**Definizione 0.0.1 (Costante di tempo del condensatore).** La Costante di tempo associata ad un condensatore e' definita come:

$$\tau = R_{eq}C$$

Dove $C$ e' la capacita' del condensatore e $R_{eq}$ e' la resistenza equivalente di Thevenim vista ai capi del condensatore. Cioe' si ottiene sostituendo al condensatore un circuito aperto e calcolando la resistenza equivalente tra questi due morsetti spegnendo i generatori di tensione non controllati. (Cortocircuitando quelli di Tensione ed sostituendo un aperto a quelli di Corrente).

**Definizione 0.0.2 (Eq Caratteristia del condensatore).** Sperimentalemnte si e' ricavato che la relazione tensione corrente di un condensatore e':

$$V_c(t) = C\frac{\partial i_c(t)}{\partial t}$$

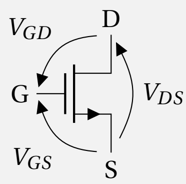
**Teorema 0.0.3 (Risoluzione della eq caratteristica del condensatore).** L'eq caratteristia del condnensatore e' un equazione differenziale lineare alle derivate parziali

$$V_c(t) = C\frac{\partial i_c(t)}{\partial t}$$

che ha come soluzione:

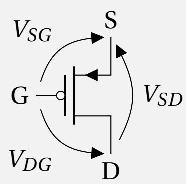
$$V_c(t) = V_f - \left(V_f - V_i\right) e^{-\frac{t_p}{\tau}}$$

**Teorema 0.0.4 (Stato di funzionamento di un NMOS).** Un mos puo' essere in 3 stati di funzionamento: Spento, Zona Ohmmica e Saturazione.




| $V_{GS} > V_T$ | $V_{GD} > V_T$ | Zona di Funzionamento | Corrente |
|---|---|---|---|
| No | No | Spento | 0A |
| Si | No | Saturazione | $I_{DS} = K_n (V_{GS} - V_t)^2$ |
| No | Si | Saturazione | $I_{DS} = -K_n (V_{GS} - V_t)^2$ |
| Si | Si | Ohmmica | $I_{DS} = K_n \left[2(V_{GS} - V_t) V_{DS} - V_{DS}^2\right]$ |

**Teorema 0.0.5 (Stato di funzionamento di un PMOS).** Un mos puo' essere in 3 stati di funzionamento: Spento, Zona Ohmmica e Saturazione.




| $V_{SG} > V_T$ | $V_{DG} > V_T$ | Zona di Funzionamento | Corrente |
|---|---|---|---|
| No | No | Spento | 0A |
| Si | No | Saturazione | $I_{SD} = K_p (V_{SG} - V_t)^2$ |
| No | Si | Saturazione | $I_{SD} = K_p (V_{SG} - V_t)^2$ |
| Si | Si | Ohmmica | $I_{SD} = K_p \left[2(V_{SG} - V_t) V_{SD} - V_{SD}^2\right]$ |

**Teorema 0.0.6 (Approssimazione della resistenza del canale di un Mosfet).** La resistenza del canale di un Mos

che lavora in zona **Ohmmica** si puo' stimare:

$$R_{eq} \approx \frac{1}{k(V_{GS}-V_T)}$$

mentre se lavora in zona **Satura** si puo' stimare:

$$R_{eq} \approx \frac{1}{2k(V_{GS}-V_T)}$$

**Definizione 0.0.7 (Potenza dinamica dissipata).** E' la potenza dissipata dalla alimentazione in un ciclo completo dei segnali.

$$P_{din} = \int_{t_0}^{t_1} V_{alim} I_{alim}(t)dt$$

e per semplificare i conti usiamo direttamente la corrente media.

$$P_{din} = V_{alim} < I_{alim} >$$

ed ed applicando la definizione di corrente $I = \frac{\Delta Q}{T}$

$$I = \frac{\Delta Q}{T_{mcm}}$$

dove $T_{mcm}$ e' il minimo comune multiplo tra i periodi dei segnali presenti, cosi da compiere un intero ciclo. Poiche' di solito la potenza dinamica viene usata per caricare il condensatore d'uscita delle porte logiche abbiamo che (E ricordando che $Q = C\Delta V$):

$$I = C\frac{\Delta V}{T_{mcm}}$$

Quindi in ultima analisi ottengo che:

$$P_{din} = V_{alim} C\frac{\Delta V}{T_{mcm}}$$

**Definizione 0.0.8 (Tempo di Propagazione).** Il tempo di propagazione e' il tempo che ci mette la porta ad eseguire meta' della sua escursione. Quindi una porta logica che deve transitare da una certa tensione iniziale $V_i$ ad una tensione finale $V_f$ ed ha capacita' equivalente $C$ Il tempo di propagazione $t_p$ e' il tempo tale che renda vera questa equazione

$$V_c(t_p) = V_i + \frac{\left(V_f - V_i\right)}{2}$$

Osservando che :

$$V_i + \frac{\left(V_f - V_i\right)}{2} = V_f - \frac{\left(V_f - V_i\right)}{2}$$

**Teorema 0.0.9 (Tempo di Propagazione sapendo la resistenza vista dal condensatore).**

$$t_p = \tau ln(2) \simeq 0.69\tau$$

Dove $t_p$ e' il tempo di propagaizone e $\tau$ e' la costante di tempo del condensatore.

**Dim:** Dalla definizione di tempo di propagazione e dalla risoluzione della equazione caratteristica del condensatore impongo che:

$$V_c(t_p) = V_f - \frac{\left(V_f - V_i\right)}{2}$$

$$V_c(t) = V_f - \left(V_f - V_i\right)e^{-\frac{t_p}{\tau}}$$

Dove $V_f$ e' la tensione a cui si carica/scarica il condensatore, $V_i$ e' la tensione da cui parte il condensatore, $t_p$ e' il tempo di propagaizone e $\tau$ e' la costante di tempo del condensatore.

Dalle quali si deriva:

$$
\begin{aligned}
V_f - \frac{\left(V_f - V_i\right)}{2} &= V_f - \left(V_f - V_i\right) e^{-\frac{t_p}{\tau}} \\
-\frac{\left(V_f - V_i\right)}{2} &= -\left(V_f - V_i\right) e^{-\frac{t_p}{\tau}} \\
\frac{\left(V_f - V_i\right)}{2} &= \left(V_f - V_i\right) e^{-\frac{t_p}{\tau}} \\
\frac{1}{2} &= e^{-\frac{t_p}{\tau}} \\
ln\left(\frac{1}{2}\right) &= -\frac{t_p}{\tau} \\
-\tau ln\left(\frac{1}{2}\right) &= t \\
t_p &= -\tau ln(2) \simeq 0.69\tau
\end{aligned}
$$