

Guía del usuario del taller

GRAFCET

© **FAMIC® Technologies Inc.**

Todos los derechos reservados.

Guía del usuario del taller GRAFCET, Automation Studio.

Referencia del documento : AS5_GUI_SF02_003

REPRODUCCION

Toda reproducción parcial o total de esta guía o del programa, está prohibida sin el consentimiento escrito de **FAMIC® Technologies Inc.**

IBM es una marca registrada de IBM Corporation.

Windows es una marca registrada de Microsoft Corp.

PNEUSIM es una marca registrada de FAMIC® Technologies Inc.

AUTOMATION STUDIO es una marca registrada de FAMIC® Technologies Inc.



Famic Technologies Inc.

9999, boul. Cavendish, bureau 350, St-Laurent, QC, Canada, H4M 2X5
Tél. : 514-748-8050, Fax : 514-748-7169, Url : www.automationstudio.com

Sumario

Sumario	i
Lista de figuras	v
1. Introducción	1-1
1.1. A propósito del taller GRAFCET	1-1
2. Descripción de los menús del editor GRAFCET	2-1
2.1. Menú « Edición ».....	2-2
2.1.1. Comando « Propiedades del componente » del menú « Edición ».....	2-3
2.1.2. Comando « Propiedades del documento » del menú « Edición »	2-3
2.2. Menú « GRAFCET ».....	2-7
2.3. La barra de herramientas « GRAFCET »	2-9
3. Realización de un primer Grafcet	3-1
3.1. Creación de un nuevo proyecto y de un nuevo esquema.....	3-1
3.2. Introducción al GRAFCET en Automation Studio	3-2
3.3. Representación gráfica.....	3-4
3.4. Descripción de los elementos de GRAFCET	3-5
3.5. Descripción del circuito	3-7
3.6. Inserción del Grafcet.....	3-8
3.6.1. Inserción de las etapas.....	3-9
3.6.2. Inserción de las transiciones	3-16
3.6.3. Definición de las acciones.....	3-20
3.6.4. Inserción de los enlaces entre los componentes.....	3-21
3.6.5. Enlace en Y	3-22
3.6.6. Enlace en O	3-24
3.6.7. Inserción de los textos estructurados	3-27
3.6.8. Inserción de los Comentarios libres	3-30
3.7. Verificar los errores	3-32

4. Sintaxis GRAFCET	4-1
4.1. Introducción	4-1
4.2. Lista de los identificadores.....	4-2
4.2.1. Etapas.....	4-2
4.2.2. Transición	4-3
4.2.3. Texto estructurado	4-3
4.2.4. Comentario libre.....	4-4
4.2.5. Palabras reservadas.....	4-4
4.3. Variables.....	4-5
4.3.1. Tipo de variables	4-5
4.3.2. Creación de variables.....	4-5
4.3.3. Creación de enlaces externos sobre variables	4-6
4.4. Constantes	4-6
4.5. Operadores de expresiones aritméticas básicas	4-6
4.6. Operadores de expresiones matemáticas avanzadas	4-7
4.7. Operadores de expresiones booleanas.....	4-10
4.8. Operadores de flancos	4-10
4.9. Operadores relacionales	4-11
4.10. Prioridad de los operadores.....	4-12
4.11. Asignaciones	4-12
4.11.1. Asignación booleana continua.....	4-13
4.11.2. Asignación numérica	4-13
4.11.3. Asignación booleana condicional.....	4-14
4.11.4. Asignación numérica condicional	4-14
4.11.5. Asignación booleana memorizada.....	4-14
4.12. Verificación de la sintaxis.....	4-15
4.13. Ejemplo de una etapa-acción	4-17
4.14. Ejemplo de una transición	4-18
4.15. Texto estructurado.....	4-18
4.16. Comentarios libres	4-19
4.17. Temporizaciones	4-19

4.17.1. Temporización con retardo a la activación	4-20
4.17.2. Temporización con retardo a la desactivación.....	4-22
4.17.3. Temporización con impulsión limitada	4-23
4.17.4. Tiempo de activación de etapas	4-23
4.18. Gestión de los estados y defectos de un gráfico	4-24
4.18.1. Gestión de los estados de un gráfico	4-26
4.18.2. Gestión de los defectos de gráfico	4-27
4.19. Macro-etapas.....	4-28
4.20. Forzados jerarquizados	4-29
4.20.1. Utilización de los forzados jerarquizados	4-29
4.20.2. Reglas de utilización de los forzados jerarquizados	4-31
5. Simulación	5-1
5.1. Estados de un gráfico en simulación	5-1
5.2. Estados de una etapa y de una transición en simulación.....	5-2
5.3. Gestión de los defectos de un gráfico en simulación	5-4
5.3.1. Supervisión de los tiempos de secuencia	5-4
5.3.2. Supervisión de los tiempos de activación de etapa.....	5-6
5.3.3. Generación del defecto general del gráfico	5-9
5.4. Disposición de las ventanas.....	5-10
5.5. Simulación de un proyecto	5-10
5.5.1. Intervenciones del usuario	5-11
5.5.2. Simulación del proyecto SFC_PNEU_FR.PR5 o SFC_HYDRO_FR.PR5	5-12
5.6. Posibles causas de problemas	5-12
5.6.1. Errores de estructura	5-12
5.6.2. Errores de sintaxis	5-14
6. Ejercicios	6-1
6.1. Ejercicio 1 - Circuito de control de un taladro	6-1
6.1.1. Descripción de la Parte Operativa del circuito	6-2
6.1.2. Grafcet.....	6-2
6.2. Ejercicio 2 - Circuito de control de una unidad de perforación	6-4
6.2.1. Descripción de la Parte Operativa.....	6-5

6.2.2. Descripción del control cableado	6-10
6.2.3. Grafcet	6-21
6.2.4. Simulación	6-35
A. Glosario	A-1
B. Índice	B-1

Lista de figuras

Figura 2-1 : Ventana principal del editor GRAFCET.....	2-1
Figura 2-2 : Menú « Edición ».....	2-2
Figura 2-3 : Opciones del comando « Selección » del menú « Edición ».....	2-2
Figura 2-4 : Ventana de diálogo « Propiedades del documento »; rama « Grafcet ».....	2-4
Figura 2-5 : Ventana de diálogo « Supervisión del tiempo de secuencia ».....	2-4
Figura 2-6 : Comandos del menú « GRAFCET ».....	2-7
Figura 2-7 : Opciones del comando « Enlaces y vergentes » del menú « GRAFCET ».....	2-7
Figura 2-8 : Opciones del comando « Insertar » del menú « GRAFCET ».....	2-8
Figura 2-9 : Barra de herramientas GRAFCET	2-9
Figura 3-1 : Ventana de diálogo « Propiedades del documento »	3-2
Figura 3-2 : Ejemplo de un Grafcet	3-4
Figura 3-3 : Circuito neumático y eléctrico	3-7
Figura 3-4 : Grafcet.....	3-8
Figura 3-5 : Símbolo del componente « Etapa ».....	3-9
Figura 3-6 : Modificación del tipo de etapa.....	3-9
Figura 3-7 : Ventana de diálogo « Propiedades de la etapa ».....	3-10
Figura 3-8 : Ventana de diálogo « Supervisión del tiempo de activación de la etapa »	3-10
Figura 3-9 : Ventana de diálogo « Modo guiado de la etapa ».....	3-13
Figura 3-10 : Ventana de diálogo « Transiciones para arriba ».....	3-15
Figura 3-11 : Ventana de diálogo « Transiciones para abajo »	3-15
Figura 3-12 : Símbolo de transición.....	3-16
Figura 3-13 : Inserción de la transición 1	3-17
Figura 3-14 : Ventana de diálogo « Propiedades de la transición »	3-17

Figura 3–15 : Ventana de diálogo « Modo guiado de la transición »	3-19
Figura 3–16 : Ventana de diálogo « Etapas para arriba »	3-19
Figura 3–17 : Ventana de diálogo « Etapas para abajo ».....	3-20
Figura 3–18 : Definición de una acción	3-21
Figura 3–19 : Transición 2, etapa 3 y transición 3	3-21
Figura 3–20 : Etapas antes divergencia en Y	3-22
Figura 3–21 : Etapas después de la creación de la divergencia en Y	3-23
Figura 3–22 : Estado del gráfico después de la creación de una convergencia en Y	3-24
Figura 3–23 : Estado del gráfico antes de la creación de una convergencia en O.....	3-25
Figura 3–24 : Estado del gráfico después de la creación de una convergencia en O.....	3-27
Figura 3–25 : Texto estructurado	3-27
Figura 3–26 : Estado del gráfico después de la creación de un texto estructurado	3-28
Figura 3–27 : Ventana de diálogo « Propiedades del texto estructurado ».....	3-29
Figura 3–28 : Comentario libre	3-30
Figura 3–29 : Estado del gráfico después de la creación de un comentario libre.....	3-31
Figura 3–30 : Ventana de diálogo « Propiedades del comentario »	3-31
Figura 3–31 : Ventana de mensajes	3-32
Figura 4–1 : Inserción de una etapa	4-2
Figura 4–2 : Inserción de una transición	4-3
Figura 4–3 : Inserción de un texto estructurado.....	4-4
Figura 4–4 : Inserción de un comentario libre	4-4
Figura 4–5 : Cronograma de una acción que contiene un flanco ascendente	4-11
Figura 4–6 : Asignación booleana continua en una acción.....	4-13
Figura 4–7 : Asignación numérica	4-13
Figura 4–8 : Asignación booleana condicional.....	4-14
Figura 4–9 : Asignación numérica condicional	4-14
Figura 4–10 : Asignaciones memorizadas	4-15

Figura 4-11 : Ventana de diálogo « Opciones », rama « Módulo de Grafcet ».....	4-16
Figura 4-12 : Ventana de diálogo « Opciones », rama « Núcleo ».....	4-17
Figura 4-13 : Ejemplos de una etapa-acción.....	4-18
Figura 4-14 : Receptividad de una transición	4-18
Figura 4-15 : Textos estructurados : orden de ejecución.....	4-19
Figura 4-16 : Comentario libre.....	4-19
Figura 4-17 : Temporización con retardo a la activación	4-20
Figura 4-18 : Cronograma de una temporización con retardo a la activación.....	4-21
Figura 4-19 : Asignaciones retardadas.....	4-21
Figura 4-20 : Asignación limitada en el tiempo.....	4-22
Figura 4-21 : Cronograma de una temporización con retardo a la desactivación	4-22
Figura 4-22 : Cronograma de una temporización con impulsión limitada	4-23
Figura 4-23 : Cronograma del tiempo etapa acumulado : X1.T	4-24
Figura 4-24 : Utilización del tiempo etapa acumulado : X1.T	4-24
Figura 4-25 : Variables de entrada y de salida de los gráficos	4-25
Figura 4-26 : Utilización de las macro-etapas	4-29
Figura 4-27 : Forzado.....	4-30
Figura 4-28 : Forzado condicionado	4-30
Figura 4-29 : Forzado en situación vacía.....	4-30
Figura 4-30 : Forzados legales.....	4-31
Figura 4-31 : Forzados ilegales.....	4-32
Figura 5-1 : Estados de un gráfico en simulación.....	5-1
Figura 5-2 : Etapa inicial activa.....	5-2
Figura 5-3 : Etapa normal activa.....	5-2
Figura 5-4 : Macro-etapa activa.....	5-2
Figura 5-5 : Etapa de entrada activa.....	5-2
Figura 5-6 : Etapa de salida activa	5-3
Figura 5-7 : Etapa con punto de interrupción y número bloqueado.....	5-3
Figura 5-8 : Estado de una transición franqueable en simulación	5-3

Figura 5–9 : Disposición de las diferentes ventanas.....	5-10
Figura 5–10 : Ejemplos deforzado de un botón pulsador NA.....	5-11
Figura 5–11 : Regla 5 del GRAFCET.....	5-13
Figura 5–12 : Regla 5 del GRAFCET (continuación).....	5-14
Figura 5–13 : Regla 5 del GRAFCET (continuación).....	5-14
Figura 6–1 : Circuito y control Grafcet de un taladro.....	6-1
Figura 6–2 : Célula de perforación.....	6-4
Figura 6–3 : Puesto de alimentación en piezas de la unidad de perforación.....	6-6
Figura 6–4 : Puesto de fijación y perforación de la unidad.....	6-7
Figura 6–5 : Puesto de prueba y evacuación de la unidad de perforación.....	6-8
Figura 6–6 : Indexado de la mesa de la unidad de perforación.....	6-9
Figura 6–7 : Panel de control.....	6-10
Figura 6–8 : Esquema de control de la parte operativa.....	6-17
Figura 6–9 : Esquema de control de la parte operativa (continuación).....	6-18
Figura 6–10 : Esquema de control, señalización.....	6-19
Figura 6–11 : Esquema de control, señalización.....	6-20
Figura 6–12 : Estructura jerárquica de los gráficos del automatismo.....	6-21
Figura 6–13 : Estructura jerárquica de los gráficos del automatismo.....	6-23
Figura 6–14 : Gráfico DEFAIL, procesamiento de defectos.....	6-24
Figura 6–15 : Gráfico DEFAIL, controles de inicialización de los gráficos.....	6-25
Figura 6–16 : Gráfico DEFAIL, controles de marcha de los gráficos.....	6-26
Figura 6–17 : Gráfico START_STOP.....	6-27
Figura 6–18 : Gráfico START_UP.....	6-28
Figura 6–19 : Gráfico de inicialización mecánica INIT_MEC.....	6-29
Figura 6–20 : Gráfico de funcionamiento NORMAL.....	6-30
Figura 6–21 : Gráfico macro-etapa FEEDER.....	6-31
Figura 6–22 : Gráfico macro-etapa DRILL.....	6-32
Figura 6–23 : Gráfico macro-etapa EVAC.....	6-33
Figura 6–24 : Gráfico SHUTDOWN.....	6-34

1. Introducción

Esta *Guía del usuario del taller GRAFCET* presenta las informaciones necesarias para el uso de este taller con Automation Studio. Estas informaciones incluyen las descripciones de los componentes, el procedimiento de ajuste de los mismos, la realización y simulación de un circuito y ejemplos prácticos.

Automation Studio es un programa modular de simulación. Está constituido de un núcleo al que se le adjuntan diferentes módulos de simulación.

Los módulos llamados « talleres », comprenden bibliotecas de componentes que le permiten realizar circuitos de distinta naturaleza - GRAFCET, eléctricos, etc. – de manera independiente o combinada.

El núcleo comprende las funciones de edición, de simulación, de gestión de archivos, de impresión y de visualización.

1.1. A propósito del taller GRAFCET

El taller GRAFCET es un instrumento de edición gráfica de manipulación directa y de simulación de GRAFCET (SFC). La escritura utilizada es conforme a la norma internacional CEI 61131-3 y a las proposiciones de extensión definidas por el grupo GRAFCET de la AFCET y por el proyecto de norma PR NF EN 60848.

2. Descripción de los menús del editor GRAFCET

Este capítulo describe los menús del editor GRAFCET que no son tratados en la *Guía del usuario*. Para la descripción de items cuya funcionalidad es compartida por los otros talleres, consulte la *Guía del usuario* .

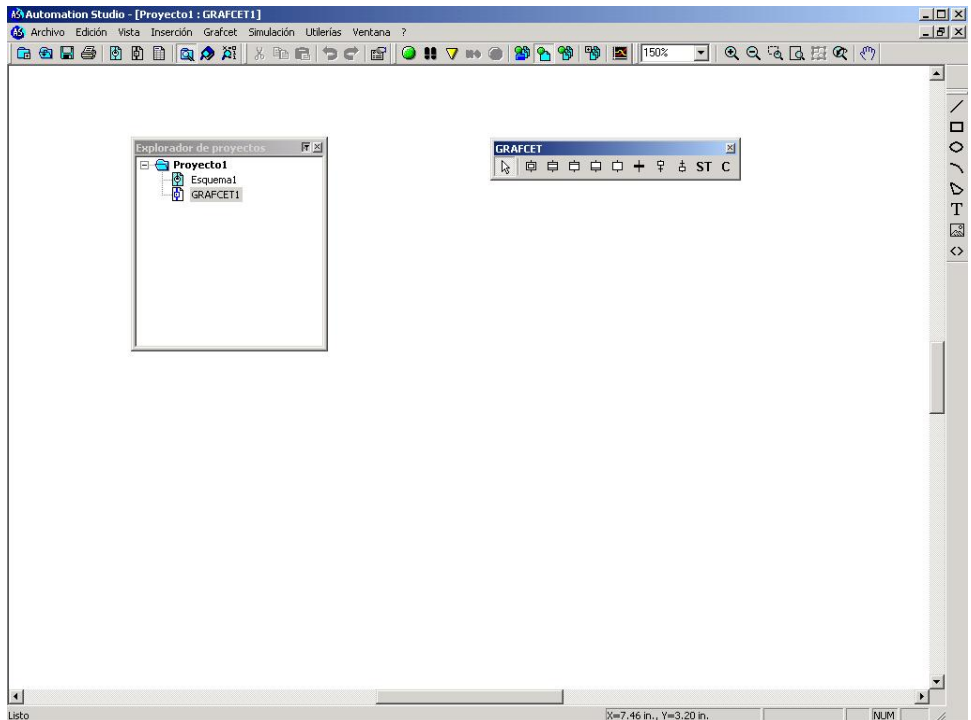


Figura 2–1 : Ventana principal del editor GRAFCET

2.1. Menú « Edición »

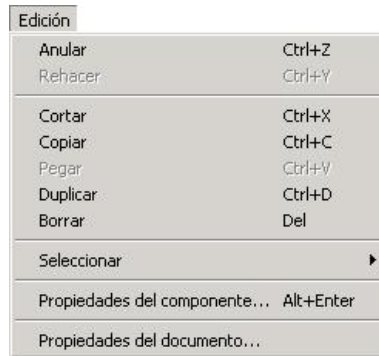


Figura 2-2 : Menú « Edición »

Los comandos del menú « Edición » del editor GRAFCET son :

Seleccionar

Permite seleccionar los siguientes elementos : todas las etapas, transiciones, textos estructurados, comentarios, enlaces, todo lo que está a continuación de la transición/etapa seleccionada y en fin, todo elemento del gráfico.

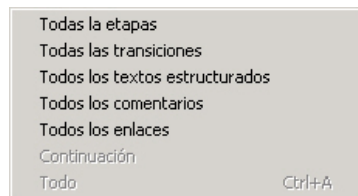


Figura 2-3 : Opciones del comando « Selección » del menú « Edición »

Las opciones del comando « Selección » del menú « Edición » son :

- Todas las etapas : Permite seleccionar todas las etapas.
- Todas las transiciones : Permite seleccionar todas las transiciones.
- Todos los textos estructurados : Permite seleccionar todos los textos estructurados.
- Todos los comentarios : Permite seleccionar todos los comentarios.
- Todos los enlaces : Permite seleccionar todos los enlaces.

- Continuación : Permite seleccionar todo lo que está a continuación de la transición/etapa seleccionada, incluyendo el elemento seleccionado.
- Todo : Permite seleccionar todos los elementos del esquema.

Propiedades del componente

Da acceso a las propiedades del elemento seleccionado, (ver 3.6 Inserción del Grafcet).

Propiedades del documento

Da acceso a las propiedades del documento : Configuración de página, Información sumaria, Grafcet, Reseña.

2.1.1. Comando « Propiedades del componente » del menú « Edición »

Este comando da acceso a la ventana de diálogo de las propiedades del componente seleccionado. Las propiedades de los componentes Grafcet son descritas en los capítulos siguientes (ver 3.6 Inserción del Grafcet).

2.1.2. Comando « Propiedades del documento » del menú « Edición »

Este comando da acceso a la ventana de diálogo « Propiedades del documento ». Las propiedades de un documento Grafcet se agrupan en cuatro ramas :

- Configuración de página ;
- Información sumaria ;
- Grafcet ;
- Reseña.

Las propiedades « Configuración de página », « Información sumaria » y « Reseña » son similares para todos los documentos de Automation Studio, refiérase a la Guía del usuario para tener mayores detalles.

Cuando se abre esta ventana de diálogo, la rama Grafcet es seleccionada por defecto.

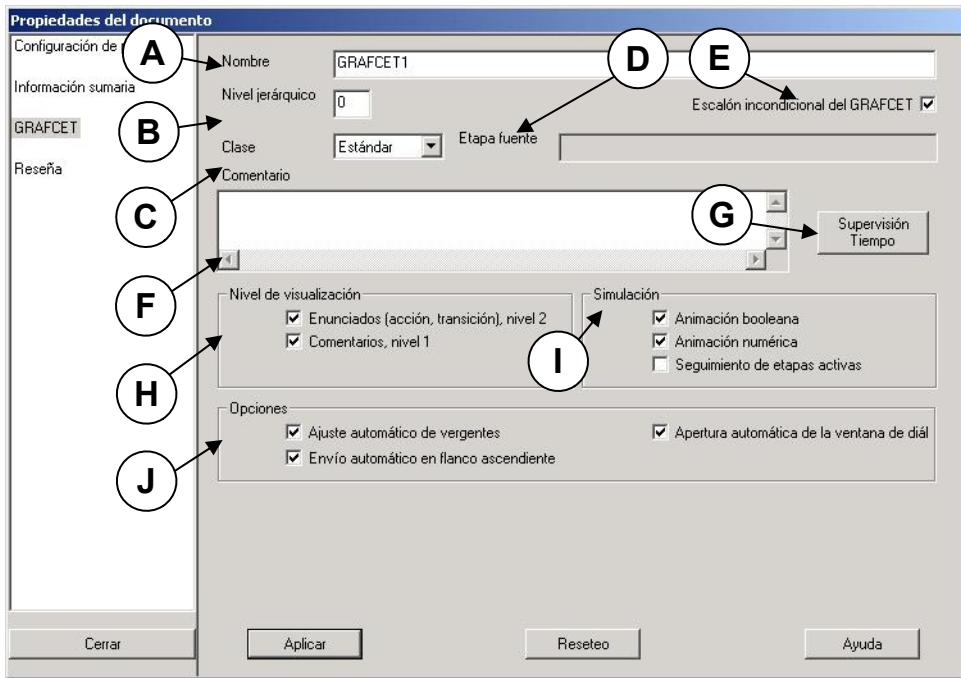


Figura 2-4 : Ventana de diálogo « Propiedades del documento »; rama « Grafcet »

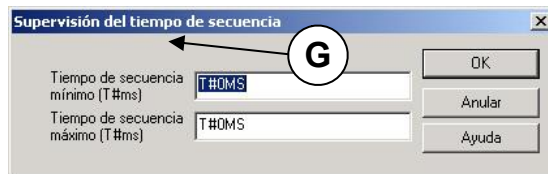



Figura 2-5 : Ventana de diálogo « Supervisión del tiempo de secuencia »

Las zonas de la ventana de diálogo « Propiedades del documento » son :

Sección	Descripción
A Nombre	En esta zona aparece el nombre del gráfico por defecto. Se puede modificar este campo. Esta sincronizado con el nombre del documento en el « Explorador de proyectos ».

Sección	Descripción
B Nivel jerárquico	En esta zona es posible inscribir el nivel jerárquico del gráfico, por defecto el gráfico es de nivel 0 (nivel superior). La extensión de los niveles debe hallarse entre 0 y 999.
C Clase	En la lista desplegable de esta zona se puede especificar si el gráfico constituye la ejecución de una macro-etapa o de un gráfico normal. Por defecto el gráfico es definido como NORMAL.
D Etapa fuente	En esta zona, el editor Grafcet muestra el nombre de la etapa definida como macro-etapa en el gráfico fuente y que habilita al gráfico macro-etapa.
E Escalón incondicional del Grafcet	Esta casilla, marcada por defecto, permite especificar si la ejecución del gráfico es incondicional. Si la casilla está desmarcada, un texto estructurado debe contener la condición de ejecución del gráfico. Ej : SFC_Name.RUN IF CONDITION.
F Comentario	En esta zona se puede inscribir el comentario general del gráfico.
G Supervisión Tiempo	Este botón permite acceder a la ventana de diálogo « Supervisión del tiempo de secuencia ». El tiempo de secuencia se calcula entre el comienzo y el regreso a la etapa inicial.
	Para usar esta funcionalidad, no debe haber más que una etapa inicial en el gráfico y esta debe ser obligatoriamente la etapa 1.
Tiempo de secuencia mínimo	En esta zona es posible inscribir un tiempo de secuencia mínimo. Si la secuencia está activa por un lapso inferior, el defecto de tiempo mínimo de secuencia de este gráfico es puesto en VERDADERO (ej. : GRA_001.SEQ_MIN_FAULT).
Tiempo de secuencia máximo	En esta zona es posible inscribir un tiempo de secuencia máximo. Si la secuencia está activa por un lapso superior, el defecto de tiempo máximo de secuencia de este gráfico es puesto en VERDADERO (ej. : GRA_001.SEQ_MAX_FAULT).

Sección		Descripción	
H	Nivel de visualización	Comentarios, nivel 1	Permite visualizar o no los comentarios de los componentes Grafcet (nivel 1).
		Enunciado (acción, transición), nivel 2	Permite visualizar o no los enunciados operacionales (acciones, receptividades) de los componentes Grafcet (nivel 2).
I	Simulación	Animación booleana	Cuando se selecciona esta preferencia, el nombre de las variables booleanas en estado VERDADERO es visualizado en video inverso durante una simulación.
		Animación numérica	Cuando se selecciona esta preferencia, un campo que contiene el valor de la variable aparece a la derecha del nombre de las variables numéricas durante una simulación.
		Seguimiento de etapas activas	Cuando se selecciona esta opción, los gráficos se desplazan en las ventanas de manera que siempre se muestre las etapas activas en la pantalla. La prioridad de visualización es otorgada a las etapas posicionadas arriba a la izquierda en los esquemas. Por lo tanto, si dos etapas de un mismo gráfico están activadas simultáneamente, la prioridad de visualización es atribuida a la etapa situada más arriba y más a la izquierda en el gráfico.
J	Opciones	Ajuste automático de vergentes	Ajusta las relaciones en Y y en O según el más corto camino entre los componentes etapas/transiciones.
		Envío automático en flanco ascendente	Con el fin de simplificar los esquemas, reemplaza automáticamente los flancos ascendentes por envíos
		Apertura automática de la ventana de diálogo de las propiedades	Abre automáticamente el diálogo de propiedades del componente (gráfico, etapa, transición, comentario o texto estructurado) en el momento de su creación.

2.2. Menú « GRAFCET »

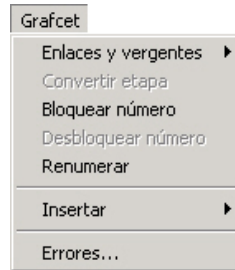


Figura 2-6 : Comandos del menú « GRAFCET »

Los comandos del menú « GRAFCET » son :

Enlaces y vergentes

Da acceso a las acciones sobre enlaces y vergentes (convergencia/divergencia en Y o en O).

Las opciones del comando « Enlaces y vergentes » del menú « GRAFCET » son :

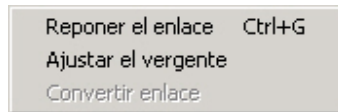


Figura 2-7 : Opciones del comando « Enlaces y vergentes » del menú « GRAFCET »

- Reponer el enlace : Permite redibujar el vergente seleccionado y los enlaces que están asociados con él según el camino más corto entre los elementos.
- Ajustar el vergente : Permite ajustar un vergente seleccionado conteniendo envíos según el camino más corto.
- Convertir enlace en envío/ Convertir envío en enlace : Permite convertir un enlace en envío e inversamente según el contexto.

Convertir etapa

Permite convertir una etapa normal en etapa inicial y a la inversa.

Bloquear número

Comando que permite bloquear el número del ítem seleccionado para impedir que se le atribuya un nuevo número.

Desbloquear número

Comando que permite desbloquear el número del ítem seleccionado para permitir que se le atribuya un nuevo número.

Renumerar

Permite renumerar los elementos seleccionados salvo aquellos cuyo número ha sido previamente bloqueado.

Insertar

Permite acceder a las herramientas de inserción de elementos en el Grafcet. Los elementos pueden también ser insertados a partir de la barra de herramientas.

Las opciones del comando « Insertar » del menú « GRAFCET » son :

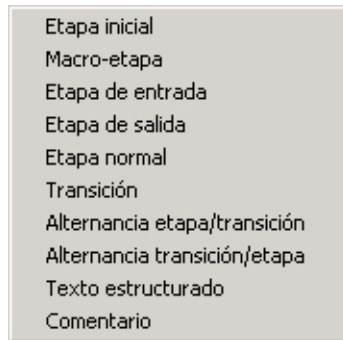


Figura 2-8 : Opciones del comando « Insertar » del menú « GRAFCET »

- Etapa inicial : Permite insertar una etapa inicial en un Grafcet.
- Macro-etapa : Permite insertar una macro-etapa en un Grafcet.
- Etapa de entrada : Permite insertar una etapa de entrada en un Grafcet definido como macro.
- Etapa de salida : Permite insertar una etapa de salida en un Grafcet definido como macro.
- Etapa normal : Permite insertar una etapa normal en un Grafcet.
- Transición : Permite insertar una transición en un Grafcet.
- Alternancia etapa/transición : Permite insertar una alternancia de etapa normal/transición en un Grafcet.

- Alternancia transición/etapa : Permite insertar una alternancia de transición/etapa normal en un Grafcet.
- Texto estructurado : Permite insertar un texto estructurado en un Grafcet.
- Comentario : Permite insertar un comentario libre en un Grafcet.

Errores

Permite detectar todos los errores del gráfico. Los mensajes de error y/o de advertencia aparecen en la ventana de mensajes (ver la *Ventana de mensajes en la Guía del usuario*).

2.3. La barra de herramientas « GRAFCET »

La barra de herramientas GRAFCET contiene todos los botones que corresponden a los comandos más usados del explorador de proyectos y del Editor de esquemas. La barra de herramientas se ajusta automáticamente a los utilitarios activos. Cuando un comando no está disponible en un utilitario, el botón correspondiente aparece bloqueado en gris.

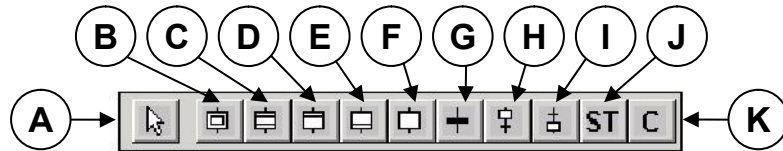


Figura 2-9 : Barra de herramientas GRAFCET

Las herramientas de la barra de herramientas GRAFCET son :

Herramienta	Descripción
A Selección	Permite liberar el cursor para seleccionar elementos.
B Etapa inicial	Permite insertar una etapa inicial.
C Macro-etapa	Permite insertar una macro-etapa.
D Etapa de entrada	Permite insertar una etapa de entrada en un Grafcet definido como Macro.
E Etapa de salida	Permite insertar una etapa de salida en un Grafcet definido como Macro.
F Etapa normal	Permite insertar una etapa normal.
G Transición	Permite insertar una transición.

Herramienta	Descripción
H Alternancia etapa/transición	Permite insertar una alternancia de etapa normal/transición.
I Alternancia transición/etapa	Permite insertar una alternancia de transición/etapa normal.
J Texto estructurado	Permite insertar un texto estructurado.
K Comentario	Permite insertar un comentario libre.

3. Realización de un primer Grafcet

Este ejemplo quiere familiarizar al usuario con los comandos del programa. Presenta paso a paso un método que le permite contruir un Grafcet.

3.1. Creación de un nuevo proyecto y de un nuevo esquema

Para crear un nuevo proyecto que contenga los esquemas, proceda así :

1. Elija « Archivo » → « Nuevo proyecto ».



La ventana del Editor de esquemas presenta los menús y comandos de gestión de los esquemas. La nueva ventana creada es una carpeta que contendrá la lista de todos los esquemas de ese proyecto.

Para crear un nuevo Grafcet.

2. Elija « Archivo » → « Nuevo » → « Grafcet ».



La ventana de diálogo « Modelo de Grafcet » aparece en la pantalla.

3. Seleccione el modelo que le conviene.



En este ejemplo, los modelos no hay sido aún creados, por eso su única opción es « Ninguno ».

4. Pulse « OK ».

La ventana de diálogo « Propiedades del documento » que contiene las propiedades del gráfico aparece en la pantalla.

5. Para este gráfico, inscriba GRA_001 en el campo « Nombre », el nivel jerárquico y la clase son definidos por defecto en « 0 » y « estándar ». Inscriba *Realización de un primer Grafcet* como comentario.
6. Pulse en « Aplicar » para validar los cambios.
7. Pulse en « Cerrar » para cerrar la ventana de diálogo y volver al esquema.

El Editor de Grafcet agrega a la barra de menú y a la barra de herramientas todos los comandos necesarios para la realización del Grafcet. La barra de estado presenta informaciones útiles cuando usted navega en un esquema.

