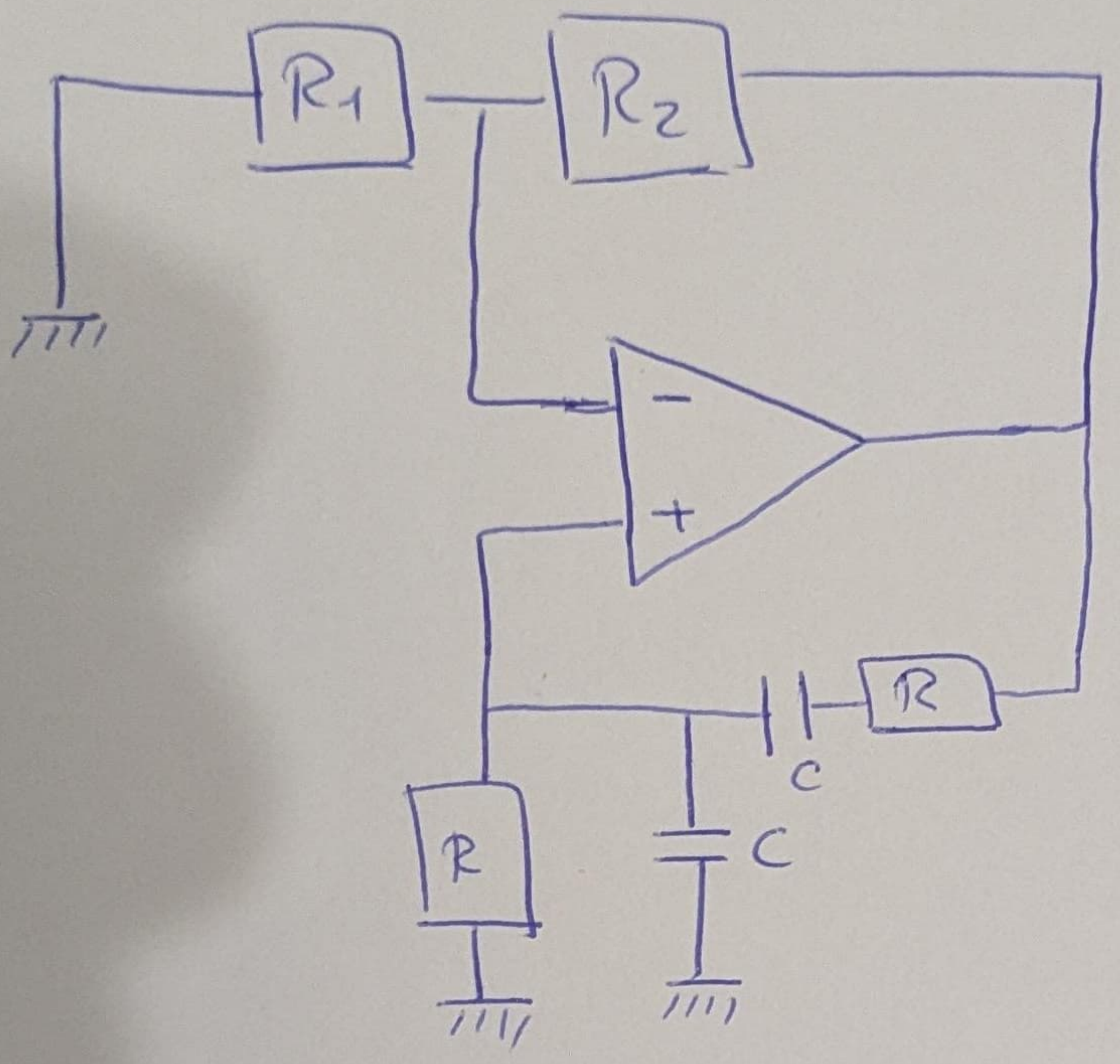
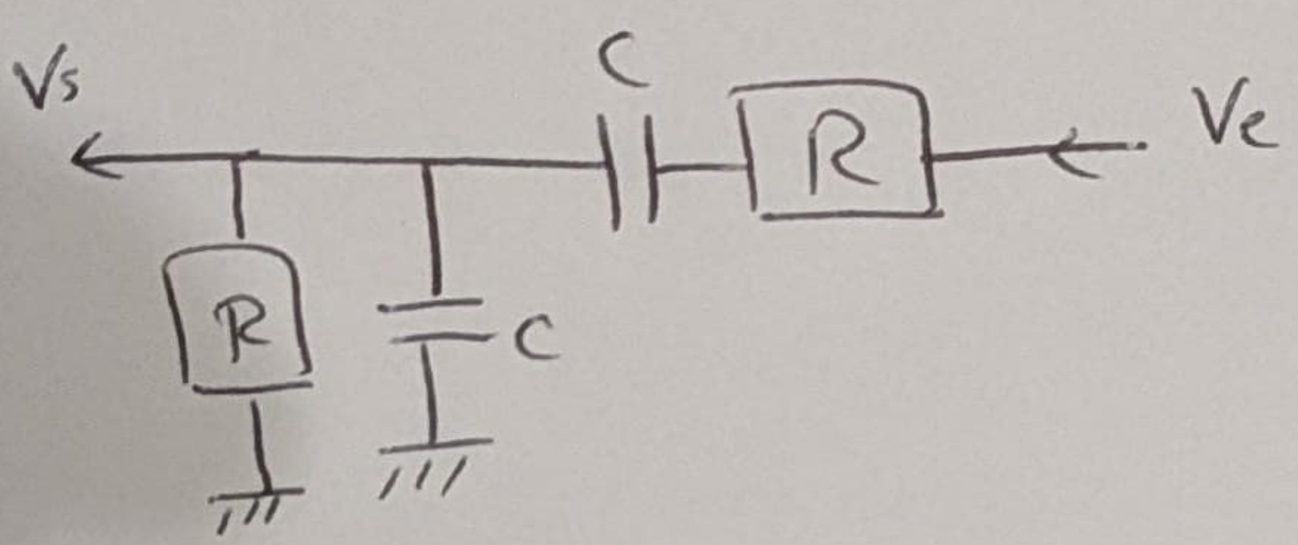
Pont de Wien



