

1. INTRODUCCIÓN

1. LOS MÓDULOS DE CirCAD

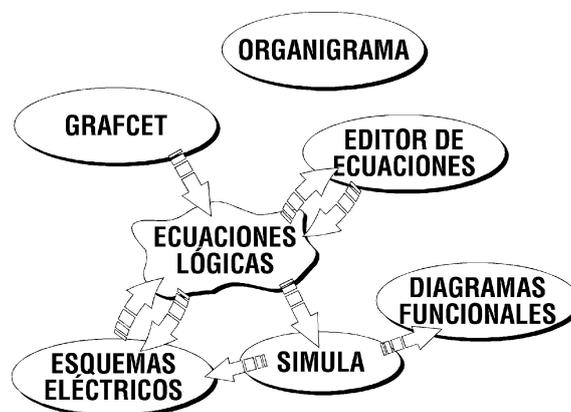
Dentro del submenú **PROCESOS** del menú principal de CirCAD, encontramos los siguientes módulos:

ORGANIGRAMA: Órdenes para realizar organigramas y diagramas de flujo.

GRAFSET: Órdenes para realizar grafsets, convertir los grafsets en ecuaciones lógicas, editar las ecuaciones lógicas, crear esquemas eléctricos en ecuaciones lógicas y viceversa y simular el funcionamiento de los esquemas, generando si se desea su diagrama de funcionamiento.

SIMULA: Órdenes para editar las ecuaciones lógicas, convertir esquemas eléctricos en ecuaciones lógicas y viceversa y simular el funcionamiento de los esquemas, generando si se desea su diagrama de funcionamiento.

Estos dos últimos menús tienen algunas órdenes de simulación repetidas que, naturalmente, funcionan de la misma manera en un módulo y en el otro. Su disposición en los menús se corresponde con su utilización a la hora de diseñar un automatismo. En el menú **GRAFSET** se parte del grafset y se va modificando hasta aproximarlo la más posible a las ecuaciones lógicas. En el menú **SIMULA** se parte del editor de ecuaciones o de un esquema previamente dibujado.



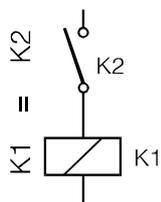
Para facilitar el diseño, CirCAD dispone distintas herramientas de conversión, centradas todas ellas en el manejo de *Ecuaciones lógicas*. Debido a la gran cantidad de posibilidades de programación, diseño, disposición de elementos, etc. que se emplean en el diseño de automatismos, debe considerar estas herramientas como una aproximación al diseño y la simulación de circuitos reales. La relación entre las distintas herramientas de conversión viene representada en la figura anterior.

Estas herramientas sirven para depurar los diseños de esquemas y, salvo en contadas ocasiones, necesitan de sus conocimientos y de su trabajo para la correcta y óptima finalización del diseño. El programa únicamente transforma la información que ha introducido, sin *imaginar* ni *adivinar* sus intenciones.

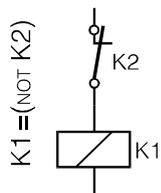
En todo caso, el módulo de simulación tiene, sobre todo, una función didáctica, que le permita ver la relación entre el Grafset y su esquema correspondiente, y para ver el funcionamiento de esquemas, por medio de su animación o a través de la realización de su diagrama de funcionamiento.

2. LAS ECUACIONES LÓGICAS

CirCAD toma como base para las simulaciones las ecuaciones lógicas del circuito. Para ello vamos a presentar todas las posibilidades que se encuentran en el diseño de esquemas eléctricos, traduciéndolas a sus correspondientes ecuaciones lógicas.

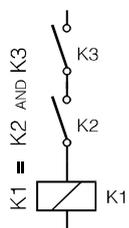


El esquema de la figura se traduce en la ecuación $K1 = K2$, lo que significa que: *el contactor K1 se activa cuando K2 está activado y se desactiva cuando K2 está desactivado.*



El esquema de la figura se traduce a la ecuación $K1 = (\text{NOT } K2)$, lo que significa que: *el contactor K1 se activa cuando K2 está desactivado y se desactiva cuando K2 está activado.*

De los casos anteriores podemos generalizar que, las ecuaciones lógicas van a tener siempre dos términos: por una parte tendremos un *receptor* que se activará o desactivará según el estado de los elementos de su ecuación asociada. En esta ecuación se representan todos los componentes de control de receptor con los operadores lógicos que definan su relación.

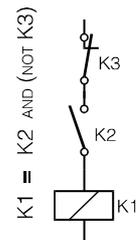


2.1. Operador AND (Y)

El operador AND activa el receptor cuando se cumplen a la vez todas las condiciones relacionadas, esto es, cuando se encuentran cerrados todos los contactos. Este operador se corresponde con la conexión de los contactos en serie.

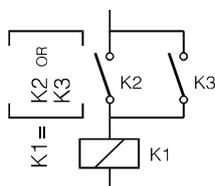
De la figura anterior se deduce que para que K1 se active, deben estar activados los contactores K2 Y K3, para que sus contactos asociados se encuentren cerrados. La ecuación correspondiente es $K1 = K2 \text{ AND } K3$.

La figura siguiente representa otro ejemplo del operador AND. En este caso, para que se active el contactor K1 es necesario que se active K2, cerrando su contacto asociado, Y que se desactive el contactor K3, con lo que su contacto asociado vuelve a la posición de reposo, esto es, cerrado. La ecuación correspondiente es $K1 = K2 \text{ AND } (\text{NOT } K3)$, observe que K3 es normalmente cerrado.



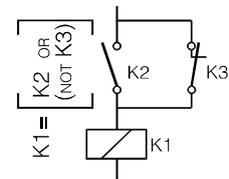
2.2. El operador OR (O)

El operador OR activa el receptor cuando se cumple alguna de sus condiciones relacionadas, esto es, cuando alguno de los contactos se encuentra cerrado, independientemente de que el resto se encuentren abiertos. Este operador se corresponde con la disposición en paralelo de los contactos.



El ejemplo de la figura se corresponde con la ecuación $K1 = K2 \text{ OR } K3$. Esto es debido a que, para que se active K1, es necesario que se activen $K2 \text{ O } K3$, ya que en el momento que se cierre uno de los contactos, K1 se activará.

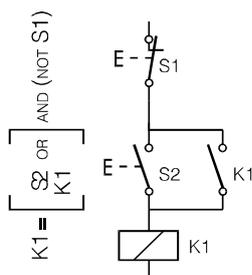
La figura siguiente combina un contacto abierto con uno cerrado relacionados con el operador OR. Al igual que antes, para que se active K1 basta con que uno de los contactos de $K2 \text{ O } K3$ se encuentren cerrados, esto es, que el contactor K2 esté activado O que el contactor K3 esté desactivado, debido a su contacto normalmente cerrado.



La ecuación en este caso es $K1 = K2 \text{ OR } (\text{NOT } K3)$.

2.3. Combinación de operadores

Una vez definidos los operadores básicos, el siguiente paso consiste en combinarlos entre sí, según la distribución de contactos en el esquema. La forma más intuitiva de *traducir* un esquema de contactos a sus ecuaciones lógicas consiste en ir *narrando* las condiciones necesarias para activar el receptor correspondiente.



El ejemplo de la figura representa el circuito típico de enclavamiento. Para traducirlo a su ecuación correspondiente, debemos tener en cuenta lo siguiente:

Para que K1 se active se debe cumplir:

que **S1** esté desactivado (por ser normalmente cerrado) **Y** (puesto que está en serie) que **S2 O K1** (puesto que están en paralelo y son normalmente abiertos) estén también activados. De esta manera tenemos la ecuación lógica: $K1 = (\text{NOT } S1) \text{ AND } (S2 \text{ OR } K1)$.

