Anales PANEL'81/12 JAIIO
Sociedad Argentina de informática
e Investigación Operativa. Buenos Aires, 1981

METODOLOGIA PARA DETERMINAR EL RENDIMIENTO DE UN COMPUTADOR Y DE SU AMPLIACION

Daniel H. Mirol
INSTELCOM S.A.
Buenos Aires, Argentina

RESUMEN

Los plazos prolongados en la entrega de computadoras, y la gran cantidad de empresas que se han volcado a la informática, pueden producir que un equipo quede saturado en poco tiempo. En ese momento se solicita su ampliación, sin poder realizar un estudio con la profundidad requerida y con los problemas de brindar mal servicio: entrega de información atrasada, eventual pérdida de clientes, poca o ninguna posibilidad de recuperación ante inconvenientes, etc.

Se propone una metodología de análisis que, en este caso, se desarrolló para conocer el rendimiento probable de un computador que aún no había sido recibido, y para elaborar una estrategia de crecimiento de computador basada en costos y tiempos de producción esperada, utilizado para ello el modelo de Ramificación y Acotación (BRACH AND BOUND), en la forma de un Arbol de Decisiones.

INTRODUCCION

Este trabajo fue realizado ante la necesidad de contar con información sobre el probable desenvolvimiento del computador NCR 8230, tomando como base un sistema tipo y suponiendo que n cantidad de usuarios lo usarían.

La tarea se encaró en condiciones de total incertidumbre sobre el rendimiento del computador, que aún no había sido recibido, y sobre el sistema que fue comprado en forma de "paquete" y no se contaba con suficiente información.

Los datos que se pretendía obtener son los siguientes:

a) Evaluación de tiempos y costos de la configuración actual.

b) Cantidad de usuarios que se puede procesar con la configuración actual.

c) Filosofía de crecimiento del equipo y sus costos.

El estudio se encaró en tres etapas:

1- Determinación de los parámetros característicos de un programa

2- Hipótesis sobre el sistema tipo.

3- Perfomance esperada del equipo, ampliación y costos.

PARAMETROS CARACTERISTICOS DE UN PROGRAMA

2.1. Memoria

Este dato se debe obtener de los listados de compilación.

2.2. Espacio de disco

Los programas requieren dos tipos de espacios en disco:

a) el que ocupa el programa en si mismo.

b) el que ocupa sus archivos y que logicamente depende del número de ellos y su volumen.

2.3. Tiempo de procesador

Se calculará con un valor del 10% del tiempo total promedio de Entrada/Salida (E/S)

2.4. Tiempo de E/S

Depende del número de transacciones a procesar y del tiempo estimado de acceso y transferencia.

a) Tiempo estimado de acceso:

- Posición de la cabeza promedio	0,0350 SEG.
- Latencia promedio .	0,0125 SEG.
- Tiempo promedio de acceso	0,0475 SEG.

b) Velocidad de transferencia

Como la transferencia se efectúa por sectores, la velocidad es:

Velocidad de transferencia de un sector

$$\frac{512}{312.500} = 0,0016 \text{ SEG.}$$

c) Tiempo promedio de acceso y tranferencia (TPAT)

TPAT = 0,0475 + 0,0016 = 0,0491 SEG.

Además de estos tiempos existen otros que ocupa el sistema operativo en:

- Ejecución del RUNTIME INTERPRETER.
- Interpretación y ejecución de comandos.
- OPEN y CLOSE de archivos.
- Manejo lógico de sectores.
- Etc.

Estos tiempos se tienen en cuenta implicitamente si suponemos que el TPAT se utiliza por cada registro lógico a procesar. Por lo tanto el tiempo promedio de E/S (TPES) será:

$$TPES = \frac{N° \text{ de REGISTROS} \times 0{,}0491}{60}$$

2.5. Tiempo de impresión

Dependerá del número de registros a ser impresos; se aplicará la siguiente fórmula:

$$TI = \frac{N° \text{ REGISTROS}}{250}$$

Se toma 250 l/m como velocidad promedio ya que el fabricante declara 300 l/m, de esta manera se tiene en cuenta:

- El retardo por búsqueda de caracteres especiales.
- Tiempos de cambio de papel
- Etc.