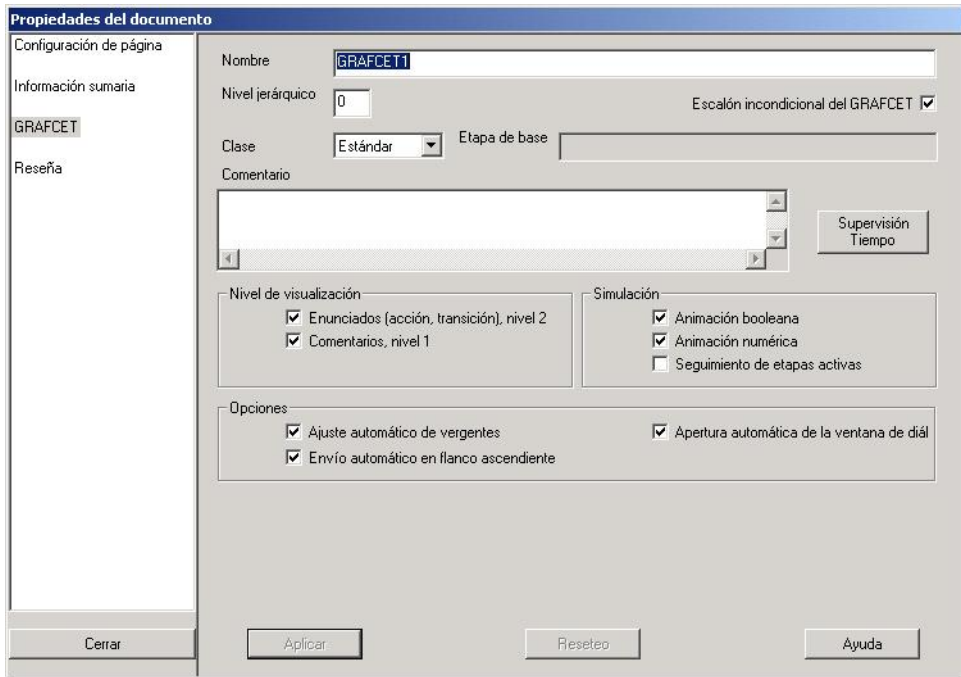


Figura 3-1 : Ventana de diálogo « Propiedades del documento »

3.2. Introducción al GRAFCET en Automation Studio

Generalmente, un sistema automatizado está organizado en dos partes interdependientes :

- La Parte Operativa (PO) : proceso físico que se quiere automatizar.
- La Parte Control (PC) : la unidad lógica que, en función de las ENTRADAS, elabora como SALIDA órdenes destinadas a la Parte Operativa o a elementos exteriores.

Un Grafcet es un modelo de representación gráfica que usa los elementos de base del GRAFCET para representar un sistema automatizado.

Los elementos de base del GRAFCET son :

- Las etapas a las que son asociadas acciones;
- Las transiciones a las que son asociadas receptividades;
- Los textos estructurados que corresponden a acciones autónomas no asociadas a una etapa;
- Los enlaces orientados que unen las etapas y las transiciones.

3.3. Representación gráfica

La figura siguiente muestra un Grafcet típico que contiene los diferentes elementos de base del GRAFCET.

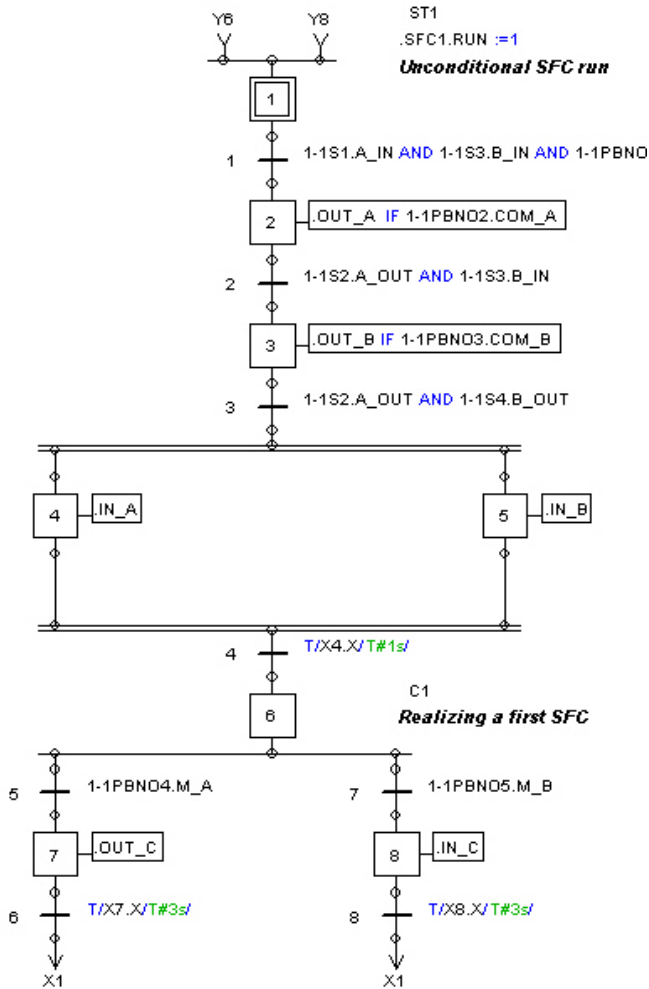


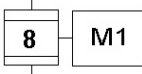


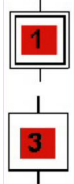

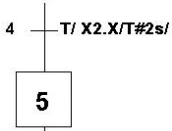
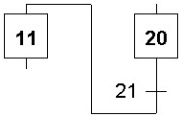
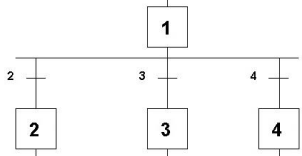
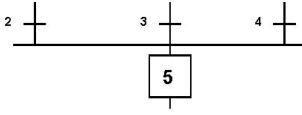
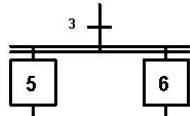
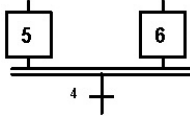


Figura 3–2 : Ejemplo de un Grafcet

3.4. Descripción de los elementos de GRAFCET

Nombre	Símbolo	Descripción
Etapa : inicial inactiva		<p>Una etapa inicial se representa por medio de un doble cuadrado identificado con un número.</p>
Etapa normal		<p>La entrada de la etapa es la parte superior de la etapa.</p> <p>La salida de la etapa es la parte inferior de la etapa.</p> <p>Una etapa normal se representa por medio de un cuadrado identificado con un número.</p> <p>Las acciones son relacionadas por medio de un conector al símbolo de la etapa a la cual estas están asociadas.</p>
Macro-etapa		<p>Una macro-etapa se representa por medio de un cuadrado identificado con un número y con un rectángulo arriba y abajo.</p> <p>Le nombre del gráfico que es activado por la macro-etapa aparece a su derecha.</p>
Etapa de entrada		<p>Una etapa de entrada se representa por medio de un cuadrado identificado con un número y con un rectángulo arriba.</p>
Etapa de salida		<p>Una etapa de salida se representa por medio de un cuadrado identificado con un número y con un rectángulo abajo.</p>
Etapas activas		<p>Una etapa activa es identificada con una ficha roja ubicada en el centro del símbolo de la etapa, durante la simulación.</p>

Nombre	Símbolo	Descripción
Transición		<p>Una transición es representada por medio de una cruz que una dos etapas.</p> <p>Se la identifica con una marca numérica.</p> <p>La receptividad está siempre a la derecha del símbolo de transición.</p>
Transición fuente		<p>Una transición fuente es una transición que no está en relación con una etapa de arriba</p>
Enlace		<p>Un enlace relaciona la salida de la transición 21 con la entrada de l'etapa 11.</p>
Divergencia en O		<p>Cuando hay un enlace entre una etapa fuente y varias transiciones, una Divergencia en O es dibujada por encima del enlace.</p>
Convergencia en O		<p>Cuando hay un enlace entre varias transiciones fuentes y una etapa, una Convergencia en O es dibujada por encima del enlace.</p>
Divergencia en Y		<p>Cuando hay un enlace entre una transición fuente y varias etapas, una Divergencia en Y es dibujada por encima del enlace.</p>
Convergencia en Y		<p>Cuando hay un enlace entre varias etapas etapas fuentes y una transición, una Convergencia en Y es dibujada por encima del enlace.</p>
Texto estructurado	<p>ST3 E := C AND D</p>	<p>Los textos estructurados son acciones no relacionadas con una etapa. Están relacionados con el gráfico.</p>

Nombre	Símbolo	Descripción
Comentario libre	<p>C25</p> <p><i>When the operator pushes on the START button, the initial conditions must be present.</i></p>	<p>Los comentarios libres pueden ser dispuestos por todas partes en un esquema Grafcet.</p> <p>Están relacionados con el gráfico.</p>

3.5. Descripción del circuito

Antes de construir su primer Grafcet, abra el archivo SFC_PNEU_FR.PR5 si usted tiene el taller neumático o abra el archivo SFC_HYDRO_FR.PR5 si usted tiene el taller Hidráulico. Estos archivos contienen un circuito neumático o hidráulico y el Grafcet que los controla. Los encontrará en la carpeta EXERC del programa. Puede usar estos ejemplos para construir sus propios Grafcet.

1. Cree un nuevo proyecto, disponga los componentes neumáticos/ hidráulicos como los del archivo que usted ha abierto. Atribuya los mismos nombres a los componentes.



Puede copiar/pegar los componentes en su nuevo esquema.

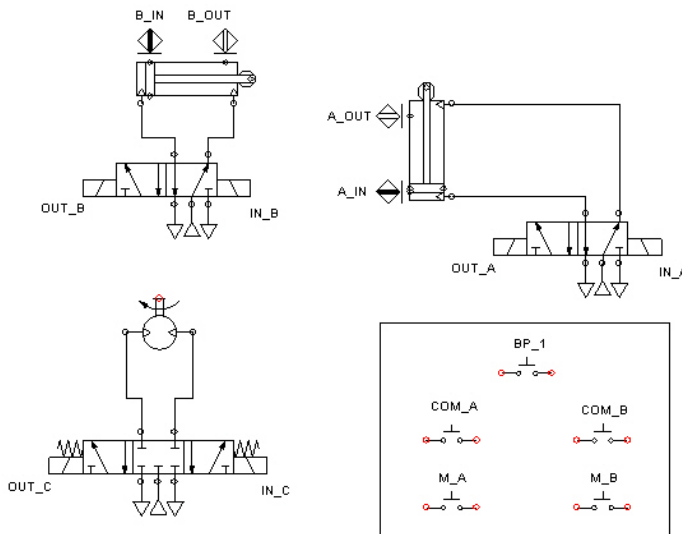


Figura 3-3 : Circuito neumático y eléctrico

El circuito anterior permite desplazar una carga del nivel 1 al nivel 2 para depositarla en el recipiente de izquierda o de derecha en función de su masa. La subida de la carga es realizada

por la salida del vástago del cilindro A. La carga es luego empujada al nivel 2 por el avance del vástago del cilindro B. La rotación del motor en un sentido o en otro simula el depósito de la carga en los recipientes.

3.6. Inserción del Grafcet

En las secciones siguientes, vamos a detallar las operaciones que permiten la realización del Grafcet de la figura siguiente. Para insertar el Grafcet, cree el esquema de la Figura 3–3 : Circuito neumático y eléctrico. Tome en cuenta que la etiqueta del solenoide debe estar asociada luego de la creación de las variables internas en el Grafcet.

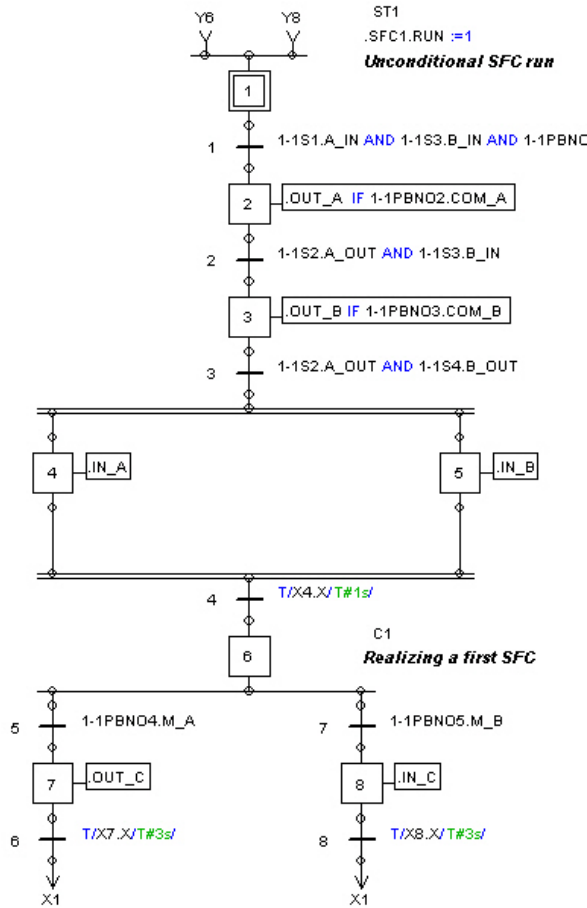


Figura 3–4 : Grafcet

 Atención, un componente del taller GRAFCET puede ser conectado solamente con componentes del mismo taller.

3.6.1. Inserción de las etapas

1. Cree un nuevo Grafcet. Desmarque la casilla « Escalón incondicional Grafcet ».
2. En la barra de herramientas GRAFCET, elija el componente « Etapa Normal ».

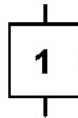



Figura 3-5 : Símbolo del componente « Etapa »

3. En el nuevo esquema, desplace el cursor hasta el lugar en donde quiere insertar la etapa y pulse en el botón izquierdo del ratón.

La ventana de diálogo que contiene las propiedades de la etapa aparece en la pantalla (vea la Figura 3-7 : Ventana de diálogo « Propiedades de la etapa »).

Para esta « Etapa » :

4. Inscriba el número 1 en el campo « Número de etapa ».
5. Seleccione « Etapa inicial » en la lista desplegable del campo « Tipo ».
6. Pulse « OK ».

 Las etapas son numeradas según el primer número libre.

Estado del Grafcet :

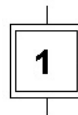


Figura 3-6 : Modificación del tipo de etapa

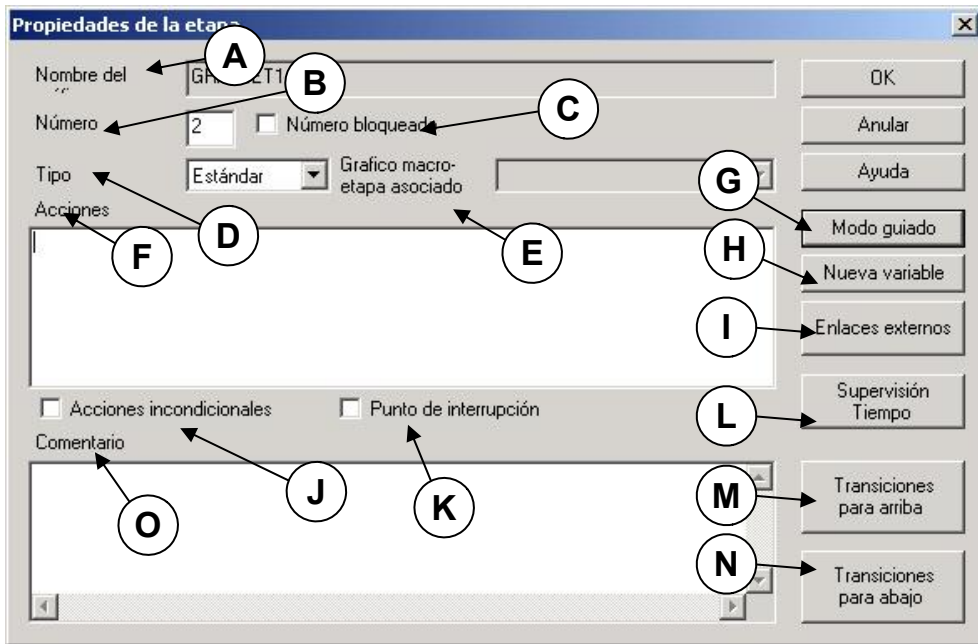


Figura 3-7 : Ventana de diálogo « Propiedades de la etapa »

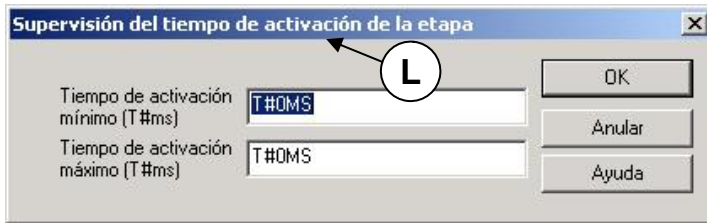




Figura 3-8 : Ventana de diálogo « Supervisión del tiempo de activación de la etapa »

Las zonas y botones de esta ventana de diálogo son :

Zonas	Descripción
L Nombre del gráfico	En esta zona aparece el nombre del gráfico que contiene la etapa. Este campo no es modificable. Sin embargo, este nombre puede ser modificado en el campo « Nombre » de la rama « Grafcet » de la ventana de diálogo « Propiedades del documento ».

Zonas	Descripción
M Número	Un número es atribuido automáticamente a cada etapa. Puede modificar este número pero deberá siempre hallarse comprendido entre 1 y 999. Dos etapas no pueden tener el mismo número en un mismo esquema.
N Número bloqueado	Si el usuario elige esta opción, el número de la etapa no es modificado durante la reenumeración automática de un gráfico o de los elementos seleccionados. Cuando el número está bloqueado, el símbolo « * » aparece en el centro del cuadro exterior izquierdo de la etapa.
O Tipo	En esta zona el usuario puede elegir en una lista desplegable entre una etapa inicial, normal, macro, entrada o salida.
P Gráfico macro-etapa asociado	Si la etapa es definida Macro-etapa, hay que especificar en esta zona el nombre del gráfico que activa la macro-etapa. Este campo es desactivado si la etapa no está definida como Macro-etapa.
Q Acciones	<p>Esta zona permite editar las acciones de la etapa. Muestra la acción o las acciones asociadas a la etapa. Este campo aparece bloqueado en gris para las macro-etapas y las etapas de salida. El usuario puede :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Inscribir varias acciones separándolas con un punto y coma; • Inscribir varias acciones bajo la misma condición separándolas con una coma (ej. : Acción1, Acción 2, Acción 3 IF Condición1); <p>Componer la acción a ejecutar usando las variables y los operadores presentados como una calculadora en la ventana del modo guiado.</p>
R Modo guiado	Este botón da acceso a la ventana del modo guiado para editar la acción de la etapa. Este botón aparece bloqueado en gris para las macro-etapas y las etapas de salida.
S Nueva variable	Este botón da acceso a la ventana de creación de variables internas. Para saber más acerca de la creación de variables, refiérase al Administrador de variables en la Guía del usuario.
T Enlaces externos	Este botón da acceso a la ventana de selección de tecnología para la creación de enlaces externos (OPC, etc.). Para mayor información acerca de la creación de enlaces externos, refiérase al Administrador de variables en la Guía del usuario.

Zonas	Descripción
U Acciones incondicionales	Casilla a marcar que permite precisar que la ejecución de las acciones de la etapa no es condicional al estado del funcionamiento del gráfico (vea sección 4.18 Gestión de los estados y defectos de un gráfico).
V Punto de interrupción	Casilla a marcar que permite precisar la suspensión de la simulación cuando la etapa se activa.
W Supervisión Tiempo	Este botón da acceso a la ventana de definición de la supervisión de los tiempos de activación de la etapa.
	<p>Tiempo mínimo de activación</p> <p>En esta zona se puede inscribir un tiempo mínimo de activación de etapa. Si la etapa es activada durante un lapso inferior, el defecto de tiempo mínimo de etapa de este gráfico se pone en VERDADERO (ej. : GRA_001.STEP_MIN_FAULT).</p> <p> Si se lo emplea (valor superior a 0), el tiempo mínimo debe ser inferior al tiempo máximo.</p>
	<p>Tiempo máximo de activación</p> <p>En esta zona se puede inscribir un tiempo máximo de activación de etapa. Si la etapa es activada durante un lapso superior, el defecto de tiempo máximo de etapa de este gráfico se pone en VERDADERO (ex. : GRA_001.STEP_MAX_FAULT).</p> <p> Si se lo emplea (valor superior a 0), el tiempo máximo debe ser inferior al tiempo mínimo.</p>
X Transiciones para arriba	Este botón da acceso a la ventana que contiene la lista de las transiciones que preceden la etapa.
Y Transiciones para abajo	Este botón da acceso a la ventana que contiene la lista de las transiciones que vienen a continuación de la etapa.

Zonas**Descripción**

Z Comentario Permite inscribir comentarios relativos a la acción.

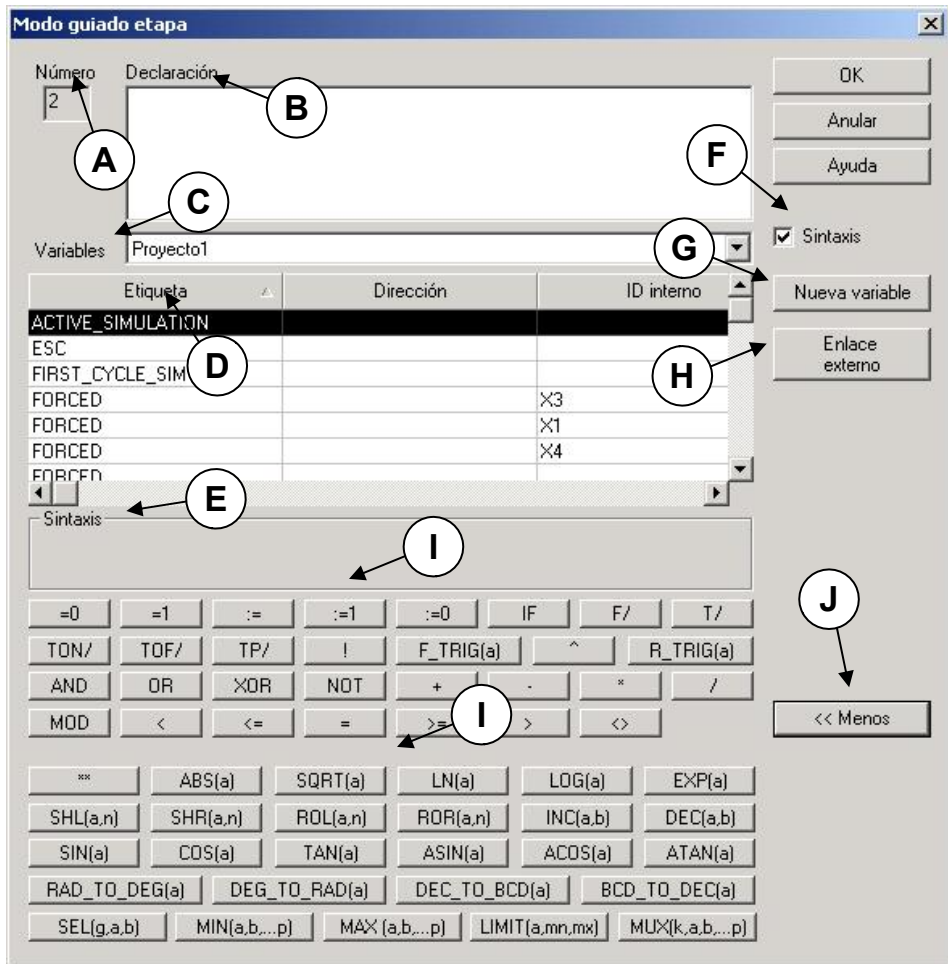


Figura 3-9 : Ventana de diálogo « Modo guiado de la etapa »




La lista de las « Etiquetas » en la ventana de diálogo anterior, contiene las variables del proyecto en el que usted construye el Grafcet. Vea el Administrador de variables en la Guía del usuario.



Las variables de componentes son creadas automáticamente durante la edición de los esquemas neumáticos, hidráulicos, eléctricos y Ladder.



En simulación, si un gráfico utiliza variables no definidas, los mensajes de advertencia correspondientes aparecen en la ventana de mensajes. La simulación se ejecuta pero las acciones, las receptividades y textos estructurados erróneos son ignorados. Las transiciones sin receptividad o cuya receptividad es errónea tienen una receptividad siempre falsa. La opción de forzado en el menú contextual de la transición en simulación permite franquear estas transiciones.

Zonas	Descripción
A Número	Muestra número de la etapa en edición.  Las etapas son numeradas según el primer número libre entre 1 y 999.
B Instrucción	Esta zona de texto es utilizada para inscribir la acción de la etapa. Las acciones deben ser conformes a la sintaxis GRAFCET definida en el capítulo 4 Sintaxis GRAFCET.
C Variables	Esta lista desplegable permite seleccionar las variables globales del proyecto o locales del esquema.
D Etiqueta	Este cuadro contiene la lista de las variables que corresponden a la filiación seleccionada. Para seleccionar una variable, pulse dos veces en ella, es automáticamente copiada en el campo « Enunciado operacional ». La columna de la izquierda muestra la etiqueta de la variable y las columnas de la derecha muestran sus componentes referidos, su tipo, su documento de origen y su descripción. Vea el Administrador de variables en la Guía del usuario.
E Sintaxis	Descripción del operador seleccionado con un pulso del botón izquierdo del ratón en la lista de los ejemplos o en la sección calculadora.

Zonas	Descripción
F Sintaxis (casilla a marcar)	Esta casilla permite activar el análisis de la sintaxis durante la edición.
G Nueva variable	Este botón da acceso a la ventana de creación de variables internas. Para saber más sobre la creación de variables, refiérase a Administrador de variables en la Guía del usuario.
H Enlaces externos	Este botón da acceso a la ventana de selección de tecnología para la creación de enlaces externos (OPC, etc.). Para saber más sobre la creación de enlaces externos, refiérase a Administrador de variables en la Guía del usuario.
I Operadores	Estos botones permiten inscribir un operador en el enunciado de la acción. Pulse en el botón del operador que desea insertar en la sección calculadora.
J Más/Menos	Este botón da acceso a los operadores avanzados en la sección calculadora.

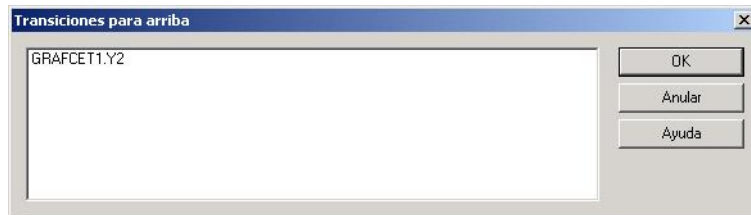


Figura 3–10 : Ventana de diálogo « Transiciones para arriba »

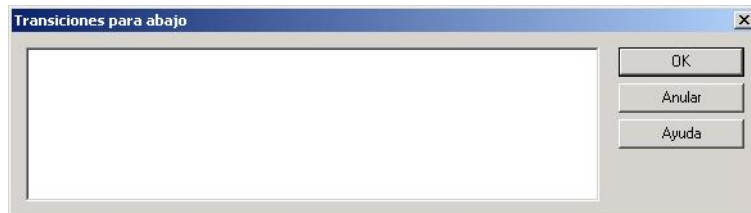


Figura 3–11 : Ventana de diálogo « Transiciones para abajo »

Zonas	Descripción
Transiciones para arriba	Las transiciones validadas arriba de la etapa son mostradas con el color de los componentes activos. Se puede seleccionar una transición entre las que son mostradas. La lista no puede ser modificada.
Transiciones para abajo	Las transiciones validadas abajo de la etapa son mostradas con el color de los componentes activos. Se puede seleccionar una transición entre las que son mostradas. La lista no puede ser modificada.

3.6.2. Inserción de las transiciones

1. En la barra de herramientas del taller GRAFCET, elija el componente « Transición ».



Figura 3–12 : Símbolo de transición

2. Desplace en el esquema, el cursor del ratón hasta la salida de la etapa 1.
3. Una vez que los dos conectores están asociados (el conector de la transición y el conector inferior de la etapa), pulse en el botón izquierdo del ratón.


La ventana de diálogo « Propiedades de la transición » aparece en la pantalla (vea Figura 3–14 : Ventana de diálogo « Propiedades de la transición »).

Para esta « Transición » debe :

4. Verificar que el número 1 está inscrito en el campo « Número de la transición ».
5. Inscríba .1-1S1.A_IN AND.1-1S3.B_IN AND.1-1PBN01.BP_1 en el campo « Instrucción » de la ventana del « Modo guiado » (hay que respetar la sintaxis).



Para una inscripción más rápida y evitar errores, puede usar el « Modo guiado », la lista de las « Variables » y los botones de la calculadora situados en la parte de abajo de la ventana :

- Pulse dos veces en « **A_IN** » en la lista de las etiquetas. La variable « **.1-1S1.A_IN** » aparece en la zona « Condiciones ».
- Pulse en el botón .
- Y continúe de esta manera.

6. Pulse en el botón « OK ».

Estado del Grafcet :

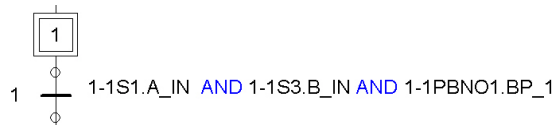


Figura 3-13 : Inserción de la transición 1

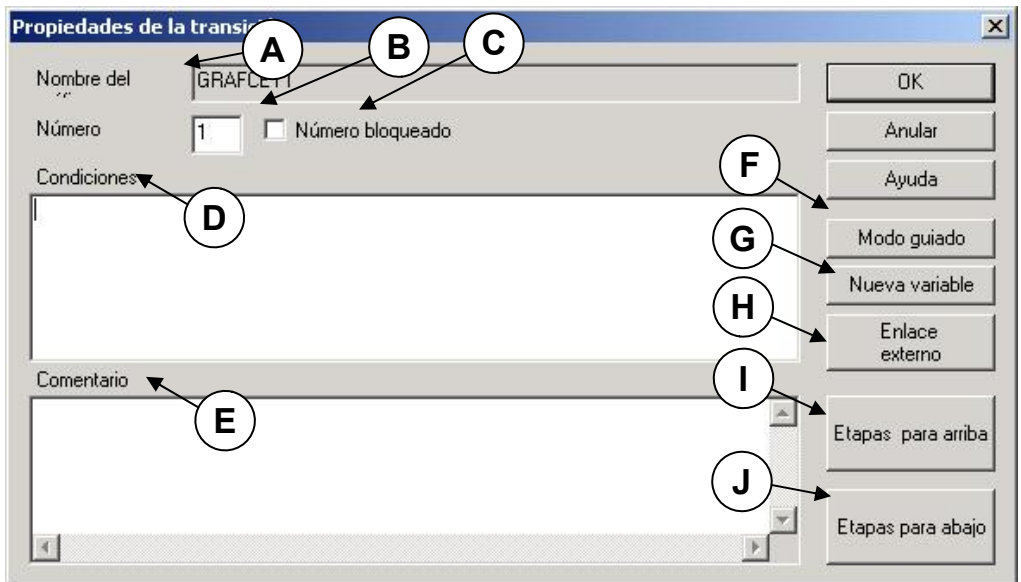


Figura 3-14 : Ventana de diálogo « Propiedades de la transición »

Las zonas y botones de esta ventana de diálogo son :

Zonas	Descripción
A Nombre del gráfico	El nombre del gráfico que contiene la etapa es mostrado en esta zona. No se puede modificar este campo.
B Número	Un número es atribuido automáticamente a cada transición. Puede modificar este número pero deberá hallarse comprendido entre 1 y 999. Dos transiciones no pueden tener el mismo número en un mismo esquema.

Zonas	Descripción
C Número bloqueado	Cuando esta casilla está marcada, el número de la transición queda protegido contra cualquier actualización o renumeración automática de un gráfico o de los elementos seleccionados. Cuando un número es bloqueado, un asterisco(*) aparece a la derecha del número de la transición.
D Receptividad	Esta zona sirve a la edición de la condición de franqueo de la transición.
E Comentario	Permite la inscripción de los comentarios relativos a la transición.
F Modo guiado	Este botón abre la ventana de diálogo Etapa en modo guiado permitiendo editar la receptividad de la transición. Las receptividades deben ser conformes a la sintaxis GRAFCET descrita en el capítulo 4 Sintaxis GRAFCET.
G Nueva variable	Este botón da acceso a la ventana de creación de variables internas. Para saber más sobre la creación de variables, refiérase al <i>Administrador de variables en la Guía del usuario</i> .
H Enlaces externos	Este botón da acceso a la ventana de creación de enlaces externos (OPC, etc.). Para saber más sobre la creación de enlaces externos, refiérase al <i>Administrador de variables en la Guía del usuario</i> .
I Etapas para arriba	Este botón da acceso a la ventana de diálogo « Etapas para arriba » que contiene la lista de las etapas que preceden la transición.
J Etapas para abajo	Este botón da acceso a la ventana de diálogo « Etapas para abajo » que contiene la lista de las etapas que siguen a continuación de la transición.



Una transición sin receptividad es considerada falsa. Sólo el menú contextual de la transición en simulación permite pasar una transición sin receptividad.