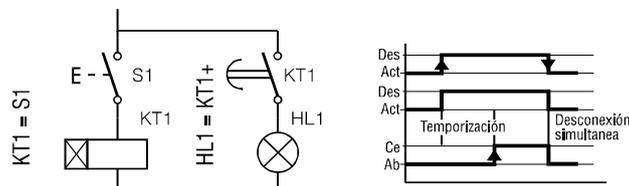
2.4. Contactos especiales

Los contactos representados en los casos anteriores se activan y desactivan de forma simultánea con sus órganos de mando, esto es, son contactos auxiliares de contactores, relés o aparatos de conexión.

Pero también debemos de disponer de contactos que tengan algún retardo respecto a sus órganos de mando, como los contactos de los temporizadores. Para ello se representarán, dentro de las ecuaciones, añadiendo un **+** ó un **-** al nombre del órgano de mando. Tenemos dos tipos de contactos temporizados:

2.5. Contactos temporizados a la conexión

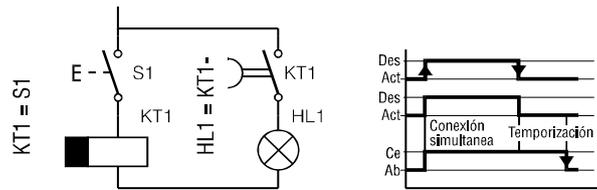
Los contactos asociados conmutan con retardo una vez que se ha activado su órgano de mando, pero vuelven al estado de reposo simultáneamente con su órgano de mando. El ejemplo siguiente representa un esquema sencillo, con un temporizador a la conexión KT1 activado por el pulsador S1 y su contacto temporizado que activa la lámpara HL1.



Como se ve, al activar S1 se activa el órgano de mando del temporizador KT1. Una vez pasado el intervalo de temporización, su contacto asociado conmuta, cerrándose. De esta manera puede quedarse indefinidamente. Al desactivar el pulsador S1, se desactiva el órgano de mando del temporizador y su contacto asociado vuelve, simultáneamente, al estado de reposo (abierto).

2.6. Temporizados a la desconexión

Los contactos asociados conmutan a la vez que se activa su órgano de mando y comienzan a temporizar una vez desconectado éste. El ejemplo siguiente representa un esquema sencillo, con un temporizador a la desconexión KT1 activado por el pulsador S1 y su contacto temporizado que activa la lámpara HL1.



Al activar S1 se activa el órgano de mando del temporizador KT1 y, simultáneamente conmuta su contacto asociado cerrándose. De esta manera puede quedarse indefinidamente. Al desactivar el pulsador S1, se desactiva el órgano de mando del temporizador, pero su contacto asociado permanece activado el intervalo de temporización fijado. Una vez transcurrido este intervalo de tiempo, el contacto asociado vuelve a su estado de reposo (abierto).

En los diagramas de funcionamiento se ha representado con una flecha los cambios de estado de los componentes debidos a la acción del usuario. CirCAD no tiene en cuenta en tiempo transcurrido durante la simulación, dejando al usuario la posibilidad de conmutar los contactos cuando lo estime oportuno.

2. ORGANIGRAMAS

El módulo de diseño de organigramas, permite dibujar las figuras más empleadas. Por defecto se van insertando una a continuación de otra, dibujando la línea y la flecha que los une. El tamaño de la figura se puede definir de forma dinámica, por medio del ratón, o dejar que el programa se encargue de calcularlo según el texto a encuadrar. La mayor parte de estos parámetros son configurables.

1. DIBUJAR ORGANIGRAMA (DIBORG)

Dibuja las figuras con el texto indicado en su interior. El punto de inserción de la figura coincide con su punto medio superior y, por defecto, coincide con el extremo de la última flecha dibujada.

Al dibujar las líneas de texto, las líneas en blanco se consideran como espacios, excepto si se encuentran al final, que se ignoran.



1.1. Tipos de figuras

	Inicio o final de proceso. En su interior se escribe el título del proceso.
	Entrada o salida de datos.
	Proceso, operación o acción.
	Proceso, operación o acción predefinido, generalmente en otro organigrama.
	Bifurcación o toma de decisión.
	Nodo o conector. Es el punto de unión entre varias líneas de flujo. Se puede dar su centro como punto de inserción.
	Conector de líneas de flujo que se encuentran en distintas páginas. Su orientación indica el sentido del flujo. Se pueden identificar por medio de un código alfanumérico en su interior.
	

1.2. Dibujo dinámico y no dinámico

Si activa la opción de *Dibujo dinámico*, debe indicar las dimensiones de la figura por medio de su dispositivo digitalizador (ratón). Los recuadros que aparecen representan los textos a incluir dentro de la figura. Excepto en el caso del dibujo de bifurcaciones, o cuando no dispone de mucho espacio, es más cómodo dejar que el programa calcule el tamaño de las figuras.

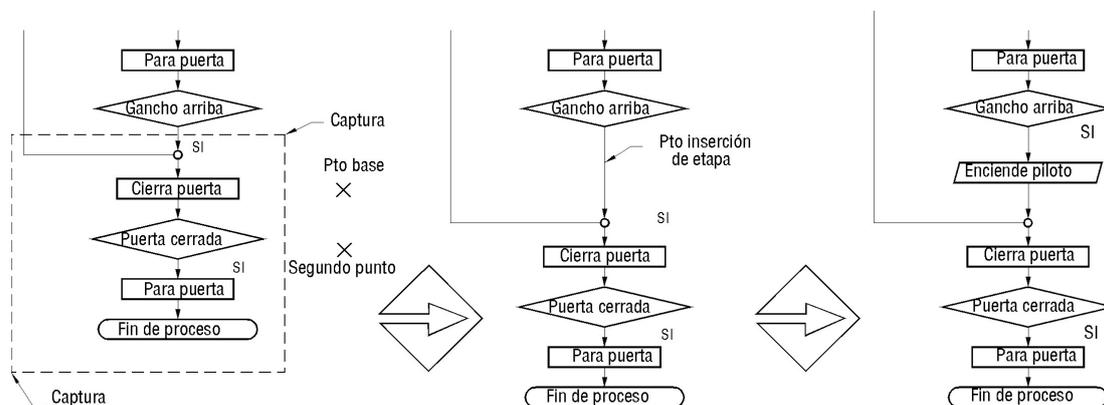
1.3. Dibujo automático de flechas y líneas

Dentro del recuadro *Unión*, puede definir si desea que se dibuje una línea a continuación de la figura insertada. La longitud de la línea se corresponde con la indicada en la opción *Separación*, ajustada al **FORZCURSOR (FORZCOOR)** activo. Si está activada, también se dibuja una flecha en el extremo de la línea.

2. INTERCALARETAPAS

Si quiere intercalar una figura entre otras dos, primero debe *hacer sitio*. Esto lo puede realizar con la orden **ESTIRA (_STRETCH)** de AutoCAD.

Primero debe seleccionar, por medio de una ventana, los elementos que desea desplazar. Únicamente desplazaremos las figuras y los vértices encuadrados dentro de la ventana. Finalizada la selección, marque un punto de referencia cualquiera y a continuación la nueva posición de ese punto.



Cuando ya tenga el espacio suficiente, solo debe insertar la figura de la forma habitual. CirCAD se encarga de dibujar la figura con su texto, si el dibujo de la flecha está activado, dibujará las flechas necesarias y si el **ZOOM** no es demasiado grande, recortará la línea de flujo.

