



UNIVERSITÉ DE
SHERBROOKE

PPPPP02

Qu'est-ce qu'une impédance?

Pascal-Emmanuel Lachance

- ① Qu'est-ce qu'une impédance?
- ② Pourquoi une impédance?
- ③ Où une impédance?
- ④ Quand une impédance?
- ⑤ Comment une impédance?
- ⑥ Qui une impédance?



Comment une impédance?

1 Comment une impédance?

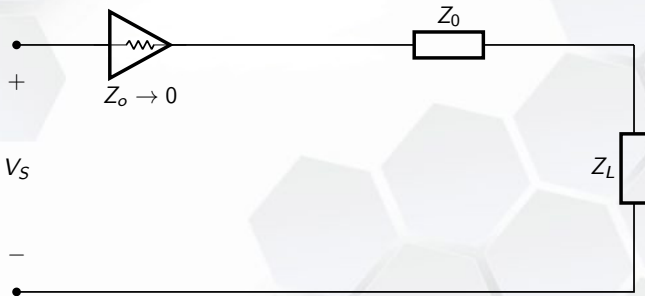
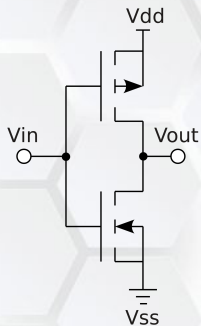
- Matching à la source
- Matching à la load
- Matching du conducteur
- Impédance Différentielle

Comment une impédance?

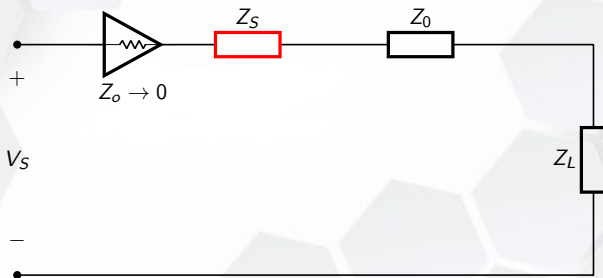
1 Comment une impédance?

- Matching à la source
- Matching à la load
- Matching du conducteur
- Impédance Différentielle

- Plupart des circuits avec sortie CMOS
- $Z_o \rightarrow 0\Omega$



- Ajouter une résistance externe!
- Très proche de la sortie
- Valider Z_o du IC
- $Z_S = Z_o - Z_0$

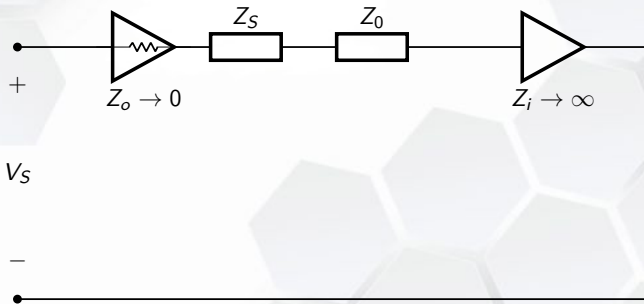
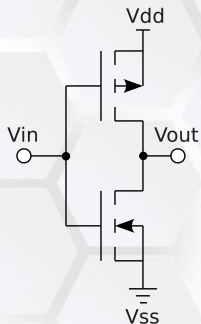


Comment une impédance?

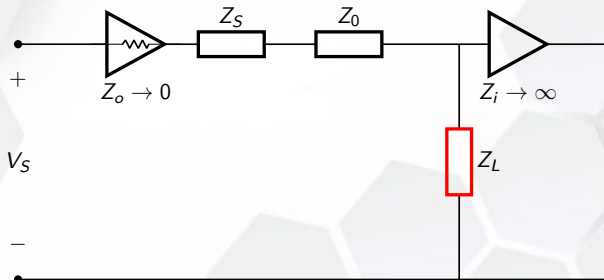
1 Comment une impédance?

- Matching à la source
- **Matching à la load**
- Matching du conducteur
- Impédance Différentielle

- Plupart des circuits avec entrée CMOS
- $Z_L \rightarrow \infty \Omega$



- Ajouter une résistance externe!
- Très proche de l'entrée
- Valider Z_i du IC
- $Z_L = Z_0 - \frac{Z_0}{Z_i}$

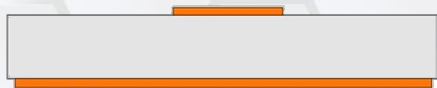


Comment une impédance?

1 Comment une impédance?

- Matching à la source
- Matching à la load
- **Matching du conducteur**
- Impédance Différentielle

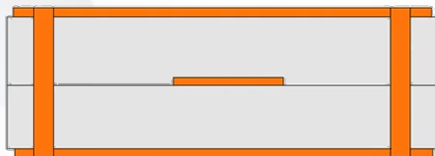
- L'impédance caractéristique Z_0 d'une ligne de transmission
- Ne dépend que de la *géométrie* de la ligne de transmission
- Contrôle les éléments capacitifs et inductifs parasites, qui dominent
- Augmenter largeur de trace \rightarrow plus de capacitance
- Augmenter distance entre les traces \rightarrow plus d'inductance
- *Dans un PCB, l'inductance parasite domine toujours!*



Microstrip

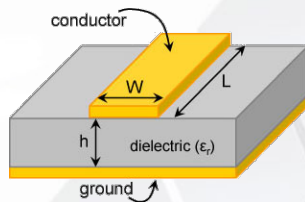


Coplanar waveguide



Stripline

- Trace sur le TOP / BOTTOM du PCB
- Plan de retour en-dessous de la trace
- Diélectrique d'un seul côté
- Signal plus rapide



- Norme IPC-2141
- Approximation empirique

- Norme IPC-2141
- Approximation empirique

$$Z_0 = \begin{cases} \frac{60}{\sqrt{\epsilon_{eff}}} \ln \left(8 \frac{H}{W} + 0.25 \frac{W}{H} \right), & \text{if } \frac{W}{H} < 1 \\ \frac{120\pi}{\sqrt{\epsilon_{eff}} \cdot \left(\frac{W}{H} + 1.393 + \frac{2}{3} \ln \left(\frac{W}{H} + 1.444 \right) \right)}, & \text{if } \frac{W}{H} \geq 1 \end{cases}$$

$$\epsilon_{eff} := \begin{cases} \frac{\epsilon_r + 1}{2} + \frac{\epsilon_r - 1}{2} \cdot \left(\left(1 + 12 \frac{H}{W} \right)^{-\frac{1}{2}} + 0.04 \left(1 - \frac{W}{H} \right)^2 \right), & \text{if } \frac{W}{H} < 1 \\ \frac{\epsilon_r + 1}{2} + \frac{\epsilon_r - 1}{2} \cdot \left(1 + 12 \frac{H}{W} \right)^{-\frac{1}{2}}, & \text{if } \frac{W}{H} \geq 1 \end{cases}$$

Comment une impédance?

1 Comment une impédance?

- Matching à la source
- Matching à la load
- Matching du conducteur
- Impédance Différentielle



Merci!