

18

\*\*\*\* ASSEMBLY TIME = .00 MINUTES \*\*\*\*

MODELO DE SIMULACION DE UNA VENTA DE BONOS DE UN CONCIERTO

1	SIMULATE	1
2	GENERATE	1,1
3	TRANSFER	1,10,3,15
4	QUEUE	1,10,3,15
5	TRANSFER	BOTH,5,10
6	SEIZE	1
7	DEPART	1
8	ADVANCE	1,1
9	RELEASE	1
10	TERMINATE	
11	SEIZE	1
12	DEPART	1
13	ADVANCE	1,1
14	RELEASE	1
15	TERMINATE	
16	START	1



\*\*\*\*\*  
 \* FACILITIES \*  
 \*\*\*\*\*

FACILITY	NUMBER ENTRIES %	AVERAGE TIME	AVERAGE TOTAL TIME	UTILIZATION	DURING UNAVAIL.	CURRENT STATUS	PERCENT AVAILABILITY	TRANSACTION NUMBER SEIZING	NUMBER PREEMPTING
1	92	5.918	355.361				100.0 100.0	12	16

\*\*\*\*\*  
 \* QUEUES \*  
 \*\*\*\*\*

QUEUE LINEA SAVERAGE END	MAXIMUM CONTENTS 51	AVERAGE CONTENTS 29.433	TOTAL ENTRIES 284	ZERO ENTRIES 3	PERCENT ZEROS 1.4	AVERAGE TIME/TRANS 33.450	SAVERAGE TIME/TRANS 33.950	TABLE NUMBER	CURRENT CONTENTS 48
SAVERAGE TIME/TRANS = AVERAGE TIME/TRANS EXCLUDING ZERO ENTRIES									

\*\*\*\*\* TOTAL RUN TIME (INCLUDING ASSEMBLY) = .00 MINUTES \*\*\*\*\*

## ANEXO 4







SYMBOL  
EXPON

NUMBER  
1

REFERENCES

CROSS-REFERENCE  
FUNCTIONS

EXPO1

2

EXPO2

3

EXPO3  
EXPO4  
EXPO5  
EXPO6  
EXPO7

6  
7  
8  
9  
10  
11  
12  
13  
14  
15  
16  
17  
18  
19  
20  
21  
22  
23  
24  
25  
26  
27  
28  
29  
30  
31  
32  
33  
34  
35  
36  
37  
38  
39  
40  
41  
42  
43  
44  
45  
46  
47  
48  
49  
50  
51  
52  
53  
54  
55  
56  
57  
58  
59  
60  
61  
62  
63  
64  
65  
66  
67  
68  
69  
70  
71  
72  
73  
74  
75  
76  
77  
78  
79  
80  
81  
82  
83  
84  
85  
86  
87  
88  
89  
90  
91  
92  
93  
94  
95  
96  
97  
98  
99  
100

100	101	102	103	104	105	106	107	108	109	110	111	112	113	114	115	116	117	118	119	120	121	122	123	124	125	126	127	128	129	130	131	132	133	134	135	136	137	138	139	140	141	142	143	144	145	146	147	148	149	150	151	152	153	154	155	156	157	158	159	160	161	162	163	164	165	166	167	168	169	170	171	172	173	174	175	176	177	178	179	180	181	182	183	184	185	186	187	188	189	190	191	192	193	194	195	196	197	198	199	200
-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----