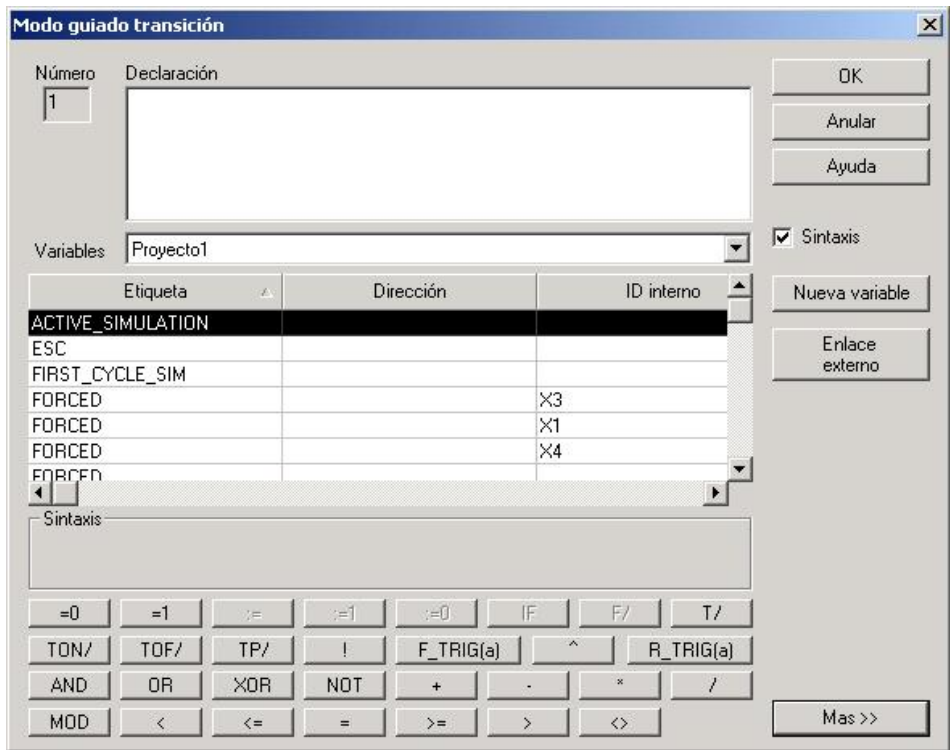


Figura 3–15 : Ventana de diálogo « Modo guiado de la transición »



En la zona calculadora de la ventana de diálogo, los operadores no disponibles para las transiciones aparecen bloqueados en gris.

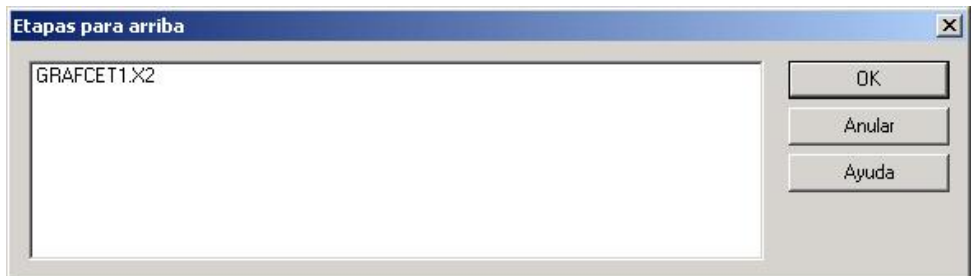


Figura 3–16 : Ventana de diálogo « Etapas para arriba »

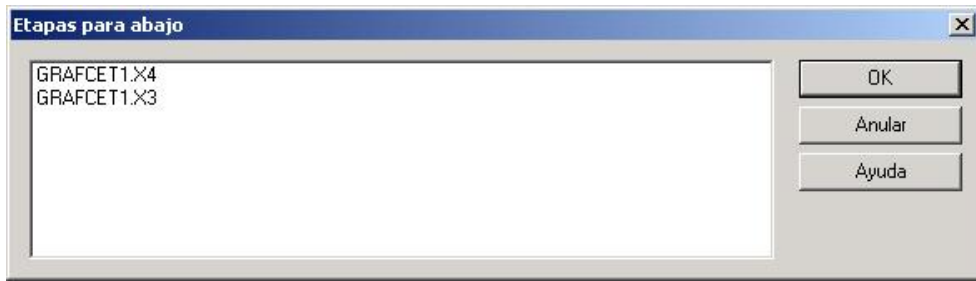


Figura 3-17 : Ventana de diálogo « Etapas para abajo »

3.6.3. Definición de las acciones

1. En la barra de herramientas del taller GRAFCET, elija el componente « Etapa normal ».
2. En el campo del esquema (donde se halla el Grafcet), desplace el cursor del ratón hasta el conector de la transición 1.

Una vez que el conector superior de la etapa 2 y el conector inferior de la transición 1 están alineados, pulse una vez en el botón izquierdo del ratón.

La ventana de diálogo que contiene las propiedades de la etapa aparece en la pantalla.

Para esta « Acción » :

3. Oprima el botón « Modo guiado ».
4. Oprima el botón « Nueva variable ».
5. Inscriba OUT_A como nombre de variable, elija « Booleano » como tipo de variable y oprima el botón « OK ». La variable aparece en el campo « Instrucción » de la ventana del « Modo guiado ».
6. Pulse en el botón « IF » de la calculadora. La instrucción « IF » aparece en el campo « Instrucción ».
7. Luego, elija la variable **1-1PBNO2.COM_A** en la lista de las variables con un doble pulso del ratón. La variable aparece en el campo « Instrucción ».
8. Pulse en el botón « OK » de la ventana del « Modo guiado » y en el de la ventana de diálogo de las propiedades de la etapa.

Estado del Grafcet :

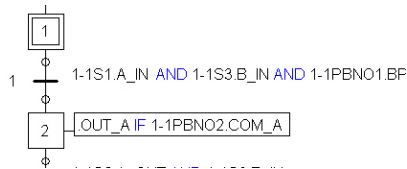


Figura 3–18 : Definición de una acción



Luego de haber insertado un símbolo (Etapa o Transición) del GRAFCET, puede modificar sus propiedades. Para eso basta con pulsar dos veces sobre el símbolo. La ventana de diálogo del símbolo aparece en la pantalla.

3.6.4. Inserción de los enlaces entre los componentes



Para facilitar la tarea de inserción de los enlaces, los conectores de los componentes son mostrados. Se trata de círculos que rodean los puntos de conexión de los componentes y de los enlaces. Estos círculos cambian de color cuando la conexión es efectuada correctamente. Cuando el cursor está posicionado en uno de esos puntos, la herramienta de conexión aparece. (Para mayor detalle, refiérase a la *Inserción de enlaces en la Guía del usuario*).

1. Inserte la transición 2, la etapa 3 y la transición 3. Cree la variable OUT_B.

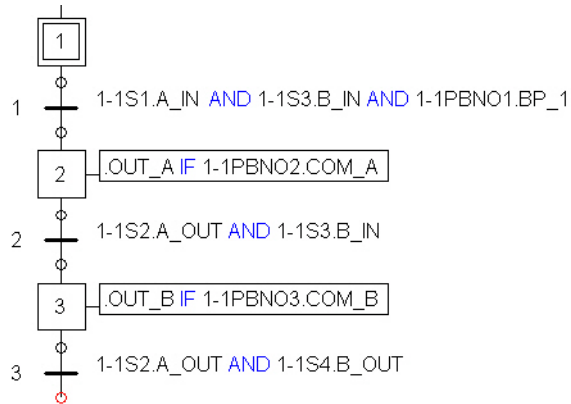


Figura 3–19 : Transición 2, etapa 3 y transición 3

3.6.5. Enlace en Y

Para crear una divergencia en Y o una convergencia en Y, primero hay que crear las etapas en el esquema siguiendo lo que indica la figura siguiente.

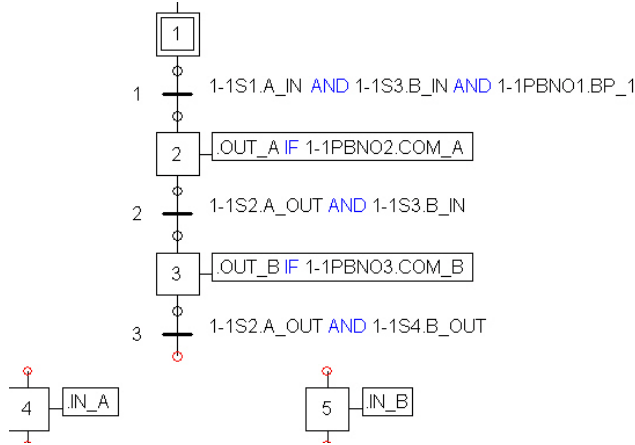


Figura 3–20 : Etapas antes divergencia en Y

1. Cree la etapa 4.
2. En el campo « Acción » de la etapa 4, cree e inscriba la variable `.IN_A`.
3. Cree la etapa 5.
4. En el campo « Acción » de la etapa 5, cree e inscriba la variable `.IN_B`.
5. En el esquema, desplace el cursor sobre el conector hasta el lugar donde quiere crear el enlace (transición 3) y pulse en el botón izquierdo del ratón. Manteniendo el botón izquierdo, desplace el cursor hasta el punto de conexión siguiente (etapa 4) y suelte el botón.

Se ha insertado un enlace en el esquema.

6. Recomience para el enlace siguiente (entre la transición 3 y la etapa 5).
7. Una divergencia en Y es creada de la transición 3 hacia las etapas 4 y 5.



Una divergencia en Y es creada si una transición está ligada a más de una etapa. Una convergencia en Y es creada si más de una etapa está ligada con una transición.



Para ampliar un enlace en Y, basta con agregar un enlace sobre otra etapa/transición. Puede también desplazar una etapa o una transición y ajustar el enlace con ayuda de la opción « Reponer el vergente » del menú contextual del enlace.



Para desplazar un enlace en Y, basta con pulsar sobre el enlace con el botón izquierdo y desplazar el ratón manteniendo el botón oprimido.



Para reponer un enlace en Y, basta con seleccionar el enlace y elegir « GRAFCET » → « Enlaces y vergentes » → « Reponer el vergente ». El enlace es redibujado según el camino más corto entre los componentes.



Para facilitar la creación de enlaces sucesivos, deselectione el enlace anterior antes de crear uno nuevo.

Estado del Grafcet después de los enlaces :

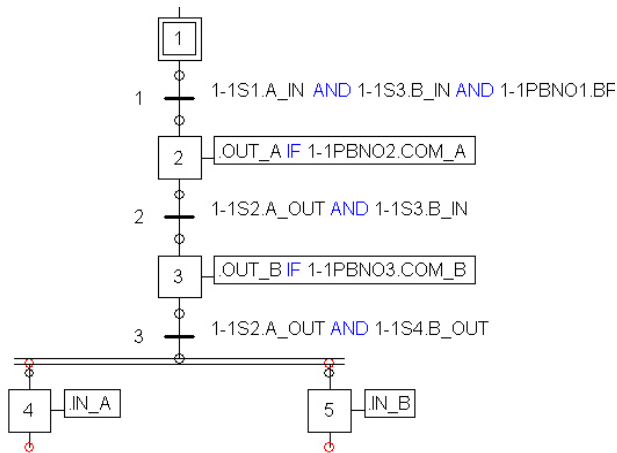


Figura 3-21 : Etapas después de la creación de la divergencia en Y

8. Agregue la transición 4 y, para la receptividad asociada con la transición 4, inscriba **T/X4.X/T#1s/**.
9. Conecte la transición 4 a las etapas 4 y 5.

10. Agregue la etapa 6.

Estado del Grafcet :

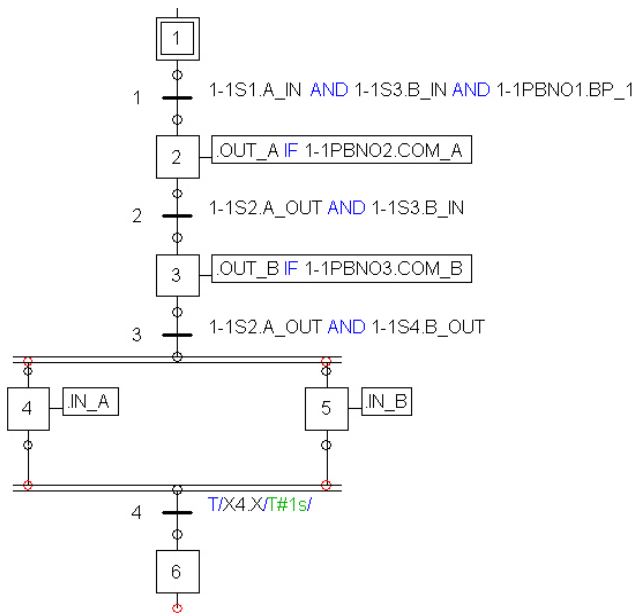


Figura 3–22 : Estado del gráfico después de la creación de una convergencia en Y

3.6.6. Enlace en O

Para crear una convergencia o una divergencia en O, primero hay que crear las etapas/transiciones en el esquema.

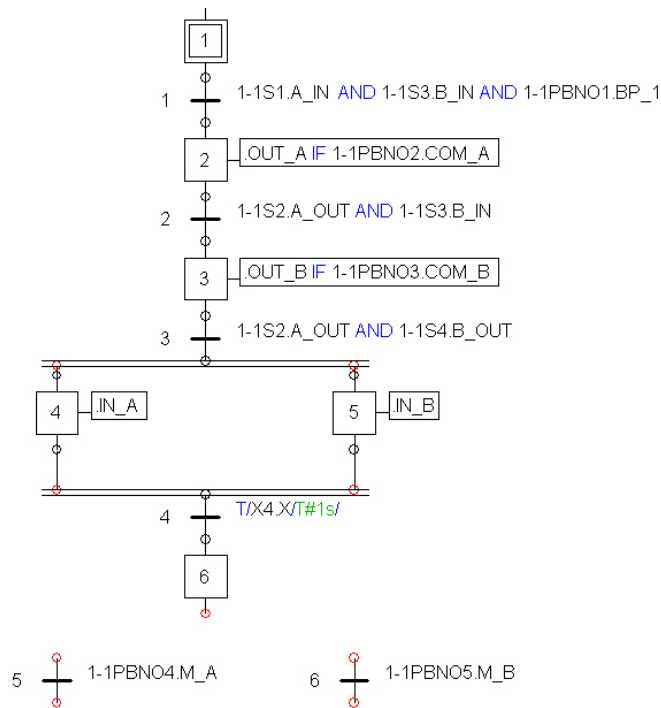


Figura 3–23 : Estado del gráfico antes de la creación de una convergencia en O

1. Agregue la transición 5 e inscriba **.1-1PBN04.M_A** en el campo « Receptividad ».
2. Agregue la transición 6 e inscriba **.1-1PBN05.M_B** en el campo « Receptividad ».
3. En el esquema, desplace el cursor sobre el conector hasta el lugar donde quiere insertar el enlace y pulse en el botón izquierdo del ratón. Mantenga el botón izquierdo, desplace el cursor hasta el punto de conexión siguiente y suelte el botón.

Un enlace queda ubicado en el esquema.

4. Recomience para el enlace que sigue.
5. Agregue la etapa 7. En el campo « Acción », cree la variable **OUT_C**.
6. Agregue la transición 8 e inscriba **T/X7.X/T#300ms /** en el campo « Receptividad ».
7. Agregue la etapa 8. En el campo « Acción », cree la variable **IN_C**.
8. Agregue la transición 7 e inscriba **T/X8.X/T#300ms/** en el campo « Receptividad ».
9. Agregue un enlace en O para las transiciones 7 y 8 hacia la etapa 1.

10. En otro esquema, del taller de control eléctrico JIC, elija cinco pulsadores para constituir la unidad de control y désígnelos respectivamente **PB_1**, **COM_A**, **COM_B**, **M_A** y **M_B**. Estos pulsadores permiten controlar el Grafcet.



Una divergencia en O es creada si una etapa está ligada a más de una transición. Una convergencia en O es creada si hay más que una transición ligada a una etapa.



Para ampliar un enlace en O, basta con agregar un enlace en otra etapa/transición. Puede también desplazar una etapa o una transición y ajustar el enlace por medio de la opción « Reponer el vergente » del menú contextual del enlace.



Para desplazar un enlace en en O, basta con pulsar sobre un enlace con el botón izquierdo y desplazar el ratón manteniendo el botón apretado.



Para reponer un enlace en O, basta con seleccionar el enlace y elegir « GRAFCET » → « Enlaces y convergencia » → « Reponer el vergente ». El enlace es así redibujado según el camino más corto entre los componentes.



Para ajustar un enlace en O que contiene envíos, basta con seleccionar el enlace y elegir « GRAFCET » → « Enlaces y vergentes » → « Ajustar el vergente ». El enlace es así redibujado según el camino más corto.

Estado del Grafcet :

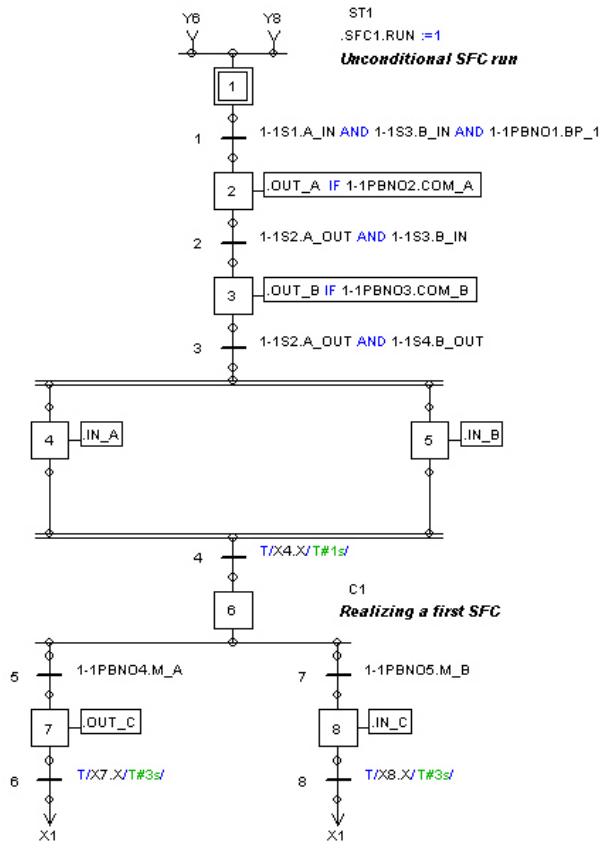


Figura 3–24 : Estado del gráfico después de la creación de una convergencia en O

3.6.7. Inserción de los textos estructurados

Los textos estructurados son acciones autónomas que no están ligadas a una etapa. Se los ejecuta si la simulación está activa. Su sintaxis es la misma que la de las etapas y transiciones. Para insertar un « Texto estructurado » :

ST3
E := .C AND .D

Figura 3–25 : Texto estructurado

1. En la barra de herramientas del taller GRAFCET, elija el componente « Texto estructurado ».

- En el esquema 2, desplace el cursor del ratón a la derecha de la etapa 1 y pulse en el botón izquierdo del ratón.

La ventana de diálogo que contiene las propiedades del Texto estructurado aparece en la pantalla.

- Para este texto estructurado, inscriba *SFC1.RUN :=1* como enunciado y *Puesta en marcha incondicional del gráfico* como comentario.

Estado del esquema Grafcet :

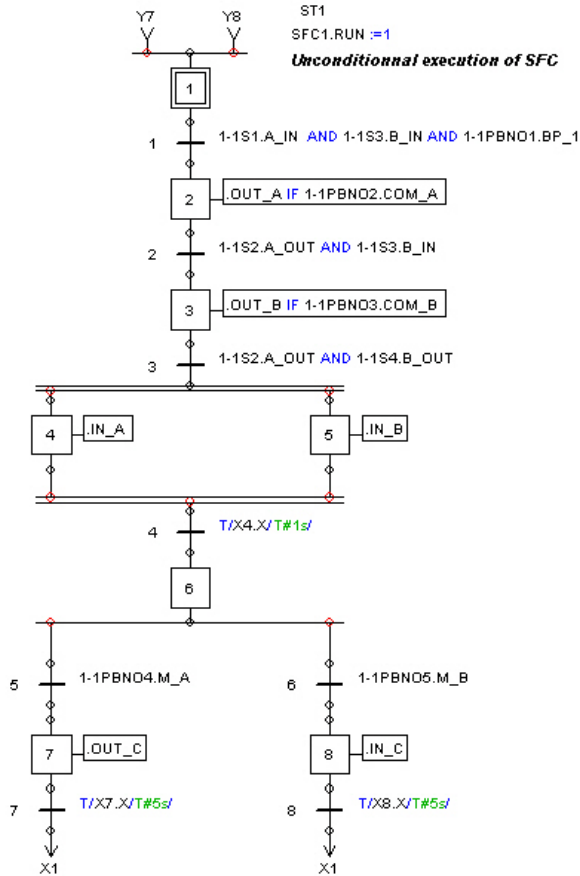


Figura 3–26 : Estado del gráfico después de la creación de un texto estructurado

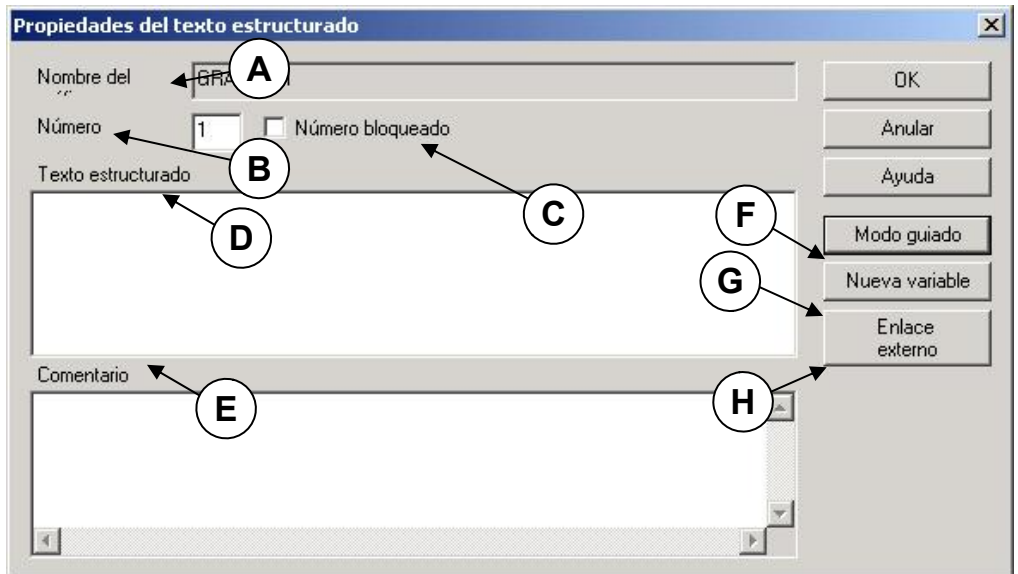


Figura 3–27 : Ventana de diálogo « Propiedades del texto estructurado »

Les zonas y botones de esta ventana de diálogo son :

Zonas	Descripción
A Nombre del gráfico	En esta zona aparece el nombre del gráfico que contiene el texto estructurado. No se puede modificar este campo.
B Número	Un número es atribuido automáticamente a cada texto estructurado. Puede modificar este número pero éste debe hallarse entre 1 y 999. Dos textos estructurados no pueden tener el mismo número en un mismo esquema.
C Número bloqueado	Si el usuario elije esta opción, el número del texto estructurado no es modificado durante una renumeración automática de un gráfico o de los elementos seleccionados. Cuando el número está bloqueado, el símbolo * aparece a la derecha del número del texto estructurado.
D Texto estructurado	Inscriba el enunciado del texto estructurado directamente en esta zona. Los textos estructurados deben ser escritos de acuerdo con la sintaxis GRAFCET del capítulo 4 Sintaxis GRAFCET.
E Comentario	Permite la inscripción de comentarios relativos al texto estructurado.

Zonas	Descripción
F Modo guiado	Este botón da acceso a la ventana del modo guiado para editar el enunciado del texto estructurado.
G Nueva variable	Este botón da acceso a la ventana de creación de variables internas. Para saber más acerca de la creación de variables, refiérase al <i>Administrador de variables</i> en la <i>Guía del usuario</i>
H Enlace externo	Este botón da acceso a la ventana de creación de enlaces externos (OPC, etc.). Para saber más acerca de la creación de enlaces externos, refiérase al <i>Administrador de variables</i> en la <i>Guía del usuario</i>

3.6.8. Inserción de los Comentarios libres

Los comentarios libres son comentarios que no están ligados a las etapas/transiciones.

C25
When the operator
pushes on the START
button, the initial conditions
must be present.

Figura 3–28 : Comentario libre

1. En la barra de herramientas del taller GRAFCET, elija el componente « Comentario libre ».
2. En el esquema 2, desplace el cursor del ratón bajo el texto estructurado.
3. Pulse en el botón izquierdo del ratón.

La ventana de diálogo que contiene las propiedades del Comentario libre aparece en la pantalla.

4. Para este comentario, inscriba *Realización de un primer Grafcet* como comentario.

Estado del esquema Grafcet :

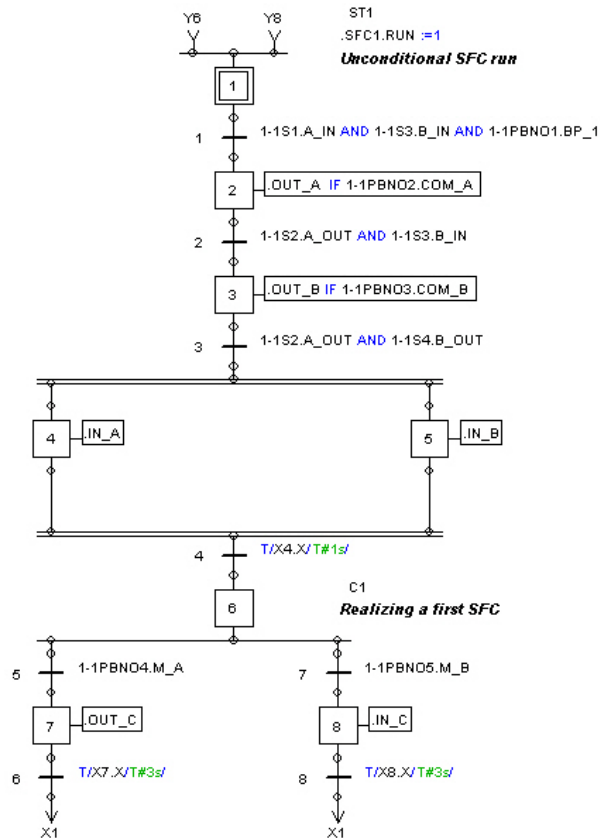


Figura 3–29 : Estado del gráfico después de la creación de un comentario libre

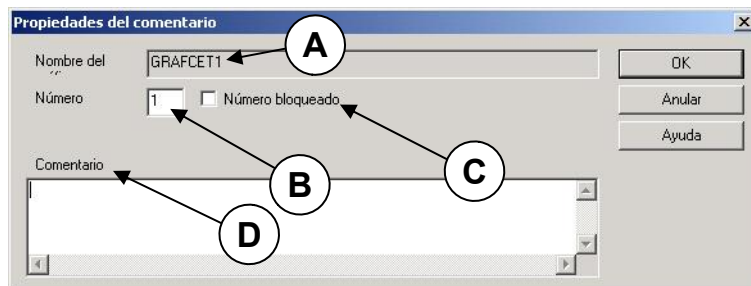


Figura 3–30 : Ventana de diálogo « Propiedades del comentario »

Les zonas y botones de esta ventana de diálogo son :

Zonas	Descripción
A Nombre del gráfico	En esta zona aparece el nombre del gráfico que contiene el Comentario libre. No se puede modificar este campo.
B Número	Un número es atribuido automáticamente a cada Comentario libre. Puede modificar este número pero éste deberá hallarse entre 1 y 999. Dos comentarios libres no pueden tener el mismo número en un mismo esquema.
C Número bloqueado	Si el usuario elije esta opción, el número del Comentario libre no es modificado durante una renumeración automática de un gráfico o de los elementos seleccionados. Cuando el número está bloqueado, el símbolo * aparece a la derecha del número del Comentario libre.
D Comentario	Permite la inscripción del comentario.

3.7. Verificar los errores

En cualquier ocasión, usted puede verificar si quedan errores como conexiones libres entre las etapas/transiciones o variables no declaradas.

El comando « Errores » del menú « GRAFCET » le permite identificar los componentes que no están conectados, las transiciones sin receptividad, las ecuaciones erróneas, etc. Estos errores aparecen en la ventana de mensajes.



Figura 3–31 : Ventana de mensajes

Para mayores detalles, refiérase a la *Ventana de mensajes* en la *Guía del usuario*.

4. Sintaxis GRAFCET

4.1. Introducción

Un Grafcet que funciona contiene una o varias expresiones compuestas de variables, de constantes, de números y de operadores. La sintaxis precisa las reglas que deben ser respetadas en la identificación de los símbolos y la escritura de las expresiones.

Este capítulo presenta en detalle la sintaxis correspondiente a la declaración de los símbolos y el uso de procesos del taller GRAFCET. Aborda los siguientes temas :

- Lista de los identificadores;
- Variables;
- Constantes;
- Operadores de expresiones enteras y reales;
- Operadores de expresiones booleanas;
- Operadores de detección de flancos;
- Operadores relacionales;
- Prioridad de los operadores;
- Usos;
- Verificación de la sintaxis;
- Ejemplo de etapas-acciones;
- Ejemplo de transición;
- Textos estructurados;
- Comentarios libres;
- Temporización;
- Gestión de los estados de un gráfico;
- Gestión de los defectos de un gráfico;
- Forzado.

4.2. Lista de los identificadores

La lista permite atribuir a todos los símbolos del Grafcet, una interpretación física. Esta interpretación se refiere a las etapas, las transiciones y las variables. Cuando se crea uno de estos items, Automation Studio genera automáticamente un nombre (salvo para las variables).

Los nombres son identificadores y deben respetar las reglas básicas siguientes :

- Son contruidos a partir de caracteres alfanuméricos : " a-z, A-Z, 0-9, _, +, -";
- Comienzan por una letra o por una cifra;
- Los identificadores de variables y de componentes pueden estar compuestos de varios elementos, los elementos son separados por el símbolo (.) utilizado como separador de elementos. Por ejemplo, el estado de una etapa de un gráfico cualquiera es designado .SFC_Name.X18.X. Salvo para las variables locales del gráfico, las etiquetas de variables deben venir precedidas del caracter « . »;
- Deben estar compuestos de 1 a 32 caracteres por elemento ;
- No contienen ningún caracter en blanco (espacio);
- No contienen ningún caracter acentuado;
- Los caracteres pueden estar en minúscula o en mayúscula. Una vez que está reconocido por Automation Studio, el nombre de la entidad aparece en mayúscula.



Si construye gráficos Grafcet para controlar circuitos – neumáticos, Ladder, eléctricos o digitales – verifique bien si la lista de los componentes de estos circuitos respeta estas reglas.

4.2.1. Etapas

Cuando una nueva etapa es insertada, Automation Studio le atribuye un número comprendido en el intervalo [1, 999]. Cada etapa tendrá así un número único (que varía de 1 a 999) en un gráfico determinado.

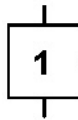



Figura 4-1 : Inserción de una etapa

Por convención, si n representa el número de la etapa de un gráfico determinado, entonces la variable $Xn.X$ designa el estado lógico ($\{\text{inactivo, activo}\}$ o $\{0,1\}$) de la etapa de ese gráfico. Por ejemplo, $X2.X$ designa el estado lógico de la etapa 2 del gráfico actual. El estado lógico de una etapa puede ser empleado en una expresión lógica por medio de la utilización de su nombre $Xn.X$. En otro gráfico, el estado de esta misma variable será dado por $SFC_Name.Xn.X$.

De la misma manera, $Xn.T$ representa el cúmulo de tiempo **en milésimas de segundo** transcurrido desde la última activación de la etapa. Este valor puede ser comparado a otros valores por medio de los operadores relacionales.

 Las acciones de una etapa son procesadas según el orden de su declaración. Sin embargo, si varias etapas o textos estructurados provenientes de diferentes Grafcet hacen asignación de la misma variable, tales asignaciones serán ejecutadas después de las acciones del último Grafcet.

4.2.2. Transición

Cuando una nueva transición es insertada, Automation Studio le atribuye un número comprendido en el intervalo $[1, 999]$. Cada transición tendrá así un número único (que varía de 1 a 999) en un gráfico determinado.



Figura 4–2 : Inserción de una transición

Por convención, si n representa el número de la transición, entonces la variable $Yn.Y$ designa el estado lógico (validado y franqueable o no validado $\{1,0\}$) de transición. Por ejemplo $Y2.Y$ designa el estado lógico de la transición 2. Notas :

- La notación “=1” asociada a una transición indica una receptividad siempre verdadera;
- Si no se precisa la receptividad, entonces esto significa que es siempre falsa (equivalente a ‘=0’).

