



# Tempi di salita e di discesa

▼ Creatore originale: @Gianbattista Busonera

- @Giacomo Dandolo (17/04/2025): evidenziati meglio tempo di salita/discesa nelle immagini

Tempo di salita

Calcolo del tempo di salita

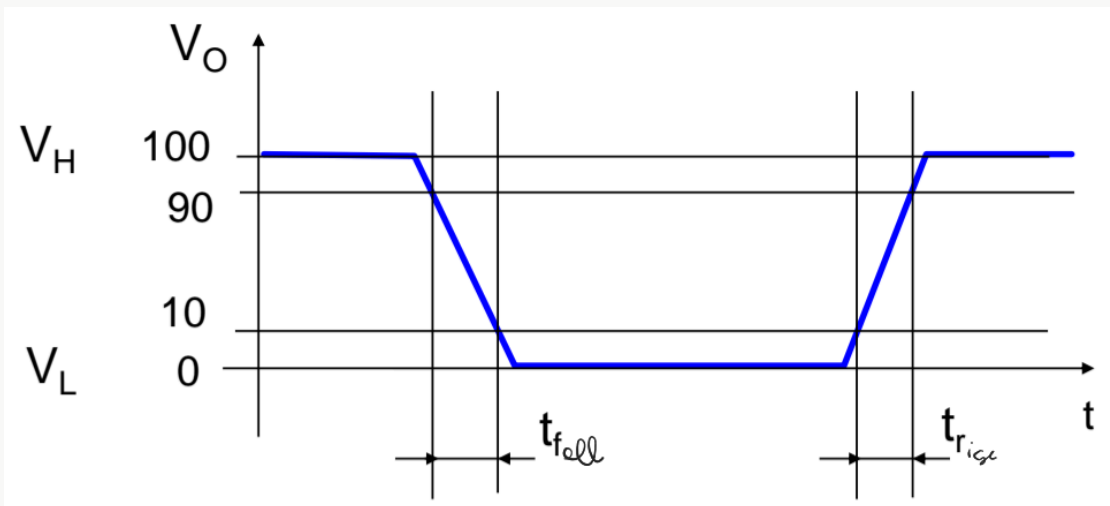
[Primo metodo](#)

[Secondo metodo](#)

Tempo di discesa



Si riporta un grafico che riporta una rappresentazione immediata del tempo di discesa e di salita:



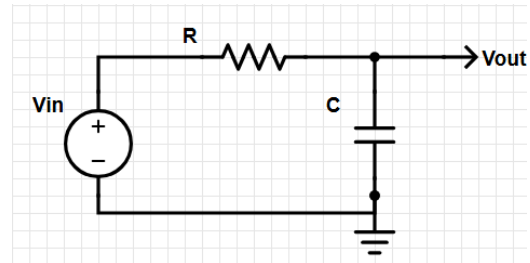
Si tenga a mente che si tratta di ritardi NON valutati su coppie di segnali (l'ingresso non è importante perchè la transizione  $L \rightarrow H$  (o  $H \rightarrow L$ ) è già iniziata). Motivo per cui, nel caso di calcolo del tempo di salita/discesa in un circuito implementato tramite porte logiche, andrebbe guardata solo l'ultima porta logica collegata all'uscita.

# Tempo di salita

Il tempo di salita è il tempo necessario affinché l'uscita vari tra il 10% e il 90% della sua variazione totale di tensione (nei casi comuni, parliamo di valore finale in quanto  $V_0 = 0V$  e  $V_{finale} = V_\infty$ ).

Rappresentiamo un circuito RC, che possiede quindi un resistore R e un condensatore C (carico). La tensione sul carico (condensatore) è definita come:

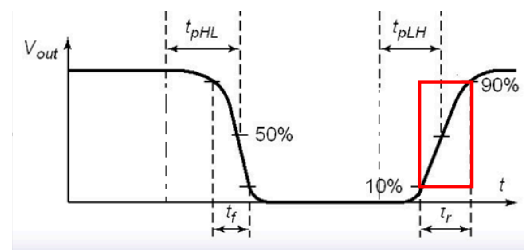
$$V_{out} = V_c(t) = V_\infty + (V_0 - V_\infty)e^{-\frac{t}{\tau}}$$



Rappresentazione di un circuito RC

Il tempo di salita  $t_{rise}$  (rise time) è definito come il tempo che il segnale impiega a salire dal 10% al 90% del valore finale ( $V_\infty$ ). Di conseguenza, noi vogliamo sapere quanto vale:

$$t_{rise} = t_{90\%} - t_{10\%}$$



Il tempo di salita è evidenziato in rosso

## Calcolo del tempo di salita

Ci sono due metodi:

- il primo, più lungo, che utilizza l'[equazione di  \$V\_{out}\$](#) ;
- il secondo, più rapido, utilizza il [risultato del primo metodo](#).

