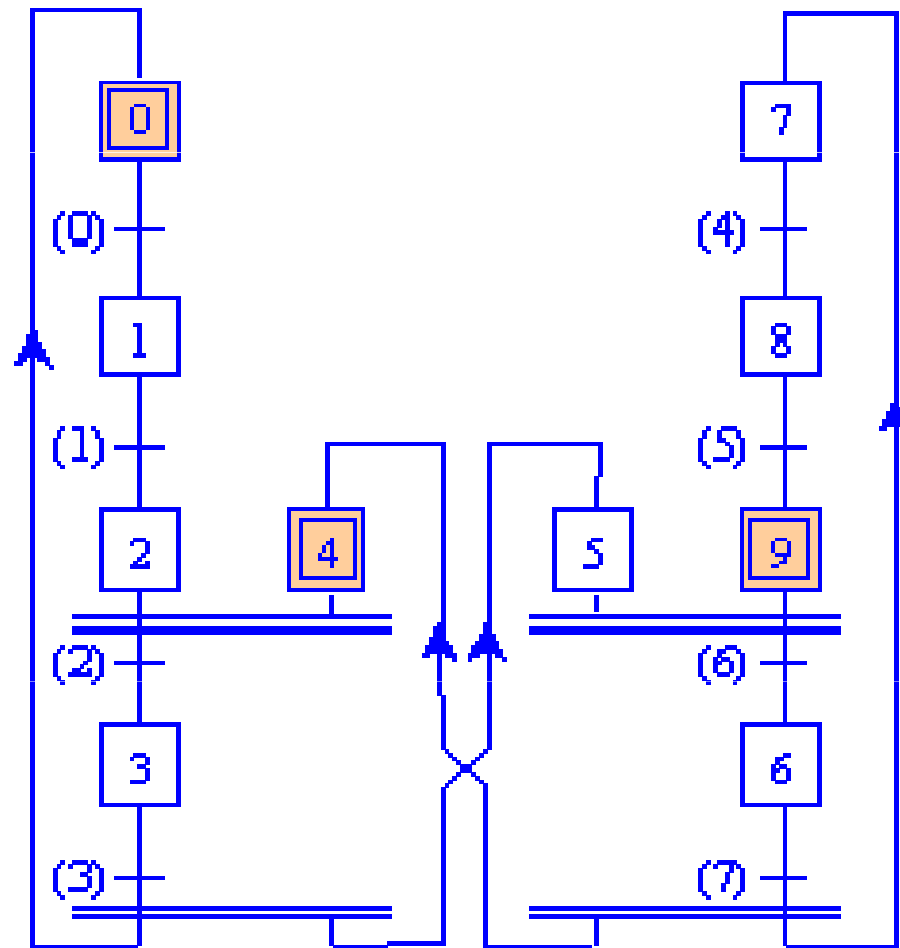
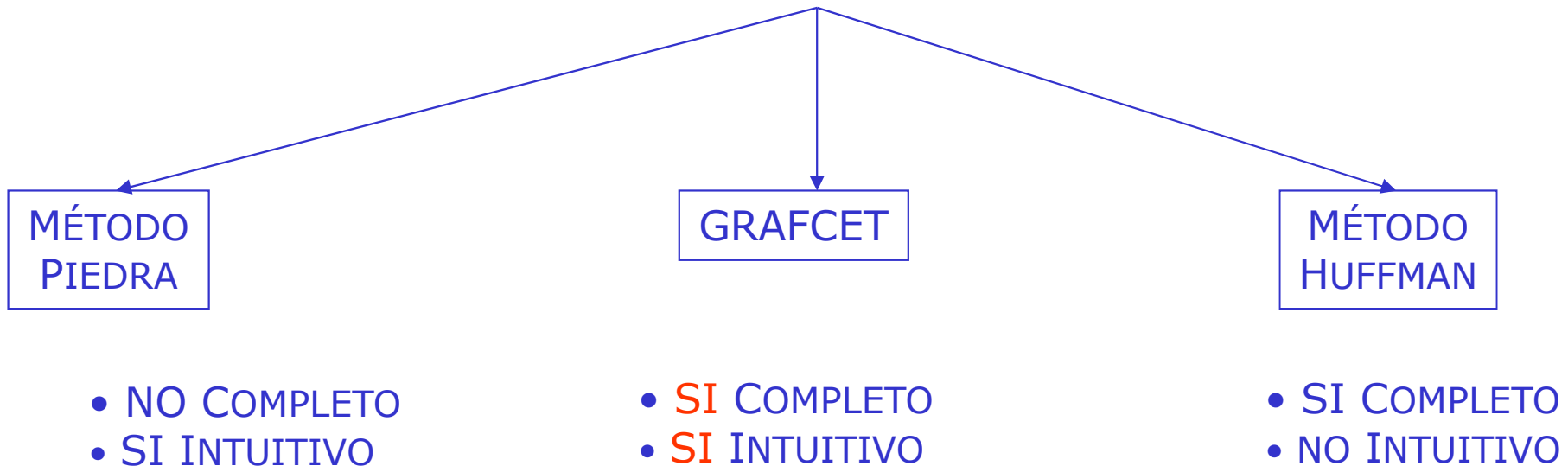


GRAFNET



¿POR QUÉ GRAFCET?

AUTOMATISMOS SECUENCIALES



1977

La AFCET (Association Française pour la Cybernétique Economique et Technique)

define **GRAFCET = GRAfico Funcional de Etapa-Transción**

1988

IEC-848. Preparation of function charts for control systems.

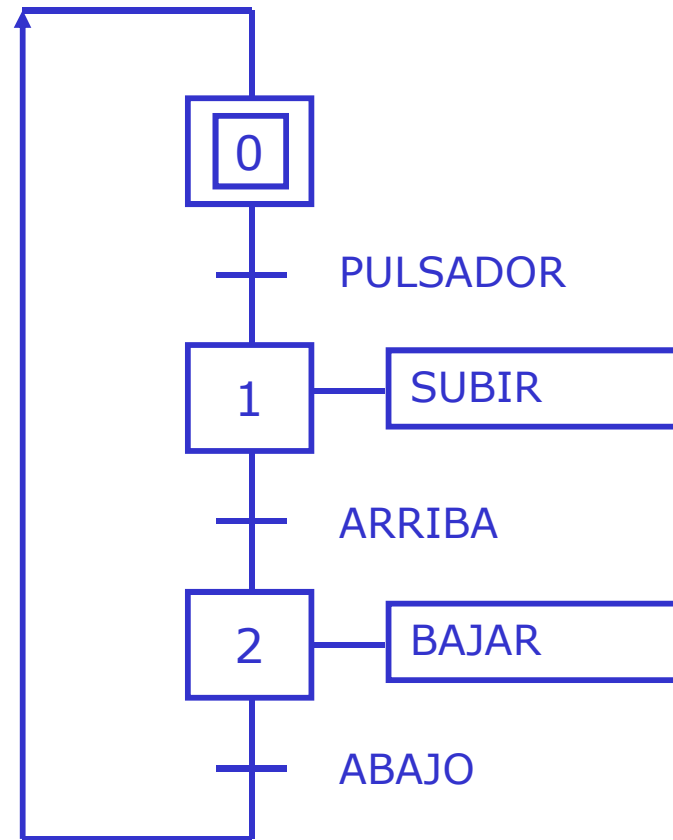
1993

IEC-61131-3. Sequential Function Chart (SFC).

**GRAFCET = Lenguaje Gráfico
de Descripción de Modelos de Automatismos Secuenciales
Independiente de la Tecnología de las Partes de Mando y Operativa**

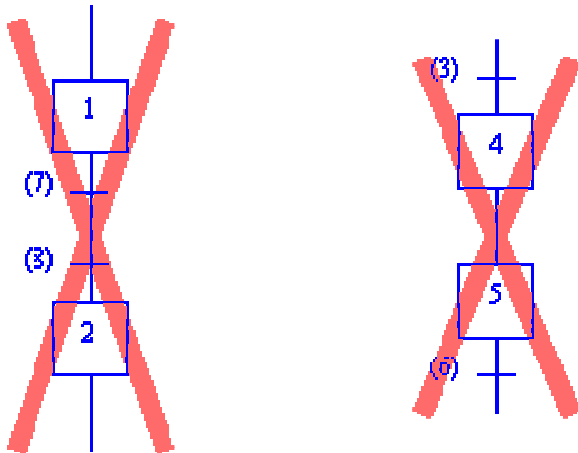
GRAFCET NO ES un Lenguaje de Programación

- ETAPAS NORMALES
- ETAPAS INICIALES
- LÍNEAS DE EVOLUCIÓN
- TRANSICIONES
- ACCIONES
- RECEPTIVIDADES



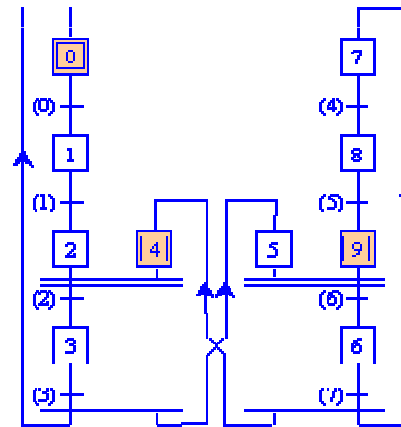
SINTAXIS DE GRAFCET

- ETAPA-TRANSICIÓN-ETAPA

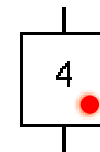


- ETAPAS NUMERADAS
EL NÚMERO **NO** IMPLICA ORDEN

- GRAFCET SIEMPRE GLOBALMENTE CERRADO



- ETAPAS ACTIVAS

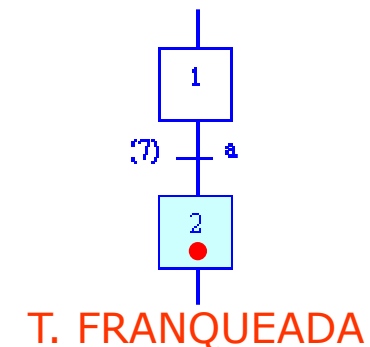
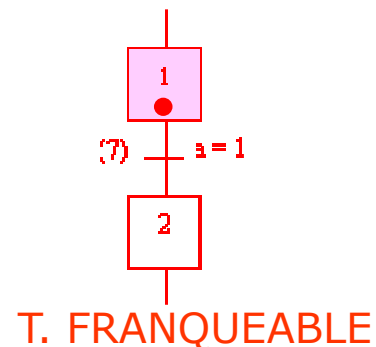
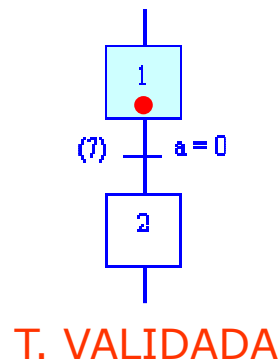
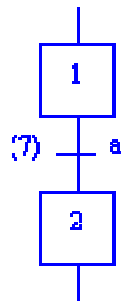


• INICIALIZACIÓN

EN LA INICIALIZACIÓN DEL SISTEMA
SE HAN DE ACTIVAR **TODAS** LAS ETAPAS INICIALES
Y **SÓLO** LAS INICIALES

• EVOLUCIÓN DE LAS TRANSICIONES

- UNA TRANSICIÓN ESTÁ VALIDADA
CUANDO TODAS LAS ETAPAS INMEDIATAMENTE ANTERIORES A ELLA ESTÁN ACTIVAS.
- UNA TRANSICIÓN ES FRANQUEABLE
CUANDO ESTÁ VALIDADA Y SU RECEPTIVIDAD ASOCIADA ES CIERTA.
- TODA TRANSICIÓN FRANQUEABLE
DEBE SER OBLIGATORIAMENTE E INMEDIATAMENTE FRANQUEADA.



•EVOLUCIÓN DE LAS ETAPAS ACTIVAS

AL FRANQUEAR UNA TRANSICIÓN

SE DEBEN ACTIVAR

TODAS LAS ETAPAS INMEDIATAMENTE POSTERIORES

Y DESACTIVAR **SIMULATÁNEAMENTE**

TODAS LAS INMEDIATAMENTE ANTERIORES.