4.2.3. Texto estructurado

Cuando un nuevo texto estructurado es insertado, Automation Studio le atribuye un número comprendido en el intervalo $[1, 999]$. Cada texto estructurado tendrá de esta manera un número único (que varía de 1 a 999) en un esquema Grafcet determinado.

```
ST1
.OUT_A := .In_A
Comment of the ST
```

Figura 4–3 : Inserción de un texto estructurado

Por convención, el texto estructurado es designado STn , n representa el número secuencial del texto estructurado.

- Los textos estructurados son tratados en simulación en el orden numérico que sigue el procesamiento de las acciones de las etapas del gráfico.

4.2.4. Comentario libre

Cuando un nuevo comentario es insertado, Automation Studio le atribuye un número comprendido en el intervalo [1, 999]. Cada comentario libre tendrá así un número único (que varía de 1 a 999) en un esquema Grafcet determinado.

```
C25
When the operator
pushes on the START
button, the initial conditions
must be present.
```

Figura 4–4 : Inserción de un comentario libre

Por convención, el comentario es designado Cn , n representa el número secuencial del comentario.

4.2.5. Palabras reservadas

El taller GRAFCET contiene palabras reservadas, es decir que no pueden ser usadas en los identificadores.

- Un nombre de variable que comienza por **X** es reservado para las etapas;
- Un nombre de variable que comienza por **Y** es reservado para las transiciones;
- Las palabras clave **OR**, **XOR**, **AND** y **NOT** están reservadas para los operadores de expresiones booleanas en palabras o en variables booleanas;
- Las palabras claves **F/** y **T/** están reservadas para los operadores de forzado y de temporización;
- Las palabras claves **MOD**, **ABS**, **SQRT**, **LN**, **LOG**, **EXP**, **SHL**, **SHR**, **ROL**, **ROR**, **INC**, **DEC**, **SIN**, **COS**, **TAN**, **ASIN**, **ACOS**, **ATAN**, **RAD_DEG**, **DEG_RAD**, **DEC_BCD**, **BCD_DEC**, **SEL**, **MIN**, **MAX**, **LIMIT** y **MUX** están reservadas para los operadores matemáticos;
- La palabra clave **IF** está reservada para el operador de condición.



Si usted construye Grafcet para controlar circuitos – neumáticos, eléctricos o digitales – verifique bien que la lista de componentes de estos circuitos no emplee palabras reservadas del taller GRAFCET.



Cuando se insertan acciones y transiciones en un esquema, las expresiones contenidas en ellas serán mostradas con un color diferente si la sintaxis es incorrecta. El color será el mismo que en los componentes incorrectos. Vea 4-12 Verificación de la sintaxis.

4.3. Variables

4.3.1. Tipo de variables

El tipo de una variable depende de la información que esta contiene. Los tipos de variables son presentados en el *Administrador de variables en la Guía del usuario*. El cuadro que sigue presenta los tipos disponibles para las variables internas lógicas.

Tipo de variable	Descripción
Variable booleana BOOLEANA	Variable donde su valor puede ser solo 0 o 1, TRUE (ON), FALSE (OFF).
Variable entera ENTERA	Variable donde su valor es un numero entero entre : -2,147,483,648 et +2,147,483,647.
Variable real REAL	Variable donde su valor es un numero real tal como definido el la norma IEC 559.
Variable tiempo	Constante usada para las temporizaciones y cuyo valor es una lapso T#3d_18h_4m_15s_23ms donde d = días h = horas s = segundos ms = milésimas de segundo

4.3.2. Creación de variables

Se puede crear variables internas con ayuda del botón « Nueva variable » que aparece en las ventanas de diálogo de propiedades de las etapas/transiciones/textos estructurados. Para

mayores detalles sobre la creación de variables, refiérase al *Administrador de variables* en la *Guía del usuario*.

4.3.3. Creación de enlaces externos sobre variables

Es posible crear enlaces externos (OPC) sobre variables variables con ayuda del botón « Enlaces externos » que aparece en las ventanas de diálogo de propiedades de las etapas/transiciones/textos estructurados. Para mayores detalles sobre la creación de enlaces externos, refiérase al *Administrador de variables* en la *Guía del usuario*.

4.4. Constantes

Las constantes son valores fijos. Pueden ser del mismo tipo que las variables.

4.5. Operadores de expresiones aritméticas básicas

Estos operadores permiten realizar operaciones sobre variables enteras y/o reales. Las expresiones dan un resultado de tipo entero o real según el tipo de variable al que está destinado el resultado de la operación. La conversión de tipo es hecha automáticamente cuando es requerida. El cuadro que sigue da la categoría de operador, el tipo de los operandos cuando es necesario y una breve descripción de los operadores en las expresiones.

Operador	Descripción y ejemplo
+	Operación unaria (valor positivo). Ex. : .Val1 := +25
+	Adición de valores. Ej. : .Val1 := .Val2 + .Val3
-	Operación unaria (valor negativo). Ej. : .Val1 := -25
-	Sustracción de valores. Ej. : .Val1 := .Val2 - .Val3
/	División de valores. Ej. : .Val1 := .Val2 / .Val3
MOD	Resto de la división entera, los operandos deben ser valores enteros. Ej. : .Val1 := .Val2 / .Val3
*	Multiplicación de valores. Ej. : .Val1 := .Val2 * .Val3

4.6. Operadores de expresiones matemáticas avanzadas

Estos operadores permiten realizar operaciones sobre variables y/o reales. Las expresiones dan un resultado de tipo entero o real según el tipo de variable al que se destina el resultado de la operación. La conversión de tipo es hecha automáticamente cuando es requerida. El cuadro que sigue da la categoría del operador, el tipo de los operandos cuando es necesario y una breve descripción de los operadores en las expresiones.

Operador	Descripción y ejemplo
ABS	Valor absoluto, reales o enteros : ABS(.Ls1).
SQRT	Raíz cuadrada, reales solamente : SQRT(.Ls1).
LN	Log natural, reales solamente : LN(.Ls1).
LOG	Log base 10, reales solamente : LOG(.Ls1).
EXP	Exponente natural, reales solamente : EXP(.Ls1).
SIN	Seno, reales solamente : SIN(.Ls1).
COS	Coseno, reales solamente : COS(.Ls1).
TAN	Tangente, reales solamente : TAN(.Ls1).
ASIN	Arco seno, reales solamente : ASIN(.Ls1).
ACOS	Arco coseno, reales solamente : ACOS(.Ls1).
ATAN	Arco tangente, reales solamente : ATAN(.Ls1).
**	Exponente, reales o enteros : .Ls1 ** .Ls2.
SHL	Desfase a la izquierda, palabras y enteros solamente : .Ls1 := SHL(.Ls2,1), Desfase a la izquierda de Ls2 de 1 posición El resultado es trasladado a Ls1, Ls2 conserva su valor original. .Ls1 := SHL(.Ls2,.Ls3), Desfase a la izquierda de Ls2 de Ls3 posición El resultado es trasladado a Ls1, Ls2 conserva su valor original. .Ls2 := SHL(.Ls2,.Ls3), Desfase a la izquierda de Ls2 de Ls3 posición El resultado es trasladado a Ls2, Ls2 toma el valor del resultado.

Operador	Descripción y ejemplo
SHR	<p>Desfase a la derecha, palabras y enteros solamente :</p> <p>.Ls1 := SHR(.Ls2,1), Desfase a la derecha de Ls2 de 1 posición El resultado es trasladado a Ls1, Ls2 conserva su valor original.</p> <p>.Ls1 := SHR(.Ls2,.Ls3), Desfase a la derecha de Ls2 de Ls3 posición El resultado es trasladado a Ls1, Ls2 conserva su valor original.</p> <p>.Ls2 := SHR(.Ls2,.Ls3), Desfase a la derecha de Ls2 de Ls3 posición El resultado es trasladado a Ls2, Ls2 toma el valor del resultado.</p>
ROR	<p>Desfase circular a la derecha, palabras y enteros solamente :</p> <p>.Ls1 := ROR(.Ls2,1), Desfase circular a la derecha de Ls2 de 1 posición, Ls2 no cambia.</p> <p>.Ls1 := ROR (.Ls2,Ls3), Desfase circular a la derecha de Ls2 de Ls3 posición, Ls2 no cambia.</p> <p>.Ls2 := ROR(.Ls2,.Ls3), Desfase circular a la derecha de Ls2 de Ls3 posición El resultado es trasladado a Ls2, Ls2 toma el valor del resultado.</p>
ROL	<p>Desfase circular a la izquierda, palabras y enteros solamente :</p> <p>.Ls1 := ROL(.Ls2,1), Desfase circular a la izquierda de Ls2 de 1 posición, Ls2 no cambia.</p> <p>.Ls1 := ROL (.Ls2,Ls3), Desfase circular a la izquierda de Ls2 de Ls3 posición, Ls2 no cambia.</p> <p>.Ls2 := ROL(.Ls2,.Ls3), Desfase circular a la izquierda de Ls2 de Ls3 posición El resultado es trasladado a Ls2, Ls2 toma el valor del resultado.</p>
INC	<p>Incremento de reales o de enteros :</p> <p>.Ls1 := INC(.Ls2, 1), El valor de Ls2 es incrementado de 1 y el resultado es trasladado a Ls1.</p> <p>.INC(.Ls2,.Ls3), El valor de Ls2 es incrementado de Ls3.</p>

Operador	Descripción y ejemplo
DEC	<p>Decremento de reales o de enteros :</p> <p>.Ls1 := DEC(.Ls2,1), El valor de Ls2 es decrementado de 1 y el resultado es trasladado a Ls1.</p> <p>.DEC(.Ls2,.Ls3), El valor de Ls2 es decrementado de Ls3.</p>
SEL	<p>Selección binaria, entre booleanos, reales o enteros:</p> <p>.Ls1 :=SEL(G, .In1,. In2), Selección binaria, si G=1, la salida = In2, El indicador de selección G debe ser un booleano, si G=0 la salida = In1, si G=1 la salida = In2.</p>
MIN	<p>Mínimo entre varios valores, reales o enteros:</p> <p>.Ls1 := MIN(.In1,. In2, ..., .In16), Valor mínimo dentro de un máximo de 16 variables.</p>
MAX	<p>Máximo entre varios valores, reales o enteros:</p> <p>.Ls1 := MAX(.In1,. In2, ..., .In16), Valor máximo dentro de un máximo de 16 variables.</p>
LIMIT	<p>Limitador de valores, reales o enteros:</p> <p>.Ls1 :=LIMIT(IN, MIN, MAX), Limitador, la salida = umbral Min si la entrada es más pequeña que umbral Min, la salida = umbral Max si la entrada es más grande que umbral Max, la salida = IN si la entrada está entre umbral Min y umbral Max. .Ls1 :=LIMIT(.LS2, .LS3,.LS4),</p>
MUX	<p>Multiplexado entre varias entradas, booleanas, reales o enteras :</p> <p>.Ls1 := MUX(K, In1, In2, ..., In16), Multiplexor, La salida es el valor de la entrada seleccionada por K, K debe ser un entero comprendido entre 0 y 16. Si K=0, la salida es 0 (falso para los booleanos). Instrucción MUX(K, In1, In2, ..., In16) : Si K es >16 o <0, la instrucción no es ejecutada y un mensaje aparece en la ventana de mensajes.</p>
BCD_TO_DEC	<p>Conversión de BCD a decimal, enteros solamente :</p> <p>.Ls1 := BCD_TO_DEC(.Ls2).</p>
DEC_TO_BCD	<p>Conversión de decimal a BCD, enteros solamente :</p> <p>.Ls1 := DEC_TO_BCD(.Ls2).</p>

Operador	Descripción y ejemplo
RAD_TO_DEG	Conversión de radianes a grados, reales solamente : .Ls1 := RAD_TO_DEG(.Ls2).
DEG_TO_RAD	Conversión de grados a radianes, reales solamente : .Ls1 := DEG_TO_RAD(.Ls2).

4.7. Operadores de expresiones booleanas

Estos operadores pueden ser utilizados para afectar el valor de una expresión a una variable o para condicionar las asignaciones en las receptividades. Las expresiones booleanas arrojan resultados de tipo booleano. El cuadro siguiente menciona la categoría del operador, el tipo de los operandos y una breve descripción de los operadores en las expresiones booleanas.

Operador	Descripción
OR	O lógico entre palabras o entre valores booleanos. Ej. : .ls1 OR .ls2
XOR	O exclusivo entre palabras o entre valores booleanos. Ej. : .ls1 XOR .ls2
AND	Y lógico entre palabras o entre valores booleanos. Ej. : .ls1 AND .ls2
NOT	Negación de un valor booleano o de una palabra. Ej. : NOT .ls1

4.8. Operadores de flancos

La expresión formada con un operador de flanco es una expresión booleana que reacciona a un cambio de estado.

Un flanco es asimilable a un operador particular que indica el paso de una variable booleana o de una expresión booleana del valor 0 al valor 1 y del valor 1 al valor 0.

El flanco de la variable *a* puede ser un flanco ascendente o descendente tal como queda definido en el cuadro siguiente.

Operador	Descripción
$\wedge B$	Flanco ascendente.
$R_TRIG(B)$	Operador de flanco ascendente. La expresión de flanco vale VERDADERO cuando se pasa de FALSO a VERDADERO en la variable observada. Ejemplo : $.A \text{ IF } \wedge B.$ A toma el valor VERDADERO cuando la variable B pasa de FALSO a VERDADERO.
$!$	Flanco descendente.
$F_TRIG(B)$	Operador de flanco descendente. La expresión de flanco VERDADERO cuando se pasa de VERDADERO a FALSO en la variable observada. Ejemplo : $.A \text{ IF } !B.$ A toma el valor VERDADERO cuando la variable B pasa de VERDADERO a FALSO.

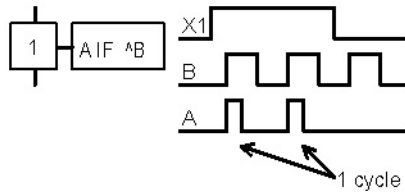


Figura 4-5 : Cronograma de una acción que contiene un flanco ascendente

4.9. Operadores relacionales

Estos operadores permiten efectuar comparaciones de variables o de valores numéricos (expresiones, constantes).

El resultado es booleano : si la comparación se verifica, el resultado es VERDADERO; si no, el resultado es FALSO.

Operador	Descripción
$>$	La expresión $A > B$ es verdadera si el valor de A es superior al valor de B.
\geq	La expresión $A \geq B$ es verdadera si el valor de A es superior o igual al valor de B.
$=$	La expresión $A = B$ es verdadera si el valor de A es igual al valor de B.
\leq	La expresión $A \leq B$ es verdadera si el valor de A es inferior o igual al valor de B.

- < La expresión $A < B$ es verdadera si el valor de A es inferior al valor de B.
- \diamond La expresión $A \diamond B$ es verdadera si el valor de A es diferente del valor de B.

4.10. Prioridad de los operadores

Los operadores están unidos por relaciones de prioridad que hay que conocer. Esta prioridad va a determinar el orden de tratamiento de las expresiones durante la simulación de un Grafcet.

La prioridad decrece de arriba para abajo según el siguiente cuadro. Cuando dos operadores se hallan sobre la misma línea, la prioridad de evaluación es atribuida de izquierda a derecha.

Operador	Prioridad
()	Paréntesis
+ , - , NOT , ^ , !	Operadores unarios
*, /	Operadores multiplicativos.
+, -	Operadores de adición
<, <=, >, >=	Operadores relativos
=? \diamond	Operadores relativos
XOR	Operadores de adición
AND	Operadores de adición
OR	Operadores de adición

Es posible cambiar el orden usando paréntesis. En ese caso, las expresiones que se hallan dentro del mayor número de paréntesis tienen prioridad.

4.11. Asignaciones

Los operadores de asignación definen los tipos de acciones y sus efectos. Se aplican a las variables enteras, reales, palabras y reales. Son empleados en las acciones y los textos estructurados. Los diversos tipos de asignación son presentados a continuación.

La ejecución de una acción está condicionada por el estado activo de la etapa y por el estado de funcionamiento del gráfico, salvo si la opción acción incondicional ha sido seleccionada para esa etapa. En este último caso, la ejecución de una acción es condicionada únicamente por el estado activo de la etapa.

4.11.1. Asignación booleana continua

La asignación booleana continua (o acción incondicional en una etapa) da el valor VERDADERO a la variable mientras dure la asignación. No hay operadores de asignación. La variable toma el valor VERDADERO durante la activación de la etapa y luego vuelve al estado FALSO con la desactivación de la etapa.

La sintaxis de una asignación booleana continua se resume al número de la variable. Ningún operador de asignación se usa en este caso.

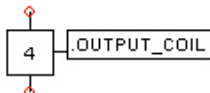


Figura 4-6 : Asignación booleana continua en una acción

En este ejemplo :

- COIL es una variable booleana global del proyecto;
- Cuando la etapa 4 es activada la variable COIL toma el valor VERDADERO y lo conserva mientras la etapa 4 está activa;
- Una vez que la etapa 4 es desactivada la variable COIL toma el valor FALSO.

4.11.2. Asignación numérica

La asignación numérica permite atribuir un valor (variable, constante o resultado de un cálculo) a una variable numérica. El operador de asignación numérica es el signo : « := ».

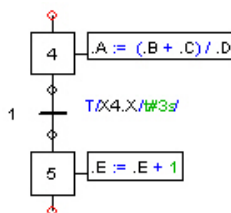


Figura 4-7 : Asignación numérica

En este ejemplo :

- Las variables A, B, C, D y E son variables numéricas reales;
- Cuando la etapa 4 está activa, la variable A toma el valor de la expresión $(.B + .C) / .D$;
- La variable A conserva el último valor de $(B + C) / D$ cuando se desactiva la etapa 4;

- Cuando la etapa 5 está activa, la variable E se incrementa de 1 a cada ciclo.

4.11.3. Asignación booleana condicional

La asignación booleana condicional permite atribuir el estado de una variable o de una expresión a una variable booleana, si una condición es respetada, en caso contrario el estado FALSO es asignado a la variable booleana. El operador de asignación condicional es el signo : « IF ».

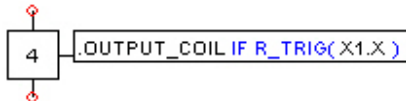


Figura 4-8 : Asignación booleana condicional

En este ejemplo :

- Cuando la etapa 4 está activa, el estado de la variable COIL es el estado de la expresión R_TRIG(X1.X);
- Cuando la etapa 4 está inactiva, COIL toma el valor FALSO.

4.11.4. Asignación numérica condicional

Este tipo de asignación es evaluado cuando la condición especificada se verifica. Los operadores de asignación numérica condicional son « IF » y « := ».

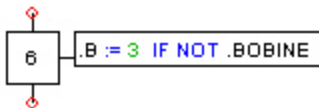


Figura 4-9 : Asignación numérica condicional

En este ejemplo :

- Cuando la etapa 6 está activa, la variable B toma el valor 3 si la expresión NOT BOBINE es evaluada VERDADERO;
- Cuando la etapa 6 está inactiva, B conserva su último valor.

4.11.5. Asignación booleana memorizada

La asignación booleana memorizada permite asignar a una variable un estado VERDADERO o FALSO, estado que conserva (memorización). Para asignar el estado VERDADERO o FALSO a una variable, los operadores de asignación son respectivamente : « := 1 » o « := 0 ».

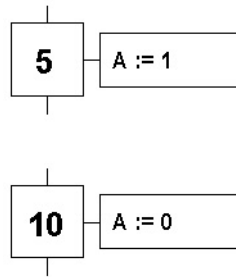


Figura 4–10 : Asignaciones memorizadas

En este ejemplo :

- La variable A adquiere el estado VERDADERO con la activación de la etapa 5 y conserva este valor después de la desactivación de la etapa 5;
- La variable A adquiere el estado FALSO con la activación de la etapa 10 y conserva este valor después de la desactivación de la etapa 10.

4.12. Verificación de la sintaxis

Para ayudarlo a eliminar los errores de sintaxis durante la edición de las acciones, de las transiciones y de los textos estructurados, este programa atribuye un color distintivo al elemento erróneo de sintaxis si no lo reconoce. Así, si usted inscribe un operador y que el programa le atribuye el color correspondiente, usted sabrá que la sintaxis del operador es incorrecta.

Para asociar los colores a los elementos de la sintaxis :

1. Seleccione el comando « Opciones » del menú « Utilidades ».
2. Pulse en la rama « Módulo de Grafcet ».

El diálogo siguiente aparece en la pantalla.

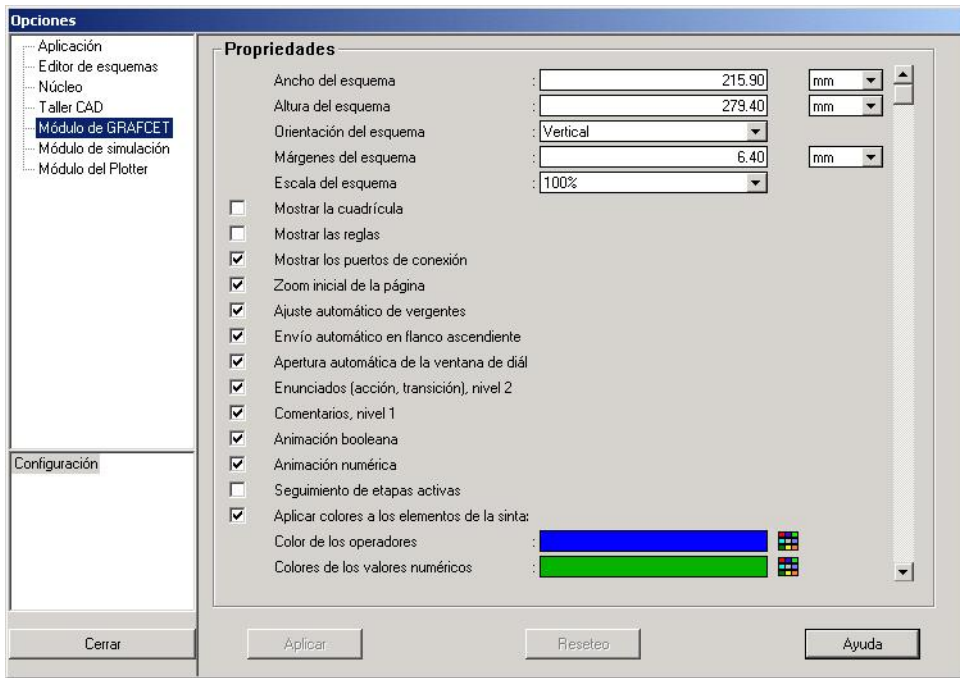


Figura 4-11 : Ventana de diálogo « Opciones », rama « Módulo de Grafcet »

3. Marque la opción « Aplicar los colores a los elementos de la sintaxis ».
4. Modifique los colores asociados a los elementos.
5. Pulse en « Aplicar » para efectuar el cambio.

Si la opción « Aplicar los colores a los elementos de la sintaxis » no está marcada, entonces ninguna verificación de la sintaxis será hecha durante la edición. Sin embargo, si la sintaxis es incorrecta, será mostrada con el mismo color que el que es asociado a los componentes en falta, dentro de su Grafcet.

Para modificar el color asociado a los componentes en falta :

1. Seleccione el comando « Opciones » del menú « Utilidades ».
2. Pulse en « Núcleo ».

El diálogo siguiente aparece en la pantalla :

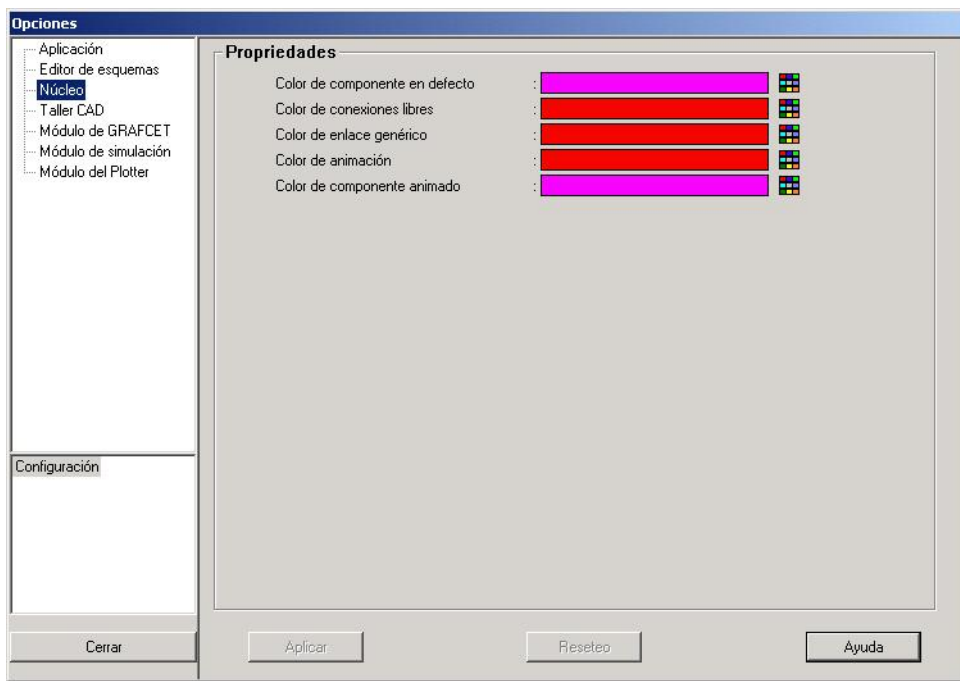


Figura 4–12 : Ventana de diálogo « Opciones », rama « Núcleo »

3. Seleccione el color que desea asociar a los componentes en falta.
4. Pulse en el botón « Aplicar » para efectuar los cambios.

4.13. Ejemplo de una etapa-acción

Una acción de etapa es un procesamiento que se ejecuta cuando la etapa está activa y que el gráfico está en marcha. Las acciones se componen de expresiones, de operadores de asignación, de operadores de control. Sirven para emitir ordenes a la Parte Operativa cuando la etapa está activa y que el gráfico está en marcha.

Cuando varias acciones están asociadas a una etapa, se las separa con un punto y coma.
 Cuando varias acciones están condicionadas por la misma condición, se las separa con una coma.

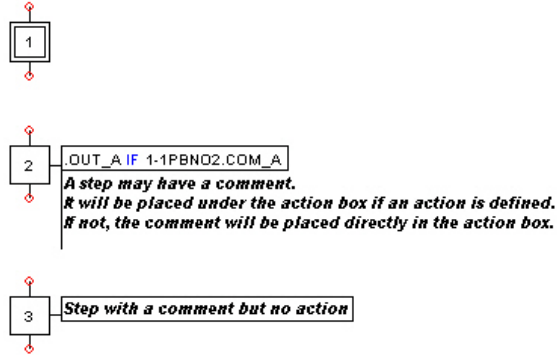


Figura 4–13 : Ejemplos de una etapa-acción

4.14. Ejemplo de una transición

Una receptividad es asociada a cada transición (la falta de receptividad significa que la receptividad es siempre falsa). Una condition determina la posibilidad o no de evolución del sistema a través de esta transición. Se trata de una expresión booleana escrita con ayuda de las variables de entradas, de las variables de etapas Xn.X, de los operadores lógicos, de temporización y de flanco.

Las receptividades pueden contener un comentario situado a continuación de la expresión.

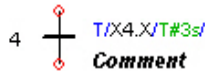


Figura 4–14 : Receptividad de una transición

4.15. Texto estructurado

Los textos estructurados actúan exactamente como acciones con la excepción de que no están ligados con ninguna etapa. Son ejecutados a cada ciclo de simulación luego de las acciones de las etapas del gráfico en el que han sido declarados.

Puede insertar hasta 999 textos estructurados en un Grafcet y puede ubicarlos donde quiera. Cuando un esquema comporta varios textos estructurados, se los ejecuta según su orden numérico (ST3, ST9, ST14).

ST14 A := B IF C; F :=1 IF A AND C; F :=0 IF NOT(A AND C);	ST3 E := C AND D
ST9 H := 19 IF ^M	

Figura 4–15 : Textos estructurados : orden de ejecución

4.16. Comentarios libres

Los comentarios libres están ligados al gráfico donde son declarados.

Puede insertar hasta 999 comentarios libres en un Grafcet y puede ubicarlos donde quiera.

C25
*When the operator
pushes on the START
button, the initial conditions
must be present.*

Figura 4–16 : Comentario libre

4.17. Temporizaciones

Hay cuatro (4) tipos de temporizaciones:

- Temporización con retardo a la activación (T/, TON/).
- Temporización con retardo a la desactivación (TOF/).
- Temporización con impulsión limitada (TP/).
- Tiempo de activación de etapa acumulado (Xn.T).

Las temporizaciones son procesamientos con resultado booleano. Permiten tener en cuenta el tiempo (lapso, espera, retardo, etc.). Son escritas, generalmente, con una de las siguientes formas : « T/En/duración/ » , « TON/En/duración/ » , « TOF/En/duración/ » , « TP/En/duración/ » donde :

- *T/* o *TON/* o *TOF/* o *TP/* es el operador de temporización;
- *En* designa la variable de entrada, el nombre de la etapa o de la variable que inicia la cuenta de la temporización;
- *Duración* es una variable de tipo tiempo que determina la duración de la temporización;
ex. : T#3d21h45m30s454ms.

Base de tiempo	Símbolo
día	d/
hora	h/
minuto	m/
segundo	s/
Milésima de segundo	ms/

4.17.1. Temporización con retardo a la activación

La temporización « T/Var_a/T#t1s/ » toma el valor lógico « 1 » si « t1 » segundos han transcurrido desde el último flanco ascendente de la variable « Var_a ». La temporización retoma el valor lógico « 0 » con cada flanco descendente de la variable « Var_a ».

El ejemplo, descrito en la figura siguiente, muestra la evolución de las temporizaciones siguientes : « T/Var_a/T#3s/ » y « NOT(T/Var_a /T#3s/) ».

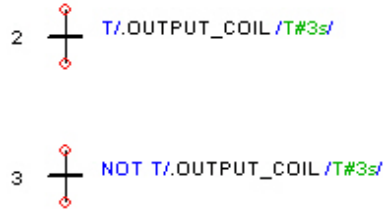


Figura 4–17 : Temporización con retardo a la activación

Si, en el transcurso de la simulación, la variable *Var_a* es activada, la temporización es puesta en marcha, la fórmula booleana « T/Var_a/ T#3s / » toma el valor FALSO y la fórmula booleana « NOT(T/Var_a / T#3s /) » toma el valor VERDADERO.

Tres segundos después de la activación de la variable *Var_a*, la fórmula booleana « T/Var_a/T#3s/ » pasa del estado FALSO a VERDADERO y « NOT(T/Var_a/T#3s /) » de VERDADERO a FALSO. Ellas conservan los valores hasta la próxima desactivación de la variable *Var_a*.

Si en el transcurso de la temporización, la variable *Var_a* es desactivada, la temporización es detenida y las fórmulas booleanas « T/ Var_a /T#3s/ » y « NOT(T/ Var_a / T#3s /) » toman respectivamente los valores FALSO y VERDADERO.

Las temporizaciones pueden ser usadas para definir acciones retardadas o limitadas en el tiempo.

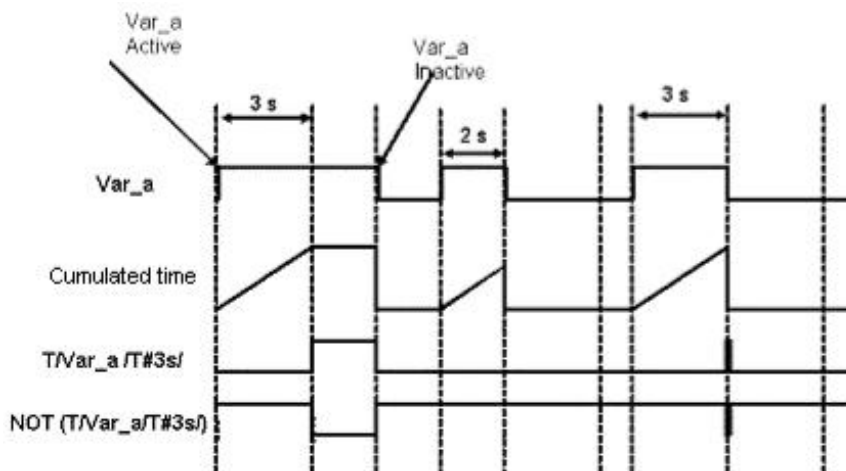


Figura 4–18 : Cronograma de una temporización con retardo a la activación

4.17.1.1. Las acciones retardadas

Son acciones realizadas al término del lapso especificado.

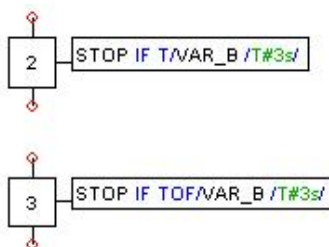


Figura 4–19 : Asignaciones retardadas

- En la etapa 2 : La variable STOP toma el valor VERDADERO si la variable VAR_B queda activada durante 3 segundos. Una vez que la etapa 2 es desactivada la variable STOP toma el valor FAUX;
- En la etapa 3 : La variable STOP toma el valor VERDADERO si la variable VAR_B queda desactivada durante 3 segundos. Una vez que la etapa 3 es desactivada, la variable STOP toma el valor FALSO.

