

(12) SOLICITUD INTERNACIONAL PUBLICADA EN VIRTUD DEL TRATADO DE COOPERACIÓN  
EN MATERIA DE PATENTES (PCT)

(19) Organización Mundial de la Propiedad  
Intelectual  
Oficina internacional



(43) Fecha de publicación internacional  
6 de Octubre de 2005 (06.10.2005)

PCT

(10) Número de Publicación Internacional  
WO 2005/091702 A2

(51) Clasificación Internacional de Patentes: Sin clasificar

(21) Número de la solicitud internacional:  
PCT/ES2005/000148

(22) Fecha de presentación internacional:  
22 de Marzo de 2005 (22.03.2005)

(25) Idioma de presentación: español

(26) Idioma de publicación: español

(30) Datos relativos a la prioridad:  
P200400717 23 de Marzo de 2004 (23.03.2004) ES  
P200402140  
6 de Septiembre de 2004 (06.09.2004) ES

(71) Solicitante e

(72) Inventor: PALACIOS, Angel [ES/ES]; C/Méndez Álvaro  
77, portal 4, piso4ºB, E-28045 Madrid (ES).

(81) Estados designados (a menos que se indique otra cosa,  
para toda clase de protección nacional admisible): AE,

AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY,  
BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ,  
EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID,  
IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT,  
LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NI,  
NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG,  
SK, SL, SM, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US,  
UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

(84) Estados designados (a menos que se indique otra cosa,  
para toda clase de protección regional admisible): ARIPO  
(BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ,  
UG, ZM, ZW), euroasiática (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD,  
RU, TJ, TM), europea (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK,  
EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, MC, NL,  
PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI,  
CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

**Publicada:**

— sin informe de búsqueda internacional, será publicada nue-  
vamente cuando se reciba dicho informe

Para códigos de dos letras y otras abreviaturas, véase la sección  
"Guidance Notes on Codes and Abbreviations" que aparece al  
principio de cada número regular de la Gaceta del PCT.

(54) Title: CALCULATION EXPRESSION MANAGEMENT

(54) Título: GESTOR DE EXPRESIONES DE CÁLCULO

(57) Abstract: The invention relates to calculation expression management. In general terms, a calculation expression is a union of variables, constants, operators, functions, delimiter characters and other possible elements, which can be used to produce a result. A sample calculation expression is as follows:  $2*3+A*(2+B+C)$ . The uses of calculation expressions include the creation of formulae, the formation of strings and the implementation of searches for databases. The invention facilitates the implementation of sophisticated calculation expressions. For said purpose, the invention consists in constructing and evaluating calculation expressions from graphical structures representing trees. The graphical structures can be of various different types.

(57) Resumen: En términos generales, una expresión de cálculo es una unión de variables, constantes, operadores, funciones, caracteres delimitadores y otros posibles elementos que puede utilizarse para dar un resultado. Un ejemplo de expresión de cálculo es " $2*3+A*(2+B+C)$ ". Algunas aplicaciones de las expresiones de cálculo son la creación de fórmulas y la realización de cadenas y de búsqueda para bases de datos. La presente invención facilita la realización de expresiones de cálculo sofisticada. Para ello, se basa en construir y evaluar expresiones de cálculo a partir de estructuras gráficas que representan árboles. Las estructuras gráficas pueden ser de varios tipos diferentes.

WO 2005/091702 A2

## DESCRIPCIÓN

### TÍTULO

“Gestor de expresiones de cálculo”

5

### SECTOR DE LA TÉCNICA

La presente invención corresponde al sector de herramientas y procedimientos informáticos dedicados a gestionar expresiones cálculo.

### 10 ESTADO DE LA TÉCNICA

La extensión de la informática en los últimos años ha causado que una gran cantidad de personas que no son expertas en informática sean usuarios habituales de ordenadores. Esto ha llevado a la necesidad de simplificar la forma en que se realizan determinadas tareas informáticas.

Una de estas tareas es la creación de expresiones de cálculo. En términos generales, una expresión de cálculo es una unión de variables, constantes, operadores, funciones, caracteres delimitadores y otros posibles elementos que puede utilizarse para obtener un resultado. La Ilustración 1 muestra un ejemplo de una expresión de cálculo.

#### **Ilustración 1**

$2*3+A*(2+B+C)$

20

Como caracteres delimitadores se suelen utilizar paréntesis o corchetes. En el caso más general, podrían existir diferentes tipos de caracteres delimitadores, con diferentes propiedades, aunque habitualmente se utiliza un único tipo. En este documento, se supondrá sin pérdida de generalidad que los únicos caracteres delimitadores que existen son paréntesis. Para facilitar la descripción, en este documento se denominarán ELEMENTOS a las variables y constantes que forman parte de la expresión. Por ejemplo, en la Ilustración 1, “A”, “B”, y “2” son elementos.

Las expresiones de cálculo se usan especialmente para construir fórmulas y para construir cadenas de búsqueda. Las fórmulas se suelen utilizar en entornos como hojas de cálculo, editores de código fuente y otros entornos. Las cadenas de búsqueda se suelen utilizar para crear búsquedas de información en bases de datos y en Internet y en otros entornos.

Las expresiones de cálculo suelen ser expresiones lógicas o aritméticas. Se pueden construir expresiones de cálculo de una gran variedad de naturalezas. Por ejemplo, pueden existir expresiones que tengan elementos, operadores y funciones de varios tipos mezclados, como lógicos, aritméticos, texto etc.

35

También se pueden utilizar fragmentos que tengan un correlato lógico, aritmético o de otro tipo. Por ejemplo se pueden utilizar fragmentos comparativos, como por ejemplo podría ser “Tema=’Ensayo’”, donde “Tema” es una variable y “’Ensayo’” es un valor, de manera que si la variable “Tema” adopta el valor “’Ensayo’”, el fragmento es verdadero.

5 También se pueden utilizar variables de una manera implícita, como se hace habitualmente en los buscadores de Internet. La utilización de variables de manera implícita puede tener lugar en una gran variedad de maneras. En el caso más general, existiría una cadena de caracteres XYZ que se computaría según determinadas reglas que pueden estar definidas de múltiples maneras para dar lugar a un valor verdadero o falso para cada entidad para la que se  
10 evalúe la expresión. Por ejemplo, en los buscadores de Internet, se suelen construir cadenas de búsqueda como por ejemplo “(casa AND hogar AND NOT (montaña OR campo))”, donde los elementos “casa”, “hogar”, “montaña” y “campo” quieren decir implícitamente que los resultados de la búsqueda deben incluir o no incluir esas palabras. Las cadenas XYZ pueden tener significados enormemente amplios, como por ejemplo “Pitágoras era griego”, de manera que se  
15 evaluaría si las entidades buscadas contienen alguna referencia a esa circunstancia. Una forma adicional de utilizar variables de manera implícita sería por ejemplo usar fragmentos como el siguiente “’Casa’ IN Título”, donde el fragmento sería verdadero si la palabra “Casa” apareciera en el título. Además de todos los ejemplos mostrados, también pueden existir otras maneras de construir expresiones de cálculo.

20 Para facilitar la exposición, en este documento se utilizará “Y”, “O” y “NO”, “and”, “or” y “not”, o “AND”, “OR” y “NOT”; es decir, se utilizarán las palabras en inglés o en español, y mayúsculas o minúsculas para evitar confusión con los caracteres que haya en el contexto en el que se utilicen.

Para terminar esta introducción a las expresiones de cálculo, la Ilustración 2 muestra  
25 una expresión que sólo se compone de operadores y variables aritméticas, la Ilustración 3 muestra una expresión que sólo se compone de operadores y variables lógicas, la Ilustración 4 muestra una expresión que contiene operadores y variables de ambos tipos, y la Ilustración 5 muestra una expresión que utiliza fragmentos comparativos.

### **Ilustración 2**

30 “(A+B)\*C + 3\*A”

donde “A”, “B” y “C” son variables que toman valores numéricos

### **Ilustración 3**

“(U o V) and Z or U y V”

donde “U”, “V” y “Z” son variables que toman valores lógicos, y “o”, e “y” son operadores lógicos.

#### **Ilustración 4**

5 “(A > B) y (3\*A<Z) o U”

donde de nuevo A, B y C son variables que toman valores numéricos, “U” toma valores lógicos, y “y” y “o” son operadores lógicos.

#### **Ilustración 5**

10 “( Tema=’Ensayo’ or (U and not V) or (A > B)”

donde “Tema” es una variable de texto, “’Ensayo’” es un valor, y los otros datos ya han sido definidos previamente.

La creación de expresiones de cálculo suele ser muy difícil para la persona no experta  
15 en informática o matemáticas. También puede resultar muy complicada para el experto, especialmente cuando la expresión tiene varios niveles de incrustación. Por ejemplo, la Ilustración 6 muestra una posible expresión de cálculo complicada. Se observa enseguida que resulta difícil identificar los fragmentos sobre los que se aplican los diferentes paréntesis.

#### **Ilustración 6.**

20 
$$(((A + C / (D + B)) * (F + (E * (A + (B + C) / F)))) + (G / (H * (H + I)))) * A$$

Para ilustrar mejor esta dificultad, en el ejemplo de la Ilustración 7 se ha introducido intencionadamente un error eliminando un paréntesis. Si se examina la fórmula de la Ilustración 7 de manera aislada, sin comparar con la Ilustración 6, resulta difícil encontrar este error incluso  
25 para personas habituadas a trabajar con este tipo de expresiones.

#### **Ilustración 7.**

$$(((A + C / (D + B)) * (F + (E * A + (B + C) / F)))) + (G / (H * (H + I)))) * A$$

Actualmente, existen ciertas maneras de facilitar la creación de expresiones de cálculo  
30 en los programas de hojas de cálculo y en los entornos de gestión de bases de datos.

Por ejemplo, en Microsoft Excel, el programa evalúa las expresiones que contienen paréntesis, y muestra una codificación en colores que facilita la identificación de los diferentes paréntesis de apertura y cierre que están asociados. Sin embargo, incluso con esta utilidad, realizar expresiones de cierta longitud es complicado. Adicionalmente, incluso si la expresión  
35 creada es correcta, es difícil valorar si tiene el significado que se pretendía crear.

También en Microsoft Excel existe una utilidad que muestra la evaluación de la fórmula paso a paso según se computa la fórmula. La desventaja de esta utilidad radica en que en cada paso se pierde la información relevante de los pasos ya computados.

En el caso de expresiones de cálculo para construir cadenas de búsqueda, existen varias maneras para simplificar la creación de las expresiones. Por ejemplo, Microsoft Access incluye una utilidad para crear expresiones que se muestra esquemáticamente en la Ilustración 8. La expresión que se corresponde con los datos de la tabla de la Ilustración 8 se muestra en la Ilustración 9.

**Ilustración 8**

10

Campo:	Campo1	Campo2	Campo3
Tabla:			
Criterios:	LIKE 'H' AND LIKE 'R'	'P'	
or:		'Q'	'R'

15 **Ilustración 9**

“(Campo1 LIKE ‘H’ AND Campo1 LIKE ‘R’) AND (Campo2=‘P’) OR (Campo2=‘Q’) AND (Campo3=‘R’)

Ésta es una herramienta útil, que sirve para generar cualquier expresión lógica que dependa de las condiciones presentes en las diferentes celdas. Para ello, hace uso de un resultado del álgebra booleana que dice que cualquier expresión lógica se puede expresar como una combinación de sumas de productos [García, A., Golderos, A., López-Barrio, C., Muñoz, E., Nombela, J.R., Padilla, I. (1989): “Circuitos Electrónicos. Digitales II”, Madrid: ETST Ingenieros de Telecomunicación]. La desventaja de esta utilidad es que existen muchas expresiones que no se pueden poner fácilmente como suma de productos, dado que para ello se requiere cierta habilidad en el manejo del álgebra booleana. Por ejemplo una consulta como la mostrada en la Ilustración 10, requiere cierta transformación que no es obvia para muchas personas.

**Ilustración 10**

(Campo1=‘A’ o Campo2=‘B’) and (Campo1=‘C’ o Campo2=‘D’)

30

Otra manera de simplificar las búsquedas, y que se utiliza especialmente en los sistemas de búsqueda de información en Internet, consiste en realizar interfaces simples que son más fáciles de utilizar. La desventaja de estos enfoques es que sólo permiten realizar búsquedas mucho menos sofisticadas. Un ejemplo de este caso es por ejemplo la interfaz de búsquedas en Google.

35

En conclusión, es necesario desarrollar otras propuestas que permitan la realización sencilla de expresiones de cálculo sofisticadas, de manera que se pueda explotar plenamente el poder de los programas de cálculo y acceder eficientemente a la gran cantidad de información existente en la actualidad. A pesar de que las expresiones de cálculo se vienen utilizando desde hace muchos años — en informática en particular se han utilizado desde la aparición de los primeros programas de ordenador— hasta ahora esta necesidad no ha sido cubierta de manera satisfactoria.

## 10 EXPLICACIÓN DE LA INVENCION

La presente invención facilita la gestión de expresiones de cálculo sofisticadas. Para ello, la invención se basa en gestionar expresiones de cálculo a partir de estructuras gráficas que representan árboles. Como se explicará en otras secciones, con esta base se pueden construir diferentes realizaciones que proporcionan diferentes ventajas. Por ejemplo, en la realización preferida dichas estructuras gráficas están controladas por un sistema informático que permite la edición de datos y que agrupa, disgrega y manipula los datos introducidos según las circunstancias particulares de cada momento.

Por ejemplo, la expresión de cálculo de la Ilustración 11 se puede representar como las estructuras gráficas representadas en las Figuras 1, 2 y 3.

