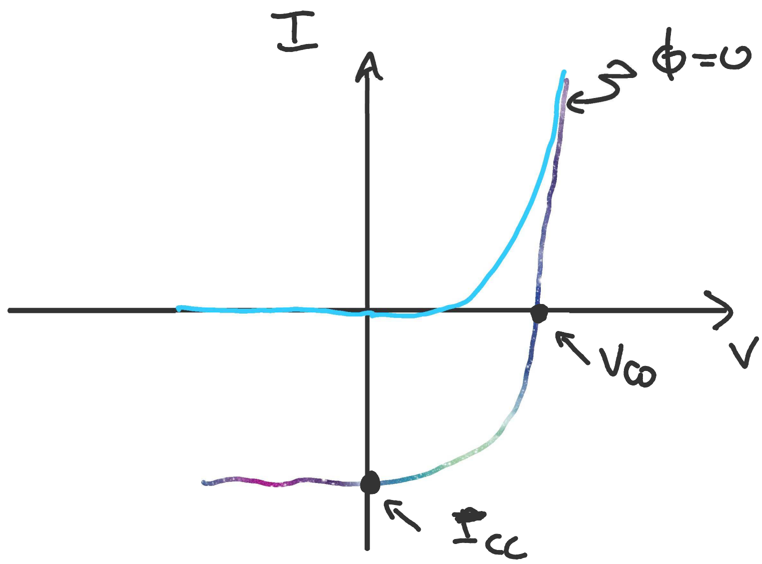
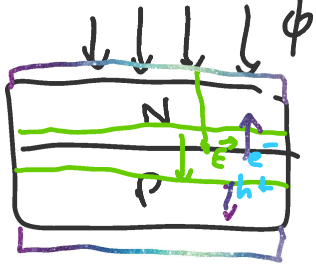
Exercice 1

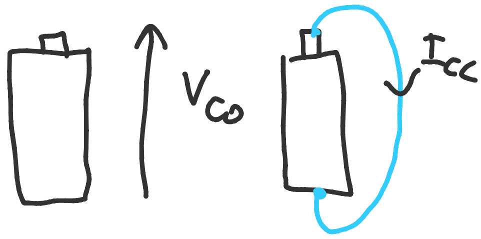
lundi 30 septembre 2019 09:45

# Cellules photovoltaïques :

Jonction P/N



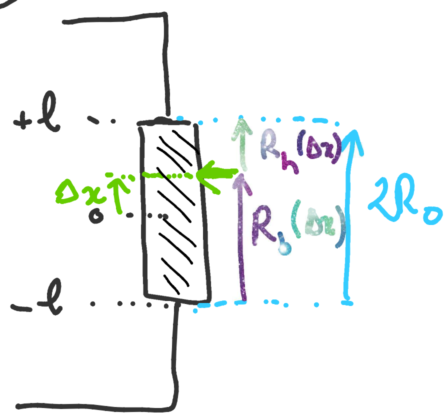




$\boxed{\text{ARDUINO CAN}}$ 10 bits $V_{REF} = 5V$ En : [0, 5]

Résolution $= \frac{5-0}{1024} \simeq \underline{\underline{4,88\,mV}}$ $2^{10} = 1024$ valeurs

## 1.1




Résistance totale : $2R_0 = R_b(\Delta x) + R_h(\Delta x)$

Loi de Pouillet : $\boxed{R = \frac{\rho \cdot L}{S}}$ ← loi d'ohm.

