

AUTOMATIZACIÓN INDUSTRIAL

PRÁCTICA 1

Esta práctica se ejecutará utilizando los autómatas CJ2M de Omron.

Ejercicio 1 (completamente guiado)

El CJ2M es un autómata de gama media-alta que nos proporcionará una serie de herramientas a la hora de diseñar nuestras aplicaciones.

El primer ejercicio consiste en generar un programa que implemente una función OR exclusiva con las dos primeras entradas digitales del autómata y utilice como salida la primera salida digital, de modo que el diagrama de contactos a implementar será:

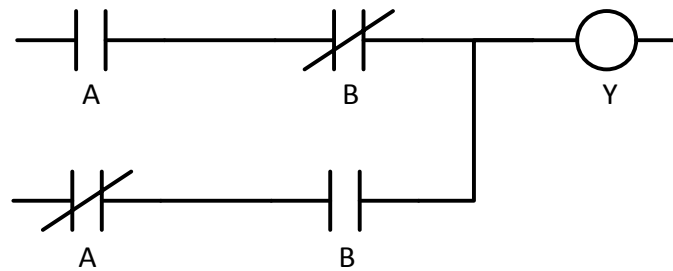


Figura 1.- Esquema de una OR exclusiva

Para ello, en primer lugar, al acceder al laboratorio verificamos que la botonera se encuentra conectada al PLC



Figura 2.- Botonera conectada al PLC

Una vez hemos conectado la botonera conectamos el PLC activando el interruptor de puesta en marcha situado en la bancada.



Figura 3.- Puesta en marcha del PLC

A partir de este momento, ya estamos en condiciones de utilizar el PC para acceder a la programación del PLC. En primer lugar, ejecutamos la aplicación CX-Programmer, que encontraremos en Inicio→Omron→CX-One→CX-Programmer

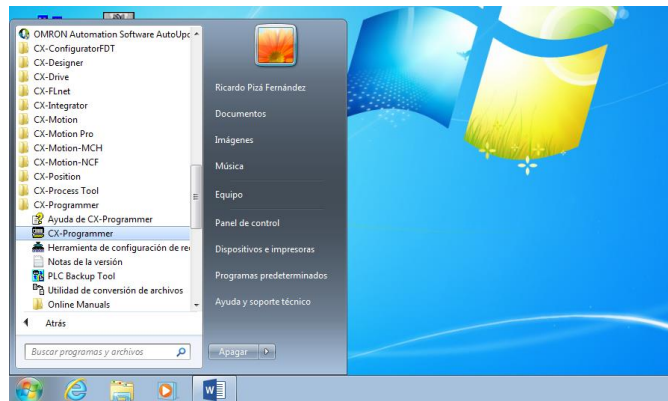


Figura 4.- Lanzamiento del CX-Programmer

El método más fiable para iniciar el sistema cuando vamos a utilizar un autómata del tipo CJ2M es crear un nuevo proyecto, preconfigurar el PLC y las comunicaciones y descargar la configuración final del PLC. Para ello, una vez arrancada la aplicación seleccionamos la opción Archivo→Nuevo tal como muestra la Figura 5.

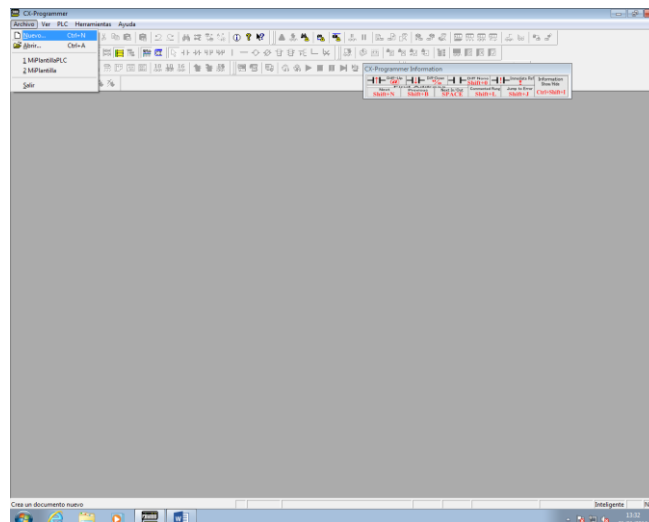


Figura 5.- Creación de un nuevo proyecto

Nada más crear el nuevo proyecto, aparecerá directamente el cuadro de diálogo de definición del PLC, tal como aparece en la Figura 6.

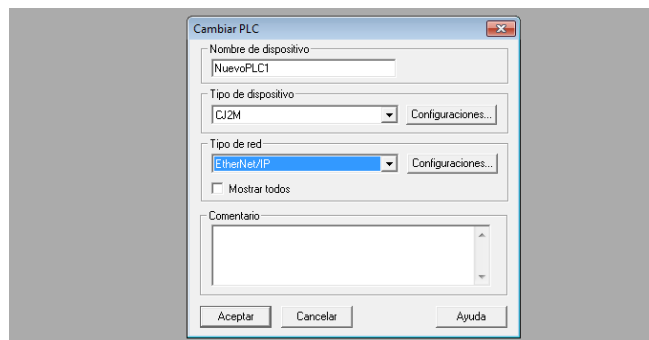


Figura 6.- Definición del PLC

En el desplegable “Tipo de dispositivo” hemos de seleccionar la gama de PLC con la que vamos a conectar, en nuestro caso se trata de un CJ2M. A continuación, en el desplegable “Tipo de red” ajustamos el valor EtherNET/IP. No pulsar Aceptar todavía, aún faltan algunos ajustes muy importantes.

Seguidamente, pulsar el botón “Configuraciones” situado al lado del desplegable “CJ2M”, aparecerá un nuevo cuadro de diálogo como el de la figura.

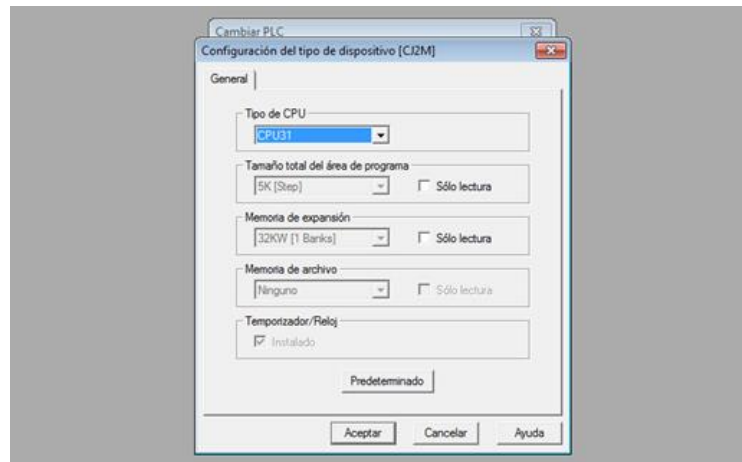


Figura 7.- Ajuste de la CPU del PLC

En este cuadro de diálogo se ajustan los parámetros del modelo del PLC dentro de la gama. En nuestro caso, hemos de seleccionar una CPU modelo 31. Todos los PLCs del laboratorio son iguales, y el modelo de CPU está impreso por el fabricante en la carátula de la misma.

Pulsamos Aceptar en este cuadro de diálogo para finalizar la definición de la CPU y volver al cuadro de diálogo anterior (Figura 6).

Ahora pulsamos el botón “Configuraciones” situado al lado del desplegable “Ethernet/IP” aparecerá un cuadro de diálogo como el mostrado en la Figura 8.

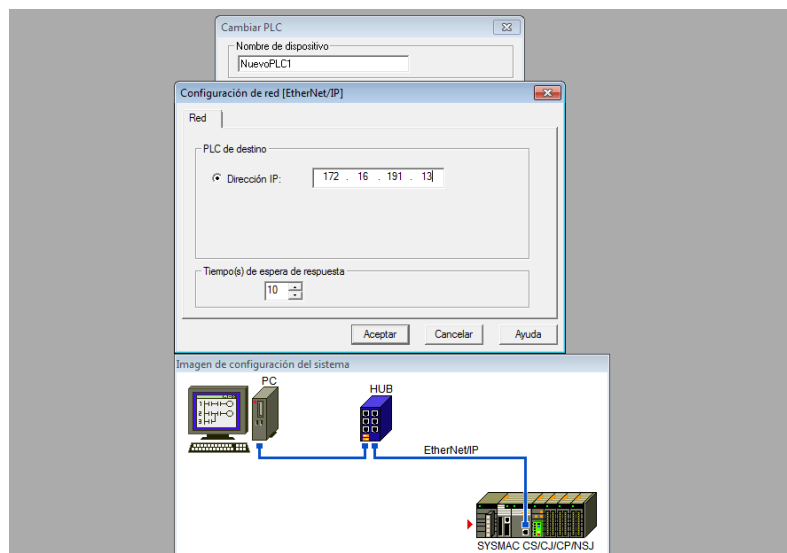


Figura 8.- Ajuste de la dirección IP del PLC

¿Y cuál es la dirección IP del PLC? La dirección IP del PLC la asigna el administrador de red y es fija. Tal como muestra la Figura 9, la dirección IP está impresa en una etiqueta adhesiva adherida en la parte superior derecha de la bancada.

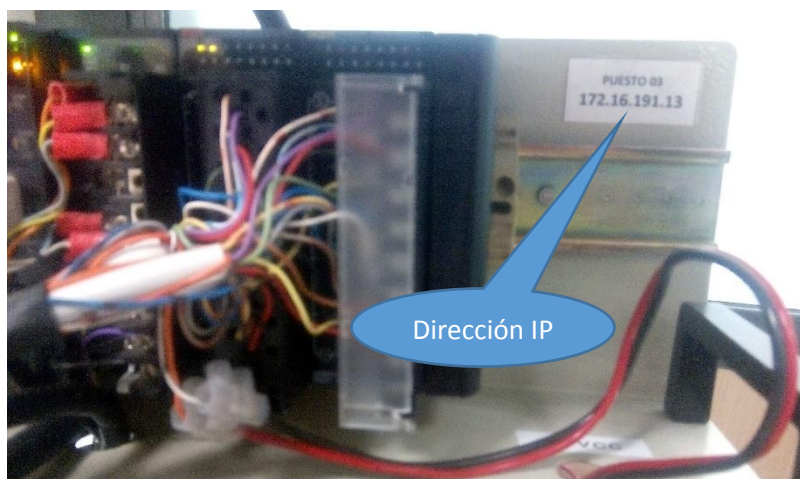


Figura 9.- Dirección IP del PLC

Hay que asegurarse de introducir la IP adecuada. Al ser conexión en red, si introducimos una IP incorrecta podemos acceder a un PLC que no sea el que estemos trabajando. Una vez introducida correctamente la dirección IP pulsamos “Aceptar” para volver al cuadro de diálogo anterior y pulsamos “Aceptar” nuevamente para finalizar la definición del PLC. De este modo, volvemos al entorno de CX-Programmer con un PLC definido tal como muestra la Figura 10.

