UN MODELO HEURISTICO DE OPTIMIZACION DE GESTION DE TESORERIA

Julio Pindado García[1]

RESUMEN.—El aumento de la competencia producido en los últimos años unido a la crisis económica actual ha incrementado la importancia de la gestión financiera del circulante y en particular de la gestión de tesorería. En este artículo desarrollamos un modelo de gestión de tesorería que puede ser una herramienta útil para la adopción de estas decisiones. Para ello establecemos la metodología e hipótesis del modelo, desarrollamos posteriormente el modelo principal y los submodelos que determinan qué activos participan en cada transferencia y, por último, exponemos las conclusiones del estudio.

Palabras claves: gestión de tesorería, gestión financiera del circulante, toma de decisiones, modelo de optimización.

1. INTRODUCCION

Las decisiones de gestión de tesorería son «derivadas» de las decisiones financieras a largo plazo, en el sentido de que deben ser tomadas una vez que éstas han sido adoptadas[2]. Pero estas decisiones no tienen un carácter residual en cuanto a su influencia en el valor de la empresa (Brealey y Myers, 1993, 889), en este sentido la gestión del circulante de la empresa hace necesario desarrollar modelos que nos permitan adoptar decisiones eficientes que contribuyan al objetivo financiero de crear valor en la empresa (Cuervo, 1994, 226).

En este orden de ideas, el problema de gestión de tesorería puede formularse en los siguientes términos: ¿Cómo la empresa deberá realizar la distribución en cantidad y tiempo de los activos que generan liquidez?

1 Agradezco los comentarios del profesor Dr. Alberto de Miguel.

2 En general las decisiones del circulante son consideradas como «derivadas», véase Suárez (1989, 42-43). La caracterización de las decisiones financieras a largo y corto plazo puede verse en Fernández (1992, 91-92).

—permaneciendo todo lo demás constante—. La importancia de este problema, encuadrado dentro de la gestión del circulante se ha visto acentuada en los últimos años debido fundamentalmente a un aumento en la competencia (Cuervo, 1994, 225). Además en tiempos difíciles la liquidez es más importante que las ganancias, en el sentido de convertirse en una restricción siendo una necesidad para la supervivencia (Drucker, 1983). Por ello consideramos el problema que hemos planteado como uno de los puntos a tener en cuenta para la reconstrucción de la empresa en el nuevo orden económico. En este sentido el interés de los modelos de gestión de tesorería gira en torno a una reducción de costes[3] y a que posibilitan un análisis más objetivo del problema.

El objetivo del presente trabajo es construir un modelo de gestión de tesorería que resuelva los problemas que han sido identificados en el estado de la cuestión[4]. Estos los podemos sintetizar en: 1º ¿En un ambiente de incertidumbre en función de qué variables está el error de previsión? y ¿cómo se incorpora el error al modelo? 2º Considerar una configuración de la gestión de tesorería más amplia que la de dos activos y relajar la hipótesis de la existencia de una cartera de títulos de tamaño suficiente. 3º Determinar un criterio objetivo para fijar en cada momento el valor óptimo de los parámetros. 4º Ofrecer un adecuado tratamiento a la distorsión introducida en la gestión por los días no hábiles.

2. LA METODOLOGIA UTILIZADA Y LAS HIPOTESIS DEL MODELO

La metodología utilizada es una combinación de los sistemas de decisión heurísticos, los más idóneos para recoger procesos «feedback» (Peterson y Silver, 1979, 13-14), y la técnica de optimización por separación dicótoma, que opera separando los problemas en dos, uno para el caso en que se cumple una determinada condición y otro para el caso de que ésta no se cumpla, para que las soluciones sean óptimas esta condición debe originar dos conjuntos disjuntos y que la unión de ambos sea el total.

Para elaborar el modelo asumimos las siguientes hipótesis:

H1 Existe un coste de oportunidad de los excedentes de caja, que cuando la tesorería es positiva es el rendimiento de las inversiones a corto plazo, y cuando la tesorería es negativa es el coste de la fuente de fondos utilizada para formar el saldo excedente y, en caso de utilización de varias, el coste medio ponderado.

H2 Existe un coste de transacción, que tiene un componente fijo, b, y uno proporcional, que es un porcentaje sobre el fijo en función de la operación realizada.

3 Se debe entender en un sentido amplio teniendo también en cuenta los aumentos de productividad, véase Briscoe y Perkins (1991).

4 Este puede verse en Pindado (1994, 55-168).

H3 Existen dos tipos de costes de defecto, uno cuando la cuenta corriente queda en descubierto y otro cuando se decide no hacer frente a una obligación de pago en el momento de su vencimiento.

H4 Los flujos de caja no se ajustan a ninguna distribución de probabilidad, pero sobre ellos podemos realizar previsiones que están sujetas a un grado de error.

H5 Existe un horizonte de planificación de N días y un período de previsión de n días.

H6 Los efectos comerciales pueden ser agrupados en torno a unas fechas de vencimiento y sus cuantías son perfectamente divisibles cuando se realiza la operación de descuento.

3. DESARROLLO DEL MODELO PRINCIPAL

Para la construcción del modelo partimos de una estructura límite-control con dos parámetros, límite superior e inferior entre los que se permite fluctuar al saldo de caja.

Para el desarrollo del modelo, siguiendo la figura 1, debemos dar los siguientes pasos:

1. Introducir los parámetros que son fijos para todo el período de planificación. Estos son: El rendimiento de las inversiones financieras a corto plazo en las que la empresa puede invertir su excedente de caja, r. El coste de disponer de los fondos de la cuenta de crédito, i_c. La comisión de disponibilidad por los saldos no dispuestos de la cuenta de crédito, c_d. El coste de la situación de descubierto en cuenta corriente, i_d. El límite máximo de la línea de crédito, $K_{máx}$. El tipo de interés nominal aplicable a la operación de descuento, i_n. La comisión por cobro sobre el nominal de los efectos descontados, c_c. Los vencimientos V_1 y V_2, que dividen los efectos comerciales en función de que su descuento sea más favorable que la venta inversiones financieras a corto plazo y que disponer de la cuenta de crédito, respectivamente[5]. Los períodos de previsión y planificación, n y N respectivamente. El coste fijo de transacción, b. La proporción, sobre el coste fijo de transacción, que aumenta el coste de transacción: si la empresa descuenta efectos comerciales, si la empresa mueve las inversiones financieras a corto plazo o si la empresa mueve la cuenta de crédito, p_1, p_2 y p_3 respectivamente.
2. Establecer la condición de $t = 1$. La variable t designa el día de análisis del período de planificación.
3. Introducir una segunda clase de parámetros fijos para el día t, que varían de un día a otro, dependen de la decisión simulada por el modelo y son actualizados por éste. Estos son: Los efectos comerciales con venci-