4.17.1.2. Las acciones limitadas en el tiempo

Las acciones limitadas en el tiempo son acciones realizadas sólo durante el tiempo especificado.

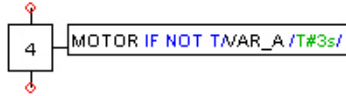


Figura 4–20 : Asignación limitada en el tiempo

MOTOR está en VERDADERO hasta que la variable VAR_A sea desactivada durante tres segundos. MOTOR pasa entonces a FALSO. Cuando VAR_A es desactivada, MOTOR vuelve a VERDADERO.

4.17.2. Temporización con retardo a la desactivación

Cuando la temporización es alimentada (Var_a), la temporización se activa y el cúmulo de tiempo es vuelto a cero (0).

Cuando la temporización deja de ser alimentada, el cúmulo de tiempo crece hasta que su valor iguala el de la duración.

Cuando el cúmulo de tiempo alcanza el valor de la duración, la temporización es desactivada y el cúmulo de tiempo cesa de crecer. Si la temporización es realimentada antes que la duración sea igualada, la temporización permanece activa.

Desde el momento en que la temporización es alimentada (Var_a), la temporización se desactiva y el cúmulo de tiempo vuelve a cero.

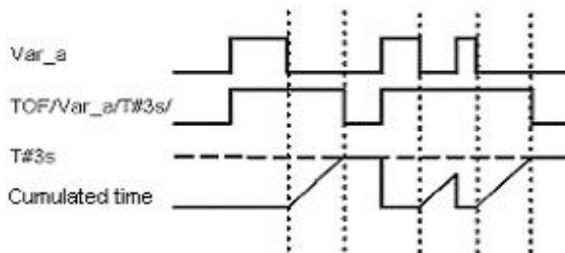


Figura 4–21 : Cronograma de una temporización con retardo a la desactivación

4.17.3. Temporización con impulsión limitada

Cuando la temporización es alimentada (Var_a), la temporización es activada.

El cúmulo de tiempo crece hasta que el valor iguale la duración, incluso si la entrada Var_a es desactivada antes que el cúmulo de tiempo iguale la duración.

Cuando el cúmulo de tiempo iguala la duración, la temporización es desactivada y el cúmulo de tiempo cesa de crecer.

Cuando la temporización cesa de ser alimentada (Var_a), la temporización es desactivada solamente si el cúmulo de tiempo iguala la duración. El cúmulo de tiempo es vuelto a cero (0) si la temporización es desactivada y si no es más alimentada.

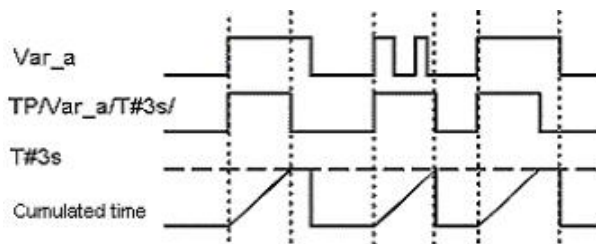


Figura 4-22 : Cronograma de una temporización con impulsión limitada

4.17.4. Tiempo de activación de etapas

De acuerdo con la norma internacional IEC 1131-03, la duración de la activación de una etapa « SFC_Name.Xn.T/ » es acumulada desde el flanco ascendente de la etapa « Xn ». *Ella no cambia de valor a la desactivación* de la etapa « Xn » pero retoma el valor « 0 » con cada nueva activación de la etapa « Xn ». El valor del tiempo acumulado es una variable entera que da el número de milésimas de segundo transcurridas.

El ejemplo de la figura siguiente, muestra la evolución del cúmulo de tiempo de activación de una etapa. Si en el transcurso de la simulación la etapa X1 es activada, su tiempo acumulado es repuesto en 0.

Cuando la etapa X1 es desactivada, el cumulo del tiempo cesa y queda fijo hasta la próxima activación de X1.

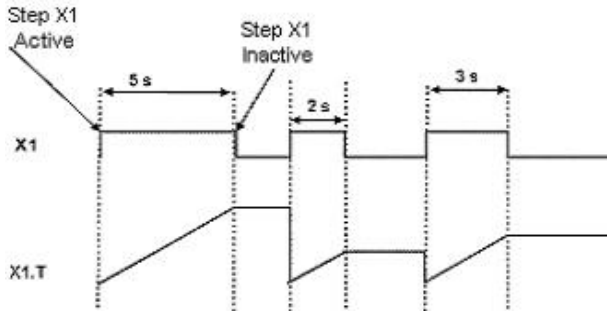


Figura 4-23 : Cronograma del tiempo etapa acumulado : X1.T

Los tiempos de etapa acumulados pueden ser usados para definir acciones retardadas, acciones limitadas en el tiempo, receptividades o condiciones de acciones con ayuda de los operadores relacionales. Ej. :



Figura 4-24 : Utilización del tiempo etapa acumulado : X1.T

4.18. Gestión de los estados y defectos de un gráfico

Los gráficos pueden ser comprendidos como « black boxes » que reciben informaciones en entrada y proveen resultados en salida.

Variables y comandos sirven de entradas a los gráficos. Estos últimos generan en salida estados internos y nuevos estados de las variables.

Los comandos y los estados de gráfico son variables internas de los gráficos. El cuadro que sigue los describe.

Variabes internas de los gráficos	Descripción
Entradas :	
INIT	Comando de inicialización del gráfico.
RUN	Autorización de evolución del gráfico y de ejecución de las acciones de sus etapas.

**VARIABLES INTERNAS DE
LOS GRÁFICOS**
DESCRIPCIÓN

ESC	Condición externa de seguridad que vuelve inutil o peligrosa la continuación de la ejecución del gráfico.
STEP_MAX_ACK	Resolución del defecto tiempo de etapa demasiado largo.
STEP_MIN_ACK	Resolución del defecto tiempo de etapa demasiado corto.
SEQ_MAX_ACK	Resolución del defecto tiempo de secuencia demasiado largo.
SEQ_MIN_ACK	Resolución del defecto tiempo de secuencia demasiado corto.

SALIDAS :

FORCED	Estado forzado del gráfico.
RUNNING	Estado del grafico en ejecución.
GEN_FAULT	Defecto general del gráfico, indica la presencia de un defecto o de la condición externa de seguridad.
STEP_MAX_FAULT	Señalización del defecto tiempo de etapa demasiado largo.
STEP_MIN_FAULT	Señalización del defecto tiempo de etapa demasiado corto.
SEQ_MAX_FAULT	Señalización del defecto tiempo de secuencia demasiado largo.
SEQ_MIN_FAULT	Señalización del defecto tiempo de secuencia demasiado corto.

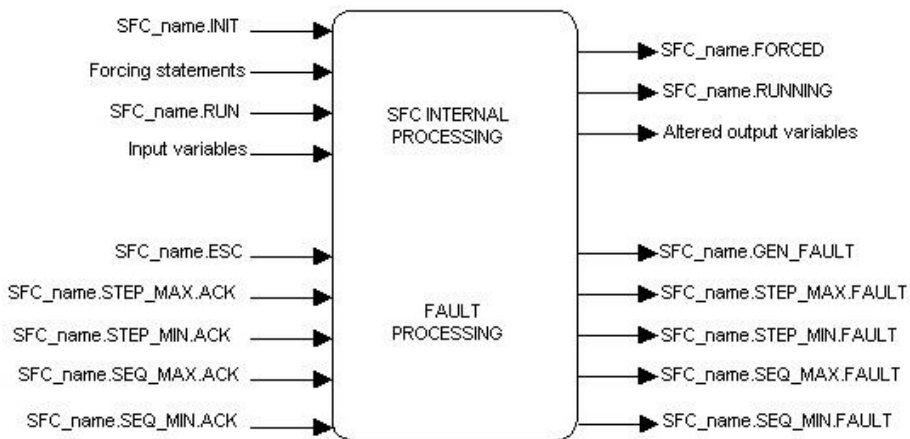


Figura 4-25 : Variables de entrada y de salida de los gráficos

4.18.1. Gestión de los estados de un gráfico

Los estados y comandos de los gráficos son accesibles a través de las acciones, las receptividades y los textos estructurados. Tales estados son detallados a continuación :

- **INIT** : Inicializa el gráfico en sus etapas iniciales y desactiva todas las otras cuando es puesto en el estado lógico VERDADERO. Por ejemplo : **GRA_003.INIT IF EM_STOP**.
- **RUN** : Autoriza la evolución del gráfico y la ejecución de las acciones asociadas a las etapas cuando es puesto en el estado lógico VERDADERO. Por ejemplo: **GRA_003.RUN IF INITIAL_CONDITIONS**. Se puede definir una etapa de manera tal que sus acciones no estén condicionadas por la autorización de marcha (RUN) del gráfico.
- **RUNNING** : Indica que el gráfico está siendo ejecutado (accesible sólo en lectura). Un gráfico está en ejecución si una de sus etapas iniciales no está activa. Para los gráficos macro-etapa, el gráfico está en ejecución si la macro-etapa fuente está activa. **GRA_003.RUNNING**. Esta variable será implícitamente tratada por el programa de acuerdo con las ecuaciones siguientes:

Procesamiento interno para la memorización del estado del gráfico en ejecución :

SFC_Name.RUNNING := 1 IF NOT SFC_Name.X01.X

Vuelta a cero de la memorización del gráfico en ejecución si el tiempo mínimo de secuencia es supervisado :

**SFC_Name.RUNNING := 0 IF ((SFC_Name.SEQ_TMIN_Q OR
SFC_Name.SEQ_MIN_FAULT) AND
SFC_Name X01.X)
OR
SFC_Name.INIT**

Vuelta a cero de la memorización del gráfico en ejecución si el tiempo mínimo de secuencia no es supervisado:

SFC_Name.RUNNING := 0 IF SFC_Name X01.X OR SFC_Name.INIT

Memorización del gráfico macro-etapa en ejecución :

SFC_Name.RUNNING := 1 IF SFC_Name_Source.X??X

Vuelta a cero de la memorización del gráfico macro-etapa en ejecución :

SFC_Name.RUNNING := 0 IF NOT SFC_Name_Source.X??X



Los gráficos macro-etapa no pueden tener supervisión de tiempo de secuencia dado que no tienen etapa inicial.

- **FORCED** : Indica que el gráfico es forzado por otro (accesible sólo en lectura). GRA_003.FORCED.
- **GEN_FAULT** : Defecto general del gráfico, indica un defecto de gráfico presente o no resuelto (accesible sólo en lectura). Este estado pasa al estado lógico VERDADERO si existe un defecto de gráfico presente o no resuelto. Pasará al estado lógico FALSO cuando todos los defectos de gráfico habrán desaparecido y habrán sido resueltos (lea la sección siguiente).

4.18.2. Gestión de los defectos de gráfico

La noción de defectos de gráfico es introducida aquí. Estos defectos son detectados a pedido expreso del usuario. Los defectos son estos:

- **SEQ_MIN_FAULT** : Defecto supervisión de tiempo de secuencia demasiado corto (retorno demasiado rápido de un gráfico a la etapa inicial). GRA_001.SEQ_MIN_FAULT
- **SEQ_MAX_FAULT** : Defecto supervisión de tiempo de secuencia demasiado largo (retorno demasiado lento de un gráfico a la etapa inicial). GRA_001.SEQ_MAX_FAULT



NOTA : Para poder emplear la supervisión de los tiempos de secuencia, un gráfico debe tener una sola etapa inicial.

- **STEP_MIN_FAULT** : Defecto supervisión de tiempo de etapa demasiado corto (salida de la etapa demasiado rápida). GRA_001.STEP_MIN_FAULT
- **STEP_MAX_FAULT** : Defecto supervisión de tiempo de etapa demasiado largo (etapa activada por demasiado tiempo). GRA_001.STEP_MAX_FAULT
- **ESC** : Condición externa de seguridad. Este último estado puede consistir en la reunión de varias condiciones y no genera ningún defecto nuevo. GRA_001.ESC

Si uno de estos defectos se presenta y no es resuelto o si la condición externa de seguridad está presente, el motor de simulación hace pasar automáticamente el estado defecto general del gráfico (GRA_001.GEN_FAULT) al estado lógico VERDADERO siguiendo la ecuación que se detalla a continuación:

$$\text{GEN_FAULT} := \text{SEQ_MIN_FAULT OR SEQ_MAX_FAULT OR STEP_MIN_FAULT OR STEP_MAX_FAULT OR ESC}$$

Debe notarse que el defecto general de gráfico no generará defecto.

De esta manera el usuario puede usar estos estados y defectos para administrar la marcha (RUN), la inicialización (INIT) y/o el forzado de los gráficos. Por ejemplo :

```
GRA_001.ESC IF      EMRGENCY_STOP
GRA_001.RUN :=      NOT GRA_001.GEN_FAULT AND CONDITIONS
GRA_001.INIT :=     NOT GRA_001.GEN_FAULT AND PB_REARM
```

Si estos defectos son empleados, debe preverse un mecanismo para avisar al usuario de un defecto y recibir la resolución del mismo. Se puede utilizar un indicador luminoso para señalar el defecto y un botón pulsador para efectuar las resoluciones.

Por ejemplo, dos textos estructurados de un gráfico pueden realizar estas acciones :

Señalización de los defectos :

```
LT_AL_GRA_001 IF    GRA_001.GEN_FAULT
```

Resolución de los defectos :

```
GRA_001.STEP_MAX_ACK,
GRA_001.STEP_MIN_ACK,
GRA_001.SEQ_MAX_ACK,
GRA_001.SEQ_MIN_ACK IF      PB_ACK
```

4.19. Macro-etapas

En esta sección abordamos el uso de las macro-etapas. Una macro-etapa es una sección del gráfico cuya representación gráfica es condensada en la forma de una sola etapa. Por cada macro-etapa, hay un gráfico macro-etapa que ejecuta la macro-etapa fuente. El nombre de este gráfico será inscripto en la caja de acción, a la derecha de la macro-etapa.

La etapa de entrada del gráfico macro-etapa es activada al mismo tiempo que la macro-etapa del gráfico fuente que la activa (de hecho se trata de una divergencia en Y implícita).

La etapa de salida del gráfico macro-etapa es desactivada al mismo tiempo que la macro-etapa del gráfico fuente que la activa al franquear la transición que sigue a la macro-etapa del gráfico fuente (de hecho se trata de una convergencia en Y implícita).

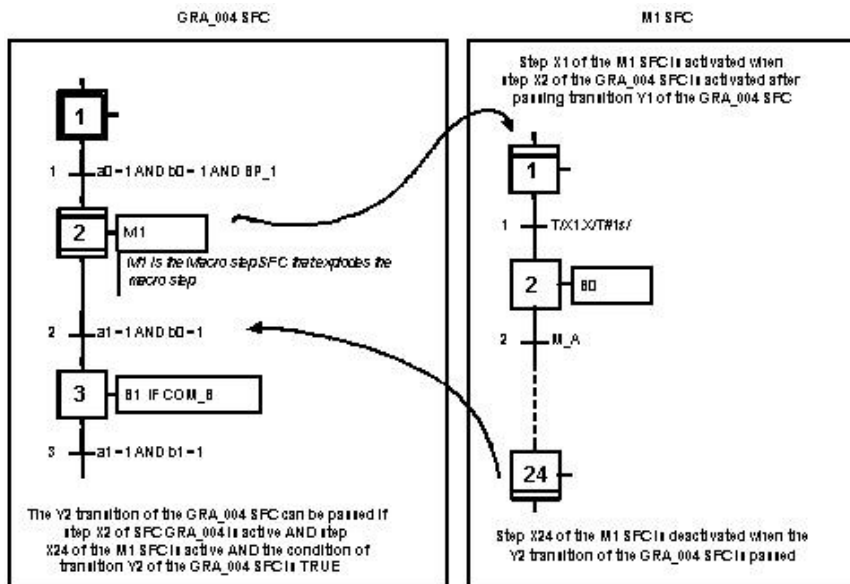


Figura 4-26 : Utilización de las macro-etapas

4.20. Forzados jerarquizados

Los forzados permiten la modificación de la situación de los gráficos de un automatismo. Se los utiliza para imponer una situación determinada a un gráfico. El forzado persistirá durante todo el tiempo en que su condición de activación sea verdadera.



En simulación, es posible forzar la activación de una etapa o el franqueo de una transición sin respetar la sintaxis del GRAFCET. No confunda esta funcionalidad con el forzado jerarquizado.

4.20.1. Utilización de los forzados jerarquizados

La forma general de un forzado es :

F/.SFC_Name.FORCED:(.SFC_Name.X??.FORCED).

Por ejemplo : F/.GRA_001.FORCED : (.GRA_001.X01.FORCED,
.GRA_001.X10.FORCED).

- F/ es el operador de forzado;
- SFC_Name.FORCED es el nombre del gráfico que será forzado;
- () es la lista de las etapas que serán forzadas, esto corresponde a la situación buscada dentro del gráfico. Se puede especificar una o varias etapas del gráfico. Si varias etapas son especificadas, se las debe separar por medio de comas. Si no se especifica ninguna etapa (), todas las etapas del gráfico son desactivadas.

Durante el forzado de un gráfico, son activadas las etapas mencionadas en la instrucción y todas las otras son desactivadas.

Estos son algunos ejemplos de uso de forzados :



Figura 4-27 : Forzado

En este ejemplo, el gráfico es forzado en la situación en que sólo las etapas 4 y 10 están activas.

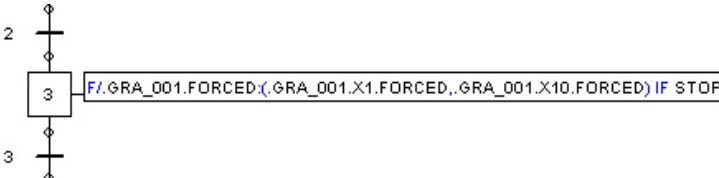


Figura 4-28 : Forzado condicionado

En este ejemplo, el gráfico es forzado en la situación en que sólo las etapas 4 y 10 de GRA_001 están activas mientras la variable STOP esté en VERDADERO.

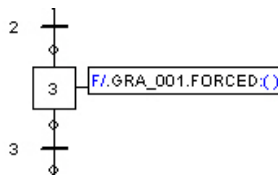


Figura 4-29 : Forzado en situación vacía

En este ejemplo, el gráfico GRA_001 es forzado en situación vacía, todas sus etapas son desactivadas. Solo la inicialización del gráfico permite reactivar su etapa inicial (GRA_001.INIT).

4.20.2. Reglas de utilización de los forzados jerarquizados

- Un gráfico no puede forzarse a si mismo.
- Un gráfico no puede forzar un gráfico del mismo nivel jerárquico.
- Un gráfico no puede forzar un gráfico de nivel jerárquico superior.
- Dos gráficos de un mismo nivel jerárquico no pueden forzar al mismo gráfico.
- Si el mismo gráfico es forzado por dos gráficos de nivel superior y diferente, todas las etapas especificadas en las dos instrucciones serán forzadas. La última instrucción activa, al desactivarse, fijará la situación del gráfico.
- Se puede forzar un gráfico incluso si este no está en marcha.

Las figuras siguientes muestran los forzados legales e ilegales :

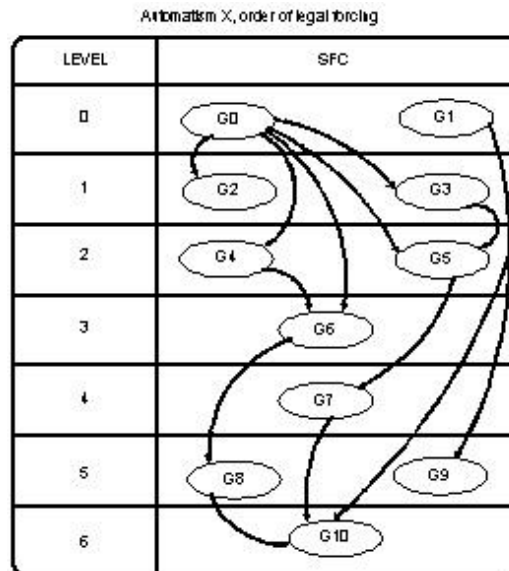


Figura 4-30 : Forzados legales

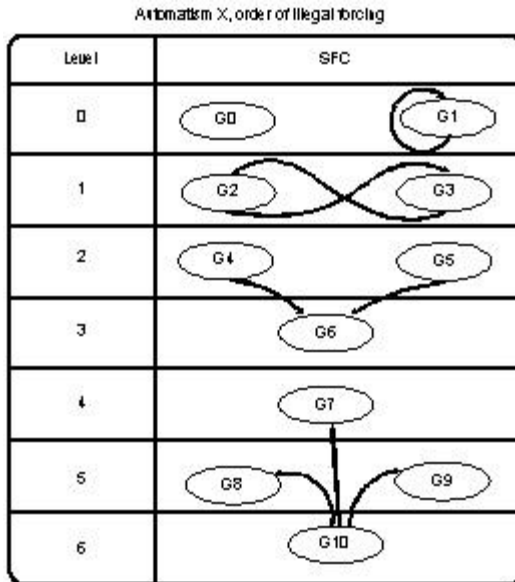


Figura 4-31 : Forzados ilegales

5. Simulación

Este capítulo agrupa los temas particulares asociados con la simulación del Grafset. Se propone iniciarlo al modo simulación de este taller. Para los diferentes comandos relacionados con la simulación de un proyecto o de un esquema, vea las *Funciones del menú Simulación* en la *Guía del usuario*.

5.1. Estados de un gráfico en simulación

En simulación, los estados del gráfico que están en el estado lógico VERDADERO aparecen en la banda de título del esquema. Cuando están en el estado lógico FALSO, son borrados.

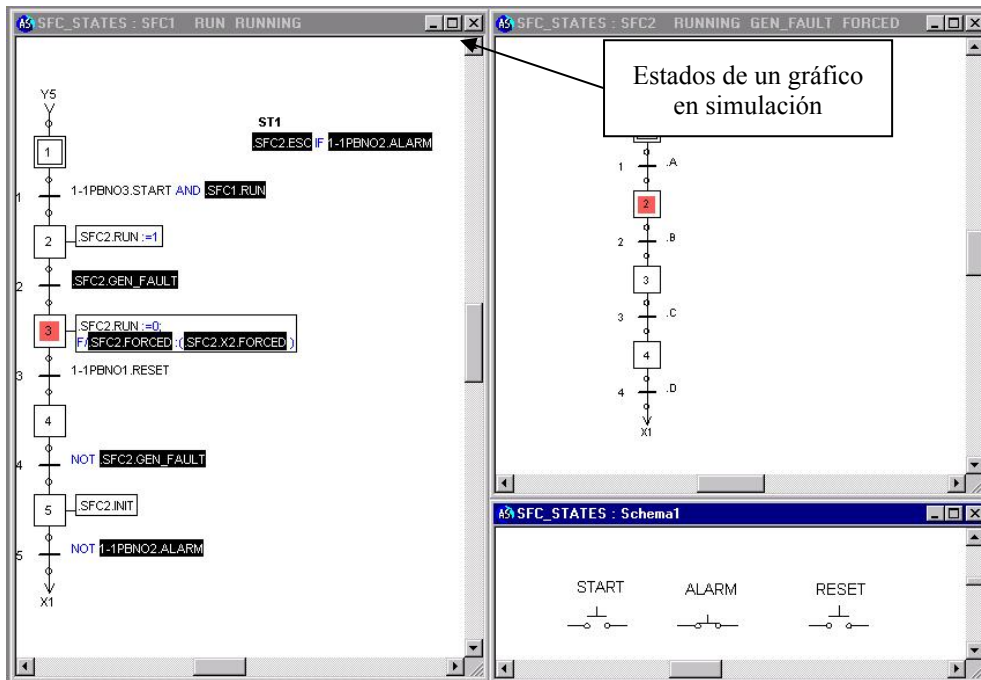


Figura 5-1 : Estados de un gráfico en simulación

5.2. Estados de una etapa y de una transición en simulación

Esta es la representación de los estados de las etapas en simulación.

Una etapa activa es señalada por medio de un cuadrado rojo fijo.



Figura 5-2 : Etapa inicial activa

Una etapa forzada es señalada por medio de un cuadrado rojo intermitente.

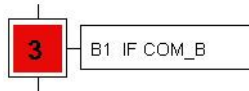


Figura 5-3 : Etapa normal activa

Una macro-etapa activa es señalada por medio de un rectángulo rojo en la parte superior de la etapa.

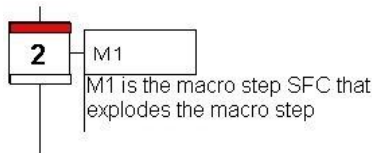


Figura 5-4 : Macro-etapa activa

Una macro-etapa activa que tiene activa la etapa de salida de su gráfico macro-etapa, es señalada por medio de un rectángulo rojo en la parte inferior de la etapa.



La etapa de entrada del gráfico macro-etapa es activada al mismo tiempo que la macro-etapa del gráfico fuente que la habilita (de hecho se trata de una divergencia en Y implícita).



Figura 5-5 : Etapa de entrada activa

- La etapa de salida del gráfico macro-etapa es desactivada al mismo tiempo que la macro-etapa del gráfico fuente que la habilita cuando se franquea la transición que sigue a la macro-etapa del gráfico fuente (de hecho se trata de una convergencia en Y implícita).



Figura 5-6 : Etapa de salida activa

- Cuando una etapa con punto de interrupción es activada, la simulación y las temporizaciones son suspendidas. Cuando el número está bloqueado, el ítem no será reenumerado al ejecutar la función de reenumeración.

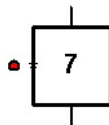


Figura 5-7 : Etapa con punto de interrupción y número bloqueado.

Esta es la representación del estado de las transiciones en simulación :

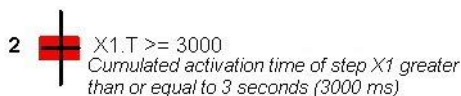


Figura 5-8 : Estado de una transición franqueable en simulación

Transición validada cuya receptividad está en VERDADERO.

- Debe notarse que franquear una transición es un evento efímero, solo la simulación paso a paso permitirá visualizarlo en la pantalla.



El Administrador de variables permite visualizar los estados y valores actuales de las variables del proyecto activo. Vea *Administrador de variables* en la *Guía del usuario*.

5.3. Gestión de los defectos de un gráfico en simulación

5.3.1. Supervisión de los tiempos de secuencia

El tiempo de secuencia de un gráfico corresponde al tiempo transcurrido entre la desactivación de la etapa inicial del gráfico y su reactivación.

Estas supervisiones serán generadas automáticamente si se ha definido ya tiempos de supervisión de secuencia en las propiedades del gráfico.



Sólo los tiempo de secuencia de los gráficos con una sola etapa inicial (etapa de entrada tratándose de macro-etapas) pueden ser supervisados. La etapa inicial debe obligatoriamente ser la etapa #1.

5.3.1.1. Tiempo de secuencia demasiado corto

El tiempo transcurre si el gráfico está en ejecución (RUNNING) y con su autorización de marcha (RUN). El gráfico es considerado en ejecución (RUNNING) si su etapa inicial no está activa. El tiempo transcurrido es vuelto a cero si el gráfico regresa a la etapa inicial (X01.X) o si el gráfico es inicializado (INIT). Si el gráfico regresa a la etapa inicial demasiado rápidamente, el defecto es señalado internamente y mantenido hasta su resolución.

Para esta supervisión, usamos las siguientes variables internas:

- SEQ_TMIN : Temporización tiempo mínimo de secuencia cuya duración es ajustable en la ventana de diálogo de las propiedades del gráfico.
- SEQ_MIN_FAULT : Defecto tiempo mínimo de secuencia
- SEQ_MIN_ACK : Comando de resolución del defecto tiempo mínimo de secuencia.
- SEQ_MIN_ACK_MEM : Memorización de la resolución del defecto tiempo mínimo de secuencia.

Las ecuaciones siguientes son generadas automáticamente y procesadas implícitamente por el programa. Representan la supervisión del tiempo de secuencia demasiado corto :

Memorización de la resolución del defecto tiempo de secuencia mínimo.

```
SFC_Name.SEQ_MIN_ACK_MEM IF      SFC_Name.SEQ_MIN_ACK
OR
(SFC_Name.SEQ_MIN_ACK_MEM
AND SFC_Name.SEQ_MIN_FAULT)
```

Detección del defecto tiempo de secuencia mínimo

```
SFC_Name.SEQ_MIN_FAULT IF :      (SFC_Name.RUNNING AND NOT
SFC_Name.SEQ_TMIN_Q AND X01.X
AND NOT INIT)
OR
(SFC_Name.SEQ_MIN_FAULT AND
NOT
SFC_Name.SEQ_MIN_ACK_MEM)
```



Se puede asignar este defecto a un indicador luminoso del taller de electricidad para obtener una visualización óptima. Esta asignación podrá efectuarse tanto en un gráfico como en un texto estructurado.



Se puede asignar un botón pulsador del taller de electricidad al comando de resolución del defecto. Esta asignación podrá efectuarse en un gráfico o en un texto estructurado.

5.3.1.2. Tiempo de secuencia demasiado largo

El tiempo transcurre si el gráfico está en ejecución (RUNNING) y con su autorización de marcha (RUN). El tiempo transcurrido es vuelto a cero si el gráfico regresa a la etapa inicial (X01.X) o si el gráfico es inicializado (INIT). Si el gráfico toma demasiado tiempo para volver a la etapa inicial, el defecto será señalado internamente y mantenido hasta su resolución.

Para esta supervisión, utilizamos las siguientes variables internas:

- SEQ_TMAX : Temporización tiempo máximo de secuencia

- SEQ_MAX_FAULT : Defecto tiempo máximo de secuencia
- SEQ_MAX_ACK : Comando de resolución del defecto tiempo máximo de secuencia.
- SEQ_MAX_ACK_MEM : Memorización de la resolución del defecto tiempo máximo de secuencia.

Las ecuaciones siguientes son generadas automáticamente y procesadas implícitamente por el programa. Representan la supervisión del tiempo de secuencia demasiado largo :

Memorización de la resolución del defecto tiempo máximo de secuencia

```
SFC_Name.SEQ_MAX_ACK_MEM IF      SFC_Name.SEQ_MAX_ACK
                                OR
                                (SFC_Name.SEQ_MAX_ACK_MEM
                                AND SFC_Name.SEQ_MAX_FAULT)
```

Detección del defecto tiempo máximo de secuencia

```
SFC_Name.SEQ_MAX_FAULT IF        SFC_Name.SEQ_TMAX_Q
                                OR
                                (SFC_Name.SEQ_MAX_FAULT AND
                                NOT
                                SFC_Name.SEQ_MAX_ACK_MEM)
```



Se puede asignar este defecto a un indicador luminoso del taller de electricidad para obtener una visualización óptima. Esta asignación podrá efectuarse tanto en un gráfico como en un texto estructurado.



Se puede asignar un botón pulsador del taller de electricidad al comando de resolución del defecto. Esta asignación podrá efectuarse tanto en un gráfico como en un texto estructurado.

5.3.2. Supervisión de los tiempos de activación de etapa

El tiempo de activación de una etapa corresponde al tiempo transcurrido entre su activación y su desactivación.

Estas supervisiones son generadas automáticamente si han sido definidas anteriormente en las propiedades de la etapa.

5.3.2.1. Tiempo de activación de etapa demasiado corto

Para cada etapa supervisada, si la etapa está activa y si el gráfico tiene su autorización de marcha (RUN) el tiempo transcurre. El tiempo transcurrido es vuelto a cero si la etapa es desactivada o si el defecto es resuelto. Si una de las etapas supervisadas no está activa por un tiempo suficiente, el defecto es señalado internamente y mantenido hasta su resolución.

Para esta supervisión, usamos las siguientes variables internas :

- `Xxx.TMIN` : Temporización tiempo mínimo de la etapa (una por cada etapa supervisada)
- `STEP_MIN_FAULT` : Defecto tiempo mínimo de la etapa (un solo defecto para todas las etapas supervisadas).
- `STEP_MIN_COND_FAULT` : Condición de defecto detectada al franqueo de una transición de etapa supervisada antes del término de la temporización `Xxx.TMIN`
- `STEP_MIN_ACK`: Comando de resolución del defecto tiempo mínimo de etapa.
- `STEP_MIN_ACK_MEM` : Memorización de la resolución del defecto tiempo mínimo de etapa.

Las siguientes ecuaciones son generadas automáticamente y procesadas implícitamente por el programa. Representan la supervisión del tiempo de etapa demasiado corto :

Memorización de la resolución del defecto tiempo mínimo de etapa

```
SFC_Name.STEP_MIN_ACK_MEM IF SFC_Name.STEP_MIN_ACK
OR
(SFC_Name.STEP_MIN_ACK_MEM
AND SFC_Name.STEP_MIN_FAULT)
```

Detección del defecto tiempo mínimo de etapa

```
SFC_Name.STEP_MIN_FAULT IF SFC_Name.STEP_MIN_Y?_COND_FAULT
OR
(SFC_Name.STEP_MIN_FAULT AND
NOT
SFC_Name.STEP_MIN_ACK_MEM)
```

donde `Y?.COND_FAULT` existe para cada transición de una etapa cuyo tiempo de activación mínimo es supervisado.