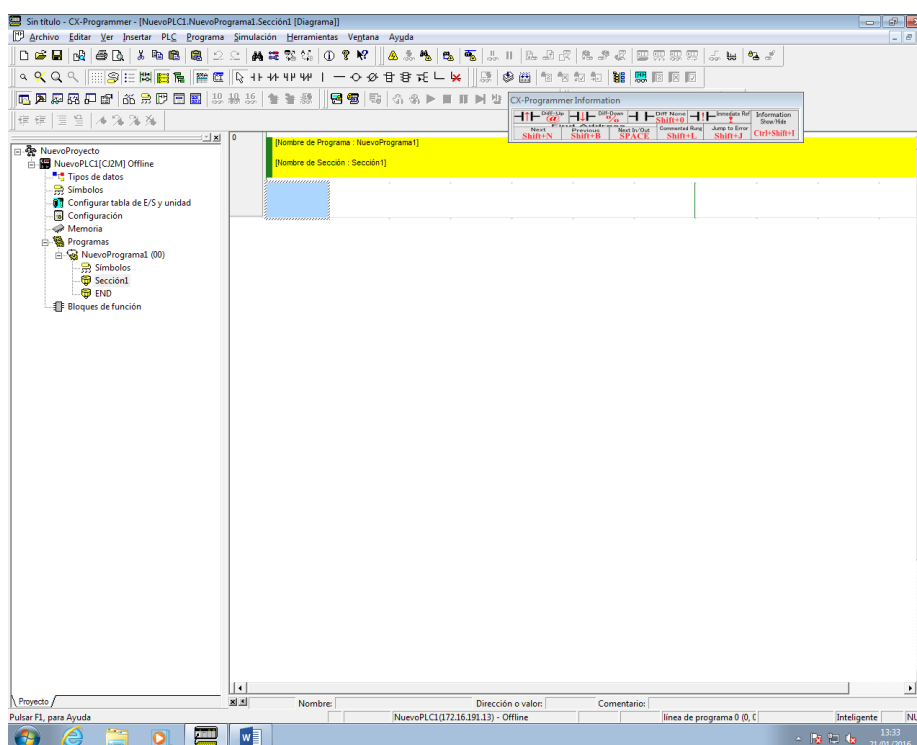


Figura 10.- Proyecto con el PLC definido

En estos momentos nuestro proyecto contiene un PLC que está configurado con las definiciones mínimas y asimismo contiene un programa (NuevoPrograma1) que está en blanco.

La definición del PLC no está finalizada, no se han definido los parámetros de funcionamiento de la CPU, la configuración de los puertos de comunicaciones adicionales, el tipo de ciclo de trabajo, los parámetros del módulo de Ethernet y tampoco se han definido los módulos de entrada/salida. La configuración desde cero de todos estos datos puede resultar bastante

tediosa, es más fácil conectar con el PLC y descargar los datos de configuración que tiene programados. Para ello en primer lugar, estableceremos comunicación con el PLC.

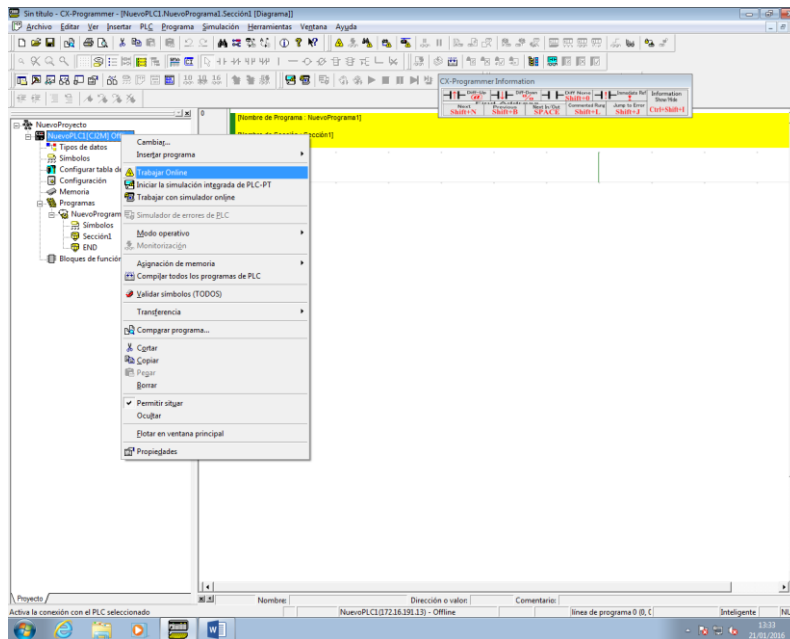


Figura 11.- Puesta On-line del PLC

Tal como muestra la figura, si accedemos al menú emergente del PLC (botón derecho del ratón) podemos activar la opción “Trabajar Online”, que establecerá comunicación con el PLC. Al seleccionar dicha opción, es posible que aparezca un cuadro de diálogo de confirmación tal como muestra la Figura 12

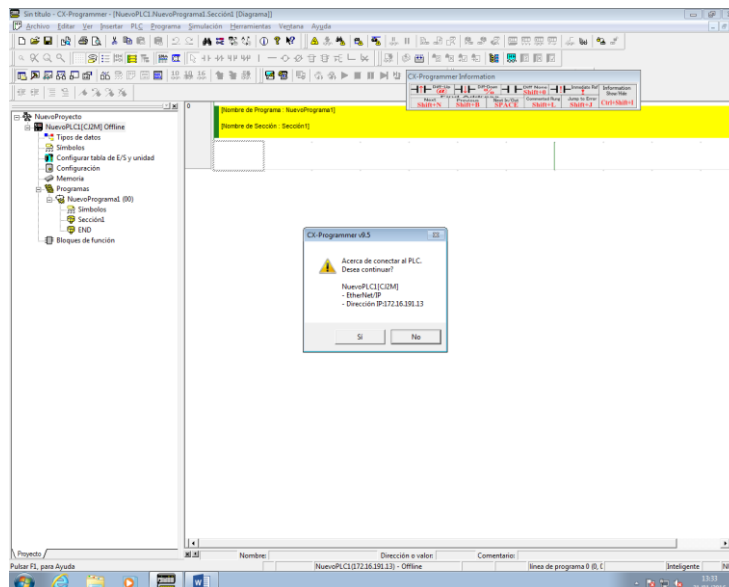


Figura 12.- Confirmación de la conexión

Pulsamos el botón “Si” para confirmar la conexión y si no hay ningún error, se establecerá la comunicación con el PLC. No pasará nada espectacular, simplemente al lado del nombre del PLC (NuevoPLC1) el estado cambiará de Offline al estado del PLC (modo Run, modo Monitor, modo Stop/Programa). Mientras que se establezca la conexión, el estatus del PLC no tiene importancia en estos momentos.

Una vez establecida la conexión ya podemos descargar a nuestro proyecto la configuración detallada del PLC. Para ello, accedemos nuevamente al menú emergente del PLC y seleccionamos la opción “Transferencia→Desde PLC” tal como muestra la Figura 13.

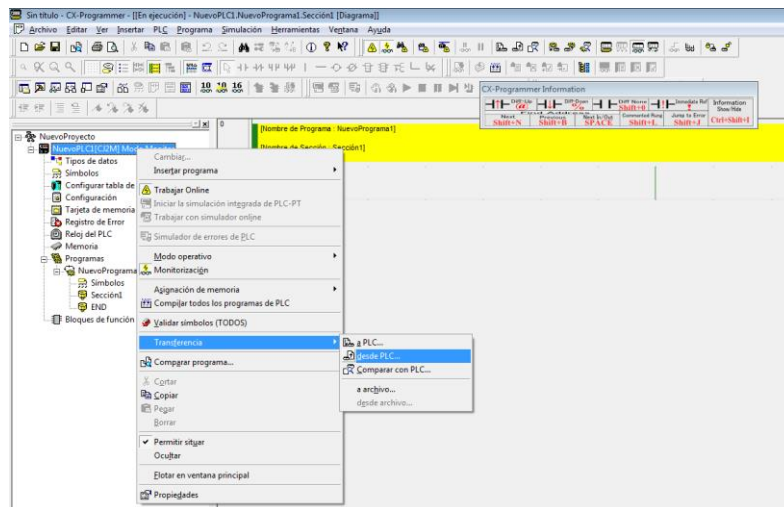


Figura 13.- Activación de la transferencia de datos desde el PLC al PC

Tras seleccionar dicha orden, aparecerá un cuadro de diálogo en el que debemos marcar las casillas correspondientes a los contenidos que queramos transferir desde el PLC al PC. Tal como muestra la Figura 14, seleccionaremos sólo las casillas correspondientes a:

- Configuración
- Tabla de E/S
- Configuración de unidad especial

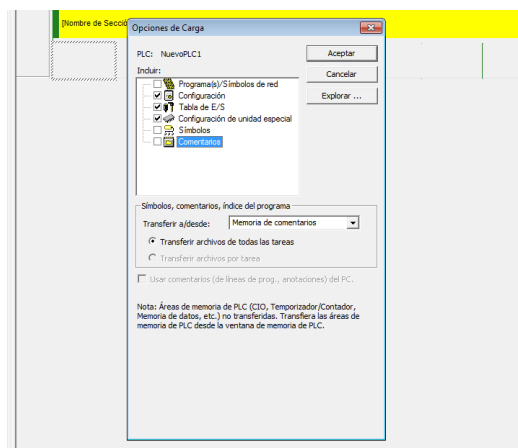


Figura 14.- Selección de contenidos a transferir desde el PLC al PC

Pulsamos “Aceptar” y comenzará la descarga de contenidos. Una vez finalizada la descarga, aparecerá un cuadro de diálogo para confirmar la acción. Sólo hay que pulsar “Aceptar” y ya hemos finalizado la tarea.

A partir de aquí ya estamos en condiciones de editar nuestro programa. Para poder programar necesitamos saber cómo está distribuida la memoria del PLC. La memoria del PLC se estructura en palabras de 16 bits que se direccionan por número de palabra y número de bit. Así, la primera palabra de memoria va desde el 0.0 al 0.15, la segunda palabra del 1.0 al 1.15 y así sucesivamente hasta llegar al fin del mapa de memoria.

Por configuración del PLC, las entradas y salidas físicas se mapean en determinadas palabras de memoria. Las entradas digitales del PLC están mapeadas en la primera palabra de memoria, desde el bit 0.0 al bit 0.15. Las salidas digitales están mapeadas en la palabra siguiente, de modo que van desde el bit 1.0 al bit 1.15. La activación de las entradas la podremos ver con el CX-Programmer o bien observando directamente los indicadores led del módulo de entradas (ver Figura 15). Lo mismo ocurrirá con las salidas, podremos ver su activación en el CX-Programmer y también en los indicadores led del módulo de salidas del PLC. El resto de palabras 2.0 al 2.15 y sucesivas no están mapeadas en ningún dispositivo y son zonas de memoria disponibles para el programa de usuario.



Figura 15.- Leds indicadores en los módulos del PLC

En la Figura 15 podemos observar los leds indicadores de los módulos del PLC. El módulo de salidas digitales OC211, situado a la derecha y con el rótulo en color amarillo muestra la salida 0 activada y todas las demás desactivadas. Por tanto, el programa del PLC ha activado el bit de memoria correspondiente a la dirección 1.0. El módulo de entradas digitales ID211, situado a la izquierda del módulo de salidas y con el rótulo en color naranja muestra que la entrada 0 está activada y el resto de entradas desactivadas. Por tanto, el primer interruptor de la botonera conectada al PLC estará activado y de este modo, la dirección de memoria 0.0 estará activa.

En este momento ya estamos en condiciones de introducir nuestro programa. Lo más cómodo para editar el programa del PLC es trabajar fuera de línea, es decir, con el PC sin establecer comunicación con el PLC. Para ello, tal como muestra la figura, seleccionamos el PLC en el entorno de trabajo y seleccionamos el icono “Trabajar Online” en la barra de herramientas, o bien accedemos al menú emergente (botón derecho del ratón) o bien pulsamos Ctrl+W para hacer que se desactiven las comunicaciones (PLC Offline) tal como muestra la Figura 16.