•SIMULTANEIDAD EN EL FRANQUEAMIENTO DE LAS TRANSICIONES

LAS TRANSICIONES **SIMULATÁNEAMENTE** FRANQUEABLES

HAN DE SER **SIMULATÁNEAMENTE** FRANQUEADAS

•PRIORIDAD DE LA ACTIVACIÓN

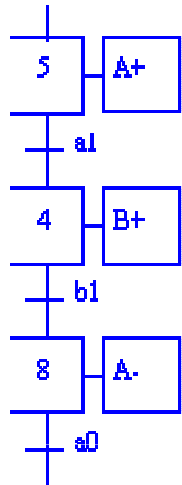
SI AL EVOLUCIONAR UN GRAFCET,

UNA ETAPA HA DE SER ACTIVADA Y DESACTIVADA AL **MISMO TIEMPO**,

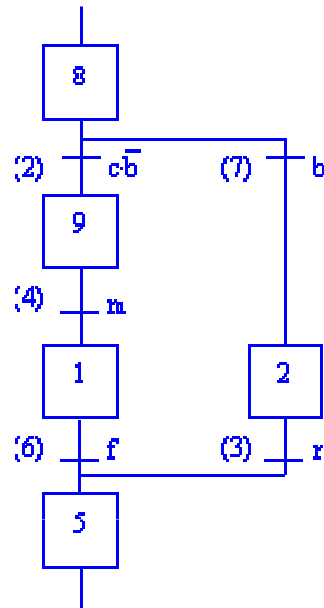
DEBE PERMANECER ACTIVADA

ESTRUCTURAS BÁSICAS DE GRAFCET

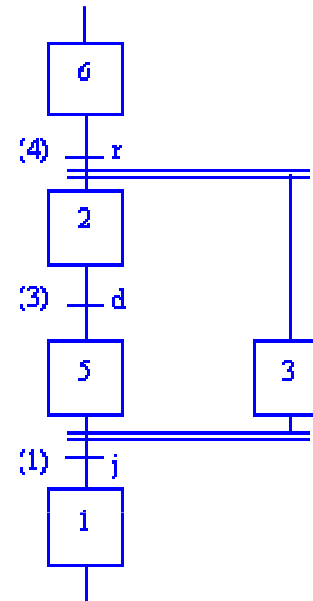
SECUENCIA LINEAL



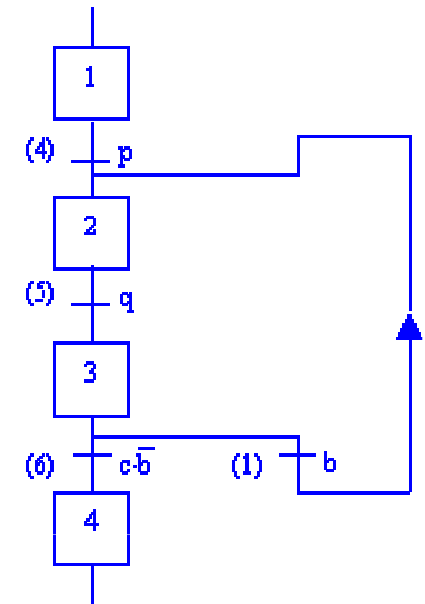
SECUENCIA ALTERNATIVA



SECUENCIA PARALELA



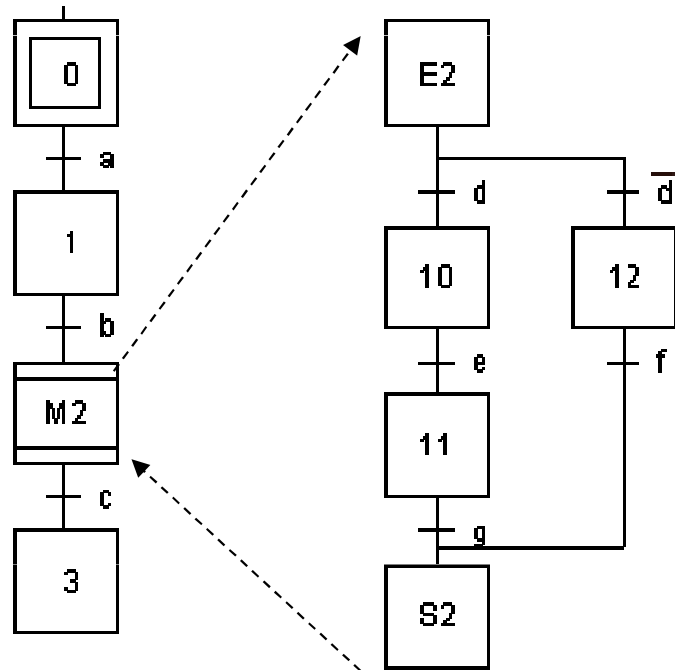
SALTO



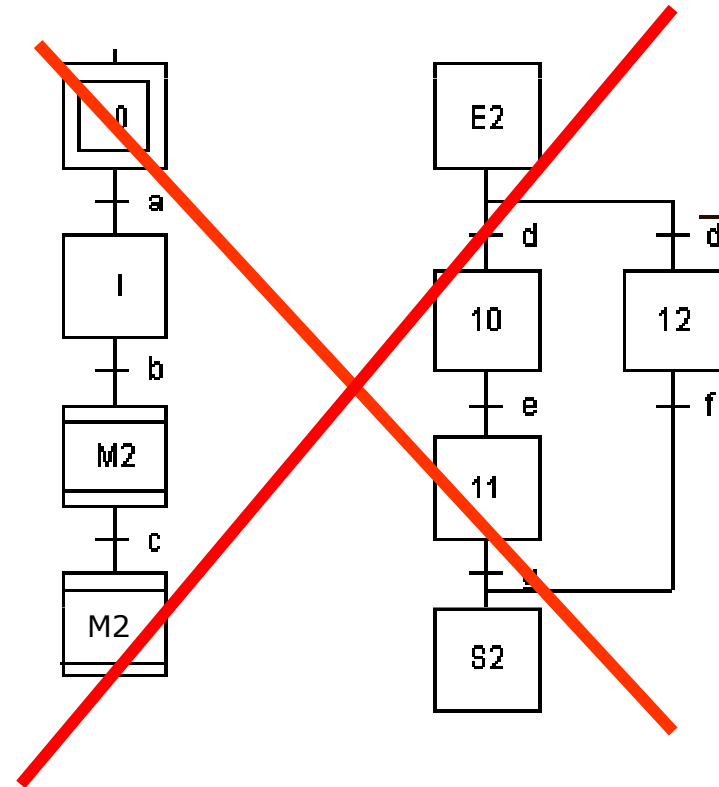
¡OJO! CON LA SINTAXIS

MACRO-ETAPAS

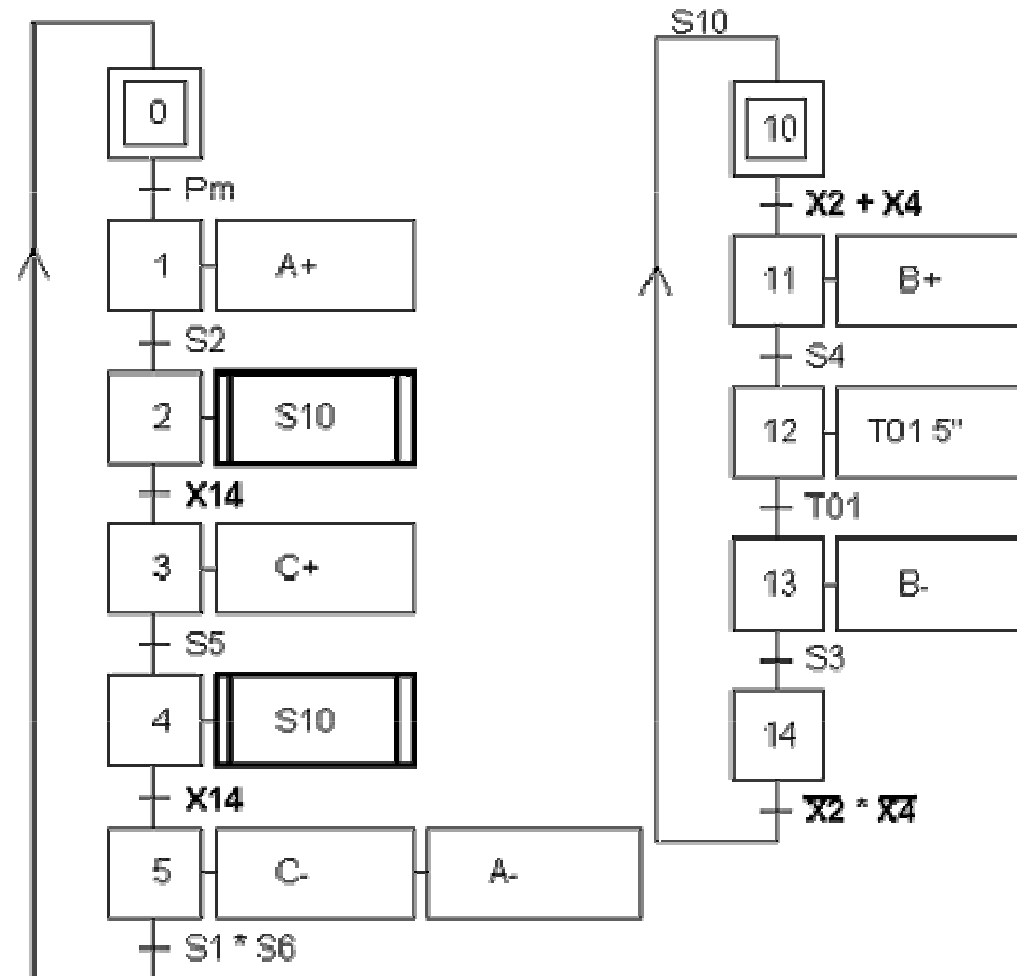
CORRECTO



INCORRECTO

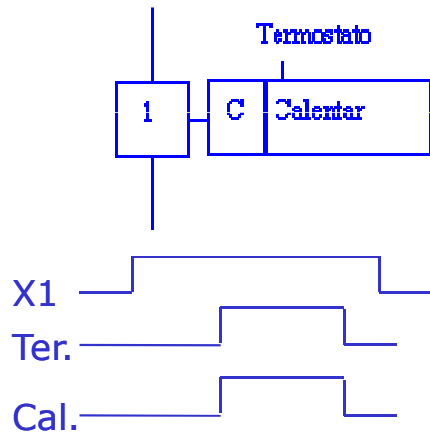


MACRO-ACCIONES O SUBROUTINAS

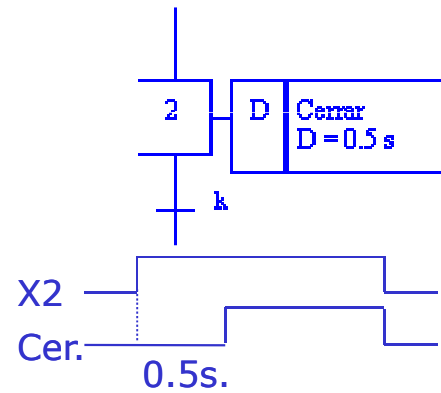


TIPOS DE ACCIONES

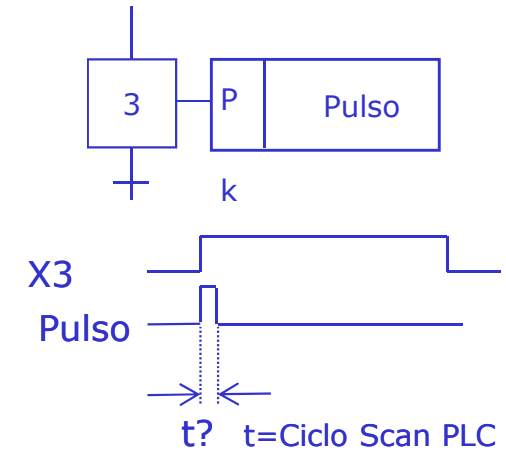