### ▼ Primo metodo

1. Calcoliamo  $t_{10\%}$ , cioè il tempo in cui la tensione sul condensatore è pari al 10% del valore della tensione finale  $V_\infty$ .

$$V_c(t_{10\%}) = \frac{10}{100}V_\infty = V_\infty + (V_0 - V_\infty)e^{-\frac{t_{10\%}}{\tau}} = 0.1V_\infty$$

Consideriamo il condensatore inizialmente scarico, con  $V_0 = 0V$ .

$$V_{\infty} + (V_0 - V_{\infty})e^{-\frac{t_{10\%}}{\tau}} = 0.1V_{\infty} \quad (1)$$

$$-0.9 = \left( \frac{0 - V_{\infty}}{V_{\infty}} \right) e^{-\frac{t_{10\%}}{\tau}} \quad (2)$$

$$e^{-\frac{t_{10\%}}{\tau}} = \frac{-0.9 \cdot V_{\infty}}{-V_{\infty}} \quad (3)$$

$$-\frac{t_{10\%}}{\tau} = \ln \left( \frac{0.9 \cdot V_{\infty}}{V_{\infty}} \right) \quad (4)$$

$$t_{10\%} = -\tau \cdot \ln(0.9) \simeq 0.105\tau \quad (5)$$

2. Calcoliamo  $t_{90\%}$ , cioè il tempo in cui la tensione sul condensatore è pari al 90% del valore della tensione finale  $V_{\infty}$ .

$$V_c(t_{90\%}) = \frac{90}{100}V_{\infty} = V_{\infty} + (V_0 - V_{\infty})e^{-\frac{t_{90\%}}{\tau}} = 0.9V_{\infty}$$

Consideriamo il condensatore inizialmente scarico, con  $V_0 = 0$  V.

$$V_{\infty} + (V_0 - V_{\infty})e^{-\frac{t_{90\%}}{\tau}} = 0.9V_{\infty} \quad (6)$$

$$-0.1 = \left( \frac{0 - V_{\infty}}{V_{\infty}} \right) e^{-\frac{t_{90\%}}{\tau}} \quad (7)$$

$$e^{-\frac{t_{90\%}}{\tau}} = \frac{-0.1 \cdot V_{\infty}}{-V_{\infty}} \quad (8)$$

$$-\frac{t_{90\%}}{\tau} = \ln \left( \frac{0.1 \cdot V_{\infty}}{V_{\infty}} \right) \quad (9)$$

$$t_{90\%} = -\tau \cdot \ln(0.1) \simeq 2.306\tau \quad (10)$$

3. Calcoliamo  $t_{\text{rise}}$ .

$$t_{\text{rise}} = t_{90\%} - t_{10\%} = (2.306 - 0.105)\tau \simeq 2.2 \tau$$

## ▼ Secondo metodo

Si ipotizza, come nel primo metodo, il caso in cui  $V_0 = 0$  V. Si ottiene, quindi, in generale:

$$V_c(t) = V_{\infty}(1 - e^{-\frac{t}{\tau}})$$

1. Calcoliamo  $t_{10\%}$ :

$$V_c(t_{10\%}) = V_\infty(1 - e^{-\frac{t_{10\%}}{\tau}}) = 0.1V_\infty$$

$$0.1 = 1 - e^{-\frac{t_{10\%}}{\tau}} \quad (11)$$

$$0.9 = e^{-\frac{t_{10\%}}{\tau}} \quad (12)$$

$$t_{10\%} = -\tau \cdot \ln(0.9) \quad (13)$$

2. Calcoliamo  $t_{90\%}$ :

$$V_c(t_{90\%}) = V_\infty(1 - e^{-\frac{t_{90\%}}{\tau}}) = 0.9V_\infty$$

$$0.9 = 1 - e^{-\frac{t_{90\%}}{\tau}} \quad (14)$$

$$0.1 = e^{-\frac{t_{90\%}}{\tau}} \quad (15)$$

$$t_{90\%} = -\tau \cdot \ln(0.1) \quad (16)$$

3. Calcoliamo  $t_{\text{rise}}$ :

$$t_{\text{rise}} = t_{90\%} - t_{10\%} = -[\ln(0.1) - \ln(0.9)]\tau = -\ln\left(\frac{0.1}{0.9}\right)\tau = \ln(9)\tau \simeq 2.2\tau$$

Il tempo di salita si può calcolare nel seguente modo:

$$t_{\text{rise}} = 2.2\tau = 2.2 \cdot R_{\text{eq}}C_{\text{eq}}$$

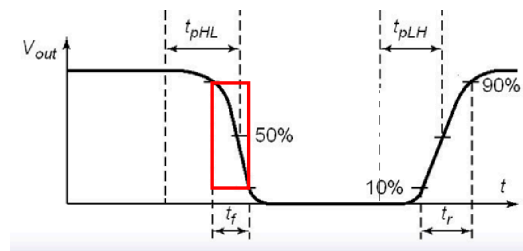
## Tempo di discesa

Il tempo di discesa è il tempo necessario affinché l'uscita vari tra il 90% e il 10% della sua variazione totale di tensione (nei casi comuni, parliamo di valore finale in quanto  $V_0 = 0V$  e  $V_{\text{finale}} = V_\infty$ ).

Il tempo di discesa è il tempo necessario per passare dal 90% al 10% del valore finale ( $V_\infty$ ). Utilizzeremo le stesse formule viste in precedenza:

$$t_{\text{fall}} = t_{90\%} - t_{10\%}$$

$$t_{\text{fall}} = 2.2\tau = 2.2 \cdot R_{\text{eq}}C_{\text{eq}}$$



Il tempo di discesa è evidenziato in rosso