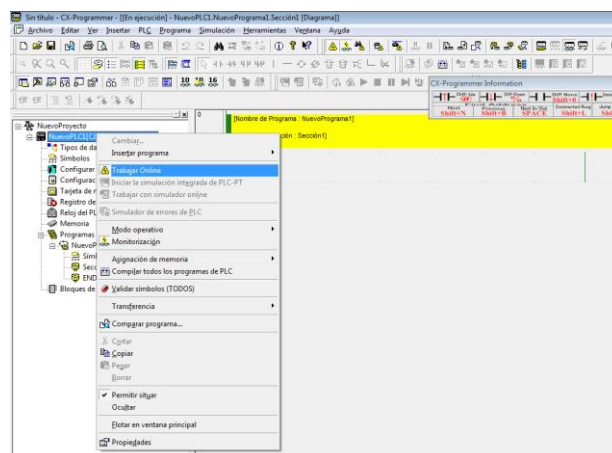


Figura 16.- Desconexión del PLC

Una vez estamos offline, desplegamos el Programa *NuevoPrograma1* y vamos a la Sección1.

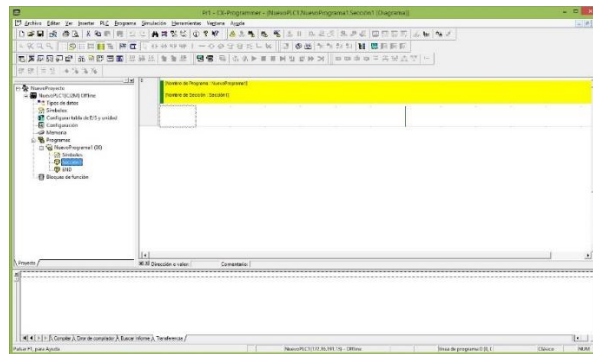


Figura 17.- Sección1 del programa (vacía)

Más adelante veremos la estructura de un programa en mayor profundidad. Cuando se crea un nuevo programa en diagrama de contactos, dispone de tres apartados. El apartado Símbolos permite definir alias para direccionar la memoria del PLC. Por ejemplo, sabemos que las entradas digitales van desde la dirección 0.0 a la 0.15, las salidas de la 1.0 a la 1.15 y el resto del mapa de memoria libre para datos auxiliares. Si utilizamos varias direcciones de memoria en nuestro programa será difícil recordar el significado de todas ellas. Un símbolo nos permite definir un texto que identifica a la dirección de memoria, así, podremos definir Entrada1 como la dirección 0.0, Entrada 2 como la dirección 0.1 y Salida como la dirección 1.0. Para ello vamos a la sección símbolos y accedemos a la opción Insertar símbolo del menú emergente

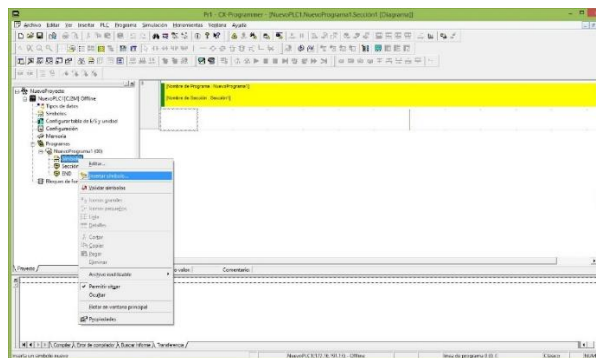


Figura 18.- Acceso a la definición de un símbolo

Al seleccionar la opción “Insertar símbolo” aparece un pequeño cuadro de diálogo como el mostrado en la Figura 19. Hay que introducir el nombre que le vamos a dar al símbolo, ajustar el tipo de dato en el desplegable (por defecto viene BOOL para el tipo de dato booleano) e introducir la dirección de memoria a la que vamos a asignar el alias. Definiremos tres símbolos, Entrada1 en la dirección 0.0, Entrada 2 en la dirección 0.1 y Salida en la dirección 1.0, de este modo podremos identificar las variables por el nombre.

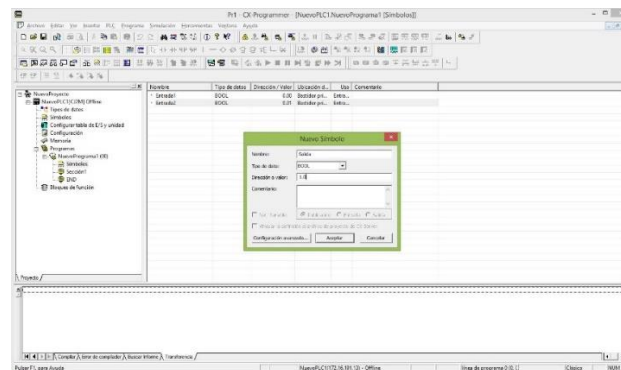


Figura 19.- Definición de un símbolo

Una vez definidos todos los símbolos, podemos introducir el código correspondiente a nuestro programa. Si nos situamos sobre Sección1 haciendo doble clic con el ratón.

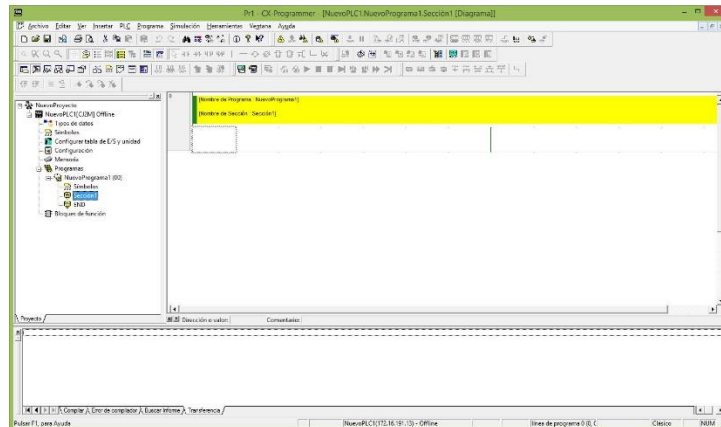


Figura 20.- Sección1 (Vacía)

Tal como muestra la Figura 20.- Sección1 (Vacía)Figura 20, cuando visualizamos el contenido de una sección, el área para las ecuaciones del diagrama de contactos aparece en la parte derecha del área de trabajo. En la zona resaltada en amarillo podemos ver la información de la sección y en la parte inmediatamente inferior se muestra un recuadro en blanco que es el espacio destinado a introducir las ecuaciones. Si situamos el ratón sobre el recuadro de la parte derecha de la pantalla podremos ver que los iconos de la barra de herramientas correspondiente al diagrama de contactos se activan.

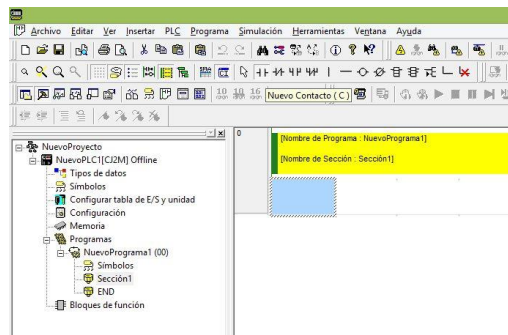


Figura 21.- Selección contacto abierto

Tal como muestra la Figura 21, seleccionamos el icono correspondiente a insertar un contacto abierto y seguidamente hacemos clic con el ratón en el recuadro azul del área de trabajo. Aparecerá un cuadro de diálogo tal como muestra la Figura 22 para especificar la variable direccionada.

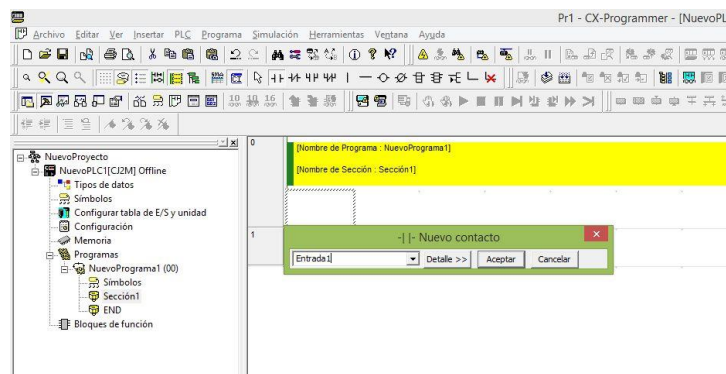


Figura 22.- Introducción de la variable a direccionar

En dicho cuadro de diálogo introducimos el símbolo que le hemos asignado a la variable (Entrada1) o la dirección de memoria de la misma (0.0) y pulsamos Aceptar hasta finalizar la definición.

Haciendo uso del resto de iconos, definimos la ecuación correspondiente a la OR exclusiva, tal como muestra la Figura 23.

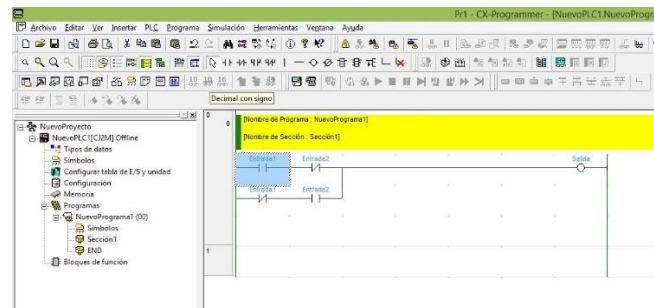


Figura 23.- Ecuación de la OR exclusiva

En este caso, nuestro ejercicio sólo contiene una ecuación. Es preciso resaltar que en caso de tener más de una ecuación hay que programar cada ecuación en una línea de programa diferente. Por ejemplo, si quisiéramos añadir una ecuación más, lo haríamos en la nueva línea en blanco que ha aparecido en el área de trabajo, el resultado sería algo como lo mostrado en la Figura 24. (Se añade esto a modo de ejemplo, no es necesario introducir esta segunda ecuación).

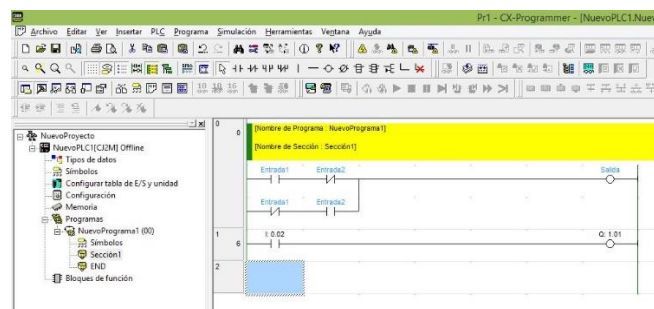


Figura 24.- Programa con dos ecuaciones

Como las direcciones de memoria utilizadas en la segunda ecuación no tienen ningún símbolo asignado, se visualiza directamente la dirección de memoria del PLC utilizada.

Cuando se programan PLCs de Omron en diagrama de contactos, hay una instrucción especial, el fin de programa, que debe ser la última instrucción del programa. Al crear un nuevo programa, CX-Programmer crea el programa con la instrucción ya introducida en la sección END. Si hacemos doble clic en dicha sección para ver el contenido, podremos ver la instrucción End, tal como muestra la Figura 25.

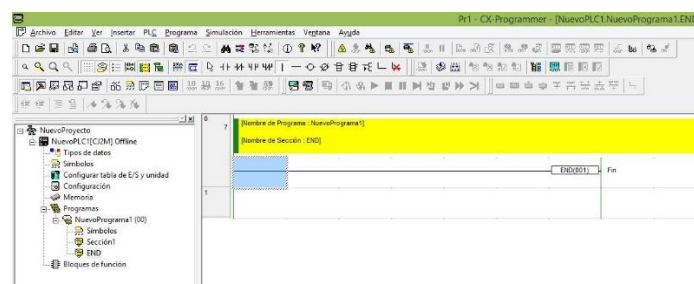


Figura 25.- Instrucción END

Si elimináramos dicha instrucción del programa, éste daría un error en el PLC.