5 Para el cálculo de V_1 y V_2, véase Pindado (1994, 269-273).

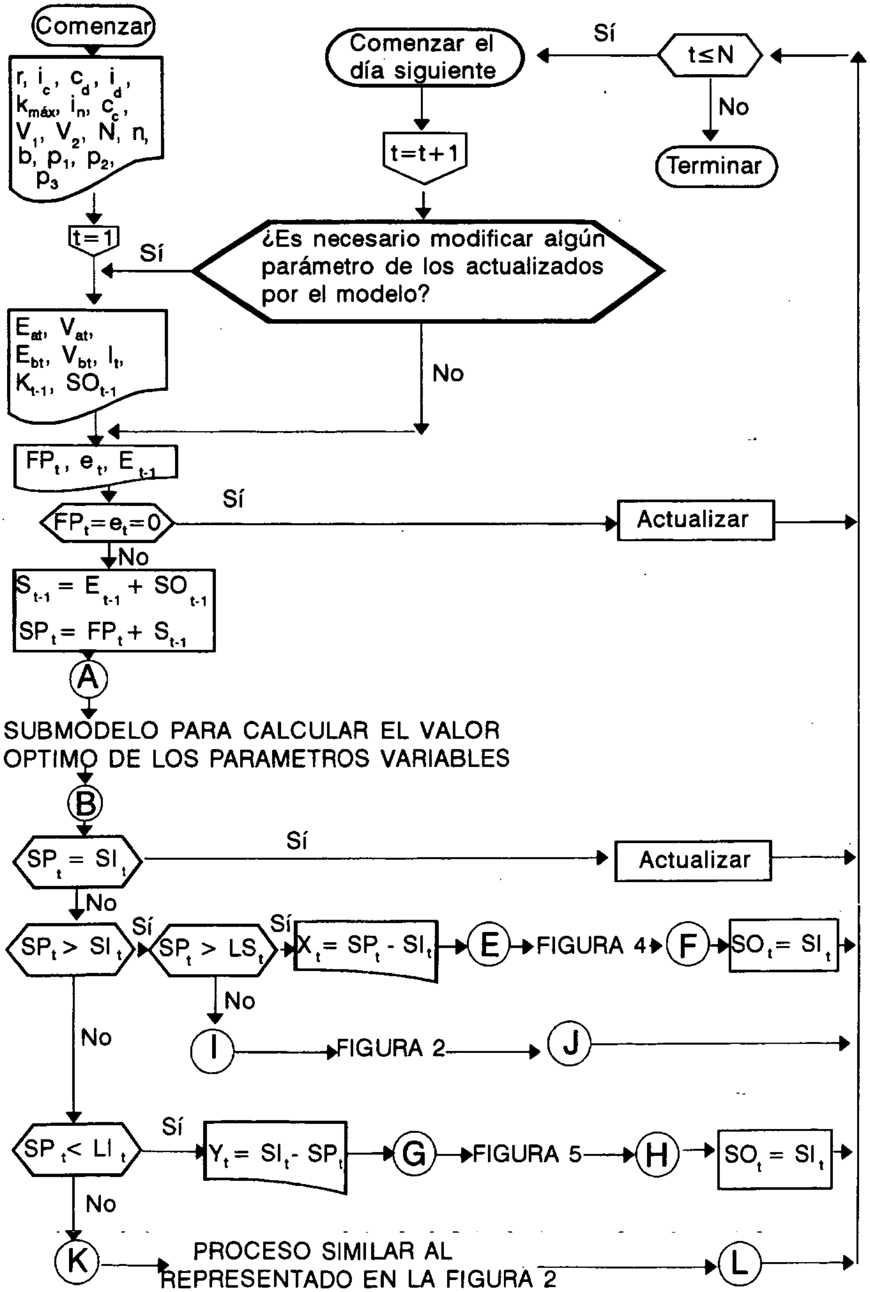

Comenzar
r, i_c, c_d, i_d, k_máx, i_n, c_c, V_1, V_2, N, n, b, p_1, p_2, p_3
t=1
Comenzar el día siguiente
t=t+1
Sí
t≤N
No
Terminar
¿Es necesario modificar algún parámetro de los actualizados por el modelo?
Sí
No
E_at, V_at, E_bt, V_bt, I_t, K_t-1, SO_t-1
FP_t, e_t, E_t-1
FP_t=e_t=0
Sí
No
Actualizar
S_t-1 = E_t-1 + SO_t-1
SP_t = FP_t + S_t-1
A
SUBMODELO PARA CALCULAR EL VALOR OPTIMO DE LOS PARAMETROS VARIABLES
B
SP_t = SI_t
Sí
Actualizar
No
SP_t > SI_t
Sí
SP_t > LS_t
Sí
X_t = SP_t - SI_t
E
FIGURA 4
F
SO_t = SI_t
No
I
FIGURA 2
J
No
SP_t < LI_t
Sí
Y_t = SI_t - SP_t
G
FIGURA 5
H
SO_t = SI_t
No
K
PROCESO SIMILAR AL REPRESENTADO EN LA FIGURA 2
L

FIG. 1

miento inferior o igual a V_1, E_{at}, y su vencimiento, V_{at}. Los efectos comerciales con vencimiento superior a V_1 e inferior o igual a V_2, E_{bt}, y su vencimiento, V_{bt}. Las inversiones financieras a corto plazo, I_t. El saldo dispuesto en la cuenta de crédito el día anterior, K_{t-1}. El saldo óptimo del día anterior, SO_{t-1}.

4. Introducir una tercera clase de parámetros fijos para el día t, éstos los debe actualizar el decisor en función de las previsiones de los flujos de caja y de los errores previstos y reales sobre éstas. Los parámetros en cuestión son: El flujo de caja previsto, FP_t. El error, en tanto por ciento, que se espera sobre FP_t, e_t. El error real producido en la previsión de FP_{t-1}, E_{t-1}.

5. Si $FP_t = e_t = 0$ entonces no realizar ninguna transacción, actualizar[6] e ir a 12.

6. Calcular el saldo real del día $t-1$, $S_{t-1} = E_{t-1} + SO_{t-1}$, y el saldo previsto para el día t, $SP_t = FP_t + S_{t-1}$.

7. Calcular el valor óptimo de los parámetros variables, en función de la configuración de la tesorería para el día t. Estos parámetros son: El coste de oportunidad para el día t, i_t. El coste de transacción para el día t, b_t. El saldo ideal de caja para el día t, SI_t. El límite superior y el límite inferior para el día t, LS_t y LI_t respectivamente[7].

8. Si $SP_t = SI_t$ la empresa no debe realizar ninguna transferencia, a continuación actualizar e ir a 12; en otro caso ejecutar el paso 9.

9. Si $SP_t > SI_t$ ir a 10, en este caso sabemos que hemos de deducir cuando se alcanza el límite superior para realizar la transacción; en otro caso ejecutar el paso 11.

10. Si $SP_t > LS_t$ sería conveniente realizar la transacción, siendo el importe ha transferir desde caja $X_t = SP_t - SI_t$, posteriormente se enlaza con el submodelo para determinar qué activos reciben la transferencia desde caja, desarrollado en el epígrafe 4, por último se calcula $SO_t = SI_t$ e ir a 12; en otro caso ejecutar el paso 10.1.