2. Organigrama

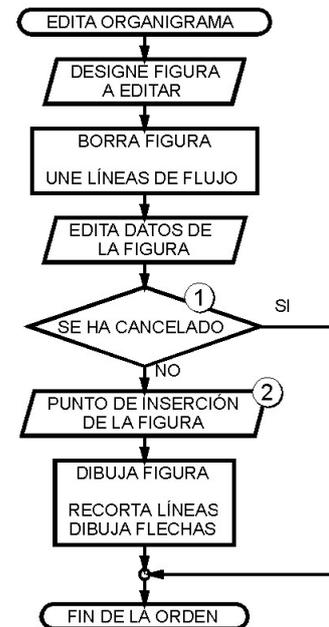
3. **EDITAR ORGANIGRAMA (EDIORG)**

La opción **EDIORG** se describe en la figura siguiente. Según el proceso seguido, la orden permite realizar las siguientes operaciones:

3.1. *Editar el texto y la forma de una figura*

La opción **EDIORG** edita el texto y puede modificar la forma de la figura seleccionada. Al designar la figura se borra del organigrama y se unen las líneas de flujo. Si no pulsa el botón *Cancelar*, se volverá a dibujar la figura con la forma y el texto del letrero de diálogo. Por defecto, el punto de inserción de la figura editada es el punto de inserción original, aunque se puede modificar.

CirCAD no comprueba si hay espacio suficiente para la figura editada por lo que, si va a añadir texto, deberá desplazar las figuras colindantes para dejar el espacio suficiente.



3.2. *Borrar una figura*

Al designar la figura a editar se borra del organigrama y se unen las líneas de flujo. Para borrar la figura editada debe pulsar el botón *Cancelar* del letrero de diálogo (ver punto ① del organigrama).

3.3. *Desplazar una figura*

Para desplazar una figura debe editarla, aunque no quiera modificar ni su forma ni su texto, y marcar el nuevo punto de inserción cuando se lo pida la orden (ver punto (2) del organigrama). Antes de desplazarla debe *preparar* el espacio suficiente.

4. **DIBUJA LÍNEA (DIBLINEA)**

Esta orden permite dibujar líneas de unión entre los distintos símbolos del plano. La ventaja que presenta esta orden es que crea la línea en la capa apropiada y, por defecto, activa el modo **ORTO**, activa el **FORZCURSOR (FORZCOOR)** y utiliza los siguientes modos de referencia a la hora de capturar puntos: *INT*ersección, punto *FIN*, punto *MED*io y *CUA*drante.

5. **UNE LÍNEA (UNELINEA)**

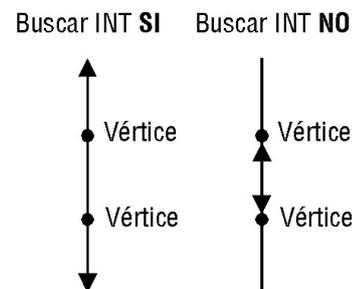
Une dos líneas, eliminando huecos dejados al borrar de forma manual una etapa.

6. **DIBUJA FLECHA (DIBFLECH)**

La opción **DIBFLECH** dibuja flechas orientadas sobre las líneas de flujo. La flecha se dibuja siempre por defecto, orientada al vértice de la línea más cercano al punto pinchado. Una vez insertada la flecha, se puede cambiar su orientación por medio de la opción *Gira*.

Por medio de la opción *Configura*, se puede modificar la longitud de la flecha, así como el punto de inserción de la misma.

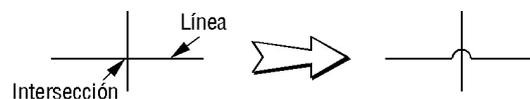
Orden: C-FLDIBFLECHA
Configura / Gira / <vértice>: C
Longitud flecha <2.500>:
Buscar INTerseccion+ptoFIN <N>:



Si se responde **No** a la pregunta *Buscar INTerseccion + ptoFIN <N>* :, las flechas se dibujarán en el punto marcado de la línea. Respondiendo que **Si** hacemos que CirCAD dibuje las flechas en el extremo o la intersección de la línea marcada. Por defecto se encuentran activadas las opciones recomendadas para el dibujo de organigramas.

7. **DIBUJA SALTO (SALTO)**

Dibuja un salto entre dos líneas que se cruzan. Primero debe indicar la línea en la que se va a dibujar el salto y después la intersección donde queremos dibujarlo.



1. LA LEYENDA

Para facilitar la tarea de indicar la función de cada elemento, CirCAD permite ir memorizando y recuperando esta información en cualquier plano y en cualquier momento. Puesto que puede ser interesante introducir esta información en el Grafcet, cada vez que se teclee el nombre de un componente, aparecerá por defecto su descripción, si la ha introducido anteriormente o, si es un elemento nuevo, la memorizará para su posterior uso.

1.1. Leer leyenda (LEELEYEN)

Si ya ha definido la leyenda en otro dibujo, puede cargar esos datos en el dibujo actual. De esta forma se ahorra volver a teclear las descripciones de los elementos nuevamente.

Para cargar la leyenda, debe abrir el fichero correspondiente, que en este caso tiene la extensión **.LEY**.

Una vez cargada la leyenda, no se nota ningún cambio en el dibujo. Únicamente aparece el mensaje *Leyenda cargada*. Esta orden solo afecta a las etapas del Grafcet que se dibujen o editen a continuación, y a la orden de Dibujar Leyenda, vista a continuación.



1.2. Dibujar leyenda (DIBLEYEN)

Esta orden dibuja una leyenda en el dibujo actual, recuadrándola a continuación.

Al ejecutar la orden, aparece el cuadro de la página siguiente. Por medio de este cuadro se puede modificar el texto de la leyenda.

La opción **FICHERO** permite cargar los datos de un fichero de leyenda creado anteriormente. En caso de no existir, se creará uno nuevo con los datos validados en la orden. Al finalizar la orden, los datos validados de la leyenda se combinan con los datos del fichero abierto, prevaleciendo siempre los datos tecleados en la orden.

Los botones **CORTA**, **COPIA** y **PEGA** son los típicos de edición. Los botones **NUEVO** y **MODIFICA** introducen los valores del *Nombre* y de la *Descripción* en la lista. **NUEVO** lo añade, sin comprobar que ya existe un elemento con el mismo nombre, y **MODIFICA** modifica la línea resaltada.

El funcionamiento del letrero está preparado para el uso del teclado: una vez seleccionado el elemento de la lista, se pasa a editar su descripción. Al validarla con el retorno se activa el botón **MODIFICA**. Al validarlo con el retorno se modifica el elemento en la lista y se pasa a editar el siguiente.

La opción *Incluir en esquema* solo es válida si se está trabajando en el plano con el esquema eléctrico. En este caso introducirán las descripciones en los bloques del dibujo.

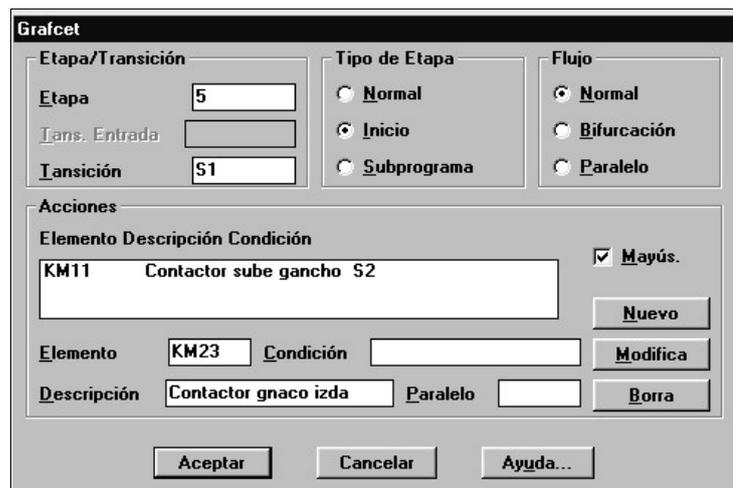
La opción *Dibujar todos* incluye en la lista todos los elementos leídos del dibujo unidos a todos los elementos leídos del fichero de leyenda.



2. DIBUJAR GRAFCET (DIBGRAF)

Las etapas del grafcet se van dibujando por medio del siguiente letrero de diálogo

Una vez introducidos los datos, se pide el punto de inserción de la etapa. Por defecto siempre aparece el punto final de la etapa dibujada anteriormente.