En estos momentos, podemos pensar que nuestro programa está correcto y en condiciones de ser ejecutado. Si en cualquier momento, una ecuación está en color rojo, eso significa que hay un error, tal como muestra la Figura 26.

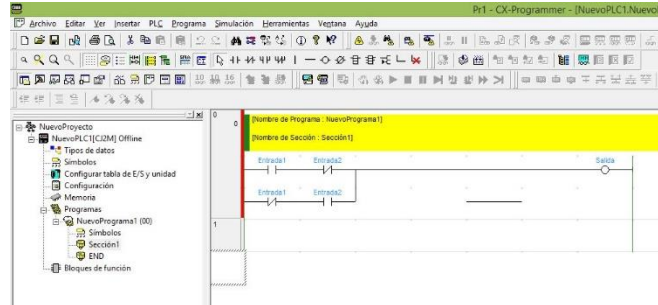


Figura 26.- Ecuación con error de estructura

El error resaltado en color rojo sólo aparece en zonas en las que la estructura de la ecuación está mal (en el ejemplo de la figura hay un cable suelto en medio de ninguna parte) o bien porque se ha introducido un símbolo/dirección de memoria inexistente.

Otra posibilidad para comprobar la existencia de errores es compilar el programa, tal como muestra la Figura 27. Para ello situamos el ratón sobre el elemento NuevoPrograma1 (o el nombre del programa que queramos compilar) y accedemos al menú emergente.

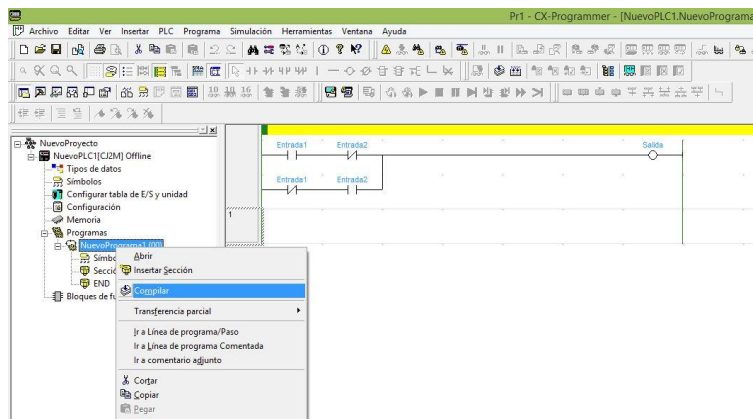


Figura 27.- Acceso a la orden Compilar

Si seleccionamos la orden compilar, los resultados se mostrarán en la ventana inferior de la pantalla.

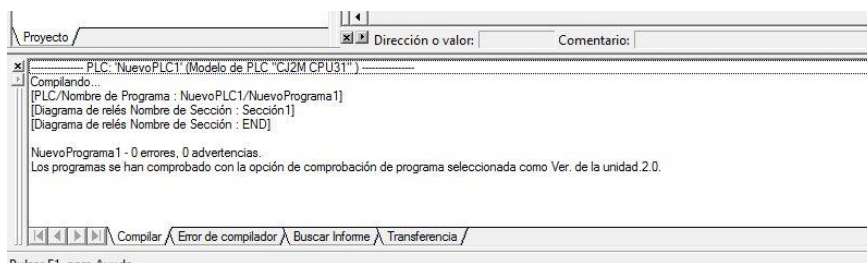


Figura 28.- Resultado de la compilación

Si tal como muestra la Figura 28 no hay errores de compilación, podemos enviar el programa al PLC para comprobar su funcionamiento. Para ello, en primer lugar, hay que volver a establecer

comunicación con el PLC, por lo que en el menú emergente del PLC seleccionaremos la opción “Trabajar Online”, tal como mostraba la Figura 11.

Una vez establecida la conexión hay que tener en cuenta que el PLC intentará mostrar directamente la evolución del sistema, es decir, si modificamos el valor de las entradas, el resultado se muestra en pantalla, tal como muestra la Figura 29.

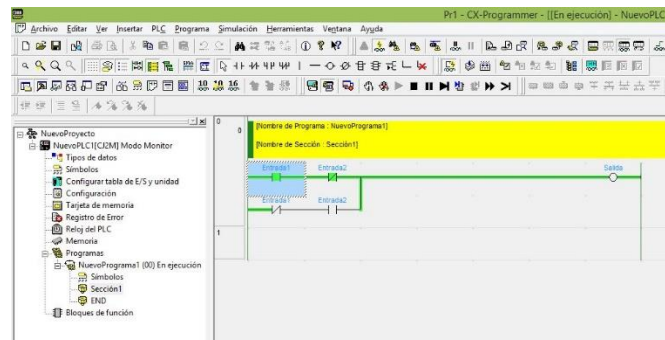


Figura 29.- Visualización sin actualizar el programa

Sin embargo, la visualización es extraña, está activa la Entrada1 y no está activa la Entrada2, por eso ambas señales en la rama superior de la ecuación están en verde, por tanto, la señal Salida debería estar activa. Sin embargo, la señal Salida no está activa. La razón es que al conectar, el programa refresca los valores de las variables y muestra el resultado en pantalla. Pero hay que tener en cuenta que el programa que tenemos en pantalla no está en el PLC, por tanto, por mucho que activamos las entradas en los interruptores de la consola, todavía no es posible obtener los resultados esperados.

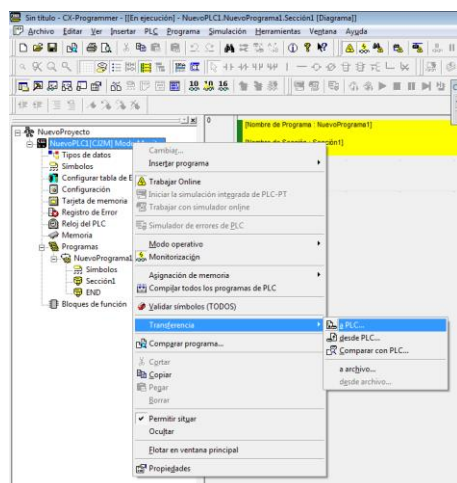


Figura 30.- Selección de la transferencia de datos al PLC

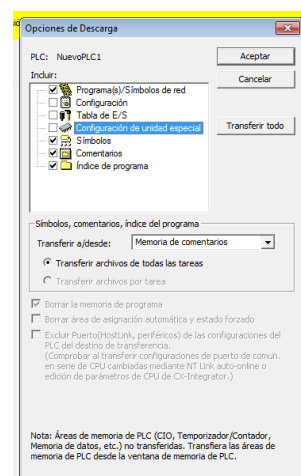


Figura 31.- Selección de datos a transferir

Tal como muestra la Figura 30, lo que hay que hacer es acceder al menú emergente del PLC y seleccionar la orden Transferencia→a PLC para poder transmitir el programa al PLC. Tras seleccionar dicha orden, aparecerá un cuadro de diálogo como el que muestra la Figura 31. Hacemos la selección tal como muestra la figura, de modo que se transfieran al PLC el programa, los símbolos, los comentarios y el índice de programa, dejando las casillas correspondientes a los elementos de setup (configuración, tabla de entradas/salidas y configuración de unidad especial) desactivadas.

Pulsamos aceptar y permitimos el proceso y cuando hayamos finalizado se reanudará en refresco de variables.

Hay un último aspecto a tener en cuenta, que es el modo operativo en el que se encuentre el PLC. Con el PLC Online, al lado del PLC podemos ver una leyenda con el estado del mismo. Los estados posibles son tres: Stop/Programa, Run y Monitor.

En el modo Stop/Programa, el PLC, aunque tenga el programa en memoria, se encuentra detenido y no ejecuta las instrucciones del programa. El proceso de refresco de variables se sigue produciendo, de modo que tenemos el resultado mostrado en la Figura 32. En este caso, el PLC sí que tiene cargado el programa, pero se encuentra en modo Stop, por lo que no ejecuta las instrucciones del programa. Por eso el resultado del refresco de variables coincide con el mostrado en la Figura 29. Las entradas varían y deberían activar la salida, pero ésta no se activa debido a que no se ejecuta la instrucción correspondiente.

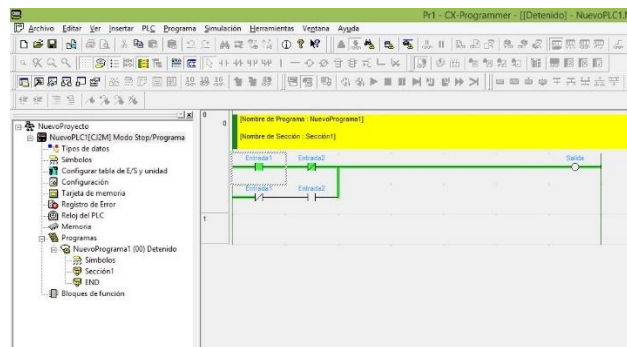


Figura 32.- PLC en modo Stop/Programa

En el modo Run el PLC ejecuta las instrucciones de programa y se obtienen los resultados del mismo, tal como muestra la Figura 34.

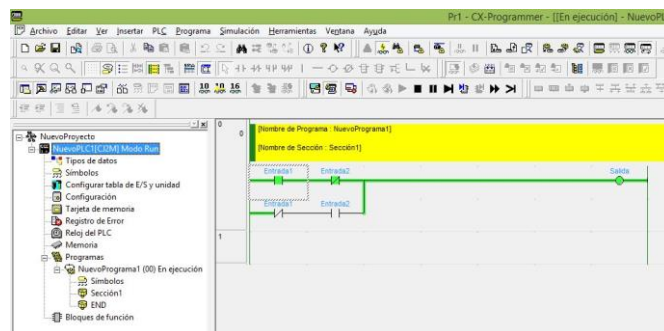


Figura 33.- PLC en modo Run

Como ahora sí que se está ejecutando el programa, vemos que al estar activada Entrada1 y desactivada Entrada2, la señal Salida efectivamente sí que se activa y nuestro programa funciona correctamente.

El modo Monitor a CX-Supervisor no le afecta. El modo en que CX-Supervisor accede a las variables del PLC para mostrar su estado es especial, pero si con otro software (un servidor OPC, un Scada o similar) deseamos poder acceder a las variables del PLC y poder visualizar y editar su valor debemos poner el PLC en un modo de funcionamiento especial que es el modo Monitor. En el modo Monitor el PLC deja las comunicaciones abiertas para poder recibir determinados mensajes que le interrogarán por los valores de determinadas direcciones de memoria y que le indicarán que escriba valores en zonas de memoria.

La Figura 34 muestra el PLC en modo monitor, tal como podemos apreciar, la diferencia con el modo run sólo estriba en que en esta figura, el lado del nombre del PLC indica “Modo Monitor”

y en la Figura 33 indica “Modo Run”. El resultado de la evaluación del programa es el mismo en ambos casos.

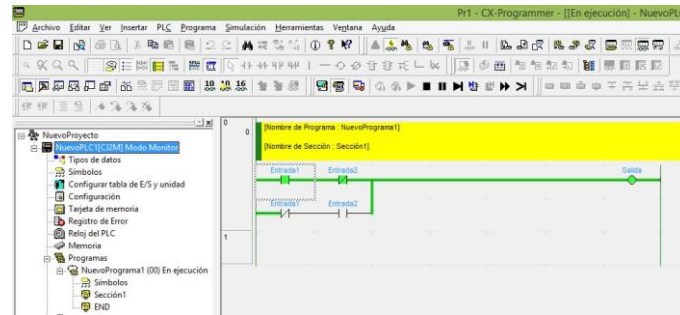


Figura 34.- PLC en modo Monitor

Para cambiar el modo de funcionamiento del PLC, estando Online, basta con acceder al menú emergente tal como muestra la Figura 35 y seleccionar la opción deseada.

