

# Diagramme de Bode

- Son gain:

$$|Gain| = \frac{1}{\sqrt{1^2 + (\omega CR)^2}}$$

- En decibels:

$$|Gain|_{dB} = 20 \text{Log} \left[ \frac{1}{\sqrt{1^2 + (\omega CR)^2}} \right]$$

- Sa phase:

$$Phase = 0 - \tan^{-1} \omega CR$$

# Diagramme de Bode

- Rappelons-nous de quelques propriétés:

$$\text{Log}(a \cdot b) = \text{Log}(a) + \text{Log}(b) \quad \text{Log}\left(\frac{a}{b}\right) = \text{Log}(a) - \text{Log}(b)$$

- On peut re-ecrire l'equation du gain:

$$|Gain|_{dB} = 20\text{Log}\left[\frac{1}{\sqrt{1^2 + (\omega CR)^2}}\right] \Rightarrow 0 - 20\text{Log}\left(\sqrt{1^2 + (\omega CR)^2}\right)$$

# Diagramme de Bode

- Forme plus conviviale:

$$0 - 20 \text{Log} \left( \sqrt{1^2 + \left( \frac{\omega}{\left( \frac{1}{CR} \right)} \right)^2} \right)$$

- 2 cas extremes:

- Quand  $\omega \ll 1/RC$

$$0 - 20 \text{Log} \left( \sqrt{1^2 + 0} \right) = 0$$

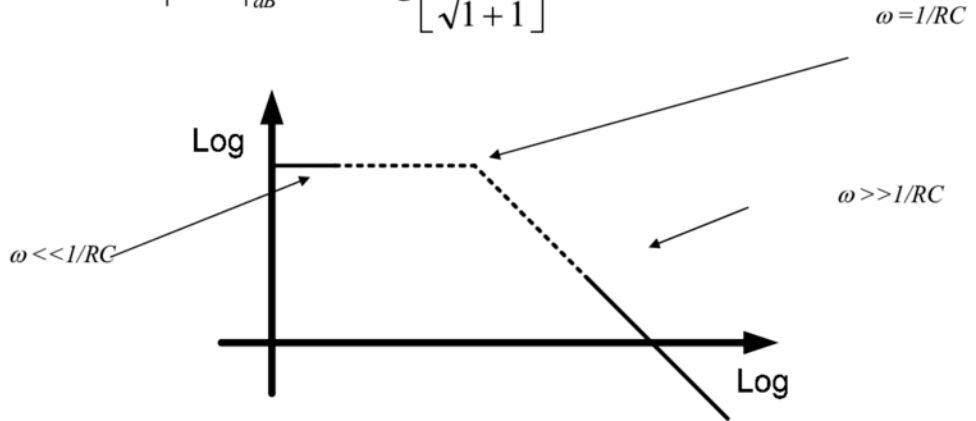
- Quand  $\omega \gg 1/RC$

$$0 - 20 \text{Log} \left( \sqrt{\left( \frac{\omega}{\left( \frac{1}{CR} \right)} \right)^2} \right) = 0 - \left[ 20 \text{Log} \omega - 20 \text{Log} \left( \frac{1}{CR} \right) \right] = -20 \text{Log} \omega$$

# Diagramme de Bode

- On rejoint les courbes ou  $\omega=1/RC$
- A ce point, le gain

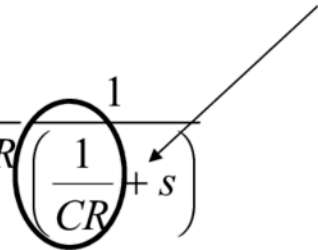
$$|Gain|_{dB} = 20 \text{Log} \left[ \frac{1}{\sqrt{1+1}} \right] = -3dB$$



# Diagramme de Bode

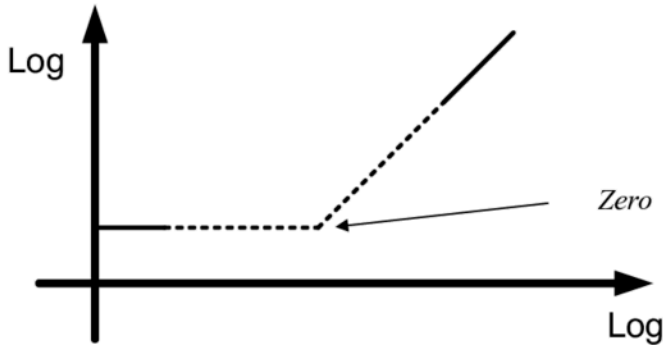
- Conclusions de l'expérience precedente

