



Unità analogiche nei PLC

I moduli analogici del PLC, o semplicemente gli ingressi e le uscite analogiche, permettono di osservare il valore dei segnali provenienti dai sensori analogici (temperature, potenziometri, ecc.) e di controllare gli attuatori lineari (inverter, valvole proporzionali, ecc.).

Ingressi analogici

Un ingresso analogico presenta le seguenti caratteristiche principali:

- l'ampiezza massima ammessa per il segnale analogico (*range* di ingresso), solitamente $0 \div 5 \text{ V}$, $0 \div 10 \text{ V}$, $-10 \div +10 \text{ V}$;
- il tempo di conversione, legato alla tecnica di conversione (a successive approssimazioni o sigma-delta);
- il numero di bit con cui è restituito il risultato della conversione, indice dell'accuratezza della conversione stessa.

La codifica è in binario naturale per gli ingressi unipolari e in complemento a due per gli ingressi bipolari. Il risultato della conversione è presente all'interno di una word (16 bit), solitamente allineato a sinistra, cioè riempito di zeri nei bit di destra mancanti e con salvaguardia del bit di segno.

ESEMPIO 1

Determinare il valore della word di un PLC corrispondente a un ingresso analogico unipolare da 12 bit con fondo scala 10 V, quando è applicata in ingresso una tensione di 8,4 V.

SOLUZIONE

Con 8,4 V in ingresso, il risultato della conversione a 12 bit vale:

$$N = \frac{2^{12}}{10 \text{ V}} \cdot 8,4 \text{ V} = 3441$$

All'interno della word da 16 bit, il PLC fornisce i 12 bit della conversione giustificati a sinistra, con salvaguardia del bit di segno, perciò con uno zero nel primo bit e tre zeri di riempimento a destra. Il valore letto a 16 bit vale $3441 \cdot 8 = +27.528$.

In **tab. 1** sono riportati alcuni dati tecnici degli ingressi analogici della CPU 1212C (PLC Siemens S7-1200).

Tab. 1 – Dati tecnici degli ingressi analogici AI0 e AI1 della CPU 1212C

Campo di tensione	$\pm 10 \text{ V}$
Campo di fondo scala (word)	$0 \div 27.648$
Risoluzione	10 bit
Precisione ($25 \text{ }^\circ\text{C} / 0 \div 55 \text{ }^\circ\text{C}$)	3,0%-3,5% del valore di fondo scala

La CPU 1212C è provvista di due ingressi analogici con intervalli nominali da $0 \div 10 \text{ V}$ (oppure $0 \div 20 \text{ mA}$) e con risoluzione 10 bit, (**fig. 1**).

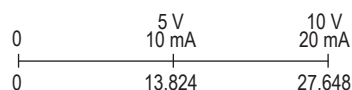


Fig. 1. Ingressi analogici della CPU 1212C.

Il valore digitale corrispondente ad un ingresso analogico di 10 V sul morsetto AI0 è reperibile nella word d'ingresso IW64 (**fig. 2**), in formato binario con valore 864 su 10 bit (offset 160) e cinque zeri a destra:

$$(1024 - 160) \cdot 32 = 27.648$$

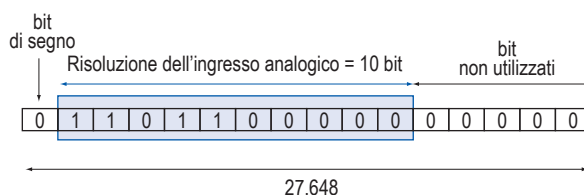


Fig. 2. Dato digitale corrispondente ad un ingresso di 10 V.

Il dato digitale deve però essere "normalizzato" per poter essere utilizzato nelle elaborazioni successive, considerando che 1 LSB vale:

$$1 \text{ LSB} = 10 \text{ V} / 864 = 0,011574 \text{ V}$$

Uscite analogiche

I moduli analogici di uscita, o semplicemente le uscite analogiche di un PLC, contengono un convertitore digitale-analogico che trasforma il dato digitale in una tensione o in una corrente analogica di valore proporzionale. I parametri più importanti sono il campo di tensione o di corrente in uscita e la risoluzione espressa in bit.

ESEMPIO 2

Determinare il valore nella word di un PLC che aziona un'uscita analogica unipolare da 12 bit con fondo scala 10 V, sapendo che il bit di segno va sempre posto a zero e che gli ultimi 3 bit non sono significativi.

SOLUZIONE

Il valore massimo esprimibile con 12 bit è 4095. Il fondo scala n uscita si otterrà scrivendo nella word il valore:

$$+4095 \cdot 8 = 32.760 = 7FF8H$$

L'unità analogica SB 1232 (*signal board*) della CPU Siemens 1212C lavora in tensione con 12 bit (tab. 2).

Tab. 2 – Dati tecnici dell'uscita analogica AQ1 della CPU 1212C	
Campo	Tensione: 10 V Corrente: da 0 a 20 mA
Campo di fondo scala (word)	0... 27.648
Risoluzione	Tensione: 12 bit Corrente: 11 bit
Impedenza di carico	Tensione: $\geq 1000 \Omega$ Corrente: $\leq 600 \Omega$
Precisione (25 °C / 0÷55 °C)	$\pm 0,5\%$ / $\pm 1\%$ del valore di fondo scala

Sull'uscita AQ1 è presente la tensione di fondo scala (10 V) quando nella word QW80 è stato memorizzato il valore digitale 27.648 (fig. 3).