① $R_{2\ell} = \frac{\rho 2\ell}{S} = 2R_0 \rightarrow \frac{\rho}{S} = \frac{\cancel{2}R_0}{\cancel{2}\ell} = R_0/\ell$

② $R_b(\Delta x) = \left(\frac{\rho}{S}\right)(\ell + \Delta x) = \frac{R_0}{\ell}(\ell + \Delta x) = \boxed{R_0\left(1 + \frac{\Delta x}{\ell}\right)}$

③ $R_h(\Delta x) = \frac{\rho}{S}(\ell - \Delta x) = \frac{R_0}{\ell}(\ell - \Delta x) = \boxed{R_0\left(1 - \frac{\Delta x}{\ell}\right)}$

---

## 1.2

$$V_{mes} = V_g \times \frac{R_b(\Delta x) // R_{app}}{R_h(\Delta x) + R_g + R_b(\Delta x) // R_{app}}$$

$R_1 = R_b(\Delta x) // R_{app}$

$$\boxed{R_1 = \frac{R_b \times R_{app}}{R_b + R_{app}}}$$

$$\boxed{V_{mes} = \frac{R_b(\Delta x)\, R_{app}}{(R_b + R_{app})(R_h + R_g) + R_b \times R_{app}}\, V_g} \quad ①$$

## 1.3 $R_{app} \gg R_0$

$$R_b(\Delta x) = R_0\left(1-\frac{\Delta x}{\ell}\right) \quad \text{et} \quad R_h(\Delta x) = R_0\left(1+\frac{\Delta x}{\ell}\right)$$

① si $\Delta x > 0$ $\quad R_b < R_0 \quad R_h > R_0$

② si $\Delta x < 0$ $\quad R_b > R_0 \quad R_h < R_0$

$R_b$ et $R_h$ au max $= \boxed{\simeq 2R_0}$

$R_{app} \gg R_0 \qquad R_{app} \gg 2R_0 \qquad \boxed{R_{app} \gg R_b \text{ ou } R_h}$ ②

$$V_{mes} = \frac{R_b R_{app}}{R_b R_{app} + (\cancel{R_b} + R_{app})(R_h + R_g)} V_g$$

$$= \frac{\cancel{R_{app}}}{\cancel{R_{app}}} \times \frac{R_b}{R_b + R_h + R_g} V_g = \frac{R_0\left(1-\frac{\Delta x}{\ell}\right)}{R_0\left(1-\frac{\Delta x}{\ell}\right) + R_0\left(1+\frac{\Delta x}{\ell}\right) + R_g} V_g$$

$$\boxed{V_{mes} = \frac{R_0\left(1-\frac{\Delta x}{\ell}\right)}{2R_0 + R_g} V_g} \Rightarrow \boxed{V_{mes} \propto V_g}$$

$V_{mes}$ est proportionnelle à $V_g$

## 1.4 Sensibilités de la mesure:

$$S = \frac{\Delta s}{\Delta m} \qquad \Delta s \leftarrow V_{mes} \qquad \Delta m \leftarrow x$$

$$S = \frac{d V_{mes}}{dx} = \frac{d}{dx}\left[\frac{R_0\left[1+\frac{\Delta x}{\ell}\right]}{2R_0 + R_g} V_g\right]$$

$\Delta x = (x - 0) \Leftrightarrow d(\Delta x) = dx$

$$S = \frac{R_0}{2R_0 + R_g} \times \left[0 + \frac{1}{\ell}\right] V_g$$

$$\boxed{S_{mes} = \frac{R_0}{(2R_0 + R_g)\ell} V_g} \quad ③$$

$$\left(\frac{f}{g}\right)' = \frac{f'g - g'f}{g^2}$$

## 1.5 $R_g$? $S_{mes}$ maximum.

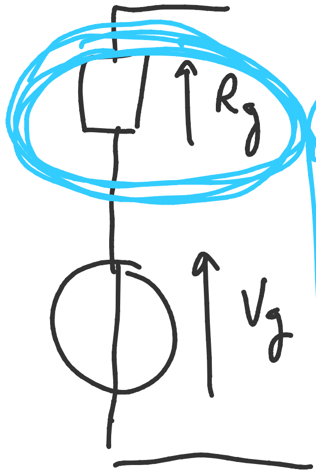
$$\frac{d S_{mes}}{d R_g} = 0 \Rightarrow \left(\frac{R_0 V_g}{\ell}\right) \times \frac{1}{2R_0 + R_g}$$

