

FX SERIES

Manual de Introducción

**FX1S, FX1N,
FX2N, FX2NC,
FX3U**

Acerca del manual

Los textos, ilustraciones, diagramas y ejemplos contenidos en este manual, sirven exclusivamente para fines de explicación de la instalación, el mando, la programación y aplicación de controles de programa almacenable de la serie FX1S, FX1N, FX2N, FX2NC y FX3U de MELSEC.

En caso de surgir preguntas relacionadas a la instalación y operación de los equipos descritos en este manual, le rogamos dirigirse su oficina de venta o bien directamente a su vendedor (véase las indicaciones en la cubierta).

Información actual y respuestas para las preguntas frecuentes están disponibles en la Internet (www.mitsubishi-automation.com).

MITSUBISHI ELECTRIC EUROPE B.V. se mantiene el derecho de aplicar en cualquier momento modificaciones técnicas en este manual sin aviso previo

© 12/2005

Manual de Introducción para la familia MELSEC FX
(FX1S, FX1N, FX2N, FX2NC und FX3U)
Nro. Art.: 166947

Versión			Modificaciones / Complementos / Correcciones
A	12/2005	pdp-dk	Primera edición

Indicaciones de seguridad

Destinatarios

Este manual está dirigido exclusivamente a electricistas profesionales reconocidos que estén familiarizados con los estándares de seguridad en automatización. La proyección, la instalación, la puesta en servicio, el mantenimiento y el control de los dispositivos tienen que ser llevados a cabo exclusivamente por electricistas profesionales reconocidos que estén familiarizados con los estándares de seguridad en automatización. Manipulaciones en el hardware o en el software de nuestros productos que no estén descritas en este manual pueden ser realizadas únicamente por nuestros especialistas.

Empleo reglamentario

Los PLCs de la serie FX1S, FX1N, FX2N, FX2NC y FX3U de MELSEC han sido concebidos exclusivamente para los campos de aplicación descritos en las presentes instrucciones. Hay que respetar la totalidad de los datos característicos indicados en el manual. Los productos han sido desarrollados, fabricados, controlados y documentados en conformidad con las normas de seguridad pertinentes. Siempre que se observen las prescripciones de manejo y las indicaciones de seguridad descritas relativas a la proyección, el montaje y el funcionamiento reglamentario, funcionamiento normal del producto no se deriva peligro alguno ni para personas ni para cosas. Manipulaciones en el hardware o en el software por parte de personas no cualificadas, así como la no observación de las indicaciones de advertencia contenidas en este manual o colocadas en el producto, pueden tener como consecuencia graves daños personales y materiales. En combinación con los PLCs de la serie FX1S, FX1N, FX2N, FX2NC y FX3U de MELSEC sólo se permite el empleo de los dispositivos adicionales o de ampliación recomendados por MITSUBISHI ELECTRIC. Todo empleo o aplicación distinto o más amplio del indicado se considerará como no reglamentario.

Normas relevantes para la seguridad

Al realizar trabajos de proyección, instalación, puesta en servicio, mantenimiento y control de los dispositivos, hay que observar las normas de seguridad y de prevención de accidentes vigentes para la aplicación específica. Hay que observar especialmente las siguientes normas (sin pretensión de exhaustividad):

- Normas VDE
 - VDE 0100
Normas para la instalación de redes de fuerza con una tensión nominal hasta 1000 V
 - VDE 0105
Servicio de redes de fuerza
 - VDE 0113
Instalaciones eléctricas con equipos electrónicos
 - VDE 0160
Equipamiento de redes de fuerza y equipos eléctricos
 - VDE 0550/0551
Normas para transformadores
 - VDE 0700
Requisitos de seguridad eléctrica para aparatos electrodomésticos y análogos
 - VDE 0860
Normas de seguridad para dispositivos de red y sus accesorios para el uso doméstico y análogos

- Normas para la prevención de incendios

Indicaciones de peligro

A continuación se recoge el significado de cada una de las indicaciones:



PELIGRO:

Significa que existe un peligro para la vida y la salud del usuario en caso de que no se tomen las medidas de precaución correspondientes.



ATENCIÓN:

Representa una advertencia de posibles daños del dispositivo o de otros valores materiales en caso de que no se tomen las medidas de precaución correspondientes.

Indicaciones generales de peligro y medidas de seguridad

Las siguientes indicaciones de peligro han de entenderse como directivas generales para servo accionamientos en combinación con otros dispositivos. Es estrictamente necesario tenerlas en cuenta al proyectar, instalar y poner en servicio la instalación electrotécnica.

Indicaciones especiales de peligro para el usuario



PELIGRO:

- *Hay que observar las normas de seguridad y de prevención de accidentes vigentes en cada caso concreto. El montaje y el cableado de los módulos, elementos constructivos y dispositivos tienen que llevarse siempre a cabo estando éstos libres de tensión.*
- *Los módulos, elementos constructivos y dispositivos tienen que instalarse dentro de una carcasa que los proteja contra el contacto y con una cobertura y dispositivo de protección adecuados.*
- *En el caso de dispositivos con una conexión de red fija, hay que montar un seccionador de red omnipolar o un fusible en la instalación del edificio.*
- *Compruebe regularmente que los cables y líneas unidas a los dispositivos no tienen defectos de aislamiento o roturas. Si se detectara un fallo en el cableado, hay que cortar inmediatamente la tensión de los dispositivos y del cableado y recambiar el cableado defectuoso.*
- *Antes de la puesta en servicio hay que asegurarse de que el rango de tensión de red permitido concuerda con la tensión de red local.*
- *Hay que tomar las medidas de seguridad pertinentes para que una rotura de línea o de conductor no pueda dar lugar a estados indefinidos.*
- *Tome las medidas necesarias para poder retomar un programa interrumpido después de intrusiones y cortes de la tensión. No deben poder producirse estados peligrosos de servicio, tampoco por un tiempo breve.*
- *Según DIN VDE 0641 parte 1-3, los dispositivos de protección de corriente de defecto no son suficientes si se emplean como única protección para contactos indirectos en combinación con controladores lógicos programables. Para ello hay que tomar otras medidas de protección diferentes u otras medidas adicionales.*
- *Los dispositivos de PARADA DE EMERGENCIA según EN60204/IEC 204 VDE 0113 tiene que ser efectivos en todos los modos de servicio del PLC. Un desbloqueo del dispositivo de PARADA DE EMERGENCIA no debe dar lugar a ninguna puesta en marcha incontrolada o indefinida.*
- *Hay que tomar las medidas de seguridad pertinentes tanto de parte del software como del hardware para que una rotura de línea o de conductor no pueda dar lugar a estados indefinidos en el control.*
- *Al emplear los módulos hay que prestar atención siempre a las observaciones de los datos característicos para magnitudes eléctricas y físicas.*

Contenidos

1	Introducción	
1.1	Introducción	1-1
1.2	Mayor información...	1-1
2	PLCs	
2.1	¿Qué es un PLC?	2-1
2.2	Procesamiento de programa en el PLC	2-2
2.3	Familia FX de MELSEC	2-4
2.4	Criterios de selección?	2-5
2.5	Estructura de los controles	2-6
2.5.1	Circuitos de entrada y salida	2-6
2.5.2	Descripción de los equipos básicos MELSEC FX1S	2-6
2.5.3	Descripción de los equipos básicos MELSEC FX1N	2-7
2.5.4	Descripción de los equipos básicos MELSEC FX2N	2-7
2.5.5	Descripción de los equipos básicos MELSEC FX2NC	2-8
2.5.6	Descripción de los equipos básicos MELSEC FX3U	2-8
2.5.7	Glosario para los elementos funcionales	2-9
3	Bases para la programación	
3.1	Estructura de una instrucción de control	3-1
3.2	Bits, bytes y palabras	3-2
3.3	Sistemas numéricos	3-2
3.4	Conjunto de comandos básicos	3-5
3.4.1	Inicio de enlaces	3-6
3.4.2	Emisión o asignación de un resultado de enlace	3-6
3.4.3	Observación de los transductores	3-8
3.4.4	Enlaces AND	3-9
3.4.5	Enlaces OR	3-11
3.4.6	Instrucciones para la unión de enlaces	3-12
3.4.7	Ejecución controlada por flanco de los enlaces	3-14
3.4.8	Aplicación y reposición	3-15
3.4.9	Almacenamiento, lectura y eliminación de un resultado de enlace	3-17

3.4.10	Generación de pulso	3-18
3.4.11	Función del conmutador principal (Instrucción MC y MCR)	3-19
3.4.12	Invertir el resultado de enlace	3-20
3.5	¡La importancia de la seguridad!	3-21
3.6	Realización de una tarea de control	3-23
3.6.1	Instalación de alarma	3-23
3.6.2	Puerta corrediza	3-28

4 Operandos explicados en detalle

4.1	Entradas y salidas	4-1
4.2	Relés internos	4-3
4.2.1	Relés internos especiales	4-4
4.3	Temporizadores	4-4
4.4	Contadores (Counter)	4-7
4.5	Registros	4-9
4.5.1	Registro de datos	4-9
4.5.2	Registro especial	4-10
4.5.3	Registro de archivo	4-11
4.6	Consejos de programación	4-11
4.6.1	Definición indirecta del valor nominal en temporizadores y contadores.	4-11
4.6.2	Retardo de desactivación	4-14
4.6.3	Retardo de activación y desactivación	4-15
4.6.4	Reloj	4-16

5 Programación avanzada

5.1	Instrucciones de aplicación	5-1
5.1.1	Entrada de instrucciones de aplicación	5-7
5.2	Instrucciones para la transferencia de datos.	5-8
5.2.1	Transferencia desde datos particulares con una instrucción MOV	5-8
5.2.2	Transferencia de operandos en grupos de bits	5-10
5.2.3	Transferencia de datos continuos con una instrucción BMOV	5-11
5.2.4	Transferencia de los mismos datos hacia varios operandos de destino.	5-12
5.2.5	Intercambio de datos con módulos especiales	5-13

5.3	Instrucciones de comparación	5-17
5.3.1	La instrucción CMP	5-17
5.3.2	Comparaciones dentro de enlaces lógicos	5-19
5.4	Instrucciones aritméticas	5-22
5.4.1	Suma	5-23
5.4.2	Resta	5-24
5.4.3	Multiplicación	5-25
5.4.4	División	5-26
5.4.5	Combinación de instrucciones aritméticas	5-27

6 Posibilidades de ampliación

6.1	Generalidades	6-1
6.2	Vista sinóptica	6-1
6.2.1	Módulos de ampliación para entradas y salidas digitales adicionales	6-1
6.2.2	Módulos analógicos de entrada/salida	6-1
6.2.3	Módulos de comunicación	6-2
6.2.4	Módulos de posicionamiento	6-2
6.2.5	Equipos de mando MMI	6-2

1 Introducción

1.1 Introducción

... le facilitará los primeros pasos en el manejo de los PLCs del grupo MELSEC FX. Se dirige particularmente a usuarios que todavía no tienen experiencia con la programación de controles de programa almacenable (PLC).

Pero también puede ayudar a programadores que han trabajado hasta la fecha con controles de otros fabricantes, para facilitarles el cambio al grupo MELSEC FX.

Para la identificación de los diferentes equipos de una serie se utiliza en este manual el símbolo „□“ como comodín. Para dar un ejemplo, la denominación „FX1S-10□-□□“ abarca todos los controles que comienzan con „FX1S-10“, o sea FX1S-10 MR-DS, FX1S-10 MR-ES/UL, FX1S-10 MT-DSS y FX1S-10 MT-ESS/UL

1.2 Mayor información...

... y descripciones detalladas acerca de los diferentes equipos se encuentran en el manual de usuario e instalación de los diferentes módulos.

El Catálogo Técnico MELSEC FX ofrece una vista sinóptica de los controles del grupo MELSEC FX. Además informa acerca de las posibilidades de ampliación y los accesorios opcionalmente disponibles.

Los primeros pasos con el software de programación son explicados en el Manual de Introducción del GX Developer FX.

Una amplia descripción de todas las instrucciones de programación se encuentran en las Instrucciones de Programación del grupo MELSEC FX, disponible bajo el Nro. Art. 048261.

Las posibilidades de comunicación de los controles MELSEC FX se describen detalladamente en el Manual de Comunicación.

Los manuales y catálogos están disponibles sin costo en la página web de Mitsubishi (www.mitsubishi-automation.com).

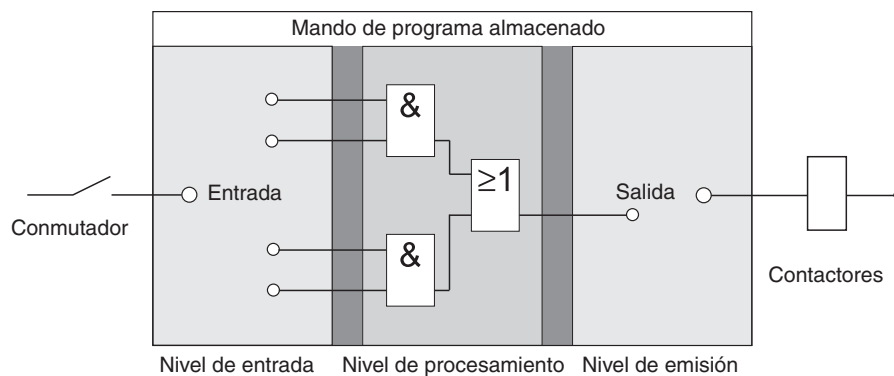
2 PLCs

2.1 ¿Qué es un PLC?

A diferencia de un control cuya función se define exclusivamente a través de su cableado, se determina la función del PLC a través de un programa. También el PLC requiere un cableado para su conexión con el exterior, pero el contenido de la memoria del programa se puede modificar en cualquier instante y el programa se puede adaptar a las diferentes tareas de control.

En PLC se ingresan y procesan los datos y se emiten a continuación los resultados del procesamiento. Este proceso se estructura en:

- un nivel de entrada,
 - un nivel de procesamiento
- y
- un nivel de emisión



Nivel de entrada

El nivel de entrada sirve para la transmisión de señales de control que provienen de los interruptores, teclas o sensores, al nivel de procesamiento.

Las señales de estos elementos constructivos se generan en el proceso de control y se transmiten como estado lógico hacia las entradas. El nivel de entrada transmite las señales en función del nivel de procesamiento.

Nivel de procesamiento

Las señales registradas y preparadas en el nivel de entrada, son procesadas y lógicamente enlazadas en el nivel de procesamiento a través de un PLC. La memoria de programa del nivel de procesamiento se puede programar libremente. Una modificación del procedimiento de procesamiento se puede realizar en cualquier momento mediante modificación o reemplazo del programa almacenado.

Nivel de emisión

Los resultados que se generaron en base al procesamiento de las señales de entrada en el programa, influyen los elementos de conmutación conectados en las salidas del nivel de emisión, como por ejemplo contactores, lámparas de advertencia, válvulas magnéticas, etc.

2.2 Procesamiento de programa en el PLC

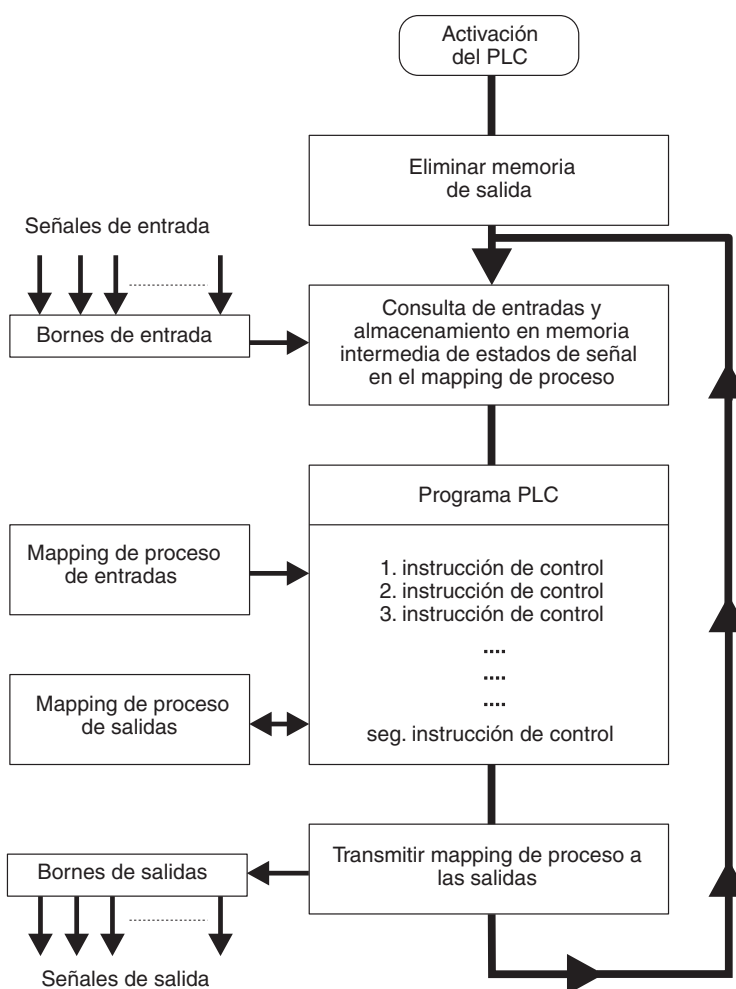
Un PLC trabaja en base a un programa definido que se genera por lo general fuera del control, para ser transmitido luego a la memoria de programa. Para la programación resulta importante saber el modo de procesamiento del programa por el PLC.

El programa se compone de una secuencia de instrucciones individuales que determinan la función del control. El PLC procesa las instrucciones de control secuencialmente siguiendo la secuencia programada.

El ciclo de programa completo se repite continuamente, por lo que se realiza una ejecución cíclica del programa. El tiempo requerido para un ciclo de programa, es denominado tiempo de ciclo de programa.

Procedimiento de mapping de proceso

En el procesamiento del programa en el PLC no se accede directamente a las entradas y salidas, sino a su mapping de proceso:



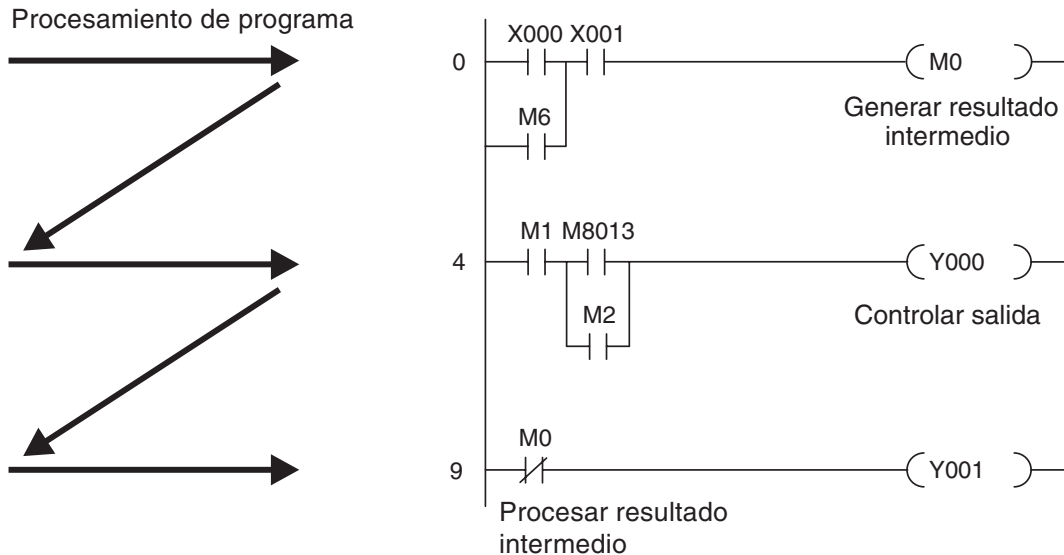
Mapping de proceso de las entradas

Al inicio de un ciclo de programa se consultan los estados de señal de las entradas y son almacenados en la memoria intermedia: Se genera un llamado mapping de proceso de las entradas.

Ejecución del programa

Durante la ejecución del programa, el PLC accede a los estados de entrada almacenados en el mapping de proceso. Las modificaciones de señal en las entradas son detectados por lo tanto solamente en el siguiente ciclo de programa.

El programa es procesado desde arriba hacia abajo, según la secuencia de entrada. Los resultados intermedios pueden utilizarse incluso en el mismo ciclo de programa.



Mapping de proceso de las salidas

Los resultados de enlace relacionados a las salidas, son almacenados en la memoria intermedia de salida (mapping de proceso de las salidas). Solamente al final del ciclo de programa se transmiten los resultados intermedios hacia las salidas. En la memoria intermedia de salida se mantiene el mapping de proceso de las salidas hasta la siguiente sobrescritura. Después de la asignación de valores a las salidas se repite el ciclo de programa.

Procesamiento de la señal en el PLC en base a la conexión

En un PLC en base a una conexión, el programa está predefinido a través del tipo de componentes funcionales y su conexión (cableado). Todos los procesos de control son ejecutados de forma simultánea (en paralelo). Cada modificación de los estados de señal de entrada genera una modificación instantánea de los estados de señal de salida.

En un PLC puede considerarse una modificación de los estados de señal de entrada durante el ciclo de programa, solamente en el siguiente ciclo de programa. Esta desventaja se compensa en gran parte a través de los cortos tiempos de ciclo de programa. El tiempo de ciclo de programa depende de la cantidad y del tipo de las instrucciones de control.

2.3 Familia FX de MELSEC

Los PLCs compactos de las series FX ofrecen soluciones económicas para tareas pequeñas a medias de control y posicionamiento de 10 a 256 entradas/salidas integradas en la industria, artesanía y técnica doméstica.

Con excepción de FX1S, en caso de modificaciones de las instalaciones se pueden ampliar todas las series FX, por lo cual ofrecen la posibilidad de seguir creciendo en función de la necesidad real.

Además existe la posibilidad de la integración en redes. De esta forma, los controles de la familia FX pueden comunicarse con otros PLCs y sistemas de regulación y MMIs. Así estos se pueden integrar los por un lado como estaciones locales en las redes de MITSUBISHI y por otro lado como equipos esclavos en redes abiertas (p. ej. PROFIBUS/DP).

La familia FX ofrece además la posibilidad de establecer una red tipo multidrop y una red tipo peer-to-peer.

En caso de tener que solucionar tareas complejas de control y requerir una gran cantidad de funciones especiales, como por ejemplo la conversión analógica-digital o bien digital-analógica o bien la posibilidad de integración en una red, se recomienda la selección de las series FX1N, FX2N y FX3U con su posibilidad de ampliación modular.

Todos los tipos de control forman parte de la gran familia FX de MELSEC con su compatibilidad completa entre sí.

Codificación	FX1S	FX1N	FX2N	FX2NC	FX3U
Cantidad máx. de entradas I/O integradas	30	60	128	96	80
Ampliabilidad (cantidad I/O máx.)	34	132	256	256	384
Memoria de programa (pasos)	2000	8000	16000	16000	64000
Tiempo de ciclo por instrucción lóg.µs)	0,55 – 0,7	0,55 – 0,7	0,08	0,08	0,065
Cantidad de instrucciones (instrucciones estándares(de estado de paso/especiales)	27 / 2 / 85	27 / 2 / 89	27 / 2 / 107	27 / 2 / 107	27 / 2 / 209
Módulos especiales máx. conectables	—	2	8	4	8 (derecha) 10 (izquierdo)

2.4 Criterios de selección?

Los equipos básicos de las series FX1S, FX1N y FX2N(C) están disponibles en diferentes versiones en función de la tensión de alimentación y el tipo de salidas. Es posible seleccionar entre equipos con una tensión de alimentación de 100 – 230 V AC ó 24 V DC o bien 12 – 24 V DC, así como entre la salida del relé y transistor. Los equipos de la serie FX3U están exclusivamente disponibles con alimentación de tensión AC y salidas de relé.

Series	Entra- das/ sali- das	Tipo	Número entradas	Número salidas	Tensión de alimentación	Tipo de salida
FX1S	10	FX1S-10 M□-□□	6	8	A selección 24 V DC ó 100 – 240 V AC	A selección transistor o relé
	14	FX1S-14 M□-□□	8	6		
	20	FX1S-20 M□-□□	12	8		
	30	FX1S-30 M□-□□	16	14		
FX1N	14	FX1N-14 M□-□□	8	6	A selección 12 – 24 V DC ó 100 – 240 V AC	A selección transistor o relé
	24	FX1N-24 M□-□□	14	10		
	40	FX1N-40 M□-□□	24	16		
	60	FX1N-60 M□-□□	36	24		
FX2N	16	FX2N-16 M□-□□	8	8	A selección 24 V DC ó 100 – 240 V AC	A selección transistor o relé
	32	FX2N-32 M□-□□	16	16		
	48	FX2N-48 M□-□□	24	24		
	64	FX2N-64 M□-□□	32	32		
	80	FX2N-80 M□-□□	40	40		
	128	FX2N-128 M□-□□	64	64		
FX2NC	16	FX2NC-16 M□-□□	8	8	24 V DC	A selección transistor o relé
	32	FX2NC-32 M□-□□	16	16		
	64	FX2NC-64 M□-□□	32	32		
	96	FX2NC-96 M□-□□	48	48		
FX3U	16	FX3U-16 MR/ES	8	8	100 – 240 V AC	Sólo relé
	32	FX3U-32 MR/ES	16	16		
	48	FX3U-48 MR/ES	24	24		
	64	FX3U-64 MR/ES	32	32		
	80	FX3U-80 MR/ES	40	40		

En la selección correcta del PLC se deben observar los siguientes criterios:

- ¿Cuántas señales (contactos de conmutación externos, teclas y sensores) deben registrarse?
- ¿Cuáles y cuántas funciones se deben conmutar?
- ¿Que tensión de alimentación está disponible?
- ¿Cuáles son las cargas que se conmutan en las salidas? Salidas de relé en caso de tener que conmutar altas cargas. Salidas de transistor para conmutaciones rápidas, sin trigger.

2.5 Estructura de los controles

Todos los equipos cuentan con una estructura idéntica. Los elementos funcionales y grupos constructivos más importantes se explican en una vista sinóptica en la ilustración 2.5.7.

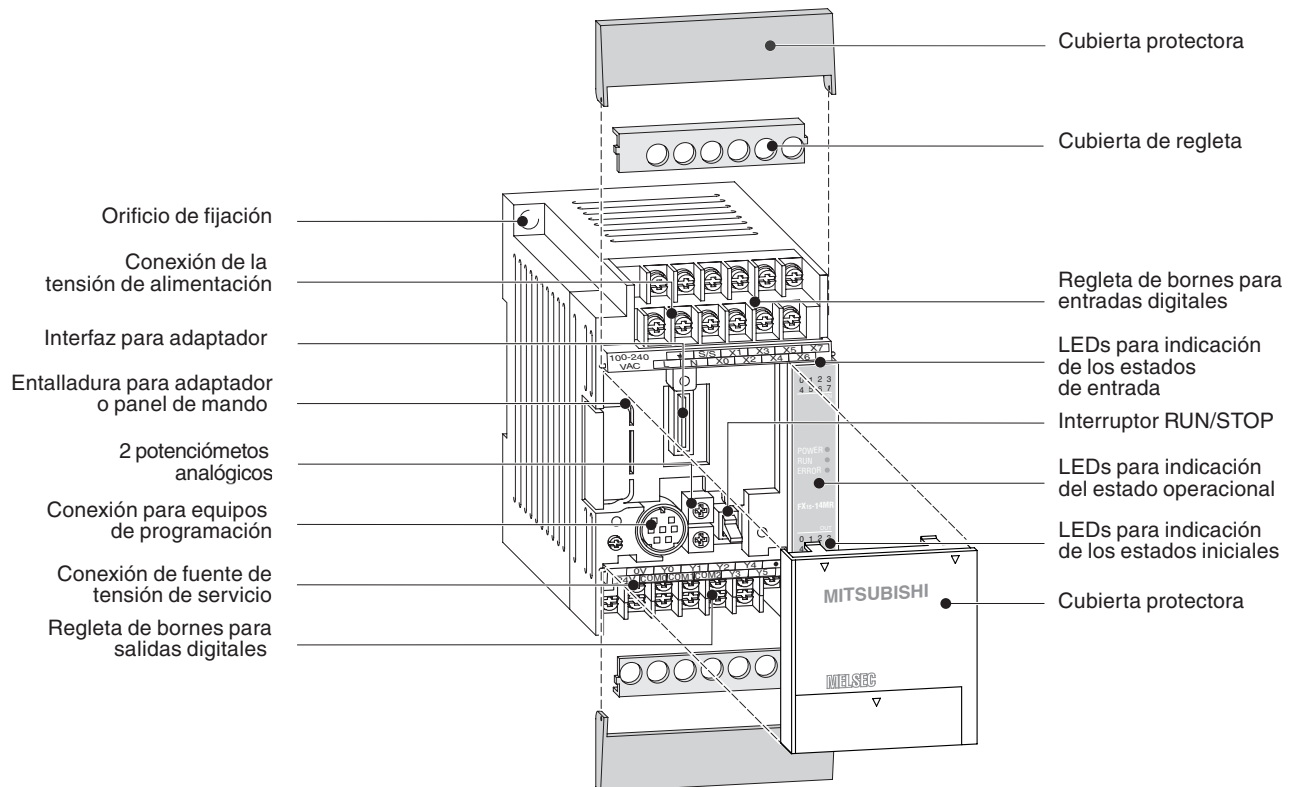
2.5.1 Circuitos de entrada y salida

Los **circuitos de entrada** han sido diseñados como entradas sin contacto. El aislamiento de los circuitos de conmutación en el PLC se realiza a través de una separación galvánica mediante un optoacoplador. Los **circuitos de salida** han sido diseñados como salidas de relé o de transistor. El aislamiento de los circuitos de conmutación en el PLC se realiza en los módulos de transistor a través de una separación galvánica mediante optoacoplador.

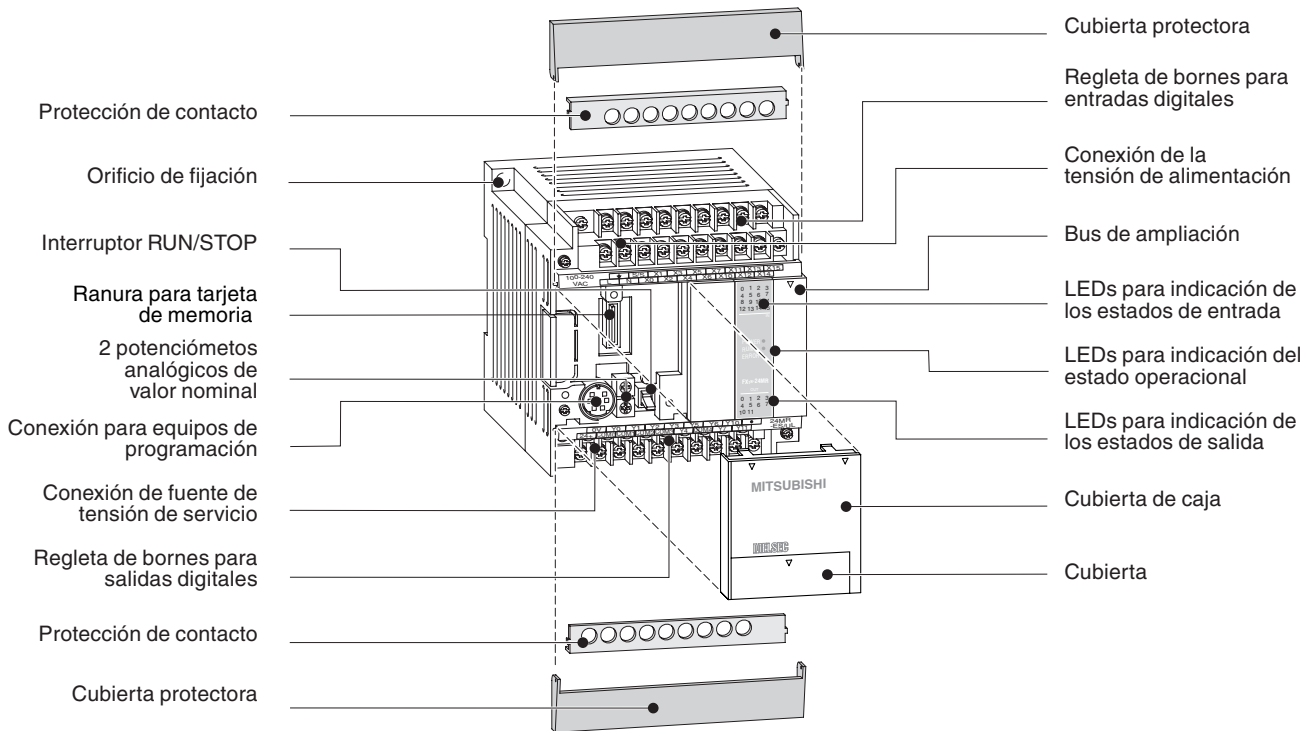
Todas las entradas digitales requieren una determinada tensión de entrada (p. ej. 24 V DC) como tensión de conmutación. Esta se puede tomar de la fuente de alimentación integrada del PLC. Cuando la tensión de conmutación en la entrada está por debajo del valor nominal (<24 V), la entrada no es procesada.

La corriente máxima de salida en los módulos de relé es de 2 A con corriente alterna de 250 V de resistencia y en los módulos de transistor es de 0,5 A con corriente continua de 24 V.