### **Ilustración 11**

$$A / ((B+C) * (D+E))$$

Existen diferentes tipos de estructuras gráficas que permiten representar gráficamente un árbol. Los tres tipos de estructuras gráficas que se han utilizado en las Figuras 1, 2 y 3 son la estructura torre, la estructura vertical y la estructura escalonada, respectivamente. Se debe tener presente que éstas y otras representaciones que se muestren en este documento son ejemplos concretos que se utilizan para describir la invención, y se debe entender que estos ejemplos no son limitadores de la invención. La invención puede comprender uno o varios de estos tipos de representación gráfica, o puede comprender algún otro tipo diferente de representación gráfica arbórea. En el apartado “Exposición de otras realizaciones” se describen otros tipos de representaciones gráficas arbóreas.

La expresión de la Ilustración 11 es suficientemente sencilla como para que en general no sea necesario utilizar ninguna utilidad de ayuda, pero sirve bien para explicar la invención.

La Figura 1 muestra una estructura arbórea llamada estructura torre para la expresión de la Ilustración 11. La esencia de la estructura torre es que los diferentes nodos del árbol se

organizan de manera vertical. El control Microsoft Treeview, utilizado en el sistema operativo Microsoft Windows, es un ejemplo de una estructura torre.

La Figura 2 muestra la estructura vertical de la expresión de la Ilustración 11. La estructura vertical es la estructura clásica que se utiliza en los trabajos más matemáticos sobre  
5 árboles y grafos.

La Figura 3 muestra la estructura escalonada de la expresión de cálculo de la Ilustración 11. La estructura escalonada se caracteriza por distribuir los nodos en diferentes niveles de una figura multilínea, según el nivel de incrustación que tenga cada nodo o cada término. En este ejemplo, se ha añadido un nivel superior 3001, que se ha separado con una línea de trazo grueso  
10 3002, para mostrar la expresión completa, de manera que se pueda comparar de manera sencilla la posición de los elementos que están situados en diferentes niveles con la posición que ocupan en la expresión completa. Para ello, se pueden comparar visualmente ambas posiciones.

Una ventaja de la estructura escalonada frente a la estructura torre y a la estructura vertical es que en cada nivel se respeta el recorrido horizontal de la expresión de cálculo. Es  
15 decir, en cada nivel, los elementos, operadores y funciones que aparecen están alineados con los elementos de los demás niveles, de manera que si se avanza horizontalmente se puede completar toda la expresión, sin más que cambiar de nivel.

Para explicar mejor la naturaleza de la invención es conveniente hacer algunas  
20 precisiones sobre las expresiones de cálculo y definir algunos conceptos. Primeramente, las expresiones de cálculo contienen paréntesis explícitos y paréntesis implícitos. Los paréntesis explícitos son los caracteres delimitadores que se pueden observar. Por ejemplo, en la Ilustración 12, serían el paréntesis de apertura entre 'A' y 'B' y el paréntesis de cierre después de 'B'. Los paréntesis implícitos son los que tienen que ver con el orden de aplicación de los diferentes  
25 operadores y funciones en la expresión. Este orden viene marcado por la prioridad de unos operadores sobre otros y por la posición que ocupan los diferentes elementos en la expresión. Por ejemplo, en la Ilustración 13, la primera operación que se realiza es 'C\*D', y debido a ello se puede entender que ambos elementos están incluidos entre paréntesis implícitos.

### 30 Ilustración 12

$A*(B+C)$

### Ilustración 13

'A + B + C\*D' es equivalente a 'A + B + (C\*D)'

En una expresión bien construida, por cada paréntesis de apertura existe un paréntesis de cierre. Para facilitar la exposición, en este documento se llamarán paréntesis ASOCIADOS a cada par de paréntesis que se relacionan de esa manera. También en este documento, se denominará TÉRMINO al fragmento de la expresión que está incluido dentro de dos paréntesis asociados, es decir, entre un paréntesis de apertura y su correspondiente paréntesis de cierre. También en este documento, si los paréntesis que rodean al término son paréntesis explícitos, el término se denomina TÉRMINO EXPLÍCITO, y si se trata de paréntesis implícitos, el término se denomina TÉRMINO IMPLÍCITO. En este documento un elemento aislado no se interpreta como un término implícito; esto es así a pesar de que si dicho elemento se situara entre paréntesis la expresión tendría el mismo valor.

Es sencillo ver que una expresión de cálculo bien construida se puede conceptualizar en forma de árbol, tal y como se ha mencionado anteriormente. Esto es debido a que para una expresión bien construida los términos cumplen la siguiente condición: “si dos términos cualesquiera comparten algún fragmento de la expresión lógica, uno de los términos está completamente incluido en el otro”. De esta manera, si un término A está incluido en un término B, y no existe ningún otro término entre ambos, el término B es padre del término A. Esto da lugar a que cada término o bien tenga un único término padre o no tenga ninguno, y que los términos que tienen el mismo término padre sean términos hermanos. Debido a ello, los términos se pueden organizar en forma de árbol.

Un árbol se compone de nodos. Dependiendo de cómo se cree la expresión, en cada nodo existirá un término o un elemento. Dicho término podrá ser de varios tipos, como por ejemplo:

1. un término que contenga a otros términos explícitos,
2. un término que no contenga a otros términos explícitos,
- 25 3. un término que podrá ser un término implícito,
4. un elemento,
5. otro tipo de término.

Para continuar facilitando la observación de las ventajas de la invención, a continuación se muestran varias estructuras arbóreas para diferentes expresiones de cálculo de mayor complejidad que las anteriores.

Por ejemplo, supongamos que existe una base de datos de libros, de manera que los libros tienen los siguientes atributos y valores mostrados en la Ilustración 14. Supongamos también que los valores “Contabilidad, Finanzas, Creación de Empresas, Recursos Humanos, Estrategia, Márketing son subcategorías de Negocios.



**Ilustración 14**

ABRIBUTO	VALORES
Estilo	Ensayo, Novela, Cuento, Poesía
Orientación	Historia, Biografía, Autoayuda, Técnico, Divulgación
Tema	Negocios, Contabilidad, Finanzas, Creación de Empresas, Recursos Humanos, Estrategia, Márketing, Ciencia, Ingeniería, Turismo, Religión
Idioma	Español, Inglés, Francés, Ruso
Año	1900 - 2004

Supongamos en este caso que una persona desea crear una consulta cuya condición lógica fuera la mostrada en la Ilustración 15.

**Ilustración 15**

Estilo=Ensayo Y ((Orientación=Historia Y NO Año <1990) O (Orientación=Biografía Y NO Año <1995)) Y (Tema=Negocios Y NO (Tema=Contabilidad O Tema=Finanzas) Y ((Idioma=Inglés O (Idioma=Frances Y Año > 2000) O (Idioma=Ruso Y Año > 2002)))

La estructura torre de esta expresión podría ser el de la Figura 4. Las Figuras 5, 6 y 7 muestran el caso de una realización particular en la cual se ha añadido el aspecto opcional de permitir abrir y cerrar nodos del árbol. Se observa que un nodo que tenga hijos es equivalente a la composición de sus nodos hijos utilizando los operadores lógicos que estuvieran asignados a cada hijo. Por ejemplo, el nodo 4001 "Idioma = Ruso Y Año > 2002" se obtiene componiendo el nodo 4002 "Idioma=Ruso" con el nodo 4003 "Año > 2002" para lo que se aplica el operador 4004 "Y". El mismo proceso se aplica a todos los nodos de las estructuras gráficas arbóreas, sin más que variar el tipo de operador y la disposición de los nodos.

En otro posible ejemplo ilustrativo de la invención, la Figura 8 muestra la estructura torre de una expresión aritmética especialmente complicada, que coincide con la expresión de la Ilustración 6. La Figura 9 muestra la estructura vertical de la expresión de la Figura 8. La Figura 10 muestra la misma estructura vertical de la Figura 9 en la que se ha cerrado un nodo. La Figura 11 muestra la estructura escalonada de la expresión de la Figura 8.

La Figura 11 muestra además un aspecto opcional de las estructuras escalonadas. Como se observa en la Figura, en este ejemplo los elementos que aparecen hermanados por la izquierda a un término (por ejemplo el elemento "A" 1101) se sitúan en un nivel anterior que el término al que están hermanados, y los términos que aparecen hermanados por la derecha (por ejemplo el elemento "F" 1102) se sitúan al mismo nivel que el término. Esto es una decisión de la

realización particular de la que se ha tomado el ejemplo, pues en otra realización esta asignación de niveles podría ser diferente.

Dependiendo de la realización particular en la que se implemente la invención, y de la funcionalidad que se añada, la invención se puede utilizar para una variedad de propósitos. Por ejemplo, se puede usar para comprender expresiones que ya están construidas y/o para construir expresiones.

Para comprender expresiones que ya están construidas, se introduciría la expresión en la invención y se observaría su estructura. También se podría utilizar para el caso de expresiones que están mal construidas. Para estos casos, la invención se puede realizar de manera que se ignoren uno o más paréntesis y tratar de generar un posible árbol que se ajuste a la expresión de cálculo.

Para el caso de construir expresiones, la Figura 12 muestra un ejemplo del proceso que se podría seguir. Para explicar este proceso, primero definiremos un concepto llamado HERMANACIÓN. La HERMANACIÓN consiste en relacionar una o más celdas, de manera que se puedan aplicar determinados operadores a las celdas, y se conviertan en celdas hijas de una celda padre. La hermanación puede resultar en la creación de una celda padre nueva o se pueden hermanar celdas a otra celda que ya existiera y que tuviera padre. También se pueden elegir dos celdas y decidir que una de ellas va a ser una celda padre de la otra. Cómo se haga esto depende de la realización concreta. La Figura 12 se ha construido lo más esquemáticamente posible para facilitar la explicación. Se entiende que en una construcción real de la invención existirían medios, controles y mecanismos que permitirían llevar a cabo las acciones que se mencionan en la Figura. Asimismo, la utilización de la invención no tiene por qué seguir exactamente las acciones descritas, ni ese número de acciones, ni ese orden de acciones, sino que las acciones mostradas tienen como finalidad únicamente describir los aspectos opcionales de la invención.

En este ejemplo, el proceso se inicia con un fondo vacío dónde se creará la estructura. En una posible utilización de una posible realización de la invención, se podrían ejecutar por ejemplo las siguientes acciones:

1. Acción 1. El usuario crea una celda inicial, en la que se pueden introducir operadores o variables.
2. Acción 2. El usuario crea una segunda celda e introduce dos variables: 'D' y 'E'.
3. Acción 3. El usuario añade un operador '+' a una de las celdas.
4. Acción 4. El usuario hermana las dos celdas existentes, y en este ejemplo el sistema crea como resultado una celda que actúa como padre y que contiene el resultado de aplicar el operador existente a las variables existentes. En este ejemplo particular, el sistema también

ha realizado lo siguiente: ha añadido un indicador que indica que la celda padre está abierta, ha indentado las celdas que han sido hermanadas, para reflejar que son celdas hijas de la celda padre, y ha subrayado el contenido de la celda padre para indicar que es una celda secundaria.

- 5 5. Acción 5. El usuario crea dos celdas más y un nuevo operador.
6. Acción 6. El usuario hermana las celdas de las variables B y C. A partir de aquí, podrían añadir variables y operadores para dar lugar a la estructura de la expresión de la Ilustración 11.

Se podría seguir un proceso similar a éste con los otros tipos de representaciones gráficas arbóreas, el cual tendría que estar adaptado a las características particulares de cada tipo de representación.

Las Figuras 13 y 14 describen un aspecto opcional que muestra cómo facilita la invención la creación de búsquedas complejas para bases de datos, Internet u otros entornos. El primer paso para el usuario podría ser la creación de una colección de condiciones, como aparecen mostradas en la Figura 13. Una vez que todas las condiciones que son importantes para el usuario están creadas, éste puede comenzar a agregarlas para formar términos más complejos, como se muestra en la Figura 14, en la que se han hermanado dos celdas 1401 y 1402 y se ha creado una celda padre 1403

20

#### VENTAJAS DE LA INVENCION

La invención aporta dos ventajas fundamentales, tal y como se ha mostrado en las Figuras y en la explicación anteriores:

1. Facilita que se valore mejor el significado de una determinada expresión de cálculo. Es decir, si el usuario construye por algún medio una expresión que es formalmente correcta, puede valorar si la expresión significa exactamente lo que el usuario desea. Esta ventaja es importante especialmente cuando un usuario revisa una expresión que creó mucho tiempo antes, o cuando una persona revisa una expresión creada por otro usuario.
2. Facilita la propia creación de expresiones de cálculo de manera mucho más segura que con las técnicas existentes actualmente.

30

El carácter inventivo de la invención viene resaltado por el hecho de que las expresiones de cálculo se han venido utilizando desde hace muchos años, y hasta donde se ha podido conocer, durante estos años no se ha producido una propuesta como la que se expone en esta invención.

35 Por ejemplo, en la patente US Patent 5,471,613, "Tree structure representation of an SQL

clause“, se intenta resolver el problema de creación de consultas para bases de datos con un enfoque basado en árboles. Sin embargo, la forma de abordar el problema es diferente a la forma de la presente solicitud de patente, y la propuesta final es difícilmente utilizable en este sentido.

### DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

5 La Figura 1 muestra una estructura torre para una expresión simple.

La Figura 2 muestra una estructura vertical para una expresión simple.

La Figura 3 muestra una estructura escalonada para una expresión simple.

La Figura 4 muestra una estructura torre para una expresión de cálculo lógica compleja.

