

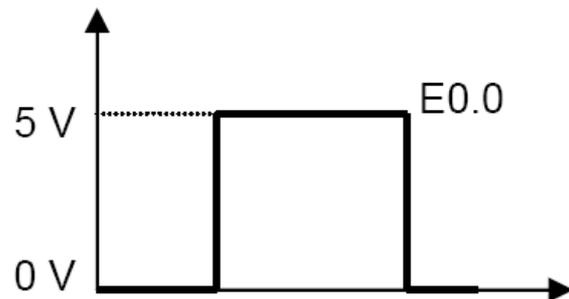
Tratamiento de E/S analógicas con S7-300 y S7-1200



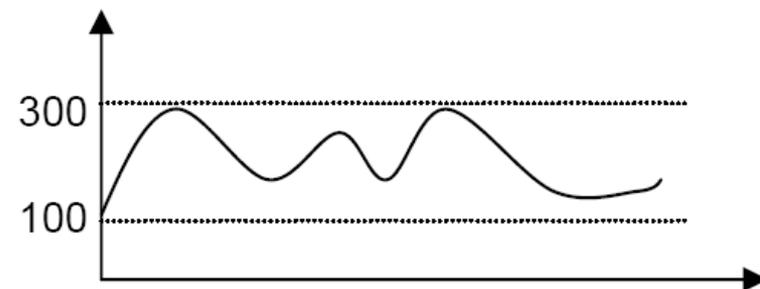
1 Conceptos generales:

Las módulos de E/S analógicas de un PLC trabajan con señales continuas (ininterrumpidas) que pueden tomar valores infinitos en el tiempo.

Señal digital



Señal analógica



Las E/S analógicas de los PLC's pueden admitir valores de **tensión** o **corriente**.

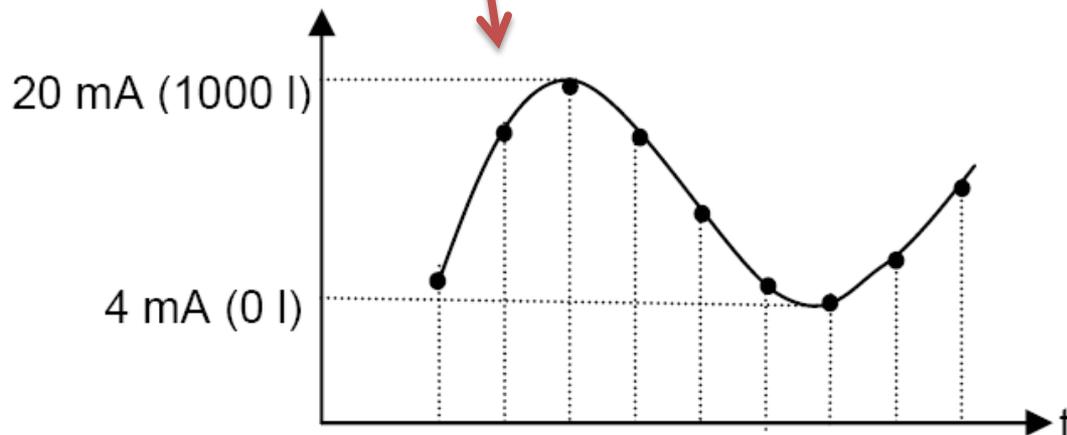
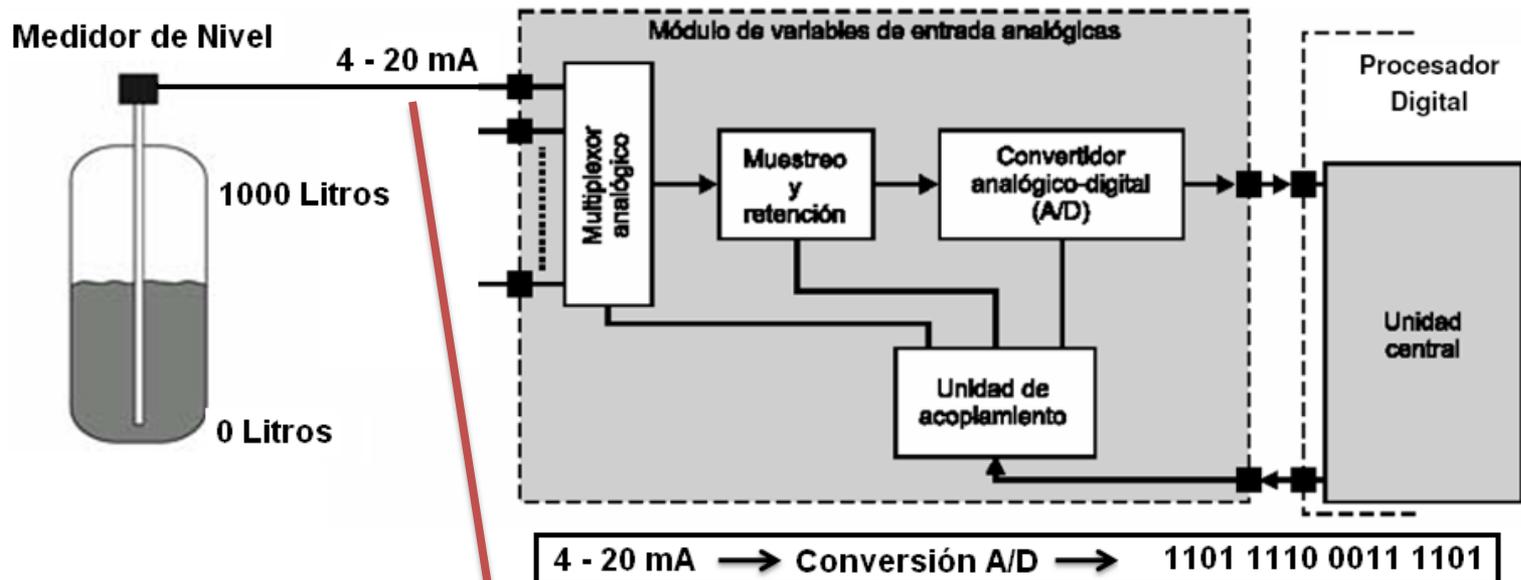
Los valores de configuración típicos son:

TENSIÓN: **+/- 10 V , +/- 5 V, 0 a 5 V y de 0 a 10 V.**

INTENSIDAD: **+/- 20 mA, 0-20 mA y de 4-20 mA**

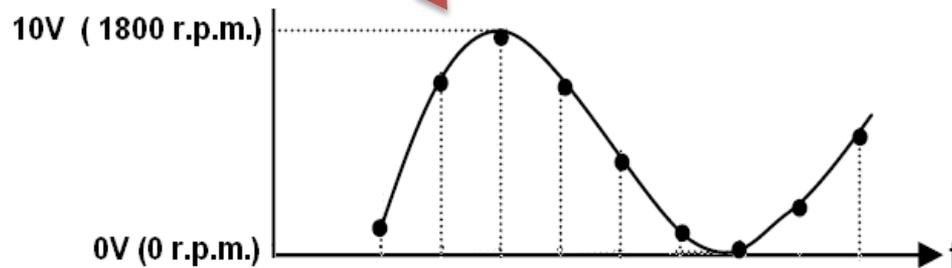
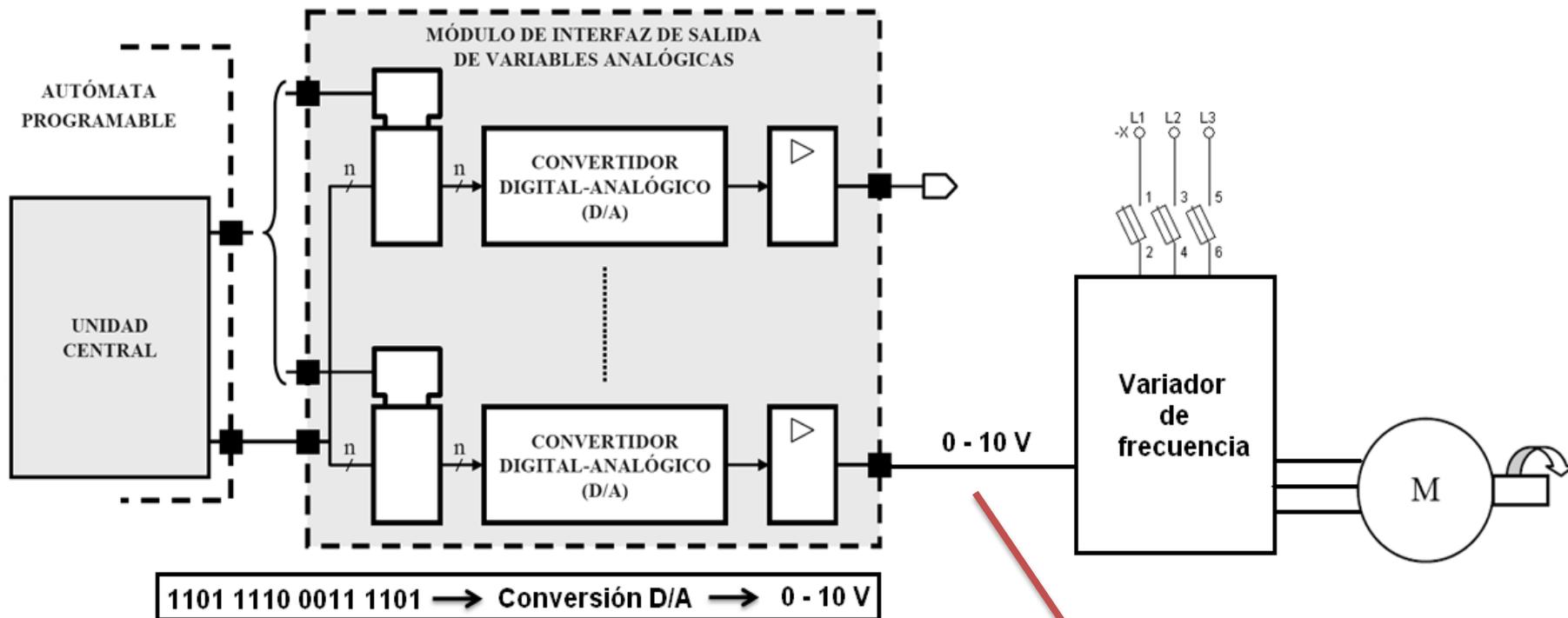
2 Conceptos generales:

Detalle del módulo de entradas analógicas



3 Conceptos generales:

Detalle del módulo de salidas analógicas



4 Modos de acceso de datos en la memoria:

Las CPU S7 pueden tener acceso a las señales de E/S de los módulos analógicos a través de dos métodos:

- ✓ Mediante Acceso directo a la periferia (Ejemplo: PEW256 – PAW256).
- ✓ Mediante Acceso a las áreas de memoria si la CPU actúa como maestro DP (Ejemplo EW256 - AW256)

ENTRADAS en S7-300 → PEW 0 a 65534
SALIDAS en S7-300 → PAW 0 a 65534

ENTRADAS en S7-1200 → IW 0 a 65534
SALIDAS en S7-1200 → QW 0 a 65534

Las **entradas y salidas analógicas** ocupan 2 Byte de memoria (*dirección de palabra*).

Los **valores de las E/S analógicas** se transforman en un **número entero de 16 bits**. Los números enteros son números que incluye a los números naturales distintos de cero (1, 2, 3, ...), los negativos de los números naturales (... , -3, -2, -1) y al 0. Los números enteros no tienen parte decimal. EJEMPLO: +2, -1, 0, +12, -435, etc.



5 Codificación de datos para E/S Analógicas.

- No debemos confundir estos 16 bits con la resolución de los convertidores A/D y D/A. La resolución oscilará según el tipo de tarjeta entre 15 bits mas signo (+S) y 8 bits. Como es lógico, cuantos más bits de resolución tengan los convertidores, mayor definición y precisión, y mayor será la exactitud de la lectura o escritura. Por contra, también será mayor el tiempo de conversión y por lo tanto las variaciones en el proceso tardarán más en reflejarse en el PLC.