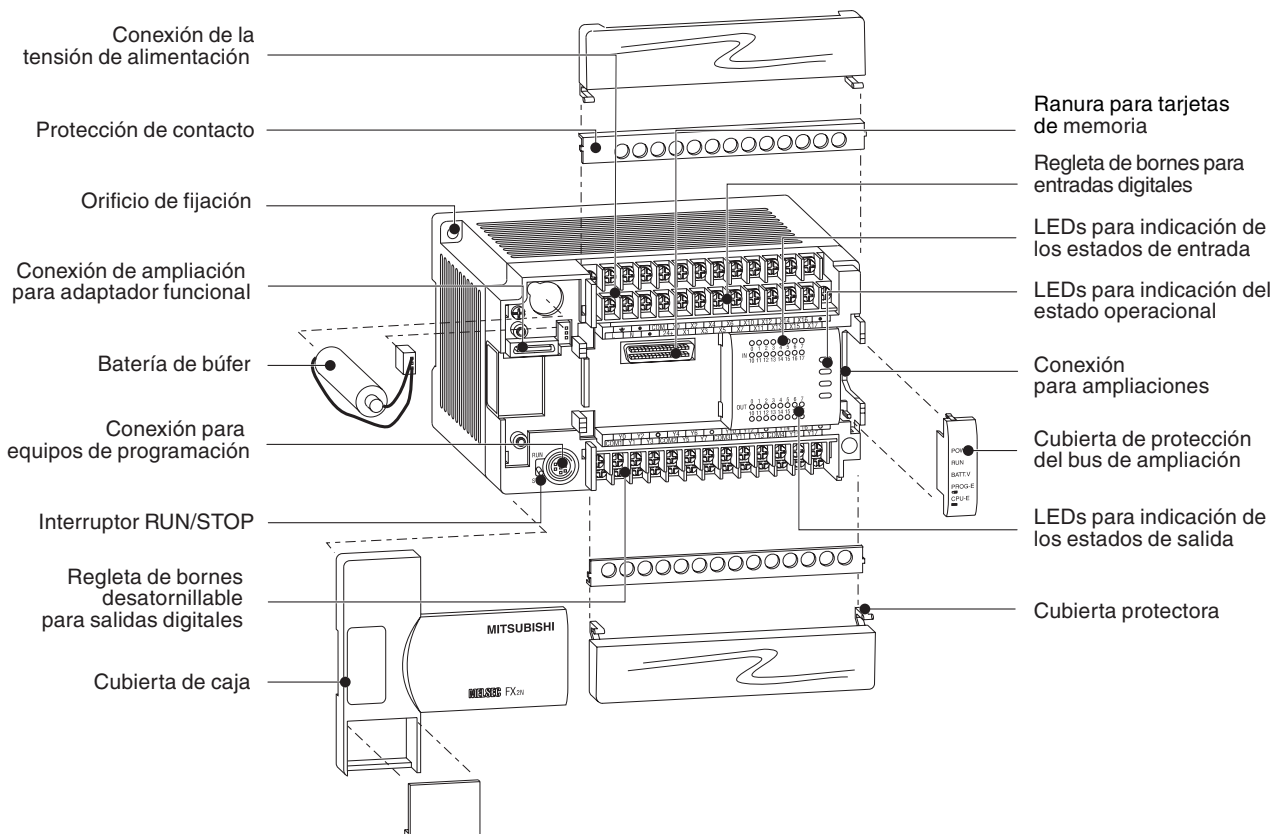
2.5.2 Descripción de los equipos básicos MELSEC FX1S



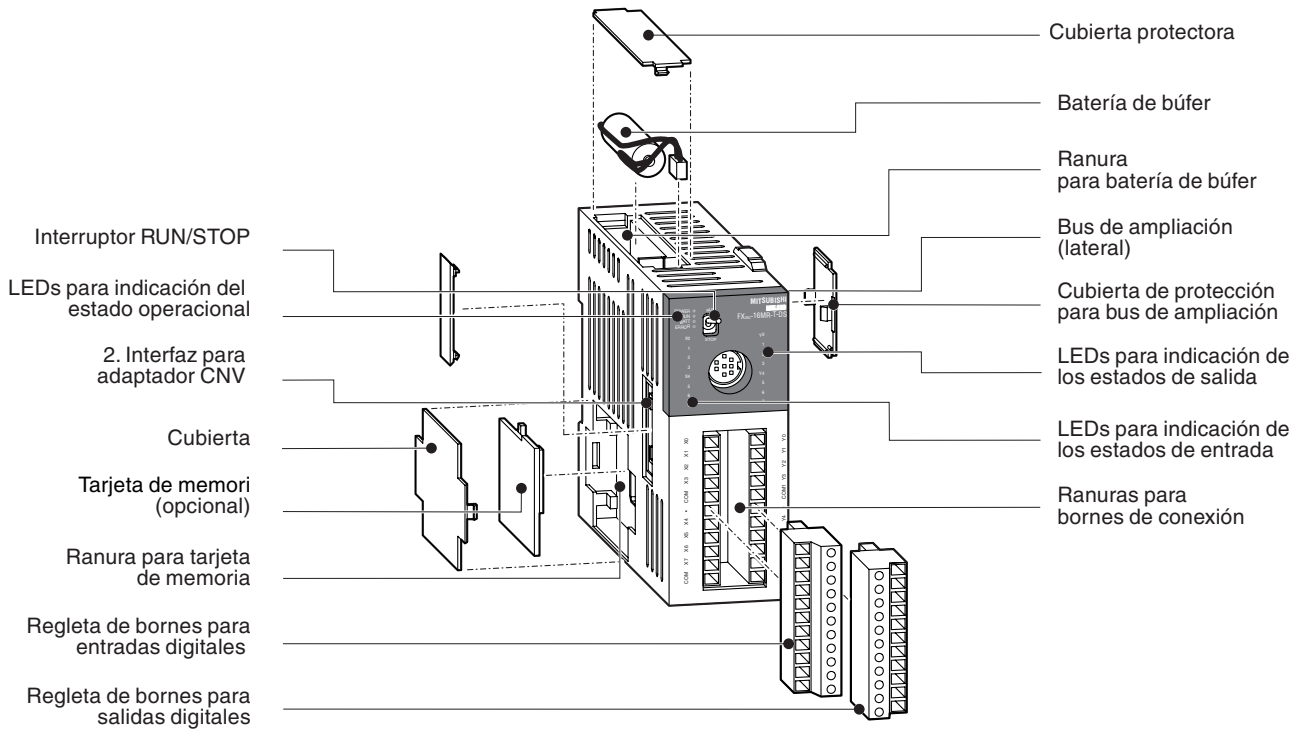
2.5.3 Descripción de los equipos básicos MELSEC FX1N



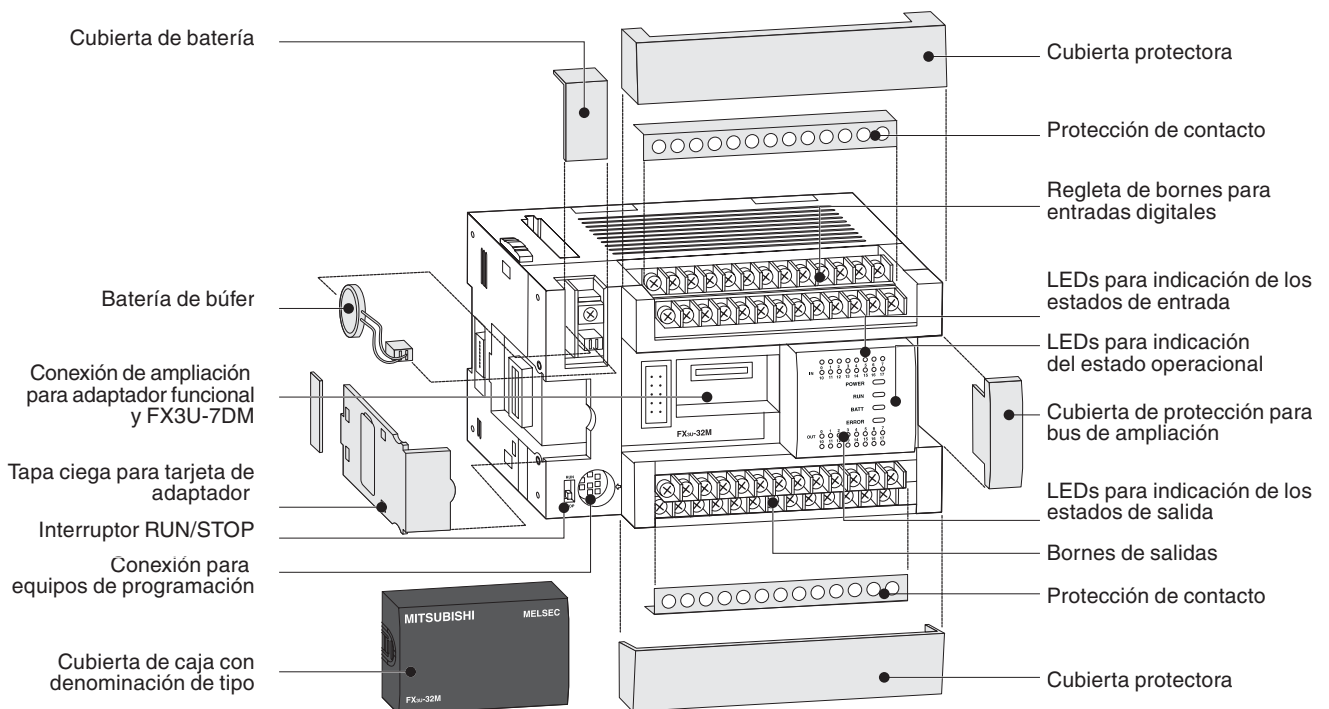
2.5.4 Descripción de los equipos básicos MELSEC FX2N



2.5.5 Descripción de los equipos básicos MELSEC FX2NC



2.5.6 Descripción de los equipos básicos MELSEC FX3U



2.5.7 Glosario para los elementos funcionales

La siguiente tabla describe el significado y el funcionamiento de los diferentes componentes y grupos constructivos del PLC.

Función	Descripción
Conexión para adaptador de tarjetas	En esta interfaz se pueden aplicar adaptadores de ampliación opcionales. Los adaptadores están disponibles para todas las series FX (con excepción de FX2NC) en diferentes diseños y ofrecen al equipo base ampliaciones adicionales o interfaces de comunicación. Los adaptadores pueden insertarse directamente en la entalladura.
Conexión para equipos de programación	En esta conexión se puede conectar el equipo de programación manual FX-20P-E o un PC/computador portátil externo con software de programación (p. ej. GX Developer/FX).
EEPROM	Memoria de escritura/lectura en la cual se escribe o lee el programa de trabajo a través del software de programación. Estas memorias son memorias fijas que mantienen su información incluso en caso de interrupción de tensión, por lo cual no requieren un tamponaje de batería.
Ranura disponible para tarjeta de memoria	En esta ranura se pueden insertar las tarjetas de memoria opcionalmente disponibles. Mediante inserción de estas tarjetas se desactiva la memoria interna del control y se procesa exclusivamente el programa contenido en la tarjeta de memoria respectiva.
Bus de ampliación	En este bus de ampliación, junto a los equipos adicionales de ampliación de entrada y salida, se pueden conectar también módulos especiales para la ampliación del sistema de PLC. Una vista sinóptica respectiva se encuentra en el Cap. 6 de este manual.
Potenciómetros analógicos	Con los potenciómetros analógicos se pueden definir los valores nominales. El ajuste respectivo se consulta a través del programa y se utiliza para los temporizadores, emisión de impulsos, etc.
Fuente de tensión de servicio	La fuente de tensión de servicio (excepto FX2NC) suministra una tensión continua regulada de 24 V para la alimentación de las señales de entrada y de los sensores. La capacidad de carga de esta fuente de tensión depende del tipo de control (p. ej. FX1S y FX1N: 400 mA, FX2N-16M□-□□ a FX2N-32M□-□□: 250 mA, FX2N-48M□-□□ a FX2N-64M□-□□: 460 mA)
Entradas digitales	A través de las entradas digitales se registran las señales de control de los interruptores, teclas o sensores conectados. Se pueden registrar los estados CON (tensión aplicada) o DESC (tensión no aplicada).
Salidas digitales	En las salidas digitales pueden conectarse componentes de regulación y actores, en función de la aplicación y del tipo de salida.
LEDs para estados de entrada	A través de los LEDs para los estados de entrada se puede indicar la entrada en la cual se aplica una señal, o sea, una tensión definida. Cuando se enciende el LED correspondiente, se aplica una tensión y por lo tanto una señal de control en la entrada, y se activa la entrada.
LEDs para estados de salida	Los estados de salida, o sea, el estado de activación o desactivación de una salida, se señalizan a través de los LEDs. Las salidas del control pueden conmutar diferentes tensiones en función de su tipo y modo.
LEDs para indicación del estado operacional	Los LEDs „RUN“, „POWER“ y „ERROR“ identifican el estado operacional actual del PLC e indican si está activada la tensión de alimentación (POWER), si el PLC está procesando el programa almacenado (RUN) o bien si se ha generado un fallo (ERROR).
Batería	La batería asegura la alimentación de la memoria RAM interna del PLC de MELSEC en caso de una interrupción de tensión (sólo para FX2N, FX2NC y FX3U). Además sirve para la conservación de los rangos de detención para temporizadores, contadores y relés internos. Adicionalmente alimenta el reloj de tiempo reloj en caso de una interrupción de tensión del PLC.
Interruptor RUN/STOP	El PLC cuenta con dos modos de operación: „RUN“ y „STOP“. Con el interruptor RUN/STOP se puede realizar la conmutación entre ambos modos de operación. En la operación „RUN“, el control procesa el programa indicado. En la operación „STOP“ no se ejecuta un procesamiento de programa y el control se puede programar.

3 Bases para la programación

Un programa se compone de una secuencia de diferentes instrucciones de control que definen la función del control y que son ejecutadas en función de la secuencia programada por el PLC. En la programación debe descomponerse por lo tanto el propio proceso de control en diferentes instrucciones. Una instrucción de control es por lo tanto la unidad más pequeña de un programa de aplicación de PLC.

3.1 Estructura de una instrucción de control

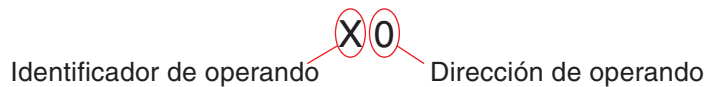
Una instrucción de control se compone de una instrucción (comando) y un (o bien en caso de instrucciones de aplicación) o varios operandos. Algunas instrucciones de control se pueden manejar también sin operandos. Estas instrucciones controlan el procesamiento de programa en el PLC.

En la programación se asigna un número de paso automáticamente a cada instrucción de control, definiendo así claramente su posición dentro del programa, ya que la misma instrucción con el mismo operando se puede utilizar también repetidamente dentro del programa.

Indicación de una instrucción en el plano de contactos (izquierda) y en la lista de instrucciones (derecha):



El comando describe lo que se debe hacer, o sea, la función que debe ejecutar el control. El operando indica con qué se debe ejecutar la acción. Su denominación se compone del identificador de operando y la dirección de operandos.



Ejemplos para identificadores de operandos:

Identificador de operando	Tipo	Significado
X	Entrada	Borne de entrada del PLC (p. ej. conmutador)
Y	Salida	Borne de salida del PLC (p. ej. contactor o lámpara)
M	Relé interno	Memoria intermedia en el PLC que puede tener dos estados („Con“ o „Desc“)
T	Temporizador	„Relé retardado“ para realización de funciones que dependen del tiempo
C	Contador	Contadores
D	Registro de datos	Memoria de datos en el PLC en la cual se pueden almacenar p. ej. valores de medición o resultados de cálculos.

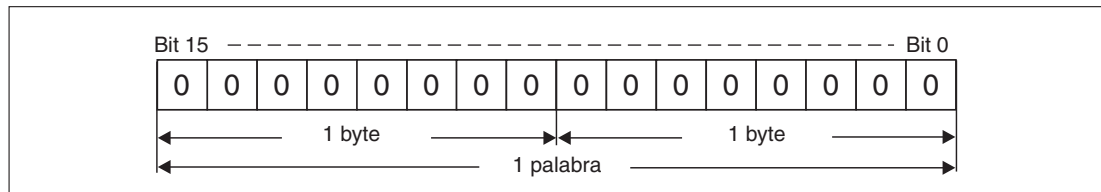
Los operandos se describen detalladamente en el Cap. 4.

Ya que por ejemplo existen varias entradas, se define una entrada individual a través de la indicación de la dirección del operando.

3.2 Bits, bytes y palabras

La unidad de información más pequeña de un PLC (y por lo general en la tecnología digital) es el „bit“. Un bit puede tener solamente dos estados: „0“ (desactivado o falso) y „1“ (activado o verdadero.) Los bits se encuentran dentro del PLC por ejemplo en forma de entradas, salidas y relés internos, los tal llamados **operandos de bit**.

8 bits forman un byte, dos bytes forman una palabra. En un PLC del grupo FX, p. ej. los registros de datos pertenecen a los **operandos de palabra**.



A través de su tamaño de 16 bits se pueden almacenar valores en el rango de -32768 hasta 32767 en cada registro. En caso de no resultar suficiente, se pueden combinar dos palabras en una palabra doble con 32 bits, en la cual se puede almacenar luego valores de -2 147 483 648 hasta 2 147 483 647. Esta posibilidad se aprovecha p. ej. en los contadores.

3.3 Sistemas numéricos

En un PLC del grupo FX se utilizan diferentes sistemas numéricos. Estos sirven para la entrada o indicación de valores y para la emisión de una dirección de operando.

Números decimales

Diariamente manejamos números decimales. Su base es „10“, esto significa que después de contar hasta 9 y en caso de seguir contando, se hace un arrastre hacia la siguiente década (9 → 10, 19 → 20, 29 → 30, etc.).

- Base: 10
- Números: 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9

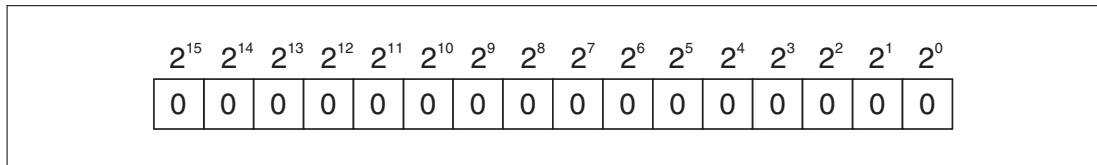
Con los números decimales se indican en un PLC del grupo FX los valores nominales y constantes de temporizadores y contadores. Además se indican las direcciones de los operandos en formato digital, con excepción de las entradas y salidas.

Números binarios (sistema de números duales)

Al igual que todos los computadores, un PLC procesa exclusivamente informaciones CON/DESC o bien 0/1 que están almacenados en bits individuales (información binaria). En la entrada o la indicación de números en otros formatos, el software de programación convierte automáticamente los diferentes sistemas numéricos.

- Base: 2
- Números: 0 y 1

Cuando se almacenan números binarios en una palabra, los diferentes bits obtienen determinados valores:



Indicación con base 2	Valor decimal	Indicación con base 2	Valor decimal
2^0	1	2^8	256
2^1	2	2^9	512
2^2	4	2^{10}	1024
2^3	8	2^{11}	2048
2^4	16	2^{12}	4096
2^5	32	2^{13}	8192
2^6	64	2^{14}	16384
2^7	128	2^{15}	32768*

* Bit 15 se utiliza en valores binarios para la identificación del signo. (Bit 15 = 0: Valor positivo, Bit 15 = 1: Valor negativo)

Para la conversión de un número binario en un número decimal, los bits que son „1“ se convierten según su prioridad en un valor decimal, a continuación se suman los diferentes valores.

Ejemplo ▾

00000010 00011001 (binario)

$00000010 00011001$ (binario) = $1 \times 2^9 + 1 \times 2^4 + 1 \times 2^3 + 1 \times 2^0$
 $00000010 00011001$ (binario) = $512 + 16 + 8 + 1$
 $00000010 00011001$ (binario) = 537 (decimal)

Sistema numérico hexadecimal

Los números hexadecimales se pueden generar fácilmente en base a los números binarios, por lo cual se utilizan frecuentemente en la tecnología digital y en los PLCs. En los controles del grupo FX se utilizan los números hexadecimales para la indicación de las constantes. En las instrucciones de programación y en los manuales para los módulos, se identifican los números hexadecimales siempre mediante una „H“ agregada para prevenir confusiones con números decimales (p. ej. 12345H)

- Base: 16
- Números: 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, A, B, C, D, E, F (Las letras A, B, C, D, E y F corresponden a los valores decimales 10, 11, 12, 13, 14 y 15.)

En el sistema hexadecimal, en el caso de un conteo hasta FH y continuación del conteo, se realiza un arrastre hacia la siguiente posición (FH → 10H, 1FH → 20H, 2FH → 30H). Cada posición tiene una prioridad con base 16.

1A7FH

$16^0 = 1$	(En este ejemplo: $15 \times 1 = 15$)
$16^1 = 16$	(En este ejemplo: $7 \times 16 = 112$)
$16^2 = 256$	(En este ejemplo: $10 \times 256 = 2560$)
$16^3 = 4096$	(En este ejemplo: $1 \times 4096 = 4096$)
<u>6783</u> (Dezimal)	

La simple conversión de números binarios en números hexadecimales e inverso, se explica con el siguiente ejemplo práctico:

1	1	1	1	0	1	1	0	1	0	1	1	1	0	0	1	Binario
																Decimal*
15	5	11	9													Hexadecimal
F	5	B	9													

* En la conversión de valores decimales se convierten siempre 4 bits respectivamente. ¡El número decimal generado de tal modo, no corresponde al valor del número binario completo de 16 bits!

Sistema de números octales

En los equipos bases del grupo FX, no existen p. ej. las entradas X8 y X9, así como las salidas Y8 y Y9. Esto se debe a que las entradas y salidas de un PLC de MELSEC están numeradas con el sistema numérico octal. Ya que en esto se utiliza el „8“ como base, no existen los números 8 y 9. Después de contar hasta 8 y en caso de seguir contando, se aplica un arrastre hacia la siguiente posición (0 a 7, 10 a 17 70 a 77, 100 a 107, etc.).

- Base: 8
- Números: 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7

Resumen

En la siguiente tabla se indican nuevamente los cuatro sistemas numéricos presentados:

Número decimal	Número octal	Número hexadecimal	Número binario
0	0	0	0000 0000 0000 0000
1	1	1	0000 0000 0000 0001
2	2	2	0000 0000 0000 0010
3	3	3	0000 0000 0000 0011
4	4	4	0000 0000 0000 0100
5	5	5	0000 0000 0000 0101
6	6	6	0000 0000 0000 0110
7	7	7	0000 0000 0000 0111
8	10	8	0000 0000 0000 1000
9	11	9	0000 0000 0000 1001
10	12	A	0000 0000 0000 1010
11	13	B	0000 0000 0000 1011
12	14	C	0000 0000 0000 1100
13	15	D	0000 0000 0000 1101
14	16	E	0000 0000 0000 1110
15	17	F	0000 0000 0000 1111
16	20	10	0000 0000 0001 0000
:	:	:	:
99	143	63	0000 0000 0110 0011
:	:	:	:

3.4 Conjunto de comandos básicos

Las instrucciones que puede ejecutar un PLC del grupo FX, pueden subdividirse en un conjunto de comandos básicos y en las tal llamadas instrucciones de aplicación.

Las funciones de las instrucciones del conjunto de comandos básicos se pueden comparar con aquellas que se generan en las conmutaciones convencionales mediante cableado. Mientras que todos los controles del grupo FX dominan el conjunto de comandos básicos, deben considerarse algunas restricciones en las instrucciones de aplicación (véase el Cap. 5).

Vista sinóptica del conjunto de comandos básicos

Instrucción	Significado	Descripción	Referencia
LD	Carga	Inicio de un enlace con consulta de estado de señal „1“	Párrafo 3.4.1
LDI	Carga invers	Inicio de un enlace con consulta de estado de señal „0“	
OUT	Instrucción de emisión	Asignación de un resultado de enlace	Párrafo 3.4.2.
AND	AND	Enlace AND con consulta de estado de señal „1“	Párrafo 3.4.4
ANI	AND-No	Enlace AND con consulta de estado de señal „0“	
OR	OR	Enlace OR con consulta de estado de señal „1“	Párrafo 3.4.5
ORI	OR-No	Enlace OR con consulta de estado de señal „0“	
ANB	Bloque AND	Conexión en serie de enlaces paralelos	Párrafo 3.4.6
ORB	Bloque OR	Bloque en paralelo (conexión en serie de enlaces conectados en serie)	
LDP	Enlaces controlados por flancos	Instrucción de carga con flanco ascendente del operando	Párrafo 3.4.7
LDF		Instrucción de carga con flanco descendente del operando	
ANDP		Instrucción AND con flanco ascendente del operando	
ANDF		Instrucción AND con flanco descendente del operando	
ORP		Instrucción OR con flanco ascendente del operando	
ORF		Instrucción OR con flanco descendente del operando	
SET	Aplicar operando	Asignación de un estado de señal que se mantiene incluso después de que ya no se cumple la condición de entrada.	Párrafo 3.4.8
RST	Reponer operando		
MPS	Almacenar, leer y eliminar resultados intermedios en enlaces	Almacenamiento de un resultado de enlace	Párrafo 3.4.9
MRD		Lectura de un resultado de enlace almacenado	
MPP		Lectura y eliminación de un resultado de enlace almacenado	
PLS	Generar un impulso	Aplicación de un operando* durante un ciclo de programa con flanco ascendente de la condición de entrada	Párrafo 3.4.10
PLF		Aplicación de un operando* durante un ciclo de programa con flanco descendente de la condición de entrada	
MC	Control maestro	Activar procesamiento de partes de programa	Párrafo 3.4.11
MCR	Reposición de control maestro		

3.4.1 Inicio de enlaces

Instrucción	Significado	Símbolo	GX Developer FX
LD	Instrucción de carga Inicio de un enlace con consulta de estado de señal „1“		
LDI	Instrucción de carga Inicio de un enlace con consulta de estado de señal „0“		

Una línea de conexión comienza siempre con una instrucción LD o LDI. Como operandos pueden indicarse entradas, relés internos, temporizadores y contadores.

Ejemplos para la aplicación de estas instrucciones se encuentran en el siguiente párrafo referido a la instrucción OUT.

3.4.2 Emisión o asignación de un resultado de enlace

Instrucción	Significado	Símbolo	GX Developer FX
OUT	Instrucción de emisión, asignación de un resultado de enlace		

Con una instrucción OUT se puede terminar una ruta de corriente. También se pueden programar varias instrucciones OUT como resultado de un enlace. El resultado de enlace que se ha asignado a un operando con una instrucción OUT, puede utilizarse en los siguientes pasos de programa como estado de señal de entrada.

Ejemplo (Instrucciones LD y OUT)

Plano de contactos

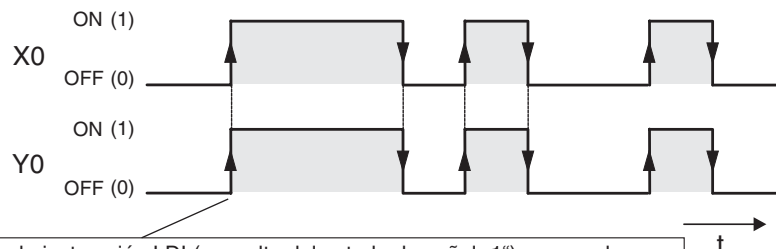


Lista de instrucciones

```

0 LD X000
1 OUT Y000
    
```

Con estas dos instrucciones se obtiene el siguiente comportamiento de señal:



La condición de la instrucción LDI (consulta del estado de señal „1“) se cumple, por lo tanto el resultado de enlace también está en „1“ y se activa la salida.

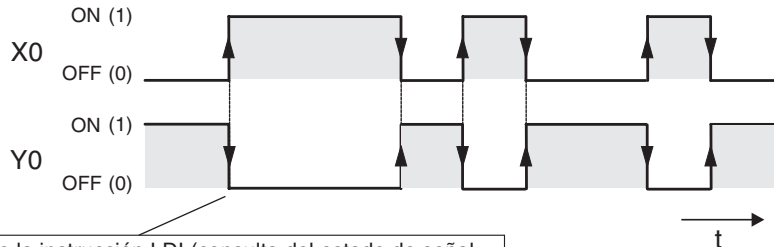
Ejemplo (Instrucciones LDI y OUT)

Plano de contactos



Lista de instrucciones

```
0 LDI X000
1 OUT Y000
```

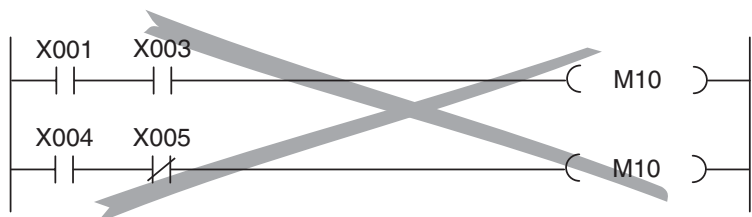


La condición de la instrucción LDI (consulta del estado de señal „0“) ya no se cumple y se desactiva la salida.

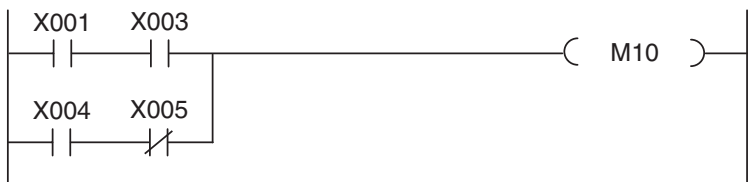
Asignación doble de relés internos o salidas

Se debe asignar un resultado de enlace a un operando solamente en una posición del programa.

Mediante ejecución del programa „desde arriba hacia abajo“ se sobrescribe la primera asignación para M10 por la segunda asignación.





Mediante modificación de esta parte del programa se consideran todos los enlaces de entrada.



3.4.3 Observación de los transductores

Antes de describir otras instrucciones, explicamos brevemente el significado de las señales de transductores.

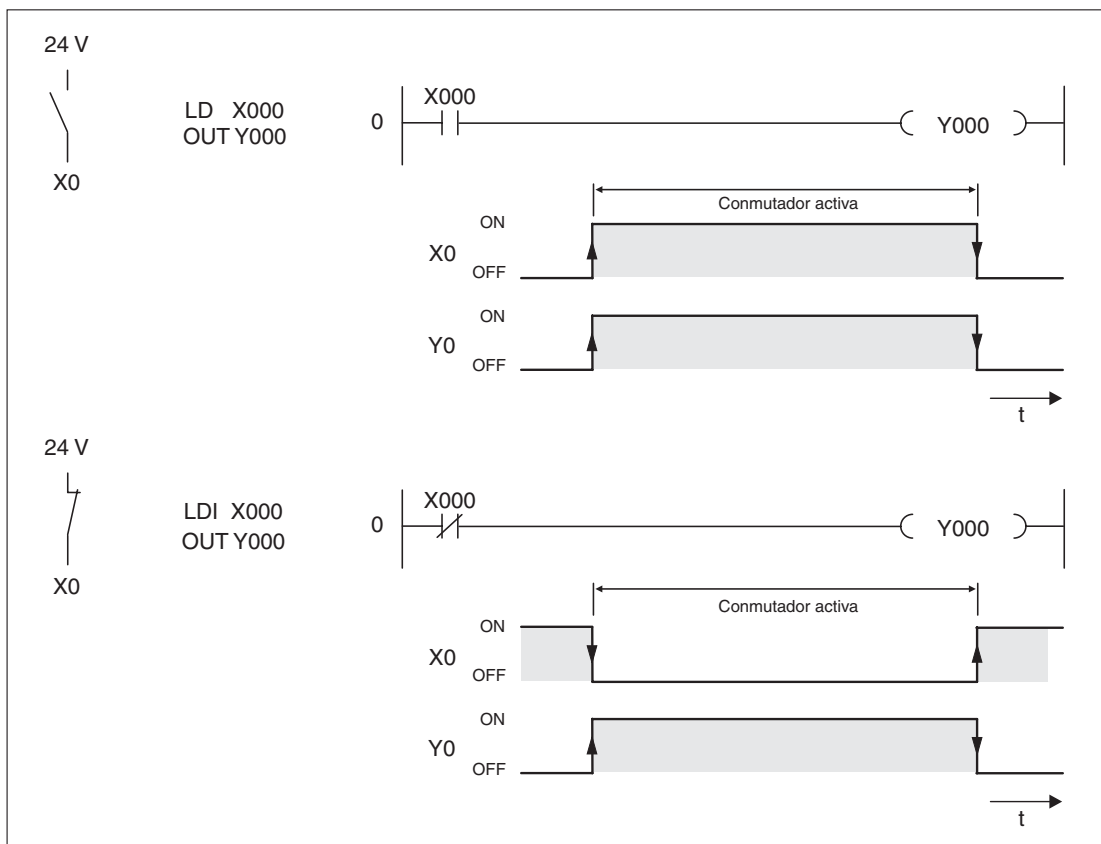
En la programación de un PLC debe observarse el modo de función de conmutadores, botones y sensores, para obtener la función requerida. Una instrucción de control verifica (sin importar el modo de control p. ej. de una entrada) ahora el estado de señal de la entrada indicada.

	Contacto de trabajo	Al accionarse un contacto de trabajo, se activa la entrada (estado de señal „1“).
	Contacto de reposo	Al accionarse un contacto de reposo, se desactiva la entrada (estado de señal „0“).





Por lo tanto ya se debe saber durante la programación si el emisor en la entrada del PLC es un contacto de trabajo o de reposo. Una entrada en la cual está conectado un contacto de trabajo, debe manipularse en forma diferente a una entrada con un contacto de reposo conectado.

Frecuentemente se utilizan los transductores con contactos de trabajo. En algunos casos, como por ejemplo para la desactivación de propulsiones, se aplican contactos de reposo por motivos de seguridad (véase el párrafo 3.5).

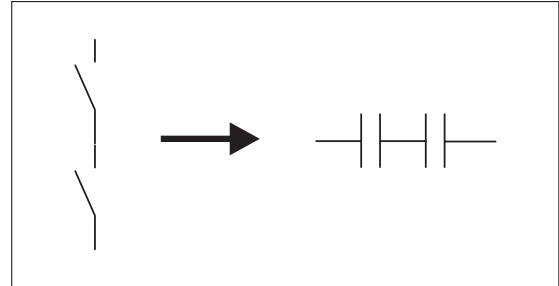
La siguiente ilustración muestra dos secuencias de programa en los cuales se obtiene el mismo resultado a pesar de emplear transductores diferentes: Se activa la salida al accionar el conmutar.



3.4.4 Enlaces AND

Instrucción	Significado	Símbolo	GX Developer FX
AND	AND, (enlace AND con consulta de estado de señal „1“)		
ANI	AND-No, (enlace AND con consulta de estado de señal „0“)		

Un enlace AND corresponde a una conexión en serie de varios conmutadores (al menos 2). La corriente fluye solamente cuando están cerrados todos los contactos. En caso que uno o varios contactos están abiertos, no se cumple la función AND y la corriente no fluye.

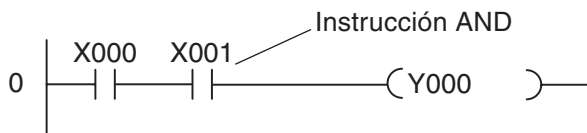


En el software de programación, para las instrucciones AND y ANI-Ase utilizan los mismos paneles de mando y teclas de función como para las instrucciones LD y LDI. En la programación en el plano de contactos, el software asigna las instrucciones automáticamente en función de la posición de inserción.

En caso de programar la lista de instrucciones, se debe observar que las instrucciones AND y ANI no se deben programar al inicio de una ruta de corriente. El inicio de un enlace se programa con una instrucción LD o LDI (párrafo 3.4.1).