10 La Figura 5 muestra una estructura torre para una expresión de cálculo lógica compleja en la que se ha cerrado el nodo raíz.

La Figura 6 muestra una estructura torre para una expresión de cálculo lógica compleja en la que existen varios nodos cerrados.

15 La Figura 7 muestra una estructura torre para una expresión de cálculo lógica compleja en la que existen varios nodos cerrados.

La Figura 8 muestra una estructura torre para una expresión de cálculo numérica compleja.

La Figura 9 muestra una estructura vertical para una expresión de cálculo numérica compleja.

La Figura 10 muestra una estructura vertical para una expresión de cálculo numérica compleja en la que un nodo está cerrado.

20 La Figura 11 muestra una estructura escalonada para una expresión de cálculo numérica compleja.

La Figura 12 muestra un posible proceso para crear una estructura torre.

25 La Figura 13 muestra una manera en la que se puede comenzar la construcción de una expresión de cálculo lógica para realizar una cadena de búsqueda.

La Figura 14 muestra una manera en la que se puede continuar la construcción de una expresión de cálculo lógica para realizar una cadena de búsqueda.

La Figura 15 muestra una estructura torre en la que un nodo está cerrado.

30 La Figura 16 muestra una estructura vertical en la que un nodo está cerrado.

La Figura 17 muestra una estructura escalonada en la que un nodo está cerrado.

La Figura 18 muestra una estructura escalonada en la que un nivel entero está cerrado.

La Figura 19 muestra un modo para resaltar nodos y términos en una estructura torre.

35 La Figura 20 muestra un modo para resaltar nodos y términos en una estructura vertical.

- La Figura 21 muestra un modo para resaltar nodos y términos en una estructura escalonada.
- La Figura 22 muestra un modo para resaltar nodos y términos en una estructura escalonada.
- La Figura 23 muestra un modo para resaltar nodos y términos en una estructura escalonada.
- La Figura 24 muestra un modo para resaltar nodos y términos en una estructura escalonada.
- 5 La Figura 25 muestra un modo para resaltar nodos y términos en una estructura escalonada para una expresión de cálculo compleja.
- La Figura 26 muestra un modo para resaltar nodos y términos en una estructura escalonada para una expresión de cálculo compleja.
- La Figura 27 muestra un modo para resaltar nodos y términos en una estructura escalonada para
- 10 una expresión de cálculo compleja.
- La Figura 28 muestra una estructura torre en la que se utiliza una función de una variable.
- La Figura 29 muestra una estructura torre en la que se utiliza una función de dos variables.
- La Figura 30 muestra una estructura torre en la que se utiliza una variable sobre otra variable.
- 15 La Figura 31 muestra una estructura en la que varios nodos hermanos están unidos por operadores que no cumplen la propiedad asociativa.
- La Figura 32 muestra una manera en la que se puede evitar que varios nodos hermanos estén unidos por operadores que no cumplen la propiedad asociativa.
- 20 La Figura 33 muestra una estructura en la que se ilustra la funcionalidad de texto explicativo.
- La Figura 34 muestra una estructura en la que se ilustra la funcionalidad de resultados parciales y la funcionalidad de computación incremental.
- 25 La Figura 35 muestra una estructura en la que se ilustra la funcionalidad de identificación de término mínimo.
- La Figura 36 muestra una estructura en la que se ilustra la funcionalidad de ascensión de términos.
- 30 La Figura 37 muestra de manera esquemática la ventana de un sistema informatizado que podría utilizarse para realizar la invención.
- La Figura 38 muestra algunos controles que podrían utilizarse para realizar la invención.
- La Figura 39 muestra una manera en la que se podría mostrar de forma completa una estructura escalonada para una expresión de cálculo muy larga.

La Figura 40 muestra una estructura horizontal.

La Figura 41 muestra una estructura línea.

La Figura 42 muestra una estructura línea.

La Figura 43 muestra una estructura línea.

5 La Figura 44 muestra una estructura relieve.

La Figura 45 muestra una estructura relieve.

La Figura 46 muestra una estructura escalonada donde se han eliminado los paréntesis.

## **EXPOSICIÓN DE UN MODO DE REALIZACIÓN DE LA INVENCION**

10

### **EXPOSICIÓN DE LA REALIZACIÓN PREFERIDA**

#### **Aspectos Diversos Adicionales**

15 Un aspecto opcional que ha sido mencionado anteriormente es la utilización de las clásicas funciones de apertura y cierre de nodos para las estructuras arbóreas que se utilicen. Se tuvo que describir este aspecto opcional para explicar mejor las ventajas de la invención. Cerrar nodos es muy útil para poder poner atención selectiva a diferentes niveles dentro del árbol. Se pueden también introducir, opcionalmente, medios gráficos que indican si un nodo está abierto o cerrado.

20 La Figura 15 muestra la estructura torre de la Figura 1 en la que un nodo ha sido cerrado. Se observa que, como es habitual en las interfaces gráficas, en esta realización concreta existen indicadores gráficos que indican si un nodo está abierto o cerrado. En este caso concreto, el indicador 1501 indica que un nodo está abierto y el indicador 1502 indica que un nodo está cerrado. En todos los casos, la utilización de indicadores y el tipo de indicadores se considera una  
25 cuestión opcional, que además se encuentra dentro del estado de la técnica.

La Figura 16 muestra la estructura vertical en la que se ha cerrado uno de los nodos. En este ejemplo concreto, se ha añadido un indicador 1601 para señalar que un nodo está cerrado; el indicador utilizado en este ejemplo concreto son dos líneas horizontales situadas debajo de la celda que está cerrada.

30 En la estructura escalonada, los nodos se abren y cierran de forma diferente a cómo se hace en los otros dos tipos de estructura. La Figura 17 muestra una estructura escalonada donde uno de los nodos inferiores ha sido cerrado. La Figura 18 muestra la misma estructura en la que se han cerrado todos los nodos del último nivel, dando lugar a que se cierre el nivel completamente. En estos dos ejemplos concretos, se han utilizado indicadores diferentes para  
35 señalar que un nodo está cerrado o que todo un nivel está cerrado. En el caso en el que se ha

cerrado un único nodo, se ha añadido una línea vertical de trazo grueso 1701 a la izquierda de una de las celdas. En el caso en el que todo el nivel se ha cerrado, se ha añadido un signo "+" 1801 a la izquierda de la celda superior a la celda que se ha cerrado.

5 La invención puede estar dotada de mecanismos para resaltar términos particulares. Las Figuras 19, 20, 21, 22, 23 y 24 muestran varios ejemplos de la utilización de dichos mecanismos para estructuras arbóreas que representan la expresión de la Ilustración 11. Se entiende que estos ejemplos son únicamente ilustrativos y que se podría utilizar otro tipo de medios para resaltar dichos términos.

10 En la Figura 19 se muestra un ejemplo sobre cómo resaltar un término. El término es un nodo del árbol y además forma parte de otro nodo. En la Figura 20 se muestra la misma expresión en forma de estructura vertical, en la que se ha resaltado el mismo término que en la Figura 19. En la Figura 21 muestra una manera de resaltar el mismo término que en las Figuras 19 y 20 donde se ha resaltado el mismo término.

15 La estructura escalonada permite maneras adicionales de resaltar términos o nodos, como muestran las Figuras 22, 23 y 24. En la Figura 22 se muestra cómo se puede aplicar un tipo de resaltado a la expresión en diferentes niveles. En la Figura 23, se utiliza una técnica que se caracteriza por replicar algún término en una celda que no corresponde al nivel del nodo, y se ha resaltado dicho término replicado para facilitar que se perciba mejor. En la Figura, el fragmento replicado se ha resaltado con trazo grueso discontinuo, pero en las realizaciones preferidas se utilizaría una letra con un color diferente. La Figura 24, muestra la misma técnica de la Figura 23, pero aplicada sobre los dos nodos inferiores.

Las Figuras 25, 26, y 27 muestran ejemplos adicionales de la estructura escalonada para una expresión compleja en donde se han utilizado las técnicas anteriores para resaltar nodos.

25 La invención también permite la utilización de funciones, además de operadores. La Figura 28 muestra la utilización de la Función "Seno". La Figura 29 muestra una de las maneras en que se podría utilizar una función de dos variables. La Figura 30 muestra la forma en que se podría utilizar una función ("Arco Coseno") en un caso en el que el nodo padre tiene un único nodo hijo, y además muestra como se pueden anidar diferentes funciones (en este caso "Seno" y "Arco Coseno")

Otro aspecto opcional es la característica de AGRUPAMIENTO DE IGUALES, cuyo objetivo es facilitar la utilización de la invención a las personas menos expertas en la utilización de expresiones de cálculo. Esta característica consiste en obligar a que los nodos que son

hermanos estén todos unidos por el mismo tipo de operador o por operadores de la misma prioridad. Es decir, se puede prohibir crear expresiones como  $A*B+C+D$ , debido a que las variables 'A', 'B', 'C' y 'D' son hermanas, y los operadores '\*' y '+' no tienen la misma prioridad. Esta misma expresión se puede modificar para aparecer como  $(A*B) +C+D$ . La imposición de esta obligación facilitaría que las personas menos expertas no cometieran errores en la evaluación de la prioridad de los operadores, pues podrían considerar que la expresión  $A*B+C+D$  tiene el mismo significado que  $A*(B+C+D)$ .

Otro aspecto opcional adicional, similar al anterior, es la SECUENCIACIÓN DE OPERADORES NO ASOCIATIVOS, y también tiene como objetivo facilitar la utilización de la invención a las personas menos expertas. Esta característica tiene que ver con la computación de expresiones en las que existen operadores del mismo tipo o de diferente tipo, los cuales tienen pueden tener el mismo tipo de prioridad, pero que no cumplen la propiedad asociativa. Un ejemplo es el de la expresión  $A/B/C/D$ , la cual se muestra en la Figura 31. Esta expresión es formalmente idéntica a  $((A/B)/C)/D$  pero una persona poco experta podría pensar erróneamente que es formalmente equivalente a  $A/(B/(C/D))$ . Para prevenir este tipo de errores, la secuenciación de operadores no asociativos se caracteriza por obligar al usuario a que las en este tipo de expresiones los paréntesis estén claramente marcados, como se ilustra en la Figura 32.

Una manera alternativa de evitar los errores anteriores sin aplicar ningún tipo de obligación o restricción al usuario es avisar al usuario cuando existan expresiones que tengan características como las que se acaban de mencionar, de manera que esté alerta del posible error.

Además de los aspectos opcionales explicados anteriormente, la invención también puede tener diferentes funcionalidades opcionales.

Una de las funciones opcionales es la funcionalidad de TEXTO EXPLICATIVO. Esta funcionalidad facilita que el usuario pueda interpretar el contenido de cada celda, y puede consistir en una expresión verbal que se añade a cada celda, donde dicha expresión verbal puede estar relacionada con la expresión de cálculo. Esta funcionalidad puede realizarse de varias maneras diferentes. La Figura 33 muestra una forma en la que podría realizarse. Como se observa, las celdas 3301 contienen descripciones verbales del contenido de las celdas de la izquierda. Esta funcionalidad puede aplicarse a todo tipo de expresiones de cálculo, independientemente de que sean aritméticas, lógicas o de otro tipo.

Otra funcionalidad opcional es la de RESULTADOS PARCIALES, la cual se muestra en la Figura 34. En la Figura, esta funcionalidad utiliza una serie de zonas 3401 donde se mostraría el resultado de evaluar la expresión de cálculo para cada nodo. En el caso de que la



expresión de cálculo fuera una función, como sucede en la Figura 34, el valor que se puede exponer en esa zona es el valor de la función en ese punto del proceso de cálculo. En el caso de que la expresión se utilizara para una cadena de búsqueda, por ejemplo en una base de datos o en otro entorno, los valores mostrados en las celdas podrían ser el número de registros o entidades que satisfacen el criterio de cada uno de los nodos. Para expresiones de cálculo que fueran expresiones lógicas, los valores mostrados podrían ser el valor lógico de la expresión, en diferentes puntos del proceso de cálculo, para un registro o entidad en particular.

Otra funcionalidad opcional que se puede añadir a la de resultados parciales es la de COMPUTACIÓN INCREMENTAL, la cual se basa en una demostración dinámica de la evaluación de la expresión. Es decir, se podrían resaltar de manera consecutiva los diferentes nodos del árbol según se van evaluando, y el usuario podría observar la evolución del valor de la expresión. Normalmente existen diferentes órdenes posibles de evaluación. En general, la evaluación siempre comienza por los niveles más incrustados y progresa hacia los menos incrustados. En la Figura 34, la zona 3402 muestra un posible orden, que evoluciona desde los nodos inferiores a los superiores, pero otros órdenes también podrían ser posibles.

Antes de continuar, se definirá el concepto de término mínimo. Para cada posición de la expresión, bien sea un elemento, un paréntesis, un operador, una función, un espacio u otro, en este documento se define el TÉRMINO MÍNIMO de dicha posición como el término que contiene a dicha posición y que no contiene a ningún otro término que, a su vez, contenga a dicha posición. Por ejemplo, en la Ilustración 16 el término mínimo del elemento "B<sub>1</sub>" es "(A + C) / D + B<sub>1</sub>", mientras que el término mínimo del operador "+<sub>2</sub>" es "A+<sub>2</sub>C".