10.1. En el caso (véase la figura 2) de $SP_t \leq LS_t$ hemos de analizar si teniendo en cuenta futuros flujos previstos interesa realizar alguna transacción. Para ello introducimos el concepto de saldo futuro para el día t, $SF_t = SP_t - SI_t$.

10.2. Establecer la condición $j = 1$, iniciando un proceso iterativo donde j designa el número de días para los que se tienen en cuenta los flujos previstos futuros.

10.3. Introducir el flujo de caja previsto para el día $t + j$, FP_{t+j}, así como su error previsto, e_{t+j}.

6 En este trabajo omitimos la formulación para las actualizaciones, ésta puede verse en Pindado (1994, 288-337).

7 Para ello es necesario un submodelo que resuelva la dependencia recíproca existente entre i_t y SI_t, véase Pindado (1994, 289-305).

10.4. Calcular el saldo ideal para el día t + j, SI_{t+j}, mediante la ecuación [1].

$$SI_{t+j} = \left| \frac{e_t FP_{t+j}(c_d - i_t)}{i_t} \right|, \qquad [1]$$

10.5. Calcular el saldo futuro para el día $t + j$, SF_{t+j}, mediante la ecuación $SF_{t+j} = SF_{t+j-1} + FP_{t+j} - SI_{t+j}$.

10.6. La transacción mínima que se debe hacer para que en el período de previsión, n, se pueda alcanzar el límite positivo es LS_t/n, luego si $SF_{t+j} > LS_t/n$ ir a 10.9, en otro caso no hay condiciones para realizar transacción alguna contando hasta este día del proceso iterativo, pero hemos de analizar si debemos tener en cuenta más flujos previstos futuros o por el contrario damos por concluido el análisis del día t. Para ello introducimos la siguiente notación para todo j tal que $SF_{t+j} < LS_t/n$ calculamos $SFM_{t+j} = SF_{t+j}$, por último denominamos m al número de los SF_{t+j} que cumplen la condición anterior y ejecutamos el paso 10.7.

10.7. Para que sea interesante tener en cuenta más flujos previstos futuros, es necesario que se cumpla que los costes de oportunidad ahorrados por realizar la transacción mínima sean mayores que los costes de descubierto ocasionados por tal transacción, pues si esto no se cumple sería más conveniente realizar este proceso en el día $t + j + 1$ y por ello daríamos por concluido el análisis del día t. Analíticamente la condición a cumplir es

$$\left((j + 1 - m)\frac{LS_t}{n}\right) i_t > \left(m\frac{LS_t}{n} - \sum_{k=0}^{j} SFM_{t+k}\right) i_d \qquad [2]$$

Luego, si cumple la expresión [2] ir a 10.8; en otro caso dar por concluido el análisis del día t, actualizar y pasar a 12.

10.8. Si $j \le n$ y $j \le N - t$ debemos considerar un nuevo flujo de caja previsto, para ello introducimos la condición $j = j + 1$ y vamos a 10.3; en caso contrario hemos llegado al final del período de previsión sin encontrar ninguna transacción conveniente, luego actualizamos y vamos a 12.

10.9. Si $SF_{t+j} \le LS_t$ ejecutar el paso 10.10, en otro caso el día $t + j$ tiene por sí solo un saldo suficiente para aconsejar realizar una transacción, produciéndose un ahorro de costes de oportunidad mayor que el conseguido si la transacción se realiza el día t, pues daría lugar a costes de descubierto, luego concluimos el análisis del día t sin realizar ninguna transacción, a continuación actualizamos y vamos a 12.

10.10. Tenemos una sucesión de $j + 1$ flujos futuros de caja y debemos determinar si es conveniente realizar alguna transacción. Esta decisión depende del tamaño de la transacción, pues ésta dará lugar a costes de