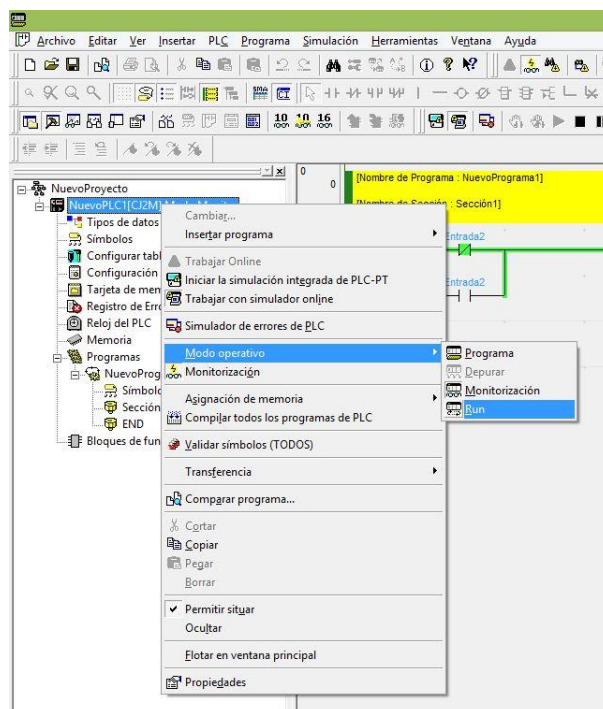


Figura 35.- Cambio del modo del PLC

Uso de temporizadores

A veces, en los programas nos interesa controlar el tiempo, porque una acción se ha de mantener determinado tiempo, porque si transcurrido determinado tiempo una acción no se ha completado hay que descartar el proceso, etc. Para ello nos basamos en los temporizadores. El más común es el temporizador normal, que es un temporizador codificado en BCD y que trabaja con una base de tiempos de 100 milisegundos.

La función TIM es un bloque que tiene una entrada para controlar el temporizador y que no tiene salida, se direcciona en otra ecuación con el nombre del temporizador.

En primer lugar, vamos a ver cómo definir un temporizador en nuestro programa. A modo de ejemplo, vamos a gestionar el temporizador con la entrada 0.5 del PLC. Así, empezamos

definiendo una ecuación con un contacto abierto que utiliza la dirección 0.5 y seguidamente introducimos el temporizador. Para ello, activamos el icono “Nueva Instrucción de PLC” tal como muestra la Figura 36.

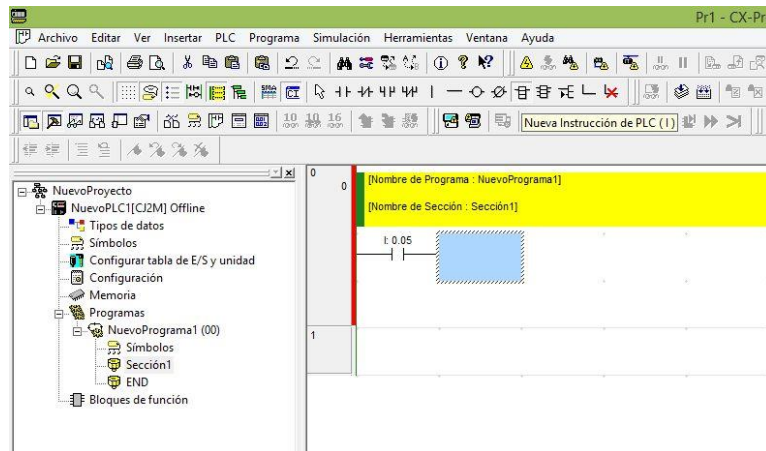


Figura 36.- Selección de la orden Nueva Instrucción de PLC

Este icono sirve para insertar todas las instrucciones del PLC, temporizadores, contadores, comparadores, operaciones aritméticas, etc. Una vez seleccionada la instrucción, hacemos clic en el área donde queremos insertar el temporizador, en nuestro caso en el recuadro azul de la Figura 36, justo después del contacto de la entrada 0.5. Al hacerlo, aparecerá un cuadro de diálogo como el mostrado en la Figura 37. En este cuadro de diálogo introduciremos el texto TIM 0 #30. TIM porque es el nemónico de la función timer que vamos a utilizar, 0 porque es el número de temporizador que vamos a utilizar. Los temporizadores tienen su propio mapa de memoria y van desde el temporizador T0 y siguen T1, T2, T3... Finalmente #30. La almohadilla es un símbolo que indica que vamos a introducir un valor constante expresado en BCD y el 30 es el número de pulsos que debe contar el temporizador, en este caso 30 pulsos de 100 milisegundos nos da un tiempo de 3 segundos.

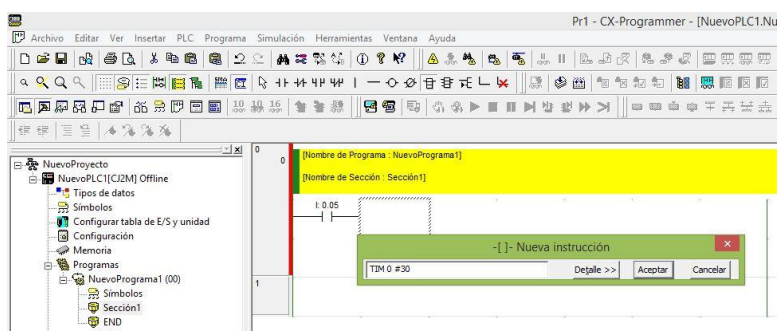


Figura 37.- Definición del temporizador

Una vez definidos los datos pulsamos Aceptar y aparecerá el esquema del temporizador en el área de trabajo. Como podremos observar, el temporizador se ha ido directamente al final de la ecuación (Figura 38).

La siguiente cuestión es, ¿cómo se direcciona el timer? ¿cómo podemos ver si ya ha pasado el tiempo? El timer tiene un doble direccionamiento, como entero o como booleano. En este caso utilizaremos el funcionamiento como booleano. Para direccionar el timer basta con utilizar el símbolo T y el número de temporizador en el bloque correspondiente. Si volvemos a echar un vistazo a la Figura 38 podemos observar que después del uso del timer se ha utilizado el mismo para activar la salida 1.01 del autómatas. Como puede apreciarse, para direccionar el timer basta

con insertar un contacto abierto (o negado si es necesario) y escribir T0 para referenciar al timer 0 que hemos utilizado

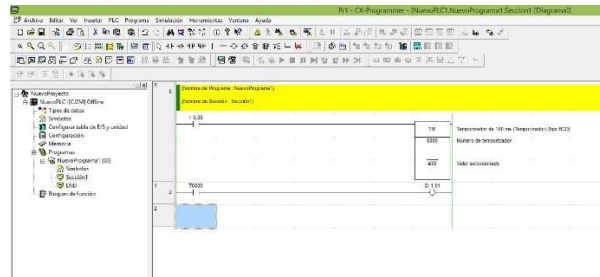


Figura 38.- Timer insertado y direccionamiento del mismo

Y, ¿cómo funciona el timer?, muy sencillo, el timer es un contador de pulsos que va restando desde el valor de preset hasta el valor cero. Si descargamos y ponemos en marcha el código del temporizador podremos observar que al iniciar el programa con la entrada desactivada el valor de la cuenta del timer es 30 y la señal T0 vale 0.

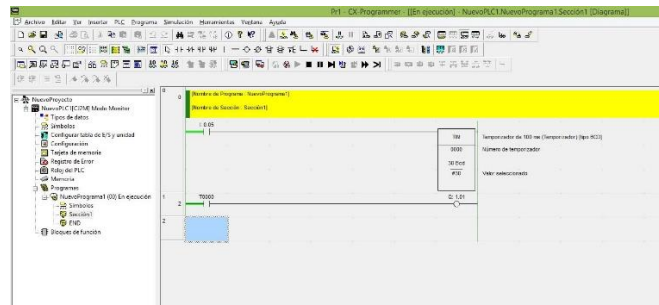


Figura 39.- Timer con entrada desactivada

Si activamos la entrada del timer (entrada 0.5) podremos observar que durante un tiempo el timer va descendiendo de 30 y T0 sigue valiendo 0.

En la Figura 40 podemos observar que el valor del timer ha pasado ya de 30 a 14, mientras que la entrada del timer permanezca activa, el timer seguirá descontando uno cada 0.1 segundos, que es su base de tiempos.

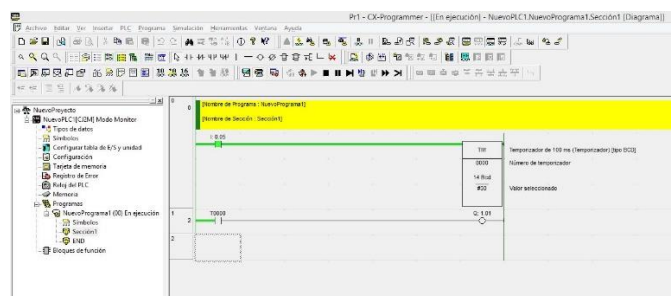


Figura 40.- Timer contando

Si dejamos pasar el tiempo suficiente, llegará un momento que el valor del timer alcanzará el valor 0. El valor de T0 pasará a 1 y mientras que la entrada permanezca activa, el timer permanecerá así, con la cuenta a cero y la salida activada (Figura 41).

En el momento en que la entrada del timer pase a ser cero, el timer se reseteará, el valor de la cuenta volverá a ser el valor de preset (30) y la salida del mismo, T0, volverá a ser 0.

Si se activa la entrada, el timer volverá a contar y a decrementar el valor de la cuenta, si antes de pasar los tres segundos la entrada del timer vuelve a valer cero, el timer se resetea nuevamente y el valor de la cuenta vuelve a ser 30.