#### Ilustración 16.

$$(((A +_2 C) / D + B_1) * (F + (E * (A + (B + C) / F)) + (G / (H * (H + D)))) * A$$

En este sentido, otra funcionalidad opcional que se le puede añadir a la representación arbórea que se esté utilizando se denomina en este documento IDENTIFICACIÓN DE TÉRMINO MÍNIMO, la cual se caracteriza porque cuando el usuario selecciona una posición de la expresión de cálculo, el sistema selecciona el término mínimo de dicha posición. Por ejemplo, imagínese que el usuario selecciona la posición 3501 en la Figura 35. El sistema entonces identificaría y seleccionaría el término mínimo de dicha posición, el cual es "E \* (A+(B+C)/F)". Opcionalmente, el sistema resaltaría dicho término en donde ha sido seleccionado, como muestra el subrayado de puntos, y opcionalmente también buscaría un nodo que coincidiera con dicho término y lo seleccionaría, como aparece en la Figura 35 en el nodo 3502. Esta función facilita que el usuario comprenda mejor la estructura interna de la expresión.

Otra funcionalidad opcional relacionada es la que en este documento se denomina ASCENSIÓN DE TÉRMINOS. Esta funcionalidad se caracteriza por que, según lo pide el usuario, la invención selecciona el término padre del término que está seleccionado en un momento dado. Por ejemplo, si se aplicara esta funcionalidad a la estructura de la Figura 35, en una posible realización de la invención se obtendría la estructura de la Figura 36. Esta función también facilita que el usuario comprenda mejor la estructura de la expresión.

#### Implementación de la invención

10 La realización preferida se llevaría a cabo en un sistema computerizado. En particular, estaría creada como complemento a otros programas soporte, los cuales podrían ser un programa gestor de base de datos, una hoja de cálculo, un entorno de desarrollo u otro tipo de programa.

En la realización preferida existe una ventana que permite generar diferentes filas y que tiene diferentes controles para combinar filas, como se muestra en la Figura 37. En la Figura, la zona 3701 está destinada para la creación de la estructura gráfica que representa el árbol, la zona 3702 está destinada para los controles que se utilizarán, y el Menú 3703 recoge las diferentes acciones que se podrían aplicar, las cuales corresponden a las acciones que se aplican mediante los controles.

La funcionalidad informática puede realizarse con una variedad de entornos de desarrollo, como por ejemplo Microsoft Visual Basic®, los controles pueden ser por ejemplo controles Microsoft CommandButton®, y las celdas de las estructuras gráficas arbóreas pueden ser por ejemplo controles Microsoft RichTextbox®. También se podría utilizar el control Microsoft Treeview® para crear la estructura arbórea torre.

En la realización preferida, el usuario puede seleccionar varias celdas de las estructuras arbóreas simultáneamente, como se hace habitualmente en los ordenadores personales, mediante el uso de las teclas "Control" y "Mayúsculas". Cuando una celda está seleccionada, los bordes de la celda aparecen resaltados en trazo más grueso. En el caso de la estructura escalonada, la selección de celdas no se aplica.

Los controles que existirían en la realización preferida se muestran en la Figura 38. Los controles 3801 se utilizan para decidir qué tipo de estructura arbórea se debe mostrar. Cuando exista una estructura arbórea de un determinado tipo, si se selecciona el control de otro tipo de estructura arbórea, la misma expresión anterior se mostraría en la estructura arbórea nueva.

No todos los demás controles se pueden utilizar en todos los tipos de estructuras arbóreas, y la selección de un tipo de estructura arbórea particular produciría que los controles no apropiados se desactivaran.

Los controles 3802 sirven para crear nuevas celdas. El control Nuevo se puede aplicar en cualquiera de los casos, para crear una nueva celda, la celda aparece creada siempre en la misma localización de la zona. El control Padre 3804 sirve para crear una nueva celda que sea padre de las celdas seleccionadas. Los controles Her. Ant.3805 y Her. Pos. 3806 sirven para crear celdas que son hermanas de la celda seleccionada, y el control Hijo 3807 sirve para crear una celda hija.

El control Campos 3808 aparece visible y activo cuando se está creando una expresión que se basa en una base de datos. Este control contiene los campos de la base de datos.

Los controles Sel.Her. 3809 y Sel.Pad 3810 sirven para seleccionar celdas y asignarlas determinadas características. Si una celda está seleccionada como hermano y otra como padre y se acciona el control Hermanar 3811, la celda seleccionada como hermano pasa a ser una celda hija de la celda seleccionada como padre.

Los controles 3812 sirven para añadir a la estructura arbórea mostrada las funciones o los operadores que se consideren oportunos. Se han mostrado únicamente los operadores más habituales, pero podrían crearse controles para todo tipo de operadores. El control 3813 muestra las funciones que se pueden utilizar en la realización en particular.

La forma en que se construyan las diferentes representaciones arbóreas se considera dentro del estado de la técnica. En el caso particular de la estructura escalonada, es muy sencillo construirlo utilizando controles de texto, como por ejemplo el Microsoft RichTextBox, organizados de manera vertical en la ventana, de manera que en cada control esté contenida la expresión de cálculo de que se trate. A continuación, en cada uno de los controles se pondrían en color de letra no visible aquellas partes de la expresión que no corresponden al nivel de incrustación de que se trata.

Para el caso de que las estructuras arbóreas no quepan en la pantalla, existen varias maneras de mostrar toda la estructura al usuario. La Figura 39 muestra una manera en la que se puede mostrar una estructura escalonada que es demasiado ancha.

En la realización preferida existirían otros aspectos concretos que tienen que ver con la forma gráfica en la que se realizan las diferentes estructuras gráficas arbóreas, pero que no se comentan para no complicar la descripción. En cualquier caso, se considera que entran dentro de la práctica habitual del desarrollo de sistemas informáticos, y están por lo tanto al alcance de cualquier persona experta en informática y programación.

#### EXPOSICIÓN DE OTRAS REALIZACIONES

Como se puede observar fácilmente, en las representaciones gráficas de árboles existe un sentido direccional que está definido por el avance desde donde están los nodos raíz o nodos

superiores hasta los nodos hijos o nodos inferiores. Para cada tipo de estructura gráfica arbórea, es concebible que la estructura se desarrolle en un sentido o en el inverso. Por ejemplo, podría construirse una estructura vertical en la que el nodo raíz estuviera en la parte inferior y los nodos se desarrollaran en sentido ascendente. Lo mismo se puede aplicar a las otras estructuras arbóreas.

5           En general, se podrían construir un número indeterminado de realizaciones combinando los diferentes tipos de estructuras arbóreas presentadas anteriormente con los diferentes tipos de características, funcionalidades y aspectos opcionales descritos.

10           En una posible realización, la estructura torre estaría construida con el formato del control Microsoft TreeView, y utilizaría los iconos en forma de carpetas habituales en el sistema operativo Microsoft Windows.

          En otra posible realización, existe una estructura horizontal. La estructura horizontal es una representación gráfica de un árbol en la cual el árbol se desarrolla en sentido horizontal, como muestra la Figura 40.

15           En otra posible realización, existe una estructura línea. La estructura línea es una representación gráfica que se desarrolla mediante líneas, como se muestra en la Figura 41. La estructura línea permite resaltar los diferentes términos o nodos de diferentes maneras, como se muestra en las Figuras 42 y 43.

          En otra posible realización, existiría una estructura relieve, el cual se muestra en las Figuras 44 y 45 en dos posibles formatos.

20           En otra posible realización, en la estructura escalonada se pueden eliminar los paréntesis, como se muestra en Figura 46.

## REIVINDICACIONES

1. Sistema para gestionar expresiones de cálculo, caracterizado porque comprende medios para mostrar una o más representaciones gráficas arbóreas, donde se cumple que una  
5 representación gráfica arbórea es una entidad que muestra una expresión de cálculo en forma de árbol, y pueden existir diferentes tipos de representaciones gráficas arbóreas.
2. Sistema según la reivindicación 1, caracterizado porque comprende medios para editar dicha o dichas representaciones gráficas arbóreas, donde dicho editar puede incluir una o más de las  
10 siguientes acciones: (1) crear a partir de cero, (2) modificar, (3) crear a partir de cero y modificar, (4) otro tipo de acción.
3. Sistema según las reivindicaciones 1 o 2, caracterizado porque:
  - dichos medios para generar una o más representaciones gráficas y dichos medios para  
15 editar representaciones gráficas se caracterizan por estar implementados en un sistema computerizado,
  - dicha o dichas representaciones gráficas se muestran en la pantalla de dicho sistema computerizado, y
  - opcionalmente puede comprender medios adicionales para resaltar diferentes partes de  
20 dicha o dichas representaciones gráficas, donde dichas diferentes partes pueden ser por ejemplo nodos del árbol, términos, elementos u otras partes.
4. Sistema según la reivindicación 1, caracterizado porque una de dichas representaciones  
25 gráficas arbóreas es una ESTRUCTURA TORRE, donde dicha estructura torre se caracteriza porque:
  - los nodos del árbol se disponen de manera vertical, unos sobre los otros, y
  - comprende medios para indicar qué nodos son los padres de qué nodos.
5. Sistema según la reivindicación 1, caracterizado porque una de dichas representaciones  
30 gráficas arbóreas es una ESTRUCTURA VERTICAL, donde dicha estructura vertical se caracteriza porque:
  - los nodos del árbol se abren de manera vertical, de manera que si un nodo está a una determinada altura, sus nodos hijos están a una altura diferente, y
  - comprende medios para indicar qué nodos son los padres de qué nodos.

6. Sistema según la reivindicación 1, caracterizado porque una de dichas representaciones gráficas arbóreas es una ESTRUCTURA ESCALONADA, donde dicha estructura escalonada se caracteriza por que:
- los nodos del árbol se distribuyen en diferentes niveles de una tabla, y ciertos nodos sólo son visibles en ciertos niveles de la tabla, de manera que para leer la expresión se cambia de nivel en las transiciones entre nodos, y
  - además puede existir una celda resumen que contiene la expresión total.
7. Sistema según la reivindicación 1, caracterizado porque una de dichas representaciones gráficas arbóreas es una ESTRUCTURA HORIZONTAL, donde dicha estructura horizontal se caracteriza por lo siguiente:
- los nodos del árbol se abren en sentido horizontal, de manera que un nodo padre tiene diferente posición horizontal respecto a sus nodos hijos, y
  - comprende medios para indicar qué nodos son los padres de qué nodos.
8. Sistema según la reivindicación 1, caracterizado porque una de dichas representaciones gráficas arbóreas es una ESTRUCTURA LÍNEA, donde dicha estructura línea se caracteriza porque los nodos del árbol se marcan utilizando líneas paralelas situadas debajo de la expresión de cálculo, de manera que dichas líneas coinciden con los diferentes nodos del árbol.
9. Sistema según la reivindicación 1, caracterizado porque una de dichas representaciones gráficas arbóreas es una ESTRUCTURA RELIEVE, donde dicha estructura relieve se caracteriza porque los nodos del árbol se marcan señalando áreas debajo de la expresión de cálculo, de manera que dichas áreas coinciden con los diferentes nodos del árbol, y donde dichas áreas pueden ser sólidas o transparentes.
10. Sistema según la reivindicación 1, caracterizado porque comprende medios para aplicar la característica de AGRUPAMIENTO DE IGUALES, la cual se caracteriza porque dicho sistema obliga que los operadores que unen diferentes nodos hermanos sean iguales.

11. Sistema según la reivindicación 1, caracterizado porque comprende medios para aplicar la característica de SECUENCIACIÓN DE OPERADORES NO ASOCIATIVOS, la cual se caracteriza porque el sistema obliga a que los operadores que unen nodos hermanos cumplan la propiedad asociativa entre sí.
- 5
12. Sistema según la reivindicación 1, caracterizado porque comprende medios para aplicar la funcionalidad de TEXTO EXPLICATIVO, donde dicha funcionalidad se caracteriza porque uno o más de los nodos de dichas representaciones gráficas tiene asociado un texto que que aporta una descripción de dicho nodo o nodos.
- 10
13. Sistema según la reivindicación 1, caracterizado porque comprende medios para aplicar la funcionalidad de COMPUTACIÓN INCREMENTAL, donde dicha funcionalidad se caracteriza porque:
- para uno o más nodos, muestra un valor asociado con dicho nodo o nodos, donde dicho
  - 15       valor depende de la evaluación de dicha expresión para dicho nodo o nodos, y
  - opcionalmente puede mostrar de forma dinámica la evolución de dichos valores según se evalúa dicha expresión.
14. Sistema según la reivindicación 1, caracterizado porque comprende medios para identificar el
- 20       término mínimo de una posición, de manera que puede tratarse del término mínimo implícito o el término mínimo explícito o ambos.
15. Sistema según la reivindicación 1 donde dicho sistema comprende medios para seleccionar el
- 25       término padre del término seleccionado en un momento dado.
16. Sistema según la reivindicación 1 donde dicho sistema comprende medios para abrir y cerrar
- nodos en dichas estructuras gráficas arbóreas.
17. Sistema según la reivindicación 1, caracterizado porque comprende medios para facilitar la
- 30       construcción de fórmulas para entornos como hojas de cálculo, editores de código fuente u otros entornos.