- Chaque pole cause une baisse de -20dB par  $\text{LOG}_{10}\omega$
- $\text{LOG}_{10}\omega$  augmente de 1 quand  $\omega$  augmente de 10
- DONC, le gain baisse de -20dB quand la frequence augmente de 10 fois.
- On appelle ca une decade
- COMMENCE au pole (valeur absolu)  $\omega = 1/CR$

$$T(s) = \frac{1}{(1 + sCR)} = \frac{1}{CR} \left( \frac{1}{\frac{1}{CR} + s} \right)$$


# Diagramme de Bode

- On pourrait aussi faire le meme exercice avec les zeros:
  - Il y aura une augmentation de  $+20\text{dB/decade}$
  - Le gain commencera a la frequence du zero

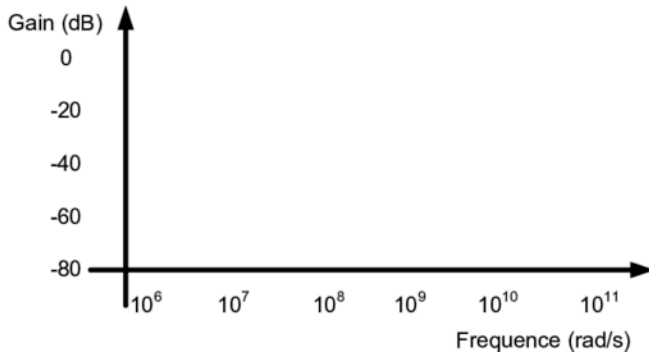


# Diagramme de Bode: amplitude

- On peut resumer:
  - Chaque pole reel cause  $-20\text{dB/decade}$
  - Chaque zero reel cause  $+20\text{dB/decade}$
  - Echelle logarithmique: c'est une droite
  - Le changement se produit AU pole/zero
- Rappel: Decade= $10\times$ .

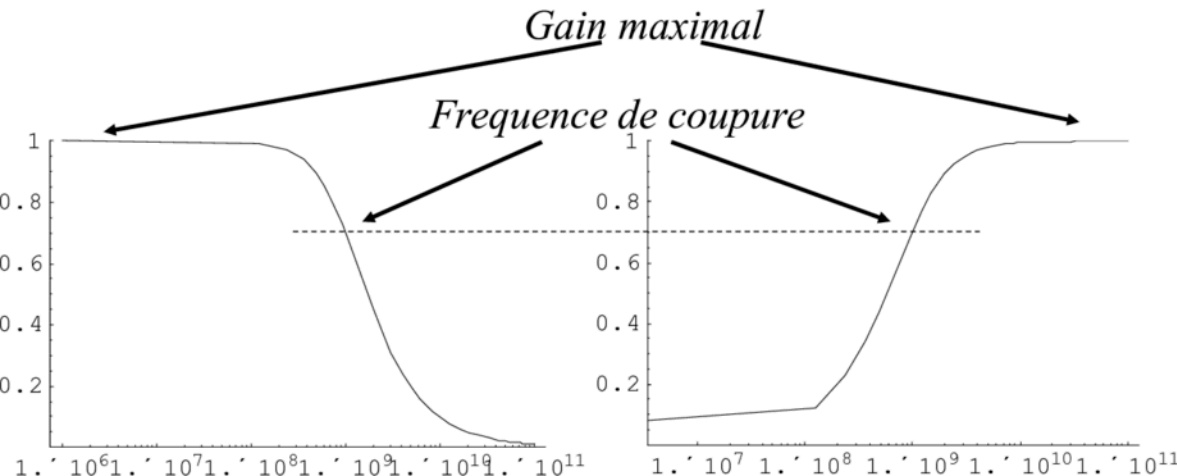
# Diagramme de Bode: amplitude

- Recette magique:
  - Re-arranger la fonction de transfert
  - Trouver gain a une frequence donnee (0 ou autre)
  - Identifier les poles et les zeros
  - Tracer les axes en base logarithmique
  - Tracer les lignes





# Conventions



# Conventions

- Definition:

- Bande passante: plage de frequences ou le gain est plus que -3dB

