

VOLTMETRI NUMERICI CON FASE DI RUN-DOWN MULTIRAMPA

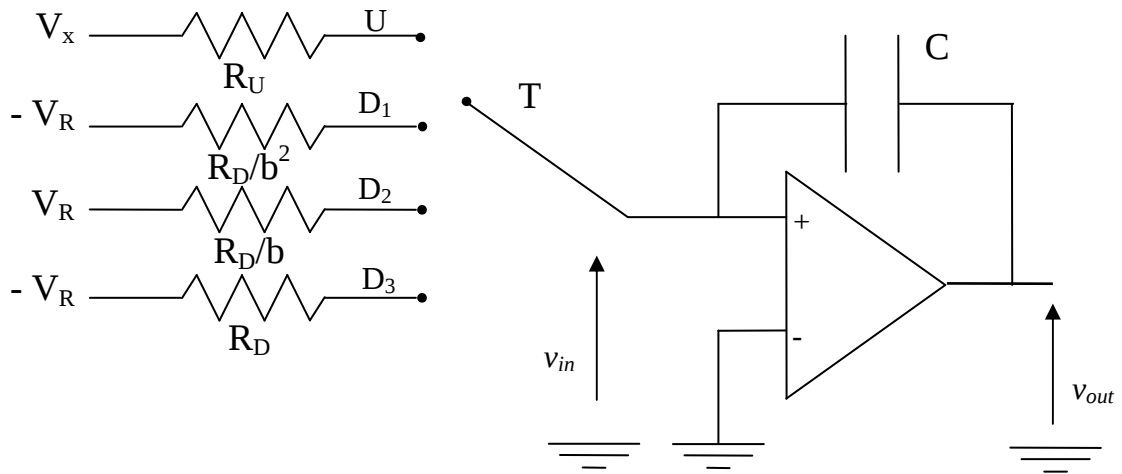


Fig. A1 Sezione di ingresso di un voltmetro multirampa

Il principio di funzionamento di un voltmetro con fase di run-down multirampa prevede una fase di run-up identica a quella vista per il voltmetro a doppia rampa, ed una fase di run-down che si articola in successivi stadi di scarica e di carica del condensatore utilizzato dall'integratore. A titolo di esempio la sezione di ingresso di un voltmetro con fase di run-down a tre rampe è presentata in Fig A1. L'architettura delle sezioni successive è molto simile a quella di un voltmetro a doppia rampa; la logica di controllo è, però, più complessa.

Il vantaggio di questa soluzione rispetto ad un voltmetro a doppia rampa è la riduzione del tempo di misura, ottenuto riducendo la durata della fase di run-down T_D , senza peggiorare la risoluzione del convertitore.

L'andamento della tensione d'uscita v_{out} dell'integratore durante le successive fasi di scarica e carica del condensatore C è caratterizzato da pendenze di segno alterno e ripidità progressivamente inferiori secondo un fattore noto (Fig. A.2). Le pendenze di tali rampe sono determinate dal valore dell'intensità di corrente con cui si immagazzina o si preleva carica elettrica dal condensatore.

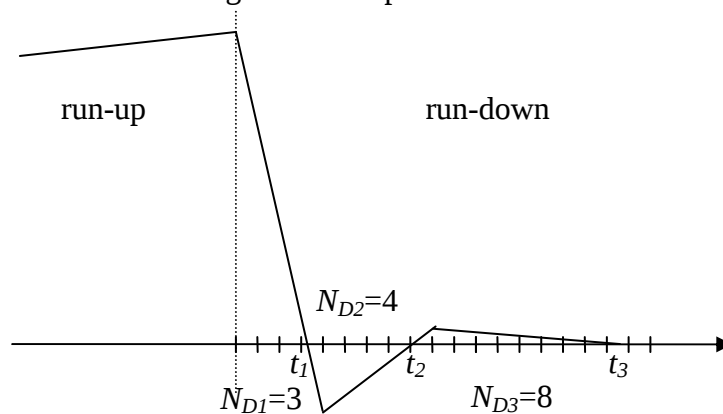


Fig. A2 Funzionamento di un voltmetro a 3 rampe e base di numerazione $b=10$

In particolare si osservi che:

- Al termine della fase di run-up di durata prestabilita T_U , l'interruttore T passa dalla posizione U alla posizione D_1 ; ha così inizio la prima delle tre fasi di run-down.
- Durante la prima fase di run-down si contano gli impulsi N_{D1} di periodo T_c arrestando il conteggio all'istante t_1 , in corrispondenza del quale la rampa incontra lo zero, e attendendo il successivo colpo di clock per commutare l'interruttore T da D_1 a D_2 .