$$\frac{d S_{mes}}{\ldots} = -\left(\frac{R_0 V_g}{\ell}\right) \ldots$$

si $\begin{cases} 2R_0 \ll R_g \\ R_0 \ll 2R_0 \end{cases}$

$$\frac{dS_{mes}}{dR_g} = -\frac{\left(\frac{R_0 V_g}{\ell}\right)}{(2R_0+R_g)^2} \to 0 \quad \text{ssi} \begin{cases} 2R_0 \ll R_g \\ R_g \ll 2R_0 \end{cases}$$

$\boxed{R_g \to 0}$ (4) $\to \dfrac{dS_{mes}}{dR_g} = -\dfrac{\frac{R_0 V_g}{\ell}}{(2R_0)^2}$




Résistance interne du générateur la plus faible possible

$$\boxed{S_{mes} = \frac{V_g}{2\ell}}$$

(3) et (4)

$$V_{mes} = \frac{\cancel{R_0}\left[1+\frac{\Delta x}{\ell}\right]}{2\cancel{R_0}} V_g$$

$$\boxed{V_{mes} = \left[1+\frac{\Delta x}{\ell}\right] V_g}$$

Si $R_g \to 0$

Sensibilité réduite : $S_r$

$$S_r = \frac{1}{E} \times \frac{\Delta s}{\Delta m}$$

$V_{mes}$

$a$

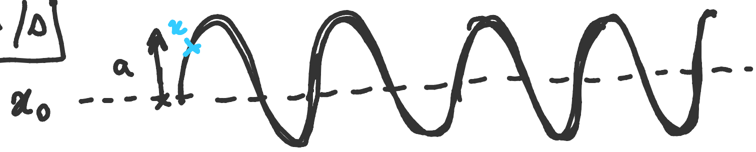
$V_g$

$$\boxed{S_r = \frac{\cancel{V_g}}{\cancel{V_g} \times 2\ell} = \frac{1}{2\ell}}$$

A.N : $\boxed{S_r = \dfrac{1}{2\ell} = \dfrac{1}{10\ \text{cm}} = 0{,}1\ \text{cm}^{-1}}$

1.6 $\boxed{V_{max} = 0{,}2\ \text{m/s}}$

$a = 1\ \text{cm}$




$$x = x_0 + a \sin(\omega t)$$

Vitesse de déplacement du curseur : $v = \dfrac{dx}{dt}$

Vitesse de déplacement du curseur : $v = \frac{dx}{dt}$

$$v = \frac{d}{dt}\left(x_0 + a\sin(\omega t)\right) = a\omega\cos\omega t$$

$v_{max}$ ? $\cos\omega t = 1$

$$v_{max} = a\omega = a \times 2\pi f_{max}$$

$$\boxed{f_{max} = \frac{v_{max}}{a\,2\pi}}$$

A.N : $f_{max} = \frac{0,2}{0,01 \times 2\pi} \simeq \boxed{3,2\,Hz}$

$\boxed{\text{CAN ARDUINO}}$ →

$\boxed{f_{ADC} = 125\,kHz}$

1MHz

$\boxed{f_{max} \ll f_{ADC}}$

oui pas de soucis pour avec l'arduino

$\boxed{\text{STM32}}$ $f_{ADC} =$

1.7 $V_g$ est de 5V ←

Vérifier que la variation $V_{mes}$ est dans la plage du CAN de l'ARDUINO

$[0, 5V]$

① $S_{mes} = \frac{V_g}{2l} = \frac{5}{2l} = \frac{5V}{10\,cm} = 0,5\,V/cm$

② $V_{mes} = \frac{1 + \frac{\Delta x}{l}}{2} V_g = \frac{1 + \frac{0,03125}{5}}{2} \times 5 = \underline{2,48\,V}$

Que vaut $\Delta x$ pour $v_{max}$ ?

$$\Delta x = v\Delta t = 0,2 \times \frac{1}{2 \times 3,2} = 0,03125\,m$$

$\Delta x = v\Delta t = 0,2 \times \frac{1}{2\times 3,2} = 0,03125$ m

$V_{mes} \in \underbrace{[-2,48\text{ V}, 2,48\text{ V}]}_{\text{étendue de mesure}}$

EM < 5V → oui le CAN de l'arduino pourrait mesurer cette plage de tension !