CONDICIONADA



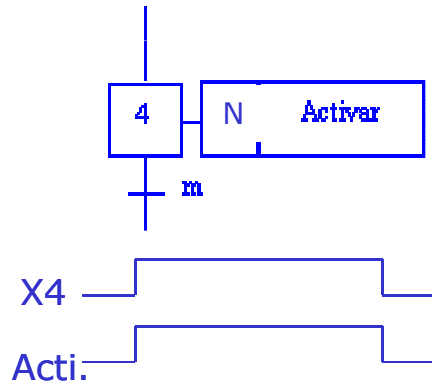
RETARDADA



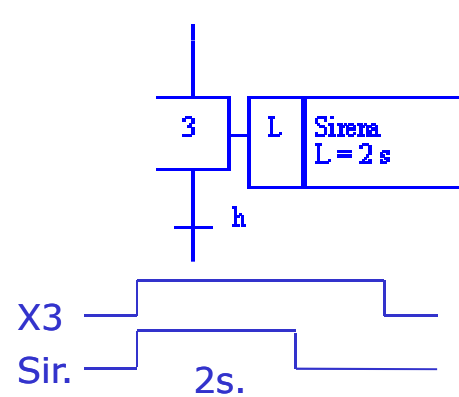
IMPULSIONAL



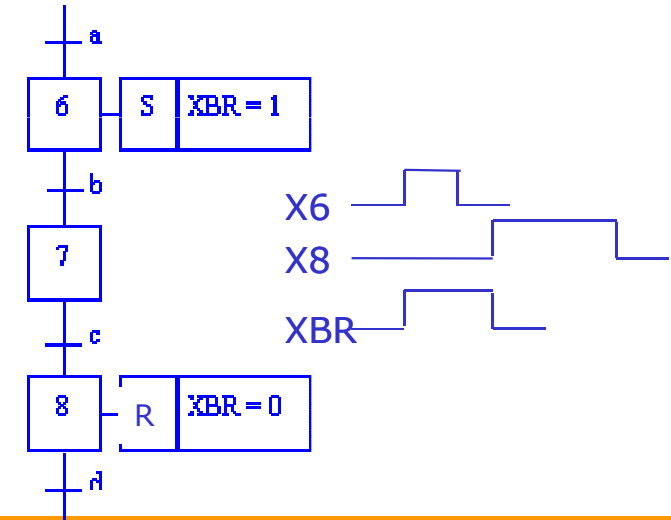
NO ALMACENADA



LIMITADA



MEMORIZADA



Ejemplo

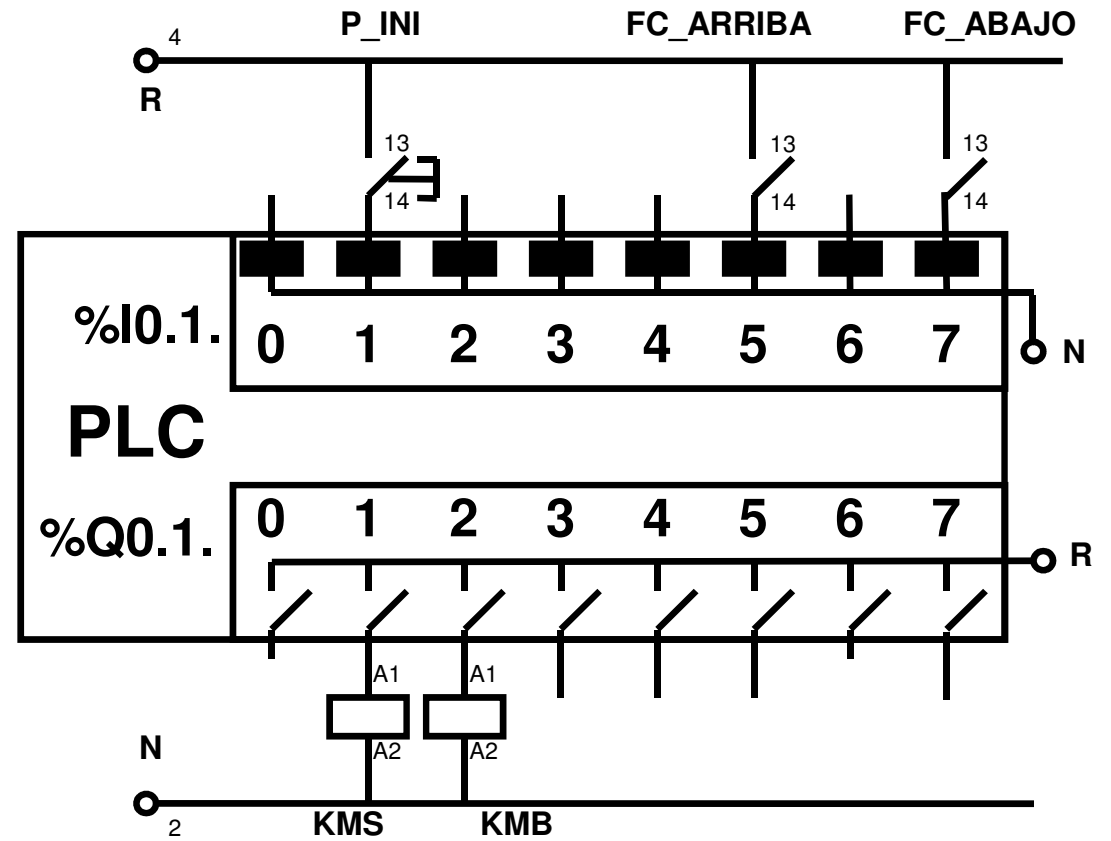
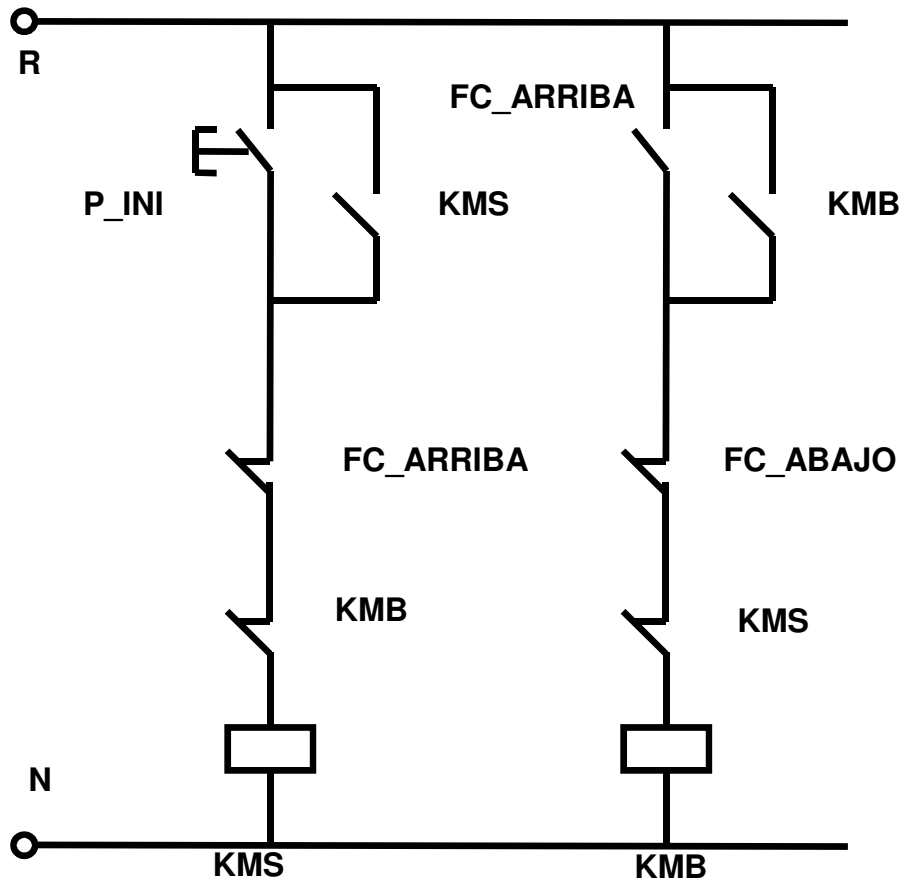


Una vez pulsado "MARCHA" el elemento sube hasta "ARRIBA", baja automáticamente y se para "ABAJO".



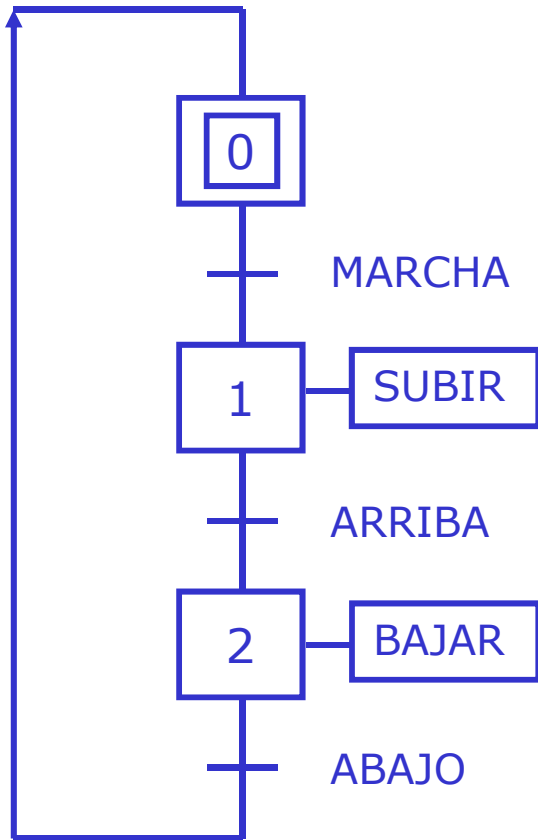
AMPLIACIONES:

- ¿Qué hacer si el elemento no se encuentra inicialmente abajo?
- ¿Qué hacer si durante la maniobra se vuelve a pulsar "MARCHA"?
- ¿Qué hacer si se tarda demasiado en la maniobra de subida o de bajada?
- ¿Qué hacer si los dos fines de carrera están activos simultáneamente?
- ¿Cómo indicar cualquier posible fallo, aceptarlo y rearmar la instalación?
- ¿Conviene considerar alguna temporización para que KMS y KMB no estén activos simultáneamente?