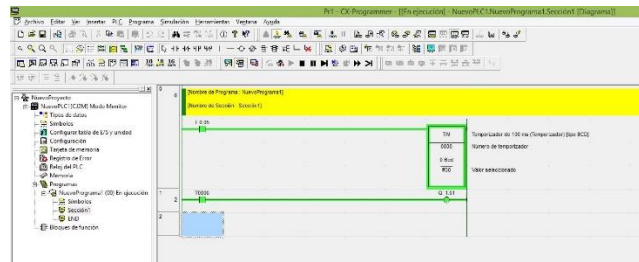


Figura 41.- Timer activado

Si situamos el cursor del ratón sobre el bloque del timer y accedemos al menú emergente del mismo (Figura 42), podemos acceder a la opción “Ayuda Instrucción”

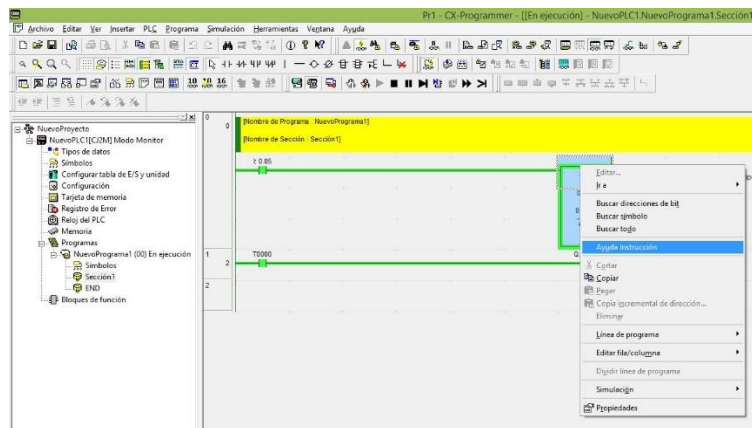


Figura 42.- Activación de la ayuda

La ejecución de esta orden abrirá la ayuda de la función TIM/TIMX tal como muestra la Figura 43

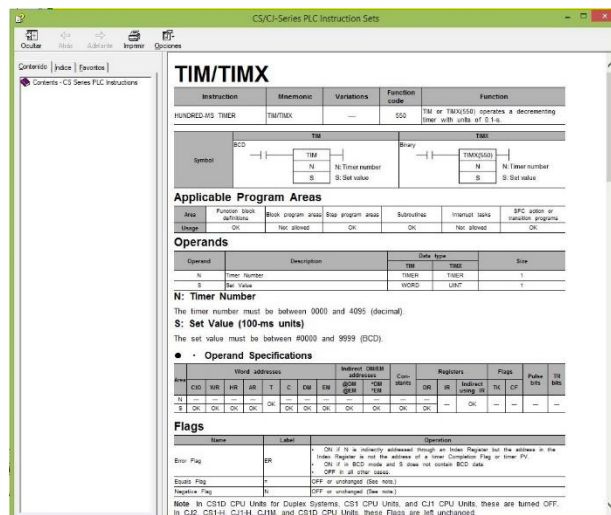


Figura 43.- Ayuda de TIM/TIMX

La función TIM/TIMX es el temporizador más utilizado, siendo un timer de una palabra de longitud y tal como muestra la Figura 43 la diferencia entre ambos es que TIM está codificado

en BCD y TIMX en binario. Si revisamos la ayuda de CX-Programmer podremos comprobar que hay otros tipos de temporizadores TIMH/TIMHX (la base de tiempos es de 10 milisegundos), TIML/TIMLX (la longitud de la cuenta es de dos palabras), TIMU/TIMUX (la base de tiempos es de 0.1 milisegundos).

La Figura 44 muestra una búsqueda de timers.

TIMH/TIMHX

Instruction	Mnemonic	Variations	Function code	Function
TEN-MS TIMER	TIMH	---	015	TIMH(015/TIMHX(051)) operates a decrementing timer with units of 10-ms.
	TIMHX	---	051	

Applicable Program Areas

Area	Function block definition	Block program areas	Step program areas	Subroutines	Interrupt tasks	SFC action or transition programs
Usage:	OK	Not allowed	OK	OK	Not allowed	OK

Operands

Operand	Description	Data type		Size
		TIMH	TIMHX	
N	Timer Number	TIMER	TIMER	1
S	Set Value	WORD	UINT	1

N: Timer Number
The timer number must be between 0000 and 4095 (decimal).

S: Set Value
TIMH: The set value must be between #0000 and 9999 in BCD mode.
TIMHX: #0 to 65535 decimal or #0000 to FFFF hex.

• Operand Specifications

Area	Word addresses				Indirect OBDM addresses				Con-stant	Registers		Flags		Pulse width	TR bits	
	CMD	VR	HR	AR	T	C	DM	EM		SDM	SDM	SDM	IR			Indirect using IR
T	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK

Flags

Name	Label	Operation
Error Flag	ER	ON if N is indirectly addressed through an Index Register but the address in the Index Register is not the address of a timer Completion Flag or timer PV. ON if in BCD mode and S does not contain BCD data. OFF in all other cases.
Enable Flag	E	Unchanged (See note.)
Negative Flag	N	Unchanged (See note.)