\*\*\* ASSEMBLY TIME = .01 MINUTES \*\*\*

**SYMBOL**

CANA  
COC1  
COC2  
COC3  
COC4  
COC5  
COC6  
COC7  
COC8  
COC9  
COC10  
COC11  
COC12  
COC13  
COC14  
COC15  
COC16  
COC17  
COC18  
COC19  
COC20  
COC21  
COC22  
COC23  
COC24  
COC25  
COC26  
COC27  
COC28  
COC29  
COC30  
COC31  
COC32  
COC33  
COC34  
COC35  
COC36  
COC37  
COC38  
COC39  
COC40  
COC41  
COC42  
COC43  
COC44  
COC45  
COC46  
COC47  
COC48  
COC49  
COC50  
COC51  
COC52  
COC53  
COC54  
COC55  
COC56  
COC57  
COC58  
COC59  
COC60  
COC61  
COC62  
COC63  
COC64  
COC65  
COC66  
COC67  
COC68  
COC69  
COC70  
COC71  
COC72  
COC73  
COC74  
COC75  
COC76  
COC77  
COC78  
COC79  
COC80  
COC81  
COC82  
COC83  
COC84  
COC85  
COC86  
COC87  
COC88  
COC89  
COC90  
COC91  
COC92  
COC93  
COC94  
COC95  
COC96  
COC97  
COC98  
COC99  
COC100

**NUMBER**

100-1000000

**REFERENCES**

1280  
1281  
1282  
1283  
1284  
1285  
1286  
1287  
1288  
1289  
1290  
1291  
1292  
1293  
1294  
1295  
1296  
1297  
1298  
1299  
1300

**CROSS-REFERENCE  
TABLES**





828 8  
BLOCK CURRENT

1448 8  
TOTAL

878 8  
BLOCK CURRENT

318 8  
TOTAL

828 8  
BLOCK CURRENT

347 8  
TOTAL

890 8  
BLOCK CURRENT

1483 8  
TOTAL

628 8  
BLOCK CURRENT

43548 8  
TOTAL



TABLES IN 1945

REMAINING FREQUENCIES ARE ALL ZERO

MEAN ARGUMENT  
- .000

OBSERVED  
FREQUENCY  
412.0

CF PER CENT  
100.00

STANDARD DEVIATION  
.000

CUMULATIVE  
PERCENTAGE  
100.0

CUMULATIVE  
REMAINING  
.0

SUM OF ARGUMENTS  
.000

MULTIPLY  
BY  
- .000

NON-WEIGHTED  
DEVIATION  
FROM MEAN  
- .000

\*\*\*\*\*  
 TABLE  
 \*\*\*\*\*

INITIALS IN TABLE  
 1928

MEAN ARGUMENT  
 - .600

STANDARD DEVIATION  
 .800

SUM OF ARGUMENTS  
 .800

NON-WEIGHTED

REMAINING FREQUENCIES ARE ALL ZERO

OBSERVED FREQUENCIES  
 5% SENT  
 100.00

CUMULATIVE PERCENTAGE  
 100.0

CUMULATIVE PERCENTAGE  
 .0

MULTIPLE OF TABLE  
 - .600

DEVIATION FROM TABLE  
 - .600



-----  
**QUEUES**  
 -----

QUEUE	INITIAL CONTENT							
1								
2								
3								
4								
5								
6								
7								
8								
9								
10								
11								
12								
13								
14								
15								
16								
17								
18								
19								
20								
21								
22								
23								
24								
25								
26								
27								
28								
29								
30								
31								
32								
33								
34								
35								
36								
37								
38								
39								
40								
41								
42								
43								
44								
45								
46								
47								
48								
49								
50								
51								
52								
53								
54								
55								
56								
57								
58								
59								
60								
61								
62								
63								
64								
65								
66								
67								
68								
69								
70								
71								
72								
73								
74								
75								
76								
77								
78								
79								
80								
81								
82								
83								
84								
85								
86								
87								
88								
89								
90								
91								
92								
93								
94								
95								
96								
97								
98								
99								
100								