WORD	BYTE ALTO								BYTE BAJO							
Posición del bit	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
Peso del bit	2^{15}	2^{14}	2^{13}	2^{12}	2^{11}	2^{10}	2^9	2^8	2^7	2^6	2^5	2^4	2^3	2^2	2^1	2^0
Dato	S	VALOR DEL DATO DIGITAL														

- Si la resolución de los convertidores es menor a 15 bits (+ S) el dato es justificado a la izquierda con ceros en los bits menos significativos.

Resolución Nº de BITS	Incremento mínimo del dato		Dato																			
	Decimal	Hexadecimal	Byte alto								Byte bajo											
8	128	40H	S	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	x	x	x	x	x	x	x	x
9	64	30H	S	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	x	x	x	x	x	x	x
10	32	20H	S	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	x	x	x	x	x	x
11	16	10H	S	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	x	x	x	x	x
12	8	8H	S	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	x	x	x	x
13	4	4H	S	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	x	x	x
14	2	2H	S	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	x	x
15	1	1H	S	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1

6 Codificación de datos para E/S Analógicas.

WORD	BYTE ALTO								BYTE BAJO							
Posición del bit	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
Peso del bit	2^{15}	2^{14}	2^{13}	2^{12}	2^{11}	2^{10}	2^9	2^8	2^7	2^6	2^5	2^4	2^3	2^2	2^1	2^0
Dato	S	VALOR DEL DATO DIGITAL														

- En el área de 16 bits los valores posibles son: $2^{16} = 65536$ (valor entero) (E/S unipolar).
 - Si la E/S es bipolar (+/-) necesitamos un bit de signo (S) y ahora los valores serían: **-32768 a +32768.**
- EJEMPLO:** Para un módulo de entradas de 12 bits la resolución será: $2^{12} = 4096$. Pero nosotros veremos X cantidad de resolución, dependiendo de la tarjeta analógica.
- Tarjeta 8 bits= 28 =256 (2^8) de resolución x 128 (2^7) = 32768 cantidad de resolución
 - Tarjeta 12 bits= 212 =4096 (2^{12}) de resolución x 8 (2^3) = 32768 cantidad de resolución
- Dado que hay que tener en cuenta los valores de rebasamiento y desbordamiento, **la resolución en la práctica es 27648.**

Por ejemplo, para una entrada de +/- 10 V y medidas entre 0 y 1000 litros obtendré:

0 Litros ----- 0 500 Litros ----- 13824 1000 Litros ----- 27648

7 Codificación de datos para E/S Analógicas.

De forma genérica la distribución del **área de entradas** que se utiliza en los PLC es la siguiente:

15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
BS	2^{11} 2048	2^{10} 1024	2^9 512	2^8 256	2^7 128	2^6 64	2^5 32	2^4 16	2^3 8	2^2 2	2^1 2	2^0 1	X	E	D



De forma genérica la distribución del **área de salidas** que se utiliza en los PLC es la siguiente:

15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
BS	2^{10} 1024	2^9 512	2^8 256	2^7 128	2^6 64	2^5 32	2^4 16	2^3 8	2^2 2	2^1 2	2^0 1	X	X	X	X



8 Codificación de datos para E/S Analógicas.

Límites de lectura

Lectura +/-10 V:

Estado de lectura	Tensión en la entrada anal.	Valor de la entrada anal.
Desbordamiento positivo	$\geq 11,759$	32.767
Rebase positivo	De 11,7589 a 10,0004	De 32511 a 27649
Valor nominal	De 10,0 a -10,0	De 27648 a -27648
Rebase negativo	De -10,0004 a -11,759	De -27649 a -32512
Desbordamiento negativo	$\leq -11,76$	-32.768

Lectura 0 a 20 mA:

Estado de lectura	Corriente (mA)	Valor de la entrada anal.
Desbordamiento positivo	$\geq 23,516$	32.767
Rebase positivo	De 23,515 a 20,0007	De 32511 a 27649
Valor nominal	De 20 a 0	De 27648 a 0
Rebase negativo	De -0,0007 a -3,5185	De -1 a -4864
Desbordamiento negativo	$\leq -3,5193$	-32.768

Lectura 4 a 20 mA:

Estado de lectura	Corriente (mA)	Valor de la entrada anal.
Desbordamiento positivo	$\geq 22,815$	32.767
Rebase positivo	De 22,810 a 20,0005	De 32511 a 27649
Valor nominal	De 20 a 4	De 27648 a 0
Rebase negativo	De 3,9995 a 1,1852	De -1 a -4864
Desbordamiento negativo	$\leq 1,1845$	-32.768

9 Codificación de datos para E/S Analógicas.

Rangos de entradas para tensión bipolares (+/-V). 15 bits de resolución

System			Voltage measuring range				Range
	dec.	hex.	±10V	±5V	±2.5V	±1 V	
118.515 %	32767	7FFF	11.851 V	5.926 V	2.963 V	1.185 V	Overflow
117.593 %	32512	7F00					
117.589 %	32511	7EFF	11.759 V	5.879 V	2.940 V	1.176 V	Overrange
	27649	6C01					
100.000 %	27648	6C00	10.000 V	5.000 V	2.500 V	1.000 V	Nom. range
75.000 %	20736	5100	7.500 V	3.75 V	1.875 V	0.750 V	
0.003617 %	1	1	361.7 µV	180.8 µV	90.4 µV	36.17 µV	
0 %	0	0	0 V	0 V	0 V	0 V	
-0.003617 %	-1	FFFF	-361.7 µV	-180.8 µV	-90.4 µV	-36.17 µV	
-75.00 %	-20736	AF00	-7.500 V	-3.750 V	-1.875 V	-0.750 V	
-100.000 %	-27648	9400	-10.000 V	-5.000 V	-2.500 V	-1.000 V	
	-27649	93FF					Underrange
-117.593 %	-32512	8100	-11.759 V	-5.879 V	-2.940 V	-1.176 V	
-117.596 %	-32513	80FF					Underflow
-118.519 %	-32768	8000	-11.851 V	-5.926 V	-2.963 V	-1.185 V	

10 Codificación de datos para E/S Analógicas.

Rango de valores para entradas de corrientes bipolares (+/-V). 15 bits de resolución

System			Current measuring range			Range	
	dec.	hex.	±20 mA	±10 mA	±3.2 mA		
118.515 %	32767	7FFF	23.70 mA	11.85 mA	3.79 mA	Overflow	
117.593 %	32512	7F00					
117.589 %	32511	7EFF	23.52 mA	11.76 mA	3.76 mA	Overrange	
	27649	6C01					
100.000 %	27648	6C00	20 mA	10 mA	3.2 mA	Nom. range	
75 %	20736	5100	15 mA	7.5 mA	2.4 mA		
0.003617 %	1	1	723.4 nA	361.7 nA	115.7 nA		
0 %	0	0	0 mA	0 mA	0 mA		
-0.003617 %	-1	FFFF	-723.4 nA	-361.7 nA	-115.7 nA		
-75 %	-20736	AF00	-15 mA	-7.5 mA	-2.4 mA		
-100.000 %	-27648	9400	-20 mA	-10 mA	-3.2 mA		
	-27649	93FF					
-117.593 %	-32512	8100	-23.52 mA	-11.76 mA	-3.76 mA		Underrange
-117.596%	-32513	80FF					Underflow
118.519 %	-32768	8000	-23.70 mA	-11.85 mA	-3.79 mA		

11 Codificación de datos para E/S Analógicas.

Rango de valores para entradas de tensión unipolares. 15 bits de resolución

System			Voltage measuring range		Range
	dec.	hex.	1 to 5 V	0 to 10 V	
118.515 %	32767	7FFF	5.741 V	11.852 V	Overflow
117.593 %	32512	7F00			
117.589 %	32511	7EFF	5.704 V	11.759 V	Overrange
	27649	6C01			
100.000 %	27648	6C00	5 V	10 V	
75 %	20736	5100	3.00 V	7.5 V	
0.003617 %	1	1	1 V + 144.7 μ V	0 V + 361.7 μ V	Nom. range
0 %	0	0	1 V	0 V	
-0.003617 %	-1	FFFF	1 V - 144.7 μ V	negative values not possible	Underrange
-17.593 %	-4864	ED00	0.296 V		
	-4865	ECFF			Underflow
\leq -17.596 %	-32768	8000			

12 Codificación de datos para E/S Analógicas.

Rango de valores para entradas de corriente unipolares. 15 bits de resolución

System			Current measuring range		Range
	dec.	hex.	0 to 20 mA	4 to 20 mA	
118.515 %	32767	7FFF	23.70 mA	22.96 mA	Overflow
117.593 %	32512	7F00			
117.589 %	32511	7EFF	23.52 mA	22.81 mA	Overrange
	27649	6C01			
100.000 %	27648	6C00	20 mA	20 mA	Nom. range
75 %	20736	5100	15 mA	16 mA	
0.003617 %	1	1	723.4 nA	4 mA + 578.7 nA	
0 %	0	0	0 mA	4 mA	
-0.003617 %	-1	FFFF	-723.4 nA	4 mA - 578.7 nA	Underrange
-17.593 %	-4864	ED00	-3.52 mA	1.185 mA	
	-4865	ECFF			Underflow
≤ -17.596 %	-32768	8000			

14 Codificación de datos para E/S Analógicas.

Rango de los sensores unipolares. 14 bits de resolución

Cartas de 1 bit (signo) + 14 bits de resolución

RANGO		VALOR DIGITAL DE LA MEDIDA														VALOR ANALOGICO DE LA MEDIDA			
		Decimal	Hexadecimal	Binario															
				S	Byte alto							Byte bajo							
																	0 ... 10 V	4 ... 20 mA	
Overflow	Máximo	32767	7FFF	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	11,85 V	22,96 mA
	Mínimo	32514	7F02																
Overrange	Máximo	32511	7EFF	0	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	0	11,75 V	22,81 mA
	Mínimo	27650	6C02																
Nominal range	Máximo	27648	6C00	0	1	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	10 V	20 mA
	Mínimo	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	723,4 µV	4mA+1,15µA
	Valor 0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0 mV	4 mA

15 Codificación de datos para E/S Analógicas.

Rango de los sensores unipolares. 13 bits de resolución

Cartas de 1 bit (signo) + 13 bits de resolución

RANGO		VALOR DIGITAL DE LA MEDIDA													VALOR ANALOGICO DE LA MEDIDA						
		Decimal	Hexadecimal	Binario																	
				S	Byte alto						Byte bajo										
																	0 ... 10 V	4 ... 20 mA			
Overflow	Máximo	32767	7FFF	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	11,85 V	22,96 mA	
	Mínimo	32516	7F04																		
Overrange	Máximo	32511	7EFF	0	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	0	0	11,75 V	22,81 mA	
	Mínimo	27652	6C04																		
Nominal range	Máximo	27648	6C00	0	1	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10 V	20 mA	
	Mínimo	4	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1,44 mV	4mA+2,31µA
	Valor 0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0 mV	4 mA

16 Codificación de datos para E/S Analógicas.

Rango de los sensores unipolares. 12 bits de resolución

Cartas de 1 bit (signo) + 12 bits de resolución

RANGO		VALOR DIGITAL DE LA MEDIDA											VALOR ANALOGICO DE LA MEDIDA									
		Decimal	Hexadecimal	Binario																		
				S	Byte alto							Byte bajo										
																	0 ... 10 V	4 ... 20 mA				
Overflow	Máximo	32767	7FFF	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	11,85 V	22,96 mA		
	Mínimo	32520	7F08																			
Overrange	Máximo	32511	7EFF	0	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	0	0	0	11,75 V	22,81 mA		
	Mínimo	27656	6C08																			
Nominal range	Máximo	27648	6C00	0	1	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10 V	20 mA		
	Mínimo	8	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	2,89 mV	4mA+4,62µA
	Valor 0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0 mV