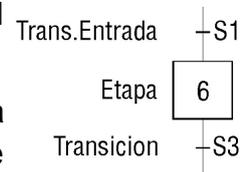


Si se encuentra activado el recuadro **Mayús.**, al validar todas las entradas, excepto la *Descripción*, se convierten a mayúsculas.

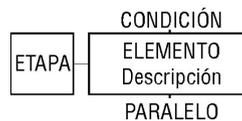
2.1. Datos del GRAFCET

El letrero de diálogo pide la información siguiente.

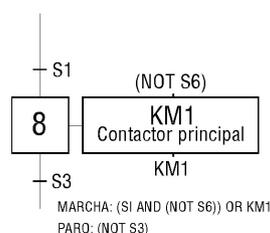
- **Etapa:** : Número de la etapa a dibujar. Por defecto aparece el número siguiente a la etapa dibujada anteriormente.
- **Trans.Entrada:** : Transición de entrada. Es la transición previa a la etapa a dibujar. Únicamente se puede indicar cuando se dibujan bifurcaciones.
- **Transición:** : Es la transición de salida, la que hace que se desactive la etapa.



A cada etapa se le pueden asignar todas las acciones necesarias. Cada acción lleva asociada la siguiente información:



- **Elemento:** : Es el elemento que se activa o desactiva el entrar en la etapa.
- **Descripción:** : Descripción del elemento. Una vez tecleada se almacena en memoria, por lo que al volver a introducir el elemento en el grafcet, esta descripción aparecerá por defecto. Es interesante ir tecleando la descripción, puesto que se puede guardar en el fichero de leyenda, aparecerá en la simulación, etc.
- **Condición:** : Es la condición particular para que se active o desactive el *Elemento*. Desde el punto del funcionamiento, si la condición está en estado 0, aunque se active la etapa, el elemento no se activará. Al convertirlo en ecuación lógica, se añade a la transición de entrada (condición de marcha) por medio del operador **AND**.
- **Paralelo:** : Se utiliza para poner el enclavamiento al elemento activado. La condición que se ponga aquí se añade a la condición de marcha (transición de entrada más condición particular) por medio del operador **OR**.



La condición de *Paralelo* solo afecta a la etapa donde se dibuja.

2.2. Tipos de etapas

Se pueden dibujar los siguientes tipos de etapas:



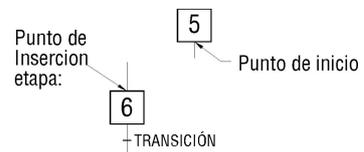
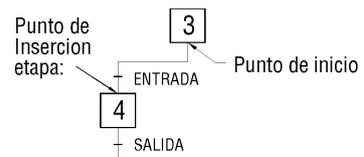
2.3. Flujo del GRAFCET

Según queramos representar un flujo secuencial, una bifurcación o un proceso en paralelo, tenemos las siguientes posibilidades:

- **Normal:** : Las etapas van una a continuación de otra. Por defecto, el punto de inserción de una etapa coincide con el final de la línea de la etapa anterior.

En los dos casos siguientes, es mejor no definir la transición a la etapa anterior a una bifurcación o a un proceso en paralelo.

- **Bifurcación:** : Se pueden indicar las dos transiciones. En este caso se deben marcar dos puntos, el de la etapa anterior (el inicio de la bifurcación) y el punto de la inserción de la etapa a dibujar. La distancia vertical entre los dos puntos debe ser de más de 5 unidades de dibujo.
- **Paralelo:** : Se deben marcar dos puntos, el de la etapa anterior, y el punto de la inserción de la etapa a dibujar. La distancia vertical entre los dos puntos debe ser de más de 5 unidades de dibujo. La línea horizontal se debe dibujar con la orden **LINEAPAR** que veremos más adelante.



3. EDITAR GRAFCET (EDIGRAF)

Esta opción edita transiciones o etapas con sus acciones asociadas.

Para editar una transición debe *pinchar* sobre el texto de la transición. En caso de pinchar en otro tipo de texto en sobre las líneas, la orden lo ignora completamente. Al modificar el texto, CirCAD lo convierte a mayúsculas.

Para editar una etapa debe *pinchar* sobre el número de la etapa. Al pinchar aparece el letrero de diálogo de dibujo/edición de etapa, pero con las transiciones desactivadas. Si no pincha en el número de la etapa, la orden no se ejecuta.

4. DIBUJA LÍNEA (DIBLINEA)

Esta orden permite dibujar líneas de unión entre las distintas etapas del plano. La ventaja que presenta esta orden es que crea la línea en la capa apropiada y, por defecto, activa el modo **ORTO**, activa el **FORZCURSOR (FORZCOOR)** y utiliza los siguientes modos de referencia a la hora de capturar puntos: *INT*ersección, punto *FIN*, punto *MED*io y *CUA*drante.

4.1. Estrategia de dibujo de líneas de flujo

Es importante realizar el trazado de las líneas de flujo del GRAFCET de forma correcta. CirCAD las debe poder seguir bien para revisar la sintaxis y para generar las ecuaciones lógicas que se emplearán en la simulación o en la generación de los esquemas asociados.

Cuando trace las líneas de flujo de forma manual, es importante que las líneas comiencen y finalicen en una etapa, aunque para ello deba superponer varias líneas de flujo. Esto permite saber a CirCAD la secuencia de las etapas, sin que afecte al resultado impreso del plano.

5. UNE LÍNEA (UNELINEA)

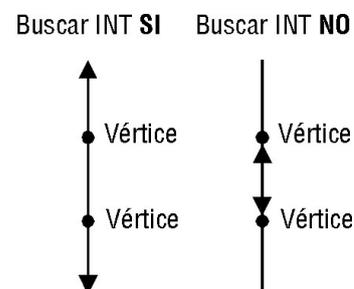
Une dos líneas, eliminando huecos dejados al borrar de forma manual una etapa.

6. DIBUJA FLECHA (DIBFLECH)

La opción **DIBFLECH** dibuja flechas orientadas sobre las líneas de flujo. La flecha se dibuja siempre por defecto, orientada al vértice de la línea más cercano al punto pinchado. Una vez insertada la flecha, se puede cambiar su orientación por medio de la opción *Gira*. Por medio de la opción *Configura*, se puede modificar la longitud de la flecha, así como el punto de inserción de la misma.

Orden: C-FLDIBFLECHA
Configura / Gira / <vértice>: C
Longitud flecha <2.500>:
Buscar INTerseccion+ptoFIN <N>:

Si se responde **No** a la pregunta *Buscar INTerseccion +ptoFIN <N>* :, las flechas se dibujarán en el punto marcado de la línea. Respondiendo que **Si** hacemos que CirCAD dibuje las flechas en el extremo o la intersección de la línea marcada. La primera opción es la recomendada en el caso de dibujos de grafkets.



7. **LÍNEA DE PROCESO EN PARALELO (LINEAPAR)**

Una vez dibujadas las etapas de los procedimientos en paralelo, se puede dibujar la línea horizontal que une sus inicios o finales. Únicamente debe indicar los extremos de la línea por medio de dos puntos.

8. **RENUMERA ETAPAS (RENUMERA)**

Permite reenumerar una selección de etapas. Tiene dos opciones:

- : **Incrementa:** incrementa el número de las etapas seleccionadas, sumándole el incremento dado.
- : **Renumera:** asigna un número correlativo a cada etapa, ordenándolas por columnas y de izquierda a derecha.

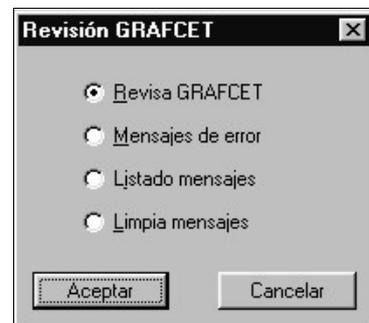
9. **REVISA GRAFCET (REVISA)**

Esta orden revisa el GRAFCET o los GRAFCETS seleccionados. La revisión la realiza desde dos puntos de vista:

- **Sintaxis del GRAFCET:** : comprueba las secuencias ETAPA-TRANSICIÓN así como el trazado de las líneas de flujo.
- **Sintaxis de las ecuaciones:** : analiza las ecuaciones de las transiciones y de las condiciones particulares de cada etapa.