$$\frac{R_2}{R_1} \simeq 2$$

oscill. quasi-sinusoïd.
à $\omega_0 = \frac{1}{RC}$



Filtre Passe-bande d'ordre 2

$$H(\omega) = \frac{H_0}{1 + jQ\left(\frac{\omega}{\omega_0} - \frac{\omega_0}{\omega}\right)}$$

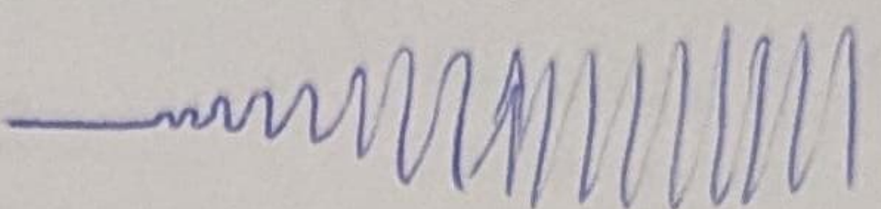
$H_0 = 1/3$

$Q = 1/3 = \frac{\omega_0}{\Delta\omega}$ → à -3dB

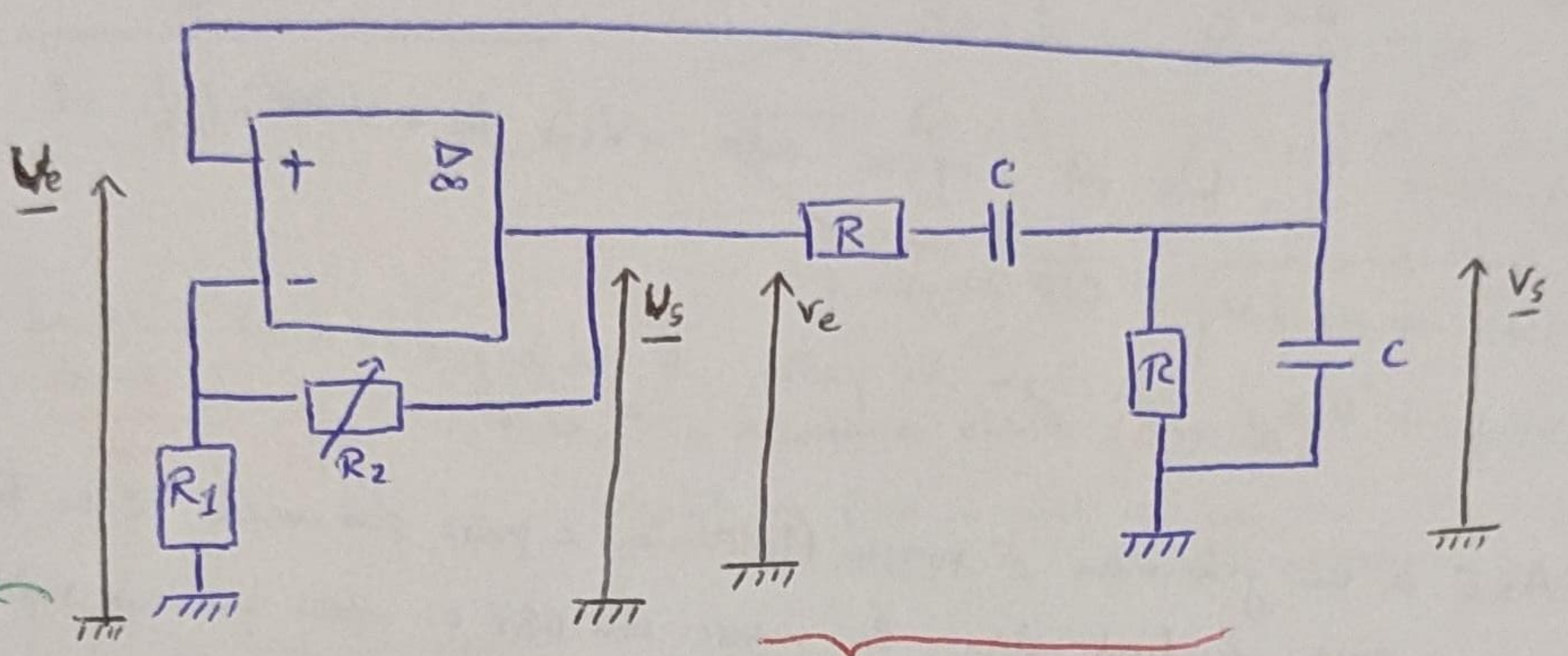
$\omega_0 = \frac{1}{RC}$ → $\sim 10^4$ rad/s

Oscillateur Pont de Wien

C'est un oscillateur quasi-sinusoïdal



Youtube
E-Learning Physi[que]
"Electronique : oscill. Pont Wien"



les potentiels sont pas reliés à la masse [illegible] juste [illegible] par rapport à une [illegible]

ALI non inverseur car entrée (+)

Filtre de Wien (passif) (passe-bande)

⚠ sans GBF ∴ fournit tension quasi sinusoïdale sans GBF

on traitera chacun tout seul puis les 2 ensemble car sortie filtre → entrée ALI !

ALI

idéal et en régime linéaire

↓

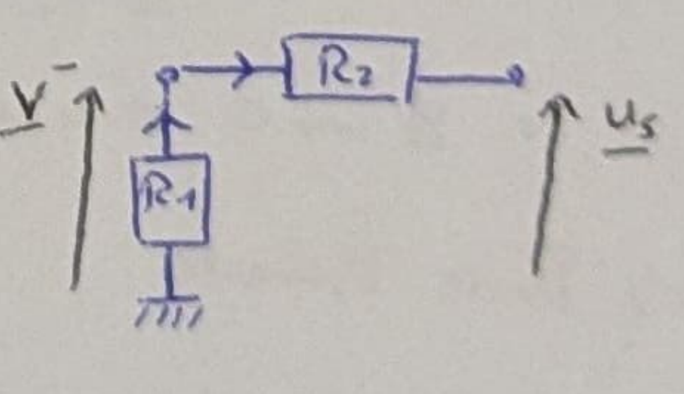
impédance d'entrée ↗↗ devant impéd. montage ⇒ courants d'entrée sont négligeables

$i_e^- \simeq i_e^+ \simeq 0$ car idéal

$\varepsilon = V^+ - V^- \simeq 0$ car linéaire

- $V^+ = u_e$
- V^-
  - → pont diviseur de tension
  - → Loi des noeuds en terme de potentiels
  - → Millmann

Pont diviseur de tension on a V^- et U_s et les 2 R sont en séries car $i^- = 0$



$$V^- = \frac{R_1}{R_1+R_2} U_s$$

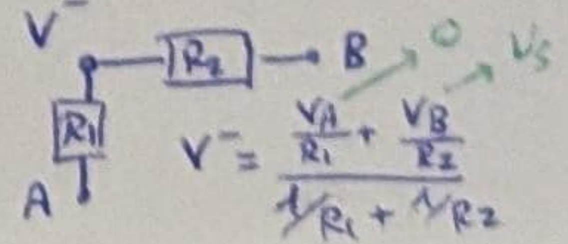
Loi des Noeuds en terme des potentiels

le 1er courant passant par R_1 : $\frac{\Delta V}{R_1}$ = 2e courant par R_2 = $\frac{\Delta V}{R_2}$

$$\frac{0 - V^-}{R_1} = \frac{V^- - U_s}{R_2} \Rightarrow \cancel{V^- = \frac{R_1}{R_1+R_2} U_s} \quad V^-\left(\frac{1}{R_1}+\frac{1}{R_2}\right) = \frac{U_s}{R_2}$$

$$\Rightarrow V^- = \frac{R_1}{R_1+R_2} U_s$$

Millman : conséquence de ça et on a ça ⚠ V^- est barycentre des noeuds A, B



$$V^- = \frac{\frac{V_A}{R_1} + \frac{V_B}{R_2}}{1/R_1 + 1/R_2}$$

$\underline{H} = \dfrac{\underline{U_s}}{\underline{U_e}} = G_0$ ← c'est juste un gain

↓

fct transfert

on sait ici qu'on aura résultat réel ∴

par $\underline{V}^+ - \underline{V}^- = 0 \Rightarrow \dfrac{R_1}{R_1+R_2}\underline{U_s} = \underline{U_e} \Rightarrow \underline{H} = \dfrac{R_1+R_2}{R_1} = 1 + \dfrac{R_2}{R_1}$ $\quad G_0 > 0$

Limitation régime linéaire

U_s est comprise entre $-V_{sat}$ et $+V_{sat}$

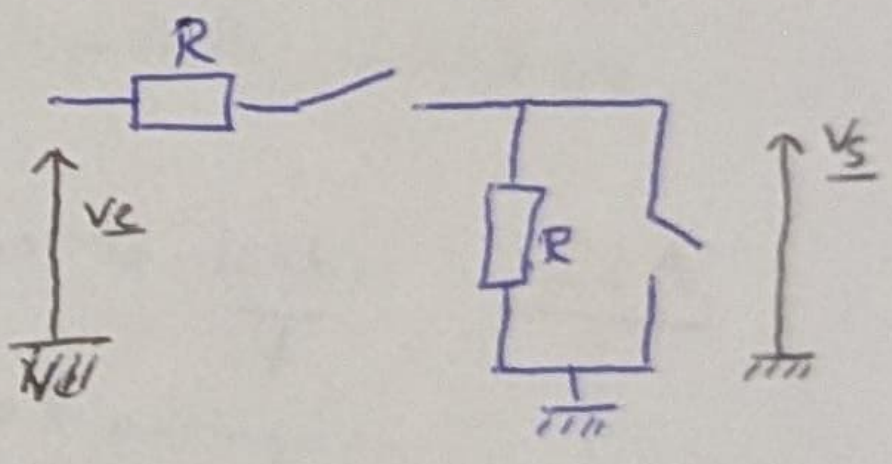
ALI est alimenté en $\pm 15V$ ∴ U_s dépasse pas ça

En réalité $V_{sat} \neq V_{alim}$ car il y a des pertes et $+V_{sat}$ pas forcément $= -V_{sat}$

⚠ En pratique, ALI a un générateur à masse flottante ∴ prise pas reliée à la Terre ⏚
(sans bout métal) ∴ faut relier la masse du GBF ou autre qui eux sont relié à Terre
↓
3ᵉ entrée (noire) de l'alim

Filtre

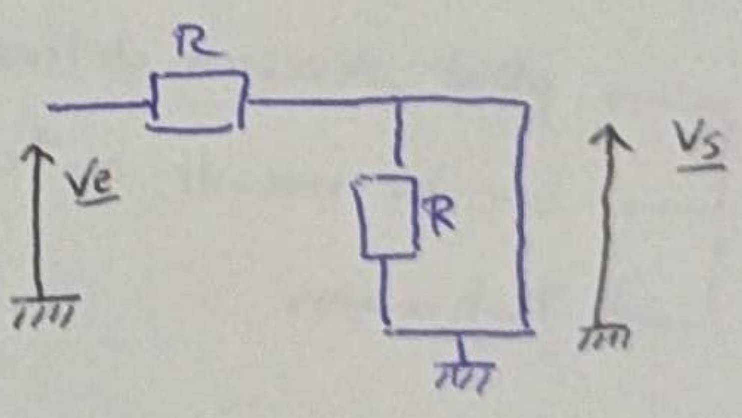
Basse Fréq : C ≡ interrupteur ouvert car $\dfrac{1}{jC\omega} \to \infty$ à $\omega \to 0$



- On peut pas utiliser pont diviseur de tension car circuit coupé par l'interrupteur
- tension aux borne interrupteur (// R) est inconnu ∴ on regarde celle aux bornes de R car doit être la m̂
  ∴ cette R n'est parcourue par aucun i ∴ $\underline{V_s} = 0$

∴ $\underline{H} \to 0$ à $\omega \to 0$ ∴ coupe petites fréq.

Haute fréq : C ≡ fil car $\dfrac{1}{jC\omega} \to 0$

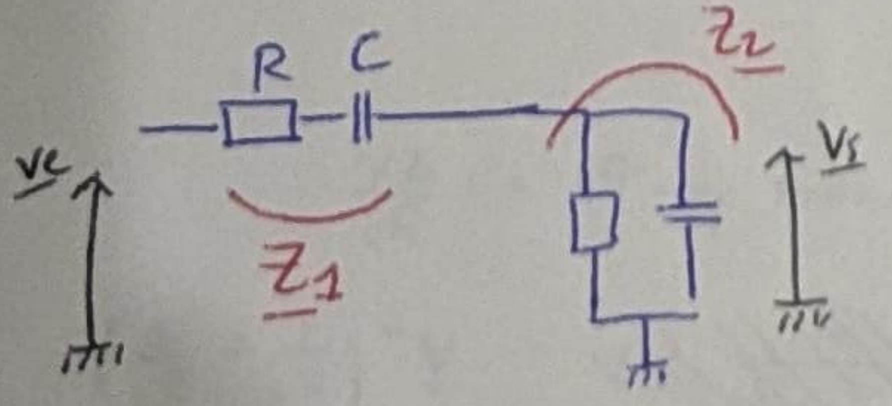


- tension aux bornes du fil = 0
  ∴ $\underline{V_s} = 0$

∴ $\underline{H} \to 0$ à $\omega \to \infty$ ∴ coupe hautes fréq

⇒ Passe Bande

Soit



$\underline{H} = \dfrac{\underline{V_s}}{\underline{V_e}} = \dfrac{\underline{Z_2}}{\underline{Z_1} + \underline{Z_2}}$ par pont diviseur de tension car Z_1 et Z_2 en série

$= \dfrac{1}{\underline{Y_2}\,\underline{Z_1} + 1}$ → en divisant par Z_2

↳ admittance $\left(\dfrac{1}{Z_2}\right)$

↳ car R, C en // ∴ + facile Y que Z

Pont de Wien 2

$$\underline{H} = \frac{1}{\left(\frac{1}{R} + jC\omega\right)\left(R + \frac{1}{jC\omega}\right) + 1} = \frac{1}{3 + jRC\omega + \frac{1}{jRC\omega}}$$

Forme canonique de Passe Bande : $\dfrac{H_0}{1 + jQ\left(x - \frac{1}{x}\right)}$ $\rightarrow x = \frac{\omega}{\omega_0}$

déjà on envie d'avoir 1+ au dénom. ∴ on prend 3 facteur

$$\underline{H} = \frac{1/3}{1 + \frac{1}{3} j \left(RC\omega - \frac{1}{RC\omega}\right)}$$

- $H_0 = 1/3$ gain au max
- $Q = 1/3$ facteur de qualité
- $\omega_0 = \frac{1}{RC}$ inverse de temps ~~(τ = RC)~~ (fréq. de résonance) $f_0 = \frac{1}{2\pi RC}$

★ $\dfrac{\Delta \omega_c}{\omega_0} = \dfrac{1}{Q}$ ∴ + Q ↗ + résonance étroite ($\Delta\omega_c$ ↘) ∴ ici 1/3 c'est terrible

on dit pas fréq coupure wc car ici il y a 2 ∴ on dit résonance

★ $|\underline{H}| = \dfrac{H_0}{\sqrt{1 + Q^2\left(x - \frac{1}{x}\right)^2}}$ à $\omega = \omega_0$ ∴ dénom = 1 et à cette résonance $|\underline{H}| = H_0$ ∴ module au max

Diagramme de Bode

$$\underline{H} = \frac{1}{3 + j\left(RC\omega - \frac{1}{RC\omega}\right)} \qquad \underline{H} = \frac{1}{3 + j\left(x - \frac{1}{x}\right)} \xrightarrow[\frac{1}{x} \text{ domine}]{x \to 0} \underline{H} \simeq \frac{1}{\frac{-j}{x}} = jx$$

indice G_{dB}

$|\underline{H}| = x$ $\quad G_{dB} = 20 \log(x) = 20 X \rightarrow$ 1ère asymptote

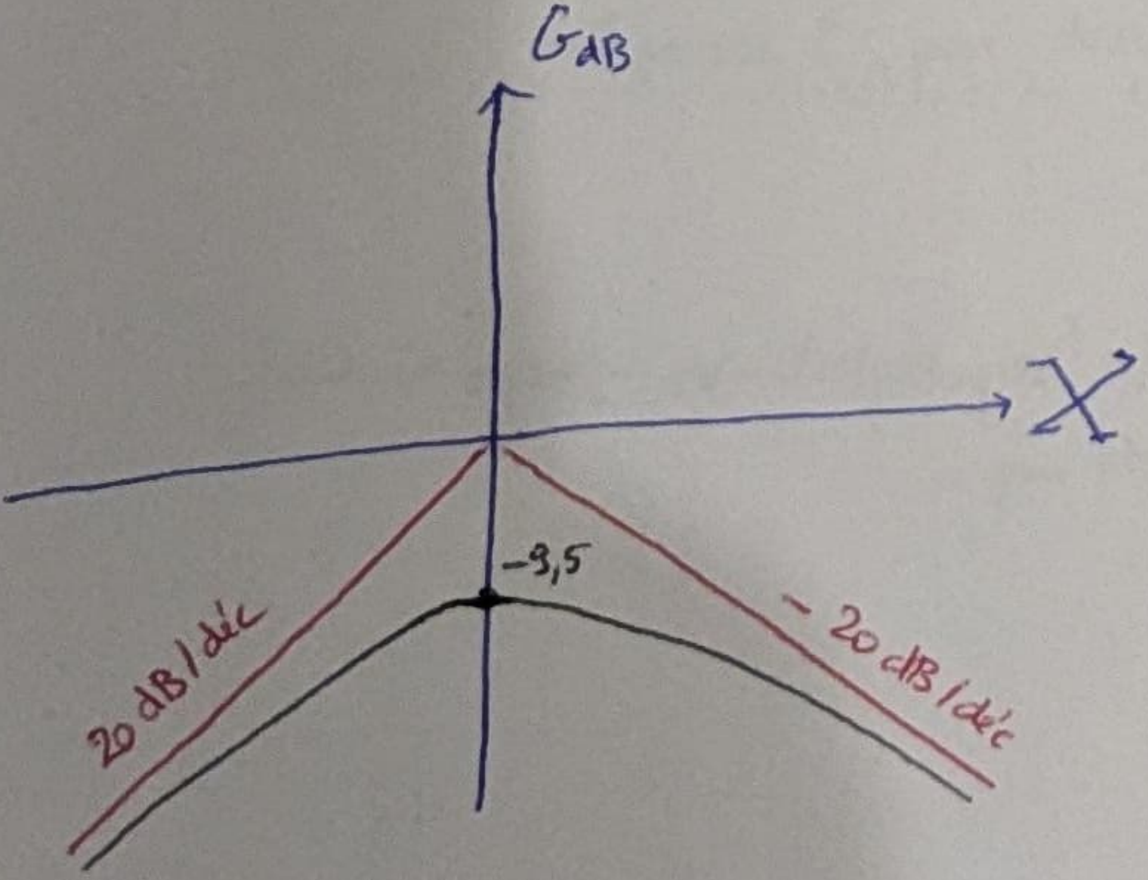
$\varphi = \arg(\underline{H}) = \arg(jx) = \frac{\pi}{2}$

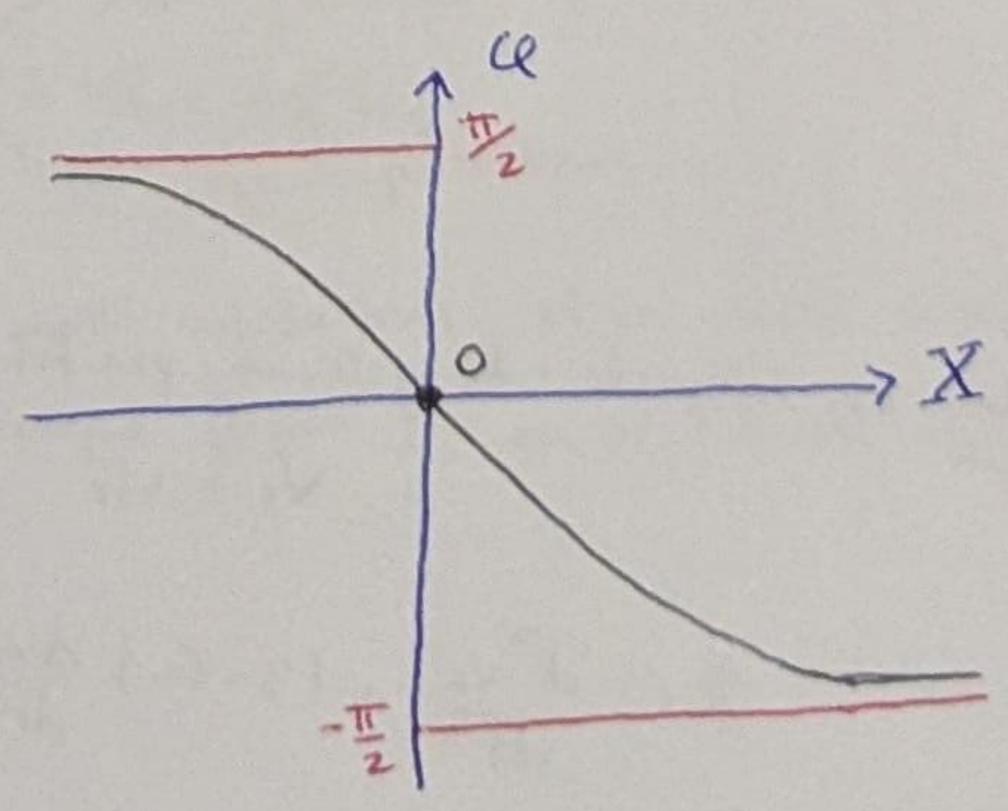
$\underline{H} \xrightarrow{x \to \infty} \dfrac{1}{jx} = \dfrac{-j}{x}$ $\quad |\underline{H}| = \frac{1}{x}$ $\quad G_{dB} = 20 \log\left(\frac{1}{x}\right) = -20 X$ (2e asymptote)

$\varphi = -\frac{\pi}{2}$

à $\omega = \omega_0 \Rightarrow x = 1 \Rightarrow \underline{H} = \frac{1}{3}$ $\quad |\underline{H}| = \frac{1}{3}$ $\quad G_{dB} = 20 \log\left(\frac{1}{3}\right) \simeq -9{,}5$ dB

$\varphi = 0$ car réel tif



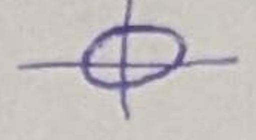


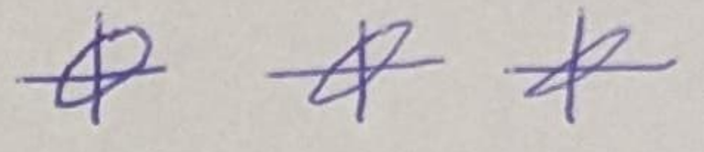
Comment chercher la résonance expérimentalement ?

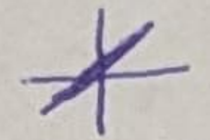
- Soit par gain max = on balaye en fréq. et on cherche le 1/3 **mais** on a facteur qualité Q faible = résonance est floue = pas très précis

- = cherche le $\varphi = 0$ → par oscillo laisser les 2 signaux en mode temporel normal et regarder qd est-ce qu'elles se superposent (pour faire chgt phase)

  ou

  → par oscillo mode XY ça donne 

  et + on se rapproche de ω_0 ⇒ 

  et à ω_0 ⇒  droite de pente +ve

Combiner ALI et Filtre

Au début, ouvrant le circuit entre filtre et ALI (pas de cable reliant sortie filtre à entrée ALI) et en entrée ALI imaginons un GBF et = toute la chaîne représente 2 filtres en cascade (1er actif et 2e passif)

Fct Transfert Global : $\dfrac{\underline{V_s}}{\underline{U_e}} = \dfrac{\underline{V_s}}{\underline{V_e}} \times \dfrac{\underline{U_s}}{\underline{U_e}} = \dfrac{1}{3 + j\left(RC\omega - \frac{1}{RC\omega}\right)} \times G_0$ $\left[G_0 = 1 + \dfrac{R_2}{R_1}\right]$

c'est comme produit grandissement en optique

But ? chercher ED entre $V_s(t)$ et $u_e(t)$ par H on obtient ED ou par ED on obtient H

La technique est faire produit en croix

$$G_0 \underline{U_e} = \left[3 + j\left(RC\omega - \frac{1}{RC\omega}\right)\right] \underline{V_s}$$

on enlève complexe car on est en réel

$\star$ $\dfrac{d}{dt} \longleftrightarrow j\omega$

$\star$ $\int dt \longleftrightarrow \dfrac{1}{j\omega}$

$$\Rightarrow \quad G_0\, u_e(t) = 3\, v_s(t) + RC \frac{dv_s}{dt} + \frac{1}{RC} \int v_s(t)\, dt$$

$$\Rightarrow \quad G_0 \frac{du_e}{dt} = RC \frac{d^2 v_s}{dt^2} + 3 \frac{dv_s}{dt} + \frac{1}{RC} v_s(t)$$

= Filtre d'ordre 2

on peut aussi le trouver si on met H en forme $\dfrac{jC\omega}{\text{----}}$ donc on aura ω^2 en bas

on multiplie par $\dfrac{jC\omega}{jC\omega}$

Maintenant on reboucle le système par fil et = fil donc m̂ potentiel V_s jusqu'à U_e = $V_s = U_e$

$$\Rightarrow \quad RC \frac{d^2 v_s}{dt^2} + (3 - G_0) \frac{dv_s}{dt} + \frac{1}{RC} v_s = 0$$

Pont de Wien 3

Pour osciller, il faudrait avoir relat° oscillateur harmonique

(terme $\frac{dV_s}{dt}$ est terme d'amortissement)

il faut avoir $G_0 = 3$ ∴ terme d'amortissement s'annule ∴ ALI non inverseur doit donner gain = 3

★★ C'est pour cela qu'on a R_2 variable pour essayer d'obtenir ce G_0 par $1 + \frac{R_2}{R_1}$

$$\frac{d^2 v_s}{dt^2} + \frac{1}{R^2 C^2} v_s = 0$$ de pulsation propre $\omega_0^2 = \frac{1}{(RC)^2}$

↓ fréq. d'oscillation

et donc $v_s(t) = V_0 \cos(\omega_0 t + \varphi)$

C'est quoi ce $\omega_0 = \frac{1}{RC}$? Ds filtre de Wien c'est celui de la fréq. de résonance qui annule $\left(RC\omega - \frac{1}{RC\omega}\right)$

∴ syst. va osciller naturellement à cette fréq.

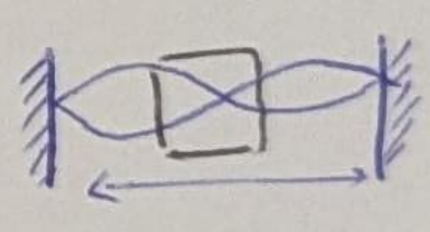
★ analogie avec laser : cavité optique ds laquelle il y a onde EM qui fera des allers-retours

On verra que cette cavité a des modes propres (comme corde de Melde) $L = n\frac{\lambda}{2}$

∴ $\nu_n = \frac{nc}{2L}$ ∴ ens. de fréq. propres

et on trouvera que le laser va osciller à 1 ou plusieurs des fréq. propres de la cavité (comme ici, oscille à ω_0)

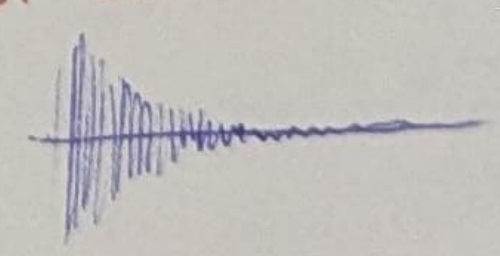
oscillateur quasi sinusoïdal — de résonance



Et ce qui va jouer le rôle de l'amplificateur est le "milieu amplificateur" ☐

★ Le problème ici c'est qu'on peut régler G_0 à 3 exactement ∴ soit $(3 - G_0)$ sera > 0 soit < 0

Si $(3 - G_0) > 0$ (comme ds la plupart des problèmes en physique) ⇒ syst. stable

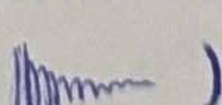


syst stable est pour lequel sol. de l'éq° → 0 qd $t \to +\infty$

et pour être stable, il faut que tous les termes de ED soit de même signe

car coeff $\frac{dv_s}{dt}$ → $+\infty$ ∴ $v_s \to 0$ et coeff est bien > 0

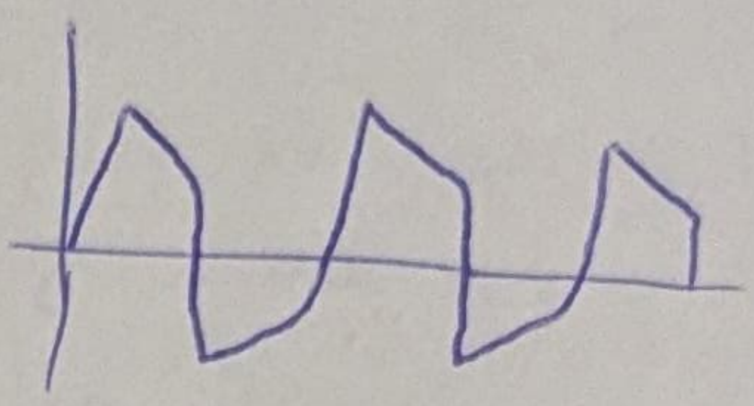
Les sol ? par discriminant Δ
- > 0 régime apériodique
- $= 0$ critique
- < 0 pseudo-périodique

Ici on cherche un syst instable (pour faire naître oscillations et pas avoir amortissement par exp ∴ pas être en pseudo-périodique ) on veut avoir 

Donc si R_2 petite $\Rightarrow (3 - G_0) > 0$ $\Rightarrow$ pas d'oscillations

Si R_2 très grand $\Rightarrow (3 - G_0)$ très < 0 $\Rightarrow$ oscillations ✓ mais pas sinusoïdales

car u_s est limité (pas dépasser U_{sat} ALI)



$\Rightarrow$ Les non linéarité de ALI vont limiter l'amplitude des oscillations

(sinon tension serait amplifié jusqu'à ∞)

Donc faut être proche de la naissance des oscillations (R_2 pas très $> 2R_1$)

$\Rightarrow$ Oscillations à la période T_0 prévue

☆ PK et d'où naissent les oscillations alors qu'il n'y a pas de GBF ?

C'est du bruit .. ALI alimenté à $\pm 15V$ et il y a tjr bruit électronique

$\Rightarrow$ dès qu'il y a bruit à la bonne fréq. $\Rightarrow$ sera amplifié exponentiellement <

et donnera naissance aux oscillations