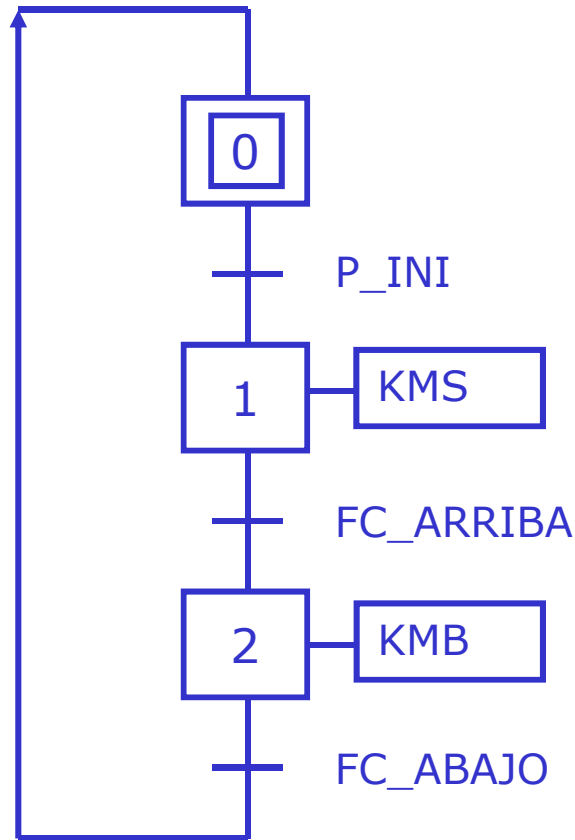
NIVELES DE REPRESENTACIÓN DE GRAFCET

NIVEL I



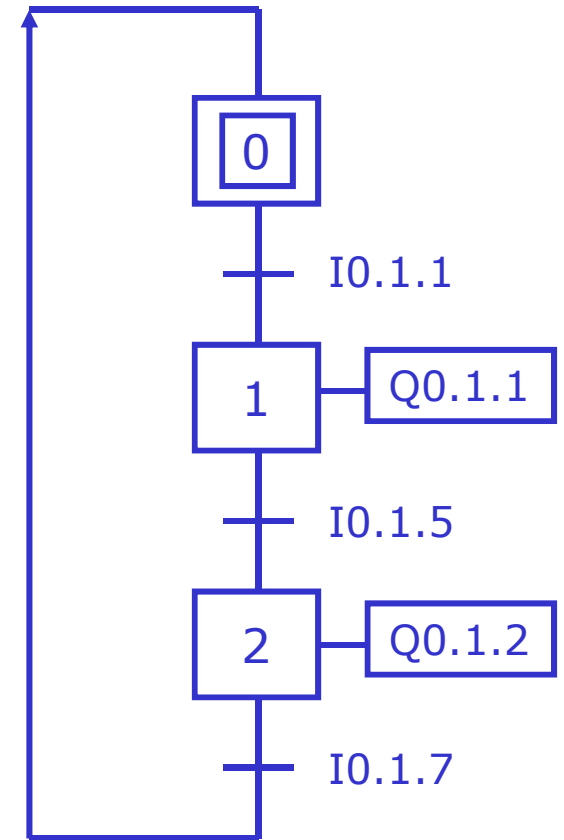
ALTO NIVEL

NIVEL II



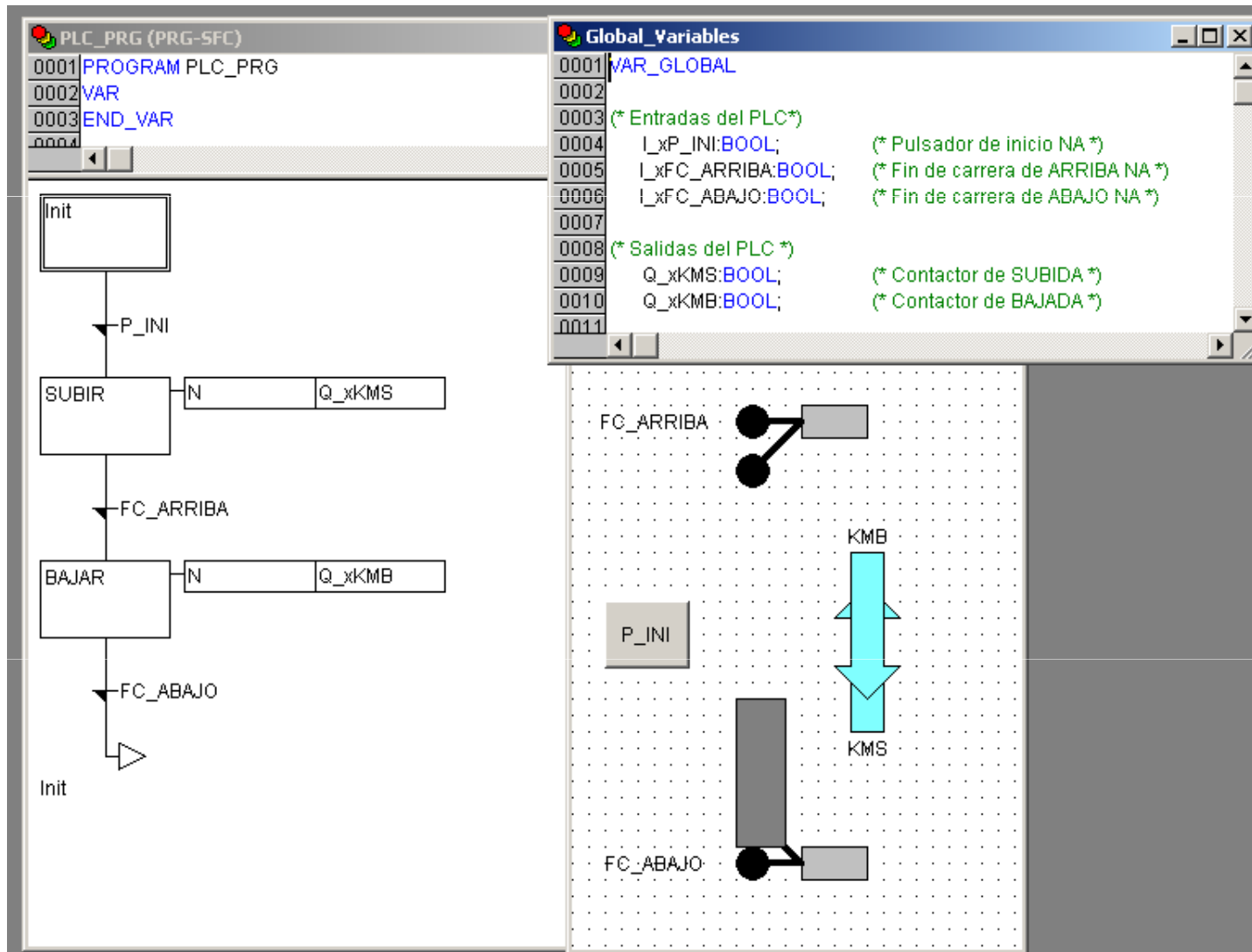
NIVEL DE PROCESO

NIVEL III



NIVEL DE CONTROLADOR

Ejemplo con CoDeSys: SFC con "IEC steps"



Ejemplo con CoDeSys: SFC

CoDeSys - SUBE-BAJA_SFC.pro*

File Edit Project Insert Extras Online Window Help

Global Variables

```

0001 VAR_GLOBAL
0002
0003 (* Entradas del PLC*)
0004 I_xP_INI:BOOL; (* Pulsador de inicio NA *)
0005 I_xFC_ARRIBA:BOOL; (* Fin de carrera de ARRIBA NA *)
0006 I_xFC_ABAJO:BOOL; (* Fin de carrera de ABAJO NA *)
0007
0008 (* Salidas del PLC *)
0009 Q_xKMS:BOOL; (* Contactor de SUBIDA *)
0010 Q_xKMB:BOOL; (* Contactor de BAJADA *)

```

PLC_PRG (PRG-SFC)

```

0001 PROGRAM PLC_PRG
0002 VAR
0003 END_VAR
0004

```

Init

P_INI

SUBIR

FC_ARRI

BAJAR

FC_ABAJO

Init

Action SUBIR (ST) - PLC ...

```

0001 Q_xKMS := TRUE;
0002

```

Action SUBIR - Exit (ST) - ...

```

0001 Q_xKMS := FALSE;
0002
0003

```

Action BAJAR - Entry (ST)...

```

0001 Q_xKMB := TRUE;
0002
0003

```

Action BAJAR - Exit (ST) - ...

```

0001 Q_xKMB := FALSE;
0002
0003

```

Transition P_INI (ST) - PLC_PR...

```

0001 I_xP_INI
0002

```

Transition FC_ARRIBA (ST) - ...

```

0001 I_xFC_ARRIBA
0002

```

Transition FC_ABAJO (ST) - PL...

```

0001 I_xFC_ABAJO
0002

```

POUs

Carpera Simulador

PLC_PRG (PRG)

POUs Dat... Visu... Res...

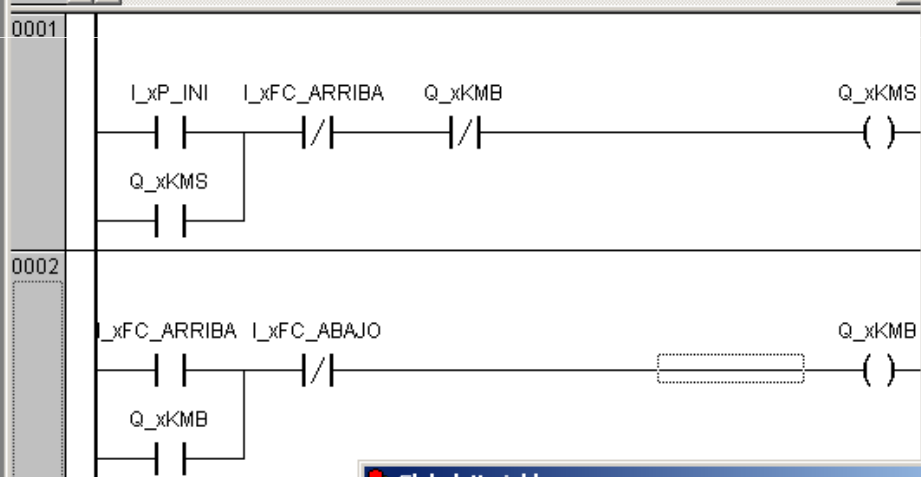
ONLINE OV READ

Ejemplo con CoDeSys: LD

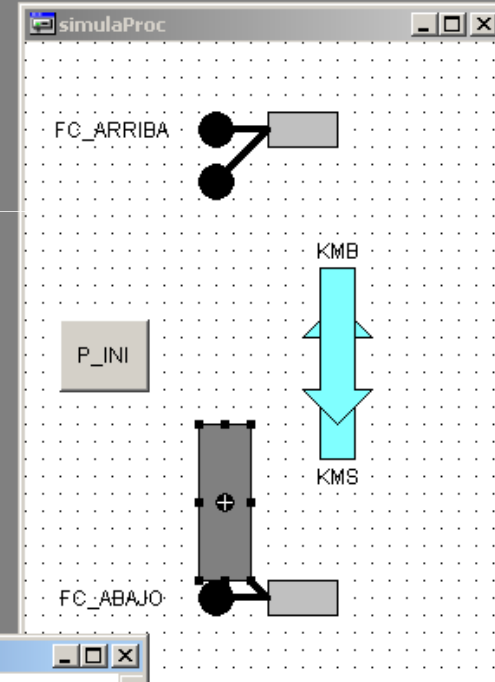
PLC_PRG (PRG-LD)

```

0001 PROGRAM PLC_PRG
0002 VAR
0003 END_VAR
0004
0001
    I_xP_INI I_xFC_ARRIBA Q_xKMS
    Q_xKMS
    I_xFC_ARRIBA I_xFC_ABAJO Q_xKMB
    Q_xKMB
    
```



simulaProc



Global Variables

```

0001 VAR_GLOBAL
0002
0003 (* Entradas del PLC *)
0004 I_xP_INI:BOOL; (* Pulsador de inicio NA *)
0005 I_xFC_ARRIBA:BOOL; (* Fin de carrera de ARRIBA NA *)
0006 I_xFC_ABAJO:BOOL; (* Fin de carrera de ABAJO NA *)
0007
0008 (* Salidas del PLC *)
0009 Q_xKMS:BOOL; (* Contactor de SUBIDA *)
0010 Q_xKMB:BOOL; (* Contactor de BAJADA *)
0011
0012 (* Para el simulador *)
0013 altura:REAL:=20.0; (* Varía entre 0 abajo y 100 arriba *)
0014
0015 END VAR
    
```

Ejemplo con CoDeSys: ST

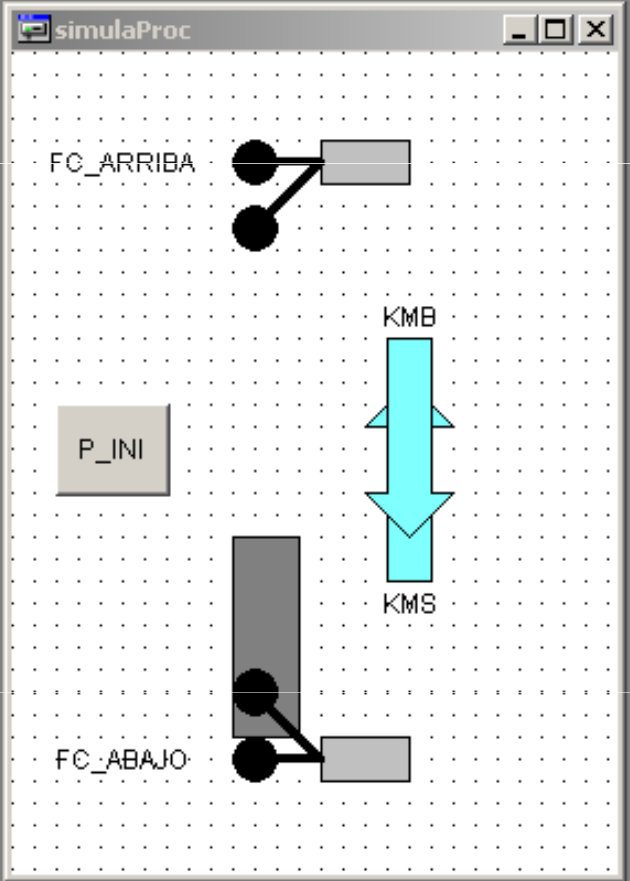
PLC_PRG (PRG-ST)

```

0001 PROGRAM PLC_PRG
0002 VAR
0003 END_VAR
0004
0005
0001 Q_xKMS:=( I_xP_INI OR Q_xKMS) AND NOT I_xFC_ARRIBA AND NOT Q_xKMB;
0002 Q_xKMB:=( I_xFC_ARRIBA OR Q_xKMB) AND NOT I_xFC_ABAJO;
0003