La orden presenta el siguiente letrero de diálogo:

- **Revisa GRAFCET:** : revisa los GRAFCETS seleccionados. Si se da la respuesta nula se seleccionan todos los GRAFCETS presentes en el dibujo. En caso de detectar algún error, se destaca el elemento erróneo cambiando su color.



- **Mensajes de error:** : debemos seleccionar los elementos erróneos del GRAFCET pinchando sobre ellos. Si existe algún mensaje de error, aparecerá en la línea de mensajes. Los errores de sintaxis se indican con el símbolo {} en la ecuación. Por ejemplo: S23 OR {}, falta variable a continuación de OR.
- **Listado mensajes:** : presenta en pantalla un listado con los errores detectados en el GRAFCET. El número que aparece en la columna de la izquierda es un número de identificación interno del programa. Esta opción se emplea para eliminar errores detectados que, debido al tamaño del elemento erróneo o por la complejidad del GRAFCET no se localizan fácilmente en el plano.



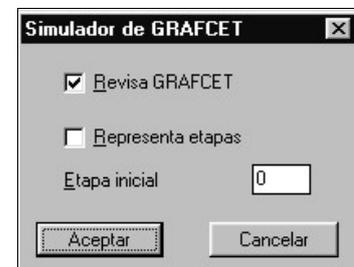
- **Limpia mensajes:** devuelve su color original a los elementos erróneos, eliminando los mensajes de la memoria.

RECUERDE: es imprescindible revisar el GRAFCET después de realizar cualquier modificación. Cada vez que lo revisa, CirCAD crea sus ecuaciones lógicas asociadas que son imprescindibles para la simulación del GRAFCET.

10. SIMULADOR DEL GRAFCET

Esta opción simula el funcionamiento del GRAFCET según se explica en el tema siguiente. La orden presenta el siguiente letrero de diálogo:

- **Revisa GRAFCET:** ejecuta la orden vista en el punto anterior. No se podrá simular el grafcet hasta que no se hayan eliminado todos los errores.
- **Representa etapas:** si está activado, se representará el estado de las etapas en el diagrama de funcionamiento de la simulación. No suele ser necesario, puesto que las etapas activas aparecen resaltadas sobre el GRAFCET.
- **Etapas inicial:** establece la etapa activada inicialmente.

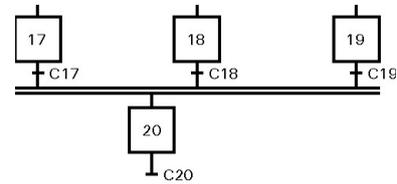


10.1. Peculiaridades del Simulador de GRAFCETS

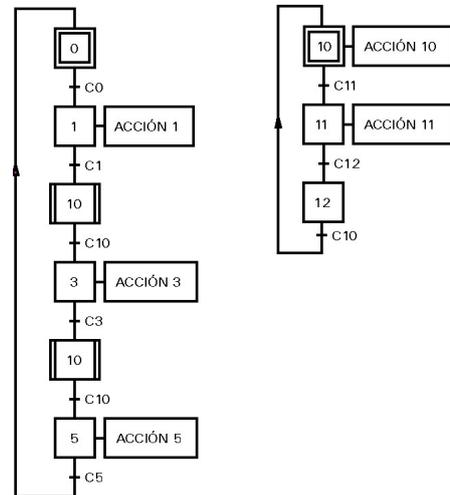
Aunque se ha intentado hacer el simulador lo más abierto posible a las costumbres y usos del usuario, deberá tener en cuenta una serie de limitaciones y características especiales que, a medida que se vayan sucediendo las versiones del programa, se irán modificando.

- **Cambiar estados de variables manualmente:** : CirCAD considera las etapas del GRAFCET como variables, por lo que puede modificar su estado desde la línea de órdenes y siempre que su ecuación asociada lo permita. Para ello debe teclear « **E/** » seguido del número de la etapa a modificar. Por ejemplo: **E/7** conmuta el estado de la etapa 7. **E/9=1** activa la etapa 9 independientemente de su estado y **E/9=0** la desactiva.

- **Convergencia en Y:** generalmente, cuando se cumplan todas las condiciones de una convergencia en Y, la etapa siguiente no se activa automáticamente, por lo que la deberá activar de forma manual. En el ejemplo de la figura: cuando se cumplan las condiciones C17, C18 y C19, una vez activadas las etapas correspondientes, se desactivarán todas las etapas del GRAFCET. Para activar la etapa 20, deberá teclear **E/20**.

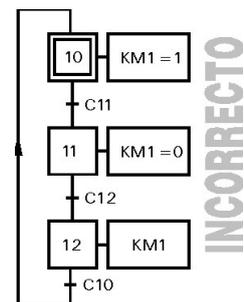


- **Macro-etapas:** la forma de representar las macro-etapas en CirCAD viene reflejada en la figura siguiente. La macro-etapa se considera como un GRAFCET independiente, por lo que debe ser un *camino cerrado*. Al salir de la etapa 12 se desactivarán todas las etapas del GRAFCET, por lo que deberá activar la etapa correspondiente de forma manual.



- **Nombres de variables:** no se pueden emplear nombres de variables numéricos. Los nombres de variables deben tener, al menos, una letra. Tampoco se puede emplear la variable T o nil.

- **Asignación de estados a receptores:** se pueden asignar estados a los receptores representados en las acciones de las etapas. Por ejemplo: **KM1=1** ó **KM1=0**. Eso si, no se pueden mezclar en un mismo GRAFCET un mismo receptor con asignación y sin asignación.



11. CREAR ECUACIONES

La orden de *Crear ecuaciones* genera las ecuaciones lógicas del GRAFCET, orientadas a intentar convertirlo en un sistema puramente combinacional. Debe tener en cuenta que esta conversión no siempre es posible realizarla de forma directa. Para facilitar el proceso, CirCAD lista las condición de marcha que activan elementos

distintos, dejando al diseñador la tarea de modificar, de forma manual, estas condiciones. La forma más sencilla consiste en añadir a la ecuación contactores auxiliares asociados a etapas anteriores o contactos temporizados a la desconexión asociados a contactores activados en la etapa anterior. A partir de estas ecuaciones se podrá crear un esquema de relés o de contactos equivalente.

La orden captura todas las etapas y las transiciones del GRAFCET, combinandolas en las ecuaciones asociadas a cada receptor. El resultado aparece en el letrero de diálogo que presenta las opciones siguientes:

- **Lista con ecuaciones:**

: Por cada elemento incluido en alguna acción del grafcet se representan todas las condiciones de marcha (*transición de entrada AND condición particular OR paralelo*), y todas sus condiciones de paro (*transiciones de salida negadas*).

- **Cargar leyenda:**

: Permite abrir un fichero de leyenda existente para introducir sus datos en el plano.