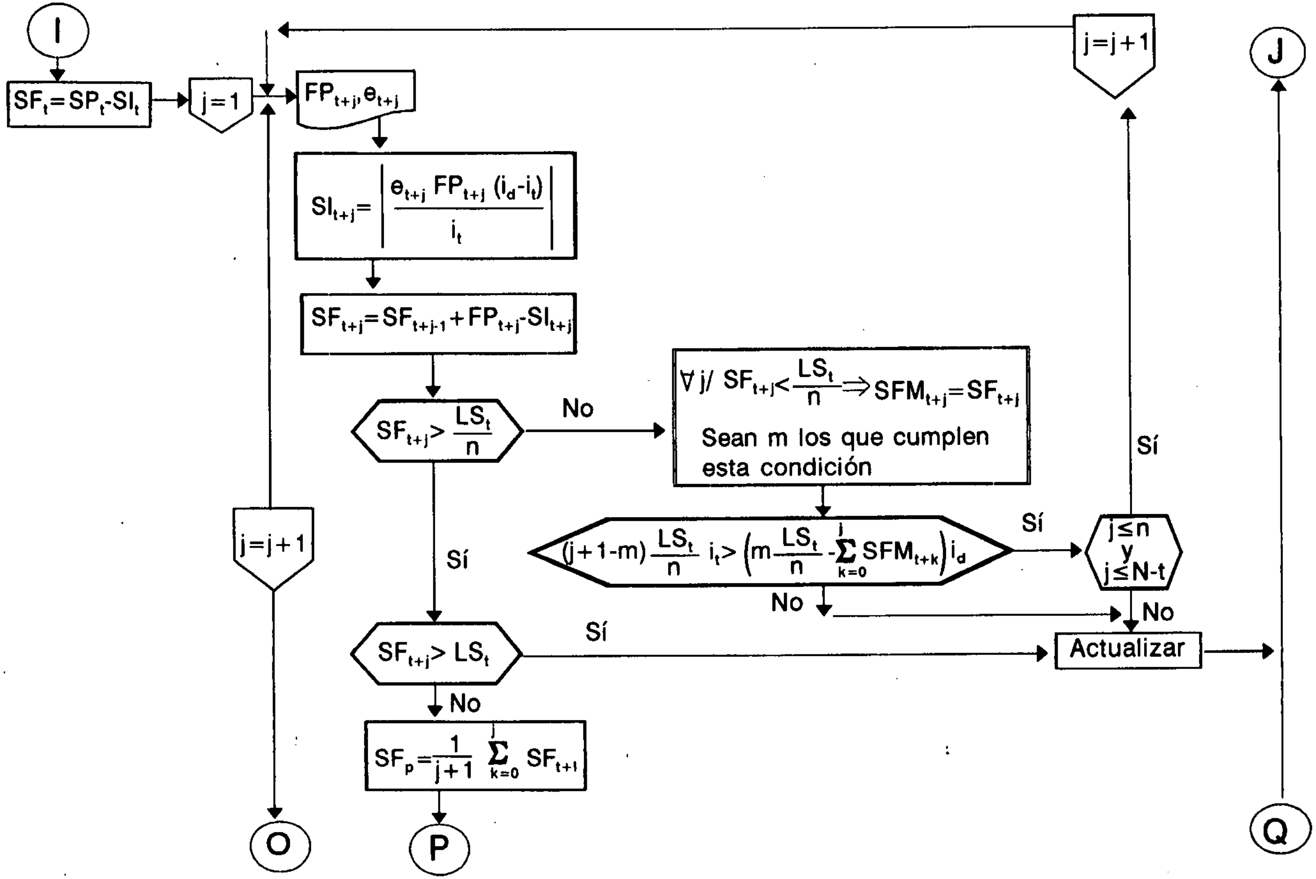

I
$SF_t = SP_t - SI_t$
$j=1$
FP_{t+j}, θ_{t+j}
$SI_{t+j} = \left| \frac{\theta_{t+j} FP_{t+j} (i_d - i_t)}{i_t} \right|$
$SF_{t+j} = SF_{t+j-1} + FP_{t+j} - SI_{t+j}$
$SF_{t+j} > \frac{LS_t}{n}$
No
$\forall j / SF_{t+j} < \frac{LS_t}{n} \Rightarrow SFM_{t+j} = SF_{t+j}$
Sean m los que cumplen esta condición
$(j+1-m)\frac{LS_t}{n} i_t > \left(m\frac{LS_t}{n} - \sum_{k=0}^{j} SFM_{t+k}\right) i_d$
Sí
No
$j \leq n$ y $j \leq N-t$
Sí
No
$j=j+1$
Sí
$SF_{t+j} > LS_t$
Sí
Actualizar
No
$SF_p = \frac{1}{j+1} \sum_{k=0}^{j} SF_{t+l}$
$j=j+1$
O
P
J
Q

FIG. 2

descubierto, y a su vez existirán unos costes de oportunidad por la parte de los saldos no transferida. Si $i_d = i_t$ el tamaño óptimo de la transacción sería la media de los saldos, pero como $i_d > i_t$ la cantidad transferida debe ser menor. Por ello vamos a iniciar un proceso iterativo que nos determine la cantidad óptima a ser transferida, si las circunstancias lo aconsejan, que debe ser inferior a la media de los saldos, que denominamos SF_p y calculamos por la ecuación [3] y, por último, ejecutamos el paso 10.11.

$$SF_p = \frac{1}{j+1}\left(\sum_{k=0}^{j} SF_{t+k}\right) \qquad [3]$$

10.11. Para obtener la cantidad óptima debemos determinar la función de costes implicados, oportunidad y descubierto, y calcular su mínimo. Primero calculamos los siguientes valores (véase figura 3): Para todo j tal que $SF_{t+j} \geq SF_p$, calculamos $SFS_{t+j} = SF_{t+j}$. Para todo j tal que $SF_{t+j} < SF_p$, calculamos $SFI_{t+j} = SF_{t+j}$, siendo w_p los que cumplen esta última condición. A continuación calculamos el máximo de los SFI_{t+j}, $SF_q = Max\, SFI_{t+j}$.

Con esta nueva nomenclatura la función a minimizar es

$$F(Z_{pt}) = \left(w_p Z_{pt} - \sum_{k=0}^{j} SFI_{t+k}\right) i_d + \left(\sum_{k=0}^{j} SFM_{t+k} - (j+1-w_p)Z_{pt}\right) i_t$$

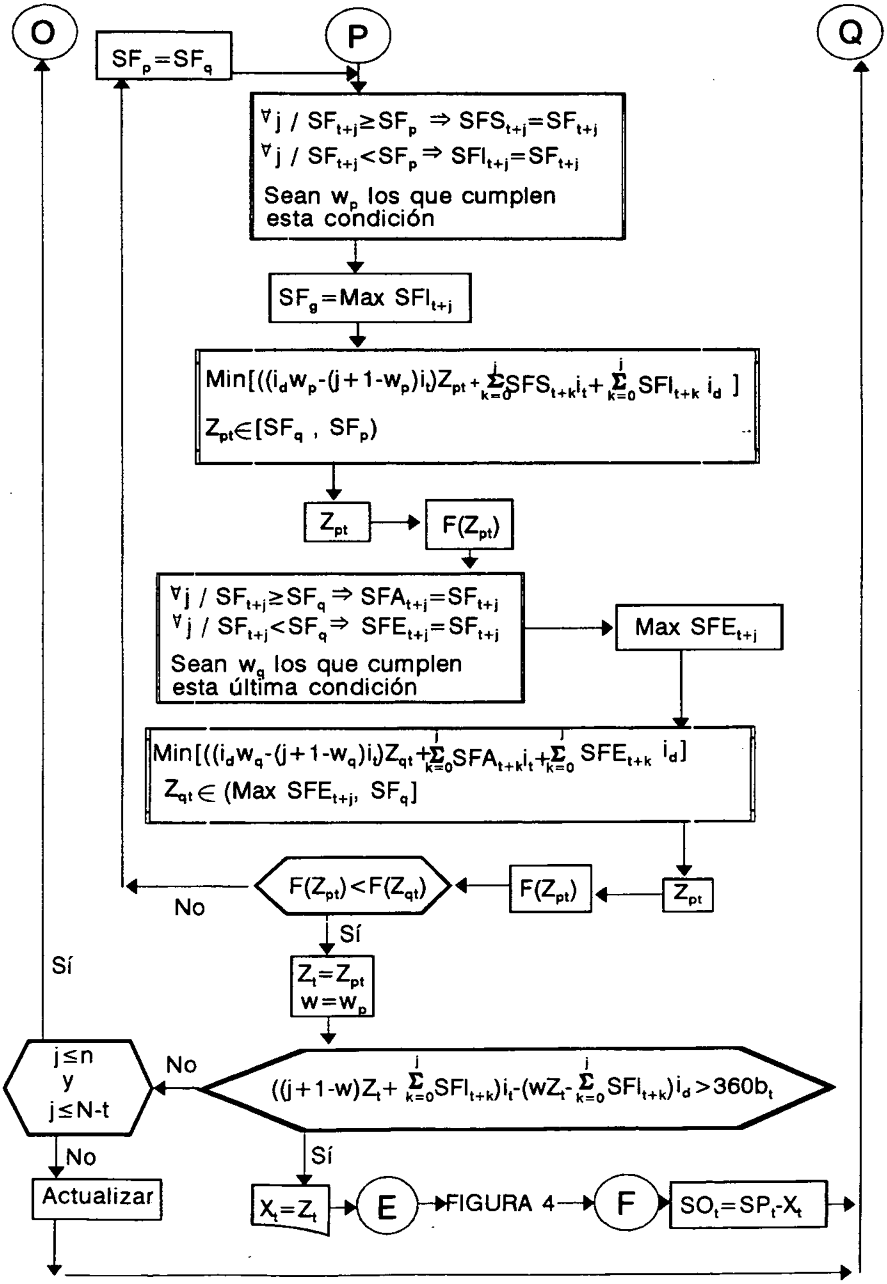
donde el primer sumando recoge los costes de descubierto que ocasiona transferir Z_{pt} y el segundo recoge los costes de oportunidad que tal transferencia no evita. Obsérvese que esta función sólo está definida en el intervalo $(SF_q, SF_p]$, donde se respeta la estructura de la función. Si ordenamos términos en $F(Z_{pt})$ el planteamiento del problema es

$$Min\left[(i_d w_p - (j+1-w_p)\, i_t)\, Z_{pt} + \sum_{k=0}^{j} SFS_{t+k} i_t - \sum_{k=0}^{j} SFI_{t+k} i_d\right]$$

donde $Z_{pt} \in (SF_q, SF_p]$.