3. HIPOTESIS SOBRE EL SISTEMA TIPO

3.1. En base al análisis de la descripción del sistema y a entrevistas con sus constructores se lograron los siguientes valores:

a) Tamaño promedio de programas:	13 K
b) Cantidad total de Registros:	20.000
c) Tamaño promedio de Registros:	200
d) Cantidad total de archivos:	10
e) Cantidad total de líneas de impresión:	50.000
f) Cantidad promedio de archivos por programas:	3
g) Uno de estos es una salida impresa	
h) Cantidad total de programas:	60

i) El 40% de los programas son diarios y el resto mensuales — 24 y 36

j) El 20% del total de líneas de impresión es diario, el resto mensual — 10.000 y 40.000

3.2. ESTIMACIONES DE TIEMPOS Y ESPACIOS

3.2.1. Tiempo promedio de ejecución de un Programa

a) TIEMPO DE E/S

Para calcular este tiempo se deberá tomar la cantidad total de registros que procesará el programa.

$$TPES = \frac{\frac{20.000}{10} \times 3 \times 0{,}0491}{60} = 5 \text{ minutos}$$

Este valor es el más probable, pero para los siguientes cálculos se tomará el más crítico:

TPES + 1 = Valor más crítico (TCES)

b) TIEMPO DE PROCESADOR

Se calcula el 10% de la E/S

TIEMPO PROCESADOR (TP) = 6 x 0,10 = 0,6 min.

TIEMPO EJECUCION (TE) = TCES + TP = 6 + 0,6 = 6,6

TE ≃ 7 min.

Si el programa es ejecutado en multiprogramación se deberá incrementar el tiempo de ejecución en un 30%

TE MULTIPROGRAMACION = (TEM) ≃ 9 min.

3.2.2. Tiempo Promedio de Impresión de la salida de un programa

Según las hipótesis, uno de los tres archivos es de impresión; por lo tanto:

$$TI \simeq 8 \text{ min.}$$

3.2.3. Tiempo promedio de ejecución del sistema

a) CORRIDAS DIARIAS

según la hipótesis son 24 programas

$$TED = \frac{24 \times 9}{60} = 3{,}6 \text{ h}$$

b) CORRIDAS MENSUALES

Los programas que restan son 36, por lo tanto:

$$TEM = \frac{36 \times 9}{60} = 5{,}4 \text{ h}$$

3.2.4. Tiempo promedio de impresión de las salidas del sistema

a) CORRIDAS DIARIAS

Según la hipótesis son 10.000 líneas

$$TI = \frac{10.000}{250} = 40 \text{ m.}$$

b) CORRIDAS MENSUALES

$$TI = \frac{\frac{40.000}{250}}{60} \simeq 3 \text{ h.}$$

3.2.5. Espacio en disco

El espacio que ocuparía el sistema tipo estaría dado por el ocupado por:

a) Los programas:

60x 13.000 = 780.000 BYTES

Como es poco significativo y serán compartidos por los usuarios, los programas serán alojados en un disco fijo.

b) Los archivos:

20.000 x 200 = 4.000.000 BYTES

Estos se pueden manejar en un disco removible ya que su capacidad máxima es de 5.000.000 de bytes.

4. ESTUDIO DE LA PERFOMANCE ESPERADA DEL COMPUTADOR NCR 8230

4.1. UTILIZACION DIARIA DEL EQUIPO

Para los procesos diarios se parte de tres variables; turnos de 8, 12 ó 16 horas. A los efectos de determinar los tiempos netos de procesos para usuarios deben restarse:

- Dos horas que se dedican a programación
- Una hora que corresponde al tiempo perdido en la carga del sistema operativo y puesta en régimen del equipo.

Del total de particiones, (4 ó 6, según cantidad de CRT), se debe restar una que se utilizará para:

- Programa listador del Spool.
- Copia de archivos.
- Ejecución de comandos

La relación entre turnos y particiones permite componer seis alternativas:

a) Turno de 8 horas con cuatro particiones

tp1 = (8-2-1) x (4-1) = 15; **tp1 = 15**

b) Turno de 8 horas con seis particiones

tp2 = (8-2-1) x (6-1) = 25; **tp2 = 25**

c) Turno de 12 horas con cuatro particiones.