```

simulaProc



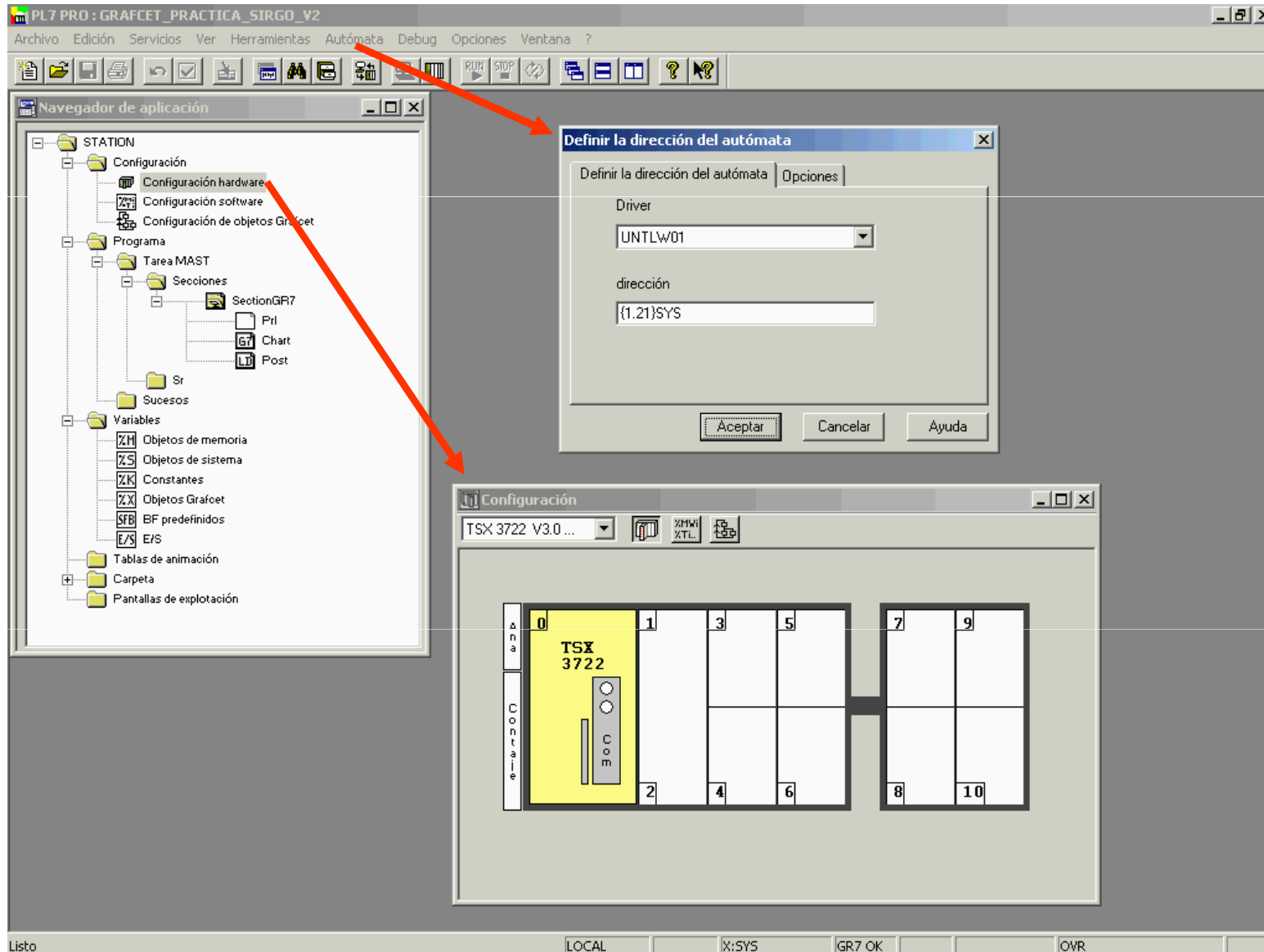
Global_Variables

```

0001 VAR_GLOBAL
0002
0003 (* Entradas del PLC *)
0004 I_xP_INI:BOOL; (* Pulsador de inicio NA *)
0005 I_xFC_ARRIBA:BOOL; (* Fin de carrera de ARRIBA NA *)
0006 I_xFC_ABAJO:BOOL; (* Fin de carrera de ABAJO NA *)
0007
0008 (* Salidas del PLC *)
0009 Q_xKMS:BOOL; (* Contactor de SUBIDA *)
0010 Q_xKMB:BOOL; (* Contactor de BAJADA *)
0011
0012 (* Para el simulador *)
0013 altura:REAL:=20.0; (* Varía entre 0 abajo y 100 arriba *)
0014
0015 END_VAR

```

Ejemplo con PL7



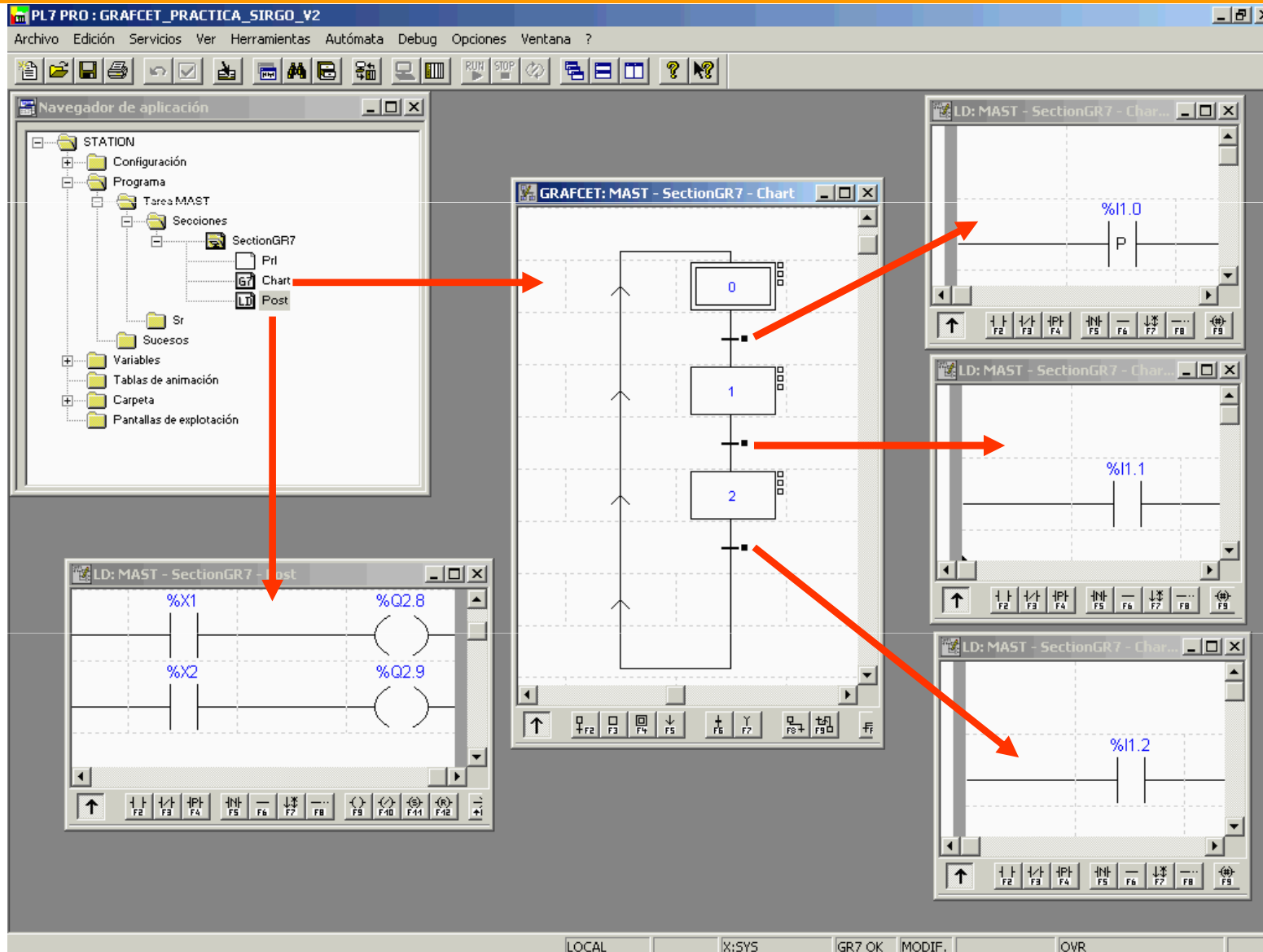
The screenshot shows the PL7 PRO software interface. On the left is the 'Navegador de aplicación' (Application Navigator) showing a project tree for 'STATION'. The tree includes folders for 'Configuración' (hardware and software), 'Programa', 'Tarea MAST', 'Secciones' (with 'SectionGR7' containing 'Prl', 'Chart', and 'Post'), 'Sr', 'Sucesos', 'Variables' (with sub-items like 'Objetos de memoria', 'Objetos de sistema', 'Constantes', 'Objetos Gráfico', 'BF predefinidos', 'E/S'), 'Tablas de animación', 'Carpeta', and 'Pantallas de explotación'.

In the center, a dialog box titled 'Definir la dirección del autómata' (Define PLC direction) is open. It has two tabs: 'Definir la dirección del autómata' and 'Opciones'. The 'Definir la dirección del autómata' tab is active, showing a 'Driver' dropdown menu set to 'UNTLW01' and a 'dirección' text field containing '{1.21}SYS'. At the bottom of the dialog are 'Aceptar', 'Cancelar', and 'Ayuda' buttons.

Below the dialog is the 'Configuración' (Configuration) window. It shows a dropdown menu for 'TSX 3722 V3.0 ...' and icons for 'XHWI', 'XTL', and 'LSP'. The main area displays a rack configuration diagram with 11 slots. Slot 0 is highlighted in yellow and contains a 'TSX 3722' PLC. Slot 1 contains a 'UOE' (Unit of Expansion) module. Slots 2-10 are empty. The diagram is labeled 'Anillo' (Ring) on the left and 'Control' on the right.

At the bottom of the software interface, there is a status bar with the text 'Listo' and several indicator lights: 'LOCAL', 'X:SYS', 'GR7 OK', and 'OVR'.

Ejemplo con PL7



The screenshot displays the PL7 PRO software interface for a project named "GRAFSET_PRACTICA_SIRGO_Y2". The main window shows a ladder logic diagram with three rungs labeled 0, 1, and 2. Rung 0 contains a normally open contact labeled "%I1.0" and a coil labeled "P". Rung 1 contains a normally open contact labeled "%I1.1". Rung 2 contains a normally open contact labeled "%I1.2".