17 Codificación de datos para E/S Analógicas.

Rango de los sensores unipolares. 11 bits de resolución

Cartas de 1 bit (signo) + 11 bits de resolución

RANGO		VALOR DIGITAL DE LA MEDIDA											VALOR ANALOGICO DE LA MEDIDA								
		Decimal	Hexadecimal	Binario																	
				S	Byte alto					Byte bajo											
															0 ... 10 V	4 ... 20 mA					
Overflow	Máximo	32767	7FFF	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	11,85 V	22,96 mA	
	Mínimo	32520	7F10																		
Overrange	Máximo	32511	7EFF	0	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	0	0	0	0	11,75 V	22,81 mA
	Mínimo	27664	6C10																		
Nominal range	Máximo	27648	6C00	0	1	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10 V	20 mA	
	Mínimo	16	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5,78 mV	4mA+9,25µA	
	Valor 0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0 mV	4 mA	

18 Codificación de datos para E/S Analógicas.

Rango de medidas de tensión para Entradas y Salidas Analógicas del S7-1200

Datos técnicos	CPU	SB	SM
Tipo	Tensión (asimétrica)	Tensión o intensidad (diferencial)	Tensión o intensidad (diferencial), seleccionable en grupos de 2
Rango	De 0 a 10 V	± 10 V, ± 5 V, $\pm 2,5$ V ó de 0 a 20 mA	± 10 V, ± 5 V, $\pm 2,5$ V ó de 0 a 20 mA
Resolución	10 bits	11 bits + bit de signo	12 bits + bit de signo
Rango total (palabra de datos)	De 0 a 27648	De -27.648 a 27.648	De -27.648 a 27.648

Sistema		Rango de medida de tensión					
Decimal	Hexadecimal	± 10 V	± 5 V	$\pm 2,5$ V		De 0 a 10 V	
32767	7FFF	11,851 V	5,926 V	2,963 V	Rebase por exceso	11,851 V	Rebase por exceso
32512	7F00						
32511	7EFF	11,759 V	5,879 V	2,940 V	Rango de sobreimpulso	11,759 V	Rango de sobreimpulso
27649	6C01						
27648	6C00	10 V	5 V	2,5 V	Rango nominal	10 V	Rango nominal
20736	5100	7,5 V	3,75 V	1,875 V			
1	1	361,7 μ V	180,8 μ V	90,4 μ V			
0	0	0 V	0 V	0 V			
-1	FFFF						
-20736	AF00	-7,5 V	-3,75 V	-1,875 V	Rango de subimpulso	Los valores negativos no se soportan	
-27648	9400	-10 V	-5 V	-2,5 V			
-27649	93FF						
-32512	8100	-11,759 V	-5,879 V	-2,940 V			
-32513	80FF						
-32768	8000	-11,851 V	-5,926 V	-2,963 V	Rebase por defecto		

19 Codificación de datos para E/S Analógicas.

Rango de medidas de corriente para las Salidas Analógicas del S7-1200

Datos técnicos	SB	SM
Tipo	Tensión o intensidad	Tensión o intensidad
Rango	± 10 V ó 0 a 20 mA	± 10 V ó 0 a 20 mA
Resolución	Tensión: 12 bits Intensidad: 11 bits	Tensión: 14 bits Intensidad: 13 bits
Rango total (palabra de datos) (V. nota 1)	Tensión: De -27.648 a 27.648 Intensidad: De 0 a 27.648	Tensión: De -27.648 a 27.648 Intensidad: De 0 a 27.648
Precisión (25 °C / de 0 a 55 °C)	$\pm 0,5\%$ / $\pm 1\%$ de rango máximo	$\pm 0,3\%$ / $\pm 0,6\%$ de rango máximo
Tiempo de estabilización (95% del nuevo valor)	Tensión: 300 μ S (R), 750 μ S (1 uF) Intensidad: 600 μ S (1 mH), 2 ms (10 mH)	Tensión: 300 μ S (R), 750 μ S (1 uF) Intensidad: 600 μ S (1 mH), 2 ms (10 mH)
Impedancia de carga	Tensión: $\geq 1000 \Omega$ Intensidad: $\leq 600 \Omega$	Tensión: $\geq 1000 \Omega$ Intensidad: $\leq 600 \Omega$

Sistema		Rango de salida de intensidad	
Decimal	Hexadecimal	0 mA a 20 mA	
32767	7FFF	V. nota 1	Rebase por exceso
32512	7F00	V. nota 1	
32511	7EFF	23,52 mA	Rango de sobreimpulso
27649	6C01		
27648	6C00	20 mA	Rango nominal
20736	5100	15 mA	
1	1	723,4 nA	
0	0	0 mA	

20 Escalado y desescalado de valores analógicos.

Los datos de las áreas de E/S son valores enteros comprendidos entre 0 y 27648, para un rango definido de tensión o intensidad. Dichos valores son los que “entiende” y procesará la CPU.

Si los datos analógicos quieren tratarse en el programa como valores físicos reales (temperatura, presión, caudal, etc.), es preciso escalar o desescalar dichos datos. De esta forma tendremos una mejor comprensión del programa.



Sensor (0-10V) → A/D → Registro (0-27648) → **ESCALADO** (0-1000L) → Programa OB1



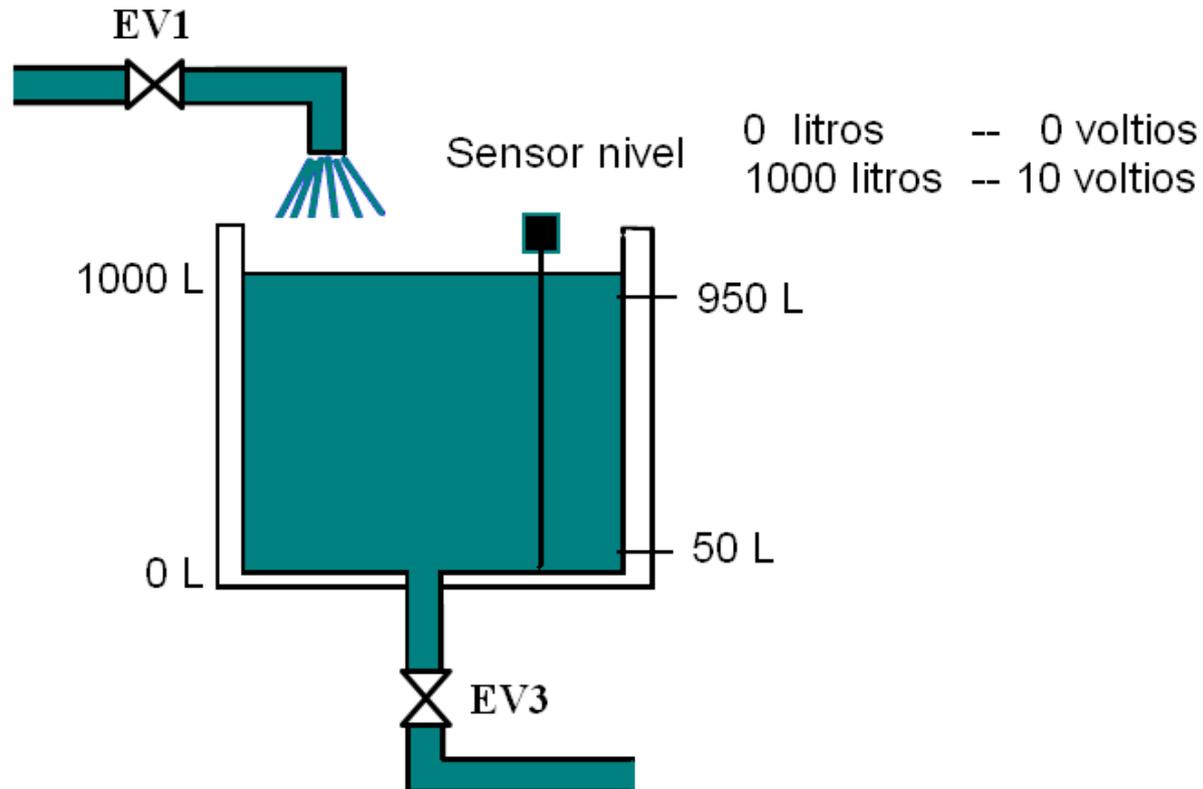
Programa OB1 (0-1000 L) → **DESESCALADO** → Registro (0-27648) → D/A → (0-10V)



21 Escalado de valores analógicos.

EJEMPLO: Control de llenado de un depósito mediante sensor analógico.

Se desea supervisar el llenado de un depósito de manera que la electroválvula EV1 se active para el llenado del depósito cuando a éste le queden tan sólo 50 litros, y que se desactive cuando tenga 950 litros. Para el control, se dispone de un sensor de nivel analógico calibrado para la lectura entre 0 y 1000 litros. La señal que entrega el sensor de nivel está comprendida entre 0 y 10 V para los niveles mínimo y máximo respectivamente.



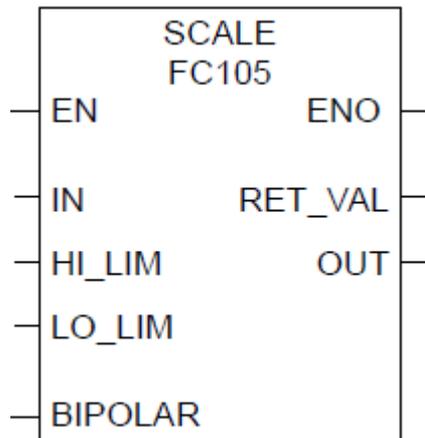
22 Escalado de valores analógicos con S7-300 mediante la función FC105.

EJEMPLO: Control de llenado de un depósito mediante sensor analógico.

El escalado para las señales entre 0 V (0 litros) y de 10 V (1000 litros) el convertidor A/D interno del PLC entregará valores enteros comprendidos entre 0 y 27648 respectivamente. El escalado de estos valores lo realizaremos mediante la función FC105.

La función "Escalar valores" SCALE " (FC105) toma un valor entero en la entrada IN y lo convierte en un valor real, convirtiéndolo a escala en un rango comprendido entre un límite inferior (LO_LIM) y un límite superior (HI_LIM). El resultado de la función SCALE se obtiene en la salida OUT mediante la aplicación de la siguiente fórmula:

$$\text{FC105} \rightarrow \boxed{\text{OUT} = \lceil \text{FLOAT}(\text{IN}) - \text{K1}/(\text{K2}-\text{K1}) * (\text{HI_LIM} - \text{LO_LIM}) \rceil + \text{LO_LIM}} \rightarrow \text{OUT} = \text{número real}$$



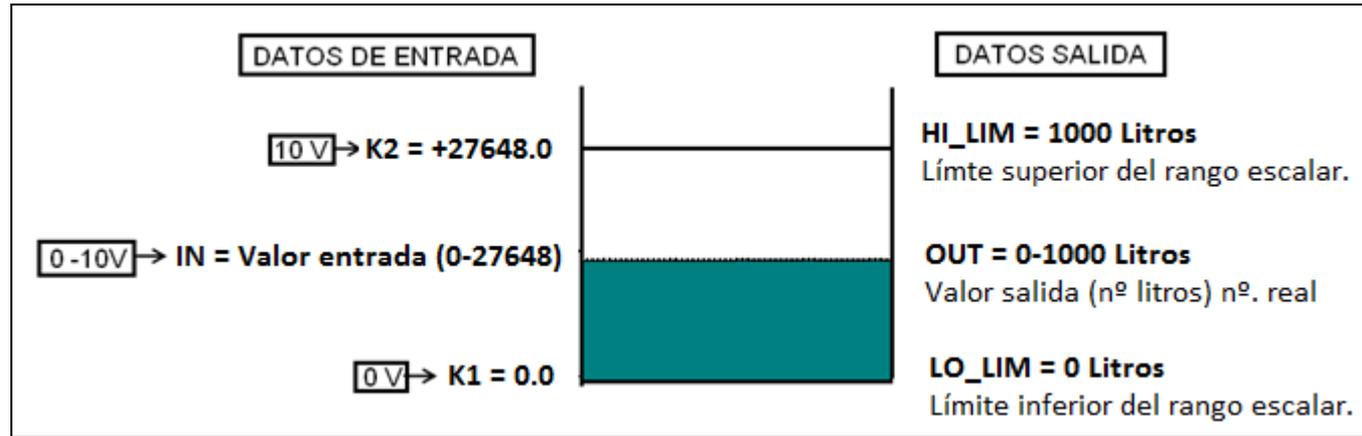
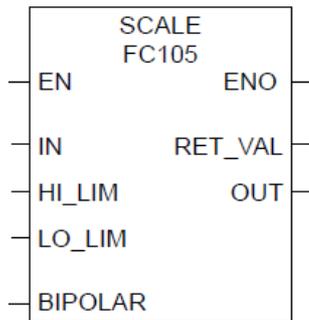
Las constantes K1 y K2 se aplican de forma diferente, dependiendo de si el valor de entrada es BIPOLAR o UNIPOLAR.