AVERAGE TIME/TASK = AVERAGE TIME PER CYCLE AND ZERO DELAYS

10

TABLES IN 1945

MEAN ARGUMENT .785

STANDARD DEVIATION 1.130

SUM OF ARGUMENTS 2280.518

NON-WEIGHTED

YEAR

FREQUENCY

OF 1945

CUMULATIVE

CUMULATIVE

PER TABLE

PERCENTAGE

15

11

100.0

100.0

100.0

100.0

10

10

100.0

100.0

100.0

100.0

5

10

100.0

100.0

100.0

100.0

REMAINING FREQUENCIES ARE ALL ZERO

DATA IN 1948

MEAN ARGUMENT

- .000

STANDARD DEVIATION

.000

SUM OF ARGUMENTS

.000

NON-WEIGHTED

UPPER  
LIMIT

OBSERVED  
FREQUENCY

PER CENT  
OF TOTAL

CUMULATIVE  
PERCENTAGE

CUMULATIVE  
REMARKS

MULTIPLE  
OF MEAN

DEVIATION  
FROM MEAN

REMAINING FREQUENCIES ARE ALL ZERO

100.00

100.0

- .000

- .000

IGMIES 1945

MEAN ARGUMENT

-.000

STANDARD DEVIATION

.000

SUM OF ARGUMENTS

.000

NON-WEIGHTED

LEFT

OBSERVED

OF CENT

CUMULATIVE

CUMULATIVE

MULTIPLE

DEVIATION

REMAINING FREQUENCIES ARE ALL ZERO

100.00

100.0

100.0

-.000

-.000

TABLE 5  
45847

MEAN ARGUMENT  
- .000

STANDARD DEVIATION  
- .000

SUM OF ARGUMENTS  
- .000

NON-WEIGHTED

UPPER  
LIMIT

OBSERVED  
FREQUENCY

PER CENT  
OF TOTAL

CUMULATIVE  
PERCENTAGE

CUMULATIVE  
REMAINDER

MULTIPLE  
OF MEAN

DEVIATION  
FROM MEAN

REMAINING FREQUENCIES ARE ALL ZERO

100.00

100.0

- .000

- .000

TABLE 5A  
1984

MEAN ARGUMENT  
1.61

STANDARD DEVIATION  
.48%

SUM OF ARGUMENTS  
4410.888

NON-WEIGHTED

VALUES

OBSERVED

PER CENT

CUMULATIVE

CUMULATIVE

MULTIPLE

DEVIATION

VALUES

FREQUENCIES

OF TOTAL

PERCENTAGE

REMAINDER

OF MEAN

FROM MEAN

8

43.7

48.65

48.6

7.8

43.388

12.888

18

31.7

7.80

100.0

.8

48.611

14.388

REMAINING FREQUENCIES ARE ALL ZERO

VALUES IN TABLE

MEAN ARGUMENT

STANDARD DEVIATION

SUM OF ARGUMENTS

NON-WEIGHTED

VALUES

OBSERVED

PER CENT

CUMULATIVE

CUMULATIVE

MULTIPLE

DEVIATION

REMAINING FREQUENCIES ARE ALL ZERO

-.000

.000

-.000

100.00

100.0

-.000

-.000

A N E X O 4-A

TABLE CPUS  
ENTRIES IN TABLE  
43546

UPPER LIMIT	OBSERVED FREQUENCY	PER CENT OF TOTAL	CUMULATIVE PERCENTAGE	CUMULATIVE REMAINDER	SUM OF ARGUMENTS 5193.500 MULTIPLE OF MEAN	NON-WEIGHTED DEVIATION FROM MEAN
0	41253	99.7	99.7	5.2	- .009	7.592
10	2819	5.01	100.0	.0	83.655	16.188