Ejemplo para la instrucción AND

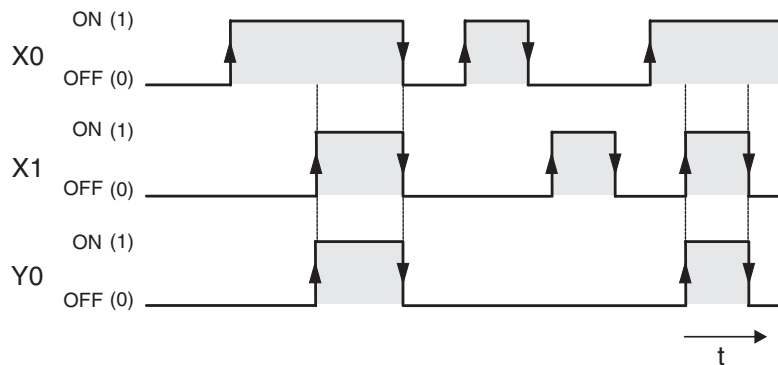
Plano de contactos



Lista de instrucciones

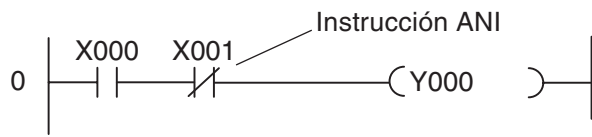
0	LD	X000
1	AND	X001
2	OUT	Y000

La salida Y0 se activa solamente cuando están activados X0 y X1:



Ejemplo para la instrucción ANI

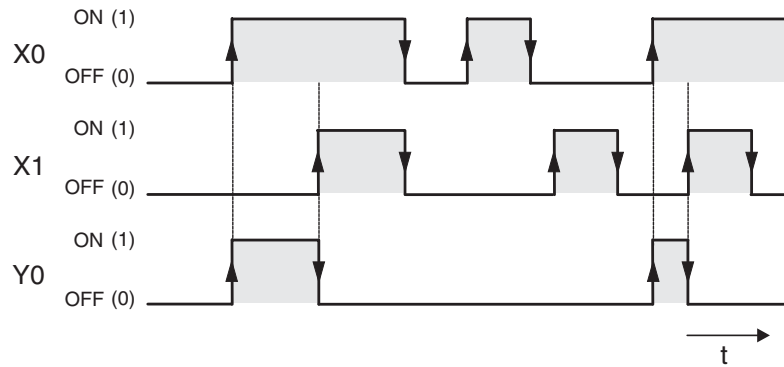
Plano de contactos



Lista de instrucciones

0	LD	X000
1	ANI	X001
2	OUT	Y000

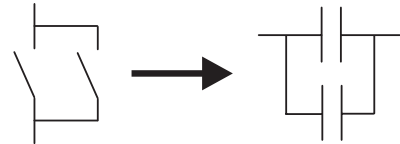
La salida Y0 se activa solamente cuando está activado X0 y X1 desactivado:



3.4.5 Enlaces OR

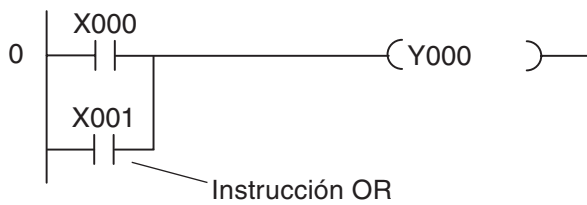
Instrucción	Significado	Símbolo	GX Developer FX
OR	OR (enlace OR con consulta de estado de señal „1“)		
ORI	OR-No, (enlace OR con consulta de estado de señal „0“)		

Un enlace OR corresponde en la tecnología de conmutación a una conexión en paralelo de varios conmutadores. La corriente fluye después de cerrar el contacto. La corriente no fluye solamente cuando no está cerrado ninguno de los contactos.



Ejemplo para la instrucción OR

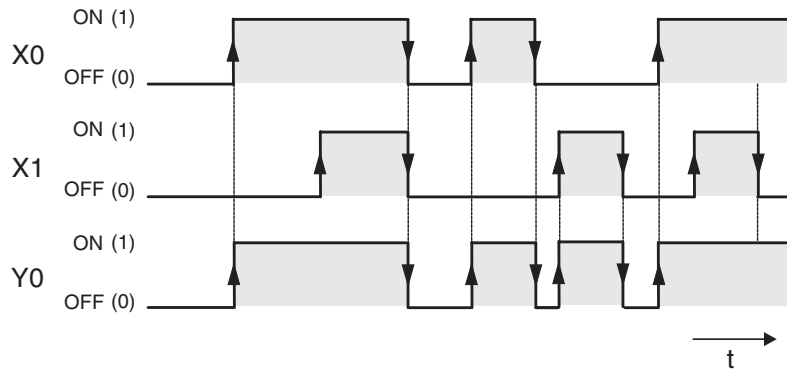
Plano de contactos



Lista de instrucciones

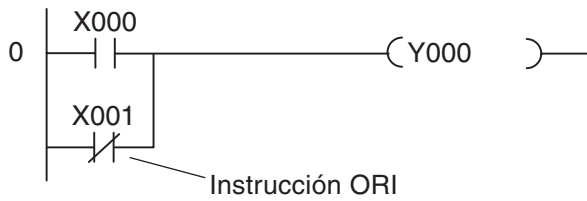
- 0 LD X000
- 1 OR X001
- 2 OUT Y000

En este ejemplo se activa la salida Y0 cuando se activa X0 o X1:



Ejemplo para la instrucción ORI

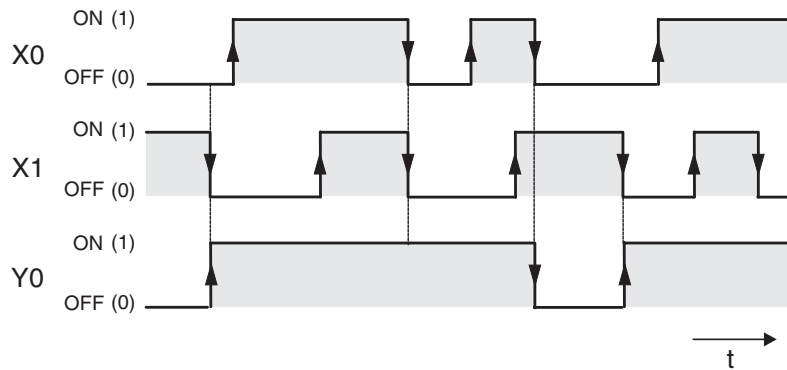
Plano de contactos



Lista de instrucciones

- 0 LD X000
- 1 ORI X001
- 2 OUT Y000

La salida Y0 está activada cuando X0 está activado o X1 está desactivado:



3.4.6 Instrucciones para la unión de enlaces

Instrucción	Significado	Símbolo	GX Developer FX
ANB	Bloque AND, (conexión en serie de enlaces paralelos)	—	
ORB	Bloque OR (conexión en serie de enlaces conectados en serie)		

Las instrucciones ANB y ORB son instrucciones para el PLC, pero se indican en la programación en el plano de contactos solamente como líneas de enlace. Solamente en la indicación o programación del programa como lista de instrucciones, se muestran estas instrucciones y deben ingresarse también con su abreviación AND o bien ORB.

Ambas instrucciones se pueden manejar sin operandos y pueden utilizarse repetidamente sin restricciones en el programa. La cantidad de instrucciones LD y LDI y por lo tanto la cantidad de instrucciones ORB o bien ANB delante de una instrucción de emisión está restringida en un valor máximo de 8.

Ejemplo para la instrucción ANB

Plano de contactos



Lista de instrucciones

```

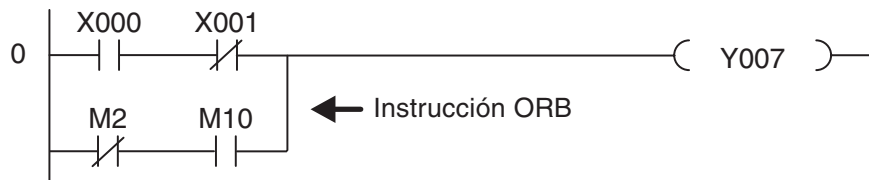
0 LD    X000
1 ORI   M2    ← 1. Conexión en paralelo (enlace OR)
2 LDI   X001
3 OR    M10   ← 2. Conexión en paralelo (enlace OR)
4 ANB
5 OUT   Y007
  
```

← Una instrucción ANB une ambos enlaces OR.

En este ejemplo se activa la salida Y07 cuando la entrada X00 está „1“ **o** el relé interno M2 está „0“ **y** la entrada X01 está „0“ **o** el relé interno M10 está „1“.

Ejemplo para la instrucción ORB

Plano de contactos



Lista de instrucciones

```

0 LD    X000
1 ANI   X001 ← 1. Conexión en serie (enlace AND)
2 LDI   M2
3 AND   M10 ← 2. Conexión en serie (enlace AND)
4 ORB
5 OUT   Y007
  
```

← Una instrucción ORB une ambos enlaces AND.

La salida Y07 se activa cuando la entrada X00 está „1“ **y** la entrada X01 está „0“ **o** cuando el relé interno M2 está „0“ **y** el relé interno M10 está „1“.

3.4.7 Ejecución controlada por flanco de los enlaces

Instrucción	Significado	Símbolo	GX Developer FX
LDP	Instrucción de carga con flanco ascendente del operando		
LDF	Instrucción de carga con flanco descendente del operando		
ANDP	Instrucción AND con flanco ascendente del operando		
ANDF	Instrucción AND con flanco descendente del operando		
ORP	Instrucción OR con flanco ascendente del operando		
ORF	Instrucción OR con flanco descendente del operando		

En el programa de PLC debe registrarse y evaluarse frecuentemente el flanco ascendente o el flanco descendente de los operandos. En caso de un flanco ascendente, el estado de señal conmuta de „0“ a „1“ y en caso de un flanco descendente conmuta de „1“ a „0“.

Los enlaces que reaccionan frente a un flanco, emiten una señal „1“ solamente en aquel ciclo de programa en el cual el operando consultado modifica su estado de señal.

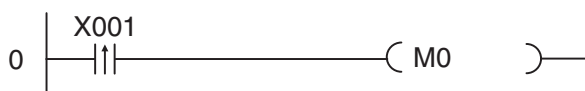
Por ejemplo, sin evaluación por flancos, se emite un resultado erróneo por un conmutador que se acciona en una cinta de transporte por los paquetes que pasan y con el cual se debe contar la cantidad de paquetes, ya que el conteo aumenta en cada ciclo de programa por el valor de „1“ mientras se acciona el conmutador. Pero cuando se registra el flanco ascendente de la entrada, aumenta el valor del conteo solamente una vez por paquete.

Además se puede ejecutar la mayoría de las instrucciones de aplicación también con control por flanco (véase el Cap. 5).

Evaluación de un flanco ascendente

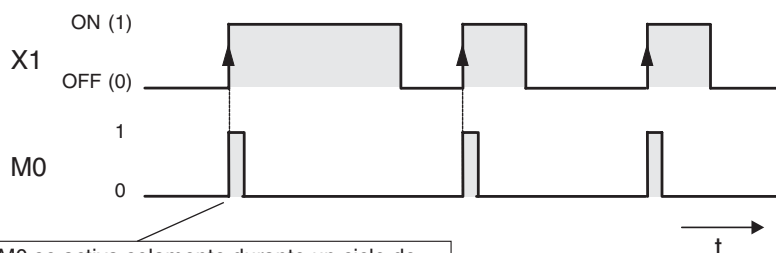
Plano de contactos

Lista de instrucciones



```

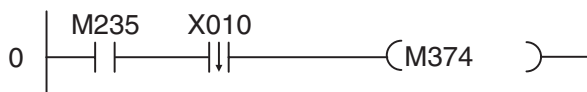
0 LDP X001
1 OUT M0
    
```



El relé interno M0 se activa solamente durante un ciclo de programa.

Evaluación de un flanco descendente

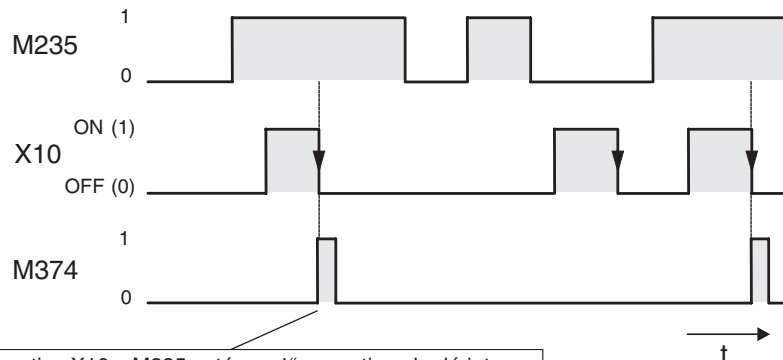
Plano de contactos



Lista de instrucciones

```

0 LD M235
1 ANDF X010
2 OUT M374
    
```



Cuando se desactiva X10 y M235 está en „1“, se activa el relé interno M374 durante un ciclo de programa.

Con excepción de la evaluación por flancos, la función de las instrucciones LDP y LDF, de las instrucciones ANDP y ANDF y de las instrucciones ORP y ORF resulta idéntica con la función de las instrucciones LD, AND o bien OR, esto significa que las instrucciones con control por flanco se pueden utilizar en un programa de la misma manera como las instrucciones „normales“.

3.4.8 Aplicación y reposición

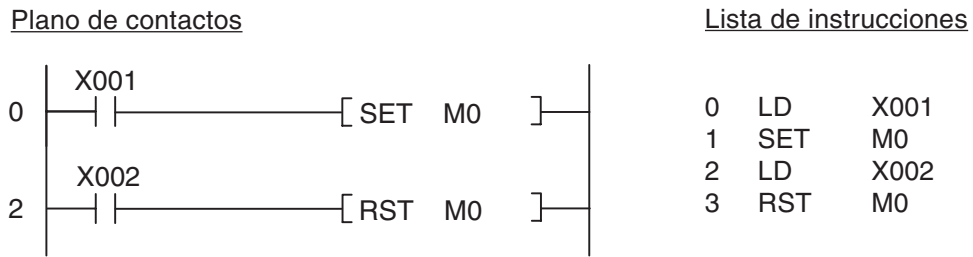
Instrucción	Significado	Símbolo	GX Developer FX
SET	Aplicación de un operando ^① , (asignación del estado de señal „1“)		
RST	Reposición de un operando ^② , (asignación del estado de señal „0“)		

- ① Con una instrucción SET se pueden activar las salidas (Y), los relés internos (M) y los relés de pasos (S)
- ② Con una instrucción RST se pueden reponer las salidas (Y), los relés internos (M), los relés de pasos (S), los temporizadores (T), los contadores (C) y los registros (D, V, Z).

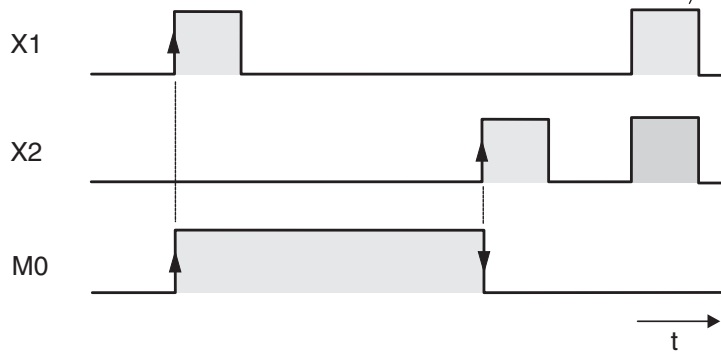
El estado de señal de una instrucción OUT se mantiene en „1“ mientras que el resultado de enlace delante de la instrucción OUT está también „1“. Por ejemplo, cuando se conecta un pulsador en una entrada y una lámpara en una salida, brilla la lámpara en combinación con una instrucción LD y OUT solamente cuando se acciona el pulsador.

Con una instrucción SET se activa una salida o un relé interno después de un breve impulso de activación. El operando se mantiene activado hasta que es desactivado nuevamente por una instrucción RST. De esta forma se pueden realizar p. ej. autoenclavamientos o bien la activación y desactivación de del operando con pulsadores. (Una salida se desactiva también cuando se detiene el PLC o bien cuando se interrumpe la tensión de alimentación. Algunos de los relés internos mantienen en estos casos su último estado de señal, por lo cual se quedan activados.)

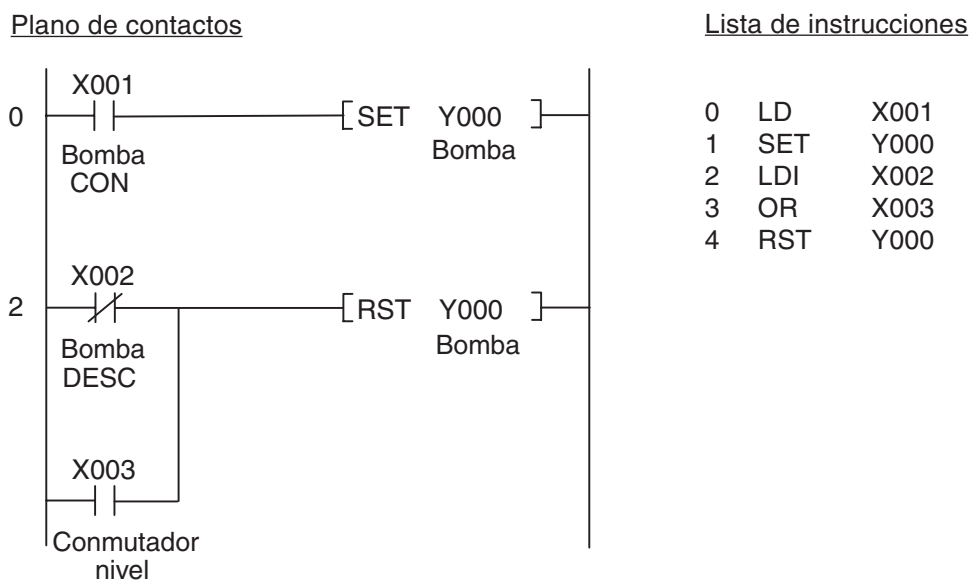
Para la entrada de una instrucción SET o RST en el plano de contactos debe hacerse clic en la barra de herramientas del GX Developer en el símbolo antes indicado o bien se debe accionar la tecla **F8**. Ingrese luego la instrucción y el operando, p. ej. SET Y1.



Cuando la instrucción de aplicación y reposición de un operando están en el mismo ciclo „1“, se prioriza la última operación de la secuencia. En este ejemplo es la instrucción RST



Como ejemplo para una aplicación se indica aquí un control de bomba para el llenado de un recipiente. La bomba se puede controlar manualmente con los conmutadores „CON“ y „DESC“. Por motivos de seguridad se utiliza un conmutador con contacto de reposo. Cuando el recipiente está lleno, un conmutador de nivel desactiva la bomba.



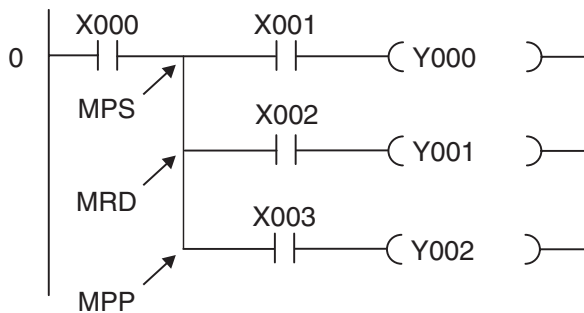
3.4.9 Almacenamiento, lectura y eliminación de un resultado de enlace

Instrucción	Significado	Símbolo	GX Developer FX
MPS	Almacenamiento de un resultado de enlace	—	—
MRD	Lectura de un resultado de enlace almacenado	—	—
MPP	Lectura y eliminación de un resultado de enlace almacenado	—	—

Con las instrucciones MPS, MRD y MPP se pueden almacenar, consultar y eliminar los resultados (intermedios) de enlace. Mediante estas instrucciones se pueden establecer niveles de enlace y estructuras el programa en forma clara.

En la entrada del programa en el plano de contactos se insertan estas instrucciones automáticamente por el software de programación. Solamente en la indicación o programación en la lista de instrucciones se indican o bien deben ingresarse las instrucciones MPS, MRD y MPP.

Plano de contactos

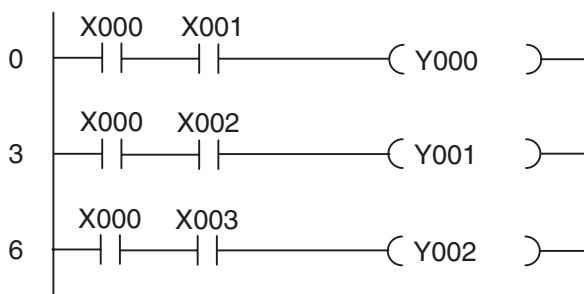


Lista de instrucciones

- 0 LD X000
- 1 MPS
- 2 AND X001
- 3 OUT Y000
- 4 MRD
- 5 AND X002
- 6 OUT Y001
- 7 MPP
- 8 AND X003
- 9 OUT Y002

Para una mejor comprensión de la secuencia de programa arriba indicada se muestra el mismo ejemplo nuevamente con otro tipo de programación.

Plano de contactos



Lista de instrucciones

- 0 LD X000
- 1 AND X001
- 2 OUT Y000
- 3 LD X000
- 4 AND X002
- 5 OUT Y001
- 6 LD X000
- 7 AND X003
- 8 OUT Y002

Los operandos (en el ejemplo X0) deben estar programados repetidamente. De esta forma resulta un mayor trabajo de programación, particularmente en caso de prolongados programas y amplias rutas de corriente .

Para la última instrucción de emisión debe utilizarse MPP en vez de MRD para eliminar la memoria de enlace. Se pueden aplicar también varias instrucciones MPS y formarse así hasta 11 niveles de enlace. Otros ejemplos para las instrucciones MPS, MPP y MRS se encuentran en las instrucciones de programación del grupo FX, Nro. Art. 048261.

3.4.10 Generación de pulso

Instrucción	Significado	Símbolo	GX Developer FX
PLS	Aplicación de un operando* durante un ciclo de programa con flanco ascendente de la condición de entrada		
PLF	Aplicación de un operando* durante un ciclo de programa con flanco descendente de la condición de entrada		

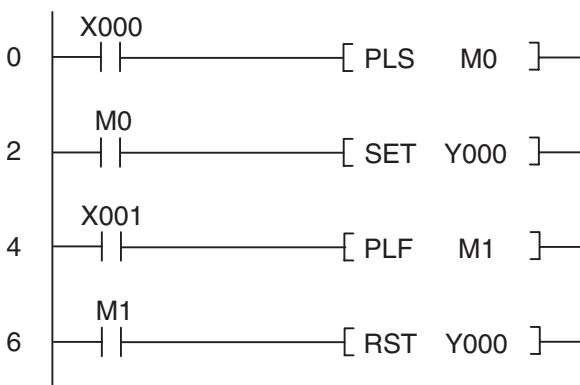
* Con una instrucción PLS o PLF se pueden controlar las salidas (Y) y los relés internos (M).

Cuando se utiliza una instrucción PLS en vez de una instrucción OUT, el operando indicado emite el estado de señal „1“ solamente en aquel ciclo de programa en el cual conmuta el estado de señal de los enlaces delante de la instrucción PLS de „0“ a „1“ (flanco ascendente).

Una instrucción PLF reacciona en caso de un flanco descendente y emite el estado de señal „1“ para un ciclo de programa cuando el estado de señal de los enlaces delante de esta instrucción conmuta de „1“ a „0“.

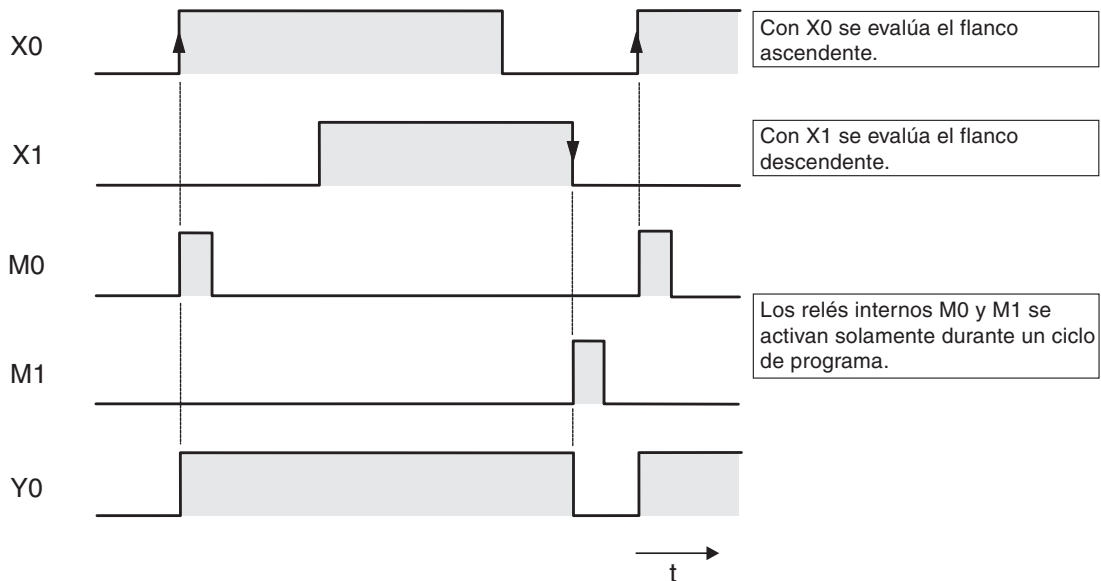
Para la entrada de una instrucción PLS o PLF en el plano de contactos debe hacerse clic en la barra de herramientas del GX Developer en el símbolo arriba indicado o bien se debe accionar la tecla **F8**. Ingrese la instrucción y el operando, p. ej. PLS Y2.

Plano de contactos



Lista de instrucciones

- 0 LD X000
- 1 PLS M0
- 2 LD M0
- 3 SET Y000
- 4 LD X001
- 5 PLF M1
- 6 LD M1
- 7 RST Y000



3.4.11 Función del conmutador principal (Instrucción MC y MCR)

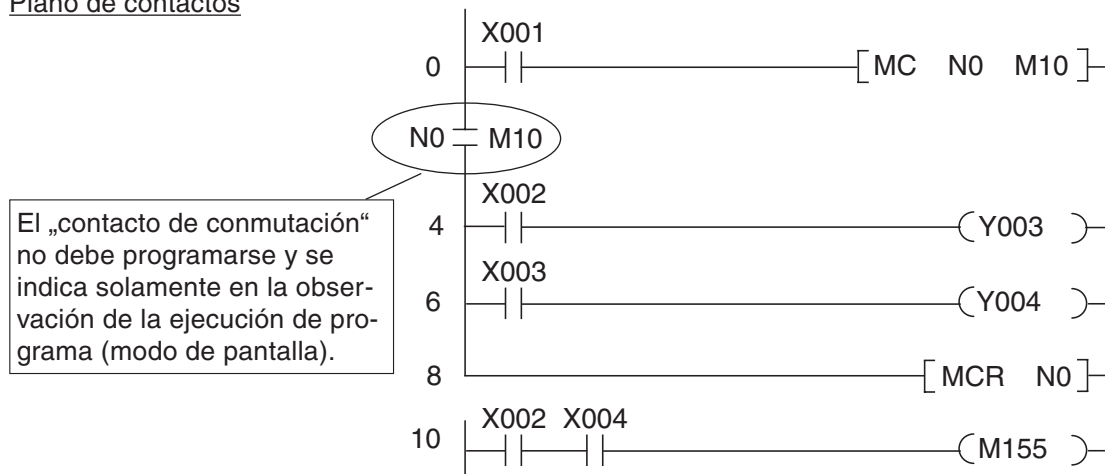
Instrucción	Significado	Símbolo	GX Developer FX
MC	Control maestro, aplicación de una condición de control ^①	MC n □	
MCR	Control maestro, reposición de una condición de control ^②	MCR n	

① Como operandos de una instrucción MC se pueden utilizar las salidas (Y) y los relés internos (M). n: N0 a N7

② n: N0 a N7

Mediante aplicación (MC) o reposición (MCR) de una condición de control se pueden activar o desactivar algunas áreas individuales del programa. Una instrucción de control maestro se puede comparar en la programación en el plano de contactos con un conmutador en la barra colectora izquierda, la cual debe estar cerrada para que se pueda procesar la siguiente parte del programa.

Plano de contactos



Lista de instrucciones

```

0 LD X001
1 MC N0 M10
4 LD X002
5 OUT Y003
6 LD X003
7 OUT Y004
8 MCR N0
10 LD X002
11 AND X004
12 OUT M155

```

En el ejemplo indicado arriba se procesan las rutas de corriente entre la instrucción MC y MCR solamente cuando está activada la entrada X001.

El área de programa que se debe activar, se define mediante la indicación de la dirección de bifurcación de programa N0 a N7 (llamada dirección de nesting). La indicación de los operandos Y o M define un contacto de activación. Este contacto activa el rango de programa cuando se ha cumplido la condición de entrada para la instrucción MC.

Cuando no se ha cumplido la condición de entrada de una instrucción MC, se modifican los estados de los operandos entre MC y MCR del siguiente modo:

- Los temporizadores y contadores remanentes, así como los operandos que se controlan con instrucciones SET y RST, mantienen su estado.
- Se reponen los temporizadores y operandos no remanentes que son referidos directamente con una instrucción OUT.

(Una descripción de los temporizadores y contadores arriba indicados se encuentra en el siguiente capítulo.)

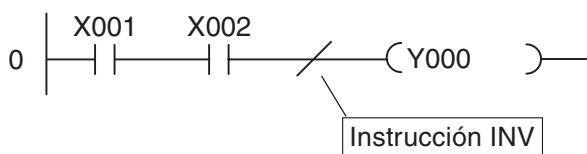
3.4.12 Invertir el resultado de enlace

Instrucción	Significado	Símbolo	GX Developer FX
INV	Inversión del resultado de enlace		

Una instrucción INV se indica sin operandos e invierte el resultado de enlace que estuvo vigente antes de la ejecución de la instrucción INV:

- Cuando el resultado de enlace es „1“, resulta ser „0“ después de la inversión.
- Cuando el resultado de enlace es „0“, resulta ser „1“ después de la inversión.

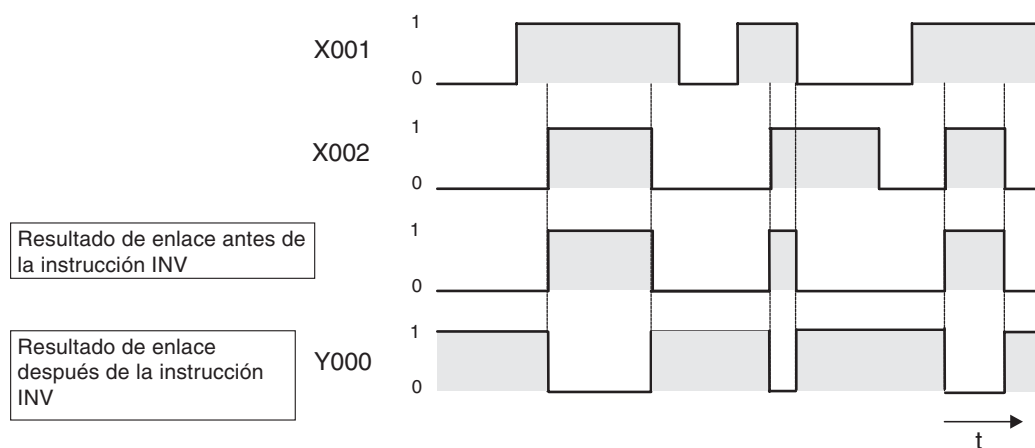
Plano de contactos



Lista de instrucciones

0	LD	X001
1	AND	X002
2	INV	
3	OUT	Y000

Para el ejemplo arriba indicado resulta el siguiente comportamiento de señal:



La instrucción INV se puede utilizar cuando se debe invertir el resultado de un enlace complejo. Se puede programar en la misma posición como las instrucciones AND o ANI.

Una instrucción INV no se puede programar al inicio de un enlace, tal como una instrucción LD, LDI, LDP o LDF.

3.5 ¡La importancia de la seguridad!

Un PLC tiene muchas ventajas frente a un control cableado, pero en asuntos de seguridad, no se debe confiar exclusivamente en él.

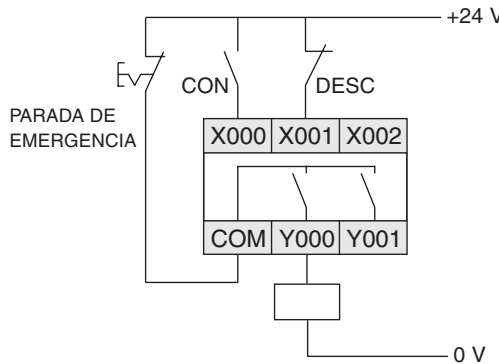
Dispositivos de PARADA DE EMERGENCIA

A causa de la falta de un control en la instalación no deben ponerse en peligro las personas o máquinas. Por lo tanto deben funcionar los dispositivos de PARADA DE EMERGENCIA incluso cuando el PLC no trabaja correctamente o bien cuando se debe interrumpir p. ej. la alimentación de corriente de las salidas del PLC.

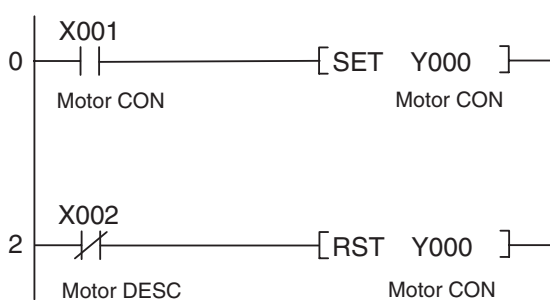
En ningún caso se debe manejar un conmutador de PARADA DE EMERGENCIA solamente como entrada en el PLC, con disparo de la interrupción por el programa.

Seguridad incluso en caso de rotura de cable

La seguridad de servicio se debe garantizar incluso cuando está interrumpida la transmisión de las señales desde los conmutadores hacia el PLC. Por este motivo se transmiten los comandos de activación a través de conmutadores o tecla con contactos de trabajo y comandos de desactivación con contactos de reposo hacia el PLC.



En este ejemplo puede desactivarse el contactor para un accionamiento adicionalmente con un interruptor de PARADA DE EMERGENCIA.