El tiempo en horas sumando todas las particiones disponibles para producción sería:

tp3 = (12-2-1) x (4-1) = 27; **tp3 = 27**

d) Turno de 12 horas con seis particiones

tp4 = (12-2-1) x (6-1) = 45; **tp4 = 45**

e) Turno de 16 horas con cuatro particiones

tp5 = (16-2-1) x (4-1) = 39; **tp5 = 39**

f) Turno de 16 horas con seis particiones

tp6 = (16-2-1) x (6-1) = 65; **tp6 = 65**

4.2. ANALISIS DE LA PRODUCCION

Para realizar el análisis de la producción esperada del equipo se toma como unidad de medida el Sistema Tipo. Según las estimaciones analizadas en el punto 2 se deben contemplar las corridas de fin de mes.

Para este análisis se tendrá en cuenta la ampliación del sistema que producirá las siguientes variaciones:

- Corridas diarias de 24 a 30 programas
- Corridas mensuales de 36 a 50 programas

En el cuadro 1, se puede ver un resumen en forma acumulada hasta ocho usuarios de los tiempos de proceso e impresión. Se tienen en cuenta la duración de un programa, la cantidad de ellos y los tiempos de impresión.

En el gráfico 1 se combinan los datos del cuadro 1 y los valores obtenidos en 4.1. En éste se puede determinar que cantidad de usuarios se pueden procesar según la alternativa de turno y particiones y en monoprogramación equivalente.

CUADRO 1

TIEMPOS DE PROCESO E IMPRESION

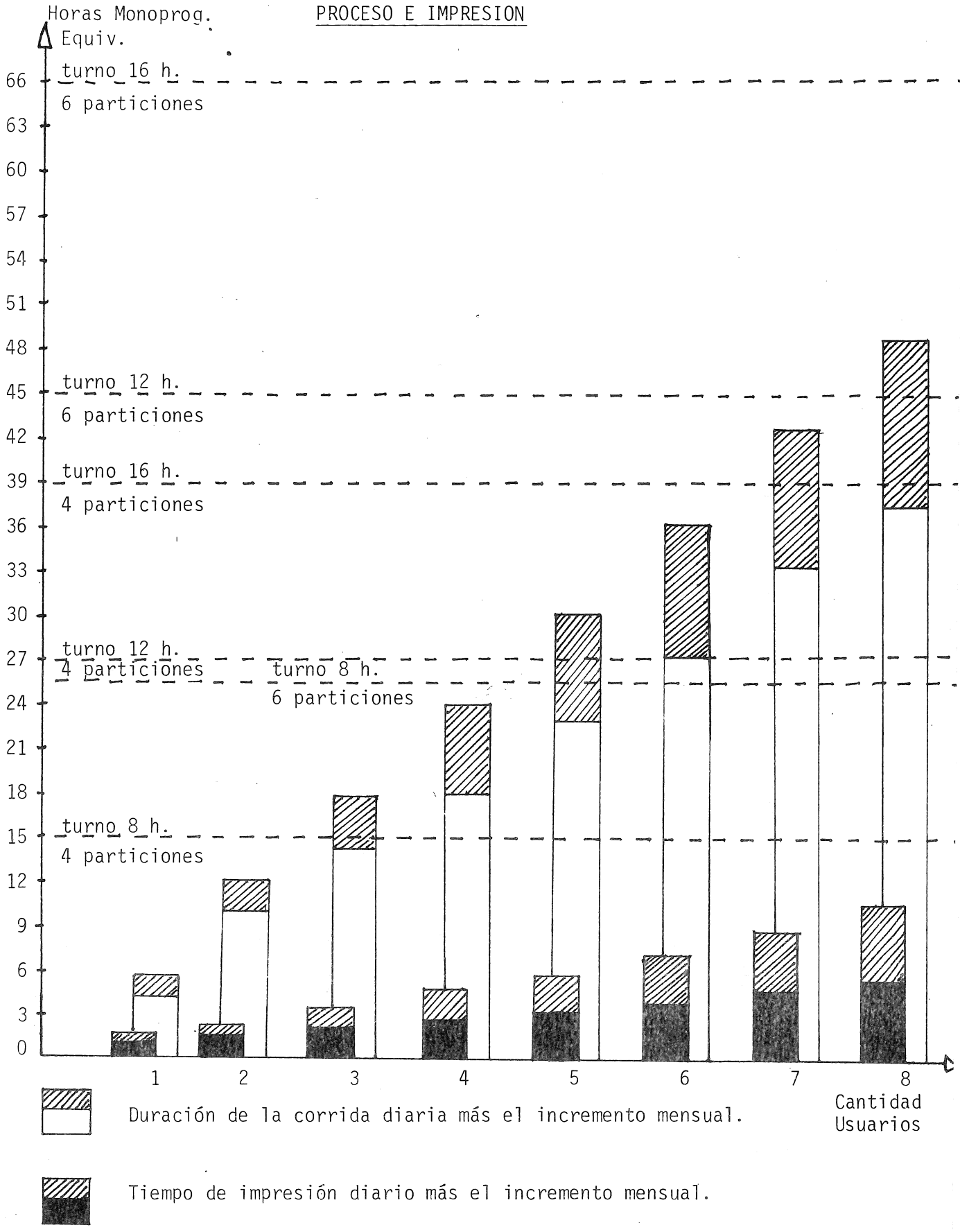
Cantidad de usuarios	Cantidad de Programas Totales acumulados			Tiempos de Proceso (Totales acumulados*)		Tiempos de impres. Totales acumulados		
	Corrida diaria	Corrida mens. (Total /5)	Diar+mens.	Corr.Diar.	Corrida diar+mens.	Diar	Mens.	Diar+Mens.
1	30	10	40	4,5	6	0,7	0,6	1,3
2	60	20	80	9	12	1,4	1,2	2,6
3	90	30	120	13,5	18	2,1	1,8	3,9
4	120	40	160	18	24	2,8	2,4	5,2
5	150	50	200	22,5	30	3,5	3,0	6,5
6	180	60	240	27	36	4,2	3,6	7,8
7	210	80	280	31,5	42	4,9	4,2	9,1
8	240	90	320	36	48	5,6	4,8	10,4