REMAINING FREQUENCIES ARE ALL ZERO

END

\*\*\*\*\* TOTAL RUN TIME (INCLUDING ASSEMBLY) = .89 MINUTES \*\*\*\*\*





223 8  
BLOCK CURRENT  
710 0

1222  
TOTAL  
47720

213 8  
BLOCK CURRENT  
720 0

237  
TOTAL  
47720

223 8  
BLOCK CURRENT  
730 0

1232  
TOTAL  
47720

223 8  
BLOCK CURRENT  
732 0

1232  
TOTAL  
0

223 8  
BLOCK CURRENT

2728  
TOTAL





TABLES OF 1948

LETTER  
LIMIT

REMAINING FREQUENCIES ARE ALL ZERO

MEAN ARGUMENT  
- .000

PERCENTAGE  
100.0

OF 5797  
100.00

\*\*\*\*\*  
TABLES  
\*\*\*\*\*

STANDARD DEVIATION  
.000

CUMULATIVE  
PERCENTAGE  
100.0

CUMULATIVE  
REMAINING  
0

SUM OF ARGUMENTS  
.000

PER TABLE  
OF .000

PER TABLE  
PERCENTAGE  
- .000

NON-WEIGHTED



TABLES IN 1911

MEAN ARGUMENT

-.000

STANDARD DEVIATION

.000

SUM OF ARGUMENTS

.000

NON-WEIGHTED

LETTER

REMAINING

SP. SYM

CUMULATIVE

CUMULATIVE

MULTIPLE

PERCENT

REMAINING FREQUENCIES ARE ALL ZERO

100.00

100.0

-.000

-.000

TABLE 1991E

LEVER

MEAN ARGUMENT

.000

STANDARD DEVIATION

1.000

SUM OF SQUARES

45734.000

NON-WEIGHTED

FREQUENCY

OF 100

PERCENT

PERCENT

MULTIPLY

PERCENT

REMAINING FREQUENCIES ARE ALL ZERO

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

TOTAL CRCI  
ENTRIES IN 19218

MEAN ARGUMENT  
-.000

STANDARD DEVIATION  
.000

SUM OF ARGUMENTS  
.000

NON-WEIGHTED

UPPER  
LIMIT

OBSERVED  
FREQUENCY

CFR PERCENT  
OF TOTALS

CUMULATIVE  
PERCENT

CUMULATIVE  
REMARKS

PERCENT  
OF TOTALS

PERCENT  
OF TOTALS

REMAINING FREQUENCIES ARE ALL ZERO

100.00

100.00

100.00

100.00

ZAKHES SR-19218

MEAN ANGLE

-.000

STANDARD DEVIATION

.000

SUM OF ANGLES

.000

NON-WEIGHTED

REMA

REMA

REMA

REMA

REMA

REMA

REMA

REMAINING FREQUENCIES ARE ALL ZERO

ZAPRES 5000  
47218

MEAN ARGUMENT

-.000

STANDARD DEVIATION

.000

SUM OF ARGUMENTS

.000

NON-WEIGHTED

LIMIT

FREQUENCY

OF TOTAL

CUMULATIVE

CUMULATIVE

MULTIPLE

DEVIATION

REMAINING FREQUENCIES ARE ALL ZERO

100.00

100.0

0

.000

-.000

TABLES IN TABLE

47215

MEAN ARGUMENT

.136

STANDARD DEVIATION

.483

SUM OF ARGUMENTS

6434.888

NON-WEIGHTED

LEVEL

OBSERVED

PER CENT

CUMULATIVE

CUMULATIVE