BIPOLAR: Se supone que el valor entero de entrada debe estar entre -27648 y 27648, por lo tanto, K1 = -27648.0 y K2 = +27648.0

UNIPOLAR: Se supone que el valor entero de entrada debe estar entre 0 y 27648, por lo tanto, K1 = 0.0 y K2 = +27648.0

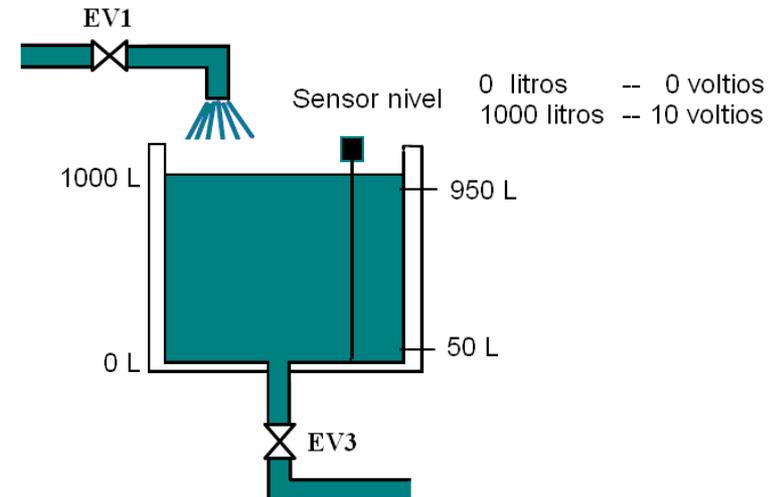
23 Escalado de valores analógicos con S7-300 mediante la función FC105.

EJEMPLO: Control de llenado de un depósito mediante sensor analógico.



Parámetros de la función SCALE (FC105)

Parámetro	Declaración	Tipo de datos	Area de memoria	Descripción
EN	Entrada	BOOL	E, A, M, D, L	La entrada de habilitación con estado de señal 1 activa el cuadro.
ENO	Salida	BOOL	E, A, M, D, L	La salida de habilitación tiene el estado de señal 1 si la función se ejecuta sin errores.
IN	Entrada	INT	E, A, M, D, L, P, o constante	Valor de entrada a convertir a escala en valor REAL.
HI_LIM	Entrada	REAL	E, A, M, D, L, P, o constante	Límite superior del rango escalar.
LO_LIM	Entrada	REAL	E, A, M, D, L, P, o constante	Límite inferior del rango escalar.
BIPOLAR	Entrada	BOOL	E, A, M, D, L	El estado de señal 1 indica que el valor de entrada es bipolar; con el estado de señal 0 indica que es unipolar.
OUT	Salida	REAL	E, A, M, D, L, P, o constante	Resultado de la conversión a escala.
RET_VAL	Salida	WORD	E, A, M, D, L, P	Da el valor W#16#0000 cuando la función se ejecuta sin errores; si los valores son distintos de W#16#0000, véase la información sobre errores.

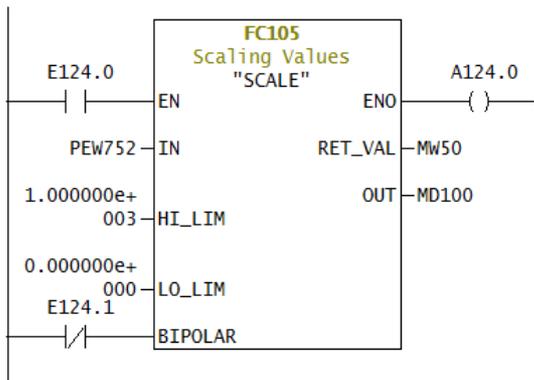


24 Escalado de valores analógicos con S7-300 mediante la función FC105.

En la figura muestra cómo opera la función FC105. La función se ejecuta cuando el estado de señal de la entrada E 124.0 es 1 (activada). En este ejemplo, el valor entero 13824 procedente de la entrada analógica PEW752 se convierte en un valor REAL escalar entre 0.0 (LO_LIM) y 1000.0 (HI_LIM), y éste se escribe en la salida OUT.

El valor de entrada es BIPOLAR, tal como lo indica el estado de señal de la entrada E124.1.

Si la función se ejecuta sin errores, los estados de señal de la salida de habilitación (ENO) y de la salida A124.0 se ponen a 1 (activadas), y el valor de respuesta toma el valor W#16#0000.



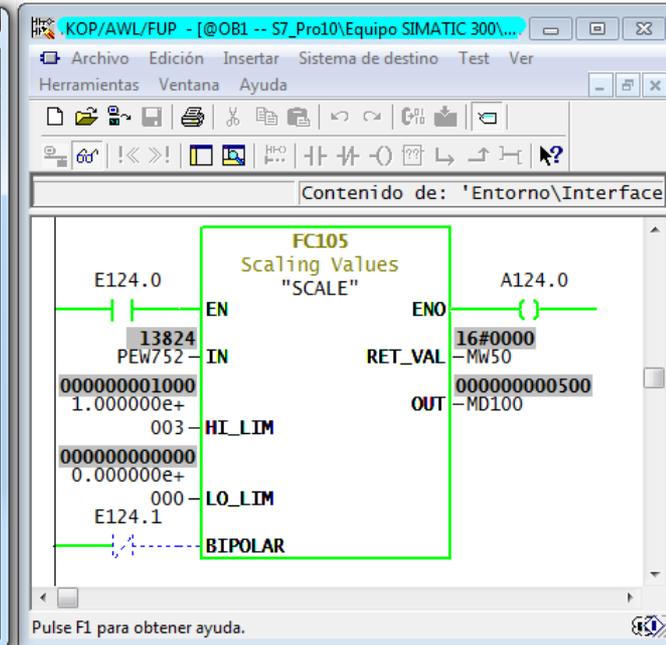
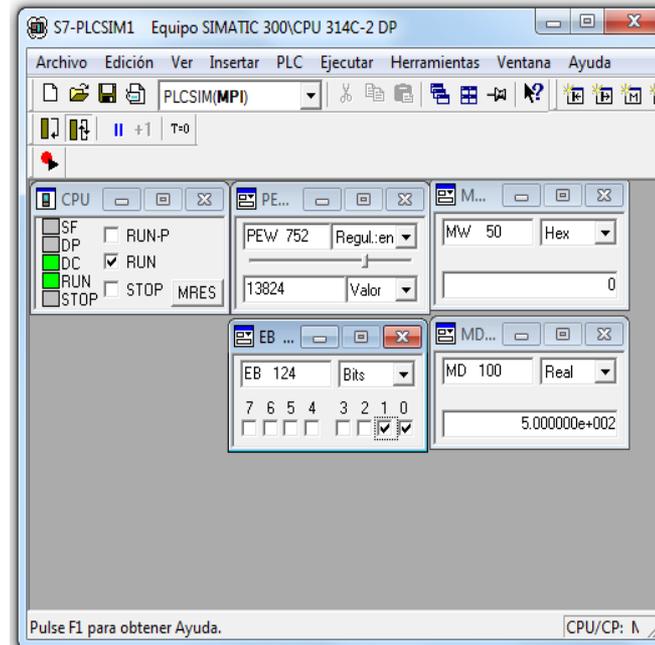
Resultado simulación con S7-PLCSIM

IN → PEW752 = 13824 (0 a 27648)

HI_LIM → 1000.0

LO_LIM → 0.0

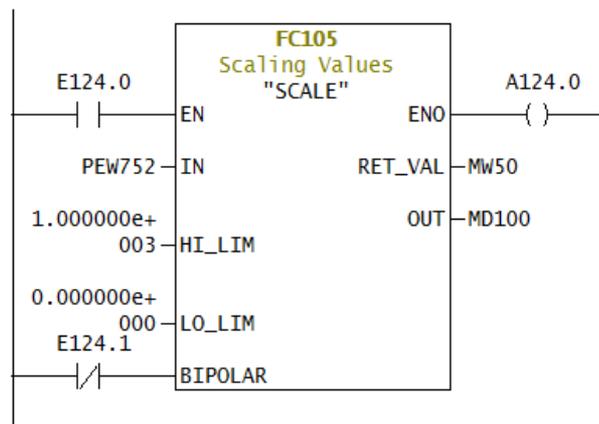
OUT → MD100 = 500 Litros



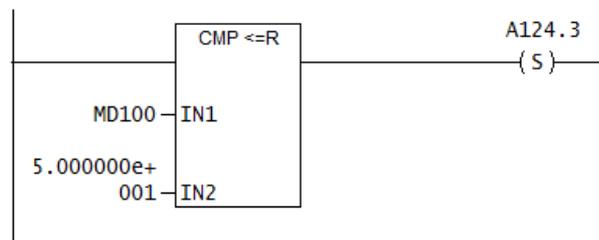
25 Programa de control con S7-300

OB1 : "Main Program Sweep (Cycle)"

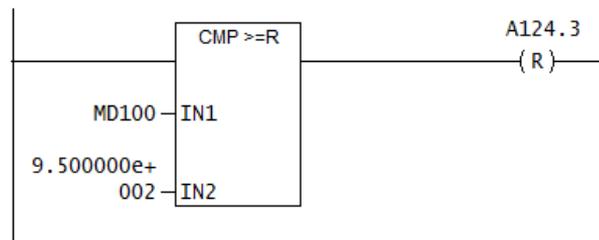
Segm. 1: Título:



Segm. 2: Título:

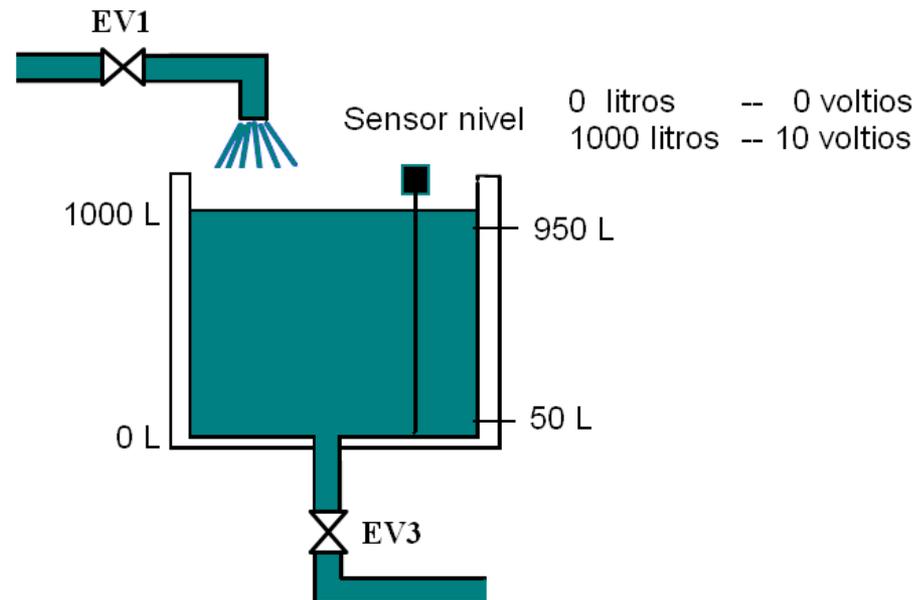


Segm. 3: Título:



Se desea supervisar el llenado de un depósito de manera que la electroválvula EV1 se active para el llenado del depósito cuando a éste le queden tan sólo 50 litros, y que se desactive cuando tenga 950 litros. Para el control, se dispone de un sensor de nivel analógico calibrado para la lectura entre 0 y 1000 litros. La señal que entrega el sensor de nivel está comprendida entre 0 y 10 V para los niveles mínimo y máximo respectivamente.