Posteriormente calculamos Z_{pt} y el valor $F(Z_{pt})$ y ejecutamos el paso 10.12.

10.12. Necesitamos determinar si Z_{pt} es la cantidad óptima a transferir desde caja, si las circunstancias lo aconsejaran. La función $F(Z_{pt})$, que es la suma de dos funciones (la función de los costes de descubierto y la función de los costes de oportunidad), para valores pequeños de Z_{pt} alcanza



O
P
Q
SF$_p$=SF$_q$
∀j / SF$_{t+j}$≥SF$_p$ ⇒ SFS$_{t+j}$=SF$_{t+j}$
∀j / SF$_{t+j}$<SF$_p$ ⇒ SFI$_{t+j}$=SF$_{t+j}$
Sean w$_p$ los que cumplen esta condición
SF$_g$=Max SFI$_{t+j}$
Min[((i$_d$w$_p$-(j+1-w$_p$)i$_t$)Z$_{pt}$+$\sum_{k=0}^{j}$SFS$_{t+k}$i$_t$+$\sum_{k=0}^{j}$SFI$_{t+k}$ i$_d$]
Z$_{pt}$∈[SF$_q$, SF$_p$)
Z$_{pt}$
F(Z$_{pt}$)
∀j / SF$_{t+j}$≥SF$_q$ ⇒ SFA$_{t+j}$=SF$_{t+j}$
∀j / SF$_{t+j}$<SF$_q$ ⇒ SFE$_{t+j}$=SF$_{t+j}$
Sean w$_q$ los que cumplen esta última condición
Max SFE$_{t+j}$
Min[((i$_d$w$_q$-(j+1-w$_q$)i$_t$)Z$_{qt}$+$\sum_{k=0}^{j}$SFA$_{t+k}$i$_t$+$\sum_{k=0}^{j}$ SFE$_{t+k}$ i$_d$]
Z$_{qt}$∈ (Max SFE$_{t+j}$, SF$_q$]
F(Z$_{pt}$)<F(Z$_{qt}$)
F(Z$_{pt}$)
Z$_{pt}$
No
Sí
Sí
Z$_t$=Z$_{pt}$
w=w$_p$
j≤n
y
j≤N-t
No
((j+1-w)Z$_t$+ $\sum_{k=0}^{j}$SFI$_{t+k}$)i$_t$-(wZ$_t$-$\sum_{k=0}^{j}$SFI$_{t+k}$)i$_d$>360b$_t$
No
Sí
Actualizar
X$_t$=Z$_t$
E
FIGURA 4
F
SO$_t$=SP$_t$-X$_t$

FIG. 3

niveles elevados, posteriormente decrece monótonamente hasta alcanzar un óptimo, el cual queremos hallar nosotros, y por último crece monótonamente. Como SF_p está a la derecha del óptimo, al ser la función monótonamente creciente a la derecha del óptimo y monótonamente decreciente a la izquierda, sabemos que Z_{pt} es el óptimo global, si el óptimo para otro intervalo contiguo a la izquierda de $(SF_q, SF_p]$ es tal que sustituido en la función da un valor mayor que $F(Z_{pt})$, en caso contrario habrá que iniciar un proceso iterativo, cuya base acabamos de exponer, para el cálculo del óptimo. Para ello se debe calcular los siguientes valores: Para todo j tal que $SF_{t+j} \geq SF_q$, calculamos $SFA_{t+j} = SF_{t+j}$. Para todo j tal que $SF_{t+j} < SF_q$, calculamos $SFE_{t+j} = SF_{t+j}$, siendo w_q los que cumplen esta última condición. A continuación calculamos el máximo de los SFE_{t+j}, $Max\ SFE_{t+j}$. Siendo el planteamiento del problema

$$Min\left[(i_d w_q - (j + 1 - w_q)\, i_t)\, Z_{qt} + \sum_{k=0}^{j} SFA_{t+k} i_t - \sum_{k=0}^{j} SFE_{t+k} i_d\right]$$

donde $Z_{qt} \in (Max\ SFE_{t+j}, SF_q]$. Posteriormente calculamos Z_{qt} y el valor $F(Z_{qt})$ y ejecutamos el paso 10.13.

10.13. Si $F(Z_{pt}) < F(Z_{qt})$ entonces al ser la función monótonamente creciente a la derecha del óptimo y monótonamente decreciente a la izquierda, Z_{pt} es el valor óptimo, luego calculamos $Z_t = Z_{pt}$ y $w = w_p$ y vamos a 10.14; en caso contrario iniciamos el proceso iterativo para calcular el óptimo, calculando $SF_p = SF_q$ y volviendo a 10.11.

10.14. Debemos analizar si es conveniente realizar la transferencia de la cantidad óptima, Z_t, es decir, si los costes de oportunidad ahorrados por realizarla son superiores al coste de transacción más los costes de descubierto provocados por ésta. Luego si se cumple que

$$\left((j + 1 - w)Z_t + \sum_{k=0}^{j} SFI_{t+k}\right)\frac{i_t}{360} > b_t + \left(wZ_t - \sum_{k=0}^{j} SFI_{t+k}\right)\frac{i_d}{360},$$

debemos realizar una transferencia desde caja de un importe $X_t = Z_t$, posteriormente se enlaza con el submodelo para determinar qué activos reciben la transferencia desde caja, desarrollado en el epígrafe 4, se calcula $SO_t = SP_t - X_t$, y se va a 12; en caso contrario ejecutar el paso 10.15.

10.15. Si $j \leq n$ y $j \leq N - t$ debemos considerar un nuevo flujo de caja previsto, para ello introducimos la condición $j = j + 1$ y vamos a 10.3; en otro caso hemos llegado al final del período de previsión sin encontrar ninguna transacción conveniente, luego actualizamos y ejecutamos el paso 12.

11. Si $SP_t < LI_t$ la empresa debe realizar una transacción, siendo el importe ha transferir hacia caja $Y_t = SI_t - SP_t$, posteriormente se enlaza

con el submodelo para determinar qué activos envían fondos hacia caja, desarrollado en el epígrafe **5**, por último se calcula $SO_t = SI_t$ y se va 12; en otro caso habría que iniciar un proceso similar al desarrollado en 10[8].

12. Si $t \leq N$ hemos de comenzar el análisis de un nuevo día, para ello introducimos la condición $t = t + 1$ y vamos a 13; en caso contrario hemos llegado al final del horizonte de planificación.

13. Si es necesario modificar algún parámetro de los actualizados por el modelo ir a 3, en caso contrario ejecutar el paso 4, iniciando en ambos casos el proceso iterativo para un nuevo día.

4. DESARROLLO DEL SUBMODELO PARA DETERMINAR QUE ACTIVOS RECIBEN LA TRANSFERENCIA DESDE CAJA

La cantidad a transferir desde caja es X_t y el orden de prioridad[9] es: primero reponer el saldo dispuesto en la cuenta de crédito y después invertir los fondos excedentes en inversiones financieras a corto plazo.

Para el desarrollo del submodelo, siguiendo la figura 4, debemos dar los siguientes pasos:

1. Si $K_{t-1} > 0$ ir a 2, en otro caso implica que $K_{t-1} = 0$ y ejecutar el paso 3.

2. Si $K_{t-1} < X_t$ ir a 3, en otro caso transferir a la cuenta de crédito X_t, actualizar y enlazar con el modelo principal.

3. En este caso transferir a la cuenta de crédito K_{t-1} e invertir lo restante, $X_t - K_{t-1}$ en inversiones financieras a corto plazo. A continuación actualizar y enlazar con el modelo principal.

5. DESARROLLO DEL SUBMODELO PARA DETERMINAR QUE ACTIVOS ENVIAN FONDOS HACIA CAJA

La cantidad a transferir hacia caja es Y_t y el orden de prioridad[10] es: efectos comerciales con vencimiento inferior a V_1, inversiones financieras a corto plazo, efectos comerciales con vencimiento superior a V_1 e inferior o igual a V_2 y cuenta de crédito.

Para el desarrollo del submodelo, siguiendo la figura 5, debemos dar los siguientes pasos:

1. Si $E_{at} > 0$ calcular la cantidad de efectos necesaria para transferir hacia caja Y_t, EN_{at}, despejándola de la ecuación [4] e ir a 2; en otro caso implica que $E_{at} = 0$ y se deberá ejecutar el paso 3.

$$EN_{at} - EN_{at}\frac{V_{at}}{360}\, i_n = Y_t, \qquad [4]$$

8 Este proceso puede verse en Pindado (1994, 317-328).
9 La base de este orden puede verse en Pindado (1994, 274).
10 La base de este orden puede verse en Pintado (1994, 267-274).

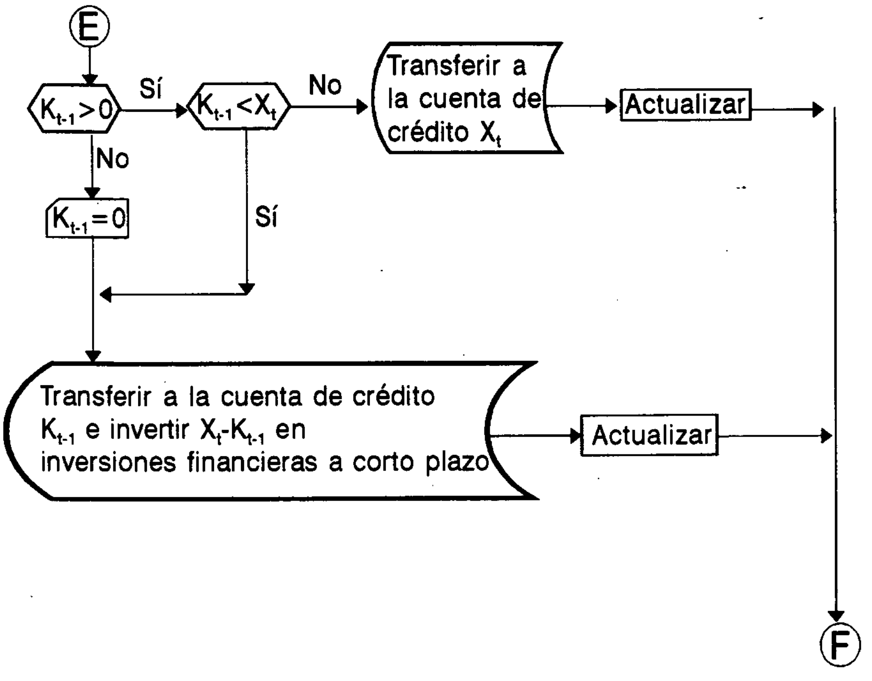


FIG. 4

2. Si $EN_{at} \leq E_{at}$ descontar EN_{at} efectos comerciales, actualizar y enlazar con el modelo principal; en caso contrario calcular el efectivo obtenido de descontar todos los efectos comerciales E_{at}, que denominamos D_{at}, mediante la ecuación [5].

$$D_{at} = E_{at} - E_{at} \frac{V_{at}}{360} i_n , \qquad [5]$$

e ir a 4.

3. Como $E_{at} = 0$ implica que $D_{at} = 0$ e ir a 4.

4. Si $I_t > 0$ calcular la cantidad de inversiones a corto plazo necesaria para transferir hacia caja $Y_t - D_{at}$, IN_t, con la ecuación $IN_t = Y_t - D_{at}$, e ir a 5; en otro caso implica que $I_t = 0$ y se deberá ejecutar el paso 6.

5. Si $IN_t \leq I_t$ descontar todos los efectos E_{at} y liquidar inversiones financieras a corto plazo por una cantidad IN_t, a continuación actualizar y enlazar con el modelo principal; en otro caso ejecutar el paso 6.

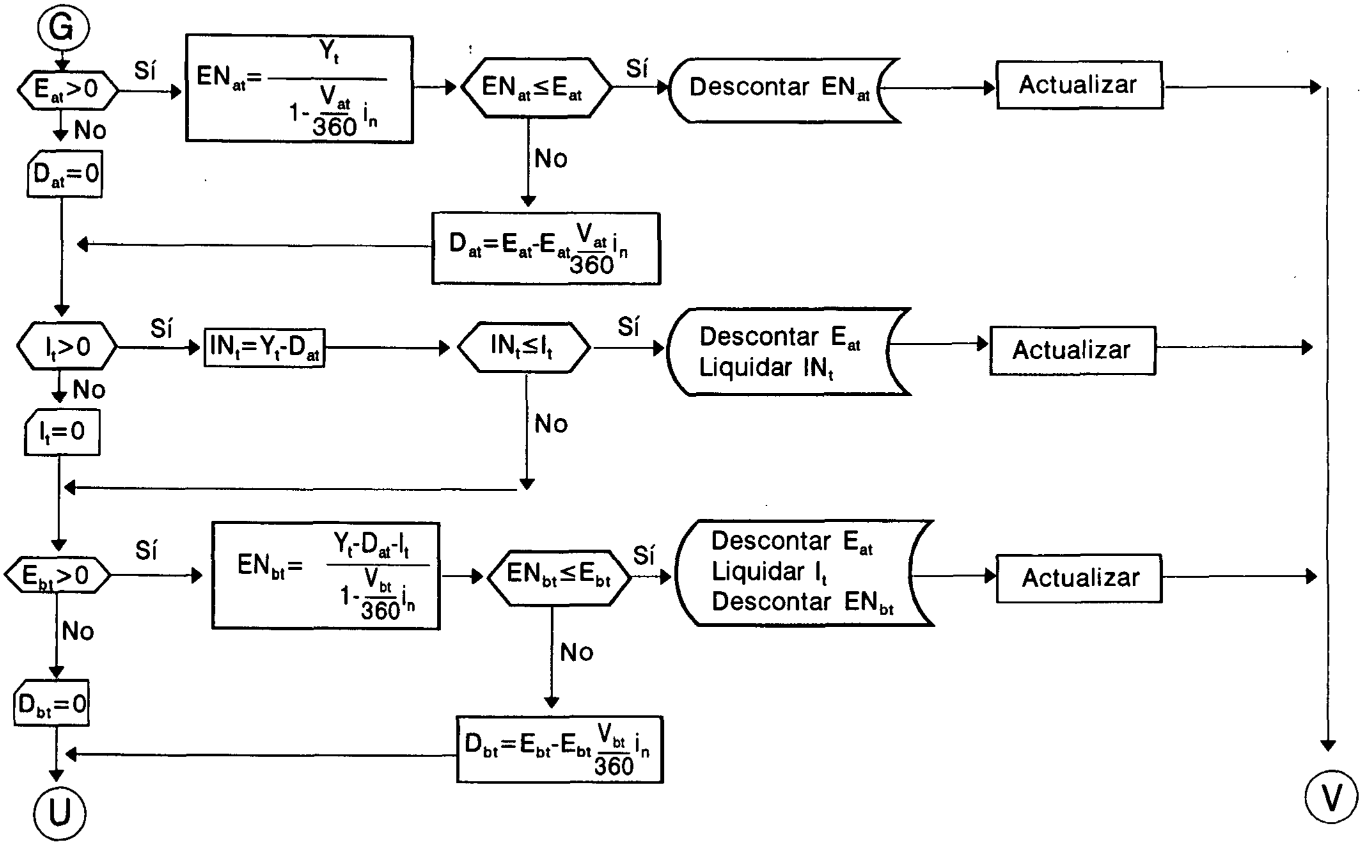

G
$E_{at}>0$
Sí
No
$D_{at}=0$
$EN_{at}=\frac{Y_t}{1-\frac{V_{at}}{360}i_n}$
$EN_{at}\leq E_{at}$
Sí
No
Descontar EN_{at}
Actualizar
$D_{at}=E_{at}-E_{at}\frac{V_{at}}{360}i_n$
$I_t>0$
Sí
No
$I_t=0$
$IN_t=Y_t-D_{at}$
$IN_t\leq I_t$
Sí
No
Descontar E_{at}
Liquidar IN_t
Actualizar
$E_{bt}>0$
Sí
No
$D_{bt}=0$
$EN_{bt}=\frac{Y_t-D_{at}-I_t}{1-\frac{V_{bt}}{360}i_n}$
$EN_{bt}\leq E_{bt}$
Sí
No
Descontar E_{at}
Liquidar I_t
Descontar EN_{bt}
Actualizar
$D_{bt}=E_{bt}-E_{bt}\frac{V_{bt}}{360}i_n$
U
V

FIG. 5

6. Si $E_{bt} > 0$ calcular la cantidad de efectos necesaria para transferir hacia caja $Y_t - D_{at} - I_t$, EN_{bt}, despejándola de la ecuación 6 e ir a 7; en otro caso implica que $E_{bt} = 0$ y se deberá ejecutar el paso 8.

$$EN_{bt} - EN_{bt} \frac{V_{bt}}{360} i_n = Y_t - D_{at} - I_t, \qquad [6]$$

7. Si $EN_{bt} \leq E_{bt}$ descontar E_{at} y EN_{bt} de efectos comerciales y liquidar todas las inversiones financieras a corto plazo, I_t, a continuación actualizar y enlazar con el modelo principal; en otro caso calcular el efectivo obtenido de descontar todos los efectos comerciales E_{bt}, que denominamos D_{bt}, mediante la ecuación 7 e ir a 9.

$$D_{bt} = E_{bt} - E_{bt} \frac{V_{bt}}{360} i_n , \qquad [7]$$

8. Como $E_{bt} = 0$ implica que $D_{bt} = 0$ e ir a 9.

9. Calcular el saldo disponible en la cuenta de crédito (véase la figura 6), KD_t, mediante la ecuación $KD_t = K_{máx} - K_{t-1}$, e ir a 10.

10. Si $KD_t > 0$ calcular la cantidad de saldo de la cuenta de crédito necesaria para transferir hacia caja $Y_t - D_{at} - I_t - D_{bt}$, que denominamos KN_t, mediante la ecuación $KN_t = Y_t - D_{at} - I_t - D_{bt}$, e ir a 11; en otro caso implica que $KD_t = 0$ y se deberá ejecutar el paso 12.

11. Si $KN_t \leq KD_t$ descontar E_{at} y E_{bt} de efectos comerciales, liquidar todas las inversiones financieras, I_t, y disponer de KN_t del saldo de la cuenta de crédito. A continuación actualizar y enlazar con el modelo principal; en caso contrario ir a 12.

12. El modelo emite el mensaje de un problema de estructura de capital que la dirección financiera deberá abordar. Calcular la cantidad necesaria a transferir hacia caja para hacer frente al déficit que no ha podido ser cubierto con los activos normales, CN_t, mediante la ecuación $CN_t = Y_t - D_{at} - I_t - D_{bt} - KD_t$, y ejecutar el paso 13.

13. Introducir el coste de no hacer frente a CN_t obligaciones de pago, i_{ot}, y el coste de fuentes extraordinarias de fondos, i_{zt}. Si $i_{ot} < i_{zt}$ descontar E_{at} y E_{bt} efectos comerciales, liquidar todas las inversiones financieras a corto plazo, I_t, disponer de la totalidad del saldo de la cuenta de crédito, KD_t, y no hacer frente a las CN_t obligaciones de pago de menor coste para la empresa e ir a 14; en otro caso descontar E_{at} y E_{bt}, liquidar I_t, disponer de KD_t y acudir a fuentes extraordinarias de fondos por CN_t y ejecutar el paso 14.

14. Actualizar y enlazar con el modelo principal.

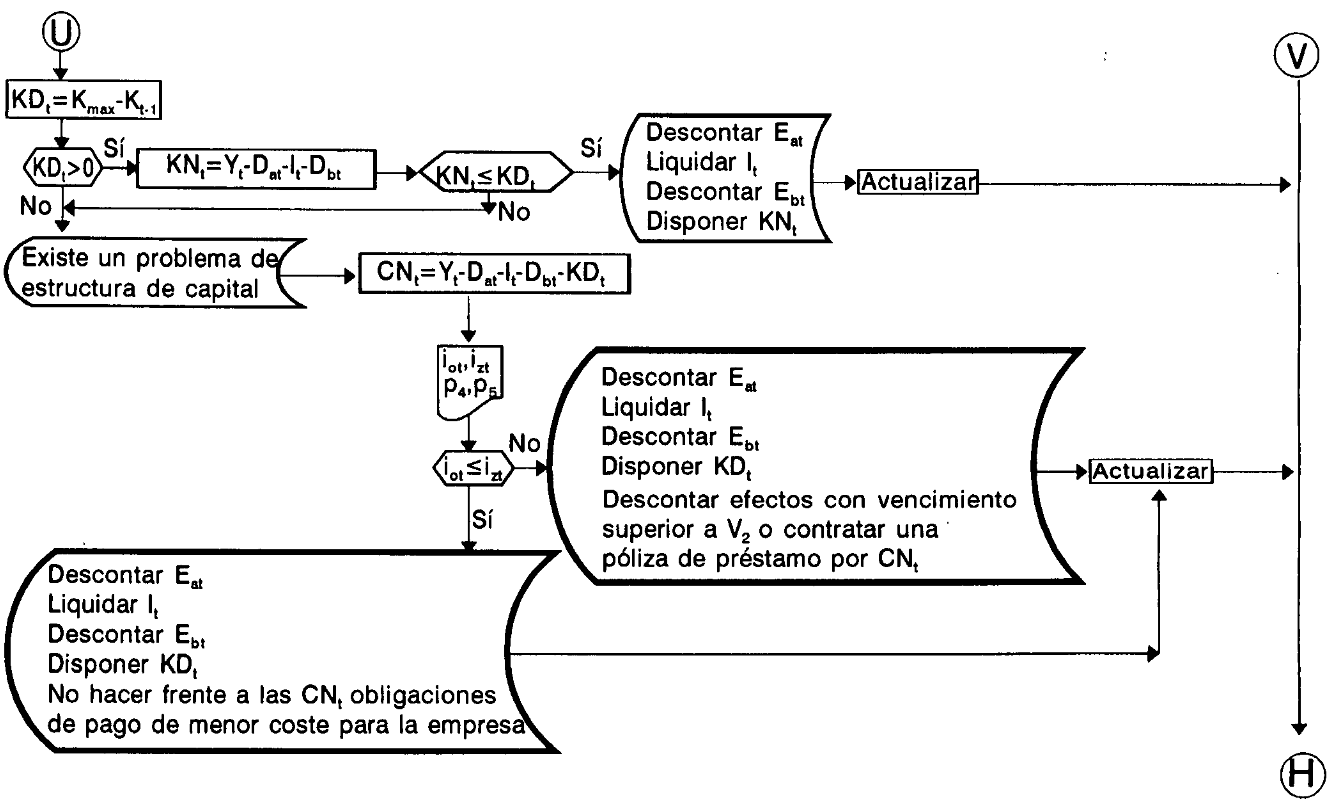

U
$KD_t = K_{max} - K_{t-1}$
$KD_t > 0$
Sí
No
$KN_t = Y_t - D_{at} - I_t - D_{bt}$
$KN_t \leq KD_t$
Sí
No
Descontar E_{at}
Liquidar I_t
Descontar E_{bt}
Disponer KN_t
Actualizar
V
Existe un problema de estructura de capital
$CN_t = Y_t - D_{at} - I_t - D_{bt} - KD_t$
i_{ot}, i_{zt}
p_4, p_5
$i_{ot} \leq i_{zt}$
No
Sí
Descontar E_{at}
Liquidar I_t
Descontar E_{bt}
Disponer KD_t
Descontar efectos con vencimiento superior a V_2 o contratar una póliza de préstamo por CN_t
Actualizar
Descontar E_{at}
Liquidar I_t
Descontar E_{bt}
Disponer KD_t
No hacer frente a las CN_t obligaciones de pago de menor coste para la empresa
H

FIG. 6

6. CONCLUSIONES

La gestión de tesorería es un problema de estructura dinámica, donde además intervienen muchas variables y continuamente se obtiene nueva información. Por ello se necesita por una parte, modelos flexibles que sean capaces de incorporar procesos de «feedback» en continua interacción con el decisor, y de otra parte que permitan obtener una solución óptima del problema. En este sentido la metodología heurística combinada con la técnica de optimización por separación dicótoma han proporcionado en este caso resultados muy satisfactorios.

Podemos considerar el modelo desarrollado como completo, en el sentido de que se adapta a una formulación amplia del problema, considera una configuración realista de la tesorería (más de dos activos y supresión de la hipótesis de existencia de una cartera de títulos con tamaño suficiente), introduce la incertidumbre en sus decisiones mediante el error de previsión, permite optimizar el valor diario de los parámetros variables del modelo para posteriormente simular la decisión y, por último, permite el correcto tratamiento de los días no hábiles en los cuales no es posible la ejecución de decisiones, pero sí deben ser considerados en el período de previsión cuando en base a éste se analiza la conveniencia de realizar una transacción.

El modelo heurístico de optimización por separación dicótoma desarrollado puede ser considerado como una herramienta útil, para el análisis y posterior adopción de las decisiones sobre gestión de tesorería. Desde este punto de vista el modelo permite simular las decisiones óptimas, de acuerdo con la configuración de la tesorería, y mediante un proceso interactivo será el decisor el que las ejecute, si lo estima oportuno, en función de los mensajes emitidos por el modelo.

BIBLIOGRAFIA

Brealey, R. y Myers, S. (1993): *Fundamentos de Financiación Empresarial*. McGraw-Hill. Madrid.

Briscoe, C. G. y Perkins, A. F. (1991): «Automating the Cash Management Transaction Processing Cycle». *Journal of Cash Management*. Vol. 11, nº 2, (marzo-abril), pp. 27-30.

Cuervo García, A. (1994): *Análisis y planificación financiera de la empresa*. Editorial Civitas. Madrid.

Drucker, P. F. (1983): *Managing in Turbulent Times*. Pan Books. New YorK.

Fernández Alvarez, A. I. (1992): «Inversiones y recursos circulantes de la empresa española en el periodo 1982-1989». *ICE*. Nº 701, (enero), pp. 91-100.

Peterson, R. y Silver, E. A. (1979): *Decision Systmes for Inventory Management and Production Planning*. Wiley, New York.

Pindado García, J. (1994): *Las decisiones de gestión de tesorería en la empresa: Un modelo heurístico de optimización y su contrastación empírica*. Tesis Doctoral. Facultad de Ciencias Económicas y Empresariales. Universidad de Salamanca.

Suárez Suárez, A.S. (1989): *Decisiones óptimas de inversión y financiación en la empresa*. Pirámide. Madrid.