Se puede asignar este defecto a un indicador luminoso del taller de electricidad para obtener una visualización óptima. Esta asignación puede efectuarse tanto en un gráfico como en un texto estructurado.



Se puede asignar un botón pulsador del taller de electricidad al comando de resolución del defecto. Esta asignación puede efectuarse tanto en un gráfico como en un texto estructurado.

5.3.2.2. *Tiempo de activación de etapa demasiado largo*

Para cada etapa supervisada, si la etapa está activa y si el gráfico tiene su autorización de marcha (RUN), el tiempo transcurre. El tiempo transcurrido es vuelto a cero si la etapa es desactivada o si el defecto es resuelto. Si una de las etapas supervisadas queda activa durante demasiado tiempo, el defecto es señalado internamente y mantenido hasta su resolución.

Para esta supervisión, usamos las siguientes variables internas :

- Xxx.TMAX : Temporización tiempo máximo de la etapa (una por cada etapa supervisada)
- STEP_MAX_FAULT : Defecto tiempo máximo de la etapa (un solo defecto para todas las etapas supervisadas).
- STEP_MAX_ACK : Comando de resolución del defecto tiempo máximo de etapa.
- STEP_MAX_ACK_MEM : Memorización de la resolución del defecto tiempo máximo de etapa.

Las siguientes ecuaciones son generadas automáticamente y procesadas implícitamente por el programa. Representan la supervisión del tiempo de etapa demasiado largo :

Memorización de la resolución del defecto tiempo máximo de etapa

```
SFC_Name.STEP_MAX_ACK_MEM IF      SFC_Name.STEP_MAX_ACK
                                     OR
                                     (SFC_Name.STEP_MAX_ACK_MEM
                                     AND SFC_Name.STEP_MAX_FAULT)
```

Detección del defecto tiempo máximo de etapa

```
SFC_Name.STEP_MAX_FAULT IF      SFC_Name.Xxx.TMAX_Q
```



```

OR
SFC_Name.Xyy.TMAX_Q
OR
SFC_Name.Xzz.TMAX_Q
OR
(SFC_Name.STEP_MAX_FAULT AND
NOT
SFC_Name.STEP_MAX_ACK_MEM)

```



Se puede asignar este defecto a un indicador luminoso del taller de electricidad para obtener una visualización óptima. Se puede efectuar esta asignación tanto en un gráfico como en un texto estructurado.



Se puede asignar un botón pulsador del taller de electricidad al comando de resolución del defecto. Se puede efectuar esta asignación tanto en un gráfico como en un texto estructurado.

5.3.3. Generación del defecto general del gráfico

El defecto general del gráfico consiste en la reunión de todos los defectos del gráfico, más la condición externa de seguridad ESC. Tal reunión es efectuada implícitamente por el programa de la manera siguiente:

```

SFC_Name.GEN_FAULT :   SFC_Name.STEP_MAX_FAULT
OR
SFC_Name.STEP_MIN_FAULT
OR
SFC_Name.SEQ_MIN_FAULT
OR
SFC_Name.SEQ_MAX_FAULT
OR
SFC_Name.ESC

```



La condición externa de seguridad ESC puede ser asignada tanto en un gráfico como en un texto estructurado.

5.4. Disposición de las ventanas

Para abordar el modo simulación de su primer proyecto (SFC_PNEU_FR.PR5 en la carpeta EXERCICES del programa) organice sus ventanas de manera tal que sea posible ver el esquema de la Parte Operativa y el del Grafcet al mismo tiempo.

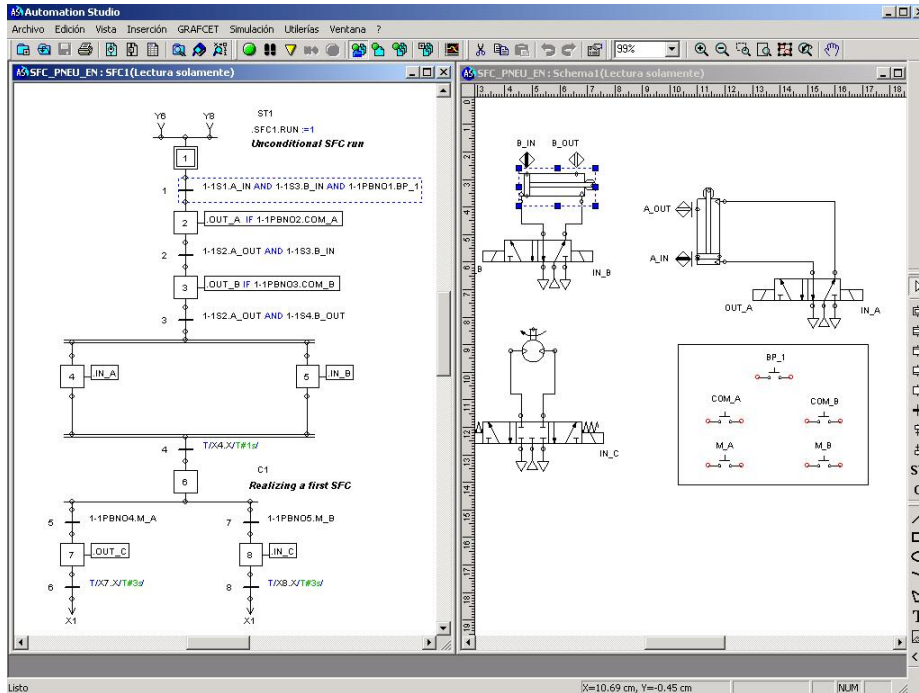


Figura 5-9 : Disposición de las diferentes ventanas

5.5. Simulación de un proyecto

Para simular un proyecto :

1. Elija « Simulación » → « Proyecto ».



2. Active un modo de simulación del menú « Simulación ».

El modo simulación es puesto en marcha.

1. Para observar el comportamiento de cada ciclo de cálculo de la simulación, elija el comando « Paso a paso » del menú « Simulación ».

o



Pulse en el botón « Paso a paso » en la barra de herramientas.

La simulación avanza de un paso (un ciclo) con cada pulso del botón izquierdo del ratón. Para cada ciclo, se efectúa así un cálculo para determinar el nuevo estado de los componentes.

Aquí, las etapas activas, y las acciones en proceso aparecen encuadradas en rojo.

5.5.1. Intervenciones del usuario

En simulación usted puede alterar el estado de un componente forzando su activación con ayuda del ratón.

Para ejemplificar, si se quiere activar el botón pulsador S1 o el interruptor multiposición cuando usted está en Simulación :

1. Desplace el cursor sobre el componente.



El cursor adquiere la forma de una mano. La mano simboliza la posibilidad de intervenir durante la simulación.



Figura 5-10 : Ejemplos de forzado de un botón pulsador
NA

2. Pulse en el botón pulsador del componente. El modo Simulación permite que el componente reaccione al gesto del cursor.
3. Suelte el botón del ratón, el componente retoma su aspecto inicial.

Procedimiento para acceder al forzado de la activación de una etapa o del franqueo de una transición en simulación :

1. Una vez que la simulación es puesta en marcha, ubique el cursor del ratón sobre una ETAPA o una TRANSICIÓN.
2. Pulse en el botón derecho del ratón.
3. El menú contextual se abre en la pantalla.
4. Elija la función « Forzar la etapa » o « Forzar la transición » según lo que corresponda.

La etapa es entonces activada o la transición franqueada independientemente de la evolución normal del Grafset. Para que el franqueo de una transición active la etapa siguiente, la etapa precedente debe estar activa, si no el franqueo de la transición no tendrá ningún efecto.

5.5.2. Simulación del proyecto SFC_PNEU_FR.PR5 o SFC_HYDRO_FR.PR5

Para simular el proyecto SFC_PNEU_FR.PR5 o el proyecto SFC_HYDRO_FR.PR5 :

1. Pulse en el botón de simulación.
El grafcet Grafcet es puesto en marcha y la etapa 1 es activada.
2. Pulse en el botón pulsador PB_1.
La etapa 2 es entonces activada.
3. Pulse en COM_A.
El cilindro A levanta la carga.
4. Pulse en COM_B.
El cilindro B empuja la carga a la derecha.
5. Durante las etapas 4 y 5, los dos cilindros efectúan sus respectivas carreras de entrada.
6. Pulse en M_A o M_B para enviar la carga al contenedor de la izquierda o al de la derecha.

La etapa 1 es reactivada. Al pulsar en PB_1, se podrá desplazar una nueva carga.

5.6. Posibles causas de problemas

5.6.1. Errores de estructura

El editor de GRAFCET no analiza los errores de lógica durante la etapa de la construcción de un Grafcet. Se limita a indicar las transiciones/etapas que se encuentran sin conexión. Es decir que con el editor se puede crear lo que se quiera, pero el resultado no será necesariamente un Grafcet funcional.

El problema va a plantearse cuando se trata de pilotear o de simular el Grafcet. Aquí es absolutamente necesario que el Grafcet creado por medio del editor sea conforme a la norma. Cuando se pone en marcha una simulación, aparecen mensajes de error y/o de advertencia en la ventana de mensajes pero la simulación es de todas maneras ejecutada aplicando las cinco reglas de evolución del Grafcet. Estas reglas son las siguientes :

1. La situación inicial de un Grafcet caracteriza el comportamiento inicial de la Parte de control con respecto a la Parte Operativa, al operador y/o a elementos exteriores. La situación inicial corresponde a las etapas activas al inicio del funcionamiento : tales etapas son las etapas iniciales.

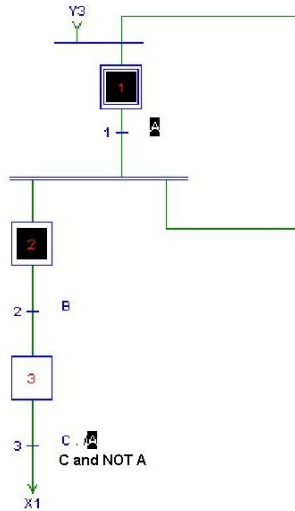


Figura 5-12 : Regla 5 del GRAFCET (continuación)

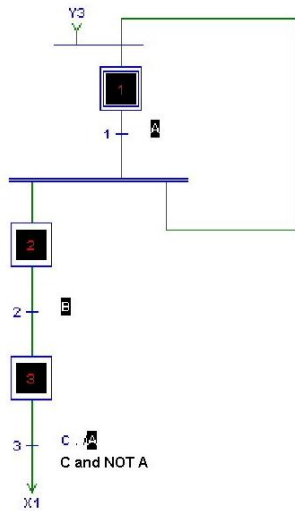


Figura 5-13 : Regla 5 del GRAFCET (continuación)

5.6.2. Errores de sintaxis

El editor detecta los errores de sintaxis en las etapas, las transiciones y los textos estructurados. Los elementos en defecto aparecen con el color específico de los componentes en defecto.

Cuando se pone en marcha una simulación, aparecen mensajes de error y/o de advertencia en la ventana de mensajes, pero la simulación es de todas maneras ejecutada. Si una de las acciones de una etapa es errónea, tales acciones son ignoradas. Si una receptividad de una transición es errónea o está ausente, se la considera invariablemente como falsa. Si un texto estructurado es erróneo, se lo ignora.

6. Ejercicios

Este capítulo presenta dos ejercicios que le permitirán familiarizarse con la realización y la simulación de distintos circuitos con Grafcet.

6.1. Ejercicio 1 - Circuito de control de un taladro

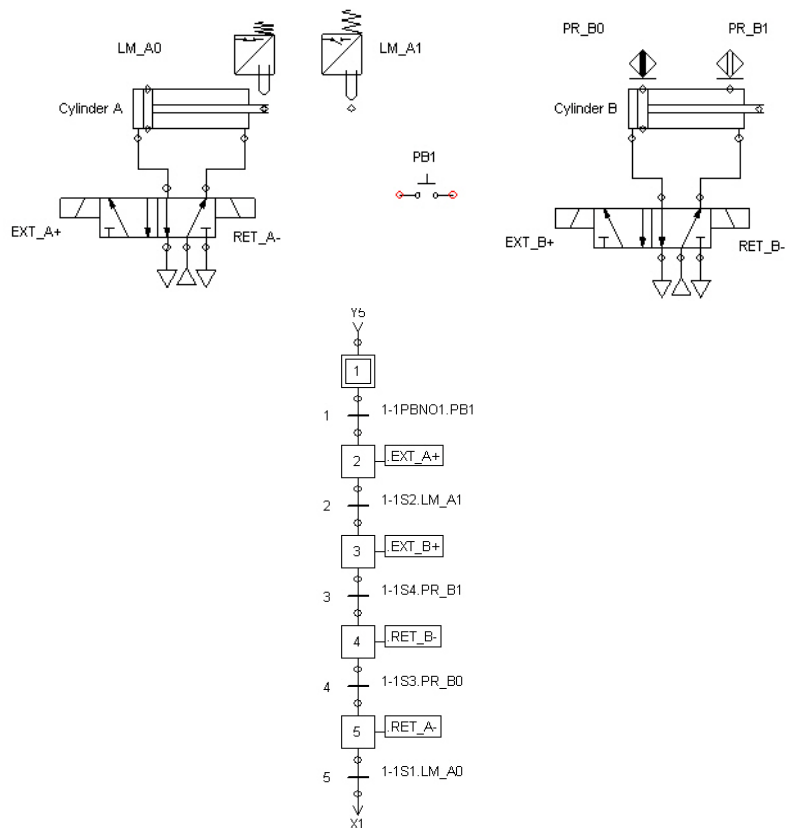


Figura 6-1 : Circuito y control Grafcet de un taladro

6.1.1. Descripción de la Parte Operativa del circuito

Uno de los componentes que integran el taladro es el cilindro horizontal A. El rol de este primer cilindro consiste en fijar la pieza que se desea perforar. Un segundo cilindro B asume la operación de perforación. Al dar la orden de puesta en marcha, se produce un movimiento de salida del vástago del cilindro A. Se produce a continuación un movimiento de descenso y luego de ascenso del vástago del cilindro B. El ciclo es completado con el retorno a la posición inicial del vástago del cilindro A. El control de cada cilindro es asegurado por una válvula 5/2 (12) controlada de cada lado por un solenoide. Los movimientos del vástago del cilindro A son detectados por dos sensores de posición mecánica : LM_A0 y LM_A1. Los del vástago del cilindro B son detectados por dos sensores de proximidad : PR_B0 y PR_B1.

Cuatro variables internas globales son usadas con el fin de controlar los solenoides :

- .EXT_A+ ;
- .RET_A- ;
- .EXT_B+ ;
- .RET_B-.

Para poder utilizar estas variables, usted debe primero crearlas.

El archivo EXER_1_SFC_PNEU_FR.PR5 (neumático) o EXER_1_SFC_HYDRO_FR.PR5 (hidráulico) que contiene este ejemplo se encuentra en la carpeta EXERCICES de este programa.

6.1.2. Grafcet

El ciclo de funcionamiento del taladro es representado por el Grafcet.

Este último está compuesto por :

1. Cinco etapas (X1, X2, X3, X4 y X5). Cada etapa de este gráfico tiene asociada una acción salvo la etapa inicial.
2. Cinco transiciones (Y1, Y2, Y3, Y4 y Y5). Cada transición de este gráfico tiene asociada una receptividad.

6.1.2.1. Descripción del funcionamiento

Cuando ha terminado el circuito, usted puede pasar al modo Simulación para verificar el funcionamiento.

1. Elija el comando « Proyecto » del menú « Simulación », y el comando « Normal » del mismo menú.
o



Pulse en el botón « Simular el proyecto » en la barra de herramientas para seleccionar el conjunto del proyecto.



Pulse en el botón « Simulación en modo normal » en la barra de herramientas.

El modo simulación es puesto en marcha.

Esto permite ubicar al Grafcet en su etapa inicial, etapa X1. El circuito es puesto en tensión por primera vez.

1. Oprima el botón-pulsador PB_1 para comenzar.

Cuando el botón-pulsador PB_1 es oprimido, la transición Y1 pasa al estado VERDADERO y el control pasa a la etapa X2, se produce la salida del vástago del cilindro A.

2. LM_A1 es activado al final de la carrera del vástago y permite el paso a la etapa X3.

La acción asociada con esta etapa es la salida del vástago del cilindro B. El final de carrera es detectado por el sensor de proximidad PR_B1 que es activado.

3. En ese momento, la etapa X4 es activada y se produce el retorno del vástago del cilindro B.

4. La activación de la etapa X5 es posible cuando el sensor de proximidad PR_B0 es activado, lo que indica el retorno completo del vástago del cilindro B.

Cuando la etapa X5 está activa, el vástago del cilindro A efectúa su retorno y el automatismo vuelve a la etapa inicial X1.

5. La activación del pulsador PB_1 es necesaria para el reinicio de otro ciclo de funcionamiento. Si se mantiene apretado este botón, el ciclo funciona de manera continua.

6.2. Ejercicio 2 - Circuito de control de una unidad de perforación

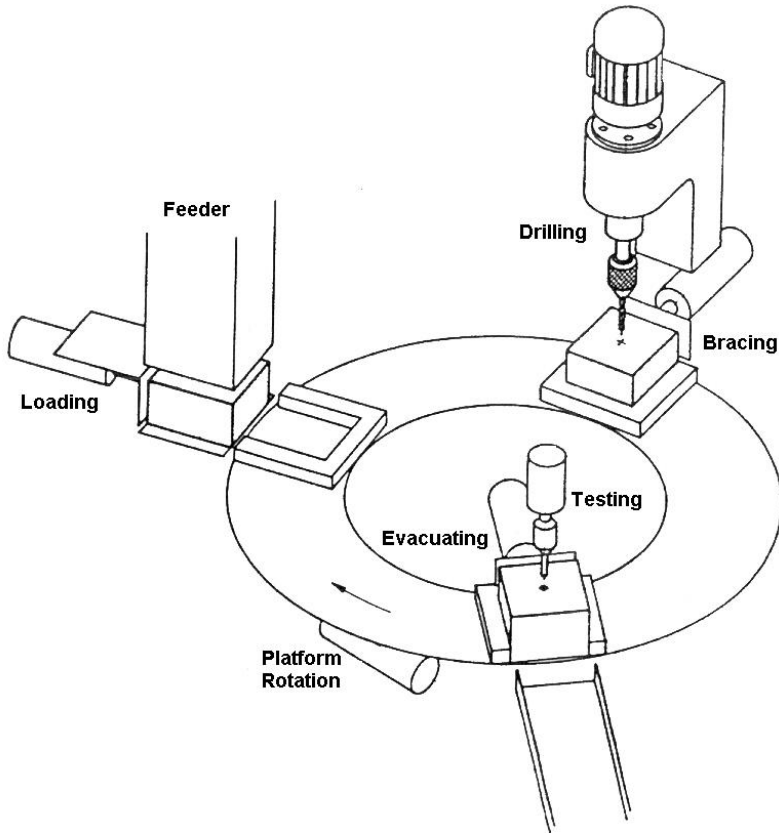


Figura 6-2 : Célula de perforación

Este ejercicio combina todas las funcionalidades ofrecidas por el taller GRAFCET. Ofrece un enfoque de programación estructurada basada en la GEMMA (*Guide d'Étude des Modes de Marche et Arrêt*). Está dirigido a los estudiantes que asimilan nociones avanzadas y a los programadores experimentados que desean profundizar en el tema de los automatismos GRAFCET.

El ejercicio presenta primero la Parte Operativa del automatismo. Luego el control cableado del automatismo y para terminar la estructura y el Grafcet del mismo.

La simulación le permitirá seguir atentamente el curso de la evolución del automatismo e introducir defectos para comprender adecuadamente el empleo de los defectos de gráfico y de las instrucciones de control.

El archivo EXER_2_PNEU_FR.PR5 (neumático) o EXER_2_HYDRO_FR.PR5 (hidráulico) que contiene este ejemplo se encuentra en la carpeta EXERCICES de este programa.

6.2.1. Descripción de la Parte Operativa

La Parte Operativa del automatismo incluye :

- Un panel de control ;
- Una placa de montaje fijada sobre una mesa giratoria ;
- Un puesto de alimentación de piezas ;
- Un puesto de fijación y perforación de piezas ;
- Un puesto de prueba y de evacuación.

El alimentador puede contener 25 piezas. Un visualizador indica al operador el número de piezas restantes. Un indicador luminoso amarillo se enciende cuando el alimentador está vacío. En ese caso, el sistema queda en marcha pero se detiene al término del ciclo en espera de nuevas piezas. Un botón pulsador permite al operador el reseteo del contador después de haber efectuado la carga del alimentador.

El puesto de perforación fija la pieza que va a ser trabajada, baja el taladro a velocidad rápida en aproximación y luego a velocidad lenta. El taladro sube a continuación a velocidad lenta hasta liberar el espacio y luego continua a velocidad rápida. Al final, la pieza queda libre.

El último puesto verifica si la pieza ha sido perforada correctamente. Evacua así las piezas bien perforadas. Si hay una pieza defectuosa, el puesto se ubica para que el operador pueda retirarla y genera una alarma para señalar el defecto. Durante ese lapso de tiempo, el sistema queda parado y el motor del árbol de rotación es detenido. Luego del retiro de la pieza defectuosa, el operador puede poner en marcha de nuevo al sistema o comandar el paro completo del sistema en la posición en la que se encuentra.

Cuando los tres puestos han completado sus operaciones, la mesa giratoria es indexada de una posición.

El sistema puede funcionar en modo manual, semi-automático (cicle por cicle) o automático.

Luego de un defecto, puede retomar la producción en donde había sido interrumpida u ordenar el paro inmediato y completo del sistema en la posición en la que se encuentra.

Salvo cuando se retoma la producción luego de un defecto, todo rearranque del sistema opera una inicialización mecánica de sus componentes móviles a su posición inicial.

El operador puede en todo momento imponer una pausa al sistema, este queda entonces fijo en su posición y el motor del árbol rotativo se detiene.

Un indicador de confirmación de funcionamiento se prende y se apaga durante el arranque, la parada normal, la pausa o el tratamiento de un defecto. Quedará prendido durante el funcionamiento normal.

Estos puestos son descriptos en las secciones siguientes.

6.2.1.1. Puesto de alimentación

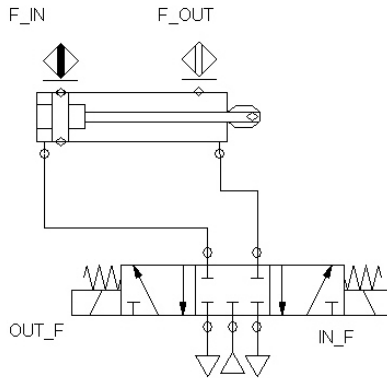


Figura 6-3 : Puesto de alimentación en piezas de la unidad de perforación

Este puesto comprende un cilindro horizontal F. El rol de este primer cilindro consiste en alimentar con piezas al sistema. El arranque genera un movimiento de salida del vástago del cilindro F. Esto hace que una pieza salga de un distribuidor. El ciclo termina con el retorno del vástago del cilindro F a su posición de origen. El control del cilindro es asumido por una válvula 5/3 controlada de cada lado por dos solenoides (OUT_F y IN_F) con muelle de retorno a la posición central. Los movimientos del vástago del cilindro F son detectados por dos sensores de posición mecánica : F_IN y F_OUT.

6.2.1.2. Puesto de fijación y perforación

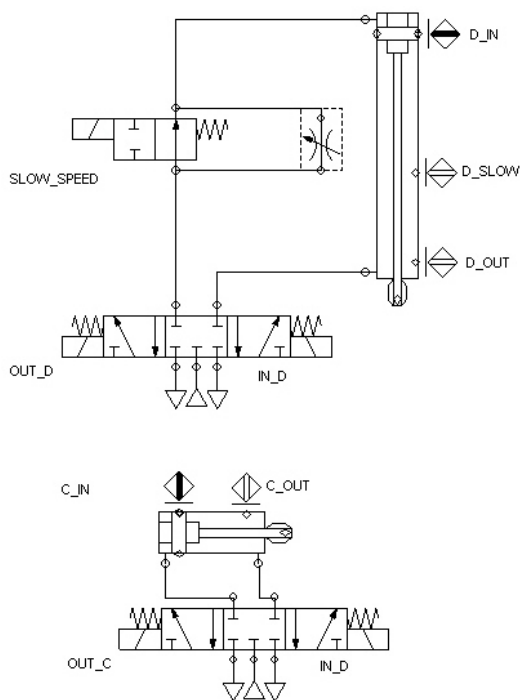


Figura 6-4 : Puesto de fijación y perforación de la unidad

Este puesto comprende dos cilindros, D y C. Se introduce una restricción en el circuito a través de la activación del solenoide D_SLOW_SPEED para permitir la velocidad lenta del cilindro D. El rol del cilindro horizontal C consiste en fijar la pieza. El cilindro D se encarga de la perforación.

Al arrancar se produce un movimiento de salida del vástago del cilindro C.

Luego se produce un movimiento de descenso rápido del vástago del cilindro D. Cuando el solenoide D_SLOW_SPEED es activado en el Grafcet como efecto de la activación del sensor D_SLOW, el vástago del cilindro D continúa su movimiento pero a velocidad lenta. A continuación, el cilindro D realiza un movimiento de ascenso lento. Este movimiento se acelera cuando el solenoide D_SLOW_SPEED es desactivado por el Grafcet porque el sensor D_SLOW queda desactivado durante el ascenso.

El ciclo queda completado por el retorno a la posición inicial del vástago del cilindro C. El control de cada cilindro es asumido por una válvula 5/3, estando cada una de ellas controlada a ambos lados por dos solenoides (OUT_C, IN_C, OUT_D, IN_D) con muelle de retorno a la

posición central. Los movimientos del vástago del cilindro C son detectados por dos sensores de proximidad : C_IN y C_OUT. Los del vástago del cilindro D son detectados por tres sensores de proximidad: D_IN, D_SLOW y D_OUT.

La tercera válvula sirve para introducir una restricción en el circuito para realizar la velocidad lenta. Se trata de una válvula 4/2 controlada por un lado con un solenoide con muelle de retorno.

6.2.1.3. Puesto de prueba y evacuación

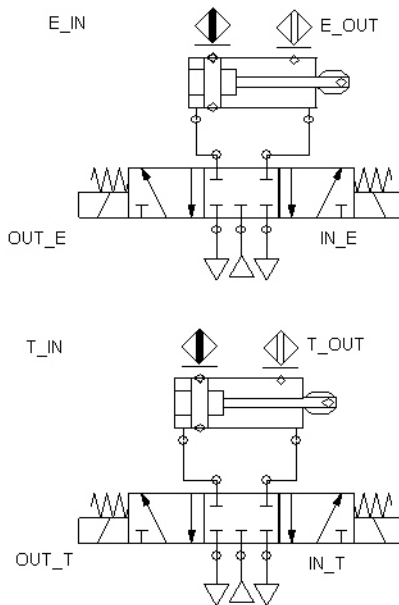


Figura 6-5 : Puesto de prueba y evacuación de la unidad de perforación

Este puesto comprende dos cilindros, T y E. El rol del cilindro vertical T consiste en verificar si la pieza ha sido correctamente perforada con el fin de detectar la ruptura de la mecha. El cilindro horizontal E se encarga de la operación de evacuación de la pieza a la cinta transportadora de salida.

Al arrancar, hay un movimiento de descenso y luego de ascenso del vástago del cilindro T. A continuación se produce un movimiento de salida del vástago del cilindro E para evacuar la pieza. El ciclo termina con el retorno a la posición inicial del vástago del cilindro E.

El control de cada cilindro es asumido por una válvula 5/3 controlada de ambos lados por solenoides. Los movimientos del vástago del cilindro T son detectados por dos sensores de

proximidad : T_IN y T_OUT. Los del vástago del cilindro E son detectados por dos sensores de proximidad : E_IN y E_OUT.

6.2.1.4. **Indexado de la mesa de la unidad de perforación**

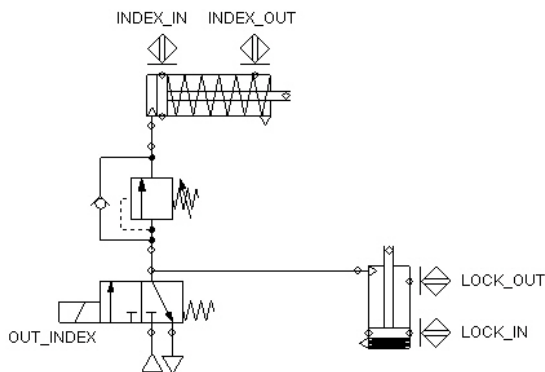


Figura 6-6 : Indexado de la mesa de la unidad de perforación

Este puesto comprende una mesa giratoria accionada por un cilindro horizontal INDEX con retorno por muelle, bloqueado en posición por un segundo cilindro LOCK con salida por muelle. El rol del cilindro INDEX consiste en indexar de una posición a la mesa. Al dar la orden de puesta en marcha, hay un movimiento de retorno del cilindro LOCK para dejar libre la mesa, seguido de la salida del vástago del cilindro INDEX. El ciclo termina con el retorno a la posición inicial del vástago del cilindro LOCK y a la del cilindro INDEX, lo que viene a confirmar el indexado de una posición de la mesa. El control del cilindro es asegurado por una válvula 3/2 controlada de un solo lado por solenoide con retorno por muelle. Los movimientos del vástago del cilindro INDEX son detectados por dos sensores de proximidad : INDEX_IN y INDEX_OUT, y los del cilindro LOCK por dos otros sensores de proximidad: LOCK_IN (posición bloqueada) y LOCK_OUT (posición liberada).

6.2.2. Descripción del control cableado

6.2.2.1. Panel de control

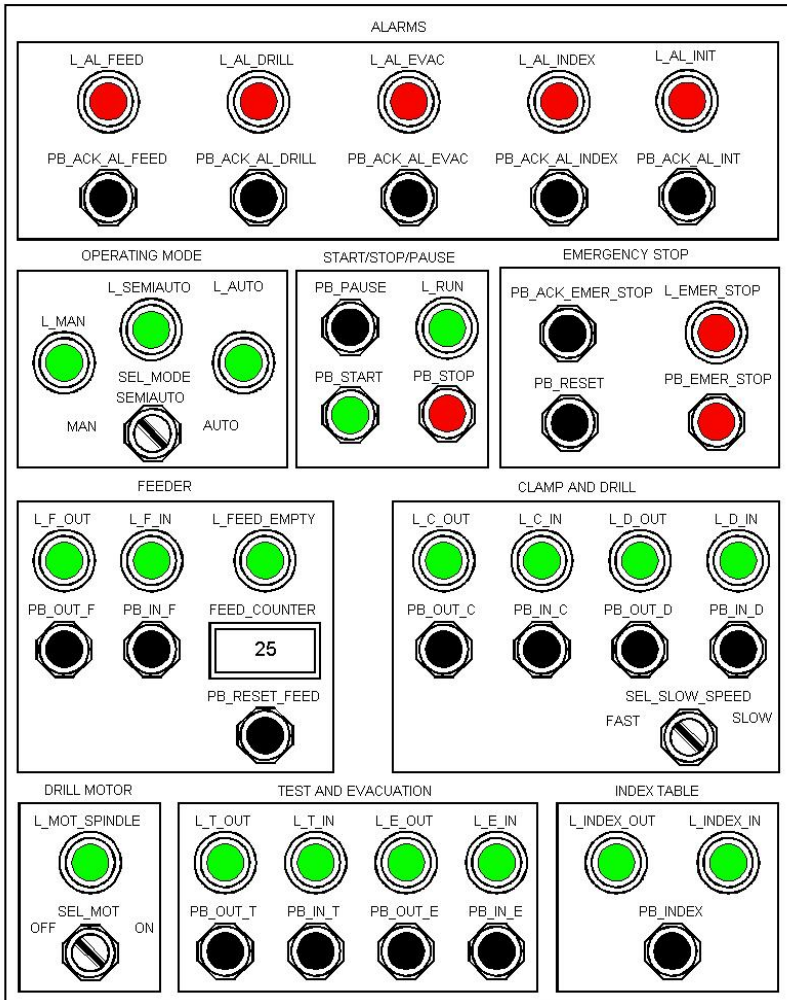


Figura 6-7 : Panel de control

Este panel de control es implementado en la forma de un esquematismo eléctrico simulado. Comprende los siguientes elementos:

ELEMENTOS	DESCRIPCIÓN
<i>BOTONES PULSADORES :</i>	
PB_ACK_EMER_STOP (NO)	Resolución de la parada de emergencia.
PB_EMER_STOP (NC)	Parada de emergencia.
PB_RESET (NO)	Reseteo.
PB_START (NO)	Puesta en marcha (modos auto y semi-auto).
PB_STOP (NO)	Parada (modos auto y semi-auto).
PB_PAUSE (NO)	Pausa del sistema (función alternativa).
PB_OUT_F (NO)	Salida del cilindro F para insertar una pieza (modo manual).
PB_IN_F (NO)	Retorno del cilindro F (modo manual).
PB_OUT_C (NO)	Salida del cilindro C para fijar una pieza (modo manual).
PB_IN_C (NO)	Retorno del cilindro C (modo manual).
PB_OUT_D (NO)	Salida del cilindro D para perforar una pieza (modo manual).
PB_IN_D (NO)	Retorno del cilindro D (modo manual).
PB_OUT_E (NO)	Salida del cilindro E para evacuar una pieza (modo manual), este cilindro no debe salir si el cilindro T está desplegado.
PB_IN_E (NO)	Retorno del cilindro E (modo manual).
PB_OUT_T (NO)	Salida del cilindro T para verificar que la pieza está perforada (modo manual), este cilindro no debe salir si el cilindro E está desplegado.
PB_IN_T (NO)	Retorno del cilindro T (modo manual).
PB_INDEX (NO)	Salida del cilindro INDEX para indexar la mesa (modo manual).
PB_RESET_FEED (NO)	Reseteo del contador de piezas.
PB_ACK_AL_FEED (NO)	Resolución del defecto del puesto de alimentación.
PB_ACK_AL_DRILL (NO)	Resolución del defecto del puesto de perforación.
PB_ACK_AL_EVAC (NO)	Resolución del defecto del puesto de evacuación.
PB_ACK_AL_INIT (NO)	Resolución del defecto durante la inicialización.