Electroválvula EV1 → A124.3



26 Desescalado de valores analógicos con S7-300 mediante la función FC106.

EJEMPLO: Regulación de la velocidad de un ventilador.

Un ventilador gira entre 0 y 1400 rev/min en función de los 0-10 V. de salida de una tarjeta analógica. Hacer el programa para que al accionar la E124.1 gire a 500 rev/min, y al accionar la E124.2 gire a 1000 rev/min.

La función "Desescalar valores" (UNSCALE) FC106 toma en la entrada IN un valor real que está ajustado a escala en un rango comprendido entre un límite inferior y un límite superior (LO_LIM y HI_LIM), y lo convierte en un valor entero. El resultado se escribe en la salida OUT. La función UNSCALE aplica la fórmula siguiente:

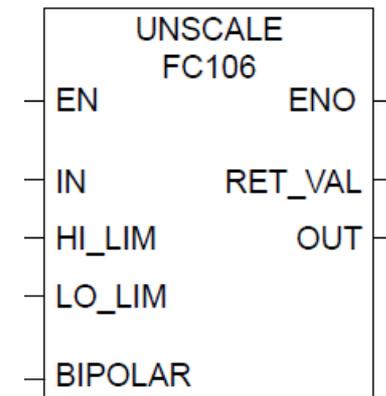
$$FC106 \rightarrow \boxed{OUT = [((IN-LO_LIM)/(HI_LIM-LO_LIM)) * (K2-K1)] + K1} \rightarrow OUT = \text{número entero}$$

Las constantes K1 y K2 se aplican de forma diferente, dependiendo de si el valor de entrada es BIPOLAR o UNIPOLAR.

BIPOLAR: Se supone que el valor entero de entrada debe estar entre -27648 y 27648, por lo tanto, K1 = -27648.0 y K2 = +27648.0

UNIPOLAR: Se supone que el valor entero de entrada debe estar entre 0 y 27648, por lo tanto, K1 = 0.0 y K2 = +27648.0

Parámetro	Declaración	Tipo de datos	Area de memoria	Descripción
EN	Entrada	BOOL	E, A, M, D, L	La entrada de habilitación con estado de señal 1 activa el cuadro.
ENO	Salida	BOOL	E, A, M, D, L	La salida de habilitación tiene el estado de señal 1 si la función se ejecuta sin errores.
IN	Entrada	REAL	E, A, M, D, L, P, o constante	Valor de entrada a desescalar convirtiéndolo en un valor entero.
HI_LIM	Entrada	REAL	E, A, M, D, L, P, o constante	Límite superior del rango escalar.
LO_LIM	Entrada	REAL	E, A, M, D, L, P, o constante	Límite inferior del rango escalar.
BIPOLAR	Entrada	BOOL	E, A, M, D, L	El estado de señal 1 indica que el valor de entrada es bipolar; con el estado de señal 0 indica que es unipolar.
OUT	Salida	INT	E, A, M, D, L, P	Resultado del desescalado.
RET_VAL	Salida	WORD	E, A, M, D, L, P	Da el valor W#16#0000 cuando la función se ejecuta sin errores; si los valores son distintos de W#16#0000, véase la información sobre errores.



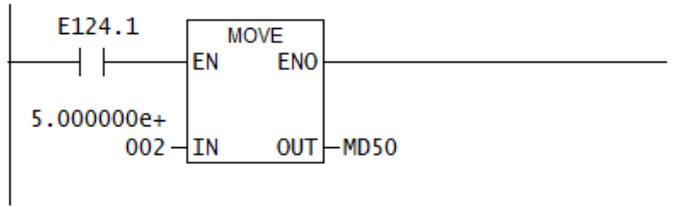
27

Programa de control con S7-300

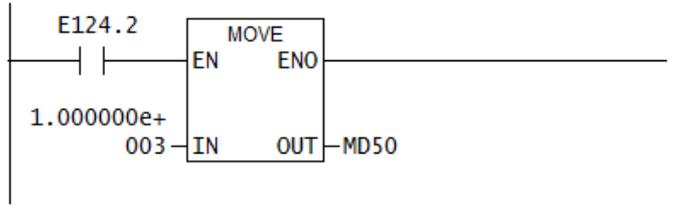
Un ventilador gira entre 0 y 1400 rev/min en función de los 0-10 V. de salida de una tarjeta analógica. Hacer el programa para que al accionar la E124.1 gire a 500 rev/min, y al accionar la E124.2 gire a 1000 rev/min.

OBI : "Main Program Sweep (Cycle)"

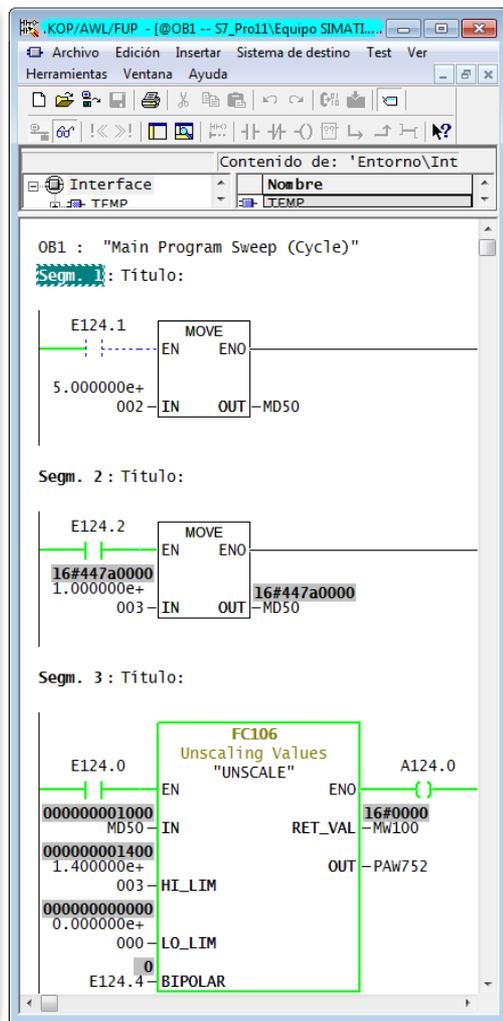
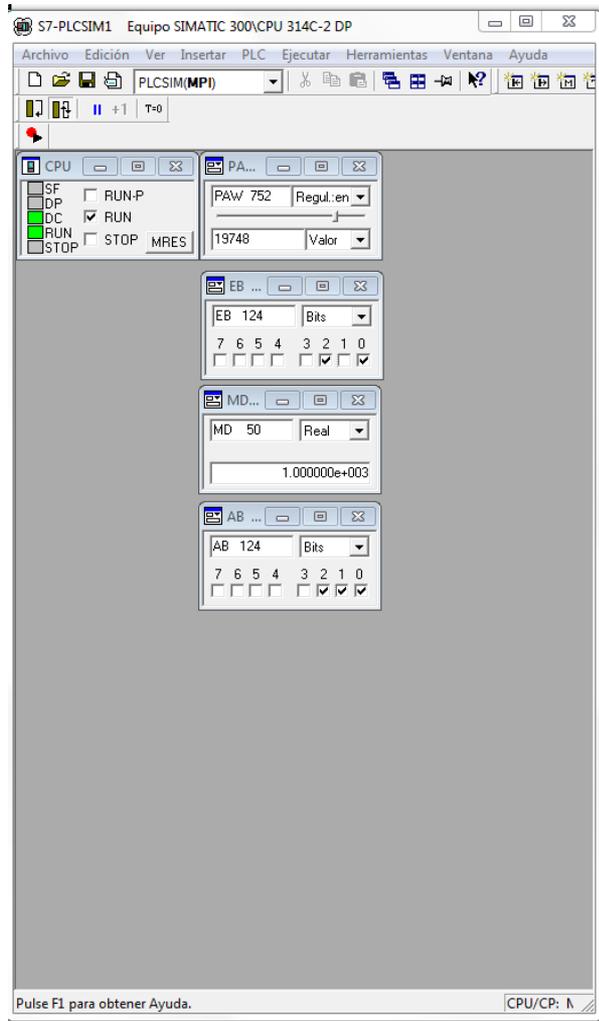
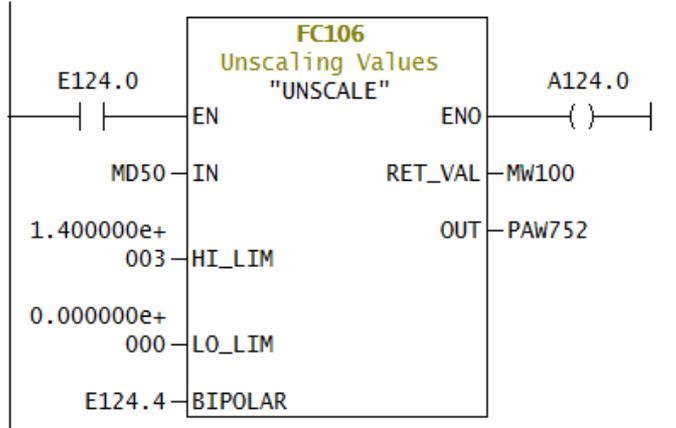
Segm. 1: Título:



Segm. 2: Título:



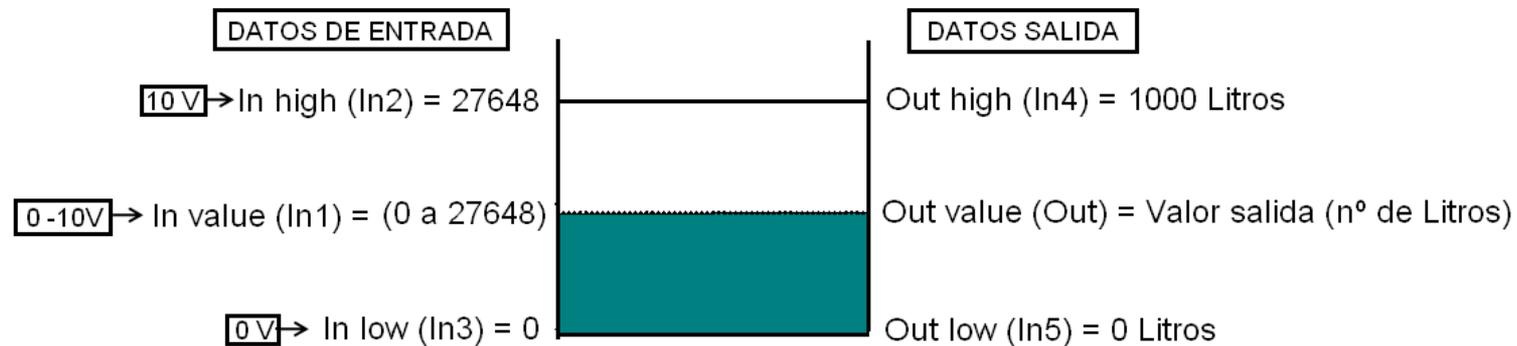
Segm. 3: Título:



28 Escalado y desescalado de valores analógicos con S7-1200.

EJEMPLO: Control de llenado de un depósito mediante sensor analógico.

Para señales entre 0 V (0 litros) y de 10 V (1000 litros) el convertidor A/D interno del PLC entregará valores enteros comprendidos entre 0 y 27648 respectivamente.