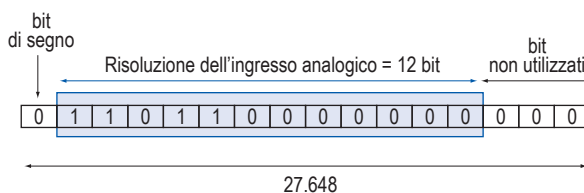


Fig. 3. Dato digitale corrispondente ad una uscita di 10 V.

Prendendo in considerazione i soli 12 bit significativi, per una tensione di uscita pari a 10 V il dato corrispondente è:

$$27.648 / 8 = 3456$$

e la risoluzione vale:

$$1 \text{ LSB} = 10 \text{ V} / 3456 = 2,894 \text{ mV}$$

Unità analogiche nei PLC

Test

Tra le seguenti affermazioni, individua quelle corrette (V) e quelle errate (F).

1 In merito agli ingressi analogici di un PLC si può dire che:

- presentano solitamente una codifica in binario complemento a uno per gli ingressi unipolari e in complemento a due per gli ingressi bipolari V F
- hanno un range di ingresso in tensione solitamente di valore 0÷5 V, 0÷10 V, -10÷+10 V V F
- impiegano convertitori a successive approssimazioni o flash V F
- il risultato della conversione è solitamente rilevabile all'interno di una word a 16 bit, allineato a destra V F

2 Le uscite analogiche di un PLC:

- contengono un ADC V F
- possono essere in tensione o in corrente V F
- hanno la risoluzione espressa in byte V F
- non hanno problemi di carico V F

**ESERCIZIO A**

L'ingresso analogico di un PLC è unipolare, a 12 bit, con fondo scala 10 V e fornisce il risultato della conversione in una word da 16 bit, giustificato a sinistra dopo il bit di segno (sempre nullo).

Determinare il valore letto supponendo che in ingresso sia presente una tensione di 4 V.

SOLUZIONE

Il valore da 12 bit fornito dal convertitore vale:

$$4096 \cdot \frac{4 \text{ V}}{10 \text{ V}} = 1638$$

Essendo fornito giustificato a sinistra con il bit di peso maggiore riservato al segno, risulta shiftato di tre bit. Pertanto, il valore letto è:

$$1638 \cdot 8 = 13.104$$

**ESERCIZIO B**

Determinare il valore rilevato nella word relativa all'ingresso analogico della CPU 1212C quando è applicata una tensione di 8,4 V.

SOLUZIONE

Nella CPU 1212C il convertitore ADC è unipolare, con fondo scala 10 V, e il valore del bit meno significativo vale:

$$1 \text{ LSB} = 10 \text{ V} / 864 = 0,011574 \text{ V}$$

Applicando 8,4 V il risultato della conversione varrebbe:

$$N = \frac{864}{10 \text{ V}} \cdot 8,4 \text{ V} = 726$$

espresso in binario all'interno di 10 bit.

Il PLC fornisce tale informazione giustificata a sinistra, all'interno di una word da 16 bit che salvaguarda comunque il bit di segno. Presenta quindi uno zero nel primo bit di segno e cinque zeri ulteriori di riempimento a destra. Il valore letto a 16 bit vale:

$$726 \cdot 32 = 23.232$$

**ESERCIZIO C**

Determinare il valore da scrivere nella word relativa all'uscita analogica della CPU 1212C in modo da ottenere una tensione di 8,4 V.

SOLUZIONE

Nel DAC a 12 bit di uscita della CPU 1212C

$$1 \text{ LSB} = 10 \text{ V} / 3456 = 2,894 \text{ mV}$$

Per ottenere 8,4 V servirebbe:

$$N = \frac{3456}{10 \text{ V}} \cdot 8,4 \text{ V} = 2903$$

Poiché il PLC fornisce tale informazione giustificata a sinistra, all'interno di una word da 16 bit che salvaguarda comunque il bit di segno, vanno considerati uno zero nel primo bit di segno e tre zeri ulteriori di riempimento a destra. Il valore a 16 bit da assegnare è perciò:

$$2903 \cdot 8 = 23.224$$

ESERCIZIO 1

L'ingresso analogico di un PLC è unipolare, a 12 bit, con fondo scala 5 V e fornisce il risultato della conversione in una word da 16 bit, giustificato a sinistra dopo il bit di segno (sempre nullo). Determinare il valore letto supponendo che in ingresso sia presente una tensione di 3 V.

[Ris.: 19.664]

ESERCIZIO 2

Determinare il valore rilevato nella word relativa all'ingresso analogico della CPU 1212C applicando una tensione di 5 V.

[Ris.: 13.824]

ESERCIZIO 3

Determinare il valore da scrivere nella word relativa all'uscita analogica della CPU 1212C in modo da ottenere una tensione di 5 V.

[Ris.: 13.824]