- **Salvar como:**

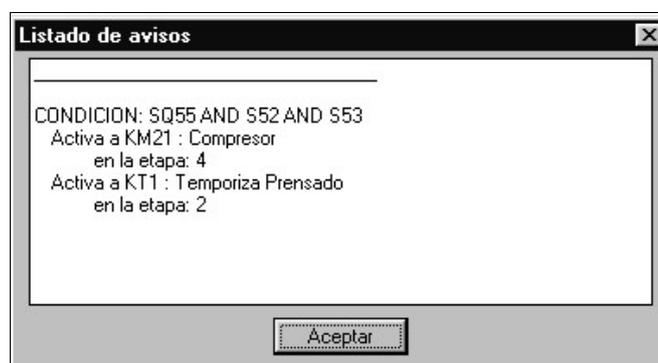
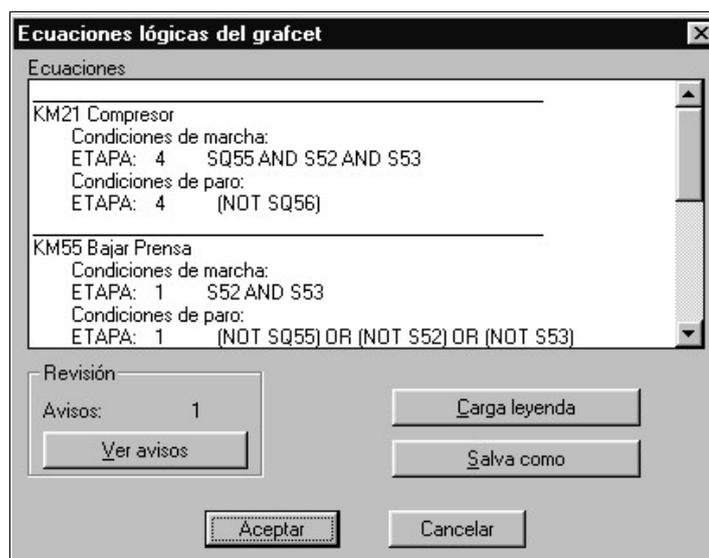
: Salva las ecuaciones calculadas en un fichero. Este fichero se puede editar con el *Editor de ecuaciones* que veremos en el tema siguiente.

- **Revisión:**

: Comprueba si elementos distintos tienen la misma condición de marcha. En este caso genera un aviso y lo añade al contador de avisos.

- **Ver avisos:**

: Este botón despliega el siguiente letrero de diálogo, que presenta por orden todos los avisos detectados. No todos los avisos implican una necesidad de modificación del GRAFCET.



Al pulsar el botón de aceptar, y siempre que no se hayan detectado errores, se guardan las ecuaciones en memoria.

12. EDITA ECUACIONES

Activa el editor de ecuaciones lógicas, que se explica detalladamente en el tema siguiente. Por medio del editor de ecuaciones se pueden modificar las ecuaciones generadas a partir del GRAFCET.

El editor puede ser necesario en los siguientes casos:

- : *La simulación no se corresponde con el GRAFCET*: es conveniente revisar las ecuaciones generadas, puesto que ha podido ocurrir algún error en la conversión o, puede haber perpetrado algún error que no haya detectado el revisor de sintaxis.
- **Si va a generar esquemas a partir de las ecuaciones**:: según el tipo de esquema a generar puede ser interesante modificar de forma manual las ecuaciones.

13. LIMPIAR MEMORIA

Elimina todas las variables, ecuaciones y estados de la memoria del sistema. Es útil ejecutar la orden cuando se lleva tiempo generando, modificando y simulando ecuaciones y, especialmente, cuando el simulador comienza a comportarse de una forma menos lógica de lo normal.

Debe tener cuidado si ha modificado las ecuaciones de forma manual con el editor de ecuaciones. Si limpia la memoria, se perderán todas las modificaciones realizadas.

14. GENERAR ESQUEMAS

Genera distintos esquemas a partir de las ecuaciones lógicas. Esta orden se explica en el tema siguiente. Estos esquemas generados los debe considerar como una aproximación a la solución final. Es labor del diseñador el simplificar y optimizar el resultado final.

Si quiere modificar el esquema y simularlo, debe generar las ecuaciones a partir del esquema, para lo cual debe consultar el tema siguiente.

4. SIMULACIÓN

El módulo de simulación de CirCAD permite realizar las siguientes tareas:

- **Editar ecuaciones lógicas:** utilizando el editor puede crear o modificar ecuaciones lógicas. Estas ecuaciones se pueden crear de forma manual o de forma automática a partir del GRAFCET (ver tema anterior) o a partir de distintos esquemas.
- **Simular ecuaciones:** a partir de las ecuaciones se va generando el diagrama de funcionamiento, combinando las entradas dadas por el usuario con las ecuaciones lógicas. Si se encuentra activado, se animará el funcionamiento del GRAFCET o del esquema simulado.
- **Crear ecuaciones automáticamente:** a partir de GRAFCETS o de cualquiera de los tipos de esquemas soportados, se pueden generar de forma automática las ecuaciones correspondientes.
- **Crear esquemas a partir de las ecuaciones:** su pueden generar distintos tipos de esquemas de forma automática a partir de las ecuaciones.

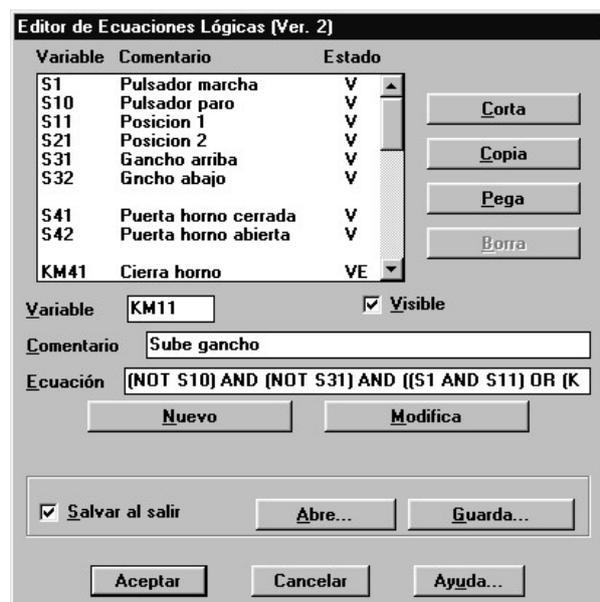
1. EL EDITOR DE ECUACIONES LÓGICAS

Para la edición de ecuaciones lógicas, CirCAD presenta su propio editor, al que se accede ejecutando la orden **EDITA** del menú. Esta orden presenta las opciones del letrero de diálogo representado en la figura siguiente.

Abre... Permite cargar un fichero fuente, donde CirCAD guarda las ecuaciones lógicas. Estos ficheros tienen la extensión **.SIM**.

Guarda... Guarda las ecuaciones en un fichero con el nombre indicado. Esta orden cambia el nombre del fichero en edición. Se recomienda salvar el fichero editado con otro nombre para no modificar el original.

Salvar al salir Si está activado guarda las ecuaciones en el fichero por defecto.



En la parte superior izquierda es donde se encuentra la lista con las ecuaciones lógicas. La lista está dividida en tres columnas:

Variable: Aparecen los nombres de las variables definidas. Si está en blanco significa que en la línea hay un comentario, siempre que la columna siguiente contenga información, o puede ser un espaciador vertical para el diagrama de funcionamiento.

Comentario: Es el comentario asociado a la variable.

Estado: si la variable es visible aparece la letra **V** y si tiene una ecuación asociada aparecerá la letra **E**.

Para poder modificar una ecuación, es necesario colocar el cursor sobre la línea deseada. En ese momento aparece en los recuadros *Variable*, *Comentario* y *Ecuación* los datos asociados a esa línea. Cada recuadro tiene la siguiente función:

Variable: El nombre de la variable. Para que CirCAD la procese, es imprescindible definir todas las variables que afectan al esquema. Si no se define, la variable tiene siempre el valor 0 (nil). Es importante el orden en que se escriben las variables, puestos que ese mismo orden es el que se emplea para representar el diagrama de funcionamiento.

Comentario: Es el comentario asociado a la variable. Si hay algo escrito, y no está precedido por un punto y coma (;), puede aparecer debajo del diagrama de funcionamiento cada vez que se active o desactive la variable.