Note: In C151, C161, C171, C181, C191, C201, C211, C221, C231, C241, C251, C261, C271, C281, C291, C301, C311, C321, C331, C341, C351, C361, C371, C381, C391, C401, C411, C421, C431, C441, C451, C461, C471, C481, C491, C501, C511, C521, C531, C541, C551, C561, C571, C581, C591, C601, C611, C621, C631, C641, C651, C661, C671, C681, C691, C701, C711, C721, C731, C741, C751, C761, C771, C781, C791, C801, C811, C821, C831, C841, C851, C861, C871, C881, C891, C901, C911, C921, C931, C941, C951, C961, C971, C981, C991, C1001, C1011, C1021, C1031, C1041, C1051, C1061, C1071, C1081, C1091, C1101, C1111, C1121, C1131, C1141, C1151, C1161, C1171, C1181, C1191, C1201, C1211, C1221, C1231, C1241, C1251, C1261, C1271, C1281, C1291, C1301, C1311, C1321, C1331, C1341, C1351, C1361, C1371, C1381, C1391, C1401, C1411, C1421, C1431, C1441, C1451, C1461, C1471, C1481, C1491, C1501, C1511, C1521, C1531, C1541, C1551, C1561, C1571, C1581, C1591, C1601, C1611, C1621, C1631, C1641, C1651, C1661, C1671, C1681, C1691, C1701, C1711, C1721, C1731, C1741, C1751, C1761, C1771, C1781, C1791, C1801, C1811, C1821, C1831, C1841, C1851, C1861, C1871, C1881, C1891, C1901, C1911, C1921, C1931, C1941, C1951, C1961, C1971, C1981, C1991, C2001, C2011, C2021, C2031, C2041, C2051, C2061, C2071, C2081, C2091, C2101, C2111, C2121, C2131, C2141, C2151, C2161, C2171, C2181, C2191, C2201, C2211, C2221, C2231, C2241, C2251, C2261, C2271, C2281, C2291, C2301, C2311, C2321, C2331, C2341, C2351, C2361, C2371, C2381, C2391, C2401, C2411, C2421, C2431, C2441, C2451, C2461, C2471, C2481, C2491, C2501, C2511, C2521, C2531, C2541, C2551, C2561, C2571, C2581, C2591, C2601, C2611, C2621, C2631, C2641, C2651, C2661, C2671, C2681, C2691, C2701, C2711, C2721, C2731, C2741, C2751, C2761, C2771, C2781, C2791, C2801, C2811, C2821, C2831, C2841, C2851, C2861, C2871, C2881, C2891, C2901, C2911, C2921, C2931, C2941, C2951, C2961, C2971, C2981, C2991, C3001, C3011, C3021, C3031, C3041, C3051, C3061, C3071, C3081, C3091, C3101, C3111, C3121, C3131, C3141, C3151, C3161, C3171, C3181, C3191, C3201, C3211, C3221, C3231, C3241, C3251, C3261, C3271, C3281, C3291, C3301, C3311, C3321, C3331, C3341, C3351, C3361, C3371, C3381, C3391, C3401, C3411, C3421, C3431, C3441, C3451, C3461, C3471, C3481, C3491, C3501, C3511, C3521, C3531, C3541, C3551, C3561, C3571, C3581, C3591, C3601, C3611, C3621, C3631, C3641, C3651, C3661, C3671, C3681, C3691, C3701, C3711, C3721, C3731, C3741, C3751, C3761, C3771, C3781, C3791, C3801, C3811, C3821, C3831, C3841, C3851, C3861, C3871, C3881, C3891, C3901, C3911, C3921, C3931, C3941, C3951, C3961, C3971, C3981, C3991, C4001, C4011, C4021, C4031, C4041, C4051, C4061, C4071, C4081, C4091, C4101, C4111, C4121, C4131, C4141, C4151, C4161, C4171, C4181, C4191, C4201, C4211, C4221, C4231, C4241, C4251, C4261, C4271, C4281, C4291, C4301, C4311, C4321, C4331, C4341, C4351, C4361, C4371, C4381, C4391, C4401, C4411, C4421, C4431, C4441, C4451, C4461, C4471, C4481, C4491, C4501, C4511, C4521, C4531, C4541, C4551, C4561, C4571, C4581, C4591, C4601, C4611, C4621, C4631, C4641, C4651, C4661, C4671, C4681, C4691, C4701, C4711, C4721, C4731, C4741, C4751, C4761, C4771, C4781, C4791, C4801, C4811, C4821, C4831, C4841, C4851, C4861, C4871, C4881, C4891, C4901, C4911, C4921, C4931, C4941, C4951, C4961, C4971, C4981, C4991, C5001, C5011, C5021, C5031, C5041, C5051, C5061, C5071, C5081, C5091, C5101, C5111, C5121, C5131, C5141, C5151, C5161, C5171, C5181, C5191, C5201, C5211, C5221, C5231, C5241, C5251, C5261, C5271, C5281, C5291, C5301, C5311, C5321, C5331, C5341, C5351, C5361, C5371, C5381, C5391, C5401, C5411, C5421, C5431, C5441, C5451, C5461, C5471, C5481, C5491, C5501, C5511, C5521, C5531, C5541, C5551, C5561, C5571, C5581, C5591, C5601, C5611, C5621, C5631, C5641, C5651, C5661, C5671, C5681, C5691, C5701, C5711, C5721, C5731, C5741, C5751, C5761, C5771, C5781, C5791, C5801, C5811, C5821, C5831, C5841, C5851, C5861, C5871, C5881, C5891, C5901, C5911, C5921, C5931, C5941, C5951, C5961, C5971, C5981, C5991, C6001, C6011, C6021, C6031, C6041, C6051, C6061, C6071, C6081, C6091, C6101, C6111, C6121, C6131, C6141, C6151, C6161, C6171, C6181, C6191, C6201, C6211, C6221, C6231, C6241, C6251, C6261, C6271, C6281, C6291, C6301, C6311, C6321, C6331, C6341, C6351, C6361, C6371, C6381, C6391, C6401, C6411, C6421, C6431, C6441, C6451, C6461, C6471, C6481, C6491, C6501, C6511, C6521, C6531, C6541, C6551, C6561, C6571, C6581, C6591, C6601, C6611, C6621, C6631, C6641, C6651, C6661, C6671, C6681, C6691, C6701, C6711, C6721, C6731, C6741, C6751, C6761, C6771, C6781, C6791, C6801, C6811, C6821, C6831, C6841, C6851, C6861, C6871, C6881, C6891, C6901, C6911, C6921, C6931, C6941, C6951, C6961, C6971, C6981, C6991, C7001, C7011, C7021, C7031, C7041, C7051, C7061, C7071, C7081, C7091, C7101, C7111, C7121, C7131, C7141, C7151, C7161, C7171, C7181, C7191, C7201, C7211, C7221, C7231, C7241, C7251, C7261, C7271, C7281, C7291, C7301, C7311, C7321, C7331, C7341, C7351, C7361, C7371, C7381, C7391, C7401, C7411, C7421, C7431, C7441, C7451, C7461, C7471, C7481, C7491, C7501, C7511, C7521, C7531, C7541, C7551, C7561, C7571, C7581, C7591, C7601, C7611, C7621, C7631, C7641, C7651, C7661, C7671, C7681, C7691, C7701, C7711, C7721, C7731, C7741, C7751, C7761, C7771, C7781, C7791, C7801, C7811, C7821, C7831, C7841, C7851, C7861, C7871, C7881, C7891, C7901, C7911, C7921, C7931, C7941, C7951, C7961, C7971, C7981, C7991, C8001, C8011, C8021, C8031, C8041, C8051, C8061, C8071, C8081, C8091, C8101, C8111, C8121, C8131, C8141, C8151, C8161, C8171, C8181, C8191, C8201, C8211, C8221, C8231, C8241, C8251, C8261, C8271, C8281, C8291, C8301, C8311, C8321, C8331, C8341, C8351, C8361, C8371, C8381, C8391, C8401, C8411, C8421, C8431, C8441, C8451, C8461, C8471, C8481, C8491, C8501, C8511, C8521, C8531, C8541, C8551, C8561, C8571, C8581, C8591, C8601, C8611, C8621, C8631, C8641, C8651, C8661, C8671, C8681, C8691, C8701, C8711, C8721, C8731, C8741, C8751, C8761, C8771, C8781, C8791, C8801, C8811, C8821, C8831, C8841, C8851, C8861, C8871, C8881, C8891, C8901, C8911, C8921, C8931, C8941, C8951, C8961, C8971, C8981, C8991, C9001, C9011, C9021, C9031, C9041, C9051, C9061, C9071, C9081, C9091, C9101, C9111, C9121, C9131, C9141, C9151, C9161, C9171, C9181, C9191, C9201, C9211, C9221, C9231, C9241, C9251, C9261, C9271, C9281, C9291, C9301, C9311, C9321, C9331, C9341, C9351, C9361, C9371, C9381, C9391, C9401, C9411, C9421, C9431, C9441, C9451, C9461, C9471, C9481, C9491, C9501, C9511, C9521, C9531, C9541, C9551, C9561, C9571, C9581, C9591, C9601, C9611, C9621, C9631, C9641, C9651, C9661, C9671, C9681, C9691, C9701, C9711, C9721, C9731, C9741, C9751, C9761, C9771, C9781, C9791, C9801, C9811, C9821, C9831, C9841, C9851, C9861, C9871, C9881, C9891, C9901, C9911, C9921, C9931, C9941, C9951, C9961, C9971, C9981, C9991, C10001, C10011, C10021, C10031, C10041, C10051, C10061, C10071, C10081, C10091, C10101, C10111, C10121, C10131, C10141, C10151, C10161, C10171, C10181, C10191, C10201, C10211, C10221, C10231, C10241, C10251, C10261, C10271, C10281, C10291, C10301, C10311, C10321, C10331, C10341, C10351, C10361, C10371, C10381, C10391, C10401, C10411, C10421, C10431, C10441, C10451, C10461, C10471, C10481, C10491, C10501, C10511, C10521, C10531, C10541, C10551, C10561, C10571, C10581, C10591, C10601, C10611, C10621, C10631, C10641, C10651, C10661, C10671, C10681, C10691, C10701, C10711, C10721, C10731, C10741, C10751, C10761, C10771, C10781, C10791, C10801, C10811, C10821, C10831, C10841, C10851, C10861, C10871, C10881, C10891, C10901, C10911, C10921, C10931, C10941, C10951, C10961, C10971, C10981, C10991, C11001, C11011, C11021, C11031, C11041, C11051, C11061, C11071, C11081, C11091, C11101, C11111, C11121, C11131, C11141, C11151, C11161, C11171, C11181, C11191, C11201, C11211, C11221, C11231, C11241, C11251, C11261, C11271, C11281, C11291, C11301, C11311, C11321, C11331, C11341, C11351, C11361, C11371, C11381, C11391, C11401, C11411, C11421, C11431, C11441, C11451, C11461, C11471, C11481, C11491, C11501, C11511, C11521, C11531, C11541, C11551, C11561, C11571, C11581, C11591, C11601, C11611, C11621, C11631, C11641, C11651, C11661, C11671, C11681, C11691, C11701, C11711, C11721, C11731, C11741, C11751, C11761, C11771, C11781, C11791, C11801, C11811, C11821, C11831, C11841, C11851, C11861, C11871, C11881, C11891, C11901, C11911, C11921, C11931, C11941, C11951, C11961, C11971, C11981, C11991, C12001, C12011, C12021, C12031, C12041, C12051, C12061, C12071, C12081, C12091, C12101, C12111, C12121, C12131, C12141, C12151, C12161, C12171, C12181, C12191, C12201, C12211, C12221, C12231, C12241, C12251, C12261, C12271, C12281, C12291, C12301, C12311, C12321, C12331, C12341, C12351, C12361, C12371, C12381, C12391, C12401, C12411, C12421, C12431, C12441, C12451, C12461, C12471, C12481, C12491, C12501, C12511, C12521, C12531, C12541, C12551, C12561, C12571, C12581, C12591, C12601, C12611, C12621, C12631, C12641, C12651, C12661, C12671, C12681, C12691, C12701, C12711, C12721, C12731, C12741, C12751, C12761, C12771, C12781, C12791, C12801, C12811, C12821, C12831, C12841, C12851, C12861, C12871, C12881, C12891, C12901, C12911, C12921, C12931, C12941, C12951, C12961, C12971, C12981, C12991, C13001, C13011, C13021, C13031, C13041, C13051, C13061, C13071, C13081, C13091, C13101, C13111, C13121, C13131, C13141, C13151, C13161, C13171, C13181, C13191, C13201, C13211, C13221, C13231, C13241, C13251, C13261, C13271, C13281, C13291, C13301, C13311, C13321, C13331, C13341, C13351, C13361, C13371, C13381, C13391, C13401, C13411, C13421, C13431, C13441, C13451, C13461, C13471, C13481, C13491, C13501, C13511, C13521, C13531, C13541, C13551, C13561, C13571, C13581, C13591, C13601, C13611, C13621, C13631, C13641, C13651, C13661, C13671, C13681, C13691, C13701, C13711, C13721, C13731, C13741, C13751, C13761, C13771, C13781, C13791, C13801, C13811, C13821, C13831, C13841, C13851, C13861, C13871, C13881, C13891, C13901, C13911, C13921, C13931, C13941, C13951, C13961, C13971, C13981, C13991, C14001, C14011, C14021, C14031, C14041, C14051, C14061, C14071, C14081, C14091, C14101, C14111, C14121, C14131, C14141, C14151, C14161, C14171, C14181, C14191, C14201, C14211, C14221, C14231, C14241, C14251, C14261, C14271, C14281, C14291, C14301, C14311, C14321, C14331, C14341, C14351, C14361, C14371, C14381, C14391, C14401, C14411, C14421, C14431, C14441, C14451, C14461, C14471, C14481, C14491, C14501, C14511, C14521, C14531, C14541, C14551, C14561, C14571, C14581, C14591, C14601, C14611, C14621, C14631, C14641, C14651, C14661, C14671, C14681, C14691, C14701, C14711, C14721, C14731, C14741, C14751, C14761, C14771, C14781, C14791, C14801, C14811, C14821, C14831, C14841, C14851, C14861, C14871, C14881, C14891, C14901, C14911, C14921, C14931, C14941, C14951, C14961, C14971, C14981, C14991, C15001, C15011, C15021, C15031, C15041, C15051, C15061, C15071, C15081, C15091, C15101, C15111, C15121, C15131, C15141, C15151, C15161, C15171, C15181, C15191, C15201, C15211, C15221, C15231, C15241, C15251, C15261, C15271, C15281, C15291, C15301, C15311, C15321, C15331, C15341, C15351, C15361, C15371, C15381, C15391, C15401, C15411, C15421, C15431, C15441, C15451, C15461, C15471, C15481, C15491, C15501, C15511, C15521, C15531, C15541, C15551, C15561, C15571, C15581, C15591, C15601, C15611, C15621, C15631, C15641, C15651, C15661, C15671, C15681, C15691, C15701, C15711, C15721, C15731, C15741, C15751, C15761, C15771, C15781, C15791, C15801, C15811, C15821, C15831, C15841, C15851, C15861, C15871, C15881, C15891, C15901, C15911, C15921, C15931, C15941, C15951, C15961, C15971, C15981, C15991, C16001, C16011, C16021, C16031, C16041, C16051, C16061, C16071, C16081, C16091, C16101, C16111, C16121, C16131, C16141, C16151, C16161, C16171, C16181, C16191, C16201, C16211, C16221, C16231, C16241, C16251, C16261, C16271, C16281, C16291, C16301, C16311, C16321, C16331, C16341, C16351, C16361, C16371, C16381, C16391, C16401, C16411, C16421, C16431, C16441, C16451, C16461, C16471, C16481, C16491, C16501, C16511, C16521, C16531, C16541, C16551, C16561, C16571, C16581, C16591, C16601, C16611, C16621, C16631, C16641, C16651, C16661, C16671, C16681, C16691, C16701, C16711, C16721, C16731, C16741, C16751, C16761, C16771, C16781, C16791, C16801, C16811, C16821, C16831, C16841, C16851, C16861, C16871, C16881, C16891, C16901, C16911, C16921, C16931, C16941, C16951, C16961, C16971, C16981, C16991, C17001, C17011, C17021, C17031, C17041, C17051, C17061, C17071, C17081, C17091, C17101, C17111, C17121, C17131, C17141, C17151, C17161, C17171, C17181, C17191

El proceso de definición es muy similar al del temporizador. Cuando deseemos utilizar un temporizador debemos seleccionar el icono Nueva instrucción de PLC (Figura 36) y hacemos clic con el ratón para disponer el elemento en el área de trabajo.

Inmediatamente aparecerá el cuadro de diálogo de definición de la función, tal como muestra la Figura 45. En este caso, los tres parámetros a introducir son: CNT (nemónico de la función counter), el número de contador (en este caso el cero) y el límite de la cuenta expresado en BCD (en este caso #5).

La Figura 46 muestra el uso del contador. Cuando se inicia el programa, el valor del contador es el valor de preset (en el ejemplo 10) y el valor de la salida del contador (C0) es 0.

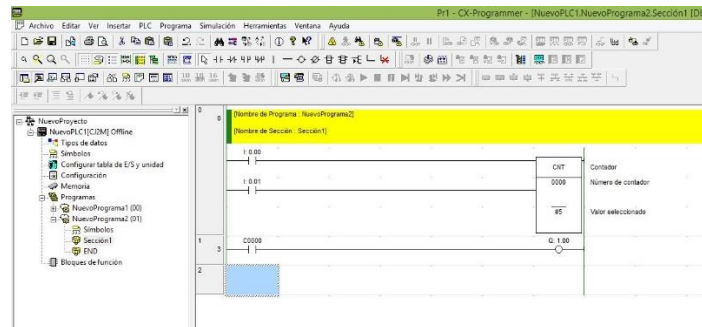


Figura 46.- Uso del contador

Cuando la entrada de reset del contador se activa (segunda entrada, en el ejemplo conectada a la entrada 0.1), el contador se pone al valor de preset. La primera entrada del contador es la entrada de conteo, y cada vez que el valor de dicha entrada pasa de 0 a 1 en contador resta una unidad al valor almacenado. Cuando el valor de la cuenta para a valer cero, la salida del contador se activa y se pone a 1. Si a partir de dicho momento, la entrada de conteo sigue activándose, el valor de la cuenta seguirá siendo cero y la salida del contador seguirá siendo 1, el contador no puede tener valores negativos ni se resetea automáticamente. La única manera de reiniciar el contador es activar la segunda entrada.

El otro contador más utilizado es el contador reversible (CNTR), nuevamente es un contador que ocupa una palabra de memoria para definir el valor de la cuenta, pero con la salvedad de que este tipo de contador se inicia en el valor cero, tiene un terminal para sumar, otro para restar y otro para la puesta a cero. La salida del contador, no tiene nada que ver con el contador normal (CNT), funciona de forma completamente diferente.

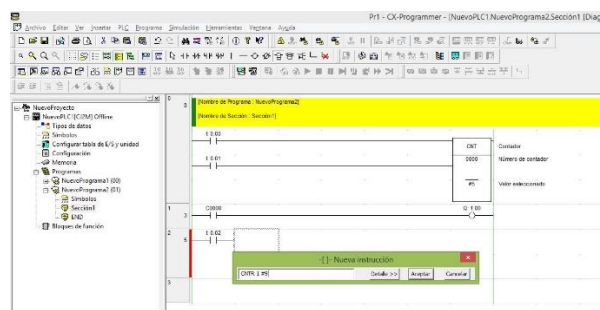


Figura 47.- Definición de un contador reversible

En este caso, tras la activación de la función Nueva Instrucción de PLC, cuando aparezca el cuadro de diálogo para la definición de la función (Figura 47), el formato de los datos a introducir será: CNTR como mnemónico de la función reversible counter. Un valor numérico que será el número de contador, en este caso utilizamos el contador 1 puesto que el contador cero lo hemos

utilizado antes con el contador estándar CNT. Un número codificado en BCD que indica el valor límite del contador, en el ejemplo mostrado en la figura utilizamos el valor 9.