MULTIPLE

DEVIATION

FREQUENCY

OF

PERCENTAGE

REMAINDER

OF MEAN

FROM MEAN

0

4832

100.0

48.8

48.8

75.163

19.32

10

4877

9.80

98.6

.0

75.163

21.286

REMAINING FREQUENCIES ARE ALL ZERO

ZETA: 7215  
ENTRIES IN TABLE

MEAN ARGUMENT  
-.000

STANDARD DEVIATION  
.000

SUM OF ARGUMENTS  
.000

NON-WEIGHTED

UPPER  
LIMIT  
0

OBSERVED  
FREQUENCY  
0

PER CENT  
OF TOTAL  
100.00

CUMULATIVE  
PERCENTAGE  
100.0

CUMULATIVE  
REMAINDER  
0

MULTIPLE  
OF MEAN  
-.000

DEVIATION  
FROM MEAN  
-.000

REMAINING FREQUENCIES ARE ALL ZERO

TABLE 47215  
ENTRIES IN TABLE

UPPER  
LIMIT  
0  
10

OBSERVED  
FREQUENCY  
42.33  
48.67

MEAN ARGUMENT  
-1.56

PER CENT  
OF TOTAL  
89.67  
100.0

STANDARD DEVIATION  
.933

CUMULATIVE  
PERCENTAGE  
89.67  
100.0

SUM OF ARGUMENTS  
12104.888

CUMULATIVE  
REMAINING  
10.33  
0

MULTIPLY  
BY AREA  
10.800  
58.887

NON-WEIGHTED

DEVIATION  
FROM MEAN  
7.883  
15.666

REMAINING FREQUENCIES ARE ALL ZERO

\*\*\*\* RUN TIME SPECIFIED HAS ELAPSED. JOB TERMINATED. \*\*\*\*

A N E X O 4-B





BLOCK	CURRENT	TOTAL												
650	0	1578	698	0	300	679	0	1331	692	0	1597	688	0	47215
650	0	1578	698	0	300	679	0	1331	692	0	1597	688	0	47215
701	0	47215	711	0	47215	701	0	47215	732	0	47215	708	0	47215
702	0	47215	712	0	47215	702	0	47215	733	0	47215	709	0	47215
703	0	47215	713	0	47215	703	0	47215	734	0	47215	710	0	47215
704	0	47215	714	0	47215	704	0	47215	735	0	47215	711	0	47215
705	0	47215	715	0	47215	705	0	47215	736	0	47215	712	0	47215
706	0	47215	716	0	47215	706	0	47215	737	0	47215	713	0	47215
707	0	47215	717	0	47215	707	0	47215	738	0	47215	714	0	47215
708	0	47215	718	0	47215	708	0	47215	739	0	47215	715	0	47215
709	0	47215	719	0	47215	709	0	47215	740	0	47215	716	0	47215
710	0	47215	720	0	47215	710	0	47215	750	0	47215	717	0	47215





-----  
 QUEUE S  
 -----

QUEUE	MAXIMUM CONTENTS	AVERAGE CONTENTS	TOTAL ENTRIES	ZERO ENTRIES	PERCENT ZEROS	AVERAGE TIME/TRANS	SAVERAGE TIME/TRANS	TABLE NUMBER	CURRENT CONTENTS
1	1	1	1	1	100	1	1	1	1
2	1	1	1	1	100	1	1	1	1
3	1	1	1	1	100	1	1	1	1
4	1	1	1	1	100	1	1	1	1
5	1	1	1	1	100	1	1	1	1
6	1	1	1	1	100	1	1	1	1
7	1	1	1	1	100	1	1	1	1