[0, 5V]

↳ mettre un circuit d'offset qui permette d'aller en $\boxed{0 \text{ à } 5\text{V}}$

Rem :

① Capteur de gaz à l'AIME : $R \simeq G\Omega$ T = 300K

$R \gg R_{app} \simeq 100k\Omega - 1M\Omega$

② Source de tension avec une résistance interne la plus faible

EXERCICE 2 : FINESSE (Groupe 2)

mardi 17 novembre 2020 09:58

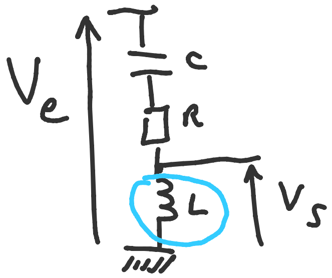
⚠ On se place à la fréquence de résonance du circuit RLC

$$V_e(\omega) = V_e(\omega_0) \qquad f_0 = \frac{\omega_0}{2\pi}$$

Rappel : pour un circuit RLC : $\omega_0 = \frac{1}{\sqrt{LC}}$

A.N : $\omega_0 = \frac{1}{\sqrt{10\times10^{-3}\times100\times10^{-12}}} = 10^6 \text{ rad/s}$

6.1 Pont diviseur de tension :




$$\boxed{V_s = \frac{Z_L}{Z_C+Z_R+Z_L}\cdot V_e} \quad (1)$$

Rappel : $\begin{cases} Z_R = R \\ Z_C = \frac{1}{jC\omega} \overset{j^2=-1}{=} -\frac{j}{C\omega} \\ Z_L = jL\omega \end{cases}$

$$V_s = \frac{jL\omega}{-\frac{j}{C\omega}+R+jL\omega}\cdot V_e = \frac{jL\omega}{R+j\left(L\omega-\frac{1}{C\omega}\right)} V_e$$

$$V_s(\omega_0) = \frac{jL\omega_0}{R+j\underbrace{\left(L\omega_0-\frac{1}{C\omega_0}\right)}_{=0}}\cdot V_e$$

$\omega_0 = \frac{1}{\sqrt{LC}}$

$L\omega_0 - \frac{1}{C\omega_0} = \frac{L}{\sqrt{LC}} - \frac{1}{\frac{C}{\sqrt{LC}}}$

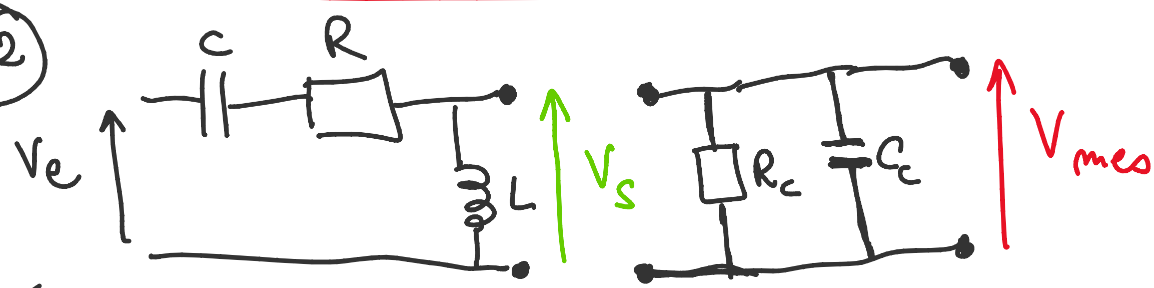
$= \sqrt{\frac{L^{\cancel{2}}}{\cancel{L}C}} - \sqrt{\frac{L\cancel{C}}{C^{\cancel{2}}}} = \sqrt{\frac{L}{C}} - \sqrt{\frac{L}{C}} = 0$