18. Sistema según la reivindicación 1, caracterizado porque comprende medios para facilitar la construcción de cadenas de búsquedas para entornos como por ejemplo bases de datos, buscadores de internet u otros entornos.
- 5
19. Procedimiento para gestionar expresiones de cálculo, caracterizado porque comprende los siguientes pasos:
- crear una o más representaciones gráficas arbóreas,
  - mostrar dicha o dichas representaciones gráficas arbóreas al usuario,
- 10 donde se cumple que una representación gráfica arbórea es una entidad que muestra una expresión de cálculo en forma de árbol y pueden existir diferentes tipos de representaciones gráficas arbóreas.
20. Procedimiento según la reivindicación 19, caracterizado porque comprende el paso de editar dicha o dichas representaciones gráficas, donde dicho editar puede incluir una o más de las siguientes acciones: (1) crear a partir de cero, (2) modificar, (3) crear a partir de cero y modificar, (4) otro tipo de acción.
- 15
21. Procedimiento según las reivindicaciones 19 o 20, caracterizado porque comprende los pasos
- 20 – mostrar dicha o dichas representaciones gráficas en la pantalla de un sistema computerizado, y
  - opcionalmente, resaltar diferentes partes de dicha o dichas representaciones gráficas, donde dichas diferentes partes pueden ser por ejemplo nodos del árbol, términos, elementos u otras partes.
- 25
22. Procedimiento según la reivindicación 19, caracterizado porque una de dichas representaciones gráficas arbóreas es una ESTRUCTURA TORRE, donde dicha estructura torre está descrita en la reivindicación 4.
- 30 23. Procedimiento según la reivindicación 19, caracterizado porque una de dichas representaciones gráficas arbóreas es una ESTRUCTURA VERTICAL, donde dicha estructura vertical está descrita en la reivindicación 5.



24. Procedimiento según la reivindicación 19, caracterizado porque una de dichas representaciones gráficas arbóreas es una ESTRUCTURA ESCALONADA, donde dicha estructura escalonada está descrita en la reivindicación 6.
- 5 25. Procedimiento según la reivindicación 19, caracterizado porque una de dichas representaciones gráficas arbóreas es una ESTRUCTURA HORIZONTAL, donde dicha estructura horizontal está descrita en la reivindicación 7.
- 10 26. Procedimiento según la reivindicación 19, caracterizado porque una de dichas representaciones gráficas arbóreas es una ESTRUCTURA LÍNEA, donde dicha estructura línea está descrita en la reivindicación 8.
- 15 27. Procedimiento según la reivindicación 19, caracterizado porque una de dichas representaciones gráficas arbóreas es una ESTRUCTURA RELIEVE, donde dicha estructura relieve está descrita en la reivindicación 9.
- 20 28. Procedimiento según la reivindicación 19, caracterizado porque comprende el paso de que el sistema obligue al usuario a reestructurar la expresión de cálculo para evitar que existan nodos hermanos que tengan operadores que son diferentes entre sí; es decir, dicho paso ejecuta la característica de AGRUPAMIENTO DE IGUALES, la cual se describe en la reivindicación 10.
- 25 29. Procedimiento según la reivindicación 19, caracterizado porque comprende el paso que el sistema oblique al usuario a reestructurar la expresión de cálculo para evitar que existan nodos hermanos que tengan operadores que no cumplan la propiedad asociativa entre sí; es decir, dicho paso ejecuta la característica de SECUENCIACIÓN DE OPERADORES NO ASOCIATIVOS, la cual se describe en la reivindicación 11.
- 30 30. Procedimiento según la reivindicación 19, caracterizado porque comprende el paso de ejecutar la funcionalidad de TEXTO EXPLICATIVO, donde dicha funcionalidad está descrita en la reivindicación 12.

31. Procedimiento según la reivindicación 19, caracterizado porque comprende el paso de ejecutar la funcionalidad de COMPUTACIÓN INCREMENTAL, donde dicha funcionalidad está descrita en la reivindicación 13.
- 5 32. Procedimiento según la reivindicación 19, caracterizado porque comprende el paso identificar el término mínimo de una posición, de manera que puede tratarse del término mínimo implícito, el término mínimo explícito o ambos.
- 10 33. Procedimiento según la reivindicación 19, caracterizado porque comprende el paso de seleccionar automáticamente el término padre del término que está seleccionado en un momento dado.
- 15 34. Procedimiento según la reivindicación 19, caracterizado porque comprende el paso de abrir y cerrar nodos en dichas estructuras gráficas arbóreas.
35. Procedimiento según la reivindicación 19, caracterizado porque comprende el paso de asignar la expresión de cálculo resultante a un entorno como puede ser una hoja de cálculo, un editor de código fuente u otro tipo de entorno.
- 20 36. Procedimiento según la reivindicación 19, caracterizado porque comprende el paso de aplicar la expresión de cálculo resultante a un entorno como puede ser una base de datos, un buscador de Internet u otro tipo de entorno.
- 25 37. Programa de ordenador caracterizado porque permite realizar el sistema de una o más de las reivindicaciones 1 a 18.
38. Programa de ordenador caracterizado porque permite realizar el procedimiento de una o más de las reivindicaciones 19 a 36.
- 30 39. Un soporte legible por algún medio caracterizado porque contiene alguno de los programas de ordenador referidos en las reivindicaciones 37 a 38.

FIGURA 1

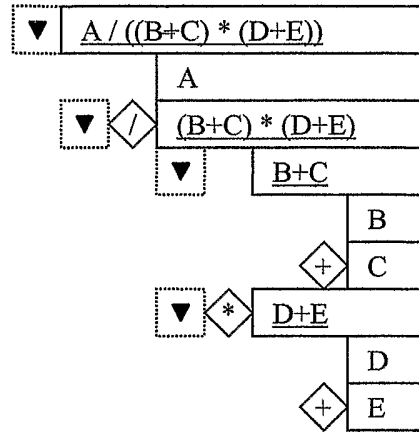


FIGURA 2

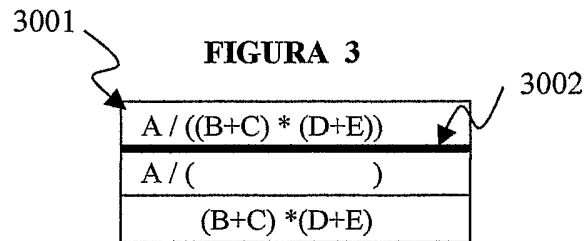
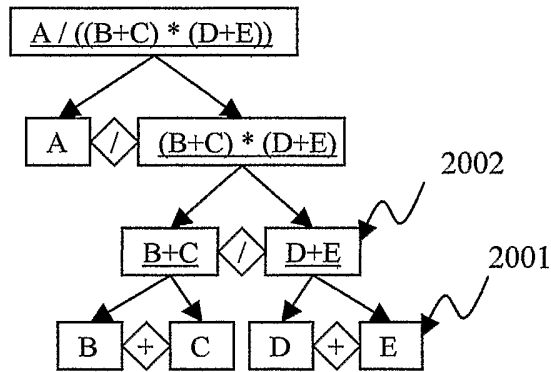
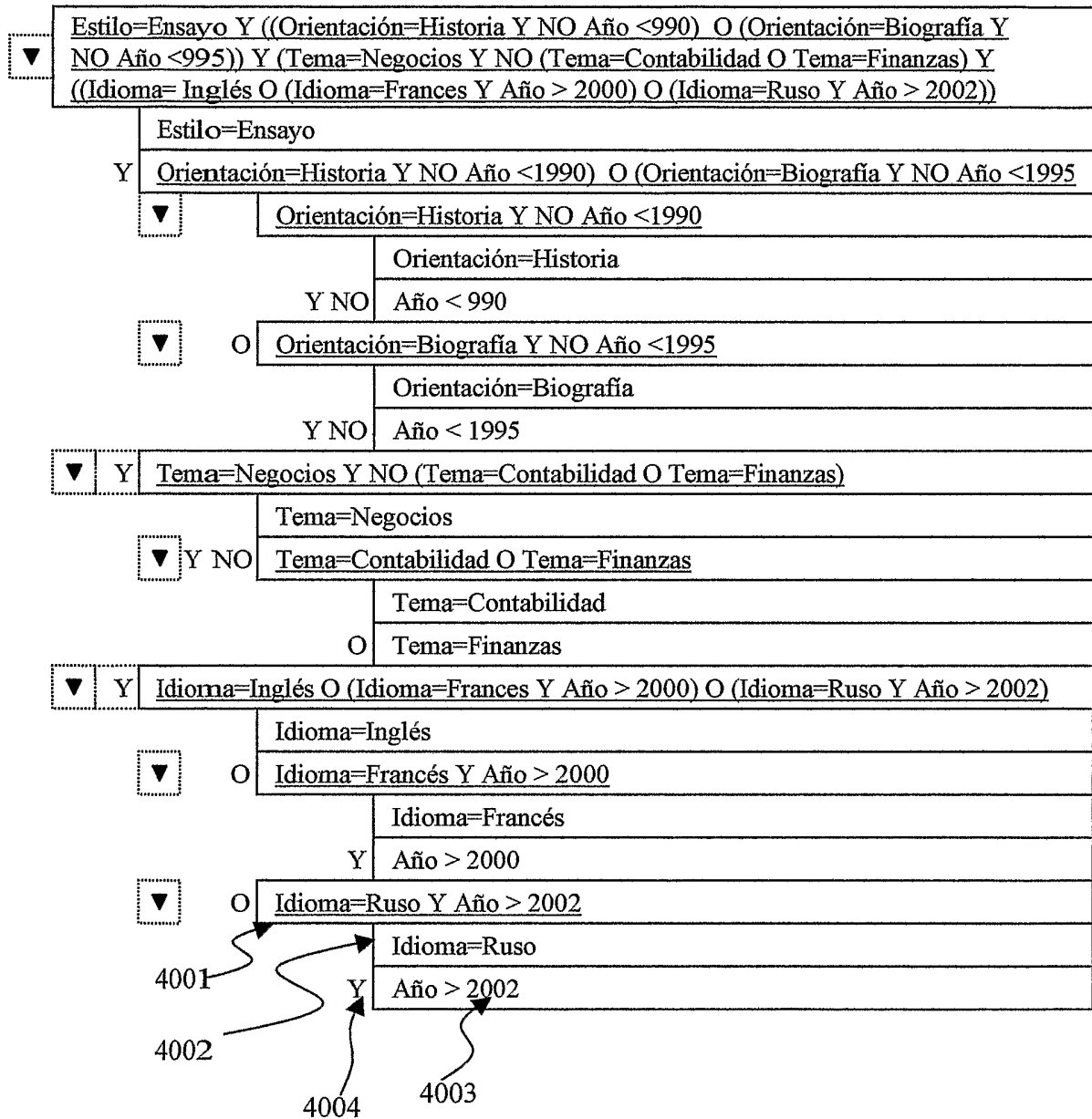


FIGURA 4



**FIGURA 5**

▶	<u>Estilo=Ensayo Y ((Orientación=Historia Y NO Año &lt;1990) O (Orientación=Biografía Y NO Año &lt;1995)) Y (Tema=Negocios Y NO (Tema=Contabilidad O Tema=Finanzas) Y ((Idioma= Inglés O (Idioma=Frances Y Año &gt; 2000) O (Idioma=Ruso Y Año &gt; 2002)))</u>
---	---

**FIGURA 6**

▼	<u>Estilo=Ensayo Y ((Orientación=Historia Y NO Año &lt;1990) O (Orientación=Biografía Y NO Año &lt;1995)) Y (Tema=Negocios Y NO (Tema=Contabilidad O Tema=Finanzas) Y ((Idioma= Inglés O (Idioma=Frances Y Año &gt; 2000) O (Idioma=Ruso Y Año &gt; 2002)))</u>
	Estilo=Ensayo
▶	Y <u>Orientación=Historia Y NO Año &lt;1990) O (Orientación=Biografía Y NO Año &lt;1995</u>
▶	Y <u>Tema=Negocios Y NO (Tema=Contabilidad O Tema=Finanzas)</u>
▶	Y <u>Idioma=Inglés O (Idioma=Frances Y Año &gt; 2000) O (Idioma=Ruso Y Año &gt; 2002)</u>

**FIGURA 7**

▼	<u>Estilo=Ensayo Y ((Orientación=Historia Y NO Año &lt;1990) O (Orientación=Biografía Y NO Año &lt;1995)) Y (Tema=Negocios Y NO (Tema=Contabilidad O Tema=Finanzas) Y ((Idioma= Inglés O (Idioma=Frances Y Año &gt; 2000) O (Idioma=Ruso Y Año &gt; 2002)))</u>				
	Estilo=Ensayo				
▼	Y <u>Orientación=Historia Y NO Año &lt;1990) O (Orientación=Biografía Y NO Año &lt;1995</u>				
▼	<u>Orientación=Historia Y NO Año &lt;1990</u>				
	<table border="1" style="margin-left: 20px;"> <tr> <td style="text-align: center;">Y NO</td> <td>Orientación=Historia</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Año &lt; 1990</td> </tr> </table>	Y NO	Orientación=Historia		Año < 1990
Y NO	Orientación=Historia				
	Año < 1990				
▶	O <u>Orientación=Biografía Y NO Año &lt;1995</u>				
▶	Y <u>Tema=Negocios Y NO (Tema=Contabilidad O Tema=Finanzas)</u>				
▶	Y <u>Idioma=Inglés O (Idioma=Frances Y Año &gt; 2000) O (Idioma=Ruso Y Año &gt; 2002)</u>				