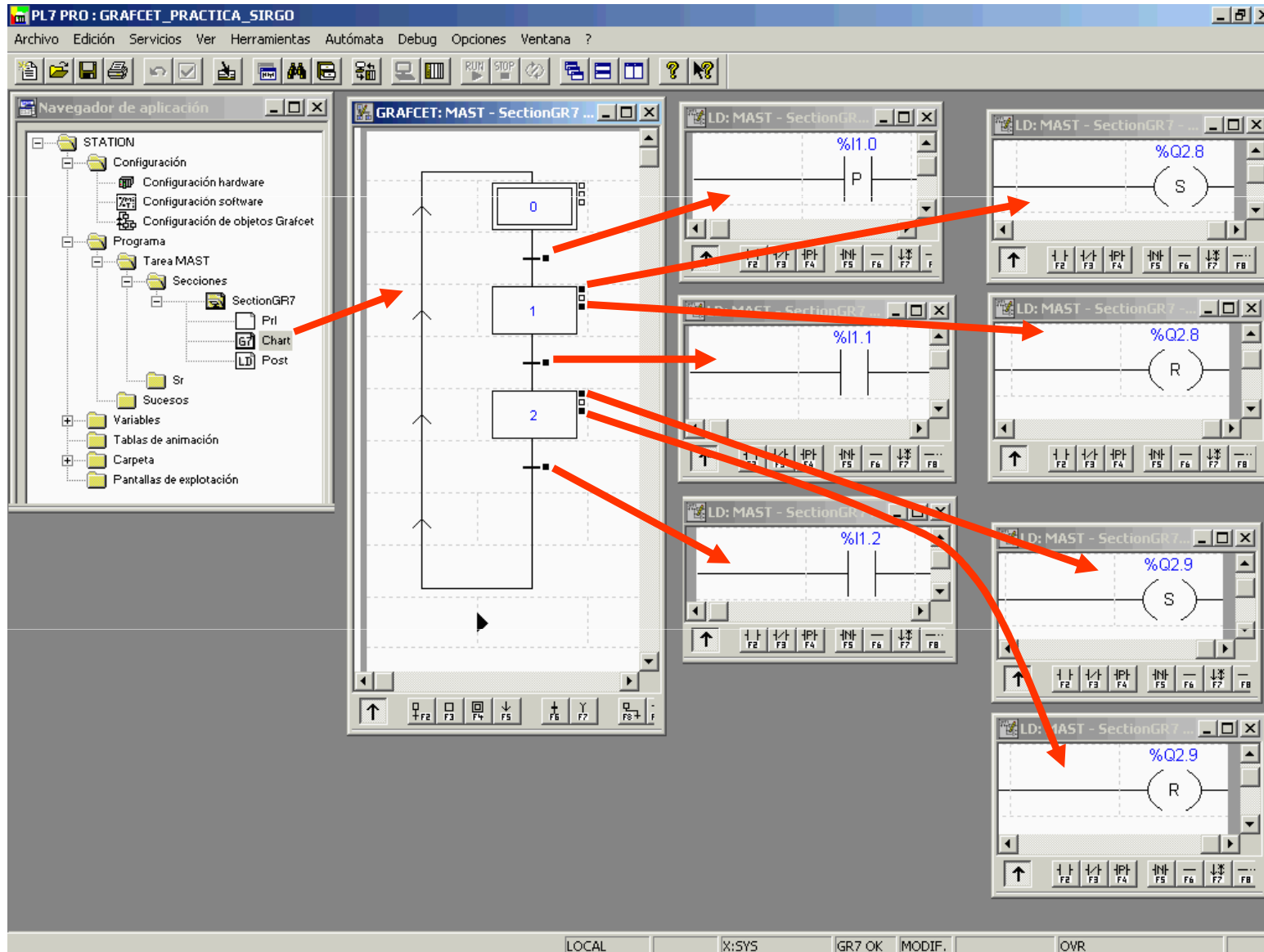
Three smaller windows are open, each displaying a chart for a specific rung:

- The top chart, titled "LD: MAST - SectionGR7 - Char...", shows the logic for rung 0, with the contact "%I1.0" and coil "P".
- The middle chart, titled "LD: MAST - SectionGR7 - Char...", shows the logic for rung 1, with the contact "%I1.1".
- The bottom chart, titled "LD: MAST - SectionGR7 - Char...", shows the logic for rung 2, with the contact "%I1.2".

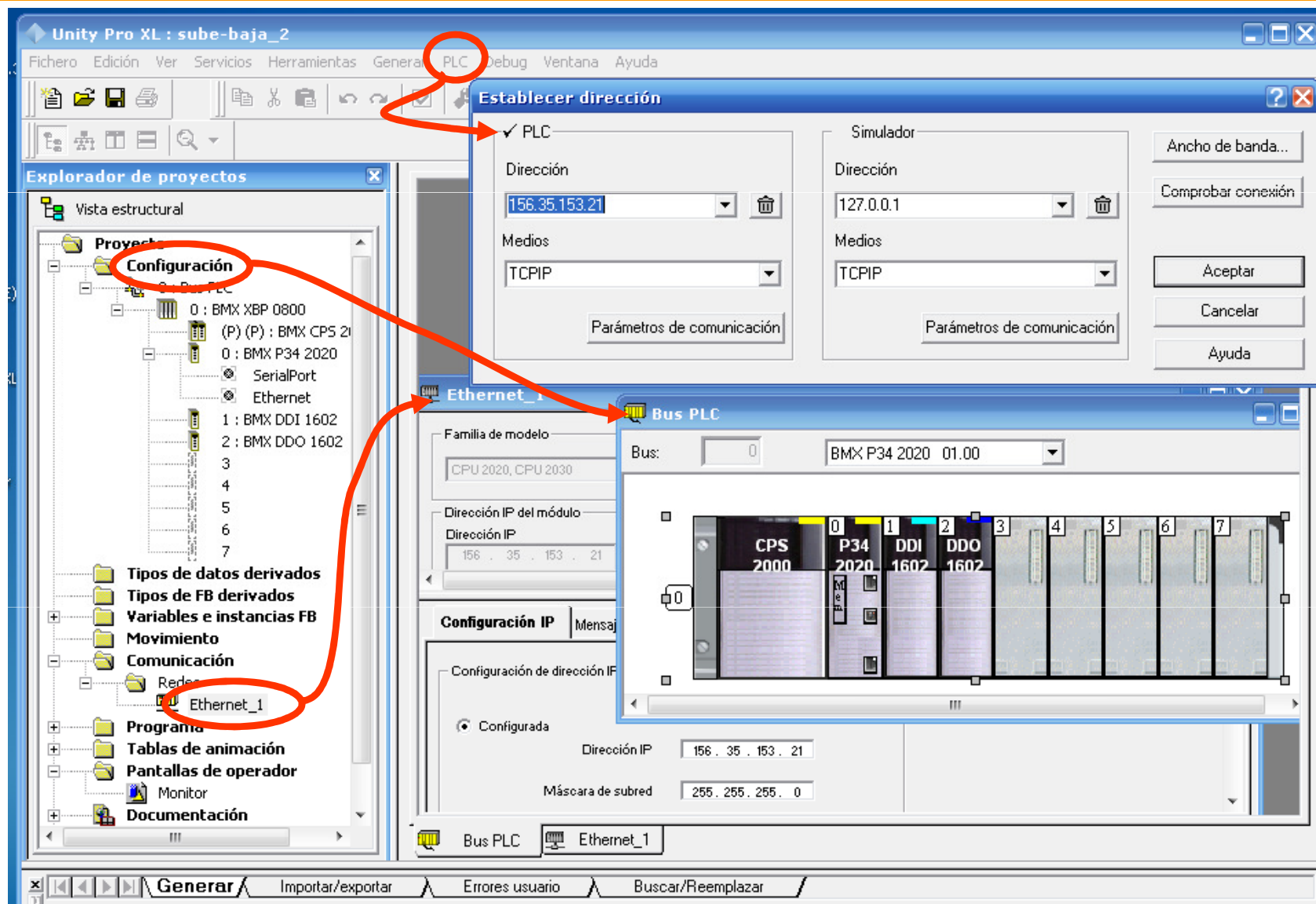
On the left, the "Navegador de aplicación" (Application Navigator) shows the project structure, including "STATION", "Configuración", "Programa", "Tarea MAST", "Secciones", "SectionGR7", "Prl", "Chart", "Post", "Sr", "Sucesos", "Variables", "Tablas de animación", "Carpeta", and "Pantallas de explotación". Red arrows point from the "Chart" and "Post" folders in the navigator to the main diagram and the bottom chart, respectively.

The bottom status bar shows the following indicators: LOCAL, X:SYS, GR7 OK, MODIF., and OVR.

Ejemplo con PL7

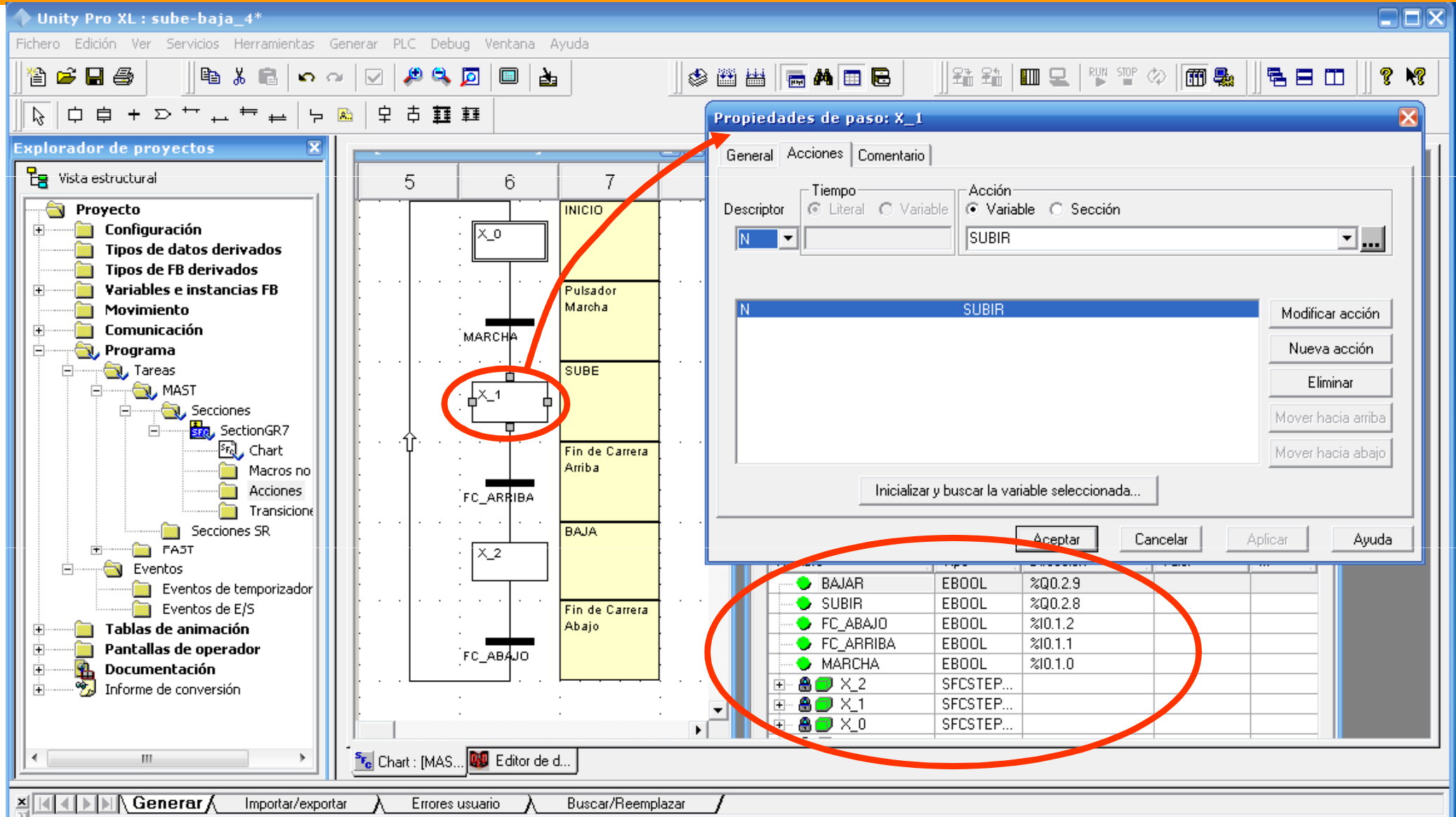


Ejemplo con UNITY: Configuración



The screenshot displays the Unity Pro XL software interface for configuring a PLC. The main window is titled "Unity Pro XL : sube-baja_2". The "Explorador de proyectos" (Project Explorer) on the left shows a project structure with a "Configuración" folder circled in red. Below it, the "Ethernet_1" folder is also circled in red. The "Establecer dirección" (Set Address) dialog box is open, showing the "PLC" tab selected. The "Dirección" (Address) is set to "156.35.153.21" and "Medios" (Media) is set to "TCP/IP". The "Bus PLC" dialog box is also open, showing the "Bus" set to "0" and the "Familia de modelo" (Model Family) set to "CPU 2020, CPU 2030". The "Configuración IP" (IP Configuration) section shows the "Dirección IP" (IP Address) set to "156.35.153.21" and the "Máscara de subred" (Subnet Mask) set to "255.255.255.0". The "Bus PLC" dialog box also shows a rack configuration with modules: "CPS 2000", "P34 2020", "DDI 1602", and "DDO 1602".