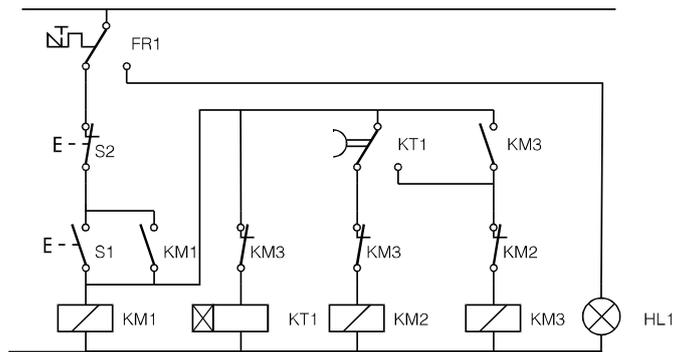
Ecuación: Es la ecuación asociada a la variable. Si no está precedida por un punto y coma (;), la ecuación se evaluará durante la simulación. Es importante seguir la sintaxis expuesta en el apartado anterior para que el programa funcione correctamente.

Visible: Si está activado, la variable se dibujará y representará al realizar el diagrama de funcionamiento.

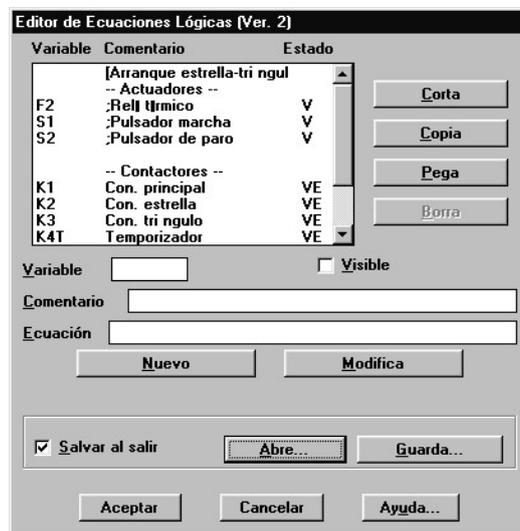
Los botones *Nuevo* y *Modifica* permiten añadir líneas nuevas o modificar la línea actual. Debe tener en cuenta que las variables deben estar definidas una sola vez. Al añadir o modificar una línea, CirCAD la comprueba sintácticamente, avisando si encuentra algún error.

Los botones *Corta*, *Copia* y *Pega* permiten borrar y mover de posición las líneas.

A continuación vamos a presentar la simulación de un arranque estrella-triángulo, correspondiente al esquema siguiente:



Al cargarlo en el editor, el letrero de diálogo presenta el siguiente aspecto:



A cada variable le corresponden los siguientes valores:

Variable: <input type="text" value="FR1"/> <input checked="" type="checkbox"/> Visible	Variable: <input type="text" value="KM2"/> <input checked="" type="checkbox"/> Visible
Ecuación: <input type="text"/>	Ecuación: <input type="text" value="KM1 AND (NOT KT1+) AND (NOT KM3)"/>
Comentario: <input type="text" value=";Relé térmico"/>	Comentario: <input type="text" value="Contactor estrella"/>
Variable: <input type="text" value="S1"/> <input checked="" type="checkbox"/> Visible	Variable: <input type="text" value="KM3"/> <input checked="" type="checkbox"/> Visible
Ecuación: <input type="text"/>	Ecuación: <input type="text" value="KM1 AND (KM3 OR KT1+) AND (NOT KM2)"/>
Comentario: <input type="text" value=";Pulsador de marcha"/>	Comentario: <input type="text" value="Contactor triángulo"/>
Variable: <input type="text" value="S2"/> <input checked="" type="checkbox"/> Visible	Variable: <input type="text" value="KT1"/> <input checked="" type="checkbox"/> Visible
Ecuación: <input type="text"/>	Ecuación: <input type="text" value="KM1 AND (NOT KM3)"/>
Comentario: <input type="text" value=";Pulsador de paro"/>	Comentario: <input type="text" value="Temporizador"/>
Variable: <input type="text" value="KM1"/> <input checked="" type="checkbox"/> Visible	Variable: <input type="text" value="KT1+"/> <input checked="" type="checkbox"/> Visible
Ecuación: <input type="text" value="(NOT FR2) AND (NOT S2) AND (S1 OR KM1)"/>	Ecuación: <input type="text"/>
Comentario: <input type="text" value="Contactor principal"/>	Comentario: <input type="text" value=";Contacto asociado KT1"/>

2. EL SIMULADOR DE ECUACIONES LÓGICAS

Para simular las ecuaciones, esto es, para realizar su diagrama de funcionamiento y animar el esquema correspondiente, debe ejecutar la orden **SIMULA**. Esta orden pide, inicialmente, los datos necesarios para dibujar el diagrama. Estos datos vienen reflejados en el siguiente cuadro de diálogo:



Dibuja diagrama: Activa o desactiva la realización del diagrama de funcionamiento durante la simulación. Es recomendable activarlo, puesto que así se puede emplear la opción *deshacer* o *revoca* durante la simulación.

Punto inicial: Permite fijar el punto a partir del cual, y hacia la derecha, se va a representar el diagrama. Por defecto aparece el último punto del diagrama representado antes de repetir la orden.

Dibujar variables: Si está activado, se dibujan los nombres de las variables al principio del diagrama. Sólo se utiliza para iniciar la representación.

Longitud de paso: Es el avance horizontal representado al introducir un valor en el simulador.

Altura de estados: Distancia vertical entre el estado *activado* y *desactivado* de las variables. La distancia entre las líneas será un 30% más que esta distancia.

Altura de texto: Es la altura del texto empleado en el diagrama.

Dibujado de comentarios: Si está activado, CirCAD representará verticalmente los comentarios de las variables que modifican su estado, siempre que se hayan definido en el editor y que no estén precedidos por un punto y coma (;). Al comentario se le añade la palabra [ACT] ó [DES] según se active o desactive, respectivamente.

Altura: Es la altura del texto empleado para representar los comentarios.

Separación: Es la separación entre las líneas de los comentarios. Esta separación influye únicamente cuando conmutan simultáneamente varios elementos.

Simulación: Según la selección realizada, se animarán los componentes simulando su funcionamiento.

Una vez fijados los valores anteriores, se entra en el módulo de representación del diagrama. En este caso CirCAD presenta en la línea de diálogo el siguiente mensaje: **Valor>>**. CirCAD admite las siguientes respuestas:

<retorno>: Si se pulsa el retorno, se añade un paso al diagrama, manteniendo las variables su estado anterior. Esto se utiliza para clarificar el diagrama.

?Variable: Si se antepone el interrogante (?) al nombre de una variable, aparece su valor en la línea de estado.

Anterior: Es equivalente al **DESHACER (REVOCA)** de AutoCAD. Retrocede el diagrama un paso, actualizando el valor de las variables al estado anterior. Esta opción es interesante cuando se va simulando el diagrama en varios pasos. Al iniciar cada simulación, y para continuar el diagrama anterior, se da como punto inicial el último punto del diagrama anterior (por defecto), dando a continuación la opción *Anterior*. De esta manera se cargan las variables al estado anterior, pudiéndose continuar la simulación a partir de esos estados. Esta opción solo es válida si se está dibujando el diagrama. En caso contrario no se encuentra operativa.

Reinicia: Pone todas las variables a cero.

Termina: Finaliza la simulación, volviendo a *Orden*.