* Total Horas = Duración Programa x Cantidad Programas

Duración Programa = 0,15 Horas.

GRAFICO 1

GRAFICO DE TIEMPOS DE PROCESO E IMPRESION



4.3. CRITERIOS DE PRODUCCION

a) Turno

Se tomaría como turno el de 16 horas; este permitiría tener un margen para recuperación en caso de falla del computador,aire acondicionado, etc.

b) Horas de procesamiento diario

Se tomaría como valor máximo de horas de procesamiento diario el 80% del total de horas disponibles en monoprogramación equivalente. Este permitiría absorber las variaciones en los tiempos previstos para la carga diaria.

c) Arrendamiento de la segunda impresora.

La incorporación de otra impresora sucedería cuando se esté procesando la cantidad de horas correspondiente a cinco sistemas tipo. Esto permitiría continuar con el servicio en caso de falla de alguna de las impresoras, aire acondicionado, etc.

d) Máximo de Sistemas en ejecución simultánea

El número de tareas en multiprogramación será igual a la cantidad de ejes disponibles, ya que cada sistema ocupará un disco, memos uno que estaría ocupado con:

- Sistema operativo
- Archivos de trabajo
- Programas
- Etc.

4.4. COSTOS ACTUALES Y DE AMPLIACION

Tomando como base los criterios expuestos en los puntos ante-

riores se proyectaron los costos de las distintas alternativas los cuales se exponen a continuación:

a) COSTOS VARIABLES

CUADRO 2

	TURNO 8 Hs.			TURNO 12 Hs.			TURNO 16 Hs		
Alquiler equipos CONTRATADOS	Arr.	Mant.	Total	Arr.	Mant.	Total.	Arr.	Mant.	Total
1 Proces. con 96k	533	170		666	255		799	340	
2 CRT	185	77		231	115		277	154	
2 Unid. de disco	635	194		794	291		952	388	
1 Impresora	544	193		680	289		816	386	
1 7500	154	62		192	93		231	124	
Operador 8200			787			787			1.574
TOTAL			3534			4393			6.041
Alquiler equipos A CONTRATAR									
Memoria 32 k	120	54		150	81		180	108	
Adaptación a 8250	110	-		137	-		165	-	
1 CRT	92	38		115	57		138	76	
TOTAL			414			540			667
Alquiler equipos VARIOS									
1 Impresora	544	193	737	680	289	969	816	386	1.202
1 Unidad de disco	317	97	414	396	145	541	475	194	669
TOTAL GENERAL			5099			6443			8.579