Ejemplo con UNITY: SFC (Grafcet)



The screenshot shows the Unity Pro XL software interface. The main window displays an SFC (Grafcet) diagram with three steps: 5, 6, and 7. Step 5 is labeled 'INICIO'. Step 6 is labeled 'SUBE' and contains a transition 'MARCHA' leading to step 7. Step 7 is labeled 'BAJA' and contains a transition 'FC_ARRIBA' leading back to step 6. A variable 'X_1' is shown in a box between steps 6 and 7, and another 'X_1' is shown in a box between steps 5 and 6. A red circle highlights the 'X_1' box in step 6. A red arrow points from this box to the 'Propiedades de paso: X_1' dialog box.

The 'Propiedades de paso: X_1' dialog box has three tabs: 'General', 'Acciones', and 'Comentario'. The 'General' tab is active. It shows the following fields:

- Descriptor: N
- Tiempo: Literal (selected), Variable
- Acción: Variable (selected), Sección
- Acción: SUBIR

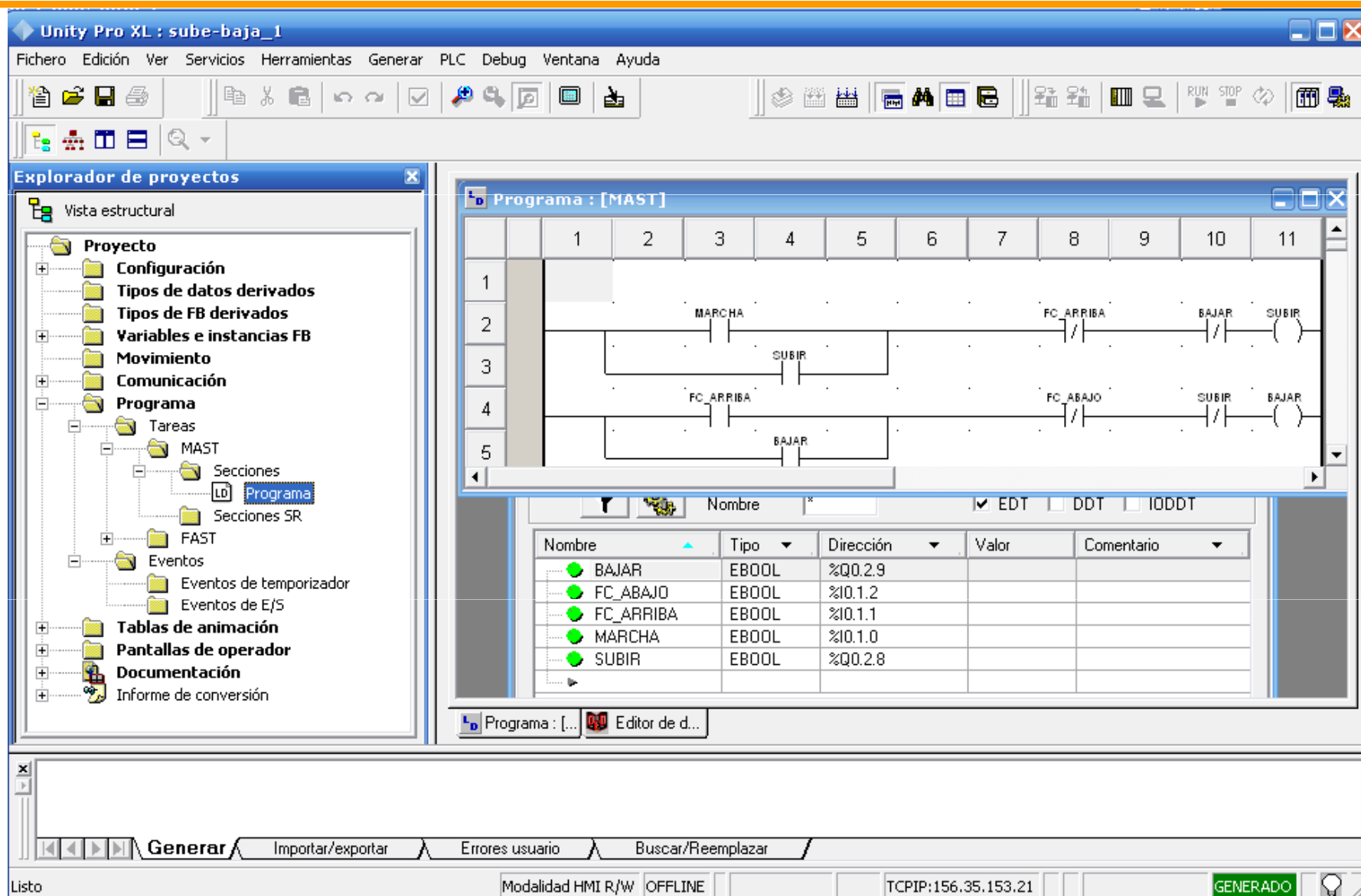
Below these fields is a list of actions with the selected action 'SUBIR' highlighted in blue. Buttons for 'Modificar acción', 'Nueva acción', 'Eliminar', 'Mover hacia arriba', and 'Mover hacia abajo' are visible. At the bottom of the dialog is a button 'Inicializar y buscar la variable seleccionada...' and buttons for 'Aceptar', 'Cancelar', 'Aplicar', and 'Ayuda'.

At the bottom of the software window, there is a table listing variables:

| | | |
|-----------|------------|---------|
| BAJAR | EBOOL | %Q0.2.9 |
| SUBIR | EBOOL | %Q0.2.8 |
| FC_ABAJO | EBOOL | %I0.1.2 |
| FC_ARRIBA | EBOOL | %I0.1.1 |
| MARCHA | EBOOL | %I0.1.0 |
| X_2 | SFCSTEP... | |
| X_1 | SFCSTEP... | |
| X_0 | SFCSTEP... | |

A red circle highlights this table. The bottom status bar shows 'Generar', 'Importar/exportar', 'Errores usuario', and 'Buscar/Reemplazar'.

Ejemplo con UNITY: LD



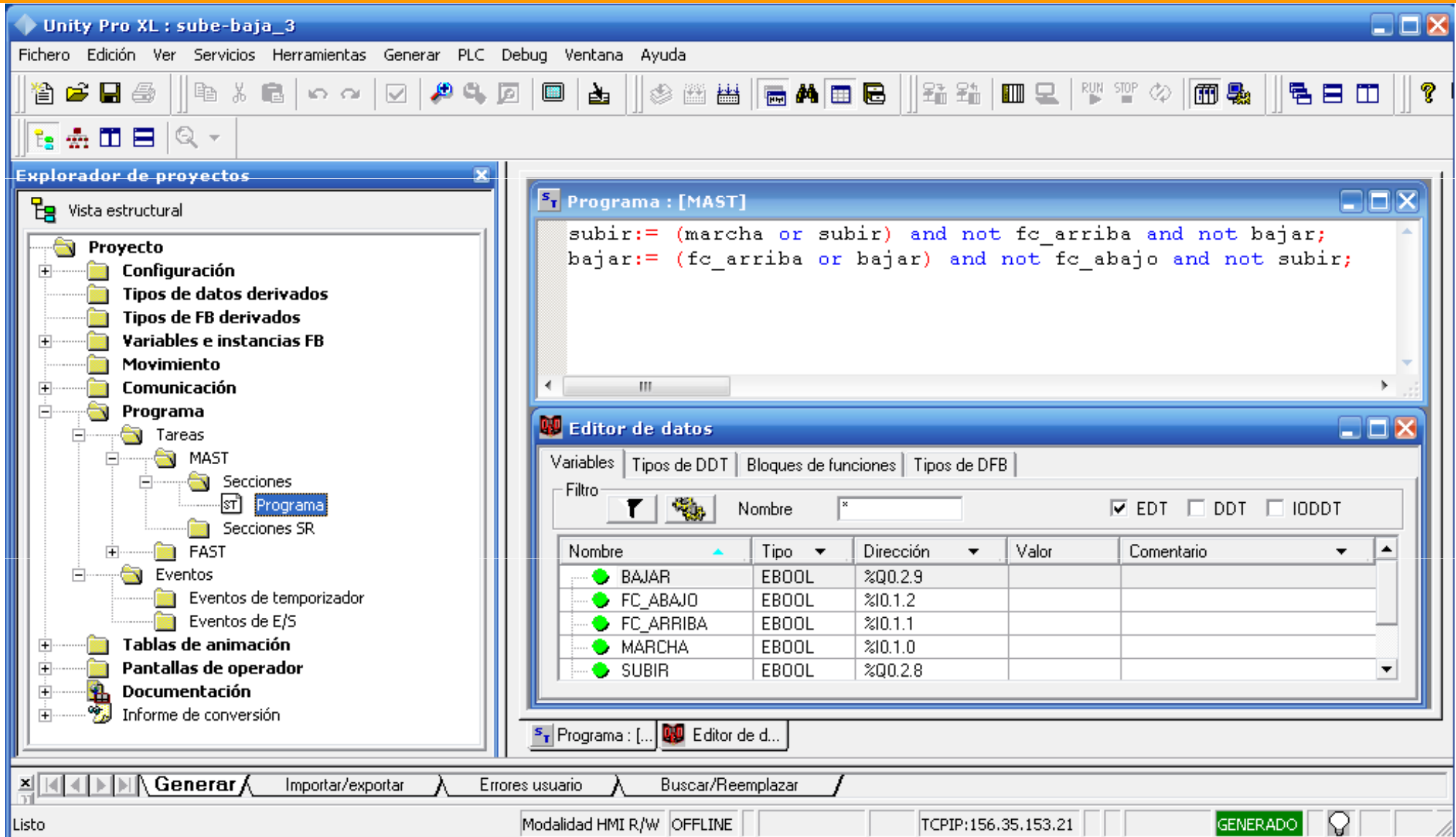
The screenshot displays the Unity Pro XL software interface for a project named "sube-baja_1". The main window shows a ladder logic (LD) program for a lift system, titled "Programa : [MAST]". The program is organized into 11 rungs. Rung 2 contains a normally open contact labeled "MARCHA" in series with a normally closed contact labeled "FC_ARRIBA", leading to a coil labeled "BAJAR" and "SUBIR". Rung 3 contains a normally open contact labeled "SUBIR" in series with a normally closed contact labeled "FC_ARRIBA", leading to a coil labeled "BAJAR" and "SUBIR". Rung 4 contains a normally open contact labeled "FC_ARRIBA" in series with a normally closed contact labeled "FC_ABAJO", leading to a coil labeled "SUBIR" and "BAJAR". Rung 5 contains a normally open contact labeled "BAJAR" in series with a normally closed contact labeled "FC_ABAJO", leading to a coil labeled "SUBIR" and "BAJAR".

Below the ladder logic diagram is a table with the following columns: Nombre, Tipo, Dirección, Valor, and Comentario. The table lists the following variables:

| Nombre | Tipo | Dirección | Valor | Comentario |
|-----------|-------|-----------|-------|------------|
| BAJAR | EBOOL | %Q0.2.9 | | |
| FC_ABAJO | EBOOL | %I0.1.2 | | |
| FC_ARRIBA | EBOOL | %I0.1.1 | | |
| MARCHA | EBOOL | %I0.1.0 | | |
| SUBIR | EBOOL | %Q0.2.8 | | |

The interface also includes a project explorer on the left, a menu bar (Fichero, Edición, Ver, Servicios, Herramientas, Generar, PLC, Debug, Ventana, Ayuda), a toolbar, and a status bar at the bottom showing "Listo", "Modalidad HMI R/W OFFLINE", "TCPIP:156.35.153.21", and a "GENERADO" button.