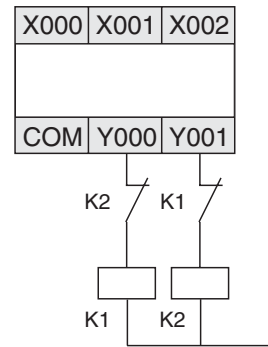
En el programa se explora el contacto de trabajo del pulsador CON con una instrucción LD y el contacto de reposo del pulsador DESC con una instrucción LDI. La salida y con esto también el accionamiento se desactivan cuando la entrada X002 tiene el estado de señal „0“. Esto se aplica cuando se acciona el pulsador DESC o bien cuando se interrumpe la conexión entre el pulsador y la entrada X002.

De esta forma se desactiva la salida o bien se previene su activación incluso en caso de una rotura de cable. La desactivación se trata con prioridad porque se procesa en el programa después de la activación.

Contactos de bloqueo

En caso que no se puedan conectar simultáneamente dos salidas en una conmutación, como p. ej. en la conmutación de las salidas, debe efectuarse también el bloqueo de los contactos controladores. En el programa se realiza solamente un bloqueo interno y en caso de un error del PLC se pueden activarse ambas salidas simultáneamente.

Ejemplo para un bloqueo con contactos: Los contactores K1 y K2 no se pueden activar conjuntamente.



Desactivaciones forzadas

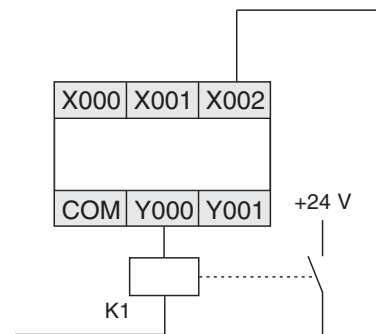
Cuando se controlan movimientos a través de un PLC y se pueden generar riesgos a causa del sobrepaso del punto final, deben integrarse interruptores de fin de carrera adicionales que interrumpen el movimiento de forma inmediata e independientemente del PLC. Un ejemplo para la desactivación forzada se encuentra en el párrafo 3.6.2.

Realimentaciones de señal

Por lo general no se supervisan las salidas del PLC. Una salida se activa y en el programa se basa en la suposición que fuera del PLC se efectúe la reacción requerida. En la mayoría de los casos resulta suficiente con esto, pero en las aplicaciones sensibles en las cuales los errores en el circuito de salida, como roturas cable o contactos soldados, pueden causar consecuencias graves para la seguridad o el funcionamiento, deben supervisarse las señales emitidas del PLC.

En este ejemplo, un contacto de trabajo del contactor K1 activa la entrada X002 cuando se activa la salida Y000. De esta forma se puede monitorizar en el programa si esta salida y el contactor conectado están trabajando correctamente.

No se registra si la carga conmuta se comporta del modo requerido (p. ej. si el accionamiento gira efectivamente). Para esto se requieren otras monitorizaciones, como p. ej. una monitorización de la tensión de carga o un control de contactor.



3.6 Realización de una tarea de control

Un PLC ofrece una cantidad casi infinita de posibilidades para el enlace de entradas y salidas. En muchas instrucciones ofrecidas por los controles de la familia MELSEC FX, resulta importante seleccionar las instrucciones apropiadas para la solución de una tarea de control, de modo que se pueda realizar el programa con ellas.

En base a dos tareas simples de control se muestra el camino desde el planteamiento del problema hasta el programa acabado.

3.6.1 Instalación de alarma

Ya antes de la programación debe haberse aclarado el planteamiento del problema y de la tarea. En cierta forma, se empieza „desde atrás“ para describir lo que el PLC debe ofrecer:

Planteamiento del problema

Se debe generar una instalación de alarma que dispone de varios bucles de señalización y que integra funciones retrasadas de activación y desactivación.

- Con un interruptor de llave se activa la instalación con un tiempo de retardo de 20 segundos. De esta forma queda tiempo para salir de la casa. Durante este tiempo se indica si los circuitos de señalización están cerrados.
- Tras la interrupción del circuito de señalización debe dispararse una alarma (principio de corriente de reposo, de esta forma se realiza una puesta de alarma incluso en caso de sabotaje). Adicionalmente debe indicarse el circuito de señalización que disparó la alarma.
- Después de un tiempo de espera de 10 segundos debe activarse una bocina y una lámpara para fines de señalización. (La alarma se dispara después de un tiempo de espera para poder desactivar la instalación después de entrar en la casa. Por este motivo se indica con una lámpara particular si la instalación está activada.)
- La advertencia acústica de alarma debe activarse durante 30 segundos. La señal óptica debe mantenerse activada hasta la desactivación de la instalación.
- La alarma debe poderse desactivar a través del interruptor de llave.

Definición de las señales de entrada y salida

A continuación se deben definir las señales de entrada y salida que se deben procesar. En la descripción funcional se indica que para el manejo de la instalación de alarma se requiere un interruptor de llave y 4 lámparas de advertencia. Además se ocupan al menos tres entradas para los circuitos de señalización y dos salidas para la bocina y la lámpara de parpadeo. En total se utilizan 4 entradas y 6 salidas. Luego se asignan las señales a las entradas y salidas del PLC:

Función		Identificador	Dirección	Observación
Entradas	Instalación activada	S1	X1	Contacto de trabajo (interruptor de llave)
	Circuito de señalización 1	S11, S12	X2	Contactos de trabajo (Una alarma es disparada cuando la entrada tiene el estado de señal „0“.)
	Circuito de señalización 2	S21, S22	X3	
	Circuito de señalización 3	S31, S32	X4	
Salidas	Indicación „Alarma activada“	H0	Y0	La función de las salidas se cumple cuando se activa la salida correspondiente. P. ej. cuando se activa Y1, se enciende una señal acústica.
	Alarma acústica (bocina)	E1	Y1	
	Alarma óptica (lámpara omnidireccional)	H1	Y2	
	Indicación de circuito de señalización 1	H2	Y3	
	Indicación de circuito de señalización 2	H3	Y4	
	Indicación de circuito de señalización 3	H4	Y5	

Programación

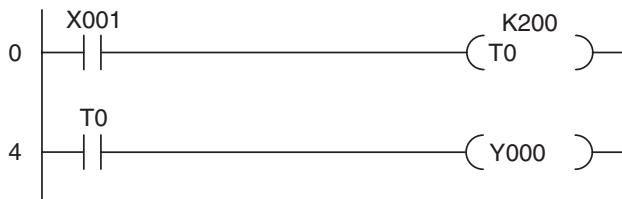
Ahora se puede proceder con la programación. La necesidad y cantidad de relés internos requeridos se define frecuentemente en el momento de la programación. Sin embargo es seguro que en esta instalación hay tres elementos de tiempo con funciones importantes. En un control cableado se aplican relés retardados, pero en un PLC se realizan los tiempos de forma electrónica (véase el párrafo 4.3). Estos „temporizadores“ se pueden definir incluso antes de la programación:

Función	Dirección	Observación
Temporizador	Retardo en activación	T0
	Retardo en disparo de alarma	T1
	Tiempo de activación para bocina	T2

Luego se solucionan las diferentes tareas parciales del control:

● Activación retardada de la instalación de alarma

Plano de contactos



Lista de instrucciones

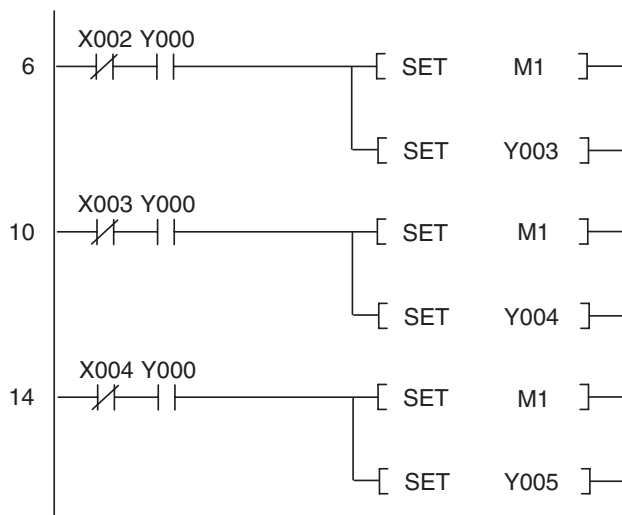
```

0 LD X001
1 OUT T0 K200
4 LD T0
5 OUT Y000
    
```

Después de la activación del interruptor de llave se ejecuta el retardo de activación realizado con el temporizador T0. Después del transcurso de 20 s (K200 = 200 x 0,1 s = 20 s) se indica con la lámpara de control conectada en la salida Y000 que la instalación de alarma está activada.

● Supervisión de circuitos de señalización y detección de alarmas

Plano de contactos



Lista de instrucciones

```

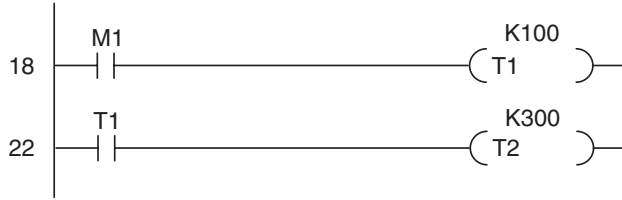
6 LDI X002
7 AND Y000
8 SET M1
9 SET Y003
10 LDI X003
11 AND Y000
12 SET M1
13 SET Y004
14 LDI X004
15 AND Y000
16 SET M1
17 SET Y005
    
```

La salida Y000 se consulta también en el programa para determinar si la instalación de alarma está activada. Se podría utilizar también un relé interno que se activa y desactiva en forma paralela al Y000. Solamente en caso de una instalación de alarma activada se activa el relé interno M1 al interrumpirse el circuito de señalización, para indicar que se ha disparado una alarma. Adicionalmente se señala con las salidas Y003 a Y005, el circuito de señalización

que se ha interrumpido. El relé interno M1 y la salida correspondiente se mantienen activados incluso tras cierre del circuito de señalización.

● Retardo del disparo de alarma

Plano de contactos



Lista de instrucciones

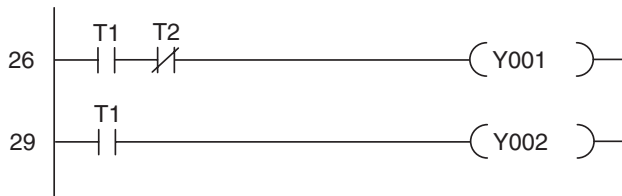
```

18 LD M1
19 OUT T1 K100
22 LD T1
23 OUT T2 K300
    
```

Cuando se dispara una alarma (M1 está en „1“ en este caso), se arranca el tiempo de retraso de 10 s. Después del transcurso de este tiempo, T1 arranca el temporizador T2 que está ajustado en 30 s y que define el tiempo de activación de la bocina.

● Indicación de alarma (activación de bocina y lámpara omnidireccional)

Plano de contactos

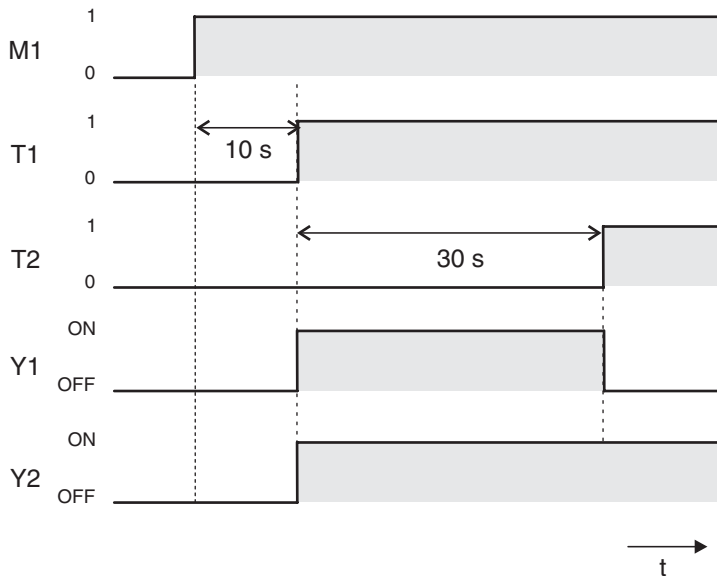


Lista de instrucciones

```

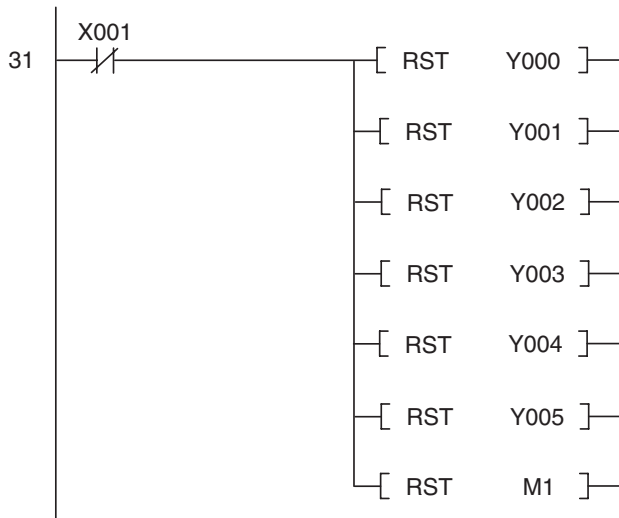
26 LD T1
27 ANI T2
28 OUT Y001
29 LD T1
30 OUT Y002
    
```

La bocina se activa después del retardo de activación de 10 s (T1) y mientras sigue trabajando el temporizador T2. La bocina se apaga después de transcurrir 30 s (T2). La lámpara omnidireccional se activa también después de 10 s. La siguiente ilustración muestra el comportamiento de señal para esta parte del programa:



● Reposición de todas las salidas y del relé interno

Plano de contactos



Lista de instrucciones

```

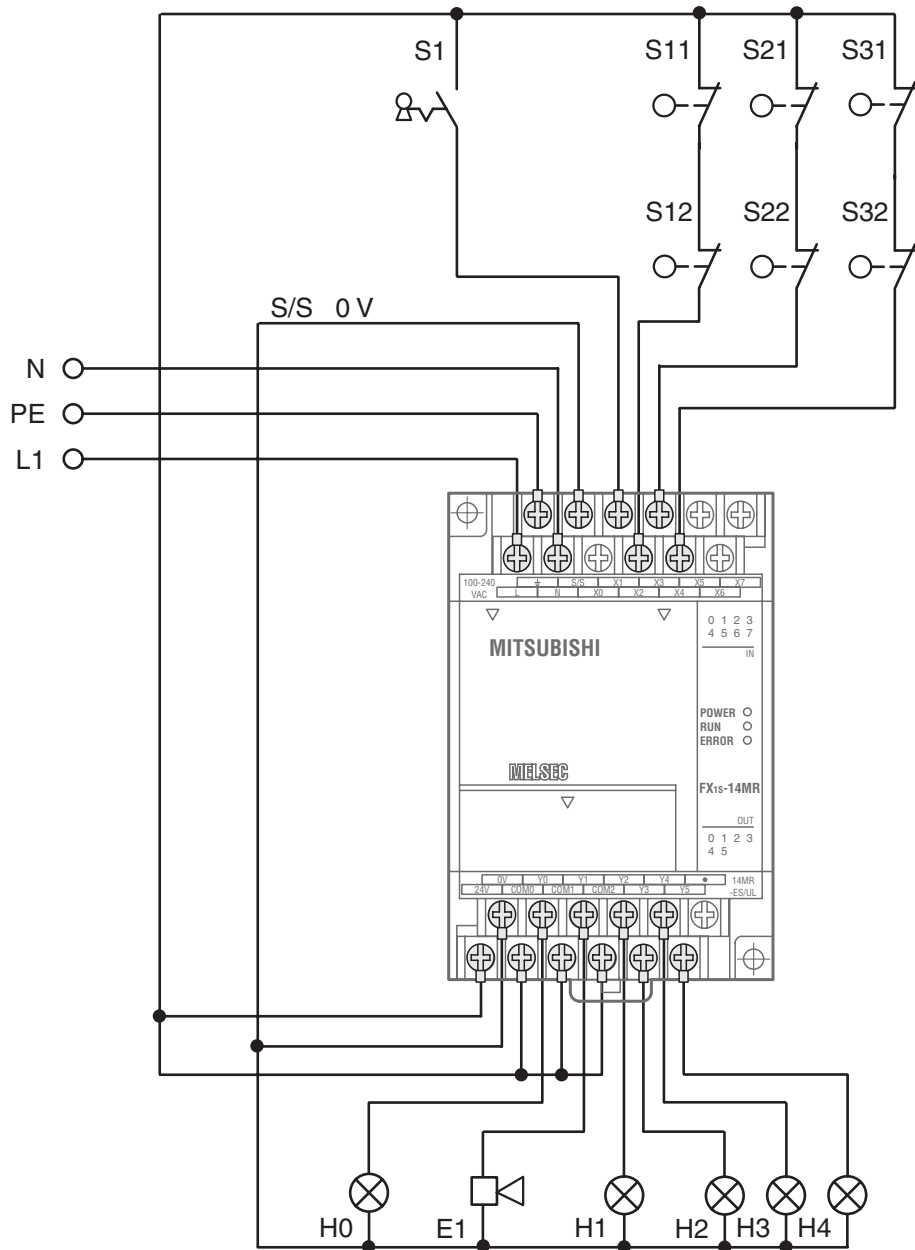
31 LDI X001
32 RST Y000
33 RST Y001
34 RST Y002
35 RST Y003
36 RST Y004
37 RST Y005
38 RST M1

```

Cuando la instalación de alarma está dotada con un interruptor de llave, se reponen también todas las salidas utilizadas y el relé interno M1. En caso de disparo de una alarma, se indica en este momento el circuito de señalización que ha sido interrumpido.

Conexión del PLC

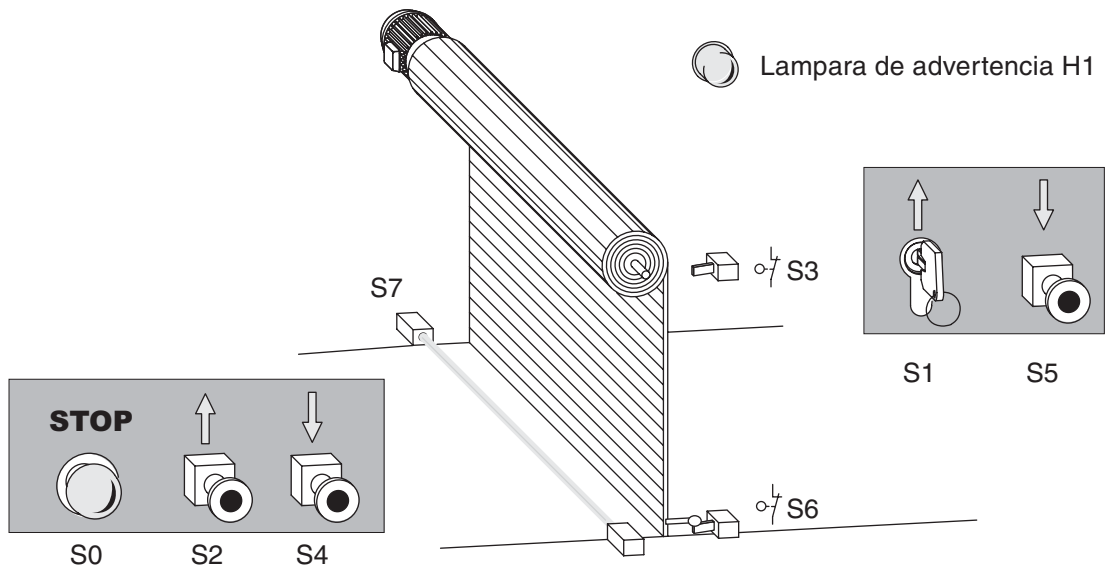
El siguiente esquema muestra la facilidad con la cual se puede diseñar la instalación de alarma, p. ej. con un FX1N-14MR.



3.6.2 Puerta corrediza

Descripción funcional

Se debe controlar una puerta corrediza para el acceso a una nave de almacenamiento, de modo que el manejo se pueda realizar cómodamente desde el exterior como también desde el interior. En esto se deben observar también algunos aspectos de seguridad.



- Manejo
 - Desde afuera se debe abrir la puerta con el interruptor de llave S1 y cerrar con el interruptor S5. En la nave debe abrirse la puerta tras pulsación del interruptor S2 y cerrarse tras pulsación del interruptor S4.
 - Un control temporizado adicional debe cerrar la puerta automáticamente después de haber estado abierta durante más de 20 segundos.
 - Los estados „Puerta en movimiento” y „Puerta en posición no definida” deben indicarse con una lámpara de advertencia que parpadea.
- Dispositivos de seguridad
 - Con un interruptor de parada (S0) debe poder detenerse el movimiento de la puerta en cualquier instante, de modo que la puerta se mantenga en su posición actual. ¡Este interruptor de parada no implica una función de PARADA DE EMERGENCIA! Por este motivo se procesa el interruptor exclusivamente en el PLC y no conmuta las tensiones externas.
 - Cuando un sensor (S7) detecta un obstáculo al cerrarse la puerta, debe abrirse la puerta automáticamente.
 - Para la detención del motor en ambas posiciones finales, están previstos ambos interruptores de fin de carrera S3 („Puerta abierta”) y S6 („Puerta cerrada”).

Asignación de las señales de entrada y salida

A través de la descripción funcional se puede derivar la cantidad de las entradas y salidas requeridas. El control del motor de accionamiento se realiza con dos salidas. Las señales son asignadas a las entradas y salidas del PLC:

Función		Identificador	Dirección	Observación
Entradas	Pulsador PARADA	S0	X0	Contacto de reposo (Al accionar el conmutador, X0 = „0“ y puerta se detiene.)
	Conmutador de llave p. puerta ABIERTA (exterior)	S1	X1	Contactos de trabajo
	Conmutador p. puerta ABIERTA (interior)	S2	X2	
	Interruptor final arriba (PUERTA abierta)	S3	X3	Contacto de reposo (X2 = „0“, con puerta arriba y S3 accionado.)
	Conmutador p. puerta CERRADA (interior)	S4	X4	Contactos de trabajo
	Conmutador p. puerta CERRADA (exterior)	S5	X5	
	Interruptor final abajo (puerta CERRADA)	S6	X6	Contacto de reposo (X6 = „0“, con puerta abajo y S6 accionado.)
	Sensor	S7	X7	X7 conmuta a „1“ tras detección de obstáculo
Salidas	Lámpara de advertencia	H1	Y0	—
	Contactor de motor (motor con rotación a la izquierda)	K1	Y1	Rotación a la izquierda = Abrir puerta
	Contactor de motor (motor con rotación a la derecha)	K2	Y2	Rotación a la derecha = Cerrar puerta
Temporizador	Retardo para cierre automático	—	T0	Tiempo: 20 segundos

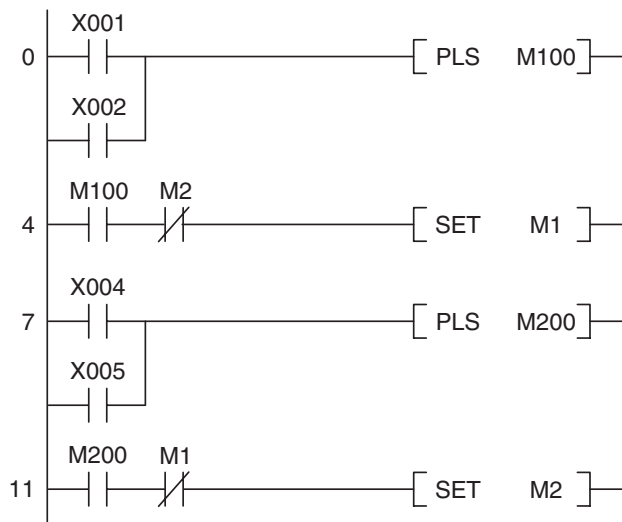
Programa

- Mando de la puerta corrediza mediante el conmutador

Las señales de entrada para el mando de la puerta deben convertirse en dos comandos para el motor de accionamiento en el programa: „Abrir puerta“ y „Cerrar puerta“. Ya que se trata de señales de conmutadores que están disponibles solamente durante un breve tiempo en las entradas, se requiere el almacenamiento de estas señales. Para esto se aplican y reponen dos relés internos que se integran en el programa inicialmente en forma suplente para las salidas:

- M1: Abrir puerta
- M2: Cerrar puerta

Plano de contactos



Lista de instrucciones

```

0 LD X001
1 OR X002
2 PLS M100
4 LD M100
5 ANI M2
6 SET M1
7 LD X004
8 OR X005
9 PLS M200
11 LD M200
12 ANI M1
13 SET M2
    
```

Primero se procesan las señales para abrir la puerta: Cuando se acciona el interruptor de llave S1 o el conmutador S2, se genera un impulso y M100 se conmuta al estado de señal „1“ durante un sólo ciclo de programa. De esta manera la puerta no se puede bloquear mediante sujeción o apriete del conmutador.

El accionamiento debe activarse solamente cuando no gira en dirección opuesta. Por este motivo se activa M1 solamente cuando M2 no está activado.

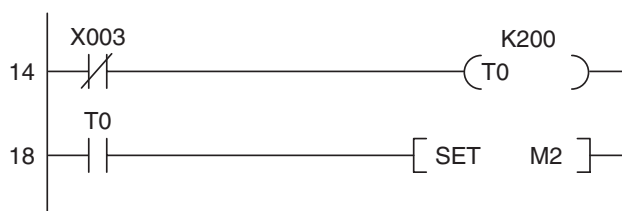
INDICACIÓN

El bloqueo de las direcciones de giro debe suplementarse fuera del PLC además mediante un bloqueo de los contactos (véase el esquema de conexiones).

La evaluación de los conmutadores S4 y S5 para el cierre de la puerta se realiza en forma similar. La consulta de M1 por el estado de señal „0“ previene que M1 y M2 se puedan activar simultáneamente.

- Cierre automático de la puerta después de 20 segundos

Plano de contactos



Lista de instrucciones

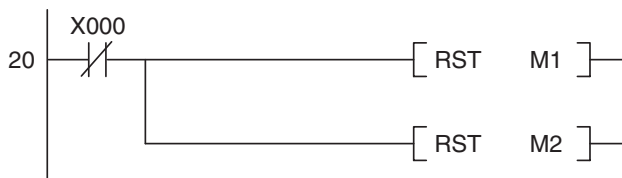
```

14 LDI X003
15 OUT T0 K200
18 LD T0
19 SET M2
    
```

Cuando la puerta está abierta, se acciona el S2 y se desactiva la entrada X3. (S3 cuenta con un contacto de reposo por motivos de seguridad.) Con T0 empieza ahora el tiempo de retardo realizado de 20 s (K200 = 200 x 0,1 s = 20 s). Después del transcurso de este tiempo se activa el relé interno M2 y se cierra la puerta.

- Detención de la puerta con el conmutador PARADA

Plano de contactos



Lista de instrucciones

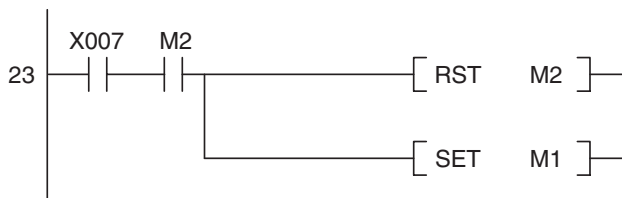
```

20 LDI X000
21 RST M1
22 RST M2
    
```

Mediante pulsación del conmutador PARADA S0 se reponen los dos relés internos M1 y M2, con lo cual se detiene la puerta.

- Detección de obstáculos con la barrera de luz

Plano de contactos



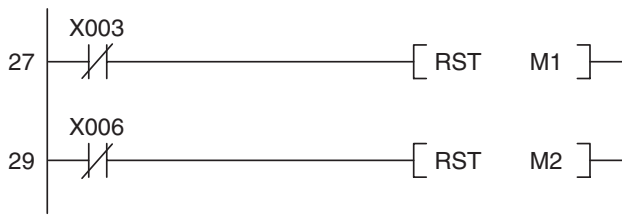
Lista de instrucciones

```

23 LD X007
24 AND M2
25 RST M2
26 SET M1
    
```

Cuando la barrera de luz detecta un obstáculo durante el cierre, se repone el M2, con lo cual se termina el proceso de cierre. A continuación se activa M1 y se abre nuevamente la puerta.

- Desactivación del motor con el interruptor de fin de carrera

Plano de contactosLista de instrucciones

```

27 LDI X003
28 RST M1
29 LDI X006
22 RST M2

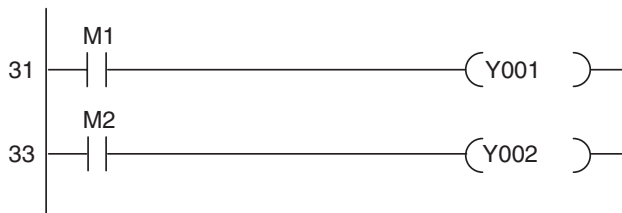
```

Con la puerta abierta se acciona el interruptor de fin de carrera y se desactiva la entrada X3. De esta forma se repone el M1 y se detiene el accionamiento. Cuando la puerta alcanza la posición inferior, se acciona el S6, se desactiva el X6, por lo que se repone el M2 y se detiene el accionamiento. Por motivos de seguridad, los interruptores de fin de carrera tienen contactos de reposo. De esta forma se desactiva el accionamiento incluso en caso de una interrupción de la conexión entre el conmutador y la entrada o bien se previene la activación.

INDICACIÓN

Los interruptores de fin de carrera deben detener el accionamiento incluso independientemente del PLC, con integración en el cableado (véase el plano de conexiones).

- Control de motor

Plano de contactosLista de instrucciones

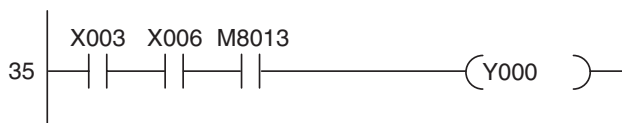
```

31 LD M1
32 OUT Y001
33 LD M2
34 OUT Y002

```

Al final del programa se transmiten los estados de señal de los dos relés internos M1 y M2 hacia las salidas Y001 o bien Y002.

- Lámpara de advertencia: „Puerta en movimiento“ y „Puerta en posición no definida“

Plano de contactosLista de instrucciones

```

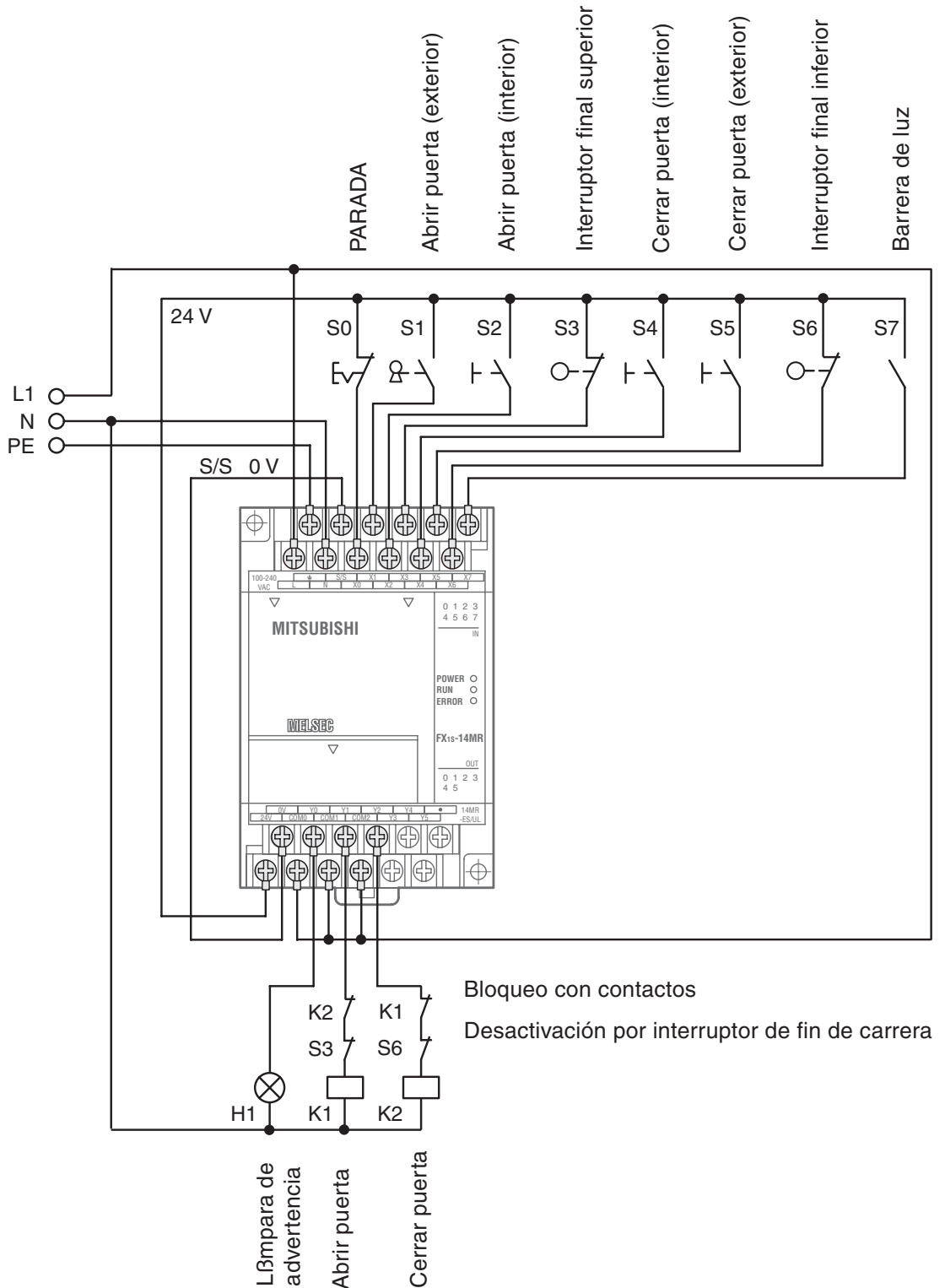
35 LD X003
36 AND X006
37 AND M8013
38 OUT Y000

```

Cuando no se acciona ninguno de los dos interruptores de fin de carrera, se abre o bien se cierra la puerta o bien se detuvo en una posición intermedia. En estos casos parpadea una lámpara de advertencia. Como ciclo de parpadeo se aplica un relé especial M8013 que se aplica y repone automáticamente con un ciclo de 1 s (véase el párrafo 4.2).

Conexión del PLC

Para el control arriba indicado de una puerta corrediza se puede aplicar p. ej. un FX1N-14MR.