OTA: El arrendamiento básico se incrementa para un uso mayor de ocho horas

b) COSTOS FIJOS

CUADRO 3

Personal a Costo Fijo	Total $ x 1000	Total u$s
Analista SCD	900	
Analista-Programador	750	
Implementador	720	
Operador 7200	330	
Total Remuneraciones	2.700	3.375

Los costos fijos están formados por:

Personal a Costo Fijo: u$s 3.375.-

Alquiler y gastos varios: u$s 1.300.-

Total u$s 4.675.-

4.5. ANALISIS DE LA AMPLIACION DEL EQUIPO

a) Capacidad de producción con configuración actual.

Con el turno de 12 horas previsto y cuatro particiones, se pueden procesar hasta cuatro usuarios según se ve en el gráfico 1. No obstante como cada sistema ocupa un disco, y de los cuatro disponibles para usuarios uno no lo está, quedarían sólo tres ejes.

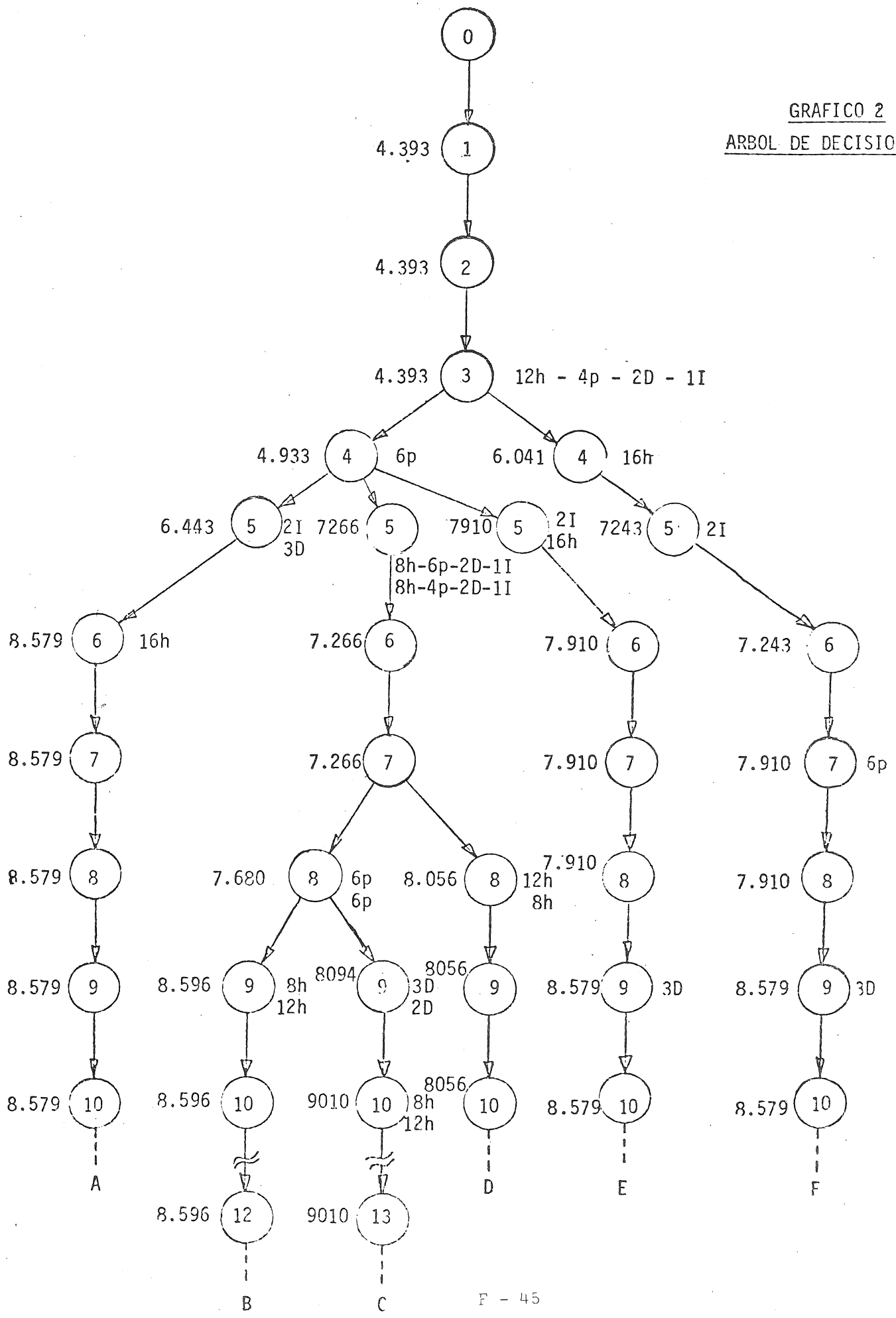
Por lo tanto con la configuración actual se podrían procesar hasta tres usuarios.