8	1	1	1	1	100	1	1	1	1
9	1	1	1	1	100	1	1	1	1
10	1	1	1	1	100	1	1	1	1
11	1	1	1	1	100	1	1	1	1
12	1	1	1	1	100	1	1	1	1
13	1	1	1	1	100	1	1	1	1
14	1	1	1	1	100	1	1	1	1
15	1	1	1	1	100	1	1	1	1
16	1	1	1	1	100	1	1	1	1
17	1	1	1	1	100	1	1	1	1
18	1	1	1	1	100	1	1	1	1
19	1	1	1	1	100	1	1	1	1
20	1	1	1	1	100	1	1	1	1
21	1	1	1	1	100	1	1	1	1
22	1	1	1	1	100	1	1	1	1
23	1	1	1	1	100	1	1	1	1
24	1	1	1	1	100	1	1	1	1
25	1	1	1	1	100	1	1	1	1
26	1	1	1	1	100	1	1	1	1
27	1	1	1	1	100	1	1	1	1
28	1	1	1	1	100	1	1	1	1
29	1	1	1	1	100	1	1	1	1
30	1	1	1	1	100	1	1	1	1
31	1	1	1	1	100	1	1	1	1
32	1	1	1	1	100	1	1	1	1
33	1	1	1	1	100	1	1	1	1
34	1	1	1	1	100	1	1	1	1
35	1	1	1	1	100	1	1	1	1
36	1	1	1	1	100	1	1	1	1
37	1	1	1	1	100	1	1	1	1
38	1	1	1	1	100	1	1	1	1
39	1	1	1	1	100	1	1	1	1
40	1	1	1	1	100	1	1	1	1
41	1	1	1	1	100	1	1	1	1
42	1	1	1	1	100	1	1	1	1
43	1	1	1	1	100	1	1	1	1
44	1	1	1	1	100	1	1	1	1
45	1	1	1	1	100	1	1	1	1
46	1	1	1	1	100	1	1	1	1
47	1	1	1	1	100	1	1	1	1
48	1	1	1	1	100	1	1	1	1
49	1	1	1	1	100	1	1	1	1
50	1	1	1	1	100	1	1	1	1
51	1	1	1	1	100	1	1	1	1
52	1	1	1	1	100	1	1	1	1
53	1	1	1	1	100	1	1	1	1
54	1	1	1	1	100	1	1	1	1
55	1	1	1	1	100	1	1	1	1
56	1	1	1	1	100	1	1	1	1
57	1	1	1	1	100	1	1	1	1
58	1	1	1	1	100	1	1	1	1
59	1	1	1	1	100	1	1	1	1
60	1	1	1	1	100	1	1	1	1
61	1	1	1	1	100	1	1	1	1
62	1	1	1	1	100	1	1	1	1
63	1	1	1	1	100	1	1	1	1
64	1	1	1	1	100	1	1	1	1
65	1	1	1	1	100	1	1	1	1
66	1	1	1	1	100	1	1	1	1
67	1	1	1	1	100	1	1	1	1
68	1	1	1	1	100	1	1	1	1
69	1	1	1	1	100	1	1	1	1
70	1	1	1	1	100	1	1	1	1
71	1	1	1	1	100	1	1	1	1
72	1	1	1	1	100	1	1	1	1
73	1	1	1	1	100	1	1	1	1
74	1	1	1	1	100	1	1	1	1
75	1	1	1	1	100	1	1	1	1
76	1	1	1	1	100	1	1	1	1
77	1	1	1	1	100	1	1	1	1
78	1	1	1	1	100	1	1	1	1
79	1	1	1	1	100	1	1	1	1
80	1	1	1	1	100	1	1	1	1
81	1	1	1	1	100	1	1	1	1
82	1	1	1	1	100	1	1	1	1
83	1	1	1	1	100	1	1	1	1
84	1	1	1	1	100	1	1	1	1
85	1	1	1	1	100	1	1	1	1
86	1	1	1	1	100	1	1	1	1
87	1	1	1	1	100	1	1	1	1
88	1	1	1	1	100	1	1	1	1
89	1	1	1	1	100	1	1	1	1
90	1	1	1	1	100	1	1	1	1
91	1	1	1	1	100	1	1	1	1
92	1	1	1	1	100	1	1	1	1
93	1	1	1	1	100	1	1	1	1
94	1	1	1	1	100	1	1	1	1
95	1	1	1	1	100	1	1	1	1
96	1	1	1	1	100	1	1	1	1
97	1	1	1	1	100	1	1	1	1
98	1	1	1	1	100	1	1	1	1
99	1	1	1	1	100	1	1	1	1
100	1	1	1	1	100	1	1	1	1