Función Escalado S7-1200 →
$$\text{OUT} = (\text{in4} - \text{In5}) / (\text{In2} - \text{In3}) * (\text{In1} - \text{In3}) + \text{In5}$$
 → OUT= número real

Out _{value}	(Out)	Valor de salida escalado
In _{value}	(In1)	Valor de entrada analógica
In _{high}	(In2)	Límite superior del valor de entrada escalado
In _{low}	(In3)	Límite inferior del valor de entrada escalado
Out _{high}	(In4)	Límite superior del valor de salida escalado
Out _{low}	(In5)	Límite inferior del valor de salida escalado

29 Escalado de valores analógicos con S7-1200.

CONSIDERACIONES INICIALES:

El S7-1200 dispone de la función "CALCULATE" que nos permite realizar cálculos matemáticos.

NOTA IMPORTANTE: La función ha de configurarse para el cálculo con números reales.

The image shows the configuration of the 'CALCULATE Real' instruction in the SIMATIC Manager. The instruction is connected to the EN bus and outputs to ENO. The output variable is 'OUT' (MD200), and the input variable is 'Tag_1' (IW64). The calculation formula is: $OUT := (IN4 - IN5) / (IN2 - IN3) * (IN1 - IN3) + IN5$.

The 'Editar instrucción "Calcular"' dialog box is open, showing the same formula: $OUT := (IN4 - IN5) / (IN2 - IN3) * (IN1 - IN3) + IN5$. It also provides an example: $(IN1 + IN2) * (IN1 - IN2)$ and a list of possible instructions for Real: +, -, *, /, Abs, Neg, Exp, **, Frac, Ln, Sin, ASin, Cos, ACos, Tan, ATan, Sqr, Sqrt, Round, Ceil, Floor, Trunc.

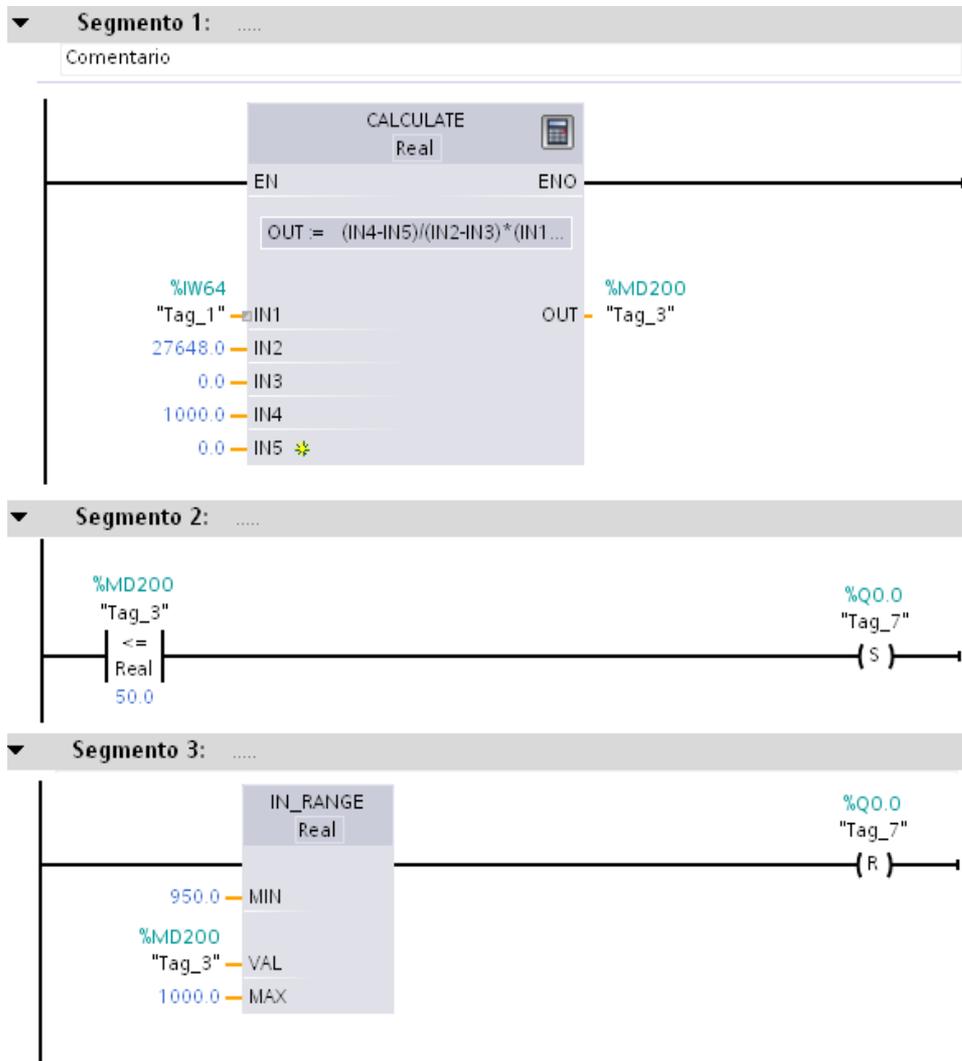
The input values for the instruction are:

- IN1: "Tag_1" (IW64)
- IN2: 27648.0
- IN3: 0.0
- IN4: 1000.0
- IN5: 0.0

The output variable is OUT (MD200), labeled as "Tag_3".

$$OUT = (in4 - In5) / (In2 - In3) * (In1 - In3) + In5$$

30 Escalado de valores analógicos con S7-1200.



Escala el valor de la entrada analógica IW64 (0-10V) que toma valores enteros entre 0 y +27648, a valores entre 0 y 1000 L (números reales).

La salida la tenemos en MD200 (32 bits).

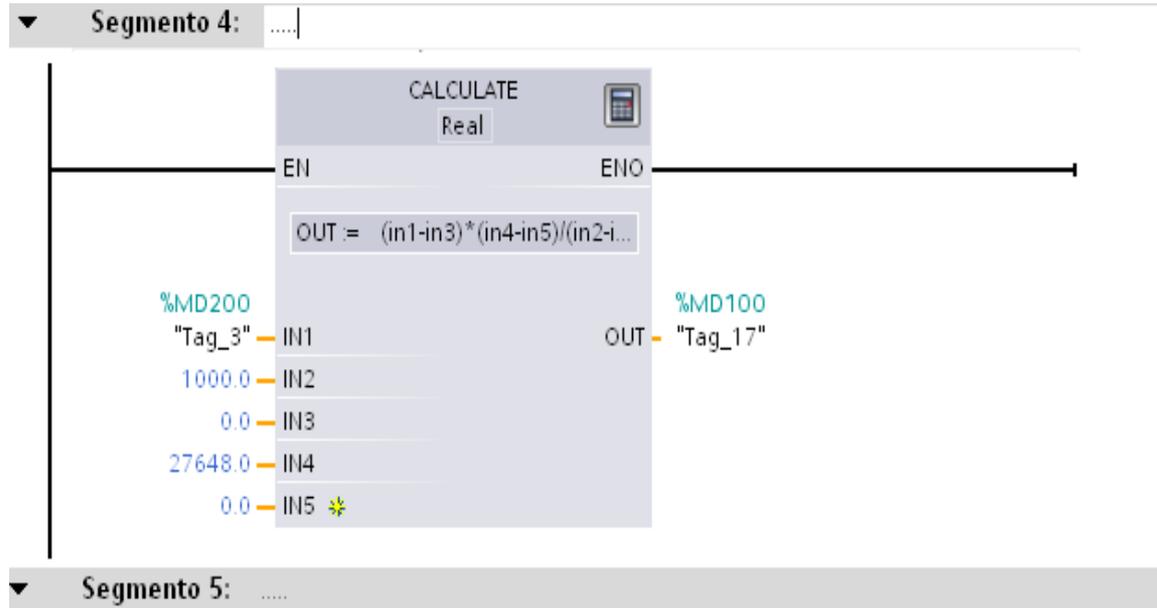
CALCULO: $(IN4-IN5)/(IN2-IN3)*(IN1-IN3)+IN5$

Pone a SET la salida Q0.0 si el sensor indica un valor igual o inferior a 50 litros.

Desactiva (RESET) la salida Q0.0 para valores entre 950 y 1000 litros.

31 Desescalado de valores analógicos con S7-1200.

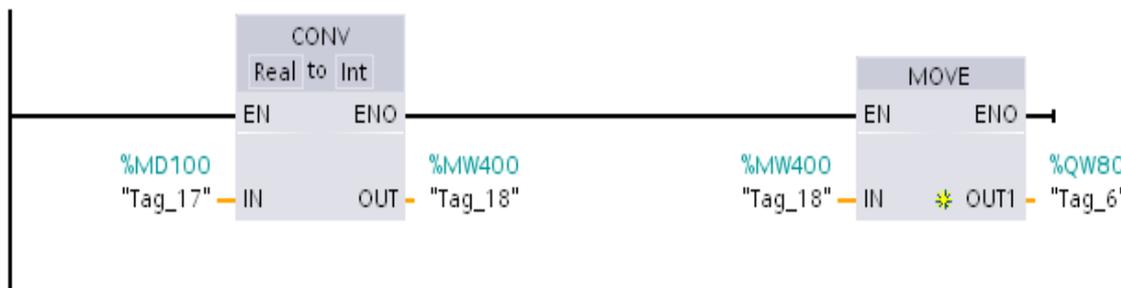
Desescalar de 0-1000 litros para salida analógica (0-10V)



Convierte los valores entre 0 y 1000 litros del depósito a valores entre 0 (0 V) y 27648 (+10V) que posteriormente volveremos a sacar por la salida analógica QW80.

CALCULO PARA DESESCALADO:

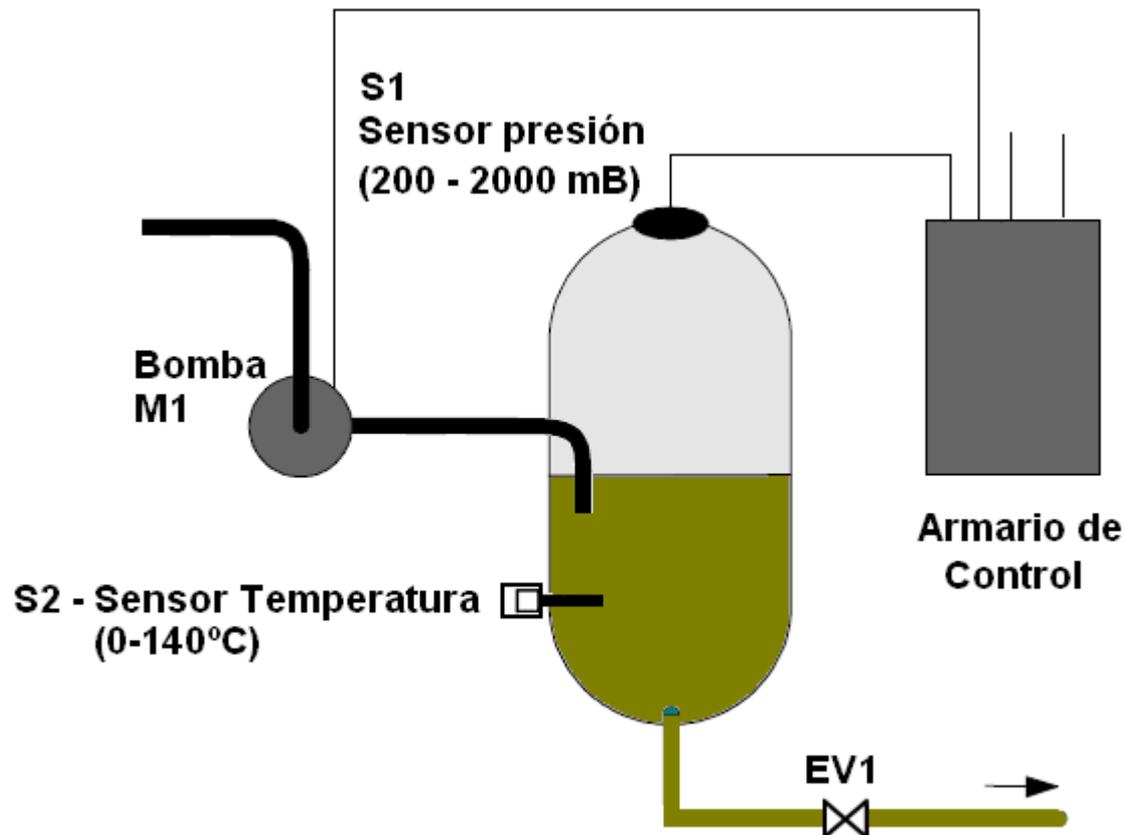
$$OUT = (IN1 - IN3) * (IN4 - IN5) / (IN2 - IN3) + IN3$$



Convertimos el valor real obtenido en la operación de desescalado en un valor entero para sacarlo por la salida analógica QW80 de la "signal board" SB1232.

