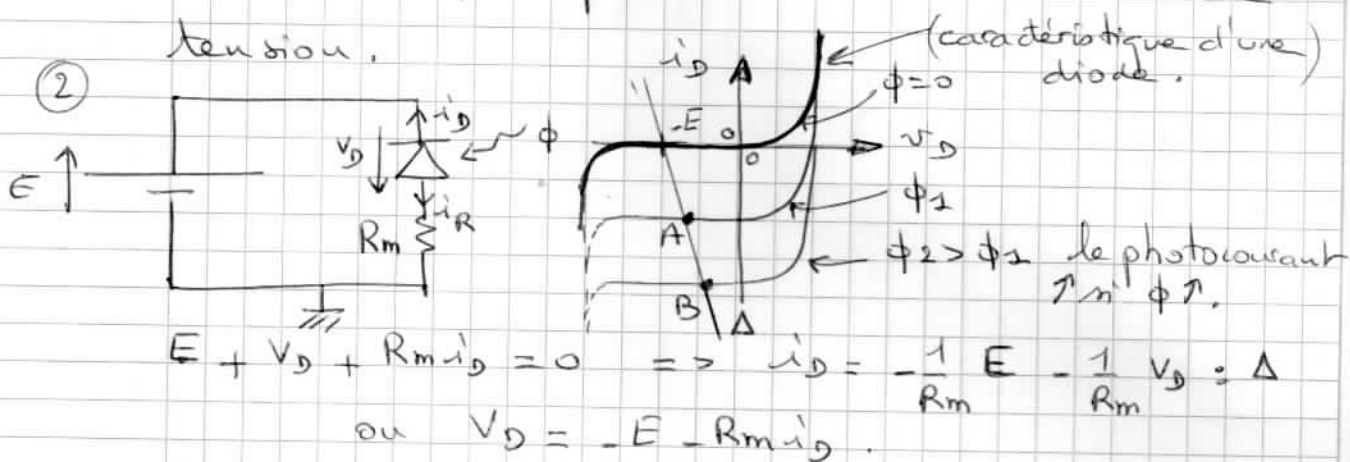


TD instrumentation TD n°2. Photodiode

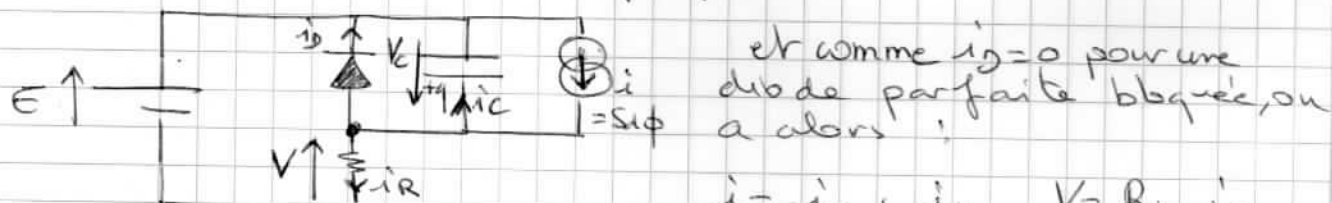
1.① la photodiode est un capteur actif car sans alimentation, elle peut donner un courant ou une tension.



la diode est polarisée en inverse, le point de fonctionnement est à l'intersection de la caractéristique de la diode et de celle de la droite de charge. (points A pour $\phi = \phi_1$; B pour $\phi = \phi_2$)
Le modèle de la diode est :



$\Rightarrow$ le schéma se simplifie en :



$$i = i_c + i_r \quad V = R_m i_r$$

$$q = C V_c \quad i_c = \frac{dq}{dt} \quad \text{soit } i_c = C \frac{dV_c}{dt}$$

$$S_d \phi = C \frac{dV_c}{dt} + \frac{V}{R_m}$$

$$\text{et } V = E + V_c$$

$$\text{donc } \frac{dV}{dt} = \frac{dV_c}{dt} \quad \text{soit}$$

② $C \frac{dV}{dt} + \frac{V}{R_m} = S_d \phi$ équ. diff. 1^{er} ordre.

$$\text{soit } V + R_m C \frac{dV}{dt} = R_m S_d \phi$$

③ en statique $V_0 = G_{ro} \phi_0$ avec G_{ro} gain statique.