A la résonance on a $L\omega_0 = \frac{1}{C\omega_0}$

$$\boxed{V_s(\omega_0) = j\,\frac{L\omega_0}{R}\cdot V_e(\omega_0)} \quad (2)$$

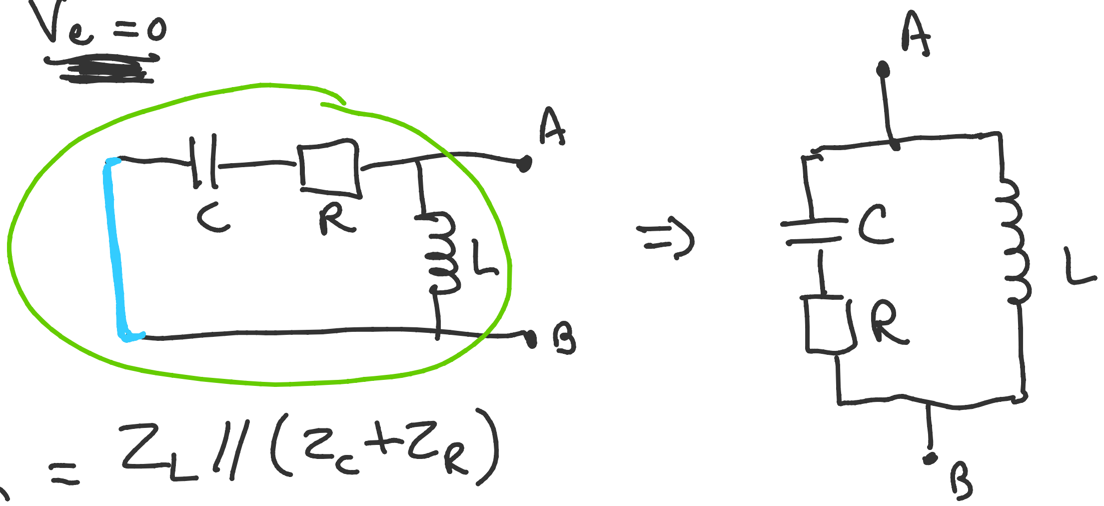
A.N : $\boxed{V_s(\omega_0)} = j\,\frac{10\times10^{-3}\times10^6}{10^2}\,V_e(\omega_0) = \boxed{10^2\,j\,V_e(\omega_0)} \quad (3)$

6.2




Théorème de Thevenin :

$Z_{th}$ est l'impédance vue des bornes de sortie du circuit lorsque le générateur alimentant le circuit est court-circuité i.e $V_e = 0$




$$\begin{cases} Z_{th} = Z_L // (Z_c + Z_R) \\ Y_{th} = \dfrac{1}{Z_{th}} \end{cases}$$

$$Z_{th} = \frac{Z_L \cdot (Z_c + Z_R)}{Z_L + (Z_c + Z_R)} \rightarrow Y_{th} = \frac{Z_L + (Z_c + Z_R)}{Z_L \cdot (Z_c + Z_R)}$$

$$Y_{th} = \frac{\cancel{jL\omega_0} - \cancel{j\frac{1}{C\omega_0}} + R}{jL\omega_0 \cdot \left(-\frac{j}{C\omega_0} + R\right)} = \frac{R}{L/C + jRL\omega_0}$$

$$\boxed{Z_{th} = \frac{L/C}{R} + j\frac{RL\omega_0}{R} = \frac{L}{RC}(1 + jRC\omega_0)} \quad (4)$$