Ejemplo Práctico Control de Presión y Temperatura en un depósito.

Se trata de controlar la presión y la temperatura de líquido contenido en un depósito, de manera que cuando la presión sea de 1200 mBares y la temperatura alcance el valor de 60 °C, la bomba M1 deje de funcionar y se abra la electroválvula EV1.



Ejemplo Práctico

Datos técnicos sensor de presión

Sensor IFM PI1696



Características del producto

Transmisor de presión programable
 Técnica de conexión de 2 hilos
 Punto cero y margen ajustables
 Unidades de indicación:
 bar, kPa, psi, inH2O, mWS, % del marge
 Salida analógica
 Display alfanumérico de 4 dígitos
 Rango de medición: -0,124...2,500 bar

Aplicación

Aplicación Tipo de presión: presión relativa
 Aplicaciones asépticas, fluidos viscosos y líquidos con gran contenido de partículas sólidas
 Fluidos líquidos y gaseosos

Resistencia a la presión [bar]	20
Presión de rotura mín. [bar]	50
Temperatura del fluido [°C]	-25...125 (145 max. 1h)

Datos eléctricos

Alimentación	DC
Tensión de alimentación [V]	20...32 DC
Resistencia de aislamiento [MΩ]	> 100 (500 V DC)
Clase de protección	III
Protección contra inversiones de polaridad	sí

Salidas

Salida	Salida analógica
Función de salida	4...20 (20...4) mA analógica (fondo de escala programable 1:4)
Resistente a sobrecargas	sí
Salida analógica	I: 4...20 mA / Ineg: 20...4 mA
Carga máx. [Ω]	max. 300

Rango de configuración / medicí

Rango de medición [bar]	-0,124...2,500
-------------------------	----------------

Margen de ajuste

Punto inicial analógico, ASP [bar]	-0,124...1,880
Punto final analógico AEP [bar]	0,500...2,500
en intervalos de [bar]	0,002
Configuración de fábrica	ASP = 0,000 bar; AEP = 2,500 bar

Ejemplo Práctico Datos técnicos sensor de presión

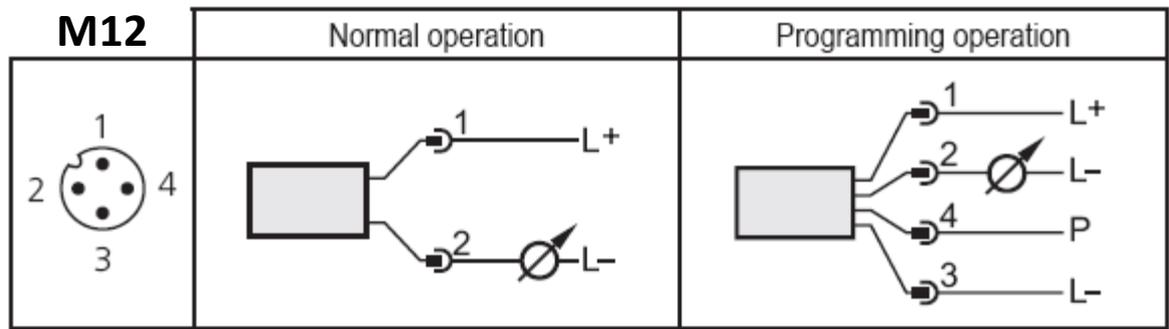
Sensor IFM PI1696

Rango: 0,124 a 2,5 Bares
Conexionado: 2 hilos
Salida señal: 4 a 20mA



NOTA:

Tenemos que calibrar o configurar el sensor para la medida de una presión mínima de 200 mB (4 mA) y una presión máxima de 2000 mB (20 mA).



Pin 1	Ub+
Pin 3	Ub-
Pin 4 (P)	P = communication via EPS / FDT interface
Pin 2 (OUT2)	analogue output for system pressure

Core colours of ifm sockets:
 1 = BN (brown), 2 = WH (white), 3 = BU (blue), 4 = BK (black)

Ejemplo Práctico

Datos técnicos sensor de temperatura

Sonda Tª PT1000
IFM TA3130

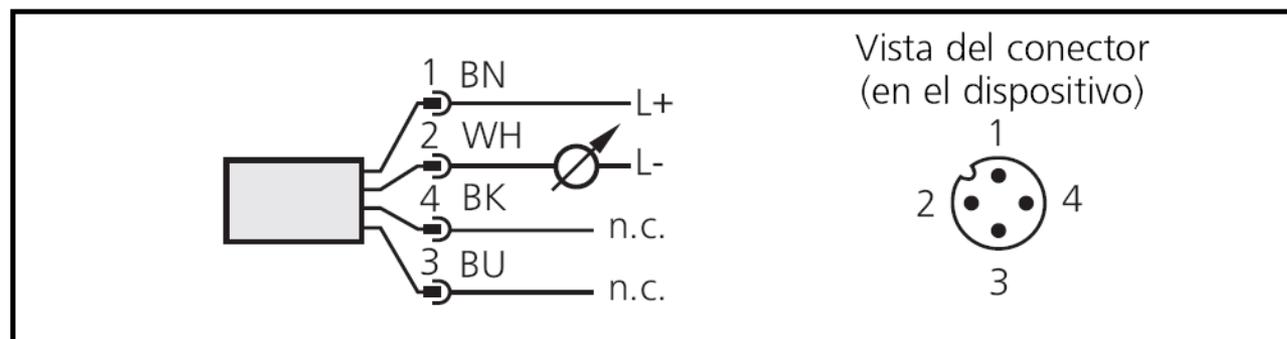


■ Características del producto	
Transmisor de temperatura	
Conexión por conector	
Conexión de proceso: G 1/4 A	
Longitud de la varilla: 60 mm	
Máx. temperatura de medios 145 °C / 293 °F (max. 40 min.)	
Salida analógica	
Rango de medición: 0...140 °C / 32...284 °F	
Elemento de medición: 1 x Pt 1000, según DIN EN 60751, clase A	
■ Aplicación	
Aplicación	fluidos líquidos y gaseosos
Profundidad de inmersión mínima [mm]	15
■ Datos eléctricos	
Alimentación	DC
Tensión de alimentación [V]	10...30 DC
Clase de protección	III
Protección contra inversiones de polaridad	sí
■ Salidas	
Salida	Salida analógica
Función de salida	4...20 mA analógica
Resistente a sobrecargas	sí
Salida analógica	4...20 mA; Rmax: 500 Ω
■ Rango de configuración / medición	
Rango de medición [°C/°F]	0...140 / 32...284
Resolución	
Salida analógica [K]	< 0,02
■ Precisión / diferencias	
Salida analógica [K]	± 0,1 (60°C / 140°F) / ± 0,5 (0...140°C / 32...284°F)
Coefficientes de temperatura (en % del margen por cada 10 K)	< ± 0,1 *****
■ Tiempos de reacción	
Tiempo de respuesta dinámico T05 / T09 [s]	1 / 3 *)
■ Condiciones ambientales	
Resistencia a la presión [bar]	400
Temperatura ambiente [°C]	-25...70
Temperatura de almacenamiento [°C]	-40...100

Ejemplo Práctico Datos técnicos sensor de temperatura

Sonda Tª PT1000
IFM TA3130

Rango: 0 – 140 °C
Conexión: 2 hilos
Salida señal: 4 a 20mA



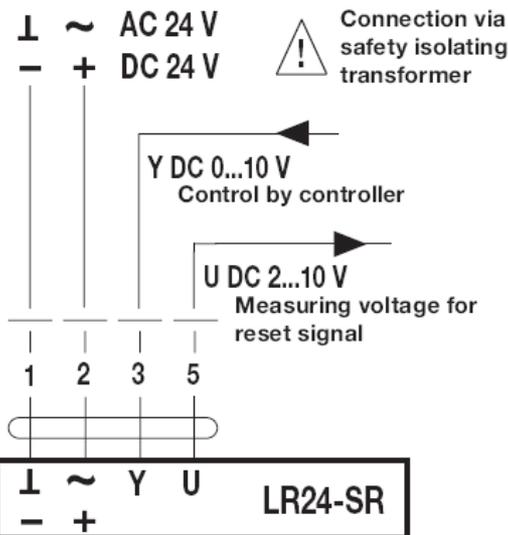
Colores de los hilos para los conectores hembra ifm:
 1 = BN (marrón), 2 = WH (blanco), 3 = BU (azul), 4 = BK (negro)
 n.c. = no utilizado.

Ejemplo Práctico

Datos técnicos Electroválvula BELINO Mod: LR24-SR



Standard connection

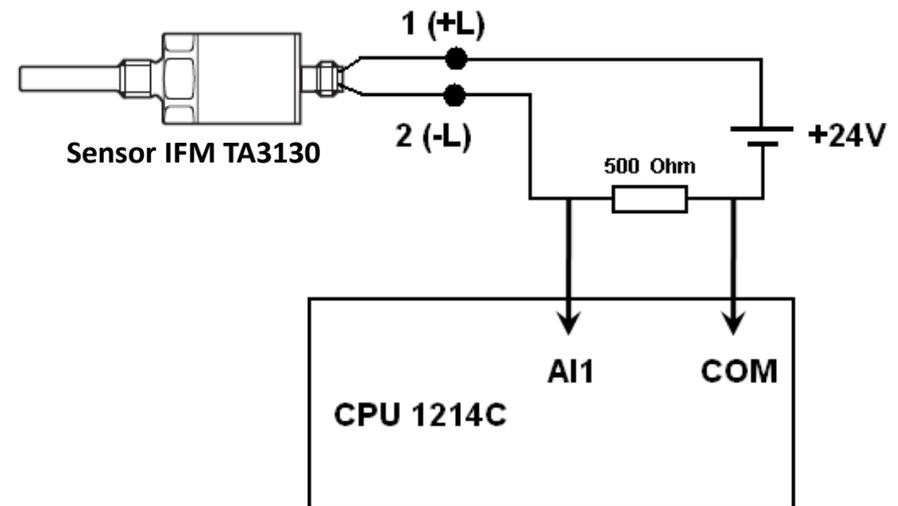
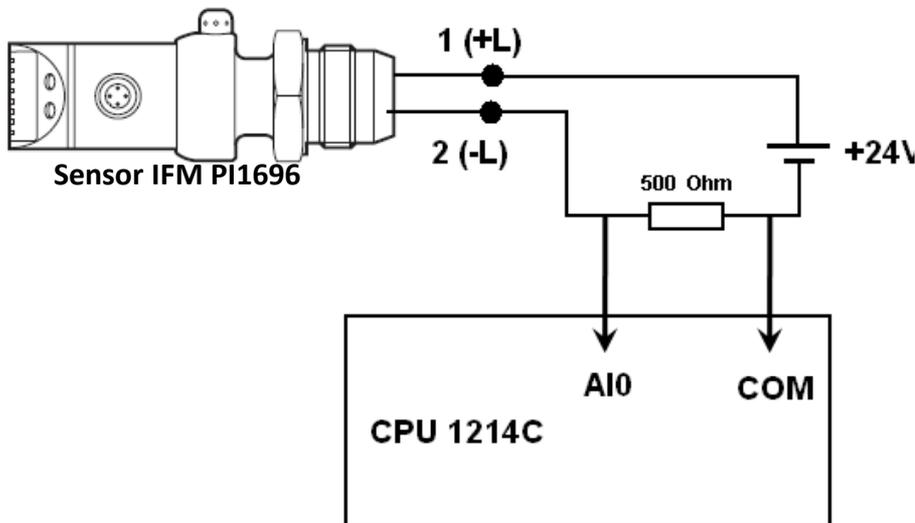
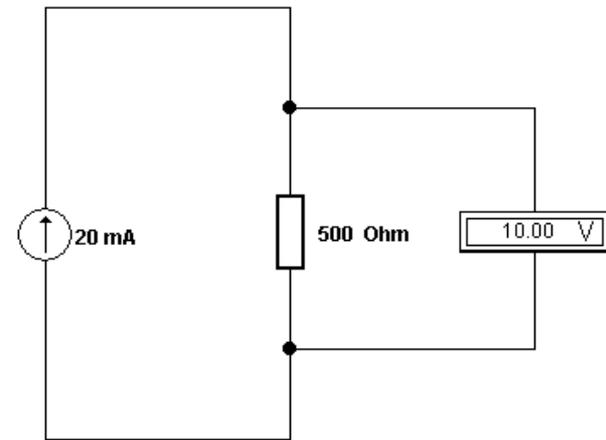
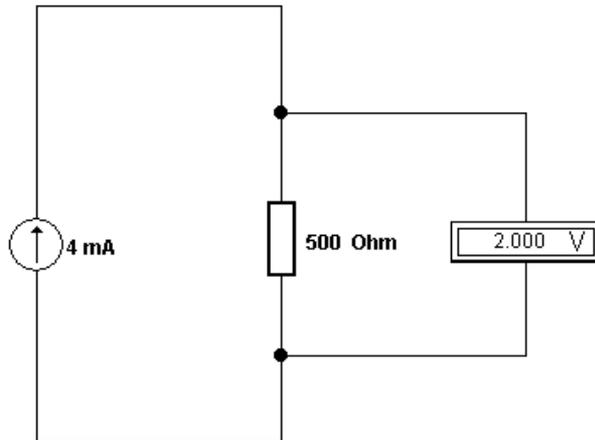