ELEMENTOS	DESCRIPCIÓN
PB_ACK_AL_INDEX (NO)	Resolución del defecto de indexación de la mesa.
<i>SELECTORES :</i>	
SEL_MODE (3 posiciones)	Selección del modo de marcha, manual (posición izquierda), semi-automática (posición central) y automática (posición derecha).
SEL_MOT (2 posiciones)	Puesta en marcha manual del motor del árbol rotativo, posición izquierda en reposo, posición derecha en marcha).
SEL_SLOW_SPEED (2 posiciones)	Selección de la velocidad lenta del cilindro D en marcha manual : posición izquierda, velocidad normal; posición derecha, velocidad lenta.
<i>CONTADOR :</i>	
FEED_COUNTER	Contador de piezas. Cuenta el número de piezas introducidas en el sistema a cada salida del cilindro F. Se lo ajusta según el número de piezas que pueden ser cargadas en el alimentador.
<i>RELÉS AUXILIARES</i>	
CR_EMER_STOP	Relé de parada de emergencia.
MCR	Relé maestro que corta la alimentación de los cilindros.
CR_AUTO	Relé que autoriza la marcha automática.
CR_SEMIAUTO	Relé que autoriza la marcha semi-automática.
CR_MAN	Relé que autoriza la marcha manual.
CR_SPINDLE	Relé auxiliar para activación del motor del árbol rotativo.
CR_FEED_EMPTY	Alimentador vacío.
<i>SOLENOIDES</i>	
OUT_F	Salida del cilindro F.
IN_F	Retorno del cilindro F.
OUT_C	Salida del cilindro C.
IN_C	Retorno del cilindro C.
OUT_D	Salida del cilindro D.
IN_D	Retorno del cilindro D.

ELEMENTOS	DESCRIPCIÓN
OUT_E	Salida del cilindro E.
IN_E	Retorno del cilindro E.
OUT_T	Salida del cilindro T.
IN_T	Retorno del cilindro T.
OUT_INDEX	Indexado de la mesa, una posición.
D_SLOW_SPEED	Activación de la velocidad lenta para el cilindro D.
<i>INDICADORES LUMINOSOS</i>	
L_EMER_STOP	Indicador rojo, parada de emergencia.
L_AUTO	Indicador verde, modo automático.
L_SEMIAUTO	Indicador verde, modo semi-automático.
L_MAN	Indicador verde, modo manual.
L_F_IN	Cilindro F alimentador en posición de reposo (verde).
L_F_OUT	Cilindro F alimentador en posición de salida (verde).
L_FEED_EMPTY	Alimentador vacío (amarillo).
L_C_IN	Cilindro C fijación en posición de reposo (verde).
L_C_OUT	Cilindro C fijación en posición de salida (verde).
L_D_IN	Cilindro D perforación en posición de reposo (verde).
L_D_OUT	Cilindro D perforación en posición de salida (verde).
L_E_IN	Cilindro E evacuación en posición de reposo (verde).
L_E_OUT	Cilindro E evacuación en posición de salida (verde).
L_T_IN	Cilindro T prueba en posición de reposo (verde).
L_T_OUT	Cilindro T prueba en posición de salida (verde).
L_INDEX_IN	Cilindro INDEX mesa giratoria en posición de reposo (verde).
L_INDEX_OUT	Cilindro INDEX mesa giratoria en posición de salida (verde).
L_MOT_SPINDLE	Motor del árbol rotativo en marcha (verde).

ELEMENTOS	DESCRIPCIÓN
L_RUN	Sistema en marcha en modo automático ou semi-automático (verde).
L_AL_FEED	Defecto del puesto de alimentación (rojo).
L_AL_DRILL	Defecto del puesto de perforación (rojo).
L_AL_EVAC	Defecto del puesto de evacuación (rojo).
L_AL_INDEX	Defecto de indexación de la mesa (rojo).
L_AL_INIT	Defecto durante la simulación (rojo).
<i>MOTORES</i>	
MOT	Motor del árbol rotativo (110 Vca).
<i>ENTRADAS</i>	
EMERGENCY_STOP (IN 0)	Parada de emergencia.
START (IN 1)	Puesta en marcha.
STOP (IN 2)	Parada.
PAUSE (IN 3)	Pausa del sistema, función alternativa.
AUTO (IN 4)	Modo automático.
SEMI_AUTO (IN 5)	Modo semi-automático.
MAN (IN 6)	Modo manual.
PR_F_IN (IN 7)	Cilindro F en posición de reposo
PR_F_OUT (IN 8)	Cilindro F en posición de salida.
FEED_EMPTY (IN 9)	Alimentador vacío.
PR_C_IN (IN 10)	Cilindro C en posición de reposo.
PR_C_OUT (IN 11)	Cilindro C en posición de salida.
PR_D_IN (IN 12)	Cilindro D en posición de reposo.
PR_D_OUT (IN 13)	Cilindro D en posición de salida.
PR_T_IN (IN 14)	Cilindro T en posición de reposo.
PR_T_OUT (IN 15)	Cilindro T en posición de salida.
PR_E_IN (IN 16)	Cilindro E en posición de reposo.
PR_E_OUT (IN 17)	Cilindro E en posición de salida.

ELEMENTOS	DESCRIPCIÓN
CONF_MOT (IN 18)	Confirmación motor del árbol rotativo en marcha.
PR_INDEX_IN (IN 19)	Cilindro INDEX en posición de reposo.
PR_INDEX_OUT (IN 20)	Cilindro INDEX en posición de salida.
PR_LOCK_IN (IN 21)	Cilindro LOCK en posición de reposo.
PR_LOCK_OUT (IN 22)	Cilindro LOCK en posición de salida.
ACK_AL_FEED (IN 23)	Resolución del defecto en el puesto de alimentación.
ACK_AL_DRILL (IN 24)	Resolución del defecto en el puesto de perforación.
ACK_AL_EVAC (IN 25)	Resolución del defecto en el puesto de evacuación.
ACK_AL_INIT (IN 26)	Resolución del defecto durante la inicialización.
ACK_AL_INDEX (IN 27)	Resolución del defecto de la mesa giratoria.
PR_D_SLOW (IN 28)	Cilindro D en posición Velocidad Lenta.
<i>SALIDAS</i>	
SOL_OUT_F (OUT 0)	Salida del cilindro F.
SOL_IN_F (OUT 1)	Retorno del cilindro F.
SOL_OUT_C (OUT 2)	Salida del cilindro C.
SOL_IN_C (OUT 3)	Retorno del cilindro C.
SOL_OUT_D (OUT 4)	Salida del cilindro D.
SOL_IN_D (OUT 5)	Retorno del cilindro D.
SOL_OUT_E (OUT 6)	Salida del cilindro E.
SOL_IN_E (OUT 7)	Retorno del cilindro E.
SOL_OUT_T (OUT 8)	Salida del cilindro T.
SOL_IN_T (OUT 9)	Retorno del cilindro T.
SOL_INDEX (OUT 10)	Indexado de la mesa, una posición.
SPINDLE (OUT 11)	Motor del árbol rotativo.
SOL_SLOW_SPEED (OUT 12)	Activación de la velocidad lenta para el cilindro D.
AL_FEED (OUT 13)	Defecto en el puesto de alimentación.
AL_DRILL (OUT 14)	Defecto en el puesto de perforación.

ELEMENTOS	DESCRIPCIÓN
AL_EVAC (OUT 15)	Defecto en el puesto de evacuación.
AL_INDEX (OUT 16)	Defecto en la mesa giratoria.
AL_INIT (OUT 17)	Defecto durante la inicialización mecánica.
RUN (OUT 18)	Confirmación de funcionamiento del sistema en modo automático ou semi-automático.

6.2.2.2. Controles

El esquema de control procesa las paradas de emergencia y los modos de funcionamiento. Alimiente los solenoides de control según los controles y el modo de funcionamiento.

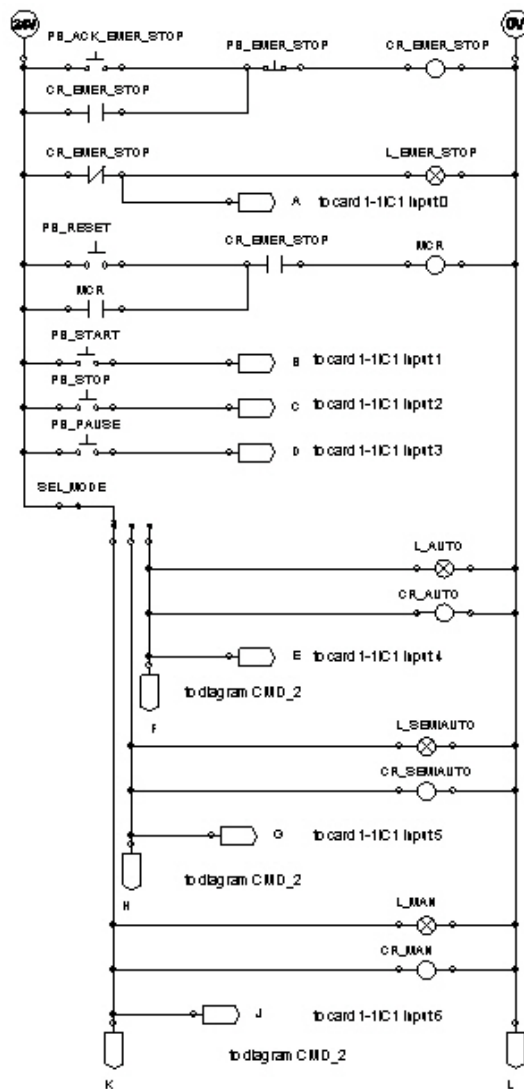


Figura 6-8 : Esquema de control de la parte operativa

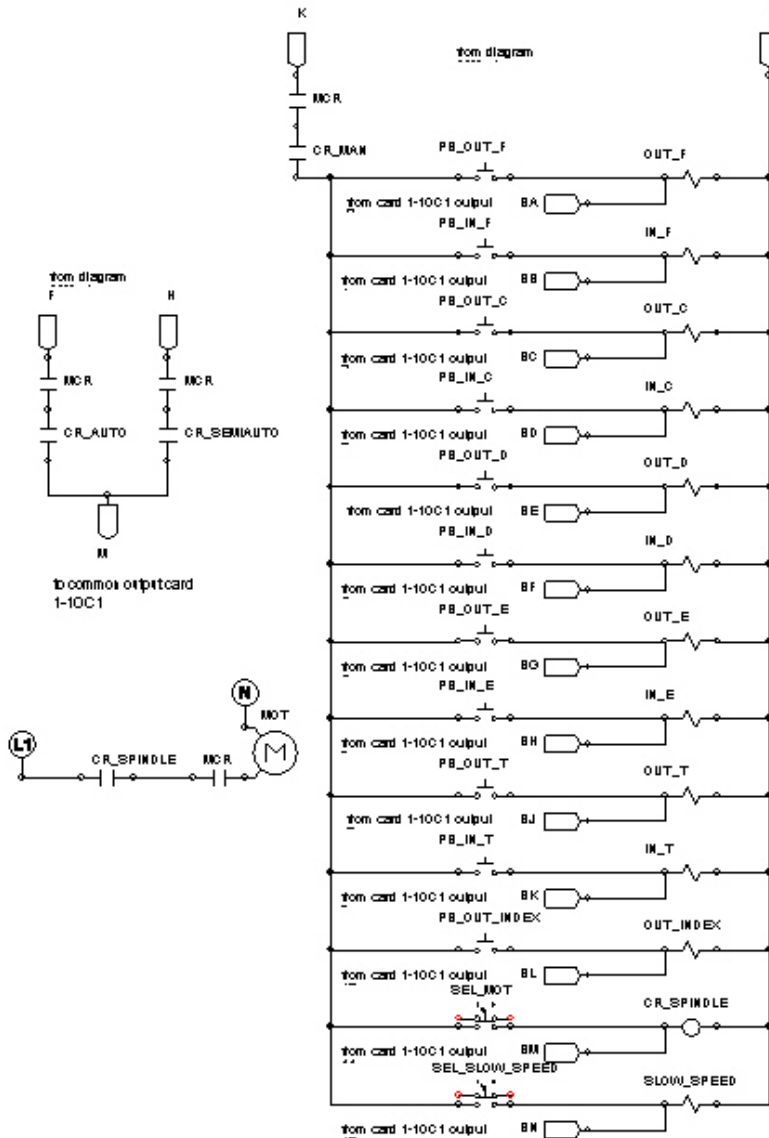


Figura 6-9 : Esquema de control de la parte operativa (continuación)

6.2.2.3. Señalización

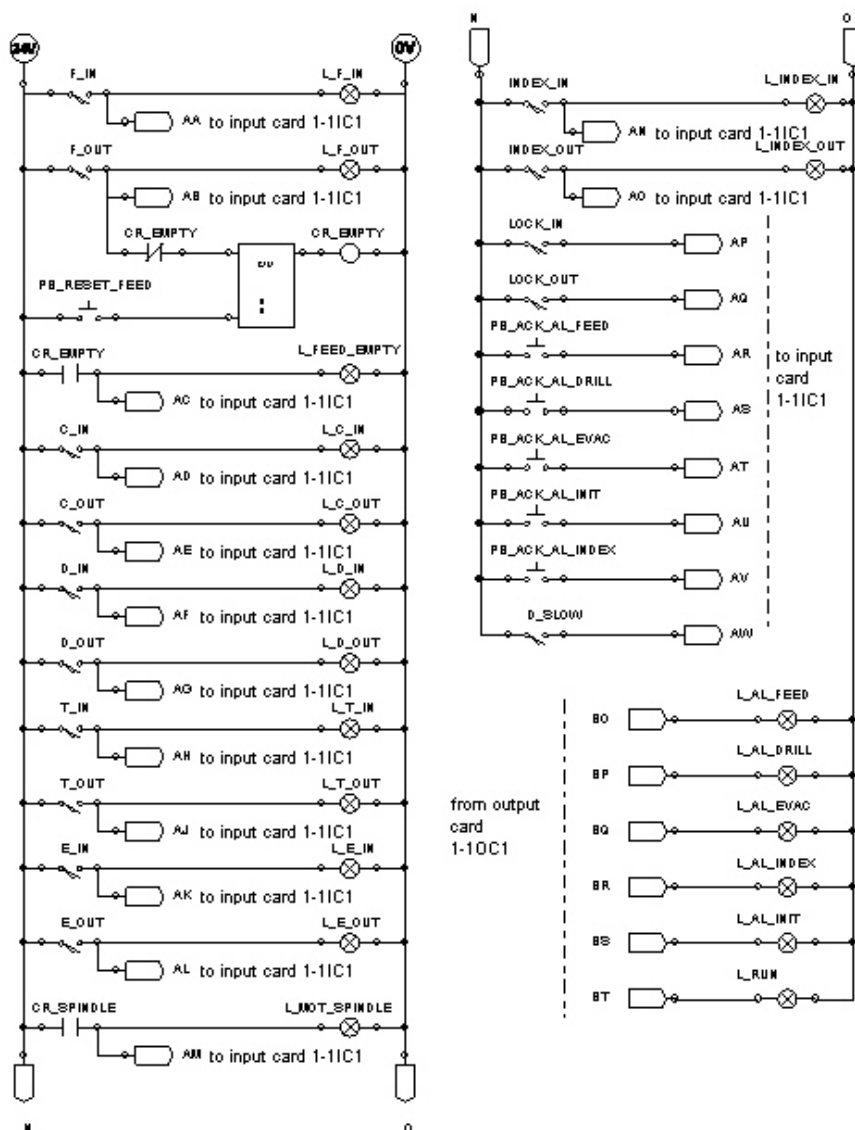


Figura 6-10 : Esquema de control, señalización

Este esquema comprende las señalizaciones de los estados del sistema : posición de los cilindros, número de piezas disponibles en el puesto de alimentación, alarmas presentes.

Contiene también los botones pulsadores para la resolución de alarmas y para el reseteo del contador de piezas luego de la carga de un nuevo grupo de piezas.

6.2.2.4. Tarjetas de entradas/salidas

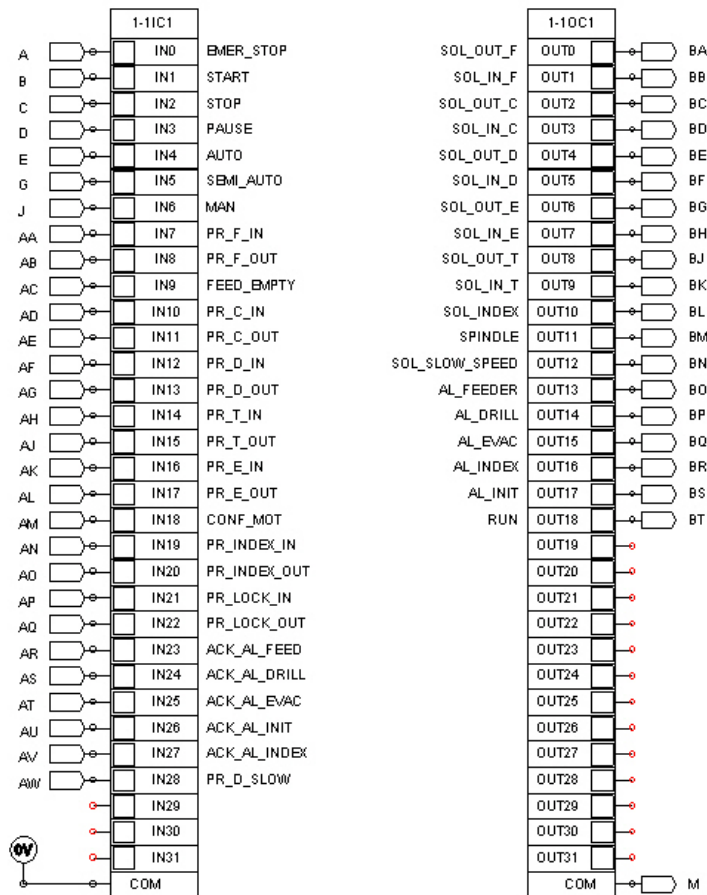


Figura 6-11 : Esquema de control, señalización

Este esquema presenta el cableado de las tarjetas de entradas/salidas. Los envíos permiten localizar los componentes ligados a las entradas/salidas en los esquemas.

6.2.3. Grafcet

El ciclo de funcionamiento de la unidad de perforación es representado por el Grafcet. Este último está compuesto de gráficos, cada gráfico representa una tarea del automatismo. Estos gráficos se relacionan jerárquicamente de acuerdo con una pirámide funcional cuyo nivel superior es el nivel 0.

Este ejemplo podría ser mucho más simple tratándose de una aplicación concreta. Nuestra proposición permite familiarizarse con el uso de todas las funcionalidades del taller GRAFCET.

6.2.3.1. Estructura jerárquica de los gráficos del automatismo

La figura siguiente ilustra la estructura del automatismo.

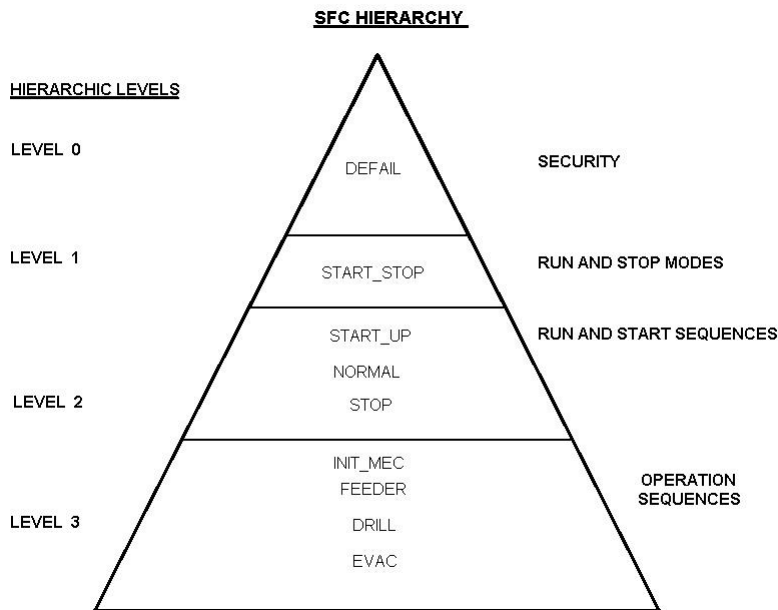


Figura 6–12 : Estructura jerárquica de los gráficos del automatismo

1. DEFAIL : Gráfico de gestión de las disfunciones, nivel jerárquico 0.
2. START_STOP : Gráfico de gestión de los modo de marcha y de parada, nivel jerárquico 1.
3. START_UP : Gráfico de arranque, nivel jerárquico 2.

4. NORMAL : Gráfico de funcionamiento normal, nivel jerárquico 2.
5. SHUTDOWN : Gráfico de parada, nivel jerárquico 2.
6. INIT_MEC : Gráfico de inicialización mecánica, nivel jerárquico 3. Este gráfico es ejecutado cada vez que se arranca en modo automático y antes de ejecutar un primer ciclo en modo semi-automático.
7. FEEDER : Gráfico macro-etapa, nivel jerárquico 3.
8. DRILL : Gráfico macro-etapa, nivel jerárquico 3.
9. EVAC : Gráfico macro-etapa, nivel jerárquico 3.

6.2.3.2. Gráfico DEFAIL

Este gráfico administra todos los defectos del automatismo. Controla todas las autorizaciones de evolución y la inicialización de todos los gráficos. Durante un defecto, si la producción estaba en marcha antes del defecto, el indicador luminoso RUN parpadea. Después de un defecto, si la situación lo permite, el operador puede retomar la producción apretando el botón START. Puede también parar la producción apretando el botón STOP. Durante una pausa, las autorizaciones de evolución de los gráficos son retiradas, lo que significa que los gráficos quedan fijos.

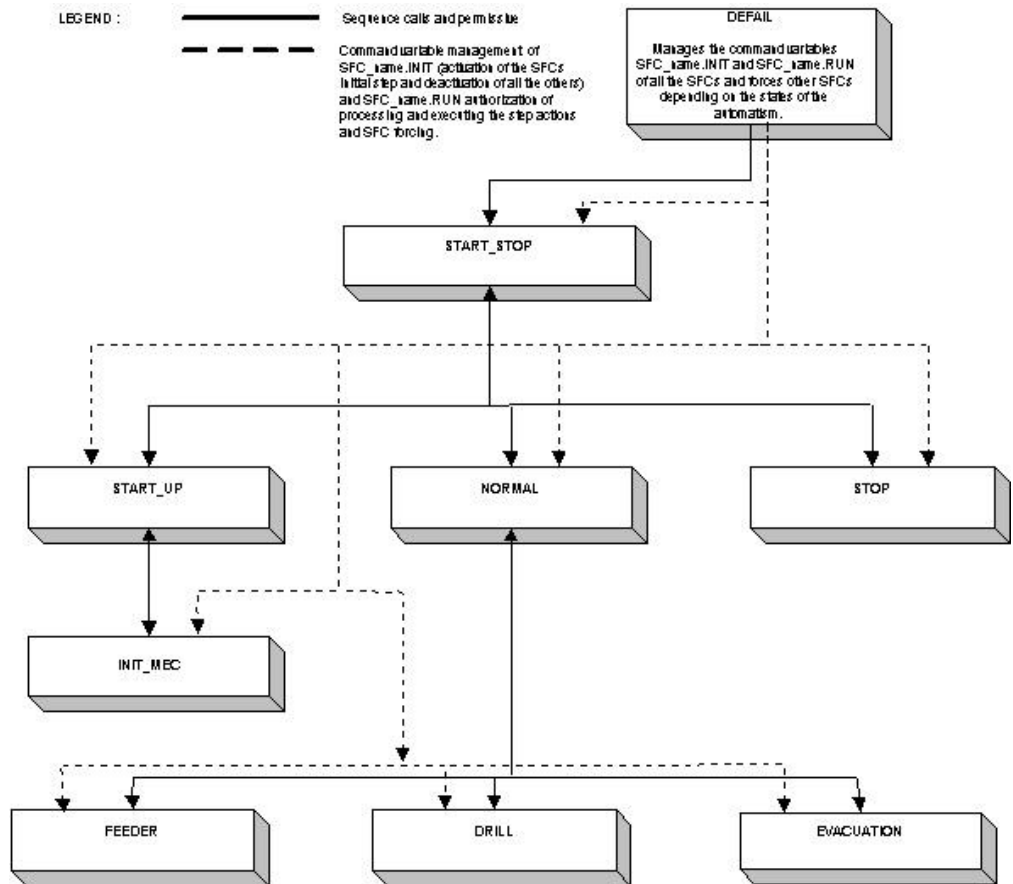


Figura 6-13 : Estructura jerárquica de los gráficos del automatismo

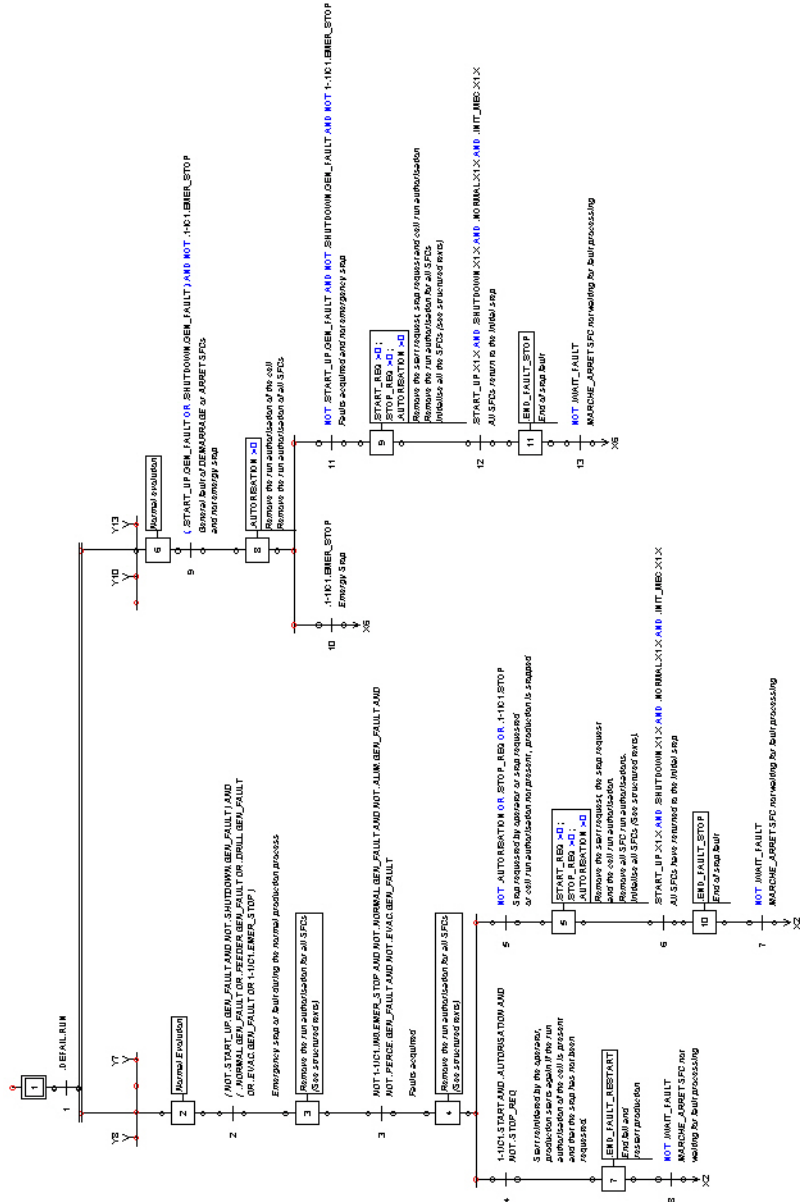


Figura 6-14 : Gráfico DEFALL, procesamiento de defectos

C2
SFC INITIALISATION COMMANDS

ST10
`DEFAULTINIT IF FIRST_CYCLE_SIM`
SFC initialisation upon first simulation cycle

ST11
`START_STOP_INIT IF FIRST_CYCLE_SIM`
SFC initialisation upon first simulation cycle

ST12
`START_UP_INIT IF FIRST_CYCLE_SIM OR DEFAULT_X5.X OR DEFAULT_X9.X`
SFC initialisation upon first simulation cycle or after a fault

ST13
`INORMAL_INIT IF FIRST_CYCLE_SIM OR DEFAULT_X5.X OR DEFAULT_X9.X`
SFC initialisation upon first simulation cycle or after a fault

ST14
`SHUTDOWN_INIT IF FIRST_CYCLE_SIM OR DEFAULT_X5.X OR DEFAULT_X9.X`
SFC initialisation upon first simulation cycle or after a fault

ST15
`INIT_MEC_INIT IF FIRST_CYCLE_SIM OR DEFAULT_X5.X OR DEFAULT_X9.X`
SFC initialisation upon first simulation cycle or after a fault

ST16
`F/FEEDER_FORCED :() IF FIRST_CYCLE_SIM OR DEFAULT_X5.X OR DEFAULT_X9.X`
Deactivation of all steps of the macro step at the first simulation cycle or after a fault. The macro step SFC must be forced to the empty situation because its In step must be activated only when the step calling it is active.

ST17
`F/DRILL_FORCED :() IF FIRST_CYCLE_SIM OR DEFAULT_X5.X OR DEFAULT_X9.X`
Deactivation of all steps of the macro step at the first simulation cycle or after a fault. The macro step SFC must be forced to the empty situation because its In step must be activated only when the step calling it is active.

ST18
`F/IVAC_FORCED :() IF FIRST_CYCLE_SIM OR DEFAULT_X5.X OR DEFAULT_X9.X`
Deactivation of all steps of the macro step at the first simulation cycle or after a fault. The macro step SFC must be forced to the empty situation because its In step must be activated only when the step calling it is active.

Figura 6–15 : Gráfico DEFAIL, controles de inicialización de los gráficos

C1
SFC RUN AUTHORISATION COMMANDS
Run authorisations and removed in manual mode and during a PAUSE_ACT except for SFCs DEFAIL and MARCHE_ARRÊT

ST1
.DEFAULT.RUN IF NOT .FIRST_CYCLE_SIM
SFC run authorisation if not first simulation cycle

ST2
.START_STOP.RUN IF NOT .FIRST_CYCLE_SIM
SFC run authorisation if not first simulation cycle

ST3
.START_UP.RUN IF NOT .FIRST_CYCLE_SIM AND .DEFAULT.X2.X AND .DEFAULT.X6.X AND NOT .START_UP.GEN_FAULT AND NOT 1-1IC1.MAN
SFC run authorisation if not first simulation cycle

ST4
.NORMAL.RUN IF NOT .FIRST_CYCLE_SIM AND .DEFAULT.X2.X AND .DEFAULT.X6.X AND NOT .NORMAL.GEN_FAULT AND NOT .PAUSE_ACT AND NOT 1-1IC1.MAN
SFC run authorisation if not first simulation cycle

ST5
.SHUTDOWN.RUN IF NOT .FIRST_CYCLE_SIM AND .DEFAULT.X2.X AND .DEFAULT.X6.X AND NOT .SHUTDOWN.GEN_FAULT AND NOT .PAUSE_ACT AND NOT 1-1IC1.MAN
SFC run authorisation if not first simulation cycle

ST6
.INIT_MEC.RUN IF NOT .FIRST_CYCLE_SIM AND .DEFAULT.X2.X AND .DEFAULT.X6.X AND NOT .INIT_MEC.GEN_FAULT AND NOT .PAUSE_ACT AND NOT 1-1IC1.MAN
SFC run authorisation if not first simulation cycle

ST7
.FEEDER.RUN IF NOT .FIRST_CYCLE_SIM AND .DEFAULT.X2.X AND .DEFAULT.X6.X AND NOT .FEEDER.GEN_FAULT AND NOT .PAUSE_ACT AND NOT 1-1IC1.MAN
SFC run authorisation if not first simulation cycle

ST8
.DRILL.RUN IF NOT .FIRST_CYCLE_SIM AND .DEFAULT.X2.X AND .DEFAULT.X6.X AND NOT .DRILL.GEN_FAULT AND NOT .PAUSE_ACT AND NOT 1-1IC1.MAN
SFC run authorisation if not first simulation cycle

ST9
.EVAC.RUN IF NOT .FIRST_CYCLE_SIM AND .DEFAULT.X2.X AND .DEFAULT.X6.X AND NOT .EVAC.GEN_FAULT AND NOT .PAUSE_ACT AND NOT 1-1IC1.IN6.MAN
SFC run authorisation if not first simulation cycle

Figura 6–16 : Gráfico DEFAIL, controles de marcha de los gráficos

El gráfico START_STOP administra los modos de marcha y de parada de los automatismos de acuerdo con la elección del operador. Durante un defecto, no pierde su autorización de evolución. Reinicializa el automatismo cuando se pasa al modo manual.