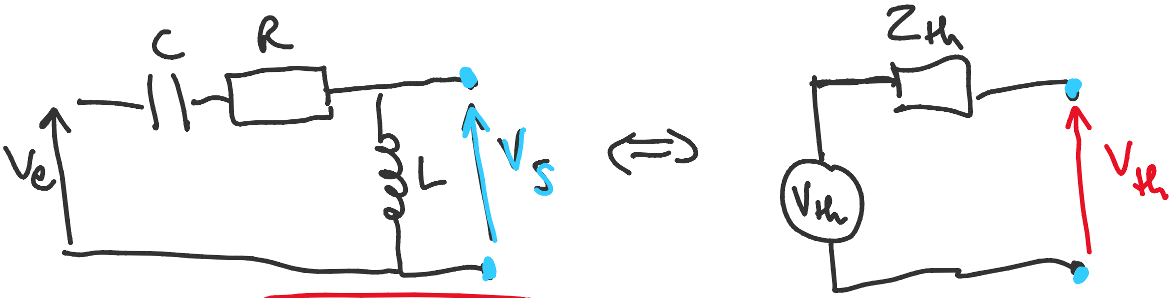
A.N : $Z_{th} = \dfrac{10 \times 10^{-3}}{10^2 \times 100 \times 10^{-12}}\left(1 + j \cdot 10^2 \cdot 100 \times 10^{-12} \cdot 10^6\right) = \dots = \boxed{10^6 + 10^4 j}$ (5)

$\in \mathbb{C}$

C R

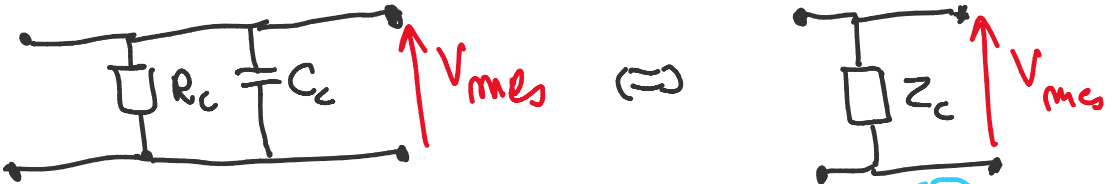
$Z_{th}$

$10^{-} \times 100 \times 10$ ECL




$V_{Th}$ ? $\boxed{V_S = V_{Th}}$ (6)

Impédance de l'oscilloscope :



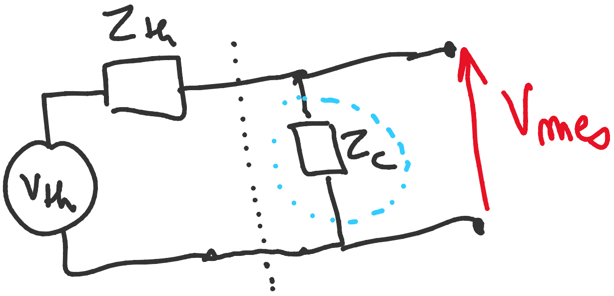

$$Z_c = Z_{R_c} // Z_{C_c} = \frac{Z_{C_c} \times Z_{R_c}}{Z_{C_c} + Z_{R_c}} = \frac{-\frac{j}{C_c\omega_0} \times R_c}{-\frac{j}{C_c\omega_0} + R_c}$$

$$\boxed{Z_c = \frac{\cancel{-j/C_c\omega_0}}{\cancel{-j/C_c\omega_0}} \times \frac{R_c}{1 + R_c\left(-\frac{C_c\omega_0}{j}\right)} = \frac{R_c}{1 + jR_cC_c\omega_0}} \quad (7)$$

**A.N :** $Z_c(\omega_0) = \dfrac{10^6}{1 + j\, 10^6 \times 2 \times 10^{-12} \times 10^6} = \dfrac{10^6}{1+2j}$ $\times \left(\dfrac{1-2j}{1-2j}\right)$

$$\boxed{Z_c(\omega_0) = \frac{10^6\,(1-2j)}{\sqrt{1^2+2^2}} = \frac{10^6}{5}(1-2j)} \quad (8)$$