Ejemplo con UNITY: ST



The screenshot displays the Unity Pro XL software interface. The main window is titled "Unity Pro XL : sube-baja_3". The menu bar includes "Fichero", "Edición", "Ver", "Servicios", "Herramientas", "Generar PLC", "Debug", "Ventana", and "Ayuda". The toolbar contains various icons for file operations, editing, and execution.

The "Explorador de proyectos" (Project Explorer) window on the left shows a hierarchical view of the project structure:

- Proyecto
 - Configuración
 - Tipos de datos derivados
 - Tipos de FB derivados
 - Variables e instancias FB
 - Movimiento
 - Comunicación
 - Programa
 - Tareas
 - MAST
 - Secciones
 - ST Programa
 - Secciones SR
 - FAST
 - Eventos
 - Eventos de temporizador
 - Eventos de E/S
 - Tablas de animación
 - Pantallas de operador
 - Documentación
 - Informe de conversión

The "Programa : [MAST]" window shows the following ladder logic code:

```

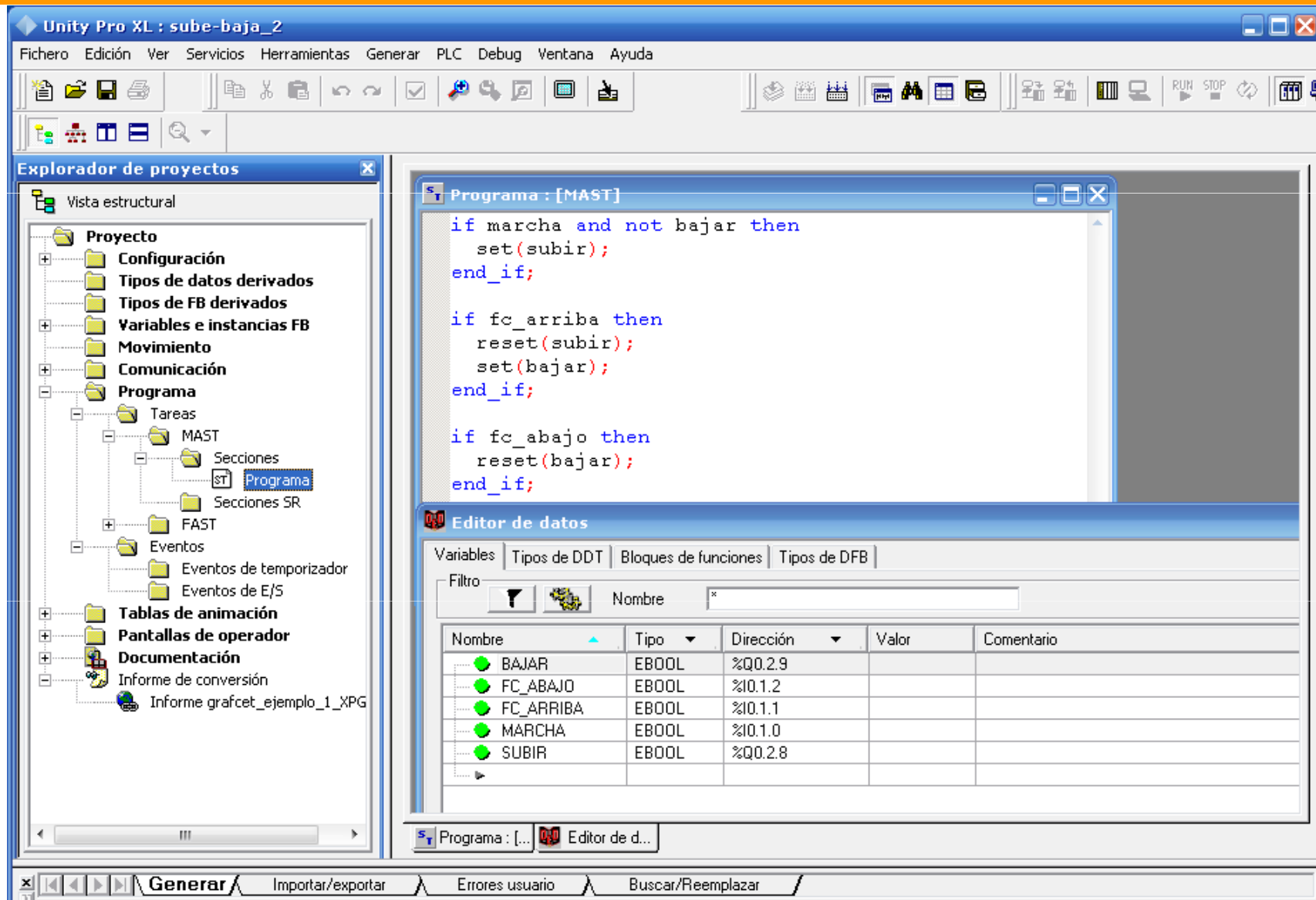
subir:= (marcha or subir) and not fc_arriba and not bajar;
bajar:= (fc_arriba or bajar) and not fc_abajo and not subir;
  
```

The "Editor de datos" (Data Editor) window is open, showing a table of variables:

| Nombre | Tipo | Dirección | Valor | Comentario |
|-----------|-------|-----------|-------|------------|
| BAJAR | EBOOL | %Q0.2.9 | | |
| FC_ABAJO | EBOOL | %I0.1.2 | | |
| FC_ARRIBA | EBOOL | %I0.1.1 | | |
| MARCHA | EBOOL | %I0.1.0 | | |
| SUBIR | EBOOL | %Q0.2.8 | | |

The status bar at the bottom indicates "Listo", "Modalidad HMI R/W OFFLINE", and "TCPIP:156.35.153.21". A green "GENERADO" button is visible on the right.

Ejemplo con UNITY: ST



The screenshot shows the Unity Pro XL software interface. The main window is titled 'Unity Pro XL : sube-baja_2'. The menu bar includes 'Fichero', 'Edición', 'Ver', 'Servicios', 'Herramientas', 'Generar', 'PLC', 'Debug', 'Ventana', and 'Ayuda'. The toolbar contains various icons for file operations, editing, and execution.

The 'Explorador de proyectos' (Project Explorer) on the left shows a hierarchical view of the project structure:

- Proyecto
 - Configuración
 - Tipos de datos derivados
 - Tipos de FB derivados
 - Variables e instancias FB
 - Movimiento
 - Comunicación
 - Programa
 - Tareas
 - MAST
 - Secciones
 - Programa (selected)
 - Secciones SR
 - FAST
 - Eventos
 - Eventos de temporizador
 - Eventos de E/S
 - Tablas de animación
 - Pantallas de operador
 - Documentación
 - Informe de conversión
 - Informe grafcet_ejemplo_1_XPG

The main editor window displays the following ST code for 'Programa : [MAST]':

```

if marcha and not bajar then
  set(subir);
end_if;

if fc_arriba then
  reset(subir);
  set(bajar);
end_if;

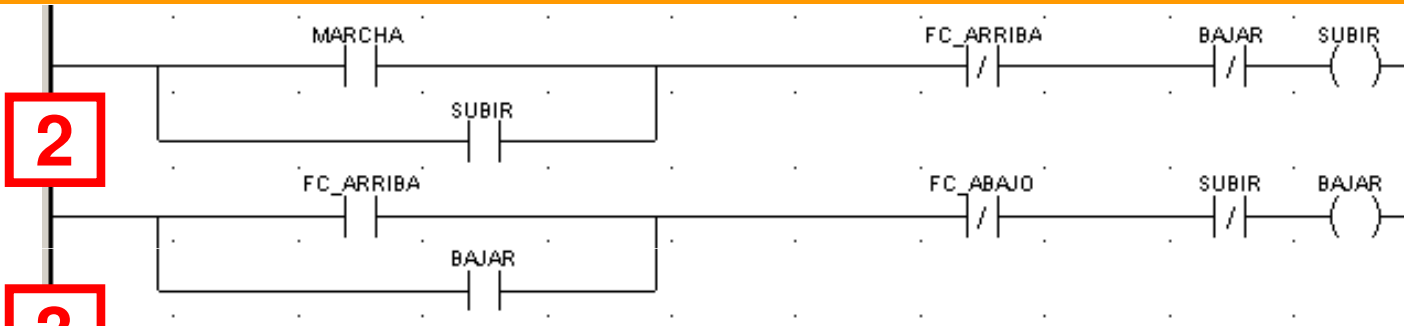
if fc_abajo then
  reset(bajar);
end_if;
  
```

Below the code editor is the 'Editor de datos' (Data Editor) window, which shows a table of variables:

| Nombre | Tipo | Dirección | Valor | Comentario |
|-----------|-------|-----------|-------|------------|
| BAJAR | EBOOL | %Q0.2.9 | | |
| FC_ABAJO | EBOOL | %I0.1.2 | | |
| FC_ARRIBA | EBOOL | %I0.1.1 | | |
| MARCHA | EBOOL | %I0.1.0 | | |
| SUBIR | EBOOL | %Q0.2.8 | | |

The status bar at the bottom shows 'Generar' and other utility buttons.

Ejemplo con UNITY: Comparativa de lenguajes



2

3

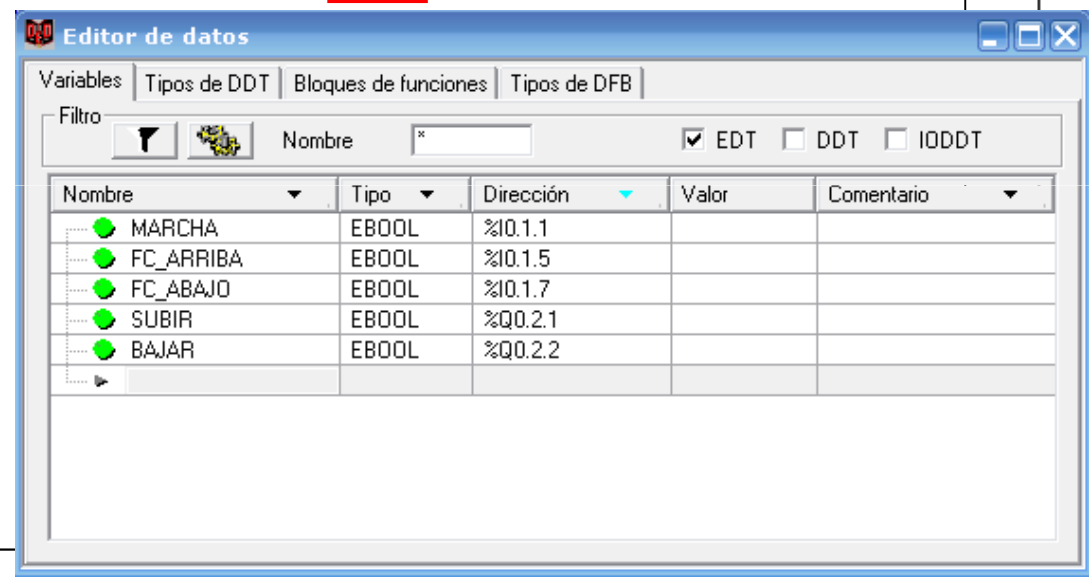
```
SUBIR := (MARCHA OR SUBIR) AND NOT FC_ARRIBA AND NOT BAJAR;
BAJAR := (FC_ARRIBA OR BAJAR) AND NOT FC_ABAJO AND NOT SUBIR;
```

4

```
IF MARCHA AND NOT BAJAR THEN
  SET(SUBIR);
END_IF;

IF FC_ARRIBA THEN
  RESET(SUBIR);
  SET(BAJAR);
END_IF;

IF FC_ABAJO THEN
  RESET(BAJAR);
END_IF;
```



| Nombre | Tipo | Dirección | Valor | Comentario |
|-----------|-------|-----------|-------|------------|
| MARCHA | EBOOL | %I0.1.1 | | |
| FC_ARRIBA | EBOOL | %I0.1.5 | | |
| FC_ABAJO | EBOOL | %I0.1.7 | | |
| SUBIR | EBOOL | %Q0.2.1 | | |
| BAJAR | EBOOL | %Q0.2.2 | | |

1