6.2.3.4. Gráfico START_UP

Este gráfico efectúa el arranque del sistema, lo que implica ejecutar la secuencia de inicialización.

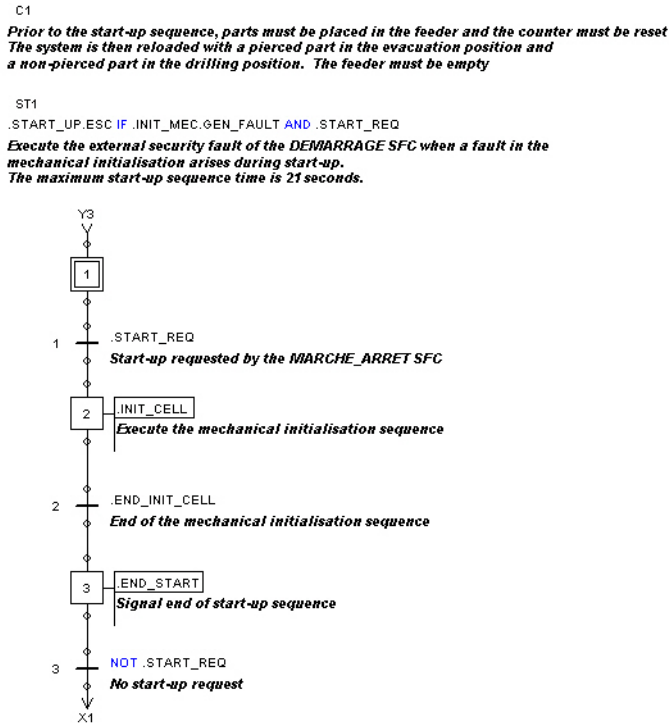


Figura 6-18 : Gráfico START_UP

6.2.3.5. Gráfico INIT_MEC

Este gráfico efectúa la inicialización mecánica del sistema demandada por el gráfico START_UP. Regresa todos los cilindros a su posición inicial y verifica que la mesa giratoria no esté entre dos posiciones. Se genera un defecto de tiempo de secuencia demasiado largo si la secuencia toma más de 21 segundos. El defecto general del gráfico INIT_MEC sirve de condición externa de seguridad para el gráfico START_UP.

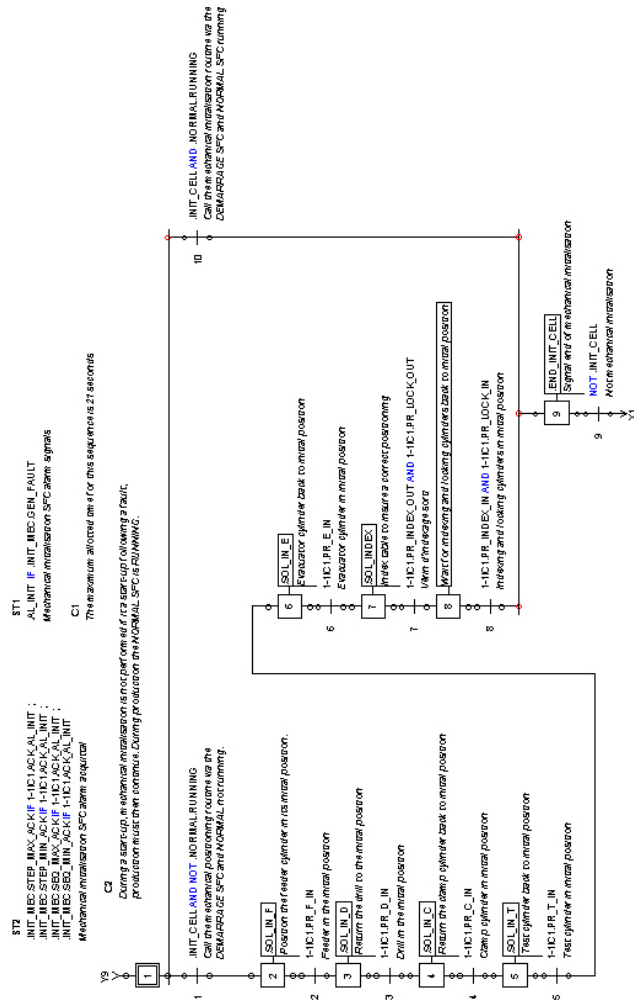


Figura 6–19 : Gráfico de inicialización mecánica
INIT_MEC

6.2.3.6. Gráfico de funcionamiento NORMAL

Este gráfico efectúa un ciclo de producción. Está constituido de tres macro-etapas : de alimentación en piezas, de fijación-perforación y de verificación-evacuación. En modo semi-automático, el operador debe apretar el botón START para comenzar un ciclo. Debe haber piezas en el alimentador para poder comenzar un ciclo.

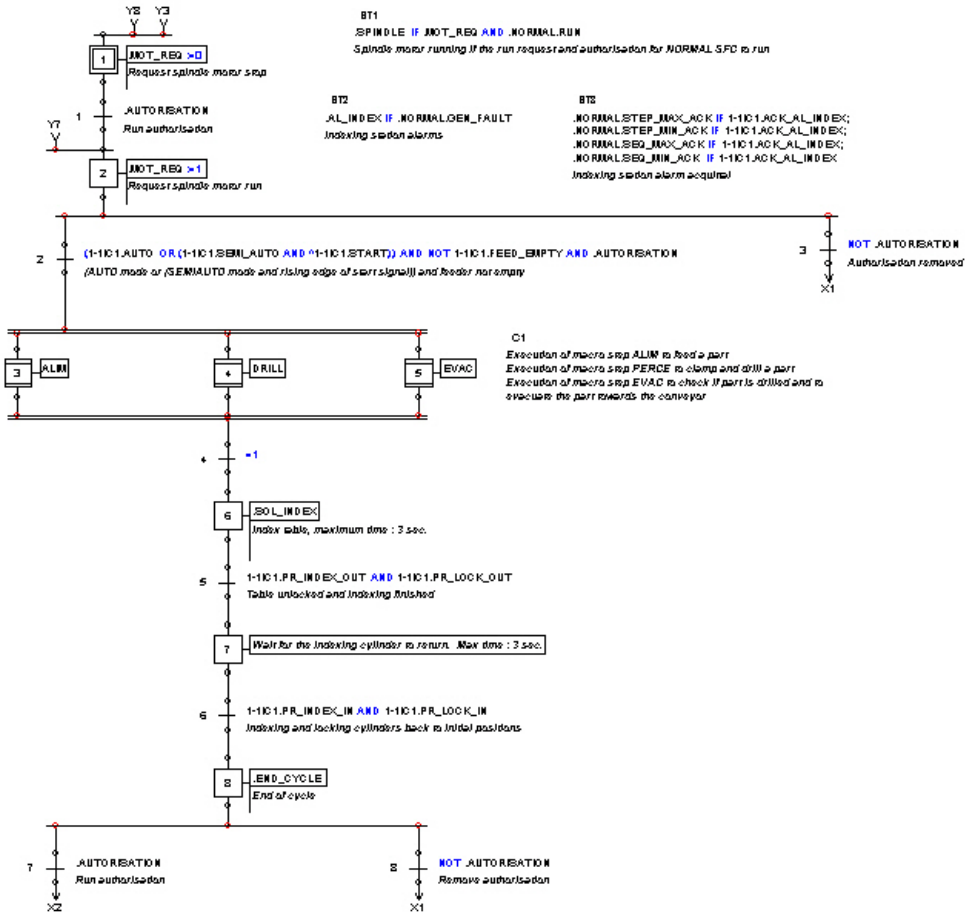


Figura 6–20 : Gráfico de funcionamiento NORMAL

6.2.3.7. Gráfico macro-etapa FEEDER

Este gráfico macro-etapa ingresa una pieza en la mesa giratoria. Es ejecutado cuando la etapa 3 del gráfico NORMAL está activada.

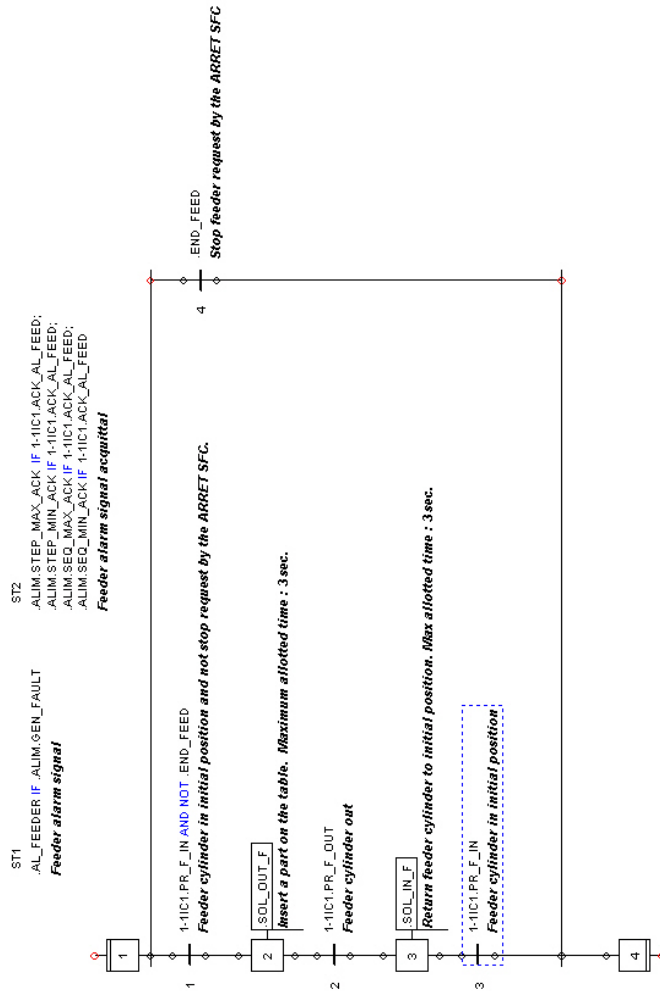


Figura 6-21 : Gráfico macro-etapa FEEDER

6.2.3.8. Gráfico macro-etapa DRILL

Este gráfico macro-etapa fija la pieza y controla el descenso y el ascenso del taladro. Es ejecutado cuando la etapa 5 del gráfico NORMAL está activada.

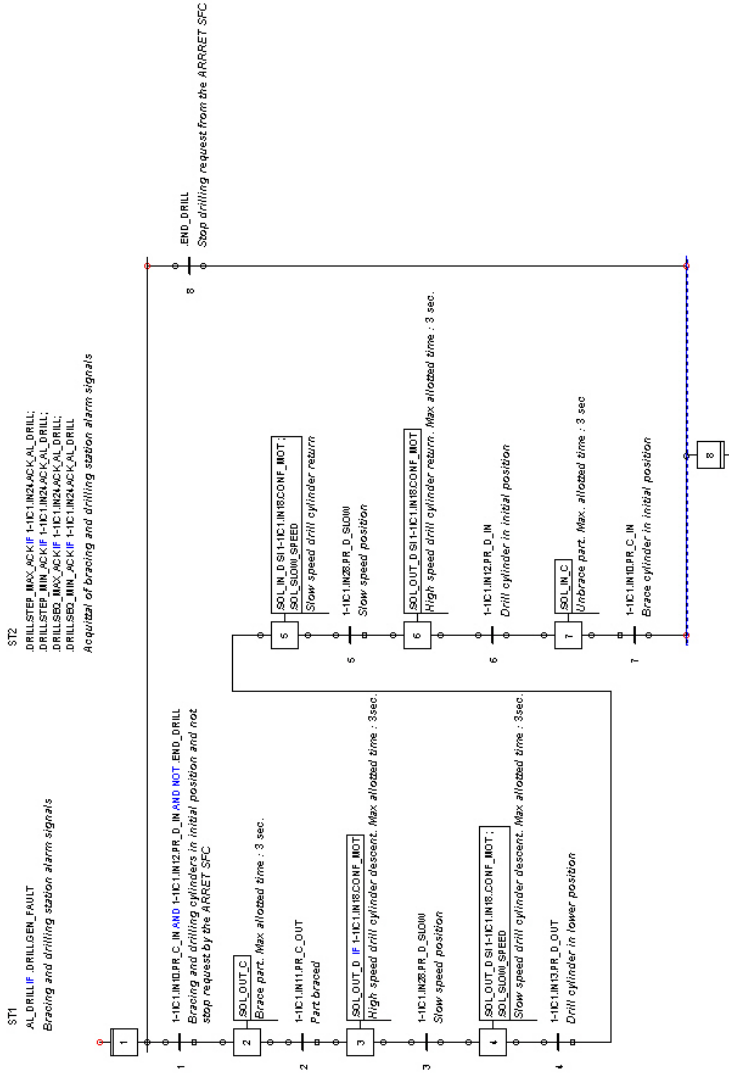


Figura 6–22 : Gráfico macro-etapa DRILL

6.2.3.9. Gráfico macro-etapa EVAC

Este gráfico macro-etapa verifica que la pieza haya sido perforada correctamente y la evacua hacia la cinta transportadora de salida. Es ejecutado cuando la etapa 5 del gráfico NORMAL está activada. Si una pieza es defectuosa, el cilindro de prueba sube para permitir al operador liberar la pieza y genera una alarma. El operador libera entonces la pieza, para la alarma y apreta el botón pulsador PB_START para retomar la producción.

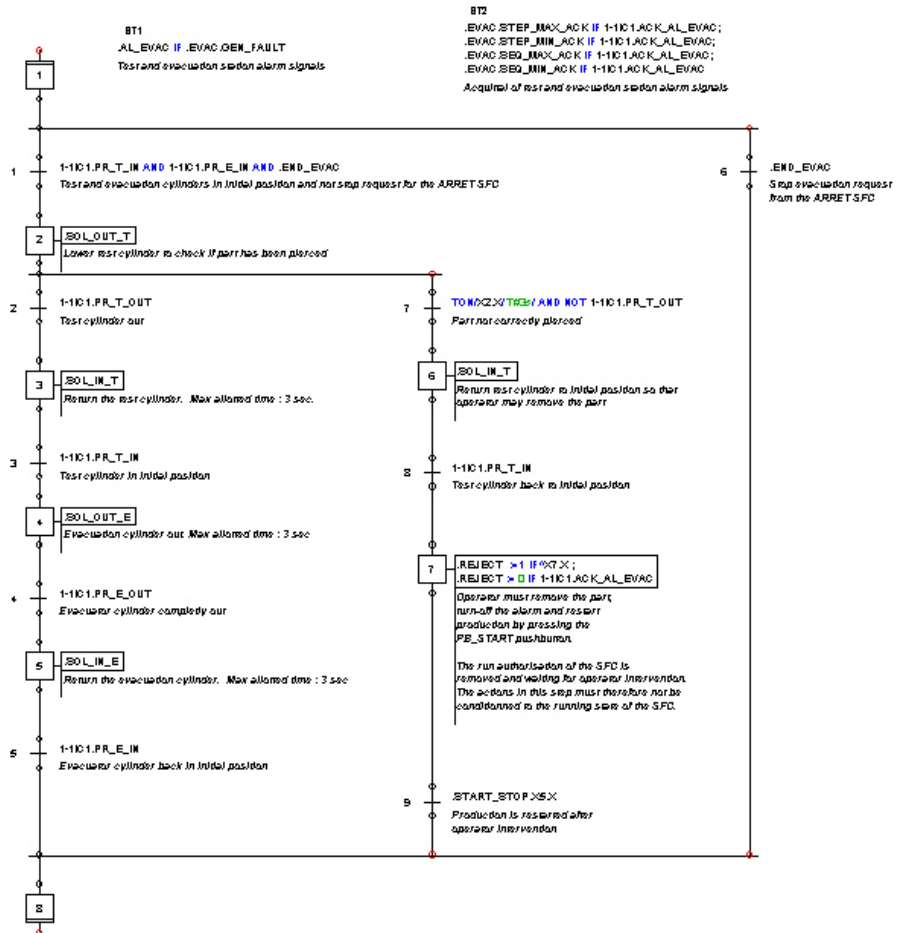


Figura 6-23 : Gráfico macro-etapa EVAC

6.2.3.10. Gráfico SHUTDOWN

Este gráfico efectúa el paro normal del sistema a pedido del gráfico START_STOP. Antes de retirar la autorización de marcha del sistema, el gráfico quitará de la mesa giratoria las piezas restantes.



Figura 6-24 : Gráfico SHUTDOWN

6.2.4. Simulación

Cuando completa el circuito, usted puede pasar al modo Simulación para verificar su funcionamiento.

1. Pulse en el botón de simulación.

El programa analiza los gráficos para detectar errores residuales. Si los hay, los mensajes correspondientes aparecerán en las ventanas de mensajes.

Los gráficos pueden ser simulados incluso si hay errores. Sin embargo, el comportamiento del automatismo puede ser alterado. En efecto, las receptividades ausentes o erróneas de las transiciones son siempre consideradas falsas. Para franquear estas transiciones en simulación hay que usar el menú contextual de la transición para forzar su franqueo. Además, se ignorarán acciones y textos estructurados erróneos.

Después del análisis, el programa inicializa las etapas iniciales de los gráficos y las variables del proyecto.

La variable interna `FIRST_CYCLE_SIM` se le da el valor `VERDADERO` durante el primer ciclo de simulación mientras que la variable `ACTIVE_SIMULATION` se le da el mismo valor durante todo el transcurso de la simulación.

2. Anule la alarma de la parada de emergencia y rearme el sistema con el botón pulsador `PB_RESET`.
3. Rearme el alimentador para insertar las nuevas piezas.
4. Ponga el sistema en modo automático y apoye en el botón pulsador `PB_START` para poner el sistema en marcha. El indicador luminoso `L_RUN` parpadea durante el arranque el cual queda encendido durante el paso del sistema a su fase de producción.
5. Pase al modo manual, el sistema se para y es reinicializado. Use los controles manuales para completar el movimiento de los cilindros. Como no hay sensores de presencia de piezas, el operador debe normalmente retirarlas manualmente.
6. Retome la producción y efectúe una parada de emergencia. Resuelva, resetee y arranque de nuevo el sistema. Se reinicia la producción allí donde se la había dejado.
7. Oprima el botón pulsador `PB_STOP` para parar normalmente el sistema. El sistema se detiene luego de haber vaciado la mesa giratoria. El indicador luminoso `L_RUN` parpadea durante el paro.
8. Arranque de nuevo y oprima el botón pulsador `PB_PAUSE`. El sistema queda fijo. El indicador luminoso `L_RUN` parpadea durante la pausa. Oprima nuevamente el botón pulsador `PB_PAUSE`, el motor del árbol rotativo se pone de nuevo en marcha y el ciclo es reanudado.

9. Para generar defectos, basta con poner una válvula de cilindro en control directo pulsando en una corredera. En ese momento dejará de estar bajo el control del motor de simulación.

A. Glosario

Acción

Una acción de etapa es un procesamiento que se ejecuta cuando la etapa está activada. Es una orden emitida bajo la forma de una salida, por la Parte de Control hacia la Parte Operativa. Las acciones se componen de expresiones, de operadores de asignación y de operadores de control.

Todas las acciones asociadas con una misma etapa son ejecutadas cuando esta etapa está activada.

Alfanumérica

Califica una expresión compuesta de caracteres pertenecientes al juego de caracteres reconocidos por la máquina, de los cuales los principales son las 10 cifras decimales y la 26 letras del alfabeto.

Automatismo

Un dispositivo, sistema o equipo que permite efectuar a un aparato una operación sin intervención del operador.

Barra de estado

Barra horizontal situada debajo de todas las ventanas, que contiene varias informaciones (comentarios, factor de zoom o coordenadas del cursor, etc).

Barra de herramientas

Barra situada bajo la barra de menús. Agrupa los botones que permiten efectuar los comandos más frecuentemente utilizados.

Barra de menús

Barra horizontal situada arriba de la barra de título del programa, que muestra los menús de los comandos disponibles en la ventana activa.

Barra de título

Barra horizontal situada arriba de una ventana y que contiene su título.

Biblioteca

Ventana que agrupa los elementos de base para la concepción de un circuito y su simulación. Estos elementos pueden ser de tres tipos : componentes, enlaces y objetos gráficos. Tales elementos están incluidos en los talleres.

Ciclo de simulación

Corresponde a un ciclo de cálculo que determina el estado de cada uno de los componentes y variables.

Componente

Elemento de base para la concepción de esquemas. A cada componente se le asocia un comportamiento o una función que será animado en simulación. Los componentes forman parte de las bibliotecas de los talleres.

Conector

Elemento representado con un círculo rojo cuando no está conectado. Permite efectuar una conexión entre dos componentes. Cuando el conector es conectado se convierte en una conexión.

Conexión

Una conexión simboliza por medio de círculos, el punto que conecta los enlaces o componentes entre sí. La conexión es del mismo color que los elementos si los puntos de conexión se tocan y conectan y es de color diferente si no se tocan.

Una conexión de un tipo de tecnología no puede ser conectada con una conexión de una tecnología incompatible. Por ejemplo, una línea neumática no puede ser conectada con un componente GRAFCET y vice versa.

Convergencia en O

Una convergencia en O es un enlace entre varias transiciones fuentes y una sola etapa. Se la obtiene enlazando varias transiciones a una misma etapa.

Convergencia en Y

Una convergencia en Y es un enlace entre varias etapas fuentes y una transición. Se obtiene enlazando varias etapas a una misma transición.

Descripción del proyecto

Breve nota sobre el proyecto que aparece en su resumen.

Divergencia en O

Una divergencia en O es un enlace entre una etapa fuente y varias transiciones. Se la obtiene enlazando una etapa a varias transiciones.

Divergencia en Y

Una divergencia en Y es un enlace entre una transición fuente y varias etapas. Se la obtiene enlazando una transición a varias etapas.

Editor de esquemas

Utilitario que permite la creación, la modificación y la gestión de archivos « proyectos ». El Editor de esquemas contiene la carpeta de documentos que enumera todos los documentos del proyecto.

Enlace

Elemento de la biblioteca que sirve para conectar componentes de un esquema. En simulación, el enlace transmite una señal de un componente a otro.

ESC

Reagrupa las Condiciones Externas de Seguridad que determinan el carácter inútil o peligroso de la ejecución del gráfico. Esta condición es usada para señalar el defecto general del gráfico.

Espacio de trabajo

Parte de la ventana donde aparecen las informaciones sobre las que usted trabaja.

Esquema

Representación gráfica de un circuito con ayuda de elementos y de componentes seleccionados en un taller. Sólo los componentes GRAFCET pueden ser insertados en un esquema GRAFCET.

Etapa

Una etapa normal es representada con un cuadrado identificado por un número. Se la obtiene pulsando en el símbolo « Etapa » de la barra de herramientas del GRAFCET.

Etapa activa

Una etapa activa (normal o inicial) es identificada con un cuadrado rojo ubicado en el centro del símbolo de la etapa.

Una macro-etapa activa es identificada con un rectángulo rojo ubicado en la parte de arriba o en la parte de abajo del símbolo de la etapa. Un rectángulo rojo es ubicado abajo del símbolo de la etapa si la etapa de salida del gráfico ligado con la macro-etapa está activada.

Una etapa de entrada es identificada con un rectángulo rojo ubicado en la parte de arriba del símbolo de la etapa.

Una etapa de salida es identificada con un rectángulo rojo ubicado en la parte de abajo del símbolo de la etapa..

Etapa de entrada

Una etapa de entrada es representada con un rectángulo en la parte de arriba de su cuadrado. Este último es identificado con un número. Se la obtiene pulsando en el símbolo « Etapa de entrada » de la barra de herramientas del GRAFCET. Se la emplea en el gráfico habilitado por la macro-etapa.

Etapa de salida

Una etapa de salida con un rectángulo en la parte de abajo del cuadrado. Este último es identificado con un número. Se la obtiene pulsando en el símbolo « Etapa de salida » de la barra de herramientas del GRAFCET. Se la emplea en el gráfico habilitado por la macro-etapa.

Etapa inicial

Una etapa inicial es representada con un doble cuadrado identificado con un número y es siempre activada cuando el GRAFCET es puesto en marcha. Se la obtiene pulsando en el símbolo « Etapa inicial » de la barra de herramientas del GRAFCET.

Explorador de proyectos

Utilitario que permite la creación, la modificación y la gestión de archivos « proyectos ». El explorador de proyectos contiene la carpeta de documentos que enumera todos los documentos del proyecto.

Flanco

Un flanco est asimilable a un operador particular que indica el paso de una variable booleana o de una expresión booleana del valor 0 al valor 1 y del valor 1 al valor 0. Puede ser Flanco ascendente o bien Flanco descendente.

Forma del enlace

Forma que toma el enlace entre dos puntos de conexión.

Forzado

Los forzados permiten la modificación de la situación de un gráfico. Se los emplea para imponer una situación determinada a un gráfico. El forzado es mantenido siempre y cuando su condición de activación sea VERDADERO.

La forma general de un forzado es : F/SFC_Name :(X_i, X_j,...).

GEN_FAULT

Señalización del defecto general de un gráfico (SFC_Name.GEN_FAULT). Esta señalizaciónm agrupa los defectos del gráfico (tiempo de secuencia demasiado corto, tiempo de secuencia demasiado largo, tiempo de etapa demasiado corto, tiempo de etapa demasiado largo,) y las condiciones externas de seguridad (ESC).

GRAF CET

Gráfico Funcional de Control para Etapas y Transiciones. El GRAFCET es un modelo de representación gráfica que usa los elementos GRAFCET para representar un sistema automatizado.

Herramientas de visualización

Accesorios de concepción del Editor de esquemas : rejilla, reglas, conexiones, identificadores de conexión. Su visualización puede ser seleccionada en el menú « Vista ».

Hoja de trabajo

Superficie disponible en Automation Studio para crear esquemas.

INIT

Control de inicialización de un gráfico (SFC_Name.INIT) que activa las etapas iniciales del gráfico y desactiva todas las demás.

Interfaz usuario

Entorno que comprende las ventanas, las ventanas de diálogo, los menús, los comandos, el ratón, los botones, etc. que permiten al usuario comunicar con la computadora.

Macro-etapa

Una macro-etapa es representada por un cuadrado que tiene un rectángulo en la parte de arriba y otro rectángulo en la parte de abajo. El cuadrado es identificado por un número. Se la obtiene pulsando en el símbolo « Macro-etapa » de la barra de herramientas del GRAFCET. Una macro-etapa es una serie de etapas/transiciones condensadas gráficamente en la forma de una sola etapa. Esta asociada al gráfico que ella habilita.

Modo Edición

Modo de funcionamiento en el que los esquemas del proyecto son creados y modificados. Existe un segundo modo: Simulación.

Modo Simulación

Modo de funcionamiento en el que un proyecto o esquema es simulado. Contrariamente al modo de Edición, no se puede efectuar en él ninguna modificación del proyecto o del esquema.

Nivel jerárquico

Posición de un gráfico dentro de la jerarquía de forzado, el nivel 0 es el nivel superior.

Nombre de conexión

Identificador alfanumérico asociado a cada punto de conexión de los componentes.

Propiedades

Características o parámetros de un componente. Puede modificar y visualizar las propiedades abriendo la ventana de diálogo « Propiedades » del componente.

Proyecto

Conjunto coherente formado por los esquemas. El proyecto es administrado por el Explorador de proyectos.

Receptividad

Una receptividad o condición de transición es una condición lógica que determina la posibilidad o no de evolución del gráfico a través de una transición. Se trata de una expresión booleana escrita con ayuda de las variables de entradas, de las variables de etapa Xn, de los operadores lógicos, el operador de temporización y los operadores de flanco. Puede ser verdadera o falsa.

Rejilla

Líneas de puntos horizontales y verticales en el espacio de trabajo del Editor de esquema en las que son alineados los elementos del esquema.

RUN

Autorización de evolución de un gráfico (SFC_Name.RUN). Sin esta autorización, el gráfico queda congelado y las acciones de las etapas activas dejan de ser ejecutadas.

Taller

Módulo complementario de la aplicación principal. Cada taller contiene los elementos, los esquemas y las funciones relativas a la tecnología que refleja y al tipo de proyecto que permite crear.

Temporizaciones

Las temporizaciones son procesamientos de resultado booleano. Permiten tomar el cuenta el tiempo tiempo (lapso, espera, retraso, etc.).Las temporizaciones usadas en GRAFCET se refieren a las variables y a las etapas.

Tiempo de etapa demasiado corto

Tiempo transcurrido entre la activación y la desactivación de una etapa. Esta funcionalidad es empleada si una de las etapas que utilizan esta funcionalidad es desactivada demasiado rápidamente. En ese caso, se genera para el gráfico un defecto de *tiempo de etapa demasiado corto*. Este defecto debe ser señalado y resuelto.

Tiempo de etapa demasiado largo

Tiempo transcurrido entre la activación y la desactivación de una etapa. Esta funcionalidad es empleada si una de las etapas que utilizan esta funcionalidad queda activada por demasiado tiempo. En ese caso, se genera para el gráfico un defecto de *tiempo de etapa demasiado largo*. Este defecto debe ser señalado y resuelto.

Tiempo de secuencia demasiado corto

Tiempo transcurrido entre la desactivación y la reactivación de la etapa inicial del gráfico. Esta funcionalidad es empleada si el gráfico regresa demasiado rápidamente a la etapa inicial, un defecto de *tiempo de secuencia demasiado corto* es generado para el gráfico. Este defecto debe ser señalado y resuelto.

Tiempo de secuencia demasiado largo

Tiempo transcurrido entre la desactivación y la reactivación de la etapa inicial del gráfico. Esta funcionalidad es empleada si el gráfico regresa demasiado lentamente a la etapa inicial, un defecto de *tiempo de secuencia demasiado largo* es generado para el gráfico. Este defecto debe ser señalado y resuelto.

Transición

La condición de una transición debe ser verdadera para que la etapa siguiente pueda ser ejecutada.

Utilitario

Término general que designa las diferentes ventanas en Automation Studio.

B. Índice

Acción		
Definición.....	3-20	
Asignación		
Booleana condicional.....	4-14	
Booleana continue.....	4-13	
Memorizada.....	4-14	
Numérica.....	4-13	
Numérica condicional.....	4-14	
Comentario libre.....	3-7, 4-19	
Inserción.....	3-30	
Convergencia en O.....	3-6	
Convergencia en Y.....	3-6	
Divergencia en O.....	3-6	
Divergencia en Y.....	3-6	
Enlace.....	3-6	
Enlace en O.....	3-24	
Enlace en Y.....	3-22	
Enlaces		
Inserción.....	3-21	
Errores		
Verificar.....	3-32	
Estados		
Etapa en simulación.....	5-2	
Etapa		
Inserción.....	3-9	
Etapa inicial.....	3-5	
Forzado		
Sintaxis.....	4-29	
Gestión de los defectos de un gráfico.....	4-27	
Gestión de los estados de un gráfico.....	4-26	
Inserción		
Comentario libre.....	3-30	
Enlaces.....	3-21	
Etapa.....	3-9	
Texto estructurado.....	3-27	
Transición.....	3-16	
Macro-etapas.....	4-28	
Operador		
Expresiones aritméticas.....	4-6, 4-7	
Expresiones booleanas.....	4-10	
Flancos.....	4-10	
Prioridad.....	4-12	
Relacionales.....	4-11	
Simulación		
Estado etapa.....	5-2	
Normal.....	6-3	
Paso a paso.....	5-10	
Puesta en marcha.....	5-10	
Simule el proyecto.....	6-3	
Sintaxis		
Comentario libre.....	4-4	
Constante.....	4-6	
Etapa.....	4-2	
Flancos.....	4-10	
Forzado.....	4-29	
Identificador.....	4-2	

Introducción.....	4-1
Palabras reservadas.....	4-4
Texto estructurado.....	4-3
Transición.....	4-3
Variable.....	4-5
Verificación.....	4-15
Temporización.....	4-19
Con impulsión limitada.....	4-23
Con retardo a la activación.....	4-20
Con retardo a la desactivación.....	4-22
Texto estructurado.....	3-6, 4-18
Inserción.....	3-27
Tiempo de activación de etapas.....	4-23
Transición.....	3-6
Inserción.....	3-16
Variable	
Tipo.....	4-5