On pose $G_{ro} = R_m S_d$ gain statique G_{ro}
 et $\tau = R_m C$ cte de temps.

④ En utilisant la transformée de Laplace ① dérivée:
 (avec conditions initiales nulles)

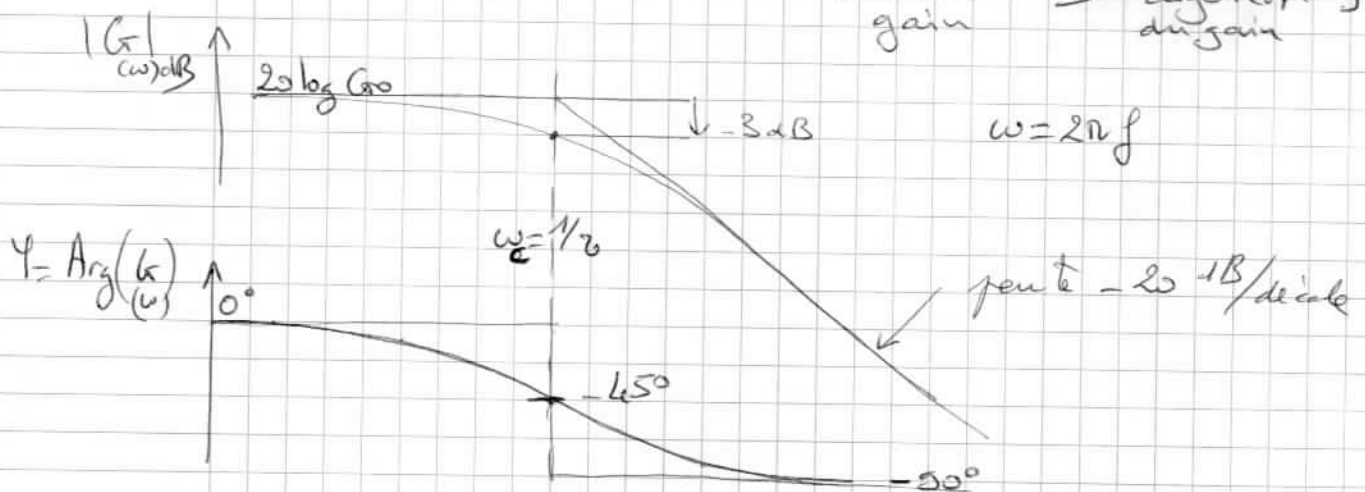
$$V(p)(1 + \tau p) = G_{ro} \phi(p) \quad \text{soit} \quad \frac{V(p)}{\phi(p)} = \frac{G_{ro}}{1 + \tau p}$$

On reconnaît la TL d'un 1^{er} ordre.

Σ linéaire : la sortie est la combinaison linéaire des différentes sorties.

$$e_i \rightarrow s_i \quad s_i = |G(\omega)| E_i \cos(\omega t + \varphi)$$

$e_i = E_i \cos(\omega t)$
module gain
argument du gain



$$|a + jb| = \rho e^{j\varphi} \quad \tan \varphi = +\frac{b}{a} \quad \rho = \sqrt{a^2 + b^2}$$

$$G(p) = \frac{G_{ro}}{1 + \tau p} \quad |G(\omega)|_{dB} = 20 \log |G| = 20 \log G_{ro} - 20 \log \sqrt{1 + \tau^2 \omega^2}$$

si $\omega < 1/\tau$ $\sqrt{1 + \tau^2 \omega^2} \sim 1 \Rightarrow |G(\omega)|_{dB} = 20 \log G_{ro}$

si $\omega > 1/\tau$ $\sqrt{1 + \tau^2 \omega^2} \sim \tau \omega \Rightarrow |G(\omega)|_{dB} = 20 \log G_{ro} - 20 \log(\tau) - 20 \log(\omega)$

$$\varphi(G) = -\text{Arctan} \frac{\tau \omega}{1} = -\text{Arctan}(\tau \omega)$$

$$|G(\omega)| = \frac{G_{ro}}{\sqrt{1 + (\tau \omega)^2}}$$

$\omega_c = 1/\tau$ fréquence de coupure à -3 dB .