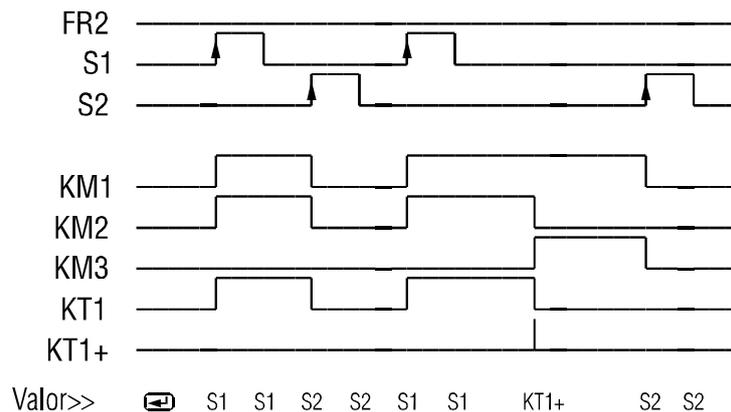
Modificación del estado de las variables: para modificar el estado de las variables tenemos dos posibilidades:

- **Nombre de variable:** Tecleando el nombre de la variable a modificar se conmuta su estado. Así, si tecleamos **S1** se activará S1 si estaba desactivado o se desactivará si estaba activado.
- **Asignación:** Tecleando el nombre de la variable seguida de una igualdad a 1 o a 0, se cambia el estado de la variable al valor indicado. Así, tecleando **S2=1** se activa la variable S2, independientemente del estado en que se encuentre anteriormente. Tecleando **S2=0** se desactiva la variable.

- **Modificaciones múltiples:** si se quieren modificar o establecer el estado de varias variables simultáneamente, se deben teclear separadas por comas. Así, tecleando S1,S2=0 se conmuta el estado de S1 y se desactiva S2.

Si alguna variable no está definida, CirCAD presenta el mensaje *Variable no definida*, ignorando la entrada.

En la figura siguiente se representa el diagrama correspondiente al arranque estrella-triángulo definido anteriormente:



En la línea inferior se representan las teclas introducidas en el programa. Los espacios en blanco entre las entradas se corresponden con retornos.

CirCAD representa los receptores con el símbolo general de órgano de mando, sin tener en cuenta el tipo de elemento que es, contactor, temporizador, etc... Para los contactos también utiliza los símbolos de contacto abierto NA y cerrado NC, también sin tener en cuenta el tipo de elemento que es.

3. LEYENDA

La orden LEYENDA dibuja los comentarios asociados a las variables al final del diagrama. En el caso de que hayan definido precedidas con un punto y coma (;), CirCAD lo elimina, representándolo igualmente.

4. LIMPIAR LA MEMORIA

La orden limpia vacía la memoria de AutoCAD de las variables globales empleadas por el módulo de simulación de CirCAD. Esta orden se ejecuta cuando ocurre un error de memoria en AutoCAD o cuando se quiere iniciar otra simulación.

5. SIMULACIÓN DE ESQUEMAS DE RELÉS O CONTACTOS

Las órdenes siguientes facilitan la labor de diseño de esquemas de relés o contactos, simulando su funcionamiento sobre el dibujo.

Con CirCAD puede crear un esquema a partir de ecuaciones lógicas generadas a partir del GRAFCET o a partir del *Editor de Ecuaciones* o, una vez dibujado el esquema, simular su funcionamiento.

5.1. Crear esquema eléctrico a partir de ecuaciones lógicas

La orden **CREAESQ** crea el esquema eléctrico correspondiente a las ecuaciones lógicas presentes en memoria. El esquema creado se puede emplear para simularlo a continuación con el *simulador de ecuaciones lógicas*.

Para cambiar el bloque insertado, puede utilizar la orden **Cambia bloques** del menú **Edita 2** o insertar el bloque deseado sobre el bloque a cambiar. En los dos casos se intercambian los bloques conservando sus atributos (nombre, bornes...).

Esta orden inserta los componentes según aparecen en las ecuaciones lógicas, por lo que el resultado se debe tomar como una primera aproximación al esquema final. El diseñador debe optimizar y comprobar el funcionamiento, además de aplicar la normativa, y otros criterios de buen gusto, al trazado de esquemas.

5.2. Crear ecuaciones lógicas a partir del esquema eléctrico

Para que CirCAD cree ecuaciones lógicas a partir de un esquema, debe designar qué receptores calcular. Las ecuaciones se memorizan directamente, siempre que no se encuentre ningún error, por lo que se puede simular a continuación.

5.3. PONTEMP y QUITATEMP

Para crear las ecuaciones a partir de los esquemas eléctricos, se deben renombrar los contactos temporizados, añadiendo un '+' si es temporizado a la conexión y un '-' si lo es a la desconexión, siempre que no lo estén. Estas dos órdenes lo realizan automáticamente. La orden **PONTEM** añade el + o el - a todos los contactos temporizados y la orden **QUITATEM** los elimina.

La orden **PONTEM** se ejecuta de forma transparente al convertir el esquema en ecuaciones lógicas, por lo que no es necesario ejecutarla. Sin embargo, deberá ejecutar la orden **QUITATEM** una vez simulado el esquema, ya que el resto de las órdenes de CirCAD consideran el + y el - como parte del identificador del componente, no asociando de forma correcta los contactos a sus respectivos órganos de mando.

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN	1	2.2. <i>Tipos de etapas</i>	14
1. LOS MÓDULOS DE CirCAD	1	2.3. <i>Flujo del GRAFCET</i>	14
2. LAS ECUACIONES LÓGICAS	2	3. EDITAR GRAFCET (EDIGRAF)	14
2.1. <i>Operador AND (Y)</i>	2	4. DIBUJA LÍNEA (DIBLINEA)	15
2.2. <i>El operador OR (O)</i>	3	4.1. <i>Estrategia de líneas de flujo</i>	15
2.3. <i>Combinación de operadores</i>	3	5. UNE LÍNEA (UNELINEA)	15
2.4. <i>Contactos especiales</i>	4	6. DIBUJA FLECHA (DIBFLECH)	15
2.5. <i>Contactos temp. a la conexión</i>	4	7. LÍNEA PROCESO EN PARALELO	16
2.6. <i>Temporizados a la desconexión</i>	4	8. RENUMERA ETAPAS (RENUMERA)	16
2. ORGANIGRAMAS	7	9. REVISAR GRAFCET (REVISAR)	16
1. DIBUJAR ORGANIGRAMA	7	10. SIMULADOR DEL GRAFCET	17
1.1. <i>Tipos de figuras</i>	7	10.1. <i>Peculiaridades del Simulador de GRAFCETS</i>	17
1.2. <i>Dibujo dinámico y no dinámico</i>	8	11. CREAR ECUACIONES	18
1.3. <i>Dibujo automático de flechas y líneas</i>	8	12. EDITAR ECUACIONES	20
2. INTERCALAR ETAPAS	8	13. LIMPIAR MEMORIA	20
3. EDITAR ORGANIGRAMA	9	14. GENERAR ESQUEMAS	20
3.1. <i>Editar el texto y forma de figura</i>	9	4. SIMULACIÓN	21
3.2. <i>Borrar una figura</i>	9	1. EDITOR DE ECUACIONES LÓGICAS	21
3.3. <i>Desplazar una figura</i>	9	2. SIMULADOR DE EC. LÓGICAS	24
4. DIBUJA LÍNEA (DIBLINEA)	9	3. LEYENDA	27
5. UNE LÍNEA (UNELINEA)	10	4. LIMPIAR LA MEMORIA	27
6. DIBUJA FLECHA (DIBFLECH)	10	5. SIMULACIÓN DE ESQUEMAS DE RELÉS O CONTACTOS	27
7. DIBUJA SALTO (SALTO)	10	5.1. <i>Crear esquema eléctrico a partir de ecuaciones lógicas</i>	27
3. GRAFCETS	11	5.2. <i>Crear ecuaciones lógicas a partir del esquema eléctrico</i>	27
1. LA LEYENDA	11	5.3. PONTEMP y QUITATEMP	28
1.1. <i>Leer leyenda (LEELEYEN)</i>	11		
1.2. <i>Dibujar leyenda (DIBLEYEN)</i>	11		
2. DIBUJAR GRAFCET (DIBGRAF)	12		
2.1. <i>Datos del GRAFCET</i>	13		

© 1989/99 Pedro Ubieto Artur.
El programa y el manual son propiedad intelectual de su autor.
Está permitida toda copia de este manual, siempre que no se modifique ni en todo ni en parte su contenido, ni se utilice con fines lucrativos