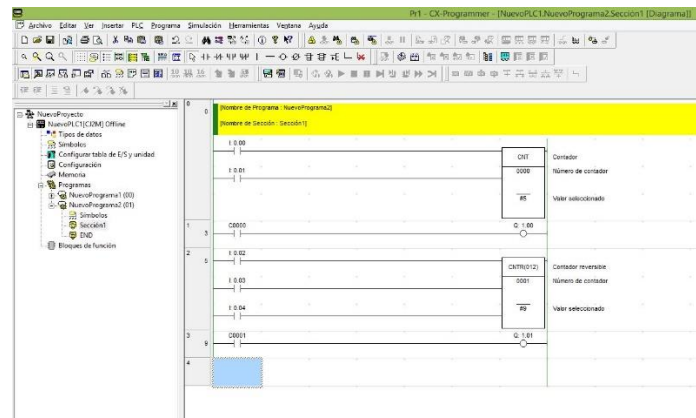


Figura 48.- Uso del contador reversible

Tal como muestra la Figura 48, el contador reversible tiene tres terminales de entrada. Cuando se inicia el programa, el valor del contador es cero y el valor de la salida también es cero. A partir de este momento, cuando la señal en el primer terminal pasa de 0 a 1, el contador suma. Si la señal en el segundo terminal pasa de 0 a 1, el contador resta. La activación de la tercera entrada, supone la puesta del contador a cero.

Si el contador empieza a sumar, el valor de la cuenta irá subiendo de uno en uno con cada flanco de subida de la primera entrada y la salida del contador será cero todo el rato, hasta que se produzca el desborde del contador. En nuestro caso hemos puesto el valor de desborde en 9, de modo que nuestro contador irá sumando 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9. Durante todo el rato, la salida será cero, pero si volvemos a sumar, el valor de la cuenta desbordará, pasará de valer 9 a valer 0 y la salida del contador se activará para indicar el desbordamiento. Si seguimos sumando, la salida del contador pasará a valer cero nuevamente y el contador seguirá sumando.

Con la resta pasa exactamente lo mismo, si empezamos desde por ejemplo el valor 5 en el contador, los flancos de subida en el segundo terminal de entrada del contador harán que el contador empiece a restar 5, 4, 3, 2, 1, 0 y durante todas estas fases, la salida del contador será cero. Pero si restamos nuevamente, el contador pasará de valer 0 a valer 9 y la salida del mismo se activará. Si seguimos restando 8, 7, 6... la salida del contador volverá a ser cero. De modo que la activación de la salida del contador significa que el contador ha dado la vuelta, y se produce cuando el contador pasa de 9 a 0 al sumar 0 cuando pasa de 0 a 9 al restar.

Ejercicio 3

A partir del programa obtenido en el ejercicio 2, utilizando la salida del temporizador, hacer que al haberse producido tres temporizaciones se active la salida de un contador.

Uso de comparadores

A veces tenemos que comparar números entre sí. Por ejemplo, para comprobar si el valor de un contador coincide con determinado valor, es mayor o menor que determinado valor o comparar valores de contadores entre sí. En este caso hay que comparar una palabra de memoria con otra palabra de memoria y analizar los resultados. Para ello fundamentalmente tenemos dos posibilidades.

La primera posibilidad es el uso de la función comparación (mnemónico CMP). Esta función es una función básica, disponible en todos los PLCs que compara un valor con otro y que refleja los resultados en los flags de la ALU del PLC. Ello significa que tras ejecutar la función CMP hay que verificar los flags de la ALU antes de ejecutar cualquier otra instrucción, o perderemos los resultados de la comparación.

El bloque CMP es un bloque que tiene un terminal de entrada y no tiene señal de salida. Tal como muestra la Figura 49, al definirlo hay que utilizar dos parámetros, que son los valores a comparar.

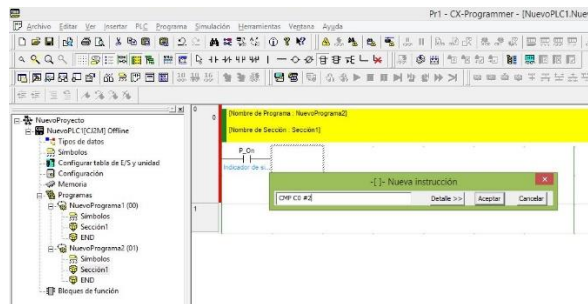


Figura 49.- Definición de un comparador

La entrada del comparador activa la comparación, es decir, el comparador sólo funcionará cuando la entrada esté activa. Como normalmente siempre queremos que se haga la comparación, se ha utilizado como entrada la señal predefinida P_On, que es una dirección de memoria interna en el PLC que siempre se encuentra a 1.

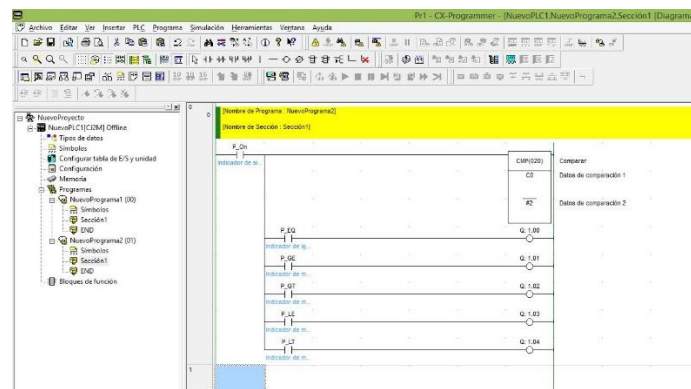


Figura 50.- Uso del comparador

Para establecer los resultados del comparador utilizamos los flags de la ALU y hacemos copia de dichos flags en direcciones de memoria del sistema, en este caso en direcciones del módulo de salidas digitales del PLC (Figura 50).

De este modo:

- Si el valor de C0 es 2 (P_EQ) se activará la salida 1.0
- Si el valor de C0 es mayor o igual que 2 (P_GE) se activará la salida 1.1
- Si el valor de C0 es estrictamente mayor que 2 (P_GT) se activará la salida 1.2
- Si el valor de C0 es menor o igual que 2 (P_LE) se activará la salida 1.3
- Si el valor de C0 es estrictamente menor que 2 se activará la salida 1.4

En este ejemplo se han utilizado todos los flags de comparación de la ALU, no es necesario utilizarlos todos. Si en nuestra aplicación sólo es necesaria la igualdad, podemos eliminar del código aquellas asignaciones que no nos sean necesarias.

Y, ¿de dónde hemos sacado esos flags? Son direcciones de memoria internas de PLC, de sólo lectura. Las direcciones no tienen por qué coincidir en los modelos de PLC, pero lo que sí coincide son los símbolos asignados. En el entorno de trabajo podemos ver que hay una sección Símbolos colgando del PLC y otra sección símbolos colgando del programa. Al crear el PLC la sección símbolos del PLC se crea automáticamente. Dentro de esta sección podemos insertar símbolos, pero lo más interesante es que ya hay símbolos predefinidos.

La Figura 51 muestra algunos de los símbolos predefinidos en dicha sección, resaltando en azul los flags de la ALU utilizados en el ejemplo mostrado

Nombre	Tipo de datos	Dirección / Valor	Variable de ...	Ubicación d...	Uso	Comentario
P_EMA	WORD	A471			Trab...	Parámetro de área EMA
P_EMB	WORD	A472			Trab...	Parámetro de área EMB
P_EAC	WORD	A473			Trab...	Parámetro de área EAC
P_EC	BOOL	C105			Trab...	Indicador de error que (EO)
P_ER	BOOL	CF03			Trab...	Indicador de error de ejecución d...
P_First_Cycle	BOOL	A20.11			Trab...	Indicador de primer ciclo
P_First_Cycle_Task	BOOL	A20.15			Trab...	Indicador de ejecución de primer...
P_GE	BOOL	CF09			Trab...	Indicador de mayor que o igual a
P_GT	BOOL	CF08			Trab...	Indicador de mayor que (GT)
P_HR	WORD	A452			Trab...	Parámetro de área HR
P_IO_Verify_Error	BOOL	A02.09			Trab...	Indicador de error de verificación...
P_Low_Battery	BOOL	A02.04			Trab...	Indicador de batería baja
P_Max_Cycle_Time	UDINT	A262			Trab...	Tiempo de ciclo máximo
P_N	BOOL	CF08			Trab...	Indicador negativo (N)
P_NF	BOOL	CF01			Trab...	Indicador de no iguales (NE)
P_OF	BOOL	CF09			Trab...	Indicador de desbordamiento (OF)
P_On	BOOL	CF14			Trab...	Indicador de siempre OFF
P_On	BOOL	CF13			Trab...	Indicador de siempre ON

Figura 51.- Símbolos predefinidos

Para hacer la comparación existe otra posibilidad que es el uso de las macros específicas (=, <, <=, >, >=). Son funciones más cómodas de utilizar, ya que tienen una salida y no hay que recordar los flags, pero no están disponibles en todos los PLCs. Por ejemplo, estas funciones si se pueden utilizar en los PLCs CJ2M del laboratorio Control 2, pero no se pueden utilizar en los PLCs CQM1H del laboratorio de Automatización.

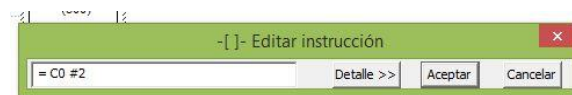


Figura 52.- Definición de la función =

El uso es más sencillo, se llama a la función con el mnemónico correspondiente y los identificadores de los elementos a comparar (Figura 52) y a la salida del bloque se envía el resultado de la comparación a un bit de memoria (Figura 53).

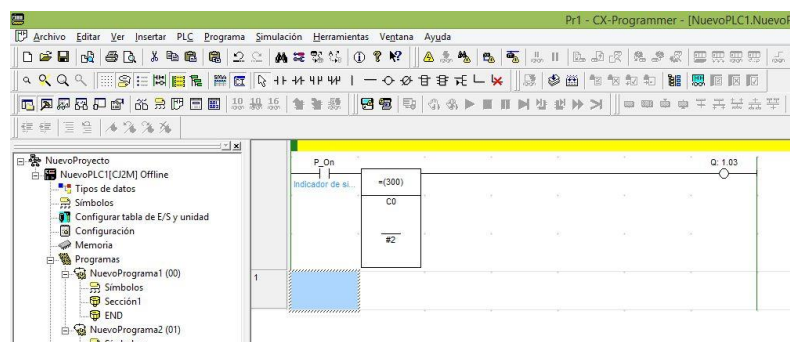


Figura 53.- Uso de la función =

Ejercicio 4

Crear un programa que tenga dos contadores controlados por los interruptores conectados al módulo de entradas digitales del PLC. Hacer que la salida 1.0 del PLC se active cuando los valores de los contadores coincidan.

Asimismo, hacer que las dos siguientes salidas (1.1 y 1.2) se activen cuando cada uno de los contadores pase por cero.

Ejercicio 5

Diseñar mediante el uso de temporizadores, un intermitente que vaya encendiendo alternativamente durante un segundo, dos salidas del autómatas programable. El ciclo de funcionamiento debe poseer un interruptor de arranque/parada externo.