SAVERAGE TIME/TRANS = AVERAGE TIME/TRANS EXCLUDING ZERO ENTRIES

100-00000

\*\*\*\*\*  
 TABLES  
 \*\*\*\*\*

TABLES IN  
 TABLE 122

MEAN ARGUMENT  
 -.000

STANDARD DEVIATION  
 .000

SUM OF ARGUMENTS  
 .000

NON-WEIGHTED

UPPER  
 LIMIT

OBSERVED  
 FREQUENCY

PER CENT  
 OF TOTAL

CUMULATIVE  
 PERCENT

CUMULATIVE  
 DEVIATION

MULTIPLE  
 OF TABLE

DEVIATION  
 FROM MEAN

REMAINING FREQUENCIES ARE ALL ZERO

100.00

100.0

.000

.000

ENTRIES IN TABLE  
1955

MEAN ARGUMENT  
- .000

STANDARD DEVIATION  
.000

SUM OF ARGUMENTS  
.000

NON-WEIGHTED

UPPER  
LIMIT  
0

OBSERVED  
FREQUENCY  
4

PER CENT  
OF TOTAL  
100.00

CUMULATIVE  
PERCENTAGE  
100.0

CUMULATIVE  
REMAINING  
0

MULTIPLE  
OF READ  
- .000

DEVIATION  
FROM MEAN  
- .000

REMAINING FREQUENCIES ARE ALL ZERO



TOTALS IN  
4995

MEAN ARGUMENT  
-.000

STANDARD DEVIATION  
.000

SUM OF ARGUMENTS  
.000

NON-WEIGHTED

UPPER  
LIMIT  
0

OBSERVED  
FREQUENCIES  
4990

PER CENT  
OF TOTAL  
100.00

CUMULATIVE  
PERCENTAGE  
100.0

CUMULATIVE  
REMAINING  
.0

MULTIPLE  
OF .000  
-.000

DEVIATION  
FROM MEAN  
-.000

REMAINING FREQUENCIES ARE ALL ZERO

TABLES OF 1945

MEAN ARGUMENT

STANDARD DEVIATION

SUM OF ARGUMENTS

NON-WEIGHTED

UPPER  
LIMIT

OBSERVED  
FREQUENCIES

OF TOTAL

CUMULATIVE  
PERCENTAGE

CUMULATIVE  
REMAINING

MULTIPLE  
OF

DEVIATION  
FROM

REMAINING FREQUENCIES ARE ALL ZERO

100.00

100.0

100.0

100.0

TABLE  
1985

MEAN ARGUMENT

- .000

STANDARD DEVIATION

.000

SUM OF ARGUMENTS

.000

NON-WEIGHTED

UPPER  
LIMIT

OBSERVED  
FREQUENCY

PER CENT  
OF TOTAL

CUMULATIVE  
PERCENTAGE

CUMULATIVE  
PERCENTAGE

PERCENTAGE

PERCENTAGE

REMAINING FREQUENCIES ARE ALL ZERO

0

4.789

100.00

100.0

100.0

.000

.000

LOWESS SA<sup>2</sup> 1985

MEAN AMPLITUDE

STANDARD DEVIATION

SUM OF ARGUMENTS

NON-WEIGHTED

UPPER  
LIMIT  
8  
0

OBSERVED  
FREQUENCY  
5070  
8170  
1

PERCENT  
OF TOTAL  
12.58  
19.9  
.00

CUMULATIVE  
PERCENTAGE  
83.0  
100.0

CUMULATIVE  
REMAINDER  
16.9  
.8

MULTIPLE  
OF MEAN  
22.147  
44.294

DEVIATION  
FROM MEAN  
9.242  
17.284

REMAINING FREQUENCIES ARE ALL ZERO

ENTRIES IN TABLE

47988

MEAN ARGUMENT

-.000

STANDARD DEVIATION

.000

SUM OF ARGUMENTS

.000

NON-WEIGHTED

LOWER

OBSERVED

PER CENT

CUMULATIVE

CUMULATIVE

MULTIPLE

DEVIATION

LIMIT

FREQUENCY

OF TOTAL

PERCENTAGE

REMAINDER

OF MEAN

FROM MEAN

0

47988

100.00

100.0

0

-.000

-.000

REMAINING FREQUENCIES ARE ALL ZERO

DATA: 1968

MEAN ARGUMENT 1.184

STANDARD DEVIATION 2.046

SUM OF ARGUMENTS 85243.000

NON-WEIGHTED

CLASS LIMITS	OBSERVED FREQUENCIES	PER. CNT OF TOTAL	CUMULATIVE PERCENTAGE	CLASS MIDDLE VALUES	MULTIPLE OF CLASS	DEVIATION FROM MEAN
10000	10754	10.754	10.754	15000	1	-3846
11000	1441	1.441	12.195	16000	1	-2846
12000	121	0.121	12.316	17000	1	-1846
13000	121	0.121	12.437	18000	1	-846
14000	121	0.121	12.558	19000	1	164
15000	121	0.121	12.679	20000	1	1164
16000	121	0.121	12.800	21000	1	2164
17000	121	0.121	12.921	22000	1	3164
18000	121	0.121	13.042	23000	1	4164
19000	121	0.121	13.163	24000	1	5164