Résumé :




La star des circuits électroniques : pont diviseur de tension !!

$$V_{mes} = \frac{Z_c}{\dots} \cdot V_{Th} = \frac{Z_c}{\dots} \cdot V_e \quad (9)$$

$$\boxed{V_{mes} = \frac{Z_c}{Z_c + Z_{th}} \cdot V_{th} \underset{V_{th} = V_s}{=} \frac{Z_c}{Z_c + Z_{th}} \cdot V_s}$$ (9)

$V_{mes}$ et $V_s$ sont proportionnelles !

## 6.3 Finesse

Erreur de finesse $\frac{V_s - V_{mes}}{V_s} \rightarrow \left| \frac{V_s - V_{mes}}{V_s} \right|$

une erreur de finesse la plus petite possible

$$\Rightarrow V_{mes} \longrightarrow V_s$$

Vous aurez à ce moment là une tension de mesure qui reflète le mieux possible la tension $V_s$ délivrée par le capteur !

$$\boxed{\frac{V_s - V_{mes}}{V_s} = \frac{\cancel{V_s} - \frac{Z_c}{Z_{th} + Z_c}\cancel{V_s}}{\cancel{V_s}} = 1 - \frac{Z_c}{Z_{th} + Z_c} = \frac{Z_{th}}{Z_{th} + Z_c}}$$

A.N : $\frac{V_s - V_{mes}}{V_s} = \frac{10^6 + 10^4 \cdot j}{10^6 + 10^4 j + \frac{10^6}{5}(1 - 2j)}$ → injecter dans un interpréteur Python !

$$\boxed{\frac{V_s - V_{mes}}{V_s} = 0{,}75 + 0{,}25\, j}$$ (10)

$\in \mathbb{C}$

$$\left| \frac{V_s - V_{mes}}{V_s} \right| = \sqrt{0{,}75^2 + 0{,}25^2} = 0{,}8125 = \boxed{81{,}25\%}$$

L'oscilloscope couplé à ce capteur engendre une erreur

L'oscilloscope couplé à ce capteur engendre une erreur de 81 % de la valeur délivrée par le capteur

$$V_{mes} = (1-0,81)V_s = 0,19 \cdot V_s$$ → très important

$$\frac{V_s - V_{mes}}{V_s} \to 0 \qquad \frac{Z_{th}}{Z_{th}+Z_c} \to 0 \quad \text{ssi} \quad \boxed{Z_c \gg Z_{th}}$$

↳ $\boxed{V_{mes} = V_s}$

Ici à $\omega = \omega_0$ : $Z_{th}$ non négligeable devant $Z_c$

Il faut tjrs s'assurer que $Z_{th}$ (capteur) $\ll Z_c$ (équipement de mesure)

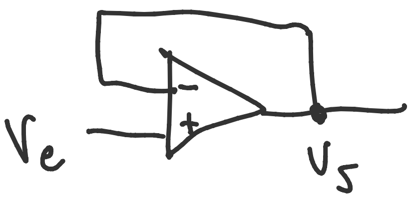
REMARQUES

① Exemple: Capteur de gaz Aire : $R_{20°C} \simeq$ GΩ

μcontrôleur → Arduino, STM32, ESP32 } → $Z_{app} \simeq 100\,k\Omega$ à $1\,M\Omega$

↳ impossible à mesurer sans commettre une très grande erreur

Insérer entre le capteur et le μcontrôleur : un montage SUIVEUR




$V_s = V_e$

$Z_c = \infty$

$Z_s$ petite } → $\boxed{Z_s \ll Z_c}$

② Si on ne peut pas changer le capteur, ni l'oscilloscope : que faire ?

que faire?

$\omega = \omega_0 \rightarrow$ si on change $\omega$ → possible!