FIGURA 8

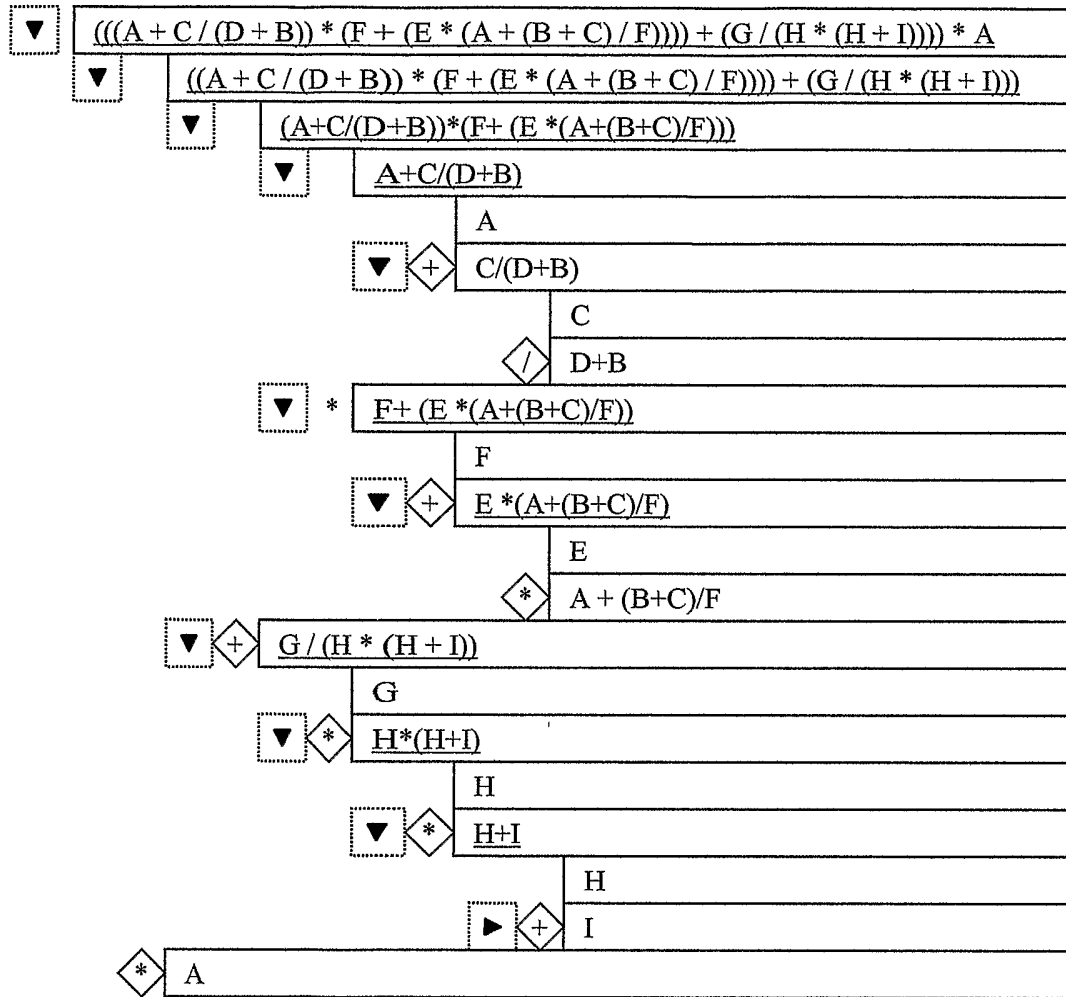


FIGURA 9

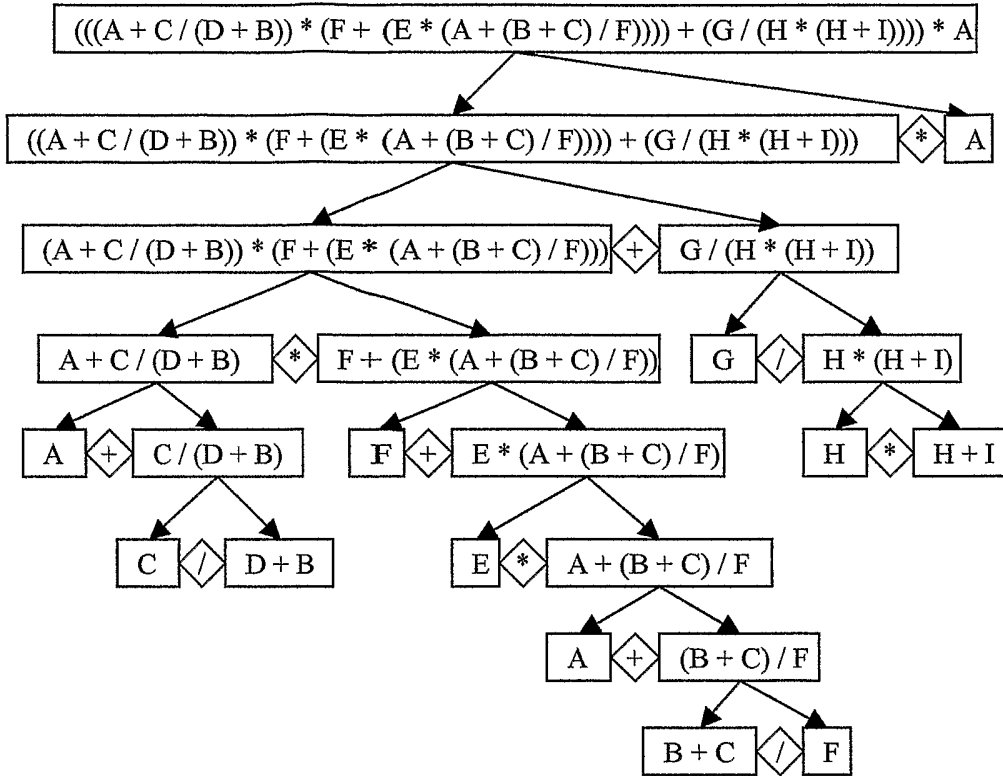
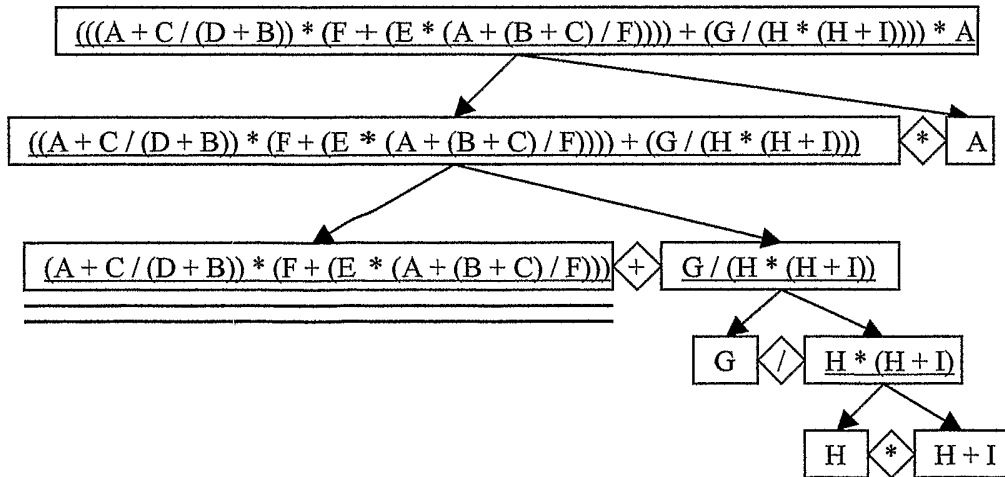
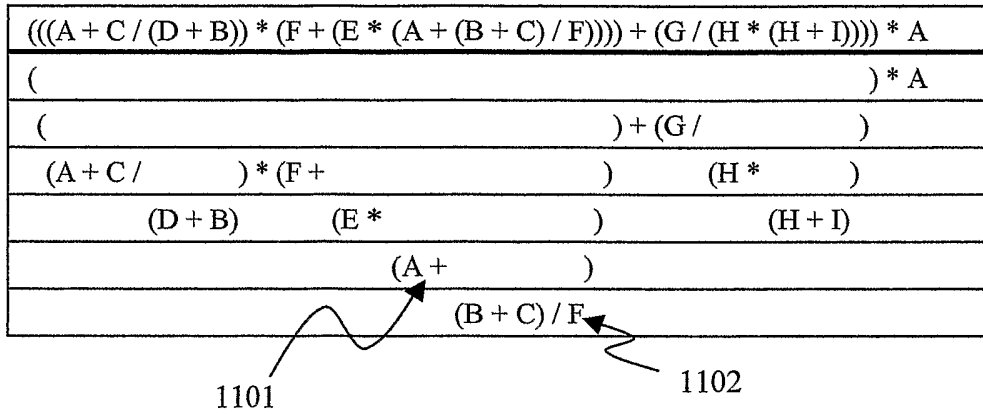


FIGURA 10



**FIGURA 11**





**FIGURA 12**

**Acción 1**



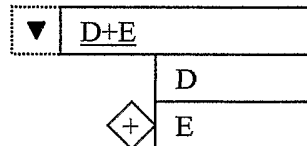
**Acción 2**



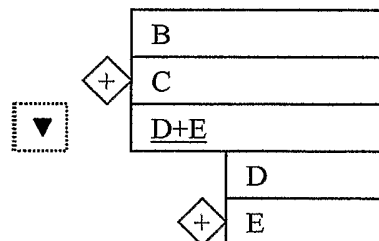
**Acción 3**



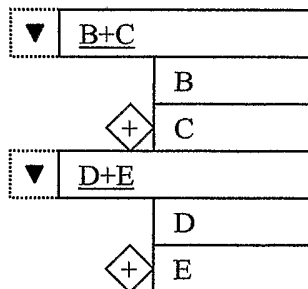
**Acción 4**



**Acción 5**



**Acción 6**



**FIGURA 13**

Estilo=Ensayo
Orientación=Historia
Año < 1990
Orientación=Biografía
Año < 1995
Tema=Negocios
Tema=Contabilidad
Tema=Finanzas
Idioma=Inglés
Idioma=Francés
Año > 2000

**FIGURA 14**

Estilo=Ensayo
Orientación=Historia Y NO Año <1990
Orientación=Historia
Y Año < 1990
Orientación=Biografía
Año < 1995
Tema=Negocios
Tema=Contabilidad
Tema=Finanzas
Idioma=Inglés
Idioma=Francés
Año > 2000

1403

1401

1402

FIGURA 15

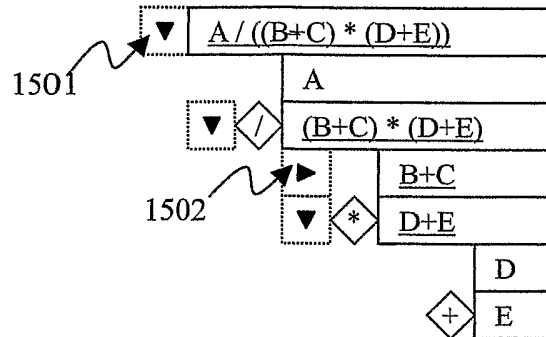


FIGURA 16

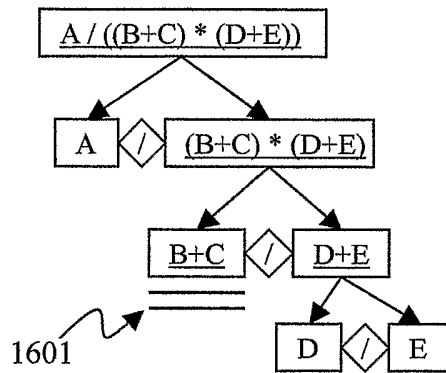


FIGURA 17

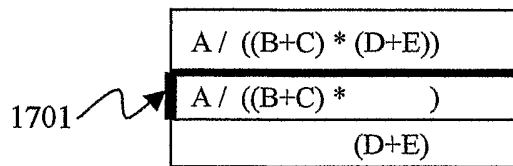


FIGURA 18

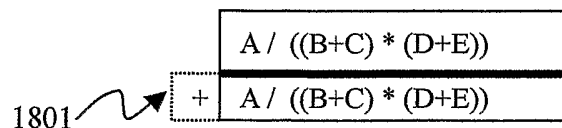


FIGURA 19

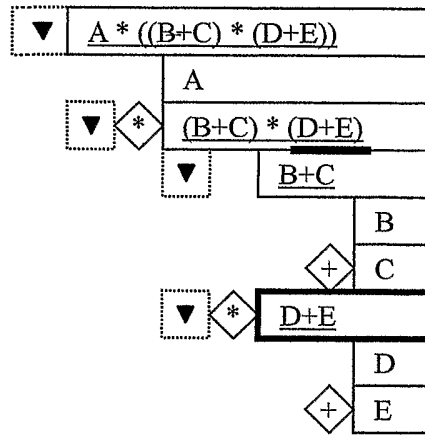


FIGURA 20

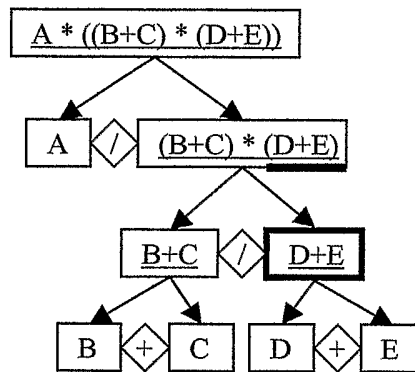


FIGURA 21

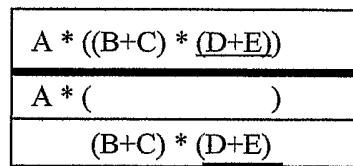


FIGURA 22

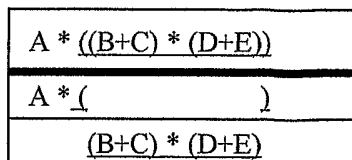


FIGURA 23

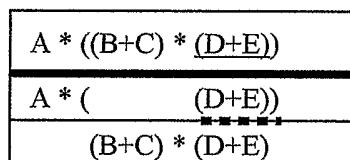
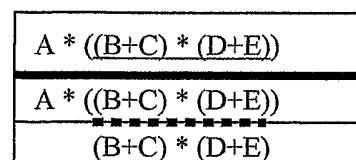