- Analogamente la seconda fase di run-down, caratterizzata da una pendenza di segno opposto e b volte inferiore, termina con la commutazione dell'interruttore T da D_2 a D_3 in corrispondenza del colpo di clock successivo all'attraversamento dello zero della v_{out} , mentre si memorizza il numero N_{D2} degli impulsi contati a partire dalla commutazione di T da D_1 a D_2 fino all'istante t_2 di attraversamento dello zero.
- Il processo di misura si conclude al passaggio della terza rampa per lo zero; durante l'intervallo di tempo delimitato dagli istanti t_2 e t_3 si contano N_{D3} impulsi.

Il principio importante è che i pesi dei conteggi sono legati alla ripidità delle rampe; in tal modo si ottiene un risparmio in termini di tempo di misura.

Le relazioni analitiche che caratterizzano il funzionamento del voltmetro multirampa possono essere determinate imponendo il bilancio di carica elettrica immagazzinata nel condensatore C. In particolare, al termine del processo di misura il condensatore deve risultare scarico, pertanto, detta Q_U la quantità di carica immagazzinata nel condensatore durante la fase di run-up, e Q_{D1} , Q_{D2} e Q_{D3} le quantità di carica prelevate (Q_{D1} e Q_{D3}) e immesse (Q_{D2}) durante la fase di run-down, si ha:

$$Q_U = Q_{D1} - Q_{D2} + Q_{D3} \quad (A.1)$$

$$\frac{V_x}{R_U} N_u T_c = \frac{V_R}{R_D / b^2} (N_{D1} + 1) T_c - \frac{V_R}{R_D / b} (N_{D2} + 1) T_c + \frac{V_R}{R_D} N_{D3} T_c \quad (A.2)$$

$$V_x = \frac{V_R R_U}{N_u R_D} \left[(N_{D1} + 1) b^2 - (N_{D2} + 1) b + N_{D3} \right] \quad (A.3)$$

$$V_x = \frac{V_R R_U}{N_u R_D} \left\{ N_{D1} b^2 + [(b - 1) - N_{D2}] b + N_{D3} \right\} \quad (A.4)$$

Dalla (A.4) appare evidente che il fattore b costituisce una base di numerazione.

Con $b=10$, indicando con ΔV la risoluzione pari a $\frac{V_R R_U}{N_u R_D}$, si ha:

$$V_x = \Delta V [N_{D1} 100 + (9 - N_{D2}) 10 + N_{D3}] \quad (A.5)$$

Il voltmetro multirampa descritto presenta dunque tre cifre: il numero di conteggi N_{D1} durante la prima fase di run-down fornisce la cifra di peso 100, il complemento diminuito (complemento a 9 in tal caso) del numero di conteggi N_{D2} la cifra di peso 10 e il numero di conteggi N_{D3} durante la terza ed ultima fase la cifra di peso unitario. Nel caso mostrato in Fig. A2 il risultato è 358 ΔV ; si osservi che lo stesso risultato richiederebbe per un voltmetro a doppia rampa un numero di conteggi equivalente N_{eq} di 358 impulsi e quindi un tempo T_D pari a 358 T_c , mentre con la soluzione multirampa i conteggi sono soltanto $(N_{D1} + 1) + (N_{D2} + 1) + N_{D3}$ e quindi 17.

Con riferimento al caso in cui $b=10$, la regola per ricavare il numero di conteggi, N_{eq} , di un voltmetro a doppia rampa equivalente, e quindi il risultato della misurazione è la seguente:

se il numero di rampe che caratterizzano la fase di run-down è dispari

- N_{eq} ha tante cifre quante sono le rampe nella "fase di down",

- le cifre di posto dispari (prima, terza...), partendo dalla cifra più significativa, coincidono con il numero di conteggi ottenuto durante le rampe di ordine dispari,
- le cifre di posto pari, partendo dalla cifra più significativa, si valutano eseguendo il complemento a 9 del numero di conteggi ottenuto durante le rampe di ordine pari;

se, invece, il numero di rampe che caratterizzano la fase di run-down è pari:

- *Neq* ha tante cifre quante sono le rampe nella fase di run-down,
- le cifre di posto dispari (prima, terza...), partendo dalla cifra più significativa, coincidono con il numero di conteggi ottenuto durante le rampe di ordine dispari,
- le cifre di posto pari, partendo dalla cifra più significativa, si valutano eseguendo il complemento a 9 del numero di conteggi ottenuto durante le rampe di ordine pari,
- l'ultima cifra di *Neq* (meno significativa) si valuta eseguendo il complemento a 10 del numero di conteggi ottenuto durante l'ultima rampa.

La base di numerazione può anche essere diversa da 10; per esempio è possibile utilizzare una base ottale, esadecimale, ecc...