4 Operandos explicados en detalle

Los operandos de un PLC se utilizan en instrucciones de control, lo que significa que sus estados de señal o bien valores se pueden consultar o influir a través del programa de PLC. Un operando se compone de

- un identificador de operando y
- una dirección de operando.

Ejemplo para indicación de un operando (p. ej. entrada 0):



4.1 Entradas y salidas

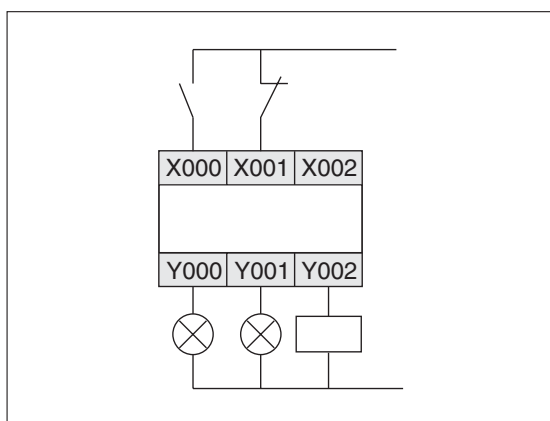
Las entradas y salidas conectan un PLC con el proceso a controlar. En la consulta de una entrada por el programa de PLC se verifica la tensión en un borne de entrada del control. Ya que se trata de entradas digitales, éstas cuentan con solamente dos estados de señal: CON y DESC. Cuando la tensión en el borne de entrada alcanza los 24 V, se activa la entrada (estado de señal „1“). Con una tensión más baja, la entrada es considerada como desactivada (estado de señal „0“).

Como identificador de operandos para las entradas se utiliza „X“. La misma entrada puede ser consultada en el programa repetidamente sin restricciones.

INDICACIÓN

Con el programa de PLC no se puede modificar el estado de las entradas. Por ejemplo, no es posible la indicación de una entrada como operando de una instrucción OUT.

Cuando se utiliza una salida como operando de una instrucción de emisión, se emite el resultado de enlace (el estado de señal del operando) en el borne de salida del control. En las salidas de relé se activa el relé correspondiente (todos los relés tienen contactos de trabajo) y en los controles con salidas de transistor se activa el transistor referido y con él todos los dispositivos conectados.



Ejemplo para la conexión de conmutadores en entradas y lámparas o contactores en las salidas de un PLC de MELSEC.

El identificador de operando de las salidas es „Y“. Las salidas se pueden utilizar en las instrucciones de emisión, pero también en las instrucciones de enlace. Bajo ninguna circunstancia se debe programar la misma salida repetidamente como operando de una instrucción de emisión (véase el párrafo 3.4.2).

La siguiente tabla muestra un resumen de las entradas y salidas de los controles de la familia MELSEC FX.

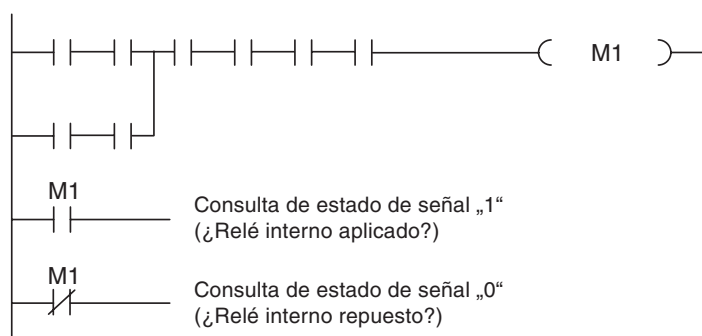
Operando		Entradas	Salidas
Identificador de operando		X	Y
Tipo de operando		Operando de bit	
Valores que puede tener un operando		0 ó 1	
Indicación de la dirección de operando		Octal	
Cantidad de operandos y direcciones (en función del tipo del equipo base)	FX1S	6 (X00–X05) 8 (X00–X07) 12 (X00–X07, X10, X11, X12, X13) 16 (X00–X07, X10–X17)	4 (Y00–Y03) 6 (Y00–Y05) 8 (Y00–Y07) 14 (Y00–Y07, Y10–Y15)
	FX1N	8 (X00–X07) 14 (X00–X07, X10–X15) 24 (X00–X07, X10–X17, X20–X27) 36 (X00–X07, X10–X17, X20–X27, X30–X37, X40, X41, X42, X43) Con los equipos de ampliación se puede aumentar la cantidad máxima de entradas a 84 (X123). Sin embargo, la suma de entradas y salidas no debe sobrepasar el valor de 128.	6 (Y00–Y05) 10 (Y00–Y07, Y10, Y11) 16 (Y00–Y07, Y10–Y17) 24 (Y00–Y07, Y10–Y17, Y20–Y27) Con los equipos de ampliación se puede aumentar la cantidad máxima de salidas a 64 (Y77). Sin embargo, la suma de entradas y salidas no debe sobrepasar el valor de 128.
	FX2N	8 (X00–X07) 16 (X00–X07, X10–X17) 24 (X00–X07, X10–X17, X20–X27) 32 (X00–X07, X10–X17, X20–X27, X30–X37) 40 (X00–X07, X10–X17, X20–X27, X30–X37, X40–X47) 64 (X00–X07, X10–X17, X20–X27, X30–X37, X40–X47, X50–X57, X60–X67, X70–X77)	8 (Y00–Y07) 16 (Y00–Y07, Y10–Y17) 24 (Y00–Y07, Y10–Y17, Y20–Y27) 32 (Y00–Y07, Y10–Y17, Y20–Y27, Y30–Y37) 40 (Y00–Y07, Y10–Y17, Y20–Y27, Y30–Y37, Y40–Y47) 64 (Y00–Y07, Y10–Y17, Y20–Y27, Y30–Y37, Y40–Y47, Y50–Y57, Y60–Y67, Y70–Y77)
	FX2NC	8 (X00–X07) 16 (X00–X07, X10–X17) 32 (X00–X07, X10–X17, X20–X27, X30–X37) 48 (X00–X07, X10–X17, X20–X27, X30–X37, X40–X47, X50–X57)	8 (Y00–Y07) 16 (Y00–Y07, Y10–Y17) 32 (Y00–Y07, Y10–Y17, Y20–Y27, Y30–Y37) 48 (Y00–Y07, Y10–Y17, Y20–Y27, Y30–Y37, Y40–Y47, X50–X57)
	FX3U	8 (X00–X07) 16 (X00–X07, X10–X17) 24 (X00–X07, X10–X17, X20–X27) 32 (X00–X07, X10–X17, X20–X27, X30–X37) 40 (X00–X07, X10–X17, X20–X27, X30–X37, X40–X47)	8 (Y00–Y07) 16 (Y00–Y07, Y10–Y17) 24 (Y00–Y07, Y10–Y17, Y20–Y27) 32 (Y00–Y07, Y10–Y17, Y20–Y27, Y30–Y37) 40 (Y00–Y07, Y10–Y17, Y20–Y27, Y30–Y37, Y40–Y47)

* Con los equipos de ampliación puede aumentarse la cantidad de entradas en un valor máximo de 248 (X367) y la cantidad de salidas en un valor máximo de 248 (Y367). Sin embargo, la suma de entradas y salidas no debe sobrepasar el valor de 256.

4.2 Relés internos

Frecuentemente deben almacenarse los resultados intermedios binarios (estado de señal „0“ ó „1“) en un programa de PLC. Para este propósito están disponibles los „relés internos“ en el PLC (identificador de operando: „M“).

En los relés internos se registra el resultado (intermedio) de enlace, por ejemplo con una instrucción OUT, de modo que posteriormente se pueda consultar con las instrucciones de enlace. Los relés internos ayudan en una estructuración clara del programa y reducen los pasos requeridos en el programa. Los resultados de enlace que se requieren repetidamente en un programa, se pueden integrar en un relé interno y utilizar posteriormente la cantidad de veces que sea necesario.



Los controles del grupo FX disponen aparte de los relés internos „normales“, también de los llamados relés internos retentivos. Los relés internos sin búfer se reponen en el estado de señal „0“ en el momento de la interrupción de la tensión de alimentación del PLC y siguen con este estado incluso después de la activación del PLC. Sin embargo, los relés internos detentivos mantienen su información incluso en caso de una falta de corriente.

Operando	Relé internos		
	Relés internos sin búfer	?Relé interno detentivo	
Identificador de operando	M		
Tipo de operando	Operando de bit		
Valores que puede tener un operando	0 ó 1		
Indicación de la dirección de operando	Decimal		
Cantidad de operandos y direcciones	FX1S	384 (M0–M383)	128 (M384–M511)
	FX1N	384 (M0–M383)	1152 (M384–M1535)
	FX2N FX2NC	500 (M0–M499) ^①	524 (M500–M1023) ^② 2048 (M1024–M3071)
	FX3U	500 (M0–M499) ^①	524 (M500–M1023) ^② 6656 (M1024–M7679)

① También es posible asignar a estos relés internos la función de relés internos detentivos a través de un ajuste en los parámetros de PLC.

② También es posible asignar a estos relés internos la función de relés internos sin búfer a través de un ajuste en los parámetros de PLC.

4.2.1 Relés internos especiales

Junto a los relés internos que se pueden activar y desactivar discrecionalmente por el usuario en el programa, existen también los *relés internos especiales*. Estos relés internos ocupan el rango a partir de la dirección M8000 e indican determinados estados del sistema o bien influyen el procesamiento de programa. La siguiente tabla muestra solamente una pequeña selección de relés internos especiales.

Relé especial	Descripción	Procesamiento en el programa
M8000	En el modo de operación „RUN“ del PLC, el estado de señal de este relé interno corresponde siempre a „1“.	Consulta del estado de señal
M8001	En el modo de operación „RUN“ del PLC, el estado de señal de este relé interno corresponde siempre a „0“.	
M8002	Impulso de la inicialización	
M8004	Error de PLC	
M8005	Tensión baja de batería	
M8013	Reloj: 1 segundo	
M8031	Eliminar todos los operandos (con excepción del registro de datos D) que no están registrados en el rango de alimentación de batería.	Consulta del estado de señal Asignación de un estado de señal
M8034	Bloquear las salidas; las salidas no se pueden activar, pero el programa es ejecutado.	

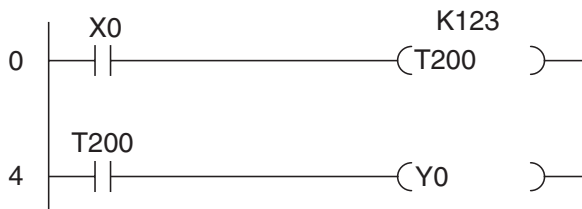
4.3 Temporizadores

En el control de procesos o procedimientos, frecuentemente debe activarse o desactivarse algunos procesos con retardo de tiempo. En la tecnología de relés se aplican para esto los relés retardados, mientras que en un PLC existen para esto los elementos de tiempo (ingl.: *timer*).

En realidad, los temporizadores cuentan un ciclo interno del PLC (p. ej. impulsos con un ciclo de 0,1 s). Cuando el valor de conteo alcanza un valor predeterminado a través del programa, se activa la salida del temporizador.

Todos los temporizadores trabajan como retardo de activación y se activan mediante control con una señal „1“. Para el arranque y la reposición se programan los temporizadores al igual que las salidas. La salida de un temporizador puede ser consultada dentro del programa repetidamente sin restricciones.

Plano de contactos

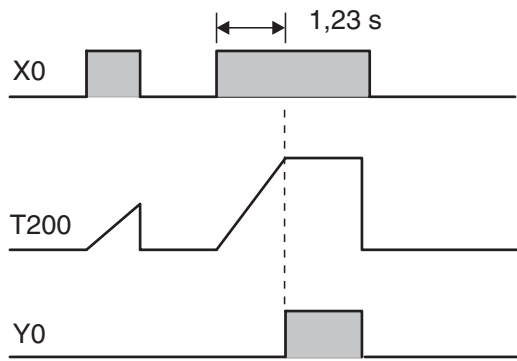


Lista de instrucciones

```

0 LD X0
1 OUT T200 K123
4 LD T200
5 OUT Y0
    
```

El temporizador T200 arranca cuando se activa la entrada X0. El valor nominal es 123 x 10 ms = 1,23 s. Después de transcurrir 1,23 s, T200 activa la salida Y0.



Cuando esta activado X0, el temporizador cuenta los impulsos internos de 10 ms. Se activa la salida de T200 al alcanzar el valor nominal.

Cuando se desactiva la entrada X0 o se interrumpe la tensión de alimentación del PLC, se repone el temporizador y se desactiva también su salida.

La indicación del valor nominal de tiempo se puede realizar también indirectamente a través del valor numérico decimal almacenado en el registro de datos. Esta posibilidad se describe en el párrafo 4.6.1.

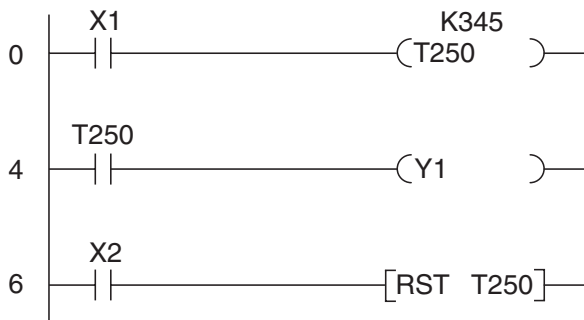
Elementos de tiempo remanentes

Los controles de las series FX1N, FX2N, FX2NC y FX3U disponen aparte de los elementos de tiempo arriba descritos también de elementos de tiempo remanentes que mantienen su valor real de tiempo ya alcanzado incluso después de la desactivación del enlace controlado.

Los valores reales de tiempo se almacenan en una memoria cuyo contenido se mantiene incluso en caso de una falta de corriente.

Ejemplo para la programación de un temporizador remanente

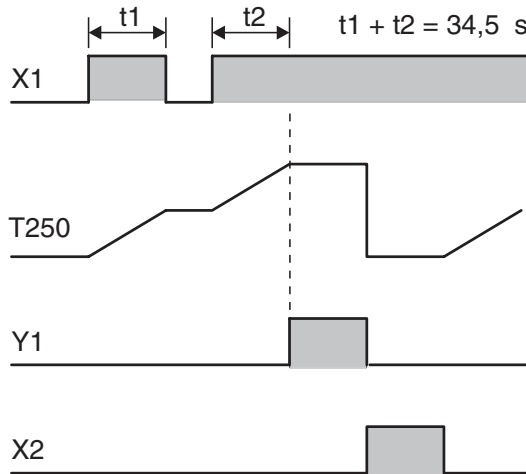
Plano de contactos



Lista de instrucciones

0	LD	X0	
1	OUT	T250	K345
4	LD	T250	
5	OUT	Y1	
6	LD	X2	
7	RST	T250	

El temporizador T250 arranca cuando se activa la entrada X0. El valor nominal es $345 \times 0,1 \text{ s} = 34,5 \text{ s}$. Después de alcanzar el valor nominal, T250 activa la salida Y1. Con la entrada X2 se repone el temporizador y se desactiva su salida.



Cuando está activado X1, el temporizador cuenta los impulsos internos de 100 ms. Incluso cuando se desactiva X1, se mantiene el valor real alcanzado hasta este instante. Cuando el valor real corresponde al valor nominal, se activa la salida del temporizador.

Ya que no se elimina el valor de tiempo real al desactivarse la entrada X1 o la tensión de alimentación del PLC, se requiere una instrucción particular en el programa. Con la entrada X2 se repone el temporizador T250 y se desactiva su salida.

Resumen de temporizadores de las unidades base del grupo FX

Operando		Timer		
		Normale Timer	Remanente Timer	
Identificador de operando		T		
Tipo de operando (para control y consulta)		Operando de bit		
Valores que puede tener un operando (salida de temporizador)		0 ó 1		
Indicación de la dirección de operando		Dezimal		
Definición del valor nominal de tiempo		Como constante decimal de número entero. La definición se realiza directamente en la instrucción o indirectamente en un registro de datos.		
Cantidad de operandos y direcciones	FX1S	100 ms (rango de 0,1 a 3276,7 s)	63 (T0–T62)	—
		10 ms (rango de 0,01 a 327,67 s)	31 (T32–T62)*	—
		1 ms (rango de 0,001 a 32,767 s)	1 (T63)	—
	FX1N	100 ms (rango de 0,1 a 3276,7 s)	200 (T0–T199)	6 (T250–T255)
		10 ms (rango de 0,01 a 327,67 s)	46 (T200–T245)	—
		1 ms (rango de 0,001 a 32,767 s)	4 (T246–T249)	—
	FX2N FX2NC	100 ms (rango de 0,1 a 3276,7 s)	200 (T0–T199)	6 (T250–T255)
		10 ms (rango de 0,01 a 327,67 s)	46 (T200–T245)	—
		1 ms (rango de 0,001 a 32,767 s)	—	4 (T246–T249)
	FX3U	100 ms (rango de 0,1 a 3276,7 s)	200 (T0–T199)	6 (T250–T255)
		10 ms (rango de 0,01 a 327,67 s)	46 (T200–T245)	—
		1 ms (rango de 0,001 a 32,767 s)	256 (T256–T511)	4 (T246–T249)

* Estos temporizadores están disponibles solamente cuando está activado el relé interno especial M8028. En este caso se reduce la cantidad de temporizadores de 100 ms en un total de 32 (T0–T31).

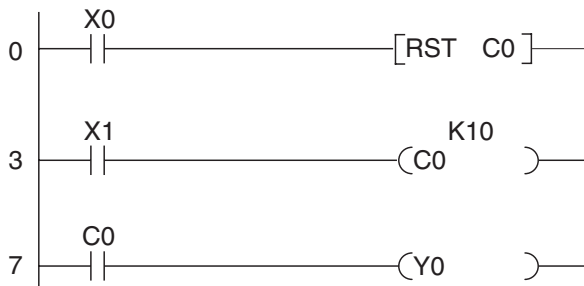
4.4 Contadores (Counter)

Para la programación de los procesos de conteo están disponibles los contadores internos (engl.: *counter*) en los controles del grupo FX.

Los contadores cuentan las señales que reciben en su entrada a través del programa. Cuando el valor de conteo alcanza un valor nominal predeterminado a través del programa, se activa la salida del contador. Este puede consultarse dentro del programa repetidamente sin restricciones.

Ejemplo para la programación de un contador

Plano de contactos

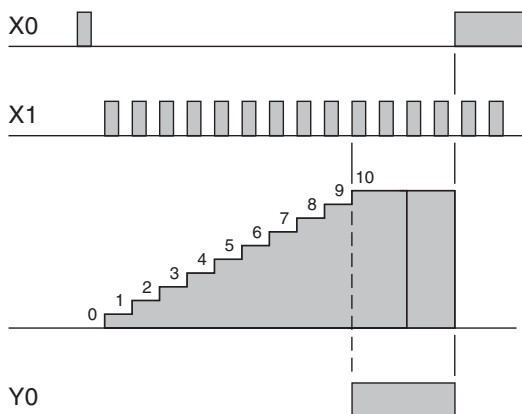


Lista de instrucciones

0	LD	X0	
1	RST	C0	
3	LD	X1	
4	OUT	C0	K10
7	LD	C0	
8	OUT	Y0	

Cada vez que se activa la entrada X1, el contador C0 suma el valor de 1. Se activa la salida Y0 después de haber activado y desactivado 10 veces la entrada X1 (como valor nominal del contador se programó K10).

La ilustración siguiente demuestra el proceso de la señal por este ejemplo del programa.



Con la entrada X0 se repone el contador mediante una instrucción RST. El valor real del contador se ajusta en 0 y se desactiva la salida del contador.

Después de alcanzar el valor nominal del contador, el contador ya no es influido por los siguientes impulsos en la entrada X1.

En los contadores se diferencia entre los contadores de 16 bits y los contadores de 32 bits. Su nombre se refiere a la memoria requerida para el valor de conteo. La siguiente tabla muestra las características más importantes de estos contadores.

Característica	Contador de 16 bits	Contador de 32 bits
Dirección de conteo	Conteo ascendente	Conteo ascendente y descendente (la dirección de conteo se define mediante activación o desactivación de un relé interno especial.)
Rango para valor nominal	1 a 32767	-2 147 483 648 a 2 147 483 647
Definición del valor nominal	Como constante decimal (K) directamente en la instrucción o indirectamente en un registro de datos.	Como constante decimal (K) directamente en la instrucción o indirectamente en un par de registros de datos.
Comportamiento en exceso de conteo	Cuenta máx. a 32767, luego ya no se modifica el valor real	Contador circular: Después del conteo hasta 2 147 483 647, el siguiente valor es -2 147 483 648. (En el conteo descendente se realiza un salto de -2 147 483 648 a 2 147 483 647.)
Salida de contador?	La salida se mantiene activada después de alcanzar el valor nominal.	En el conteo ascendente se mantiene la salida activada después de alcanzar el valor nominal. En el conteo descendente se repone la salida al pasar por inferior del valor nominal.
Reposición	Con una instrucción RST se elimina el valor real del contador y se desactiva la salida.	

Junto a los contadores normales, los controles del grupo FX ofrecen también los llamados contadores de alta velocidad. Estos son contadores de 32 bits que procesan las rápidas señales de conteo externas que se registran a través de las entradas X0 a X7. Con estos contadores se pueden solucionar o bien procesar fácilmente p. ej. las tarjetas de posicionamiento, en combinación con instrucciones especiales. Los contadores de alta velocidad trabajan en base a la interrupción. En esto se interrumpe un programa de PLC y se reacciona inmediatamente frente a la señal del contador. Una descripción detallada de los contadores de alta velocidad se encuentra en las instrucciones de programación de los controles del grupo FX, Nro. Art. 048261.

Vista sinóptica de los contadores

Operando		Contadores		
		Contadores normales	Contadores remanentes ^①	
Identificador de operando		C		
Tipo de operando (para control y consulta)		Operando de bit		
Valores que puede tener una salida de contador		0 ó 1		
Indicación de la dirección de operando		Dezimal		
Definición del valor nominal del contador		Como constante decimal de número entero. La definición se realiza directamente en la instrucción o bien indirectamente en un registro de datos (en caso de contadores de 32 bits en dos registros de datos).		
Cantidad de operandos y direcciones	FX1S	Contador de 16 bits	16 (C0–C15)	16 (C16–C31)
		Contador de 32 bits	—	—
		Contador de 32 bits de alta velocidad	—	21 (C235–C255)
	FX1N	Contador de 16 bits	16 (C0–C15)	184 (C16–C199)
		Contador de 32 bits	20 (C200–C219)	15 (C220–C234)
		Contador de 32 bits de alta velocidad	—	21 (C235–C255)
	FX2N FX2NC	Contador de 16 bits	100 (C0–C99) ^②	100 (C100–C199) ^②
		Contador de 32 bits	20 (C200–C219) ^②	15 (C220–C234) ^③
		Contador de 32 bits de alta velocidad	21 (C235–C255) ^②	
	FX3U	Contador de 16 bits	100 (C0–C99) ^②	100 (C100–C199) ^②
		Contador de 32 bits	20 (C200–C219) ^②	15 (C220–C234) ^②
		Contador de 32 bits de alta velocidad	21 (C235–C255) ^②	

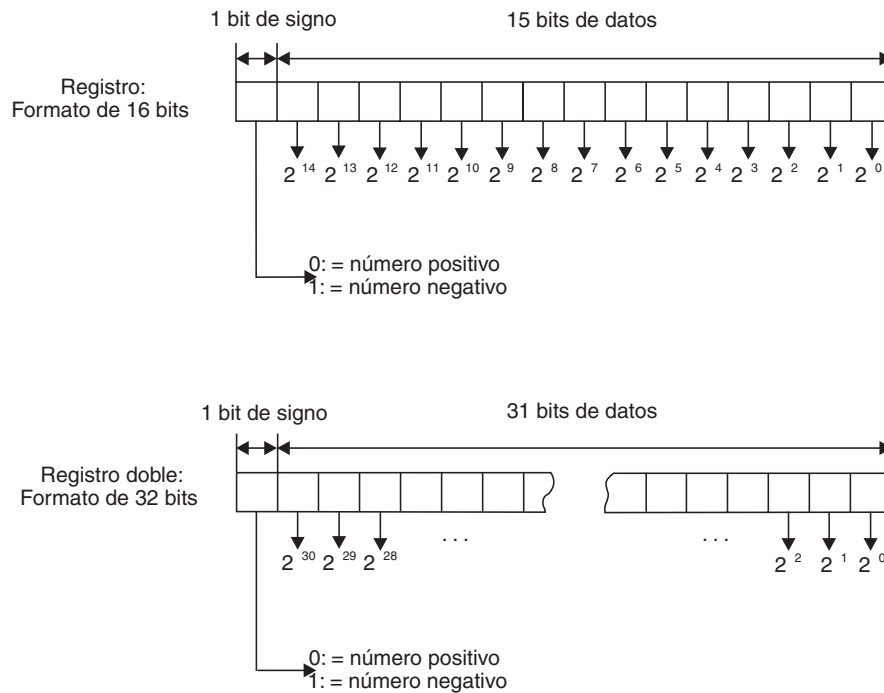
① En los contadores remanentes se mantiene el valor real del contador incluso en caso de interrupción de la corriente de alimentación.

② En los parámetros de PLC se puede ajustar si deben mantenerse los valores reales de estos contadores después de la interrupción de la corriente de alimentación.

4.5 Registros

En un PLC, los relés internos sirven para el almacenamiento de resultados intermedios binarios. El estado de un relé interno entrega solamente la información Con/Desc o bien 0/1, por lo que no sirve para el almacenamiento de valores de medición o los resultados de cálculos. Para este propósito, los controles FX están equipados con registros.

Un registro se compone de 16 bits o una palabra (véase el párrafo 3.2). Mediante interconexión de dos registros de 16 bits se puede formar un „registro doble“ con 32 bits.



En un registro se pueden almacenar valores en un rango de 0000H a FFFFH (-32768 a 32767), mientras que un registro doble puede contener valores en un rango de 00000000H a FFFFFFFFH (-2 147 483 648 a 2 147 483 647).

Para el manejo de los registros, los controles del grupo FX ofrecen una gran cantidad de instrucciones, con los cuales se pueden p. ej. escribir valores en un registro, leerse en los registros, copiarse o compararse los contenidos de registros o bien procesarse en cálculos aritméticos (Cap. 5).

4.5.1 Registro de datos

Los registros de datos se pueden utilizar como memoria en un programa de PLC. Un valor que se ingresa en un registro de datos a través del programa de PLC, se mantiene en el registro sin cambio alguno hasta que será sobrescrito en el programa con otro valor.

En el caso de instrucciones para datos de 32 bits se indica solamente la dirección de un registro de 16 bits; el siguiente registro es asignado automáticamente por la parte de valor superior de los datos de 32 bits. P. ej. cuando se indica el registro D0 para el almacenamiento de un valor de 32 bits, D0 contiene los bits 0 a 15 y D1 contiene los bits 16 a 31 del valor.

Comportamiento en caso de interrupción o detención del PLC

Junto a los registros sin búfer cuyo contenido se elimina en caso de una detención del PLC o bien al interrumpirse la corriente de alimentación del PLC, los controles cuentan también con registros cuyo contenido se mantiene en estos casos (registros detentivos).

INDICACIÓN

Cuando está activado el relé interno especial M8033, en caso de una detención del PLC no se eliminan tampoco los contenidos de los registros de datos sin búfer.

Registros de datos en resumen

Operando	Registros de datos		
	Registros sin búfer	Registro detentivo	
Identificador de operando	D		
Tipo de operando	Operando de palabra (se pueden combinar dos registros en un registro doble.)		
Valores que puede tener un operando	Registro de 16 bits: 0000H a FFFFH (-32768 a 32767) Registro de 32 bits: 00000000H a FFFFFFFFH (-2 147 483 648 a 2 147 483 647)		
Indicación de la dirección de operando	Dezimal		
Cantidad de operandos y direcciones	FX1S	128 (D0–D127)	128 (D128–D255)
	FX1N	128 (D0–D127)	7872 (D128–D7999)
	FX2N	200 (D0–D199) ^①	312 (D200–D511) ^②
	FX2NC		7488 (D512–D7999)
	FX3U	200 (D0–D199) ^①	524 (M500–M1023) ^② 6656 (M1024–M7679)

① También es posible asignar a estos registros la función de registros detentivos a través de un ajuste en los parámetros de PLC.

② También es posible asignar a estos registros la función de registros sin búfer a través de un ajuste en los parámetros de PLC.

4.5.2 Registro especial

Similar a los relés internos especiales (véase el párrafo 4.2.1), los registros forman parte de los registros especiales a partir de la dirección D8000. Frecuentemente existe una relación directa entre los relés internos especiales y los registros especiales. P. ej. el relé interno especial M8005 indica que la tensión de la batería del PLC resulta demasiado baja y el registro especial D8005 contiene el valor de tensión medida. Una pequeña selección de registros especiales se indica en la siguiente tabla.

Relé especial	Descripción	Procesamiento en el programa
D8004	Dirección de relé interno de error (indica el relé interno de error aplicado.)	Consulta del contenido
D8005	Tensión de batería (El contenido „36“ corresponde p. ej. a 3,6 V.)	
D8010	Tiempo de ciclo actual del programa	
D8013–D8019	Hora y fecha del reloj integrado	Consulta del contenido Modificar el contenido
D8030	Valor leído del potenciómetro VR1 (0 a 255)	Consulta del contenido (sólo para FX1S y FX1N)
D8031	Valor leído del potenciómetro VR2 (0 a 255)	

Registros modificables en forma externa

En los controles de las series FX1S y FX1N están integrados dos potenciómetros con los cuales se puede modificar el contenido de los registros especiales D8030 y D8031 en el rango de 0 a 255 (véase el párrafo 4.6.1). Con estos potenciómetros se pueden modificar p. ej. los valores nominales para temporizadores y contadores, sin necesidad de conectar un equipo de programación.

4.5.3 Registro de archivo

El contenido de registros de archivos no se pierde incluso en caso de interrupción de la corriente de alimentación. Por esta razón es posible almacenar valores en los registros de archivos que se transfieren luego a los registros de datos después de la activación del PLC y que son requeridos por el programa p. ej. para cálculos, comparaciones o como valores nominales para los temporizadores.

Los registros de archivo no tienen una estructura diferente a los registros de datos. Se forman incluso de los registros de datos D1000 a D7999 en bloques con 500 direcciones respectivamente.

Operando		Registro de archivo
Identificador de operando		D
Tipo de operando		Operando de palabra (se pueden combinar dos registros en un registro doble.)
Valores que puede tener un operando		Registro de 16 bits: 0000H a FFFFH (-32768 a 32767) Registro de 32 bits: 00000000H a FFFFFFFFH (-2 147 483 648 a 2 147 483 647)
Indicación de la dirección de operando		Dezimal
Cantidad de operandos y direcciones	FX1S	1500 (D1000–D2499) Se puede definir un máximo de 3 bloques con 500 registros de archivo respectivamente en los parámetros de PLC.
	FX1N	7000 (D1000–D7999) Se puede definir un máximo de 14 bloques con 500 registros de archivo respectivamente en los parámetros de PLC.
	FX2N	
	FX2NC	
	FX3U	

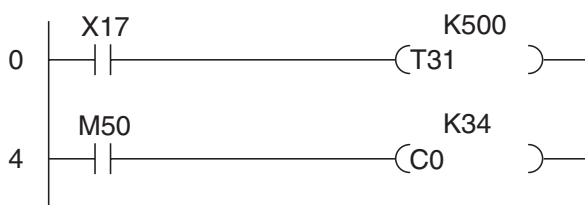
En las instrucciones de programación para los controles del grupo FX, Nro. Art. 048261, se describen detalladamente los registros de archivos.

4.6 Consejos de programación

4.6.1 Definición indirecta del valor nominal en temporizadores y contadores

Los valores de tiempo y valores nominales de conteo pueden transferirse a los temporizadores y contadores directamente dentro de una instrucción de emisión:

Plano de contactos



Lista de instrucciones

```

0 LD X17
1 OUT T31 K500
4 LD M50
5 OUT C0 K34

```

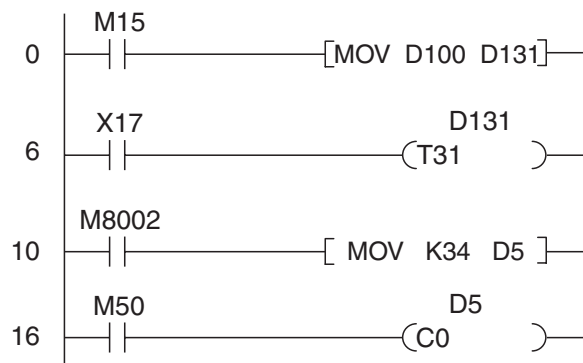
T31 es un temporizador de 100 ms. Con la constante $\text{K}500$ se ajusta el tiempo de retardo en $500 \times 0,1 \text{ s} = 50 \text{ s}$. El valor nominal para el contador C0 se ajusta en "34".

La ventaja de este tipo de definición de valor nominal consiste en que posteriormente ya no resulta necesario seguir preocupándose del valor nominal. Incluso después de una interrupción de corriente o bien directamente después de la activación se aplican los valores nominales definidos por el programa. Sin embargo, la desventaja principal implica que en caso de una modificación del valor nominal se requiere un cambio del programa. Particularmente los valores nominales de los temporizadores se adaptan frecuentemente sólo después de la puesta en servicio del control y durante la prueba del programa.

Los valores nominales para temporizadores y contadores pueden ingresarse también en los registros de datos, con la posibilidad de lectura de estos registros por el programa. De esta forma se pueden modificar rápidamente los valores definidos con un equipo de programación conectado. En este caso también es posible la definición de valores nominales a través de los conmutadores en el panel o en una unidad de mando.

La siguiente ilustración muestra ejemplos para la definición indirecta de los valores nominales:

Plano de contactos



Lista de instrucciones

0	LD	M15	
1	MOV	D100	D131
6	LD		X17
7	OUT	T31	D131
10	LD	M8002	
11	MOV	K34	D5
16	LD	M50	
17	OUT	C0	D5

- Cuando el relé interno M15 está en „1“, se copia el contenido del registro de datos D100 al registro de datos D131. Este registro contiene el valor nominal para T131. El contenido de D100 puede modificarse, p. ej. con una unidad de mando.
- El relé interno especial M8002 está activado solamente después del arranque del PLC para un ciclo de programa. Después de la activación* del PLC se ingresa la constante „34“ en el registro de datos D5 que sirve como memoria de valor nominal para el contador C0.

Los valores nominales no deben ingresarse necesariamente en el programa PLC en los registros de datos. También es posible su definición mediante un equipo de programación antes del inicio del programa.