gain	$\times 10$	$\times \frac{1}{10}$	$\times \frac{1}{100}$	$\times \sqrt{2}$	$\times 2$	$\times \frac{1}{\sqrt{2}}$
gain en dB	+20	-20	-40	+3	+6	-3

(5) $R = 100 \Omega$ $C = 1 \text{ nF}$ $RC = 10^{-7}$ cf doc tech photodiode
plus cohérent : $R_m = 100 \text{ k}\Omega$ $C = 100 \text{ pF}$.

$$R_m C = 10^5 \cdot 10^{-12} = 10^{-5} \quad \tau = 10^{-5}$$

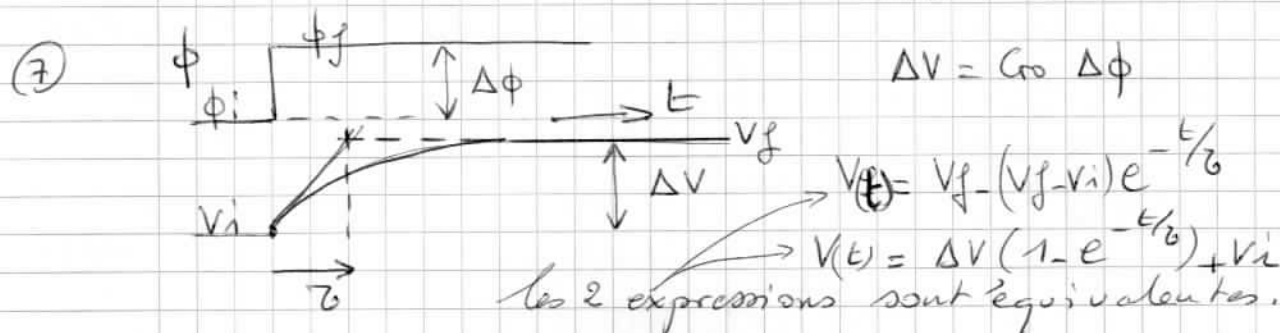
$$f_c = \frac{\omega_c}{2\pi} = \frac{1}{2\pi\tau} = 16 \text{ kHz.}$$

à la fréquence de coupure f_c on perd 3 dB, soit une atténuation de $\sqrt{2}$ $1/\sqrt{2} = 0,707 \approx 30\%$ de pertes.

(6) On cherche la bande passante à 1%.

$$\frac{1}{\sqrt{1+(\tau\omega)^2}} \approx 0,99 \text{ soit } 1 + (\tau\omega)^2 \leq \frac{1}{(0,99)^2}$$

$$\text{soit } f \leq \sqrt{\left(\frac{1}{(0,99)^2} - 1\right)} \times \frac{1}{2\pi\tau} = \underline{\underline{2,3 \text{ kHz.}}}$$



on cherche t / $(V(t) - V_i) = 98/100 \Delta V$ soit

$$0,98 = 1 - e^{-t/\tau} \text{ soit } 1 - \frac{2}{100} = 1 - e^{-t/\tau} \text{ soit}$$

$$t = -\tau \ln(0,02) = 10^{-5} \cdot 3,91 = 39 \mu\text{s.}$$

Q6 $\Rightarrow$ Un système peut être approximé par son gain sur une bande de fréquence donnée.

Q7 $\Rightarrow$ Il faut laisser le temps au système de se positionner avant de faire la mesure.

(8) $\phi(t) = \phi_0 + \phi_1 \sin(2\pi f_1 t)$ abs
 $V(t) = V_0 + V_1 \sin(2\pi f_1 t + \varphi_1)$ car c'est un système linéaire.

$$V_0 = C R_o \phi_0 \quad V_1 = \frac{C R_o}{\sqrt{1+(\tau\omega_1)^2}} \phi_1$$