

La tensione di riferimento E_R può essere fissa o variabile.

più accurati

può essere generata internamente, o si può utilizzare un generatore esterno stabile

convertitori moltiplicativi

in questo caso (DAC moltiplicativi) si ottiene una uscita proporzionale al prodotto dell'ingresso digitale con un riferimento analogico variabile:

$$V_{out}(t) = E_R(t) \cdot k(t)$$

Se $E_R(t)$ è derivato da un altro DAC:

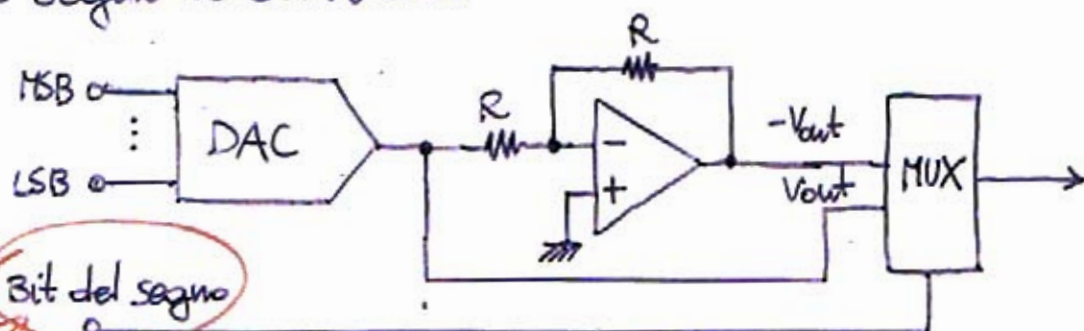
$$E_R(t) = E_R' \cdot k'(t)$$

si ottiene:

$$V_{out}(t) = E_R' \cdot k'(t) \cdot k(t)$$

tensione proporzionale al prodotto dei due numeri (digitali) d'ingresso.

Per generare segnali analogici a doppia polarità si può adoperare la seguente soluzione:



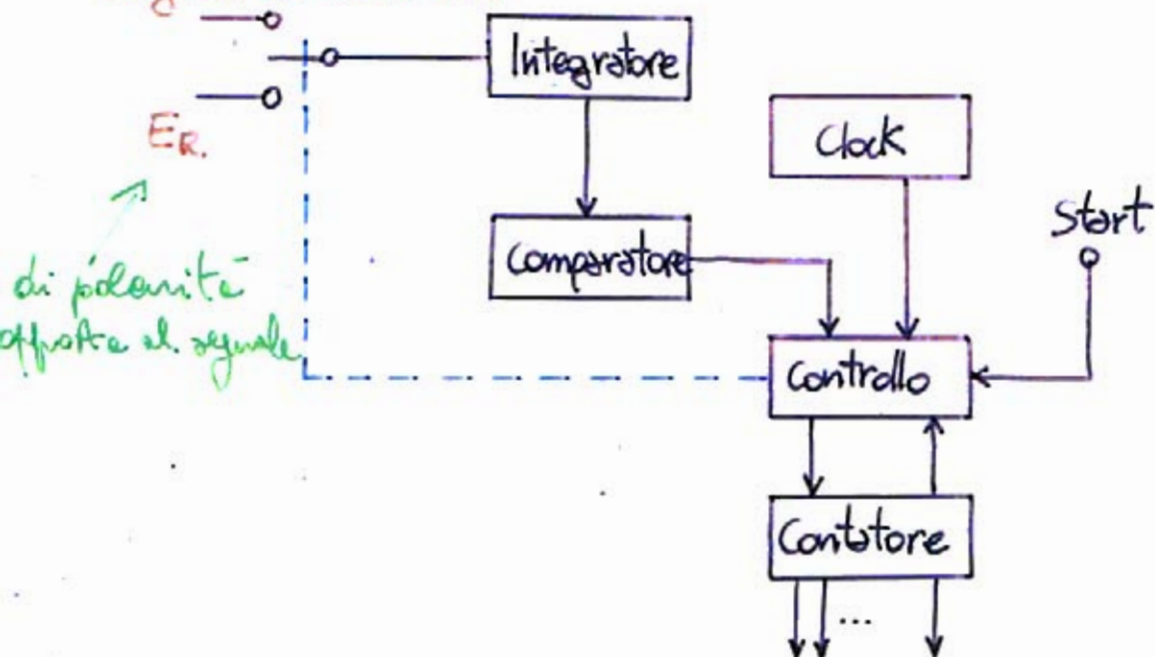
Convertitore Analogico-Digitale (ADC)

Due tipi:

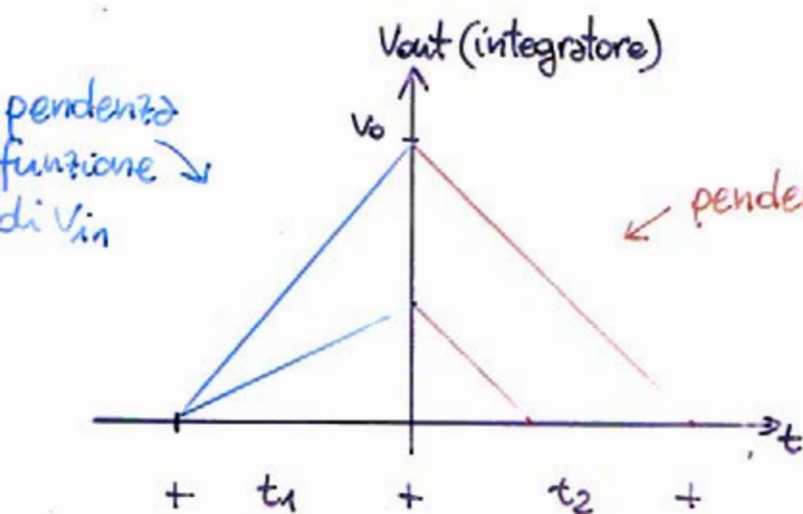
- misura di un tempo (a cui si fa ad. integrazione e rampa, trasformazione tensione-frequenza)
- confronto con un riferimento variabile (successiva approssimazione, a contatore, a conversione parallela)

Convertitore A/D a doppia rampa:

Segnale da convertire



di polarità opposta al segnale



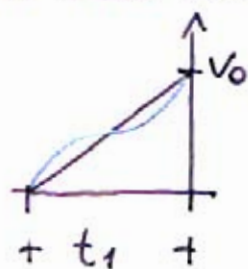
$$V_0 = \frac{V_{in}}{\tau} \cdot t_1$$

$$V_0 = \frac{E_r}{\tau} \cdot t_2$$

$$\Rightarrow V_{in} = \frac{E_r}{t_1} \cdot t_2$$

è misurato attraverso il contatore

- * misura il valor medio di V_{in} sull'intervallo t_1 (va bene per segnali lentamente variabili rispetto a t_1)
- * esegue un filtraggio sul rumore sovrapposto
- * se $t_1 = 20 \text{ msec}$, il valore misurato non è influenzato da disturbi introdotti dalla rete di alimentazione a 50 Hz .



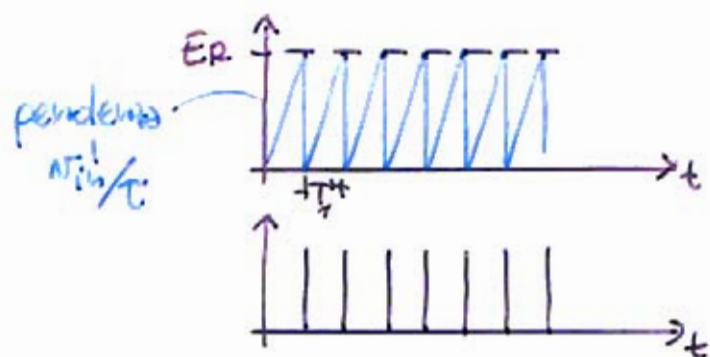
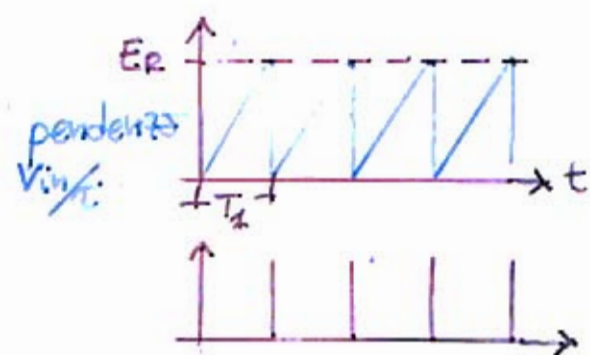
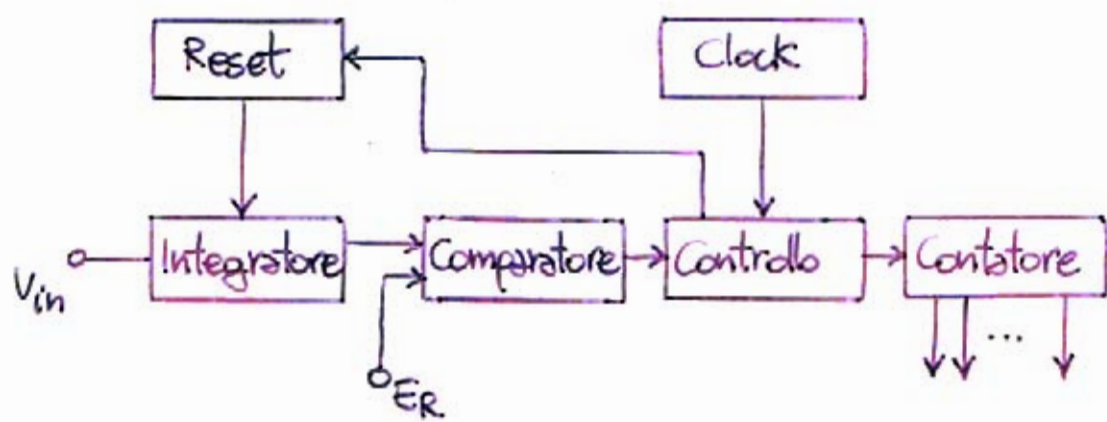
- * non è indispensabile una grande precisione nella frequenza di clock o nella costante di tempo dell'integratore (è richiesto che si mantengano costanti durante la conversione, infatti anche attraverso il clock si genera l'intervallo t_1)
- * eccellente stabilità termica ed alta immunità ai rumori
- * il maggior inconveniente è la lentezza
 convertitore a 12 bit con un clock ad 1 MHz
 tempo di conversione $t_c \geq 2 \cdot \underbrace{2^{12}}_{t_2} \cdot 1 \mu\text{sec} = 8.192 \text{ msec}$