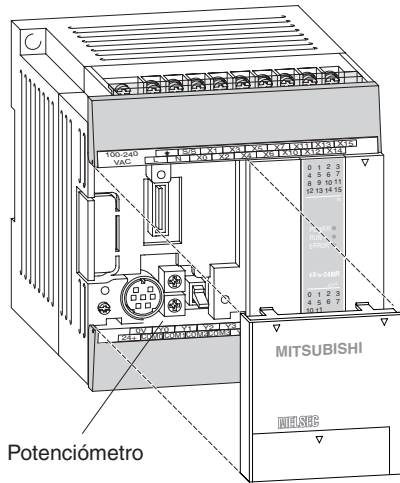
ATENCIÓN:

Para el almacenamiento de valores nominales para temporizadores y contadores deben utilizarse registros de datos detentivos en caso que los valores nominales no son ingresados en los registros a través del programa de PLC. Observe que se perderán los contenidos de estos registros en caso de agotarse la batería de búfer.

En caso de utilizarse registros normales, se eliminan los valores nominales cuando se interrumpe la corriente de alimentación o bien cuando el conmutador RUN/STOP es conmutado a la posición STOP. Después de la activación de la corriente o en el siguiente arranque del PLC se pueden generar estados peligrosos a través de los valores nominales ajustados en „0“.

Definición de valores nominales mediante potenciómetro integrado

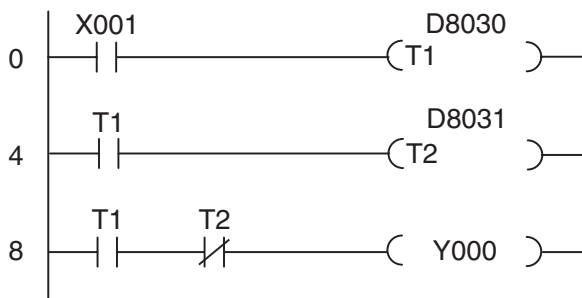
En los controles de las series FX1S y FX1N se pueden modificar rápida y fácilmente las definiciones de valores nominales, como p. ej. los tiempos, a través de dos potenciómetros del control.



El valor del potenciómetro superior VR1 puede leerse en el registro especial D8030. En D8031 se almacena el valor de VR2, el potenciómetro inferior. Para utilizar un potenciómetro como fuente del valor nominal para un temporizador, se indica un registro en vez de una constante en el programa.

El valor en el registro puede modificarse de 0 a 255, en función de la posición del potenciómetro.

Plano de contactos

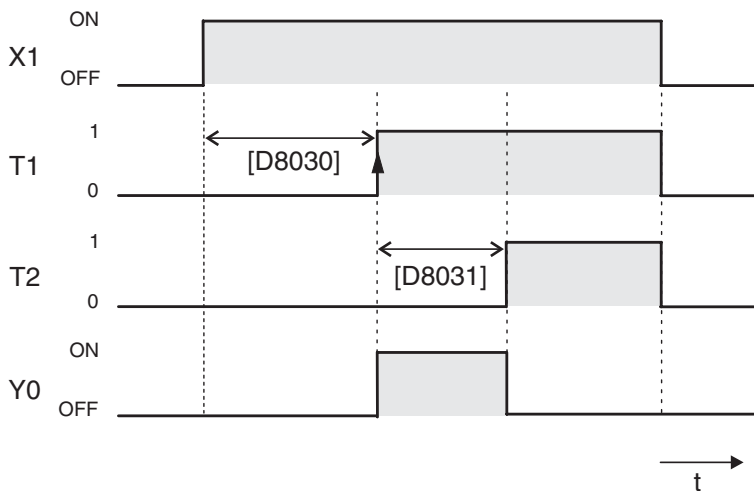


Lista de instrucciones

0	LD	X001	
1	OUT	T1	D8030
4	LD	T1	
5	OUT	T2	D8031
8	LD	T1	
8	ANI	T2	
10	OUT	Y000	

En el ejemplo de programación arriba indicado, se activa Y0 después del transcurso de T1 durante un tiempo determinado por T2 (emisión retardada de impulsos).

Comportamiento de señal

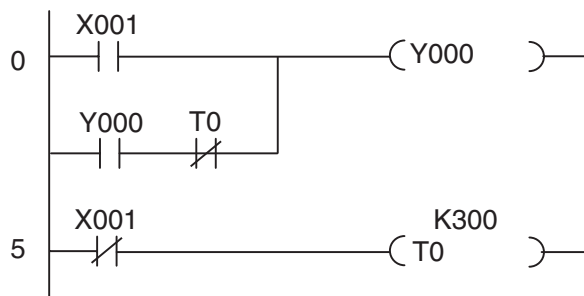


4.6.2 Retardo de desactivación

Todos los temporizadores de un PLC trabajan con retardo de activación. La salida del temporizador se activa después del transcurso del tiempo definido. Pero frecuentemente se requieren retardos de desactivación. (Un ejemplo de aplicación es el control del ventilador que se mantiene todavía activado durante algunos minutos después de apagar la iluminación del baño.)

Versión de programa 1 (autoenclavamiento)

Plano de contactos

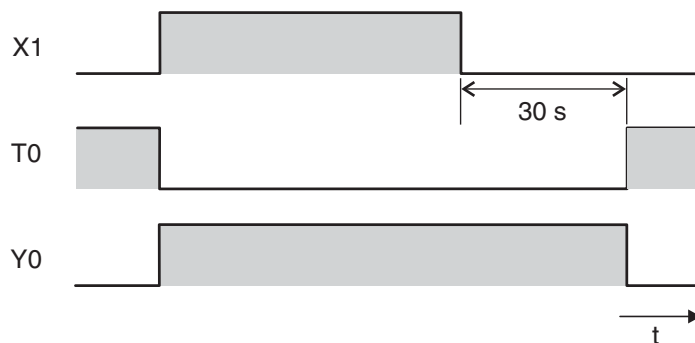


Lista de instrucciones

0	LD	X001
1	LD	Y000
2	ANI	T0
3	ORB	
4	OUT	Y000
5	LDI	X001
6	OUT	T0 K300

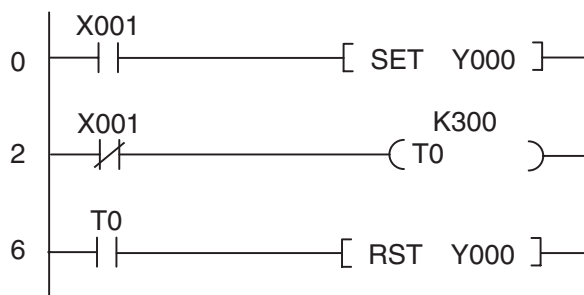
Mientras se mantiene activada la entrada X1 (p. ej. interruptor de luz), se mantiene también activada la salida Y0 (ventilador). Pero Y0 se mantiene activado a través del autoenclavamiento incluso después de la desactivación de X1, ya que el temporizador T0 aún no ha vencido. Este se arranca junto con la desactivación de X1. Después del transcurso del tiempo ajustado (en el ejemplo $300 \times 0,1 \text{ s} = 30 \text{ s}$), T0 interrumpe el autoenclavamiento de Y0 y esta salida es desactivada.

Comportamiento de señal



Versión de programa 2 (aplicación/reposición)

Plano de contactos



Lista de instrucciones

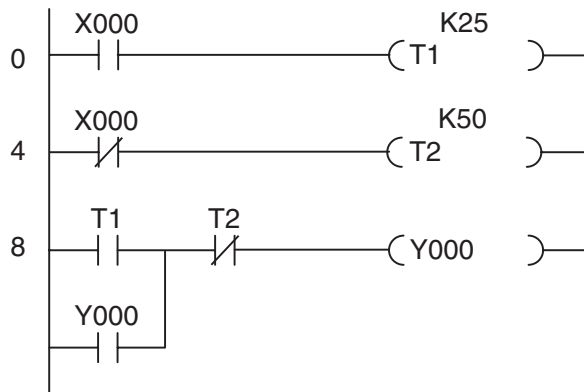
0	LD	X001
1	SET	Y000
2	LDI	X001
3	OUT	T0 K300
6	LD	T0
7	RST	Y000

En la activación de X1 se aplica la salida Y0 (activada). T0 es arrancado junto con la desactivación de X1. Después del transcurso del tiempo ajustado, T0 repone la salida Y0. El comportamiento de señal resulta idéntico a la versión de programa 1.

4.6.3 Retardo de activación y desactivación

En la aplicación práctica puede surgir también que una salida debe ser activada en forma retrasada y desactivada también en forma retrasada. Esta tarea puede solucionarse fácilmente con enlaces básicos lógicos.

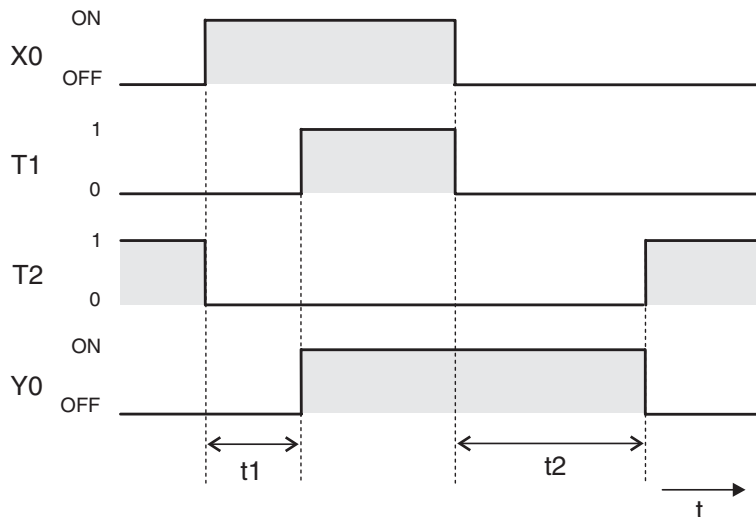
Plano de contactos



Lista de instrucciones

0	LD	X000	
1	OUT	T1	K25
4	LDI	X000	
5	OUT	T2	K50
8	LD	T1	
9	OR	Y000	
10	ANI	T2	
11	OUT	Y000	

Comportamiento de señal



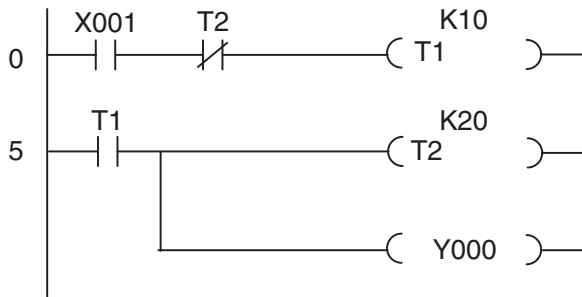
Mediante el autoenclavamiento con Y000 a través de T1, se mantiene activada la salida durante el retardo de desactivación.

4.6.4 Reloj

En el control están disponibles relés internos especiales con los cuales pueden solucionarse fácilmente aquellas tareas de programación que requieren un ciclo fijo (p. ej. para el control de una lámpara para la advertencia de fallos). M8013 se activa y desactiva p. ej. con un ritmo de 1 segundo. Una descripción detallada de todos los relés internos especiales se encuentra en las instrucciones de programación del grupo FX, Nro. Art. 048261.

Sin embargo, cuando se requieren otros tiempos de ciclo o bien diferentes tiempos de activación y desactivación, puede aplicarse un reloj con dos temporizadores.

Plano de contactos



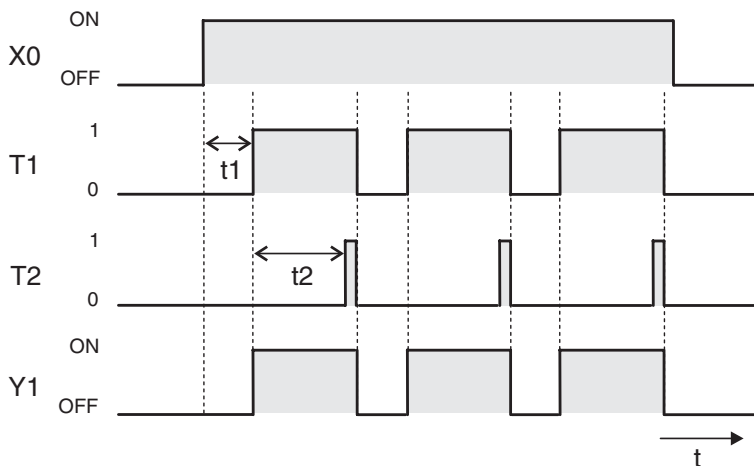
Lista de instrucciones

0	LD	X001	
1	ANI	T2	
2	OUT	T1	K10
5	LD	T1	
6	OUT	T2	K20
9	OUT	Y000	

X1 arranca el reloj. Sin embargo, esta entrada puede omitirse también. En este caso, el reloj está constantemente activado. En otro programa se procesa la salida de T1, p. ej. para lámparas de advertencia. El tiempo de activación se determina por T2 y el tiempo de desactivación por T1.

La salida del temporizador T2 se activa solamente para un ciclo de programa. En la siguiente ilustración que indica el comportamiento de señal del programa de ejemplo, se muestra este tiempo excesivamente largo. T2 desactiva T1 y con esto se desactiva a continuación en forma inmediata también T2. En realidad, el tiempo de activación se prolonga por el tiempo que se requiere para la ejecución del programa. Ya que el tiempo de ciclo se mueve solamente en el rango de algunos milisegundos, por lo general es posible omitirlo.

Comportamiento de señal



5 Programación avanzada

Con las instrucciones lógicas básicas que se describen en el Cap. 3, un PLC puede reproducir las funciones de los controles de contacto. Pero con esto no se acaban las posibilidades de un PLC. Ya que el corazón de cada PLC es un computador, también es posible realizar cálculos, comparaciones de valores numéricos, conversiones de sistemas numéricos o bien el procesamiento de valores analógicos.

En la ejecución de estas funciones que sobrepasan los enlaces lógicos, se requieren instrucciones particulares, las llamadas instrucciones de aplicación.

5.1 Instrucciones de aplicación

Las instrucciones de aplicación se identifican a través de una abreviación que se deriva de la descripción de su función. Por ejemplo, la instrucción con la cual se pueden comparar dos números de 16 y 32 bits, es denominada „CMP“. (Del verbo *to compare* en inglés: comparar. Todas las abreviaciones para las instrucciones de aplicación provienen del inglés.)

En la programación se indica la abreviación, seguida por el o los operandos. La siguiente tabla muestra un resumen de todas las instrucciones de aplicación para destacar las posibilidades de los controles de la familia FX. No se asusta, ya que no es necesario memorizar todas las abreviaciones. En la programación se puede utilizar la función de ayuda del software de programación GX Developer o GX IEC Developer. Todas las instrucciones se describen detalladamente y con ejemplos en las instrucciones de programación de la familia FX, Nro. Art. 136748, Versión D. En este capítulo se describen por lo tanto solamente las instrucciones de mayor uso (indicadas en la tabla con fondo gris).

Segmentación	Instrucción	Significado	Control				
			FX1S	FX1N	FX2N	FX2NC	FX3U
Instrucciones de ejecución de programa	CJ	Salto dentro de un programa					
	CALL	Llamada de un subprograma					
	SRET	Fin de un subprograma					
	IRET	Terminar programa de interrupción					
	EI	Activar programa de interrupción					
	DI	Desactivar programa de interrupción	●	●	●	●	●
	FEND	Terminación de un área de programa					
	WDT	Refrescar temporizador de vigilancia					
	FOR	Inicio de una repetición de programa					
	NEXT	Fin de una repetición de programa					
Instrucciones de comparación y transferencia	CMP	Comparación de datos numéricos	●	●	●	●	●
	ZCP	Comparación de rangos de datos numéricos	●	●	●	●	●
	MOV	Transferencia de datos	●	●	●	●	●
	SMOV	Transferencia shift			●	●	●
	CML	Copiar e invertir			●	●	●
	BMOV	Transferencia de bloque	●	●	●	●	●
	FMOV	Transferencia de datos idénticos			●	●	●
	XCH	Intercambio de datos			●	●	●
	BCD	Conversión BCD	●	●	●	●	●
	BIN	Conversión binaria	●	●	●	●	●

Segmentación	Instrucción	Significado	Control				
			FX1S	FX1N	FX2N	FX2NC	FX3U
Instrucciones aritméticas y lógicas	ADD	Adición de datos numéricos	●	●	●	●	●
	SUB	Sustracción de datos numéricos	●	●	●	●	●
	MUL	Multiplicación de datos numéricos	●	●	●	●	●
	DIV	División de datos numéricos	●	●	●	●	●
	INC	Incrementar	●	●	●	●	●
	DEC	Decrementar	●	●	●	●	●
	AND	Enlace AND lógico	●	●	●	●	●
	OR	Enlace OR lógico	●	●	●	●	●
	XOR	Enlace OR lógico exclusivo	●	●	●	●	●
Instrucciones de desplazamiento	NEG	Negación de datos			●	●	●
	ROR	Rotación hacia la derecha			●	●	●
	ROL	Rotación hacia la izquierda			●	●	●
	RCR	Rotación de bits hacia la derecha			●	●	●
	RCL	Rotación de bits hacia la izquierda			●	●	●
	SFTR	Desplazamientos de datos binarios por bits, derecha	●	●	●	●	●
	SFTL	Desplazamientos de datos binarios por bits, izquierda	●	●	●	●	●
	WSFR	Desplazamientos de datos por palabras hacia la derecha			●	●	●
	WSFL	Desplazamientos de datos por palabras hacia la izquierda			●	●	●
Operaciones de datos	SFWR	Escritura en memoria FIFO	●	●	●	●	●
	SFRD	Lectura de una memoria FIFO	●	●	●	●	●
	ZRST	Reponer rangos de operandos	●	●	●	●	●
	DECO	Decodificar datos	●	●	●	●	●
	ENCO	Codificar datos	●	●	●	●	●
	SUM	Determinación de bits aplicados			●	●	●
	BON	Verificación de un bit			●	●	●
	MEAN	Determinación de valores medios			●	●	●
	ANS	Arranque de un intervalo de tiempo			●	●	●
Instrucciones de alta velocidad	ANR	Reponer bits de indicación			●	●	●
	SQR	Determinación de la raíz cuadrada			●	●	●
	FLT	Conversión del formato numérico			●	●	●
	REF	Refrescar entradas y salidas	●	●	●	●	●
	REFF	Ajustar filtro de entrada			●	●	●
	MTR	Entrada por lectura de matriz (MTR)			●	●	●
	DHSCS	Aplicación mediante contador de alta velocidad	●	●	●	●	●
	DHSCR	Reposición mediante contador de alta velocidad	●	●	●	●	●
	DHSZ	Comparación de rangos			●	●	●
	SPD	Detección de velocidad	●	●	●	●	●
	PLSY	Emisión de una cantidad definida de impulsos	●	●	●	●	●
	PWM	Emisión de impulsos con modulación de ancho de impulso	●	●	●	●	●
	PLSR	Emisión de una cantidad determinada de impulsos	●	●	●	●	●


Segmentación	Instrucción	Significado	Control				
			FX1S	FX1N	FX2N	FX2NC	FX3U
Instrucciones referidas a la aplicación	IST	Inicializar estado de paso	●	●	●	●	●
	SER	Instrucción de búsqueda			●	●	●
	ABSD	Comparación absoluta de contadores	●	●	●	●	●
	INCD	Comparación incremental de contadores	●	●	●	●	●
	TTMR	Temporizador de aprendizaje			●	●	●
	STMR	Temporizadores especiales			●	●	●
	ALT	Función de flip-flop	●	●	●	●	●
	RAMP	Función de rampa	●	●	●	●	●
	ROTC	Posicionamiento de mesa redonda			●	●	●
	SORT	Instrucción de clasificación			●	●	●
Instrucciones de entrada/emisión	TKY	Teclado decimal			●	●	●
	HKY	Teclado hexadecimal			●	●	●
	DSW	Conmutador digital	●	●	●	●	●
	SEGD	Indicación de 7 segmentos			●	●	●
	SEGL	Indicación de 7 segmentos con detenc.	●	●	●	●	●
	ARWS	Indicación de 7 segmentos con teclas adicionales			●	●	●
	ASC	Conversión ASCII			●	●	●
	PR	Emisión de datos mediante salidas			●	●	●
	FROM	Lectura de datos en módulo especial		●	●	●	●
	TO	Escritura de datos en módulo especial		●	●	●	●
Instrucciones para comunicación serial	RS	Transmisión serial de datos	●	●	●	●	●
	PRUN	Cambio de entradas o relés internos	●	●	●	●	●
	ASCI	Conversión en carácter ASCII	●	●	●	●	●
	HEX	Conversión en un valor hexadecimal	●	●	●	●	●
	CCD	Verificación de sumas y paridad	●	●	●	●	●
	VRRD	Entrada por lectura de valores nominales de FX1N-8AV-BD y FX2N-8AV-BD	●	●	●	●	●
	VRSC	Entrada por lectura de posiciones de conmutadores de FX1N-8AV-BD y FX2N-8AV-BD	●	●	●	●	●
	RS2	Transmisión serial de datos (2)					●
	PID	Programación de un circuito de regulación	●	●	●	●	●
Salvaguardar/recuperar registro de índice	ZPUSH	Salvaguardar contenido del registro de índice					
	ZPOP	Recuperar contenido del registro de índice					●
Operaciones con números de coma flotante (1)	DECMP	Comparación de números de coma flotante			●	●	●
	DEZCP	Comparación de números de coma flotante en un rango			●	●	●
	DEMOV	Transferencia de números de coma flotante					●
	DESTR	Convertir número de coma flotante en secuencia de caracteres					●
	DEVAL	Convertir secuencia de caracteres en números de coma flotante					●
	DEBCD	Conversión del formato de coma flotante en formato numérico científico			●	●	●
	DEBIN	Conversión del formato numérico científico en formato de coma flotante			●	●	●
	DEADD	Adición de números de coma flotante			●	●	●
	DESUB	Sustracción de números de coma flotante			●	●	●
	DEMUL	Multiplicación de números de coma flotante			●	●	●
	DEDIV	División de números de coma flotante			●	●	●

Segmentación	Instrucción	Significado	Control				
			FX1S	FX1N	FX2N	FX2NC	FX3U
Operaciones con números de coma flotante (2)	DEXP	Número de coma flotante como exponente a base e					●
	DLOGE	Cálculo de logaritmo natural					●
	DLOG10	Cálculo del logaritmo decimal					●
	DESQR	Raíces cuadradas de números de coma flotante			●	●	●
	DENEG	Inversión de signo de números de coma flotante					●
	INT	Conversión del formato de coma flotante al formato decimal			●	●	●
Instrucciones aritméticas de números de coma flotante	SIN	Cálculo del seno			●	●	●
	COS	Cálculo del coseno			●	●	●
	TAN	Cálculo de la tangente			●	●	●
	ASIN	Cálculo del seno del arco					●
	ACOS	Cálculo del arcocoseno					●
	ATAN	Cálculo de la arcotangente					●
	RAD	Conversión de grados a radianes					●
	DEG	Conversión de radianes a grados					●
Instrucciones de procesamiento de datos	WSUM	Formar suma de contenidos de operandos de palabra					●
	WTOB	Segmentar datos en operandos de palabra en bytes					●
	BTOW	Formar operandos de palabra de varios bytes					●
	UNI	Combinar grupos de 4 bits en operandos de palabra					●
	DIS	Segmentar operandos de palabra en grupos de 4 bits					●
	SWAP	Cambiar byte de valor inferior y superior			●	●	●
	SORT	Clasificar datos en tabla					●
Instrucciones de posicionamiento	DSZR	Despl. punto de referencia (con interruptor de aproximación)					●
	DVIT	Posicionamiento mediante interrupción					●
	TBL	Posicionamiento según tabla de datos					●
	DABS	Leer posición real absoluta	●	●	●	●	●
	ZRN	Despl. punto de referencia	●	●			●
	PLSV	Emisión de impulsos con frecuencia variable	●	●			●
	DRVI	Posicionar en valor incremental	●	●			●
	DRVA	Posicionar en valor absoluto	●	●			●
Operaciones con reloj integrado del PLC	TCMP	Comparación de datos de reloj	●	●	●	●	●
	TZCP	Comparación de datos de reloj en un rango	●	●	●	●	●
	TADD	Adición de datos de reloj	●	●	●	●	●
	TSUB	Sustracción de datos de reloj	●	●	●	●	●
	HTOS	Convertir indicación de tiempo en forma „Horas, minutos, segundos“ a segundos					●
	STOH	Convertir indicación de tiempo en segundos al formato „Horas, minutos, segundos“					●
	TRD	Leer hora y fecha	●	●	●	●	●
	TWR	Transmitir hora y fecha al PLC	●	●	●	●	●
	HOUR	Contador de horas de servicio	●	●	●	●	●
Conversión de código Gray	GRY	Convertir código Gray en número decimal			●	●	●
	GBIN	Convertir número decimal en código Gray			●	●	●

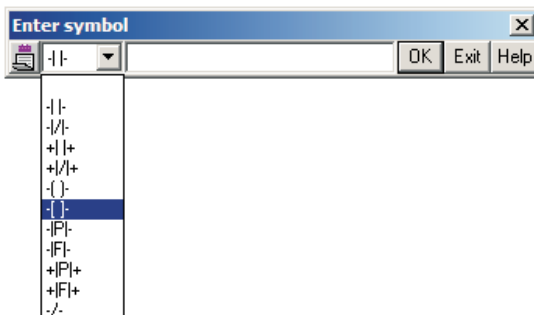
Segmentación	Instrucción	Significado	Control				
			FX1S	FX1N	FX2N	FX2NC	FX3U
Intercambio de datos con módulos analógicos	RD3A	Leer valores analógicos de entrada		●	●	●	●
	WR3A	Escribir valor analógico de salida					
Instrucción de memoria externa	EXTR	Ejecutar instrucción almacenada en ROM externa			●	●	
Diferentes instrucciones	COMRD	Leer comentario de operando					
	RND	Generar número aleatorio					
	DUTY	Emitir impulso con largo definido					●
	CRC	Verificar datos (control CRC)					
	HCMOV	Transferir valor real de un contador de alta velocidad					
Instrucciones para datos que están almacenados en operandos consecutivos (bloques de datos)	BK+	Sumar datos en un bloque de datos					
	BK-	Sustraer datos en un bloque de datos					
	BKCMP=	Comparar datos en bloques de datos					●
	BKCMP>						
	BKCMP<						
	BKCMP<>						
	BKCMP<=						
BKCMP>=							
Instrucciones de procesamiento para secuencias de caracteres	STR	Convertir datos binarios en secuencias de caracteres					
	VAL	Convertir secuencias de caracteres en datos binarios					
	\$+	Combinar secuencias de caracteres					
	LEN	Determinar largo de secuencias de caracteres					
	RIGHT	Salida de datos de secuencia de caracteres desde la derecha					●
	LEFT	Salida de datos de secuencia de caracteres desde la izquierda					
	MIDR	Seleccionar secuencia de caracteres					
	MIDW	Reemplazar secuencia de caracteres					
	INSTR	Buscar secuencia de caracteres					
	\$MOV	Transferir secuencia de caracteres					
Instrucciones de procesamiento para listados de datos	FDEL	Eliminar datos de lista de datos					
	FINS	Insertar datos en lista de datos					
	POP	Leer datos que se ingresan al final en una lista de datos					●
	SFR	Desplazar palabra de datos de 16 bits hacia la derecha					
	SFL	Desplazar palabra de datos de 16 bits hacia la izquierda					

Segmentación	Instrucción	Significado	Control				
			FX1S	FX1N	FX2N	FX2NC	FX3U
Instrucciones de comparación	LD=	Comparación de datos dentro de enlaces	●	●	●	●	●
	LD>						
	LD<						
	LD<>						
	LD<=						
	LD>=						
	AND=						
	AND>						
	AND<						
	AND>=						
	OR=						
	OR>						
	OR<						
	OR<>						
OR<=							
OR>=							
Instrucciones de control de datos	LIMIT	Restringir rango de emisión de valores					
	BAND	Determinar offset de entrada					
	ZONE	Determinar offset de salida					
	SCL	Escalar valores					
	DABIN	Convertir número en código ASCII a valor binario					
	BINDA	Convertir número binario en código ASCII					
	SCL2	Escalar valores (La tabla de valores tiene una estructura diferente a la instrucción SCL.)					
Instrucciones para la comunicación con convertidores de frecuencia	IVCK	Verificar estado del convertidor de frecuencia					●
	IVDR	Controlar convertidor de frecuencia					
	IVRD	Leer parámetros del convertidor de frecuencia					
	IVWR	Escribir parámetros en convertidor de frecuencia					
	IVBWR	Escribir parámetros en bloques en convertidor de frecuencia					
Intercambio de datos con módulos especiales	RBFM	Leer en memoria búfer de módulos especiales					●
	WBFM	Escribir en memoria búfer de módulos especiales					
Instrucción para contador de alta velocidad	HSCT	Comparar valor real de un contador de alta velocidad con datos en listas de datos					●
Instrucciones para registros de archivo ampliados	LOADR	Leer datos en registros de archivo ampliados					●
	SAVER	Escribir datos en registros de archivo ampliados					
	INTR	Inicializar registros ampliados y registros de archivo ampliados					
	LOGR	Almacenar valores de operandos en registros ampliados o en registros de archivo ampliados					
	RWER	Transmitir datos de registro ampliado a registro de archivo ampliado					
	INITER	Inicializar registros de archivo ampliados					

5.1.1 Entrada de instrucciones de aplicación

En el software de programación GX Developer FX debe posicionarse el cursor para la entrada de instrucciones de aplicación en aquella posición en la línea de conexión en la cual se debe insertar la instrucción, para luego hacer clic en el símbolo  en la barra de herramientas.

Pero también es posible seleccionar la instrucción en la ventana de entrada. Haga clic en el símbolo „▼“ para abrir una lista de selección.



En el campo de entrada se ingresa la abreviación de las instrucciones para operandos. Las entradas están separadas por un caracter blanco.

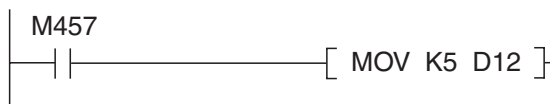
Delante de todas las cifras se debe ingresar un carácter que indica el tipo de operando o bien – en caso de constantes – el formato numérico. El carácter „K“ identifica constantes hexadecimales y el carácter „H“ identifica constantes hexadecimales.



En este ejemplo se ingresa el valor „5“ con una instrucción MOV en el registro de datos D12.

Con la tecla **Help** se puede abrir una ventana de diálogo y buscarse una instrucción con la función requerida. Aquí se obtienen también informaciones acerca del modo de trabajo de la instrucción, así como el tipo y la cantidad de operandos.

Después de clicar en **OK** la función sea incorporado en el programm.



En caso de programar en la lista de instrucciones, debe ingresarse ésta en una línea con la abreviación de la instrucción, seguida por el operando. Las diferentes entradas se separan también aquí con caracteres blancos.

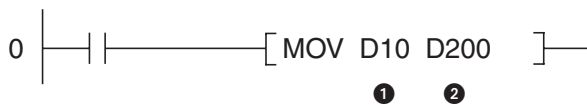
5.2 Instrucciones para la transferencia de datos

En el PLC se aplican los registros de datos como memoria para los valores de medición y emisión, los valores intermedios o los valores de tabla. Aunque las instrucciones aritméticas leen sus valores de operandos directamente en los registros de datos e ingresan allí - en caso de requerirlo - también el resultado, se requieren también instrucciones de transferencia para el soporte de estas instrucciones, con las cuales se pueden copiar los datos de un registro a otro o bien ingresarse las constantes en un registro de datos.

5.2.1 Transferencia desde datos particulares con una instrucción MOV

Con una instrucción MOV (del verbo inglés *to move* = mover) se desplazan los datos y se copian de una fuente de datos hacia el destino.

Plano de contactos



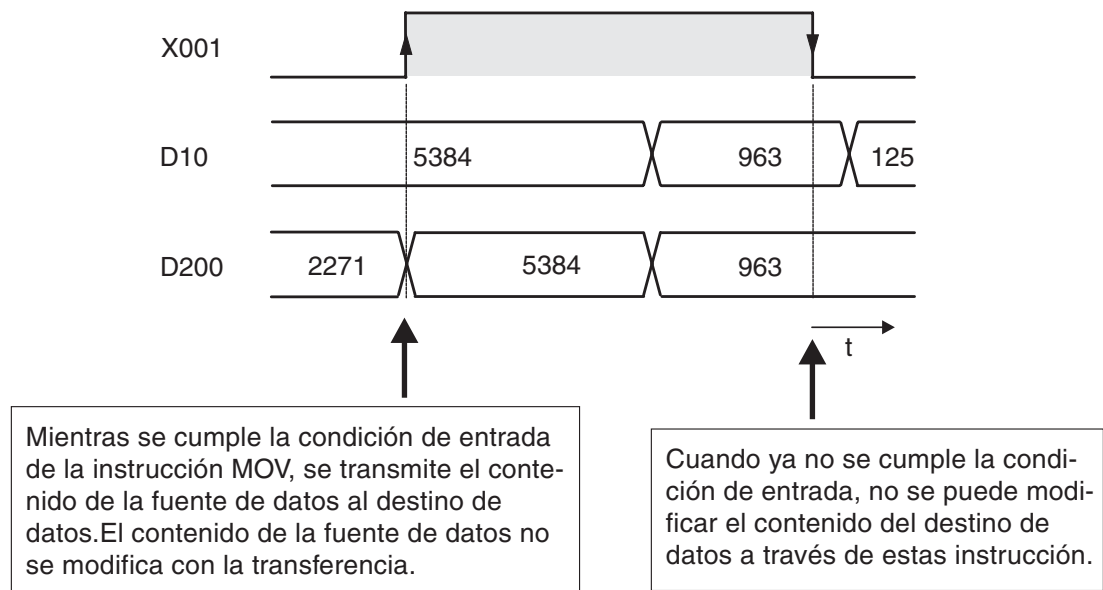
Lista de instrucciones



❶ Fuente de datos (Aquí se puede indicar también una constante.)

❷ Destino de datos

En este ejemplo se transmite el contenido del registro de datos D10 al registro de datos D200 cuando está activada la entrada X1. La siguiente ilustración muestra el comportamiento de señal para este ejemplo:



Ejecución controlada por flanco de la instrucción MOV

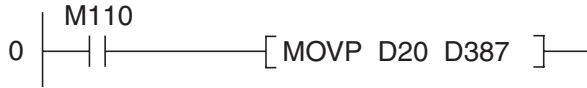
Para determinadas aplicaciones resulta más fácil cuando el destino de datos se describe solamente en un ciclo de programa. Por ejemplo cuando en otra posición en el programa se transfiere al mismo destino o bien cuando se debe realizar una transferencia solamente en un momento definido.

Una instrucción MOV se ejecuta solamente **una vez** con flanco ascendente de la condición de entrada, cuando se coloca una „P“ después de la abreviación MOV. (La letra „P“ se refiere al

término inglés *Pulse* e indica que la instrucción es controlada por un cambio de señal o un impulso.)

En el siguiente ejemplo se ingresa el contenido de D20 en el registro de datos D387 solamente cuando el estado de señal de M110 conmuta de „0“ a „1“.

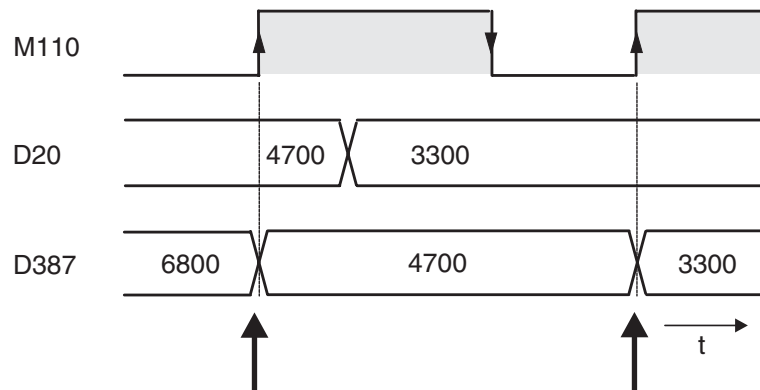
Plano de contactos



Lista de instrucciones

```
0 LD M110
1 MOVP D20 D387
```

Incluso cuando se mantiene activado el M110, no sigue ejecutándose la transferencia al registro D387. El comportamiento de señal para este ejemplo lo explica:



El contenido de la fuente de datos se transmite al destino de datos solamente en caso de flanco ascendente de la condición de entrada.

Transferencia de datos de 32 bits

Cuando se deben transferir datos de 32 bits con una instrucción MOV, se coloca una „D“ delante de la instrucción.

Plano de contactos



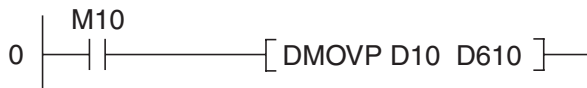
Lista de instrucciones

```
0 LD X010
1 DMOV C200 D40
```

Cuando está activada la entrada X010, se transfiere el estado del contador de 32 bits C200 a los registros de datos D40 y D41. D40 contiene los bits de valor inferior.

También es posible la combinación del procesamiento de palabras dobles y la ejecución controlada por flanco, como lo muestra el siguiente ejemplo.

Plano de contactos



Lista de instrucciones

```
0 LD M10
1 DMOVP D10 D610
```

En la aplicación del relé interno M10 se transfiere el contenido de los registros D10 y D11 hacia los registros D610 y D611.

5.2.2 Transferencia de operandos en grupos de bits

En el párrafo anterior se explicó el modo de transferencia de constantes o los contenidos de registros de datos hacia otros registros de datos, a través de una instrucción MOV. Los valores numéricos se pueden almacenar también en operandos de bits consecutivos, como los relés internos. Para actuar sobre varios operandos de bits consecutivos a través de una instrucción de aplicación, se indica la dirección del primer operando de bit conjuntamente con un factor „K“ que indica la cantidad de operandos.

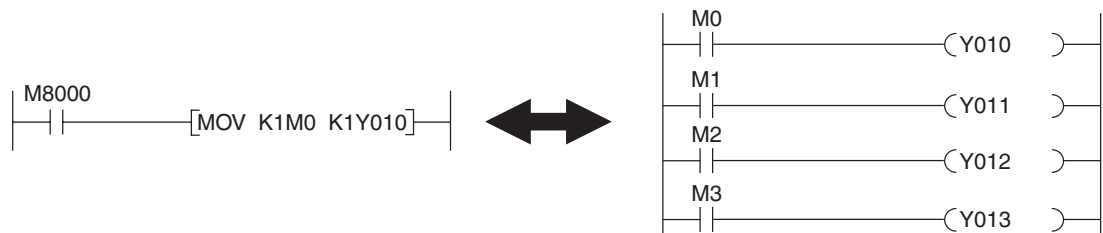
Este factor „K“ indica la cantidad de unidades con 4 operandos respectivamente: K1 = 4 operandos, K2 = 8 operandos, K3 = 12 operandos, etc.

Con la indicación „K2M0“ se definen p. ej. los ocho relés internos M0 a M7. Es posible la aplicación de factores de K1 (4 operandos) a K8 (32 operandos).

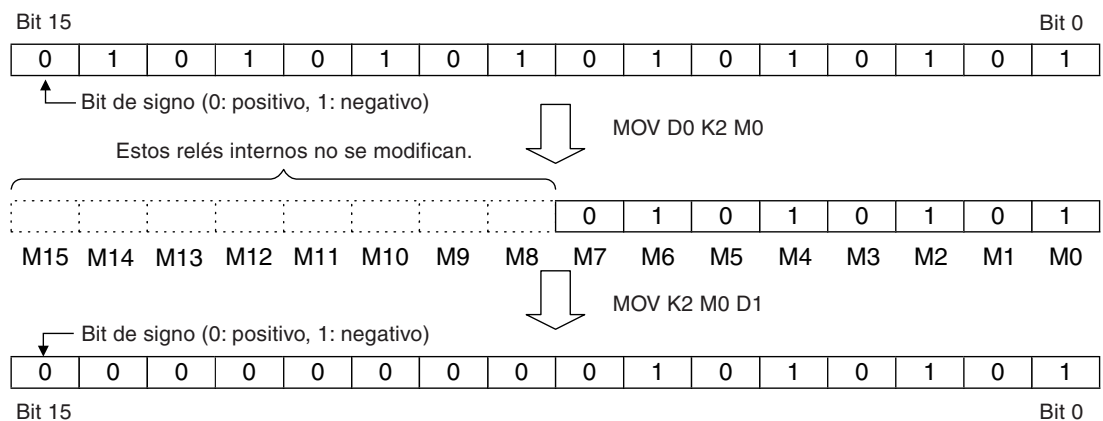
Ejemplos para la indicación de operandos de bits

- K1X0: 4 entradas, arranque con X0 (X0 a X3)
- K2X4: 8 entradas, arranque con X4 (X4 bis X13, conteo octal!)
- K4M16: 16 relés internos, arranque con M16 (M16 a M31)
- K3Y0: 12 salidas, arranque con Y0 (Y0 a Y13, conteo octal!)
- K8M0: 32 relés internos, arranque con M0 (M0 a M31)

La posibilidad de actuar sobre varios operandos de bit con una sola instrucción, reduce también el trabajo de programación. Las siguientes dos secuencias de programa tienen la misma función: La transferencia de estados de señal de los relés internos M0 a M3 hacia las salidas Y10 a Y13.



Cuando el destino de datos es más pequeño que la fuente de datos, no se transfieren los bits que sobran (véase la siguiente ilustración, ejemplo superior). Cuando el destino de datos es más grande que la fuente de datos, se llenan las posiciones adicionales con „0“. Mediante la interpretación del bit 15 como signo, el valor generado resulta siempre positivo. (Como en el ejemplo inferior en la siguiente ilustración.)



5.2.3 Transferencia de datos continuos con una instrucción BMOV

Con la instrucción MOV explicada en el párrafo 5.2.1 se puede transferir un valor de 16 bits o bien un valor de 32 bits hacia un destino de datos. Para la transferencia de datos continuos pueden programarse sucesivamente varias instrucciones MOV. Para facilitar el trabajo de programación, está disponible la instrucción BMOV. La abreviación se aplica para „Block Move“: Los operandos se transfieren continuamente, como bloque.

Plano de contactos

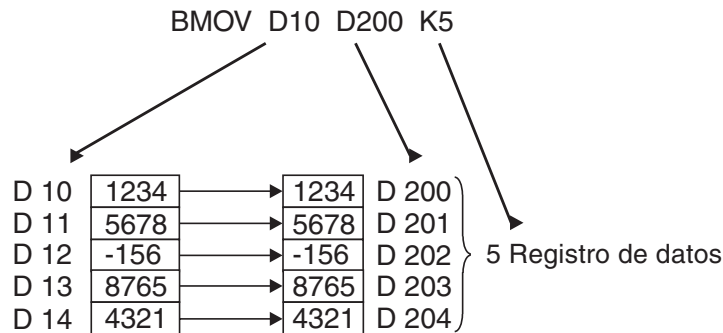


Lista de instrucciones



- ❶ Fuente de datos (operando de 16 bits, se indica el primer operando del rango fuente)
- ❷ Destino de datos (operando de 16 bits, se indica el primer operando del rango destino)
- ❸ Cantidad de elementos a transferir (máx. 512)

Con los operandos arriba indicados se obtiene la siguiente función:

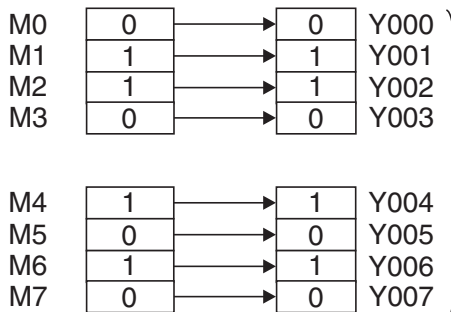


La instrucción BMOV se puede ejecutar también con control por flanco, programándose en este caso como instrucción BMOV P (véase el párrafo 5.2.1).

En caso de querer transferir grupos de operandos de bits con una instrucción BMOV, los factores „K“ de la fuente de datos y del destino de datos deben ser idénticos.

Ejemplo

BMOV K1M0 K1Y0 K2



Se transmiten dos rangos con operandos de 4 bit respectivamente.

5.2.4 Transferencia de los mismos datos hacia varios operandos de destino

Con una instrucción FMOV se ingresa el contenido de un operando de palabra o de palabra doble o una constante en varios operandos consecutivas de palabra o bien de palabra dobles. De esta forma se pueden eliminar las tablas de datos o retornarse los registros de datos a un valor inicial definido.

Plano de contactos

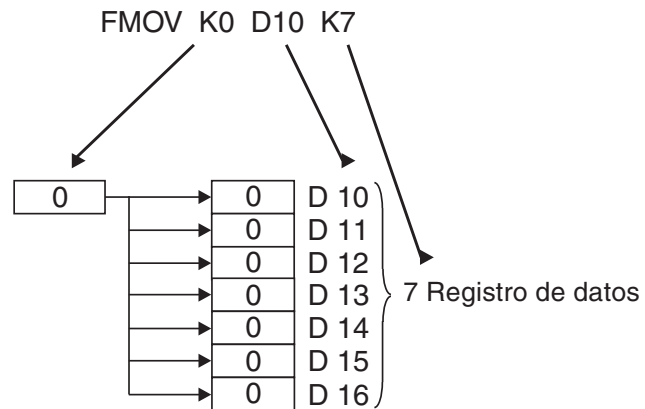


Lista de instrucciones



- ❶ Datos que deben ingresarse en los operandos de destino; también es posible la indicación de constantes.
- ❷ Destino de datos (se indica el primer operando del rango destino)
- ❸ Cantidad de elementos a describir del rango destino (máx. 512)

En el siguiente ejemplo se ingresa el valor „0“ en 7 elementos:



Cuando se ingresa una instrucción FMOV como instrucción FMOVP, se realiza la transferencia de datos con control por flancos (véase la descripción para la instrucción MOV en el párrafo 5.2.1).

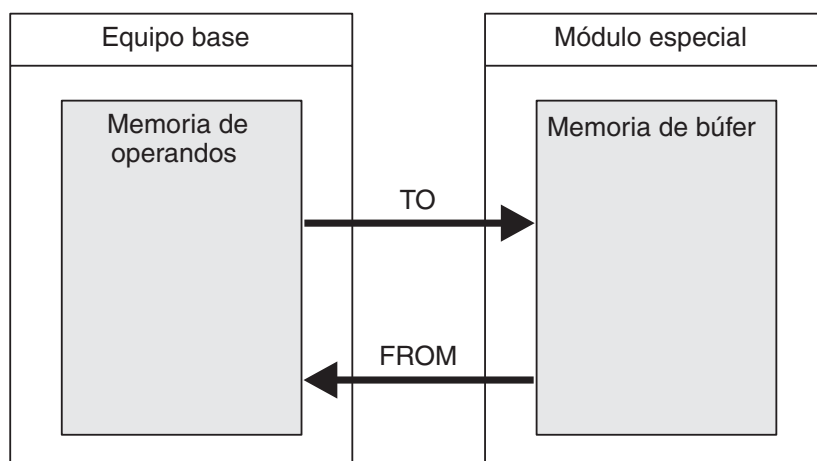
Cuando se deben transferir los datos de 32 bits, debe colocarse una „D“ delante de la instrucción (DFMOV o bien DFMOVP).

5.2.5 Intercambio de datos con módulos especiales

Con excepción de la serie FX1S puede aumentarse la cantidad de entradas y salidas de todos los equipos básicos de la familia FX mediante la conexión de equipos de ampliación. Adicionalmente puede aumentarse el alcance de funciones del control mediante instalación de los llamados módulos especiales. Los módulos especiales registran p. ej. los valores analógicos como corrientes o tensiones, regulan las temperaturas o realizan la comunicación con los equipos externos.

Mientras no se requieren instrucciones particulares para las ampliaciones externas (las entradas y salidas adicionales se tratan al igual que las entradas y salidas del equipo base), se utilizan dos instrucciones de aplicación para el intercambio de datos entre el equipo base y el módulo especial: Las instrucciones ROM y TO.

En el módulo especial se encuentra un rango de memoria en el cual se almacenan en búfer p. ej. los valores de medición analógicos o los datos recibidos. A causa de esta función se denomina este rango de memoria como „memoria búfer“. También el equipo base puede acceder a la memoria búfer en un módulo especial y leer p. ej. los valores de medición y los datos recibidos, pero también puede ingresar los datos que son procesados luego por el módulo especial (ajustes para función del módulo especial, datos de emisión, etc.).



Una memoria de búfer puede contener hasta 32767 diferentes celdas de memoria. Cada una de estas direcciones de memoria de búfer puede almacenar 16 bit de información. La función de una dirección de memoria de búfer depende del tipo de módulo especial y se indica en las instrucciones de servicio de los diferentes módulos especiales.

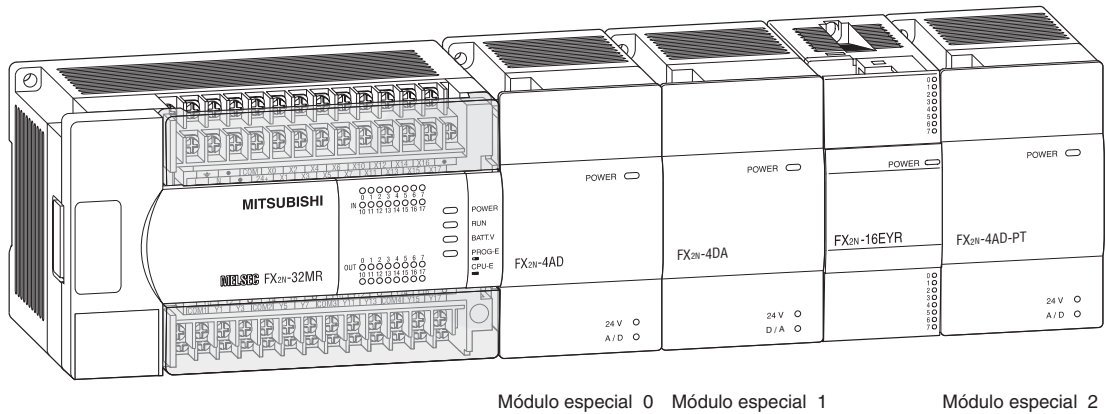
Direcciones de memoria búfer 0
Direcciones de memoria búfer 1
Direcciones de memoria búfer 2
:
:
Direcciones de memoria búfer n-1
Direcciones de memoria búfer n

Para la función correcta, la función FROM o TO requiere determinadas indicaciones:

- ¿En que módulo especial deben leerse los datos o bien en que módulo especial deben transferirse los datos?
- ¿Cuál es la primera dirección de memoria de búfer en que se leen los datos o bien en la cual se ingresan los datos?
- De cuántas direcciones de memoria búfer deben leerse los datos o bien en cuántas direcciones deben ingresarse los datos.
- En qué parte del equipo básico deben almacenarse los datos de la memoria búfer o bien dónde están almacenados los datos que deben transferirse al módulo especial.

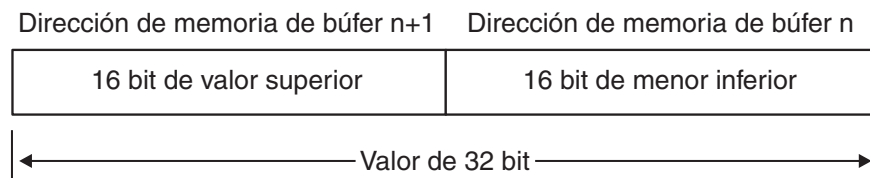
Dirección del módulo especial

Para transferir los datos al módulo correcto en caso de varios módulos especiales o bien para leer bajo estas circunstancias en el módulo correcto, se requiere una identificación especial de los módulos. Para esto, cada módulo especial obtiene automáticamente un número del rango de 0 a 7. (Se puede conectar un máximo de 8 módulos especiales en el PLC.) Los números se asignan sucesivamente y la enumeración comienza con el módulo que se conecta primero con el PLC.



Dirección inicial en la memoria búfer

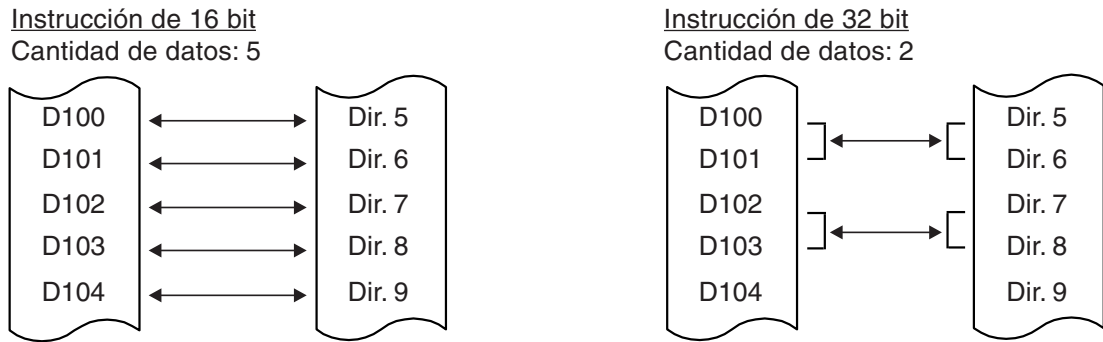
Cada una de las hasta 32767 direcciones de memoria búfer puede direccionarse de forma decimal en un rango de 0 a 32766 (FX1N: 0 a 31). Los datos de 32 bits se almacenan de tal modo en la memoria búfer que la celda de memoria con la dirección más baja contenga los 16 bits de menor valor y la siguiente dirección de memoria de búfer contenga los 16 bits de mayor valor.



Como dirección inicial para datos de 32 bits debe indicarse siempre la dirección que contiene los 16 bits de valor inferior.

Cantidad de los datos a transferir

La cantidad de datos se refiere a las unidades de datos a transferir. Cuando se ejecuta una instrucción FROM o TO como instrucción de 16 bits, corresponde esta indicación a la cantidad de palabras que se transfieren. En caso de una instrucción de 32 bits en la forma DFROM o DTO se indica la cantidad de palabras dobles a transferir.



El valor que se puede indicar como volumen de datos, depende del PLC utilizado y si la instrucción FROM es ejecutada como instrucción de 16 o 32 bits:

PLC utilizado	Rango permitido para la „cantidad de datos a transmitir“	
	Instrucción de 16 bit (FROM,TO)	Instrucción de 32 bit (DFROM,DTO)
FX2N	1 a 32	1 a 16
FX2NC	1 a 32	1 a 16
FX3U	1 a 32767	1 a 16383

Destino o fuente de datos en el equipo básico

En la mayoría de los datos, los datos son leídos de los registros y se transfieren luego a un módulo especial o bien son transferidos de su memoria de búfer al rango de registros de datos del equipo básico. Como destino o fuente de datos se pueden aprovechar también las salidas y los relés internos o bien los valores reales de temporizador o contador.

Ejecución controlada por flanco de las instrucciones

Cuando se agrega una „P“ a la abreviación de la instrucción, se realiza la transferencia de los datos con control por flanco (véase la descripción de la instrucción MOV en el párrafo 5.2.1).

La instrucción FROM en el detalle

Con una instrucción FROM se transfieren los datos desde la memoria de búfer de un módulo especial al equipo básico. El contenido de la memoria búfer no se cambia y los datos son copiados.

Plano de contactos



Lista de instrucciones



- ① Dirección de módulo especial (0 a 7)
- ② Dirección inicial en la memoria búfer (FX1N: 0 a 31, FX2N, FX2NC y FX3U: 0 a 32766)
La indicación puede realizarse mediante una constante o un registro de datos que contenga el valor de la dirección.
- ③ Destino de datos en equipo básico
- ④ Cantidad de los datos a transferir

En el ejemplo arriba indicado se transfiere desde el módulo convertidor analógico/digital FX2N-4AD con la dirección 0, el valor real del canal 1 de la dirección de memoria búfer 9 hacia el registro de datos D0.

En el siguiente ejemplo para una instrucción de 32 bits se leen los datos del módulo especial con la dirección 2. A partir de la dirección de memoria búfer 8 se leen 4 palabras dobles y se almacenan en el equipo básico en los registros de datos D8 a D15.



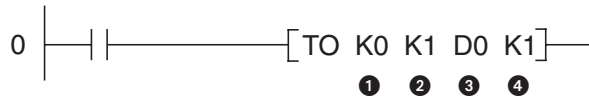
En el último ejemplo se ha programado una instrucción FROMP. De esta forma se ingresan los contenidos de las cuatro direcciones de memoria búfer 0 a 3 en los registros de datos D10 a D13 cuando el estado de señal de la condición de entrada cambia de „0“ a „1“.



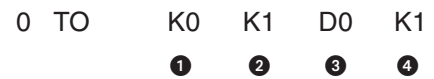
La instrucción TO en el detalle

Con una instrucción TO- se transfieren los datos del equipo básico hacia la memoria búfer de un módulo especial. El contenido de la fuente de datos no se modifica en este proceso de copiado.

Plano de contactos



Lista de instrucciones



- ❶ Dirección de módulo especial (0 a 7)
- ❷ Dirección inicial en la memoria búfer (FX1N: 0 a 31, FX2N, FX2NC y FX3U: 0 a 32766)
- ❸ Fuente de datos en equipo básico
- ❹ Cantidad de los datos a transferir

En el ejemplo arriba indicado se transfiere el contenido del registro de datos D0 a la dirección de memoria de búfer 1 del módulo con la dirección 0.

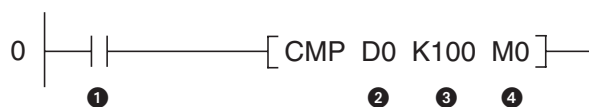
5.3 Instrucciones de comparación

Para poder verificar el estado de los operandos de bit, como las entradas o los relés internos, basta con las instrucciones lógicas básicas porque estos operandos pueden tener solamente los estados „0“ y „1“. Frecuentemente debe verificarse en el programa el contenido de un operando de palabra, de lo cual depende una determinada acción, como p. ej. la activación de un ventilador de refrigeración al sobrepasarse una determinada temperatura. Los controles de la familia FX ofrecen diferentes posibilidades para la comparación de datos.

5.3.1 La instrucción CMP

Con la instrucción CMP se comparan dos valores numéricos. Estos valores pueden ser constantes o los contenidos de registros de datos. Pero también es posible la indicación de valores de temporizador o de contador. En función del resultado de la comparación (mayor, inferior o igual) se activa uno de los tres operandos de bit.

Plano de contactos



Lista de instrucciones

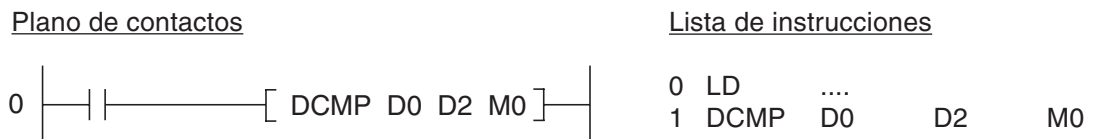


- ❶ Condición de entrada
- ❷ Primer valor de comparación
- ❸ Segundo valor de comparación
- ❹ Primer de tres relés internos o salidas consecutivos que se activan en función del resultado de comparación (estado de señal „1“).
 Primer operando: CON cuando valor de comparación 1 > valor de comparación
 Segundo operando: CON cuando valor de comparación 1 = valor de comparación 2
 Tercer operando: CON cuando valor de comparación 1 < valor de comparación 2

En este ejemplo se controlan los relés internos M0, M1 y M2 con la instrucción CPM. M0 está „1“ cuando el contenido de D0 es mayor a 100, M1 está „1“ cuando el contenido de D0 es igual a „100“ y M2 se activa cuando en D0 se almacena un valor inferior a „100“.

También después de la desactivación de la condición de entrada se mantiene el estado de los tres operandos de bit porque se almacena su último estado.

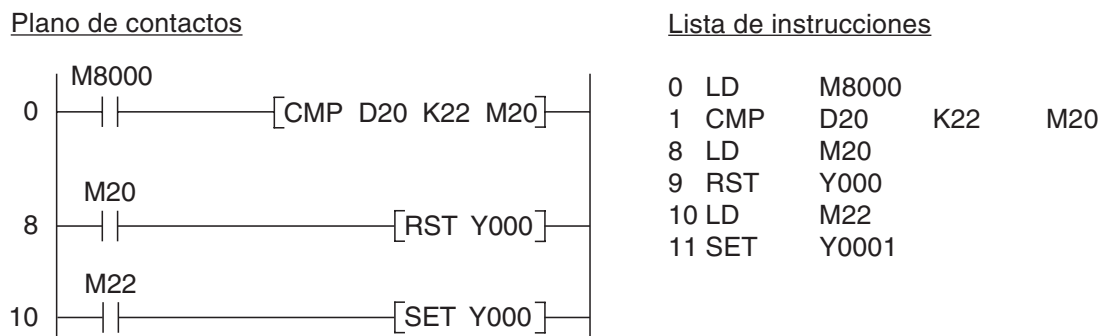
Para comparar los datos de 32 bits, se llama la instrucción CMP con una „D“ previa como instrucción DCMP:



En el ejemplo arriba indicado se compara el contenido de D0 y D1 con el contenido de D2 y D3. El control de los tres operandos de bit corresponde a la instrucción CMP.

Ejemplo de aplicación

Con una instrucción CMP se puede realizar rápida y fácilmente una regulación de dos puntos.



La instrucción CMP se procesa en este ejemplo cíclicamente. M8000 está siempre „1“ cuando el PLC procesa el programa. El registro D20 contiene el valor real de la temperatura de ambiente. La constante K22 indica el valor nominal de 22 °. Los relés internos M20 y M22 indican cuando el valor nominal es sobrepasado o bien pasado por inferior. Cuando está demasiado caliente, se desactiva la salida Y0. En caso de una temperatura insuficiente se activa la salida Y0 nuevamente con el M22. Mediante esta salida se puede controlar p. ej. un bomba que regula la alimentación de agua caliente.

5.3.2 Comparaciones dentro de enlaces lógicos

En la instrucción CMP previamente descrita, se indica el resultado de comparación con tres operandos de bit. Pero frecuentemente se necesita enlazar solamente una instrucción de emisión o un enlace con condición, sin ocupar tres operandos para esto. Para este propósito están disponibles las instrucciones de „Comparación de carga“, así como las comparaciones AND y OR.

Comparación al inicio de un enlace

Plano de contactos



Lista de instrucciones

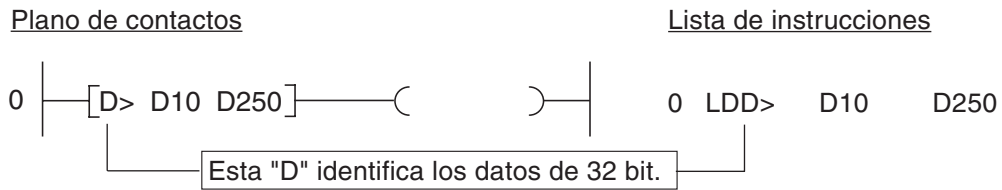


- ❶ Condición de comparación
- ❷ Primer valor de comparación
- ❸ Segundo valor de comparación

Cuando se cumple la condición indicada, el estado de señal después de la instrucción de comparación es igual a „1“. El estado de señal „0“ indica que la comparación no se ha cumplido todavía. Son posibles las siguientes comparaciones:

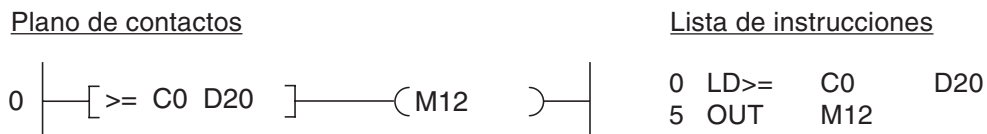
- Comparación por „Igual“: = (valor de comparación 1 = valor de comparación 2)
La salida de la instrucción conmuta solamente al estado de señal „1“ cuando los valores de ambos operandos resultan iguales.
- Comparación por „Mayor“: > (valor de comparación 1 > valor de comparación 2)
La salida de la instrucción conmuta solamente al estado de señal „1“ cuando el primer valor de comparación es mayor al segundo valor de comparación.
- Comparación por „Inferior“: < (valor de comparación 1 < valor de comparación 2)
La salida de la instrucción conmuta solamente al estado de señal „1“ cuando el primer valor de comparación es inferior al segundo valor de comparación.
- Comparación por „Desigual“: <> (valor de comparación 1 desigual a valor de comparación 2)
La salida de la instrucción conmuta solamente al estado de señal „1“ cuando el primer y segundo valor de comparación resultan desiguales.
- Comparación por „Inferior-Igual“: <= (Valor de comparación 1 ≤ Valor de comparación 2)
La salida de la instrucción conmuta solamente al estado de señal „1“ cuando el primer valor de comparación es inferior o igual al segundo valor de comparación.
- Comparación por „Superior-Igual“: >= (valor de comparación 1 ≥ valor de comparación 2)
La salida de la instrucción conmuta solamente al estado de señal „1“ cuando el primer valor de comparación es superior o igual al segundo valor de comparación.

Cuando se deben comparar los datos de 32 bits, debe agregarse una „D“ (para „palabras dobles“) a la instrucción:

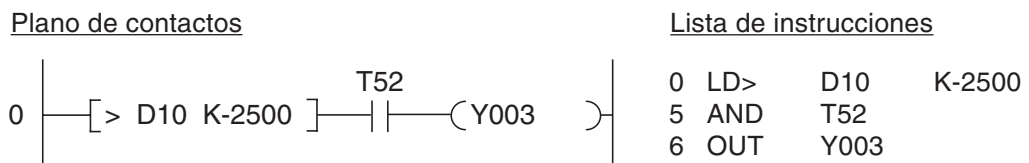


En este ejemplo se verifica si el contenido de los registros de datos D10 y D11 es superior al contenido de los registros D250 y D251.

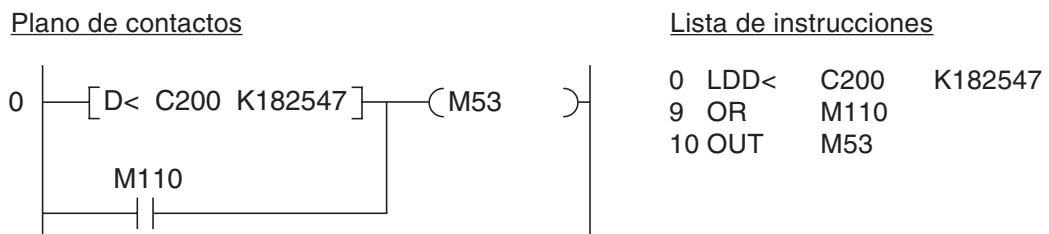
Otros ejemplos:



El relé interno M12 tiene el estado de señal „1“ cuando el valor del contador de X0 corresponde o bien es superior al contenido de D20.

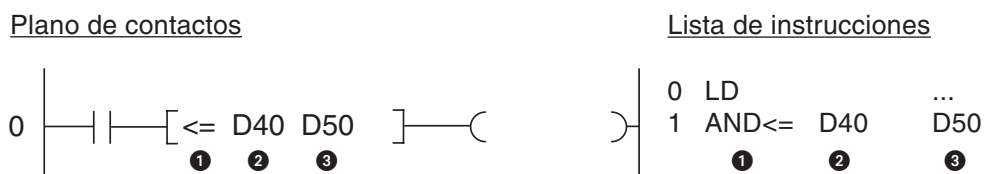


Cuando el contenido de D10 es superior a -2500 y el temporizador T52 ha vencido, se activa la salida Y003.



M53 conmuta a „1“ cuando el estado del contador del contador de 32 bits C200 es inferior a 182547 o bien cuando el relé interno M110 tiene el estado de señal „1“.

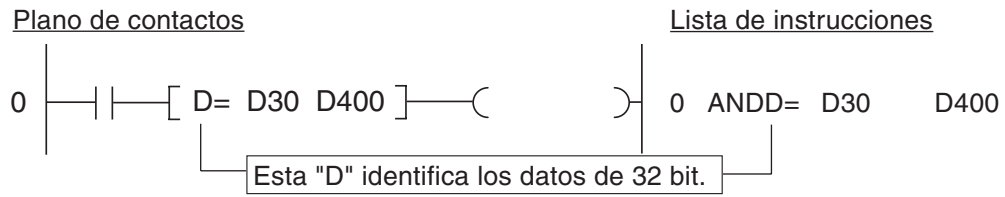
Comparación como enlace AND



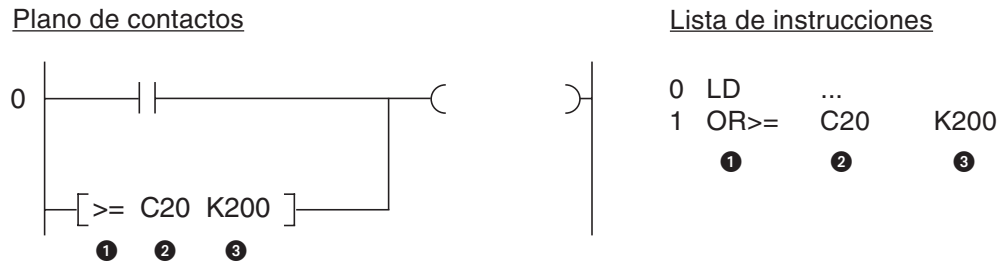
- ❶ Condición de comparación
- ❷ Primer valor de comparación
- ❸ Segundo valor de comparación

Una comparación con enlace AND puede utilizarse en el programa como una instrucción AND normal (véase el Cap. 3).