FIGURA 24



11/20

**FIGURA 25**

$((A + C / (D + B)) * (F + (E * (A + (B + C) / F)))) + (G / (H * (H + I))) * A$
( _____ ) * A
( _____ ) + (G / _____ )
$(A + C / \text{_____}) * (F + \text{_____}) (H * \text{_____})$
$(D + B) \quad (E * \text{_____}) \quad (H + I)$
$(A + \text{_____})$
$(B + C) / F$

**FIGURA 26**

$((A + C / (D + B)) * (F + (E * (A + (B + C) / F)))) + (G / (H * (H + I))) * A$
( _____ ) * A
( _____ + (G / _____ )
$(A + C / \text{_____}) * (F + \text{_____}) (H * \text{_____})$
$(D + B) \quad (E * \text{_____}) \quad (H + I)$
$(A + \text{_____})$
$(B + C) / F$

**FIGURA 27**

$((A + C / (D + B)) * (F + (E * (A + (B + C) / F)))) + (G / (H * (H + I))) * A$
( _____ ) * A
( _____ ) + (G / _____ )
$(A + C / \text{_____}) * (F + \text{_____}) (H * \text{_____})$
$(D + B) \quad (E * (A + (B + C) / F)) \quad (H + I)$
$(A + \text{_____})$
$(B + C) / F$

FIGURA 28

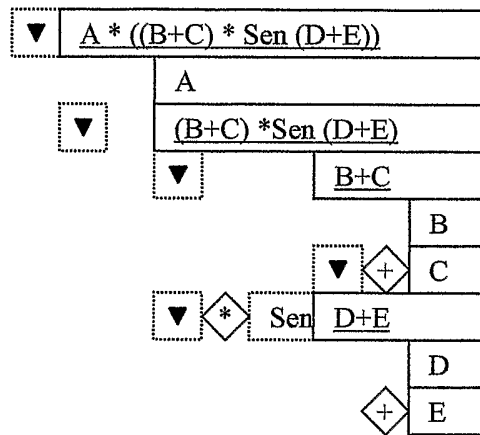


FIGURA 29

$$\text{Vol}(x,y)=\pi*x^2*y$$

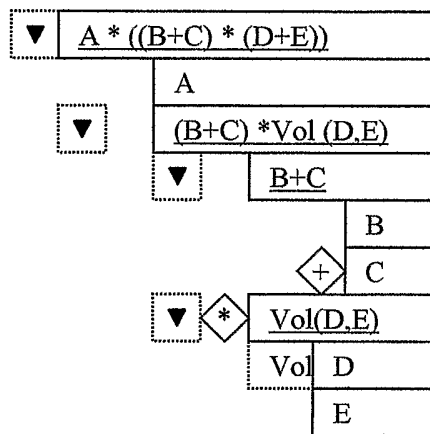
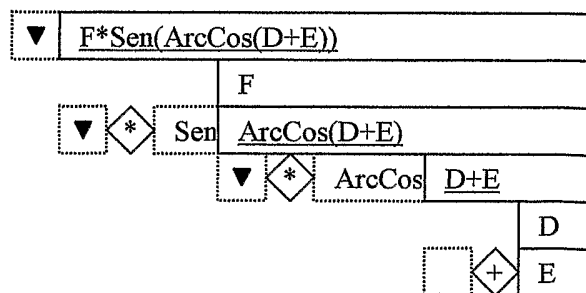
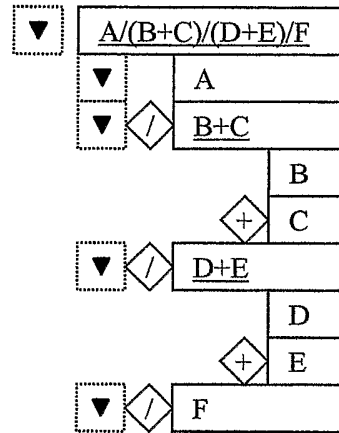


FIGURA 30



**FIGURA 31**



**FIGURA 32**

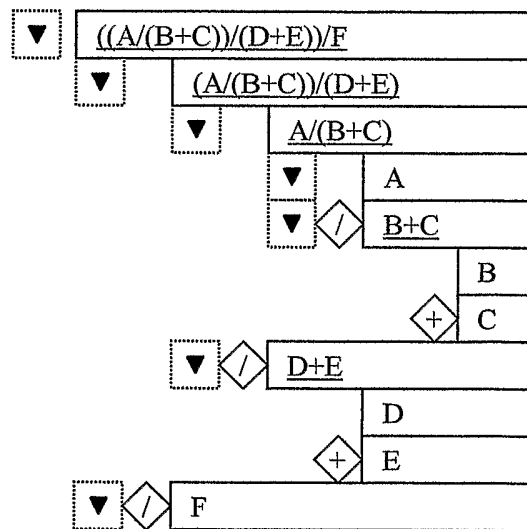


FIGURA 33

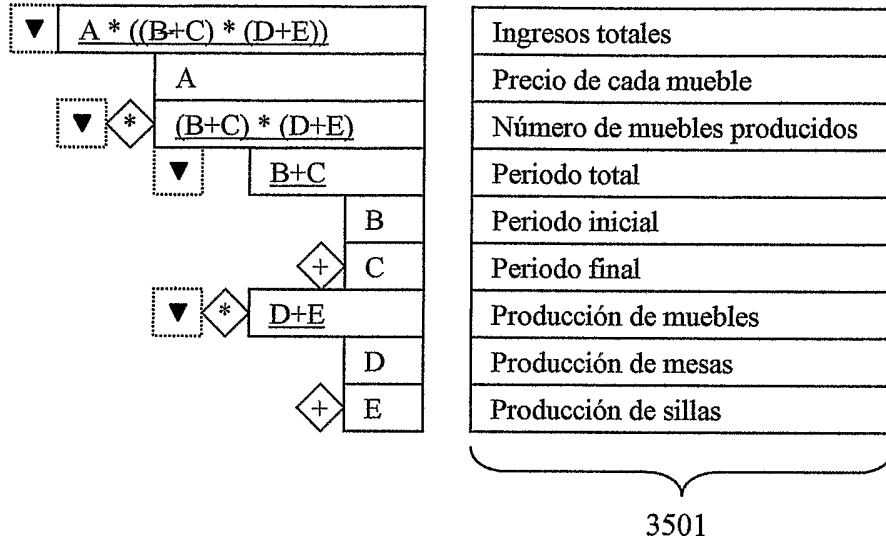


FIGURA 34

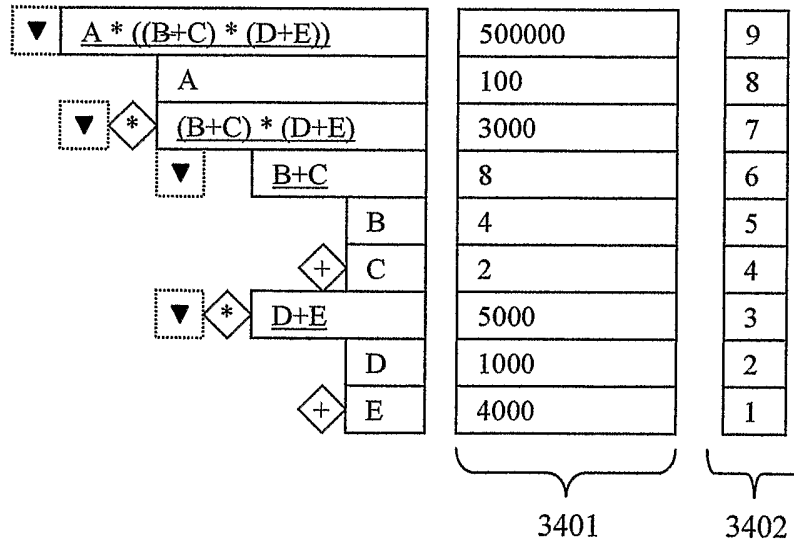




FIGURA 35

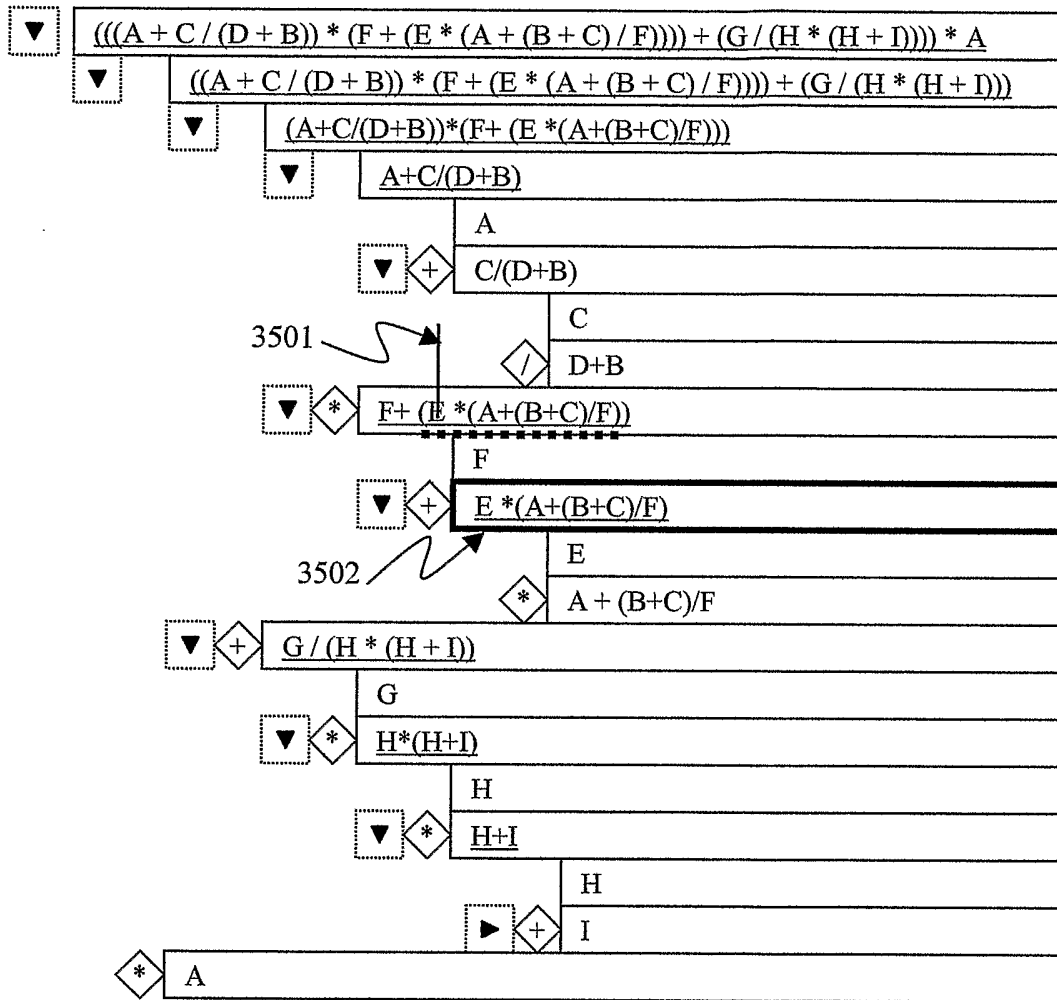


FIGURA 36

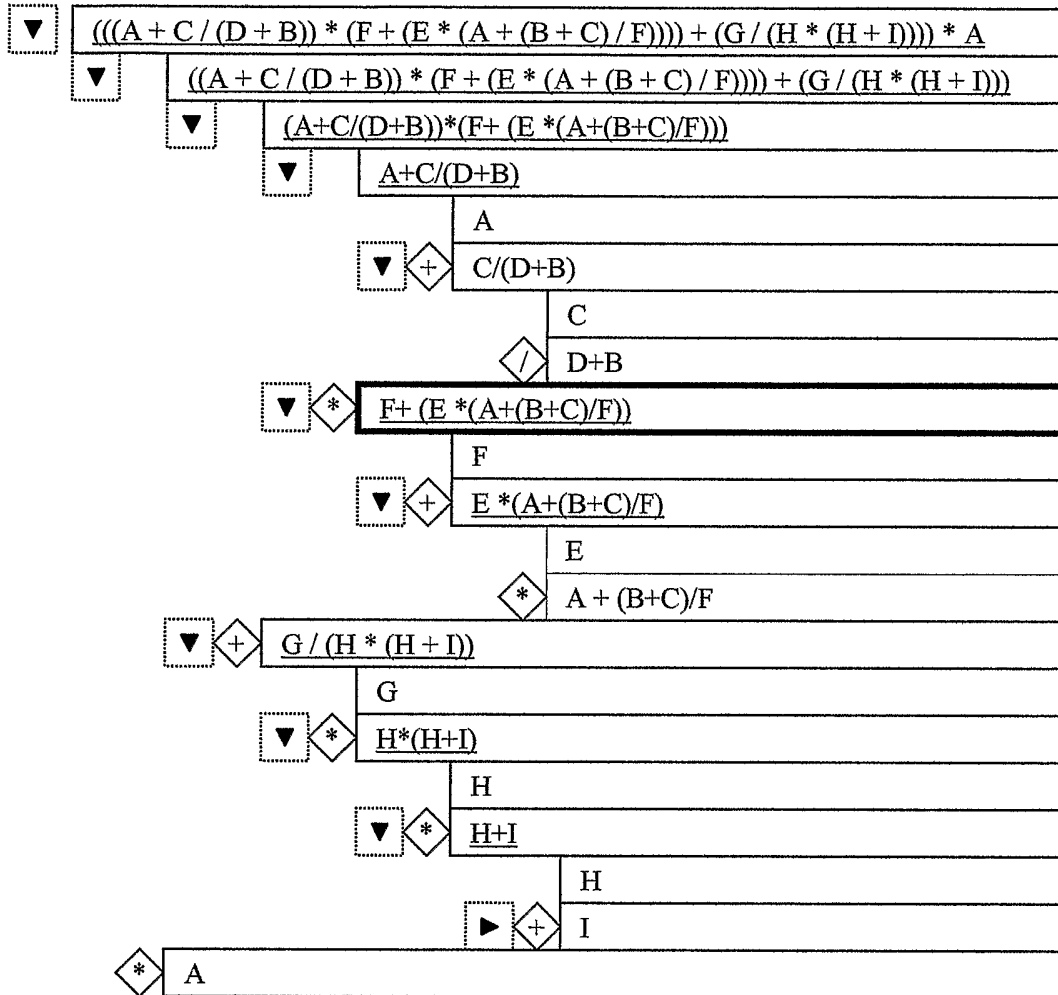


FIGURA 37

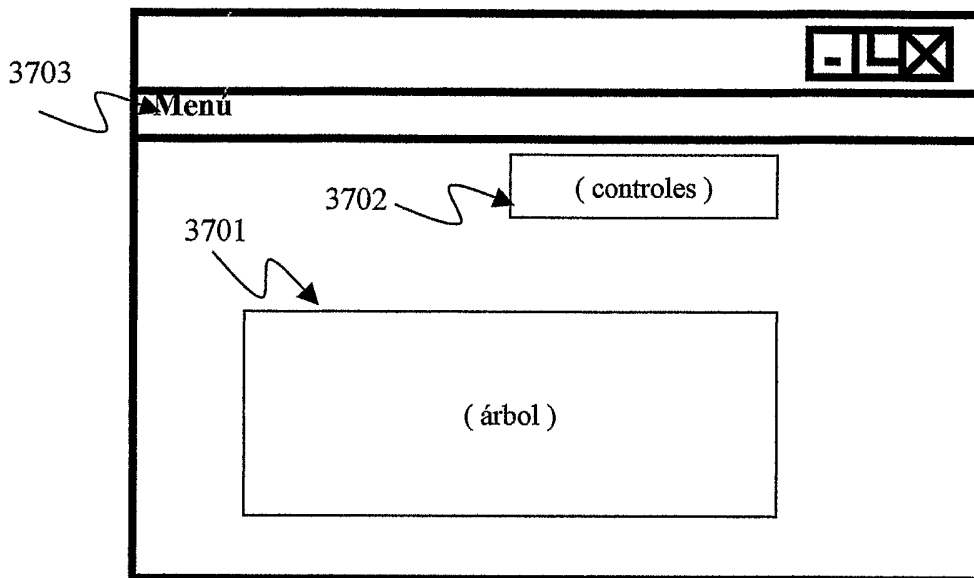


FIGURA 38

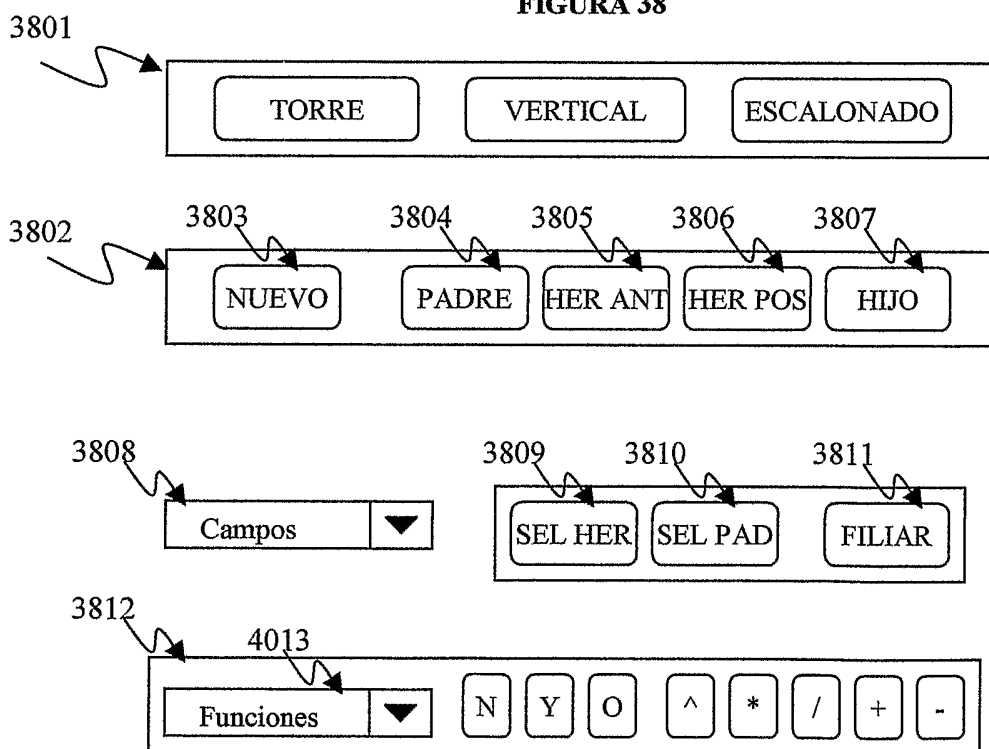


FIGURA 39

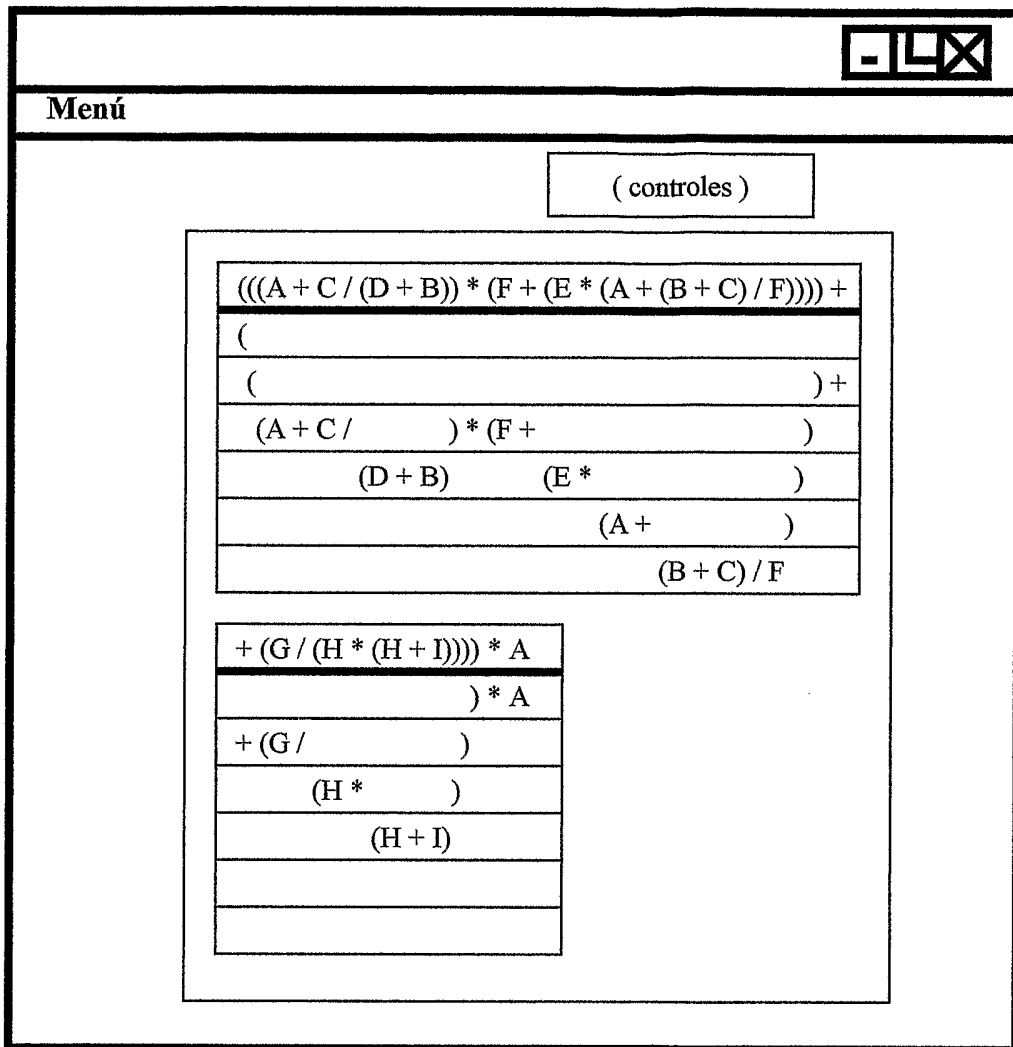
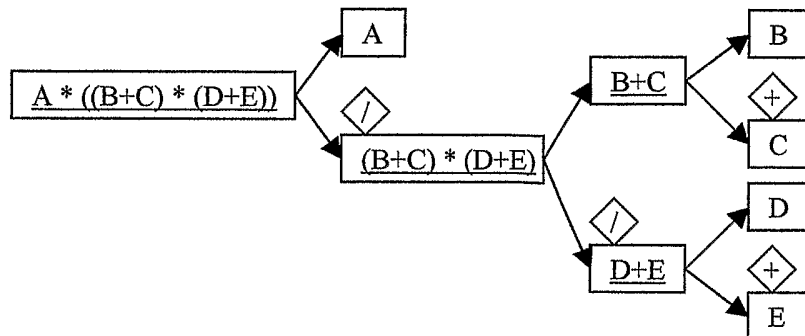


FIGURA 40



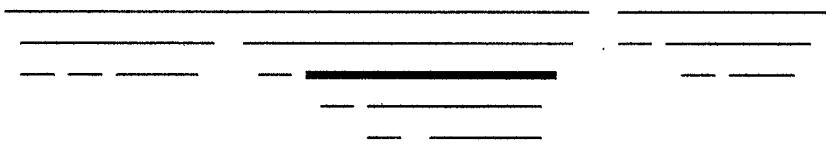
**FIGURA 41**

$$\left( \left( \left( (A + C / (D + B)) * (F + (E * (A + (B + C) / F))) \right) + (G / (H * (H + I))) \right) \right) * A$$



**FIGURA 42**

$$\left( \left( (A + C / (D + B)) * (F + (E * (A + (B + C) / F))) \right) + (G / (H * (H + I))) \right) * A$$



**FIGURA 43**

$$\left( \left( (A + C / (D + B)) * (F + (E * (A + (B + C) / F))) \right) + (G / (H * (H + I))) \right) * A$$

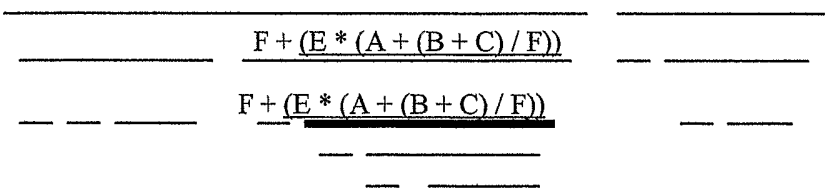


FIGURA 44

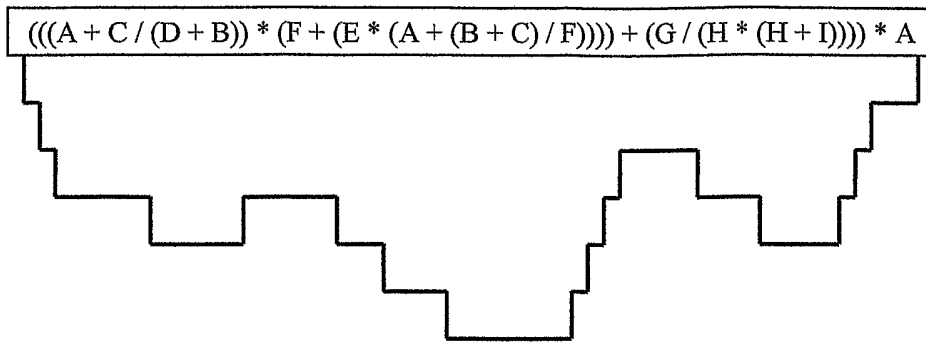


FIGURA 45

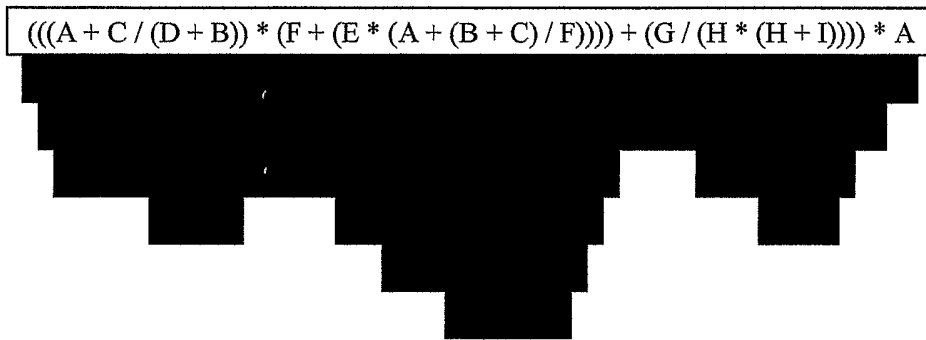


FIGURA 46

$(((A + C / (D + B)) * (F + (E * (A + (B + C) / F)))) + (G / (H * (H + I)))) * A$			
			$* A$
		$+ G /$	
$A + C /$	$* F +$	$H *$	
$D + B$	$E *$	$(H + I)$	
		$A +$	
		$(B + C) / F$	