b) Ampliación del equipo.

Para realizar este análisis se utilizó como base el modelo de Ramificación y Acotación (Branch And Bound) en la forma de un Arbol de Decisiones. (GRAFICO 2).

GRAFICO 2

ARBOL DE DECISION



Las ramificaciones se producen cuando el equipo no tiene capacidad para procesar un usuario más y cada ramificación representa una alternativa de ampliación de la capacidad productiva.

La acotación surge al elegir la ramificación de menor costo o de mayor conveniencia, según el caso.

c) " ARBOL DE DECISIONES "

La simbología utilizada es la siguiente:

(n) : es el proceso de n cantidad de usuarios

⟶ : es el incremento en un usuario

El número que aparece a la izquierda de (n) es el costo de arrendamiento de los equipos más el sueldo del operador, todo en dólares.

A la derecha de (n) se especifican los cambios, en las horas de los turnos y el agregado de nuevas máquinas, necesarias para procesar los n usuarios. Las abreviaciones utilizadas son:

8 h / 12 h / 16 h - 8, 12 ó 16 horas de turno

4 p / 6 p - 4 ó 6 particiones

2 D / 3 D - 2 ó 3 unidades de dos discos

1 I / 2 I - 1 ó 2 impresoras

Se puede observar en el árbol que hay cuatro puntos de decisión:

a) Para procesar cuatro usuarios se debe decidir:

- Aumentar el turno a 16 horas.
- Aumentar a 6 particiones.

Se elige esta última por ser la más económica.

b) Para procesar cinco usuarios las alternativas de decisión son:

- Agregar una unidad de disco y una impresora
- Contratar otro computador y trabajar en turnos de 8 horas.
- Aumentar el turno a 16 horas y agregar una impresora,

A pesar que la primera es la de menor costo, se elige la segunda ya que con el agregado de un usuario más, ésta pasa a ser la más económica.

c) Para procesar ocho usuarios las opciones son:

- Aumentar el segundo computador a seis particiones.
- Aumentar el turno en el primer computador a 12 horas.

Se elige la primera por ser la de menor costo.

d) Para procesar nueve usuarios las decisiones son:

- Aumentar el turno a 12 horas en el segundo computador.
- Agregar otra unidad de disco al primer computador.

Esta última es la más económica, pero al agregar otro usuario, se debe elegir la primera ya que pasa a ser la de menor costo.

Tomadas las cuatro decisiones analizadas como las más convenientes, queda determinada la rama B como la óptima.

5. CONCLUSIONES

A través de la metodología utilizada, se pudo ampliar el horizonte de información sobre la utilización probable del computador con su configuración actual y su futura ampliación.

Los datos obtenidos prodrán utilizarse para tomar decisiones estrategicas, sobre la política de comercialización de las horas de service y prever la contratación de ampliaciones con tiempo suficiente para que ésta sea oportuna.

De la secuencia óptima de decisiones que determinó la rama "B" como la más conveniente, se puede extraer la siguiente conclusión: Existe un punto, en este caso cuando se procesan cinco usuarios, en que es conveniente el alquiler de otro computador en vez de continuar con la expansión de uno sólo. Aparte de la conveniencia de costos, existen otros factores que hacen atractiva la operación con dos equipos, algunos de ellos son:

- Menor costo horario
- Mayor margen de ampliación
- Mayor seguridad de servicio
- Mejor distribución de la carga de máquina
- Etc.

A medida que se obtengan datos reales sobre los diferentes parámetros se puede ir replanteando el modelo y seguramente se obtendrán distintos "Arboles de Decisión", que permitirán tomar determinaciones con mayor certeza.