Technical data

Nominal voltage	AC 24 V 50/60 Hz, DC 24 V
Power supply range	AC 19.2...28.8 V, DC 21.6...28.8 V
For wire sizing	4 VA
Power consumption	2 W
Connection	Cable 1 m, 4 x 0.75 mm ²
Control	DC 0...10 V @ 100 kΩ input impedance
Operating range	DC 2...10 V for 0...100% ◁ (0...90°)
Position feedback	DC 2...10 V (max. 1 mA) for 0...100% ◁ (0...90°)
Uni-rotation	± 5%
Manual operation	Pushbutton, self-resetting
Torque	min. 4 Nm (at nominal voltage)
Running time	80...110 s (0...4 Nm)
Sound power level	max. 35 dB (A)
Position indication	Scale plate 0...1
Protection class	III Safety extra-low voltage
Degree of protection	IP 40
Ambient temperature range	0...+50°C (together with ball valve)
Temperature of medium	+5...+100°C (ball valve)
Non-operating temperature	-40...+80°C
Humidity test	To EN 60730-1
EMC	CE according to 89/336/EEC
Mode of operation	Type 1 EN 60730-1
Maintenance	Maintenance-free
Weight	0.55 kg (without ball valve)

Ejemplo Práctico Conversor corriente/tensión de 4-20 mA a Tensión (2-10V)

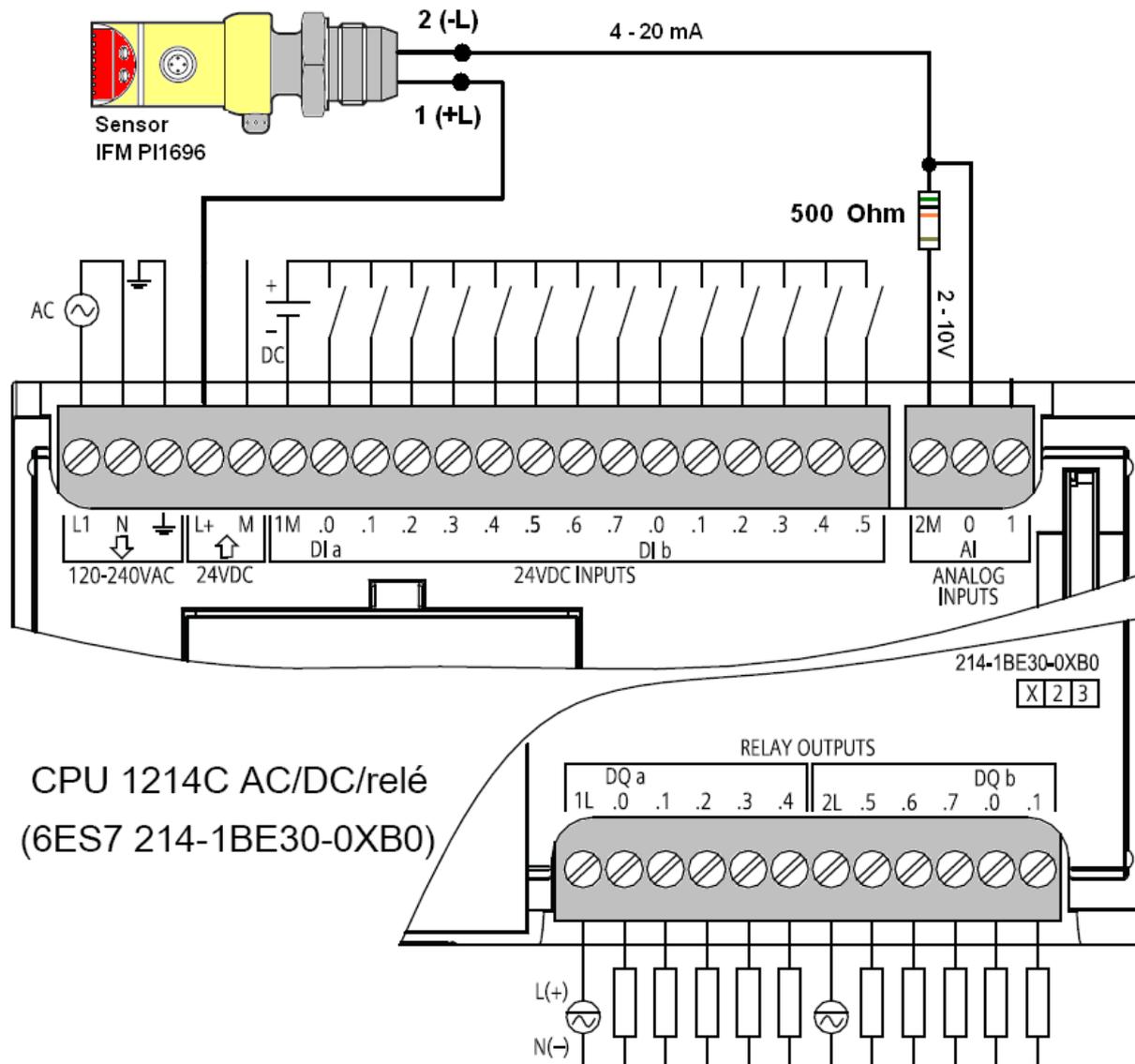
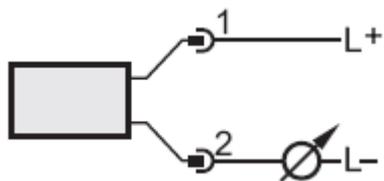
Cuando la entrada analógica de la CPU no admitan señales de entrada por corriente, como es el caso de la CPU S/-1214C, deberemos utilizar un módulo **conversor I/V** comercial, o bien utilizar una **resistencia shunt**, tal como indica la figura.



Ejemplo Práctico

Conexión a S7-1214C

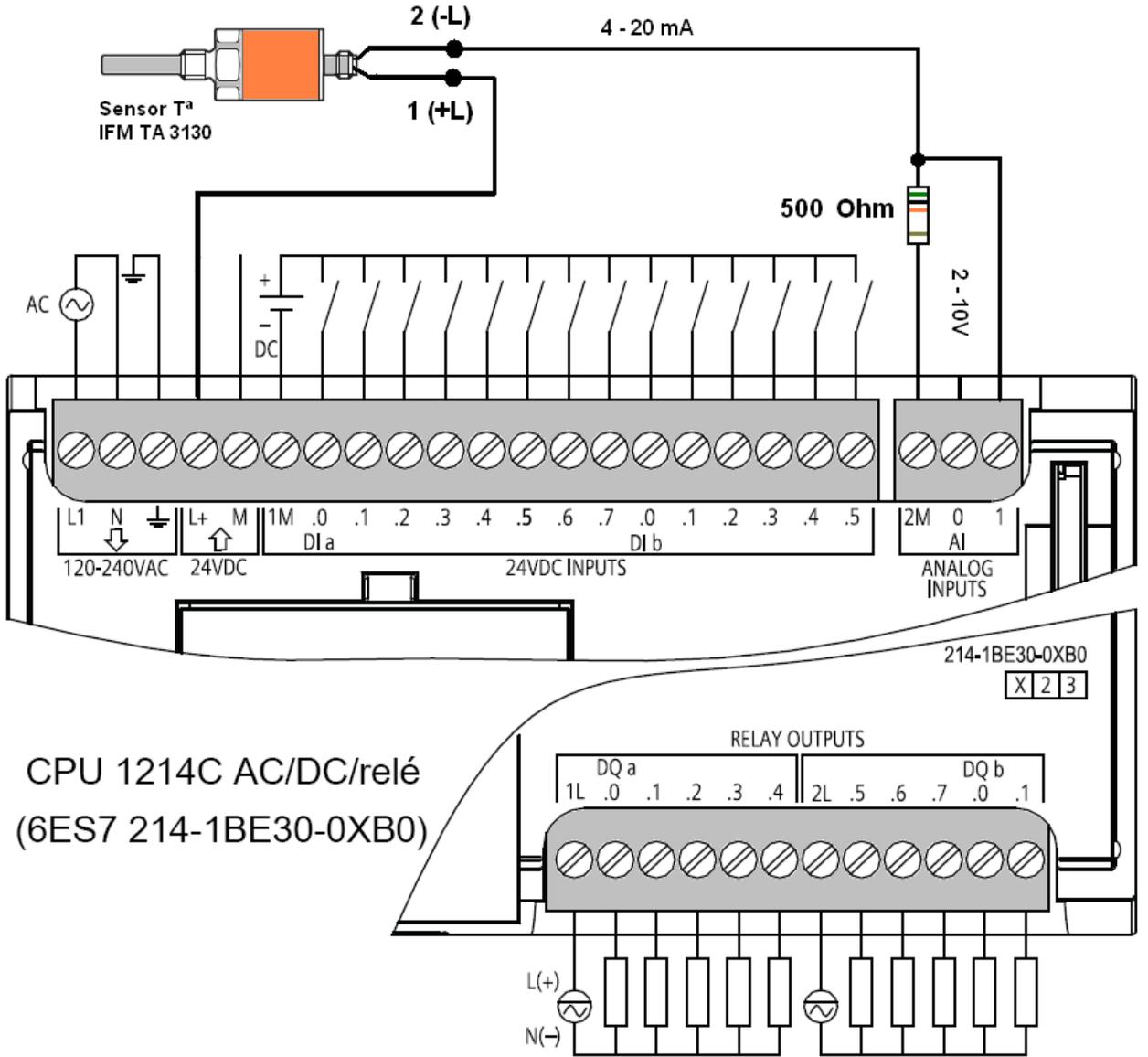
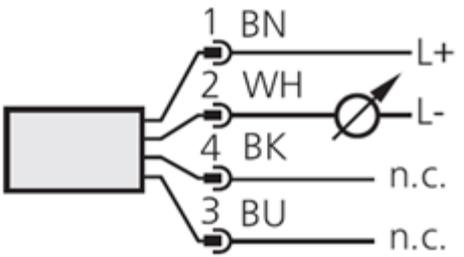
Conexión del sensor de presión



CPU 1214C AC/DC/relé
(6ES7 214-1BE30-0XB0)

Ejemplo Práctico Conexión a S7-1214C

Conexión del sensor de Tª



Ejemplo Práctico Conexión a S7-1214C

Conexión de la electroválvula