$$t_c = \frac{V_{in}}{E_R} \cdot \frac{1}{f_{ref}} = \frac{V_{in}}{E_R} \cdot \frac{1}{f_{ref}}$$

$$K'' = \frac{V_{in}}{E_R} \cdot K'$$

K'' (campione numerico della conversione)

Convertitore A/D a trasformazione tensione-frequenza:

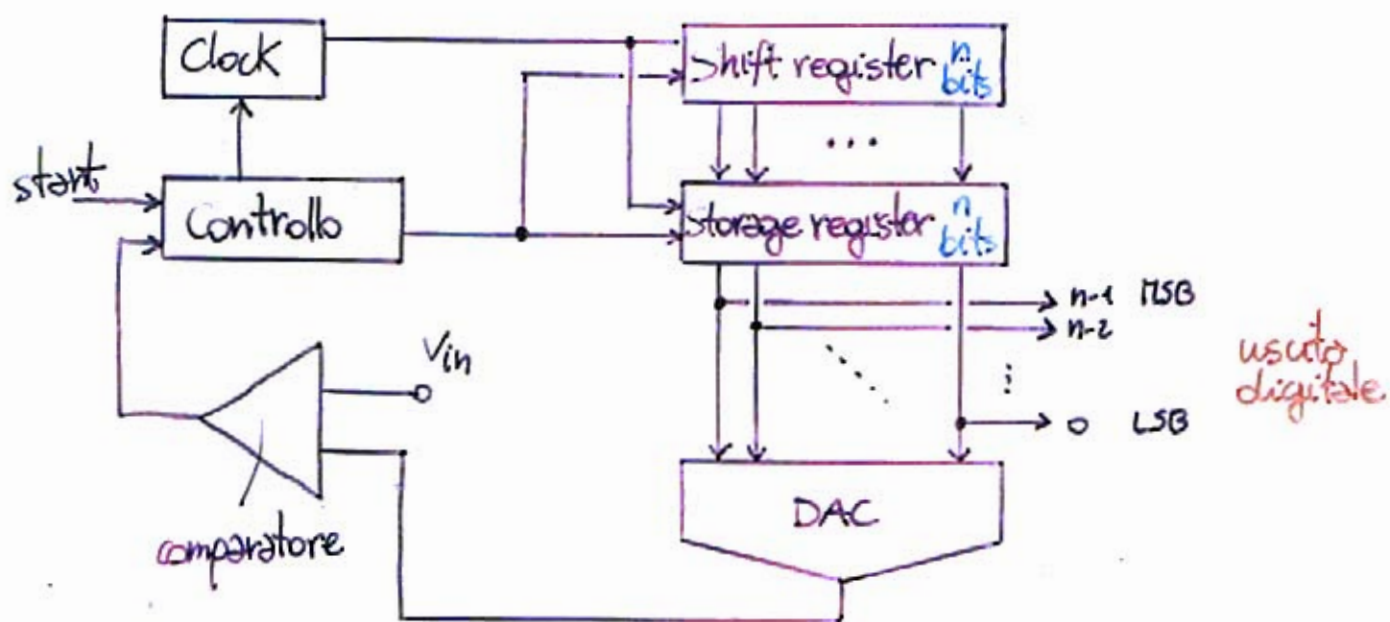


$$N_{in}^1 > N_{in}^2$$

impulsi all'uscita del comparatore di frequenza diversa. Sono inviati al contatore che viene azzerato ad intervalli di tempo costanti

- * semplice realizzazione, basso costo
- * insensibilità ai disturbi (l'uscita è pari al valor medio dell'ingresso durante la conversione)
- * il maggior inconveniente è la lentezza (ne limita l'applicazione nei sistemi di acquisizione dati tramite calcolatore).

Convertitore A/D per successive approssimazioni:



Il convertitore DAC è controllato da una logica di decisione:

diagramma delle transizioni per un ADC a 3 bits:

