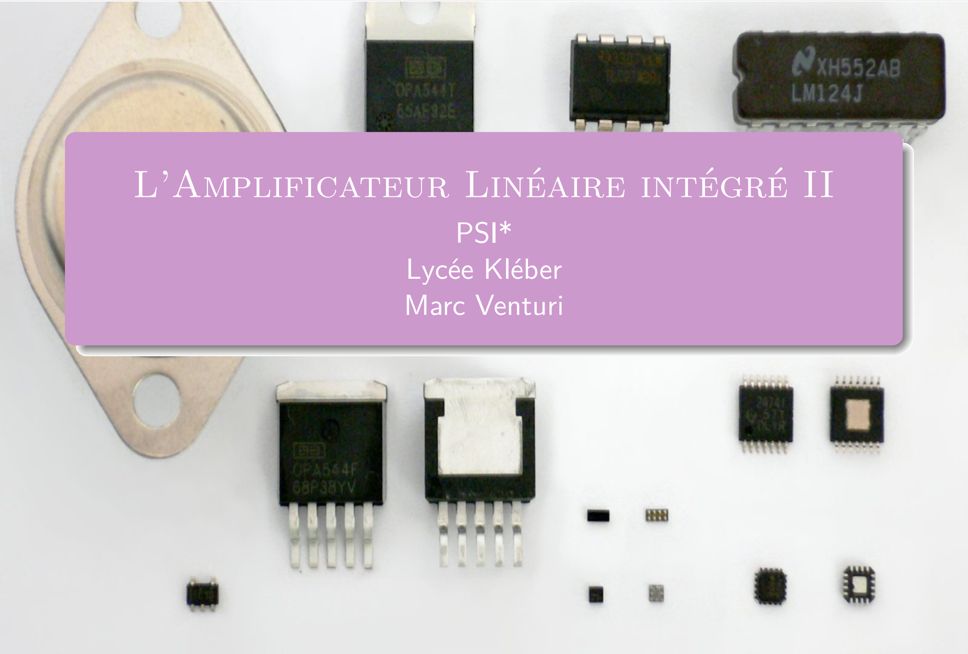


L'Amplificateur Linéaire intégré II

PSI*

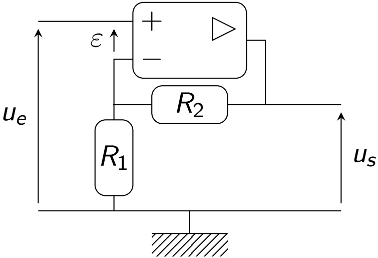
Lycée Kléber

Marc Venturi

1. Montage amplificateur NON inverseur (ALI de gain fini)
2. Comparateur à hystérésis (ALI de gain fini)

Sommaire

Montage

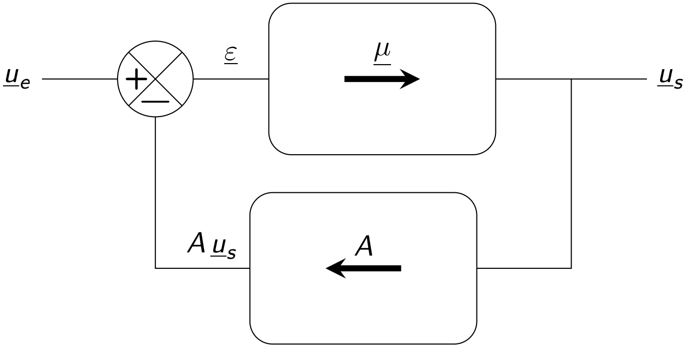


L'ALI est un système LCI de fonction de transfert $\underline{\mu} = \dfrac{\mu_0}{1+\omega\tau}$.
Les relations décrivant le fonctionnement du montage sont :

$$\begin{cases} \underline{u}_s = \underline{\mu}\,\underline{\varepsilon} \\ \underline{\varepsilon} = \underline{u}_e - A\,\underline{u}_s \\ A = \dfrac{R_1}{R_1+R_2} \end{cases}$$

Schéma bloc du système bouclé

Les relations $\begin{cases} \underline{u}_s = \underline{\mu}\,\underline{\varepsilon} \\ \underline{\varepsilon} = \underline{u}_e - A\,\underline{u}_s \end{cases}$ se représentent selon le schéma-bloc suivant :



La connexion en entrée réalise une **contre-réaction**.

Fonction de transfert

Les relations $\left\{\begin{array}{l} \underline{u}_s = \underline{\mu}\,\underline{\varepsilon} \\ \underline{\varepsilon} = \underline{u}_e - A\,\underline{u}_s \end{array}\right.$ conduisent, après élimination de $\underline{\varepsilon}$, à la formule de Black :

$$\boxed{\underline{u}_s = \frac{\underline{\mu}}{1 + A\underline{\mu}}\underline{u}_e,}$$

soit la fonction de transfert du système bouclé :

$$\underline{H} = \frac{\underline{\mu}}{1 + A\underline{\mu}} = \frac{\mu_0}{1 + j\omega\tau + A\mu_0} = \frac{1}{\dfrac{1}{\mu_0} + A + j\omega\dfrac{\tau}{\mu_0}}.$$

Comme $\dfrac{1}{\mu_0} \leqslant 10^{-5} \ll A \Rightarrow \boxed{\underline{H} \simeq \dfrac{1}{A + j\omega\dfrac{\tau}{\mu_0}}.}$

Stabilité

Considérons le système du premier ordre :

$$\underline{H} = \frac{1}{A + j\omega\dfrac{\tau}{\mu_0}} = \frac{b_0}{a_0 + a_1 j\omega}.$$

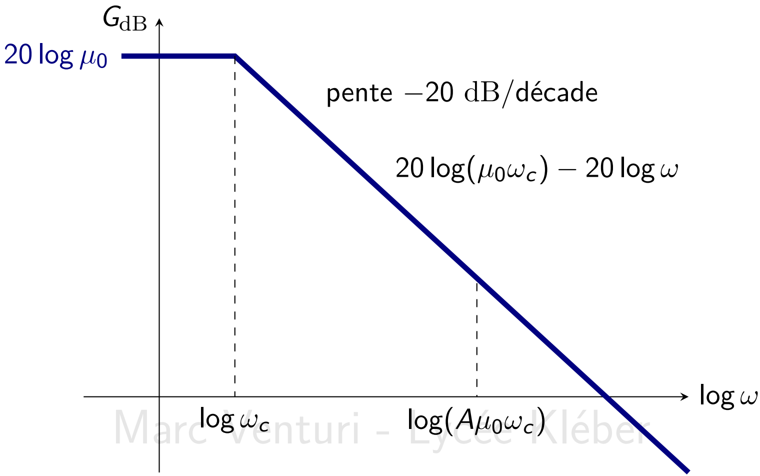
On sait qu'un tel système est **stable** [1] si et seulement si a_0 et a_1 sont de même signe (cf systèmes linéaires).

Ici, $A = \dfrac{R_1}{R_1 + R_2} > 0$ et $\dfrac{\tau}{\mu_0} > 0$, donc $\boxed{\text{le montage est stable}}$.

1. Rappel : le signal de sortie d'un système LCI stable tend vers 0 pour un signal d'entrée nul.

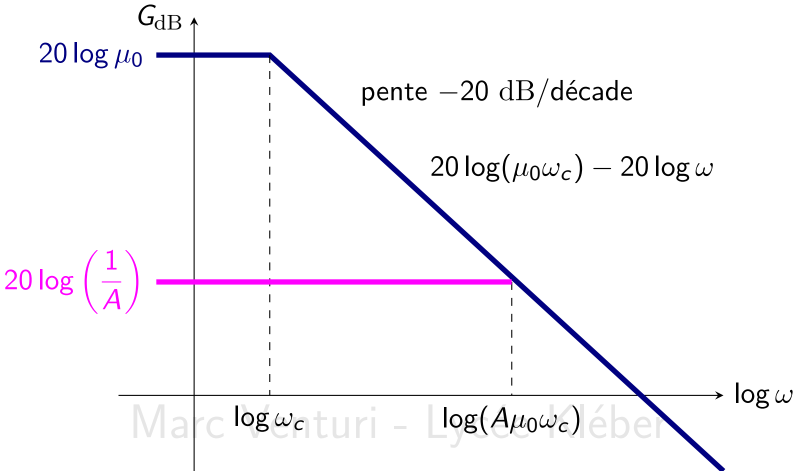
Gain et bande passante

Chaîne directe (ALI) : $\underline{\mu} = \dfrac{\mu_0}{1 + j\dfrac{\omega}{\omega_c}}$ où $\omega_c = \dfrac{1}{\tau} \simeq 50\,\mathrm{rad{\cdot}s^{-1}}$.



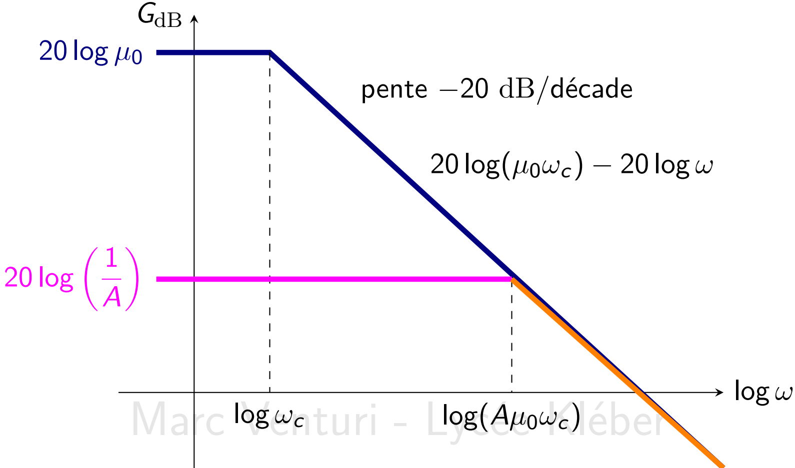
Gain et bande passante

Système bouclé : $\underline{H} = \dfrac{1/A}{1 + j\dfrac{\omega}{A\mu_0\omega_c}} \xrightarrow[\omega\to 0]{} \dfrac{1}{A} = 1 + \dfrac{R_2}{R_1}$.



Gain et bande passante

Système bouclé : $\underline{H} = \dfrac{1/A}{1 + j\dfrac{\omega}{A\mu_0\omega_c}} \xrightarrow[\omega\to+\infty]{} \dfrac{1}{j\dfrac{\omega}{\mu_0\omega_c}}$.



Gain et bande passante

Il y a un compromis entre gain (linéaire) et bande passante :

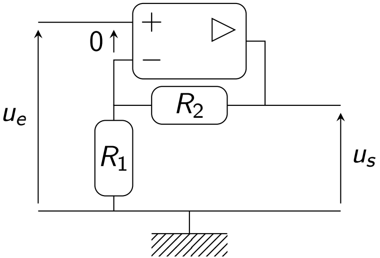
$$\mu_0 \to G = \frac{\mu_0}{A\mu_0}$$
$$\omega_c \to \omega'_c = \omega_c \times A\mu_0$$

À retenir

Le produit Gain $\times$ bande passante est constant.

$$G\omega'_c = \mu_0\omega_c \simeq 5 \times 10^6 \,\mathrm{rad{\cdot}s^{-1}}.$$

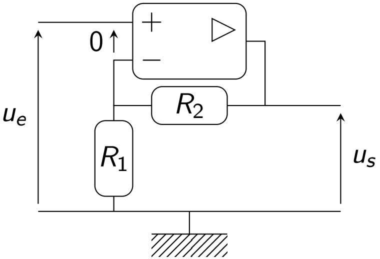
Modèle du gain infini



Si $\mu_0 \to \infty$:

On retrouve le fonctionnement déjà étudié.

Modèle du gain infini

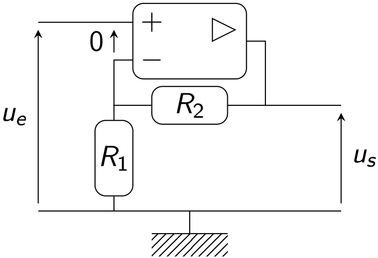


Si $\mu_0 \to \infty$:

- la bande passante tend vers l'infini ;

On retrouve le fonctionnement déjà étudié.

Modèle du gain infini

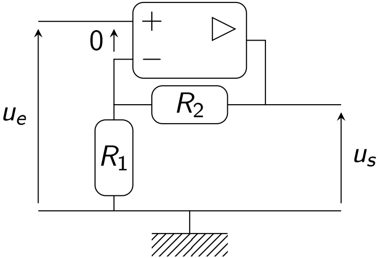


Si $\mu_0 \to \infty$:

- la bande passante tend vers l'infini ;
- le gain est $G = 1 + \dfrac{R_2}{R_1}$ pour toutes fréquences ;

On retrouve le fonctionnement déjà étudié.

Modèle du gain infini



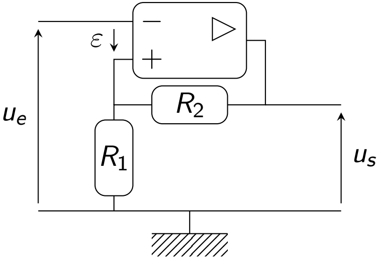
Si $\mu_0 \to \infty$:

- la bande passante tend vers l'infini ;
- le gain est $G = 1 + \dfrac{R_2}{R_1}$ pour toutes fréquences ;
- $\varepsilon \to 0$.

On retrouve le fonctionnement déjà étudié.

Sommaire

Montage



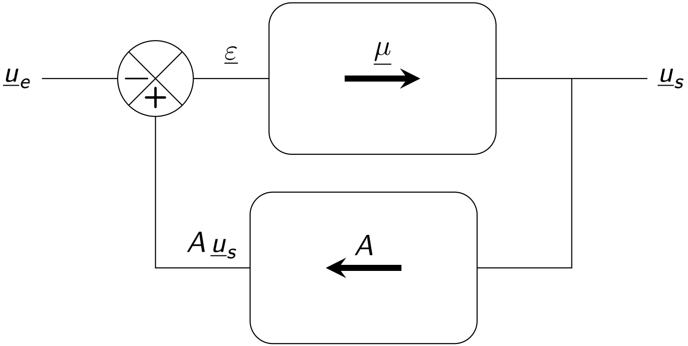
On pose à nouveau $A = \dfrac{R_1}{R_1 + R_2}$.

Les relations entre les grandeurs électriques sont :

$$\begin{cases} \underline{u}_s = \underline{\mu}\underline{\varepsilon} \\ \underline{\varepsilon} = A\underline{u}_s - \underline{u}_e \end{cases}$$

Schéma bloc

Les relations $\begin{cases} \underline{u}_s = \underline{\mu}\,\underline{\varepsilon} \\ \underline{\varepsilon} = A\underline{u}_s - \underline{u}_e \end{cases}$ se schématisent par le schéma bloc suivant :



La connexion en entrée réalise une **réaction positive**.

Stabilité

On peut établir une fonction de transfert, en éliminant $\underline{\varepsilon}$ et en utilisant l'expression du gain de l'ALI $\underline{\mu} = \dfrac{\mu_0}{1 + j\omega\tau}$:

$$\underline{H} = -\frac{\underline{\mu}}{1 - A\underline{\mu}} = -\frac{\mu_0}{\underbrace{1 - A\mu_0}_{a_0} + j\underbrace{\omega\tau}_{a_1}}$$

Le système du premier ordre présente, au dénominateur, des constantes **de signes opposés**.
En effet, $A\mu_0 > 1 \Rightarrow a_0 < 0$ dans les cas d'utilisations courantes, car $A \gg 10^{-5}$.
Dans ce cas, le système bouclé est **instable** et ne peut fonctionner en régime linéaire. Le signal de sortie diverge et est limité par une saturation : $\boxed{u_s = \pm V_{\mathrm{sat}}}$.