20000	121	0.121	13.284	25000	1	6164
21000	121	0.121	13.405	26000	1	7164
22000	121	0.121	13.526	27000	1	8164
23000	121	0.121	13.647	28000	1	9164
24000	121	0.121	13.768	29000	1	10164
25000	121	0.121	13.889	30000	1	11164
26000	121	0.121	14.010	31000	1	12164
27000	121	0.121	14.131	32000	1	13164
28000	121	0.121	14.252	33000	1	14164
29000	121	0.121	14.373	34000	1	15164
30000	121	0.121	14.494	35000	1	16164
31000	121	0.121	14.615	36000	1	17164
32000	121	0.121	14.736	37000	1	18164
33000	121	0.121	14.857	38000	1	19164
34000	121	0.121	14.978	39000	1	20164
35000	121	0.121	15.099	40000	1	21164
36000	121	0.121	15.220	41000	1	22164
37000	121	0.121	15.341	42000	1	23164
38000	121	0.121	15.462	43000	1	24164
39000	121	0.121	15.583	44000	1	25164
40000	121	0.121	15.704	45000	1	26164
41000	121	0.121	15.825	46000	1	27164
42000	121	0.121	15.946	47000	1	28164
43000	121	0.121	16.067	48000	1	29164
44000	121	0.121	16.188	49000	1	30164
45000	121	0.121	16.309	50000	1	31164
46000	121	0.121	16.430	51000	1	32164
47000	121	0.121	16.551	52000	1	33164
48000	121	0.121	16.672	53000	1	34164
49000	121	0.121	16.793	54000	1	35164
50000	121	0.121	16.914	55000	1	36164
51000	121	0.121	17.035	56000	1	37164
52000	121	0.121	17.156	57000	1	38164
53000	121	0.121	17.277	58000	1	39164
54000	121	0.121	17.398	59000	1	40164
55000	121	0.121	17.519	60000	1	41164
56000	121	0.121	17.640	61000	1	42164
57000	121	0.121	17.761	62000	1	43164
58000	121	0.121	17.882	63000	1	44164
59000	121	0.121	18.003	64000	1	45164
60000	121	0.121	18.124	65000	1	46164
61000	121	0.121	18.245	66000	1	47164
62000	121	0.121	18.366	67000	1	48164
63000	121	0.121	18.487	68000	1	49164
64000	121	0.121	18.608	69000	1	50164
65000	121	0.121	18.729	70000	1	51164
66000	121	0.121	18.850	71000	1	52164
67000	121	0.121	18.971	72000	1	53164
68000	121	0.121	19.092	73000	1	54164
69000	121	0.121	19.213	74000	1	55164
70000	121	0.121	19.334	75000	1	56164
71000	121	0.121	19.455	76000	1	57164
72000	121	0.121	19.576	77000	1	58164
73000	121	0.121	19.697	78000	1	59164
74000	121	0.121	19.818	79000	1	60164
75000	121	0.121	19.939	80000	1	61164
76000	121	0.121	20.060	81000	1	62164
77000	121	0.121	20.181	82000	1	63164
78000	121	0.121	20.302	83000	1	64164
79000	121	0.121	20.423	84000	1	65164
80000	121	0.121	20.544	85000	1	66164
81000	121	0.121	20.665	86000	1	67164
82000	121	0.121	20.786	87000	1	68164
83000	121	0.121	20.907	88000	1	69164
84000	121	0.121	21.028	89000	1	70164
85000	121	0.121	21.149	90000	1	71164
86000	121	0.121	21.270	91000	1	72164
87000	121	0.121	21.391	92000	1	73164
88000	121	0.121	21.512	93000	1	74164
89000	121	0.121	21.633	94000	1	75164
90000	121	0.121	21.754	95000	1	76164
91000	121	0.121	21.875	96000	1	77164
92000	121	0.121	21.996	97000	1	78164
93000	121	0.121	22.117	98000	1	79164
94000	121	0.121	22.238	99000	1	80164
95000	121	0.121	22.359	100000	1	81164
96000	121	0.121	22.480			82164
97000	121	0.121	22.601			83164
98000	121	0.121	22.722			84164
99000	121	0.121	22.843			85164
100000	121	0.121	22.964			86164

REMAINING FREQUENCIES ARE ALL ZERO

\*\*\*\* RUN TIME SPECIFIED HAS ELAPSED. JOB TERMINATED. \*\*\*\*