Las posibilidades de comparación corresponden a aquellas de las comparaciones al inicio de un enlace, que se describieron previamente. También en un enlace AND se pueden comparar valores de 32 bits:



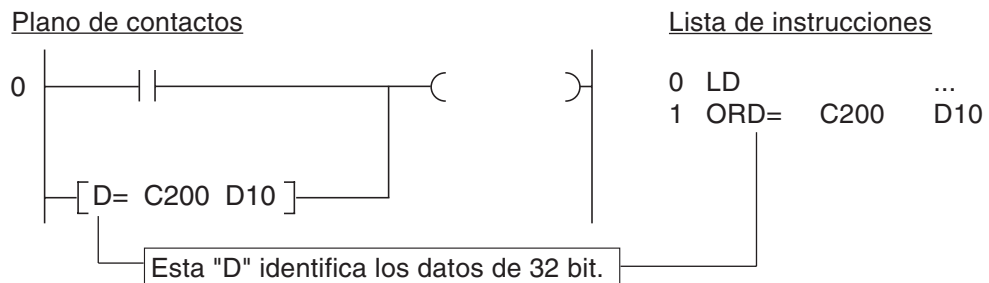
Comparación como enlace OR



- ❶ Condición de comparación
- ❷ Primer valor de comparación
- ❸ Segundo valor de comparación

En el programa se puede utilizar una comparación con enlace OR, como una instrucción OR (véase el Cap. 3).

Para las comparaciones se aplican las condiciones arriba descritas. En la comparación de datos de 32 bits se agrega una „D“, tal cual como en las otras instrucciones de comparación.



5.4 Instrucciones aritméticas

Todos los controles del grupo FX dominan las cuatro operaciones fundamentales y pueden sumar, resta, multiplicar y dividir los números sin posiciones después de la coma. Las instrucciones relacionadas se describen en este párrafo.

Las unidades base de la serie FX2N, FX2NC y FX3U pueden procesar además los números de coma flotante. Para esto se requieren instrucciones especiales que se describen en las instrucciones de programación del grupo FX, Nro. Art. 136748.

Después de una suma o resta deben verificarse en el programa los estados de los relés especiales indicados a continuación, para determinar si en la operación aritmética se ha sobrepasado el rango de valores permitido o si el resultado es „0“.

- M8020

Este relé especial tiene el estado de señal „1“ cuando el resultado de suma o resta es „0“.

- M8021

Cuando el resultado de una suma o resta es inferior a -32 767 (operación de 16 bits) o bien es inferior a -2 147 483 648 (operación de 32 bits), el estado de señal de M8021 conmuta a „1“.

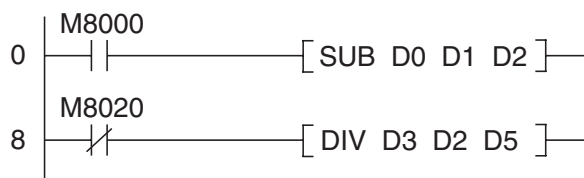
- M8022

Cuando el resultado sobrepasa el valor +32 767 (operaciones de 16 bits) o bien +2 147 483 647 (operaciones de 32 bits), M8022 conmuta al estado de señal „1“.

Estos relés especiales pueden utilizarse en el programa para la habilitación de otras operaciones aritméticas.

En este cálculo se utiliza el resultado de la sustracción en D2 como divisor. Per una división por „0“ no es posible y genera un error. La división se ejecuta por lo tanto solamente cuando el divisor es desigual a „0“.

Plano de contactos



Lista de instrucciones

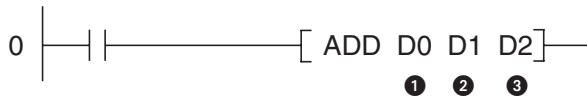
0	LD	M8000		
1	SUB	D0	D1	D2
8	LDI	M8020		
9	DIV	D3	D2	D5

5.4.1 Suma

Con una instrucción ADD-A se suman dos valores de 16 ó 32 bits y se almacena el resultado en otro operando.

Plano de contactos

Lista de instrucciones



- ❶ Primer operando de fuente o constante
- ❷ Segundo operando de fuente o constante
- ❸ Operando en el cual se ingresa el resultado de la adición

En el ejemplo arriba indicado se suman los contenidos de los registros de datos D0 y D1 y se almacena el resultado en D2.

Ejemplos

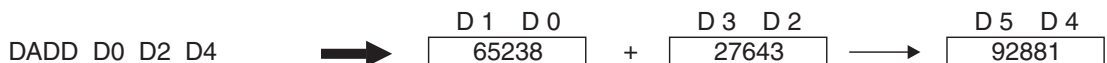
Al contenido del registro de datos D100 se suma el valor „1000“:



El signo de los valores se considera en la adición:



También es posible la adición de valores de 32 bits. En este caso se coloca una „D“ delante de la instrucción (ADD -> DADD)



El resultado puede ingresarse nuevamente en uno de los operandos de fuente. Pero se debe observar que el resultado se cambia en cada ciclo de programa cuando la instrucción ADD es ejecutada cíclicamente.

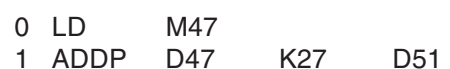


Una instrucción ADD se puede ejecutar también con control por flanco, esto significa que se ejecuta solamente una vez, cuando el estado de señal de la condición de entrada conmuta de „0“ a „1“. En este caso debe agregarse simplemente una „P“ a la instrucción (ADD -> ADDP, DADD -> DADDP).

En el siguiente ejemplo, se suma la constante “27” al contenido de D47 solamente una vez en el ciclo de programa en el cual conmuta el estado de señal del relé interno M47 de „0“ a “1”.

Plano de contactos

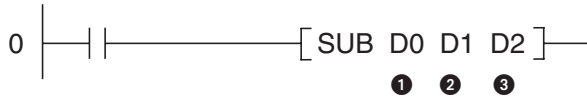
Lista de instrucciones



5.4.2 Resta

Para la resta de dos valores numéricos (contenidos de operandos de 16 bits o 32 bits o constantes) se utiliza la instrucción SUB. El resultado de la resta se almacena en el tercer operando.

Plano de contactos



Lista de instrucciones



- ❶ Minuendo (Se resta de este valor)
- ❷ Sustraendo (Este valor es restado)
- ❸ Diferencia (Resultado de la sustracción)

En la instrucción arriba indicada se resta el contenido de D1 del contenido de D0 y se almacena el resultado en D2.

Ejemplos

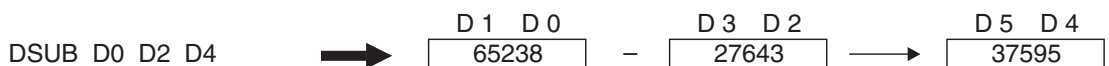
Del contenido del registro de datos D100 se sustrae el valor „100“ y se almacena el resultado en D101:



Los valores son restados bajo consideración de sus signos:



Cuando se deben sustraer valores de 32 bits, se coloca una „D“ delante de la instrucción (SUB -> DSUB)



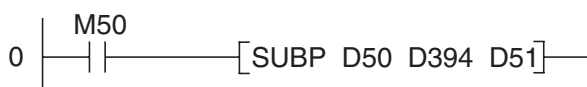
El resultado puede ingresarse nuevamente en uno de los operandos de fuente. Cuando se ejecuta la instrucción SUB cíclicamente, se modifica el contenido de este operando en cada ciclo de programa.



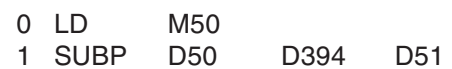
Una instrucción SUB se puede ejecutar también con control por flanco. En este caso se agrega una „P“ a la instrucción. (SUB -> SUBP, DSUB -> DSUBP).

En el siguiente ejemplo se resta el contenido de D394 solamente una vez en el ciclo de programa del contenido de D50 en el cual conmuta el estado de señal del relé interno M50 de „0“ a „1“.

Plano de contactos



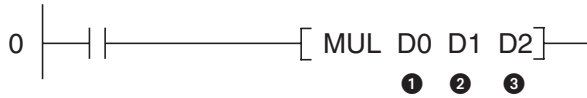
Lista de instrucciones



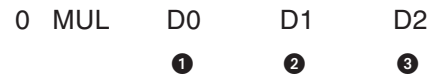
5.4.3 Multiplicación

Con una instrucción MUL multiplica dos valores de 16 ó 32 bits y almacena el resultado en un tercer rango de operandos.

Plano de contactos



Lista de instrucciones



- ❶ Multiplicador
- ❷ Multiplicador
- ❸ Producto (multiplicando x multiplicador = producto)

INDICACIÓN

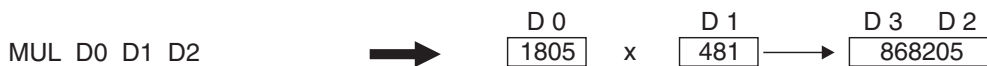
En la multiplicación de dos valores de 16 bits, el resultado puede sobrepasar el rango que se puede indicar con 16 bits. Por esto motivo se almacena el producto siempre en dos operandos continuos de 16 bits (= 32 bits).

Cuando se multiplican dos valores de 32 bits, se almacena el resultado incluso en cuatro operandos continuos de 16 bits (= 64 bits).

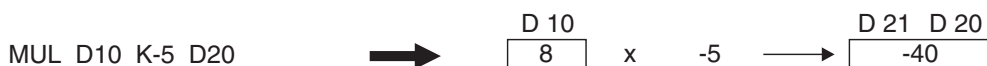
Por favor, ponga atención en el tamaño de estos rangos de operandos en la programación y evite una asignación doble a causa de solapamientos de rangos. En la instrucción un operando respectivamente que contiene los datos de valor más bajo.

Ejemplos

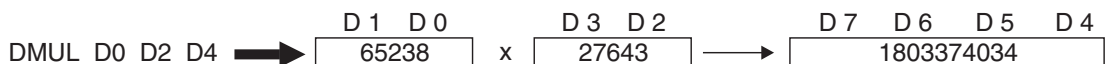
Multiplicación de los contenidos de D0 y D1 y almacenamiento del resultado en D3 y D2:



La multiplicación se realiza bajo observación del signo. En este ejemplo se multiplica el contenido de D10 con la constante „-5“:



Para la multiplicación de valores de 32 bits se coloca una „D“ delante de la instrucción (MUL -> DMUL)

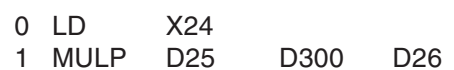


Cuando se agrega una „P“ a la instrucción MUL (MUL -> MULP, DMUL -> DMULP), se ejecuta ésta con control por flanco. La siguiente multiplicación se realiza solamente al activarse la entrada X24:

Plano de contactos



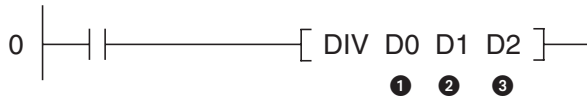
Lista de instrucciones



5.4.4 División

Para dividir dos números (contenidos de operandos de 16 ó 32 bits), en los controles de la familia FX está disponible la instrucción DIV-A. Ya que con esta instrucción no se pueden procesar números con posiciones después de la coma, el resultado de la división se indica siempre en números enteros. El resto se almacena de forma particular.

Plano de contactos



Lista de instrucciones



- ① Dividendo
- ② Divisor
- ③ Cuociente (Resultado de la división: Dividendo ÷ Divisor = Cuociente)

INDICACIONES

El divisor no debe asumir el valor „0“. Una división por „0“ no es posible y genera un error.

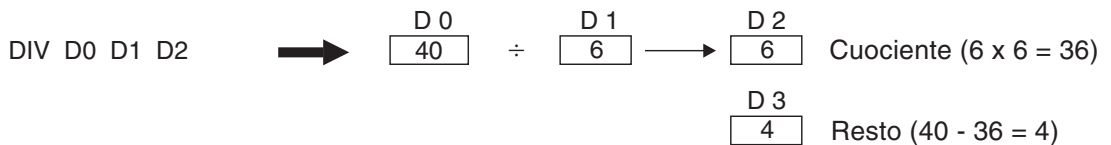
Quando se dividen dos valores de 16 bits, se almacena el cuociente en un operando de 16 bits y el resto no dividible en el siguiente operando. Para el resultado de la división se ocupan por lo tanto siempre dos operandos de 16 bits (= 32 bits).

En la división de dos valores de 32 bits se ingresa el cuociente en dos operandos de 16 bits y el resto no dividible en los siguientes dos operandos de 16 bits. En este tipo de división se requieren cuatro cuocientes continuos de 16 bits (= 64 bits) para el resultado.

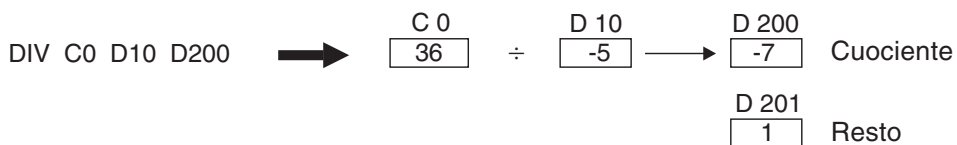
Por favor, observe en la programación el tamaño requerido de estos rangos de operandos para prevenir una asignación doble a través de solapaduras de rangos. En la instrucción se indica un operando que contiene los datos de valor más bajo.

Ejemplos

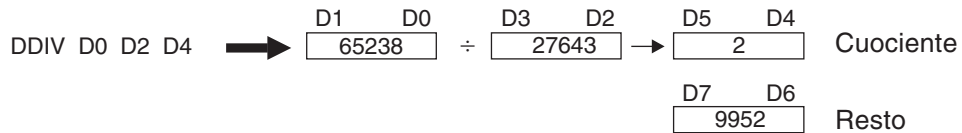
El contenido de D0 se divide por el contenido de D1 y el resultado se almacena en D2 y D3:



En la división se consideran los signos. En este ejemplo se divide el valor del contador de C0 por el contenido de D10:

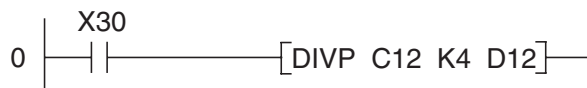


División de valores de 32 bits:



Cuando se agrega la letra „P“ a una instrucción DIV (DIV -> DIVP, DDIVPL -> DMULP), se ejecuta ésta con control por flanco. En el siguiente ejemplo de programa se divide el valor del contador de C12 solamente en aquel ciclo de programa por „4“, en el cual se activa también la entrada X30:

Plano de contactos



Lista de instrucciones

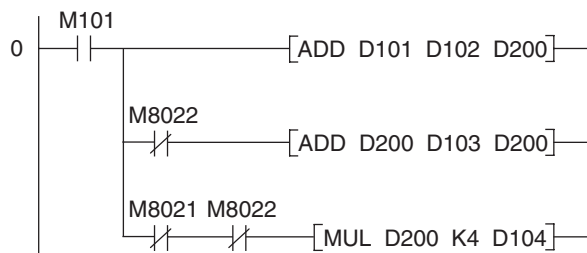
```
0 LD X30
1 DIVP C12 K4 D12
```

5.4.5 Combinación de instrucciones aritméticas

En la aplicación práctica, escasamente basta con un cálculo. Para la solución de tareas complejas se pueden combinar instrucciones aritméticas. Según el tipo de cálculo deben preverse operandos para el almacenamiento de los resultados intermedios.

La adición de los contenidos de los registros de datos D101, D102 y D103 y la posterior multiplicación con el factor „4“ podría realizarse p. ej. del siguiente modo:

Plano de contactos



Lista de instrucciones

```
0 LD M101
1 ADD D101 D102 D200
8 MPS
9 ANI M8022
10 ADD D200 D103 D200
17 MPP
18 ANI M8021
19 ANI M8022
20 MUL D200 K4 D104
```

- La suma de los contenidos de D101 y D102 se almacena en la memoria intermedia de D200.
- Solamente cuando la suma de los contenidos de D101 y D102 no sobrepasa el rango permitido, se suma también el contenido de D103.
- Cuando la suma de los contenidos de D101 a D103 se encuentra en el rango permitido, se multiplica con el factor "4". El resultado del ciclo se ingresa en D104 y D105.

6 Posibilidades de ampliación

6.1 Generalidades

Adicionalmente a los equipos básicos, están disponibles también equipos de ampliación y módulos especiales para ampliar el sistema de PLC.

Estos módulos son clasificados en las siguientes tres categorías:

- Módulos que ocupan las entradas y salidas digitales (montables en el lado derecho del control). Entre ellos se consideran las ampliaciones digitales compactas y modulares, así como los módulos especiales.
- Módulos que no ocupan las entradas y salidas digitales (montables en el lado izquierdo del control).
- Adaptadores de interfaces y de comunicación que no ocupan las entradas y salidas digitales (directamente montables en el control).

6.2 Vista sinóptica

6.2.1 Módulos de ampliación para entradas y salidas digitales adicionales

Para la ampliación de las unidades base FX1N/FX2N/FXNC y FX3U están disponibles diferentes equipos de ampliación de tipo modular y compacto. Además pueden aplicarse los equipos básicos de la serie FX1S, FX1N y FX3U con adaptadores de ampliación directamente en el control para ampliar las entradas y salidas digitales. Estos adaptadores resultan especialmente aptos cuando se requieren solamente algunas pocas entradas/salidas adicionales y cuando el espacio no resulta suficiente para un módulo lateralmente montable.

Los equipos de ampliación modulares contienen solamente las entradas/salidas digitales, pero no integran una alimentación de red propia, mientras los equipos de ampliación compactos contienen una mayor cantidad de entradas y salidas y una fuente de alimentación de red integrada para la alimentación del bus de sistema y de las entradas digitales.

La gran cantidad de posibilidades de combinación de los equipos básicos y de ampliación garantiza que se pueda encontrar la solución más económica para cada tipo de tarea y problema.

6.2.2 Módulos analógicos de entrada/salida

Los módulos analógicos de entrada/salida pueden convertir las señales analógicas de entrada en valores digitales o bien los estados digitales de entrada en señales analógicas. Para esto está disponible una serie de módulos para las señales de corriente/tensión, así como para el registro de temperatura con posibilidad de conexión directa de termómetros de resistencia Pt100 o termoacopladores.

6.2.3 Módulos de comunicación

Mitsubishi ofrece una serie de módulos de interfaces y adaptadores con interfaz RS232/RS422/RS485 para la conexión de equipos periféricos o bien para el acoplamiento de PLC-PLC.

Módulos de comunicación especiales posibilitan la integración de FX1N, FX2N, FXNC y FX3U en diferentes redes.

Están disponibles diferentes módulos de red para profibus/DP, AS-I, DeviceNet, CANopen, enlace CC, así como el establecimiento de redes propias de Mitsubishi.

6.2.4 Módulos de posicionamiento

Junto a los contadores internos rápidos de la familia FX, los usuarios cuentan además con módulos de contadores de alta velocidad como contadores externos de hardware con la posibilidad de conexión de codificadores rotatorios incrementales o módulos de posicionamiento para servopropulsiones y propulsiones paso a paso.

Para la realización de tareas precisas de posicionamiento en combinación con el la familia FX, están disponibles módulos de posicionamiento para la emisión de secuencias de impulsos. Mediante estos módulos se pueden controlar las servopropulsiones y las propulsiones paso a paso.

6.2.5 Equipos de mando MMI

Con los equipos de mando de Mitsubishi Electric, se le posibilita al usuario la comunicación simple y flexible entre hombre y máquina mediante la serie MELSEC FX. Los equipos de mando MMI otorgan mayor transparencia a los procedimientos funcionales de una instalación.

Todos los equipos posibilitan la monitorización y la modificación de los datos específicos de PLC, como p. ej. los valores nominales y reales de tiempos, contadores, registros de datos e instrucciones de control de pasos.

A selección pueden solicitarse los equipos de mando MMI con indicación de textos o gráficos. Las teclas funcionales libremente programables o bien las pantallas sensitivas aumentan el confort de mando. La programación y configuración se pueden ejecutar fácilmente a través de un computador con Windows®.

La comunicación de los equipos de mando con el PLC de FX se realiza a través de la interfaz de programación del control con el cable correspondiente. No se requieren módulos adicionales para posibilitar la conexión con el PLC.

Índice

A		I	
ADD (Instrucción)	5-23	Instrucción de control	3-1
ANB (Instrucción)	3-12	Instrucciones	
AND (Instrucción)	3-9	ADD	5-23
ANDP/ANDF (Instrucción)	3-14	ANB	3-12
ANI (Instrucción)	3-9	AND	3-9
B		ANDF	3-14
Batería	2-9	ANDP	3-14
BMOV (Instrucción)	5-11	ANI	3-9
C		BMOV	5-11
Contactos de bloqueo	3-21	CMP	5-17
Contadores		DIV	5-26
Definición indirecta de valores nominales	4-11	FMOV	5-12
Función	4-7	FROM	5-15
D		INV	3-20
Desactivaciones forzadas	3-22	LD	3-6
Dispositivos de PARADA DE EMERGENCIA .	3-21	LDF	3-14
DIV (Instrucción)	5-26	LDI	3-6
E		LDP	3-14
Ejemplos de programa		MC	3-19
Definición de valores nominales para temporiza-		MCR	3-19
dores y contadores	4-11	MOV	5-8
Instalación de alarma	3-23	MPP	3-17
Puerta corrediza	3-28	MPS	3-17
Relojes	4-16	MRD	3-17
Retardo de activación	4-4	MUL	5-25
Retardo de desactivación	4-14	OR	3-11
Elementos de tiempo		ORB	3-12
véase temporizador		ORF	3-14
Evaluación de flancos	3-14	ORI	3-11
F		ORP	3-14
Flanco ascendente	3-14	OUT	3-6
Flanco descendente	3-14	PLF	3-18
FMOV (Instrucción)	5-12	PLS	3-18
FROM (Instrucción)	5-15	RST	3-15
Fuente de tensión de servicio	2-9	SET	3-15
		SUB	5-24
		TO	5-17
		INV (Instrucción)	3-20

L

LD (Instrucción) 3-6
 LDI (Instrucción) 3-6
 LDP/LDF (Instrucción) 3-14

M

Memoria de búfer 5-13
 Módulos especiales
 Intercambio de datos con equipo base 5-13
 MOV (Instrucción) 5-8
 MPP (Instrucción) 3-17
 MPS (Instrucción) 3-17
 MRD (Instrucción) 3-17
 MUL (Instrucción) 5-25

N

Números binarios 3-2

O

Operandos
 Contadores (vista sinóptica) 4-8
 Dirección 3-1
 Entradas y salidas (vista sinóptica) 4-2
 Identificadores 3-1
 Registro de archivo (vista sinóptica) 4-11
 Registros de datos (vista sinóptica) 4-10
 Relés internos (vista sinóptica) 4-3
 Temporizadores (Vista sinóptica) 4-6
 OR (Instrucción) 3-11
 ORB (Instrucción) 3-12
 ORP/ORF (Instrucciones) 3-14
 OUT (Instrucción) 3-6

P

PLF (Instrucción) 3-18
 PLS (Instrucción) 3-18
 Procedimiento de mapping de proceso 2-2

R

Realimentaciones de señal 3-22
 Registros especiales 4-10
 Relés internos especiales 4-4
 Retado de desactivación 4-14
 RST (Instrucción) 3-15

S

Seguridad con rotura de cable 3-21
 SET (Instrucción) 3-15
 Sistema de números duales 3-2
 Sistema numerico hexadecimal 3-3
 Sistema numérico hexadecimal 3-3
 SUB (Instrucción) 5-24

T

Temporizadores remanentes 4-5
 TO (Instrucción) 5-17

HEADQUARTERS		REPRESENTACIONES EUROPEAS		REPRESENTACIONES EUROPEAS		REPRESENTACIONES DE EURASIA	
MITSUBISHI ELECTRIC EUROPE B.V. German Branch Gothaer Straße 8 D-40880 Ratingen Teléfono: +49 (0) 2102 / 486-0 Telefax: +49 (0) 2102 / 486-1120 E-Mail: megfamail@meg.mee.com	EUROPE	GEVA Wiener Straße 89 AT-2500 Baden Teléfono: +43 (0) 2252 / 85 55 20 Telefax: +43 (0) 2252 / 488 60 E-Mail: office@geva.at	AUSTRIA	UAB UTU POWEL Savanoriu Pr. 187 LT-2053 Vilna Teléfono: +370 (0)52323-101 Telefax: +370 (0)52322-980 E-Mail: powel@utu.lt	LITUANIA	Kazpromautomatiks Ltd. 2, Scladskaya Str. KAZ-470046 Karaganda Teléfono: +7 3212 50 11 50 Telefax: +7 3212 50 11 50 E-Mail: info@pkpaz.com	KAZAJSTÁN
MITSUBISHI ELECTRIC EUROPE B.V. French Branch 25, Boulevard des Bouvets F-92741 Nanterre Cedex Teléfono: +33 1 55 68 55 68 Telefax: +33 1 55 68 56 85 E-Mail: factoryautomation@framee.com	FRANCIA	Koning & Hartman B.V. Researchpark Zellik, Pontbeeklaan 43 BE-1731 Brussels Teléfono: +32 (0)2 / 467 17 44 Telefax: +32 (0)2 / 467 17 48 E-Mail: info@koningenhartman.com	BÉLGICA	Intehsis Srl Cuza-Voda 36/1-81 MD-2061 Kishinov Teléfono: +373 (0)2 / 562 263 Telefax: +373 (0)2 / 562 263 E-Mail: intehsis@mdl.net	MOLDOVIA	Avtomatika Sever Ltd. Lva Tolstogo Str. 7, Off. 311 RU-197376 San Petersborgo Teléfono: +7 812 325 3653 Telefax: +7 812 1183 239 E-Mail: as@avtsev.spb.ru	RUSIA
MITSUBISHI ELECTRIC EUROPE B.V. Irish Branch Westgate Business Park, Ballymount IRL-Dublin 24 Teléfono: +353 (0) 1 / 419 88 00 Telefax: +353 (0) 1 / 419 88 90 E-Mail: sales.info@meir.mee.com	IRLANDA	TEHNIKON Oktjabrskaya 16/5, Ap 704 BY-220030 Minsk Teléfono: +375 (0)17 / 210 4626 Telefax: +375 (0)17 / 210 4626 E-Mail: tehnikon@belsonet.net	BIELORRUSIA	Beijer Electronics A/S Teglverksveien 1 N-3002 Drammen Teléfono: +47 (0) 32 / 24 30 00 Telefax: +47 (0) 32 / 84 85 77 E-Mail: info@beijer.no	NORUEGA	Consys Promyshlennaya St. 42 RU-198099 San Petersborgo Teléfono: +7 812 147 2055 E-Mail: consys@consys.spb.ru	RUSIA
MITSUBISHI ELECTRIC EUROPE B.V. Italian Branch Via Paracelso 12 I-20041 Agrate Brianza (MI) Teléfono: +39 039 6053 1 Telefax: +39 039 6053 312 E-Mail: factoryautomation@it.mee.com	ITALIA	TELECON CO. Andrej Ljapchev Lbvnd. Pb 21 4 BG-1756 Sofia Teléfono: +359 (0) 2 / 97 44 05 8 Telefax: +359 (0) 2 / 97 44 06 1 E-Mail: —	BULGARIA	Koning & Hartman B.V. Haarlerbergweg 21-23 NL-1101 AK Amsterdam Teléfono: +31 (0)20 / 587 76 00 Telefax: +31 (0)20 / 587 76 05 E-Mail: info@koningenhartman.com	PAÍSES BAJOS	Electrotechnical Systems Siberia Shetinkina St. 33, Office 116 RU-630088 Novosibirsk Teléfono: +7 3832 / 119598 Telefax: +7 3832 / 119598 E-Mail: info@eltechsystems.ru	RUSIA
MITSUBISHI ELECTRIC EUROPE B.V. Spanish Branch Carretera de Rubí 76-80 E-08190 Sant Cugat del Vallés Teléfono: +34 9 3 / 565 3160 Telefax: +34 9 3 / 589 1579 E-Mail: industrial@sp.mee.com	ESPAÑA	INEA d.o.o. Stegne 11 SI-1000 Liubliana Teléfono: +386 (0)1 513 8100 Telefax: +386 (0)1 513 8170 E-Mail: inea@inea.si	ESLOVENIA	MPL Technology Sp. z o.o. ul. Sliczna 36 PL-31-444 Cracovia Teléfono: +48 (0)12 / 632 28 85 Telefax: +48 (0)12 / 632 47 82 E-Mail: krakow@mpl.pl	POLONIA	Elektrostyle Poslannikov Per., 9, Str.1 RU-107005 Moscú Teléfono: +7 095 542 4323 Telefax: +7 095 956 7526 E-Mail: info@estl.ru	RUSIA
MITSUBISHI ELECTRIC EUROPE B.V. UK Branch Travellers Lane GB-Hatfield Herts. AL10 8 XB Teléfono: +44 (0) 1707 / 27 61 00 Telefax: +44 (0) 1707 / 27 86 95 E-Mail: automation@meuk.mee.com	REINO UNIDO	UTU Elektrotehnika AS Pärnu mnt.160i EE-11317 Tallin Teléfono: +372 (0) 6 / 51 72 80 Telefax: +372 (0) 6 / 51 72 88 E-Mail: utu@utu.ee	ESTONIA	AutoCont Control Systems s.r.o. Nemocnicni 12 CZ-702 00 Ostrava 2 Teléfono: +420 59 / 6152 111 Telefax: +420 59 / 6152 562 E-Mail: consys@autocont.cz	REPÚBLICA CHECA	Elektrostyle Krasnij Prospekt 220-1, Office No. 312 RU-630049 Novosibirsk Teléfono: +7 3832 / 106618 Telefax: +7 3832 / 106626 E-Mail: info@estl.ru	RUSIA
MITSUBISHI ELECTRIC CORPORATION Office Tower "Z" 14 F 8-12,1 chome, Harumi Chuo-Ku Tokyo 104-6212 Teléfono: +81 3 6221 6060 Telefax: +81 3 6221 6075	JAPÓN	Beijer Electronics OY Ansatie 6a FIN-01740 Vantaa Teléfono: +358 (0) 9 / 886 77 500 Telefax: +358 (0) 9 / 886 77 555 E-Mail: info@beijer.fi	FINLANDIA	Sirius Trading & Services srl Str. Biharia No. 67-77 RO-013981 Bucurest 1 Teléfono: +40 (0) 21 / 201 1146 Telefax: +40 (0) 21 / 201 1148 E-Mail: sirius@siriustrading.ro	RUMANIA	ICOS Industrial Computer Systems Zao Ryazanskij Prospekt, 8A, Off. 100 RU-109428 Moscú Teléfono: +7 095 232 0207 Telefax: +7 095 232 0327 E-Mail: mail@icos.ru	RUSIA
MITSUBISHI ELECTRIC AUTOMATION 500 Corporate Woods Parkway Vernon Hills, IL 60061 Teléfono: +1 847 / 478 21 00 Telefax: +1 847 / 478 22 83	EE. UU.	UTECO A.B.E.E. 5, Mavrogenous Str. GR-18542 Pireo Teléfono: +302 (0)10 / 42 10 050 Telefax: +302 (0)10 / 42 12 033 E-Mail: uteco@uteco.gr	GRECIA	AutoCont Control s.r.o. Radlinského 47 SK-02601 Dolný Kubín Teléfono: +421 435868210 Telefax: +421 435868210 E-Mail: info@autocontcontrol.sk	ESLOVAQUIA	NPP Uralelektra Sverdlova 11A RU-620027 Ekaterinburg Teléfono: +7 34 32 / 532745 Telefax: +7 34 32 / 532745 E-Mail: elektra@etel.ru	RUSIA
TEXEL Electronics Ltd. Box 6272 IL-42160 Netanya Teléfono: +972 (0) 9 / 863 08 91 Telefax: +972 (0) 9 / 885 24 30 E-Mail: texel_me@netvision.net.il	ISRAEL	Meltrade Ltd. Fertő Utca 14. HU-1107 Budapest Teléfono: +36 (0)1 / 431-9726 Telefax: +36 (0)1 / 431-9727 E-Mail: office@meltrade.hu	HUNGRÍA	Beijer Electronics AB Box 426 S-20124 Malmö Teléfono: +46 (0) 40 / 35 86 00 Telefax: +46 (0) 40 / 35 86 02 E-Mail: info@beijer.se	SUECIA	STC Drive Technique Poslannikov Per., 9, Str.1 RU-107005 Moscú Teléfono: +7 095 790 7210 Telefax: +7 095 790 7212 E-Mail: info@privod.ru	RUSIA
ILlan & Gavish Ltd. Automation Service 24 Shenkar St., Kiryat Arie IL-49001 Petah-Tiqva Teléfono: +972 (0) 3 / 922 18 24 Telefax: +972 (0) 3 / 924 07 61 E-Mail: iandg@internet-zahav.net	ISRAEL	SIA POWEL Lienes iela 28 LV-1009 Riga Teléfono: +371 784 / 22 80 Telefax: +371 784 / 22 81 E-Mail: utu@utu.lv	LETONIA	ECONOTEC AG Postfach 282 CH-8309 Nürensdorf Teléfono: +41 (0) 1 / 838 48 11 Telefax: +41 (0) 1 / 838 48 12 E-Mail: info@econotec.ch	SUIZA	CSC Automation Ltd. 15, M. Raskova St., Fl. 10, Office 1010 UA-02002 Kiev Teléfono: +380 (0) 44 / 494 3355 Telefax: +380 (0) 44 / 494 3366 E-Mail: csc-a@csc-a.kiev.ua	UCRANIA
REPRESENTACIONES EN ORIENTE MEDIO		REPRESENTACIÓN EN ÁFRICA					
						CBI Ltd. Private Bag 2016 ZA-1600 Isando Teléfono: +27 (0) 11/ 928 2000 Telefax: +27 (0) 11/ 392 2354 E-Mail: cbi@cbi.co.za	