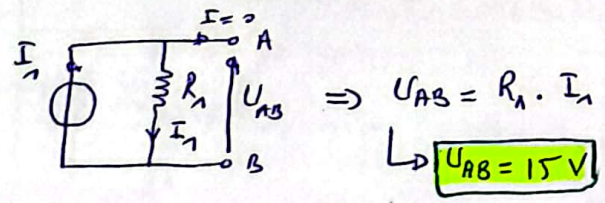


sujet : signalisation maritime

EX préliminaire : 4/20

Q1 : la tension  $U_{AB}$

d'après loi d'ohms

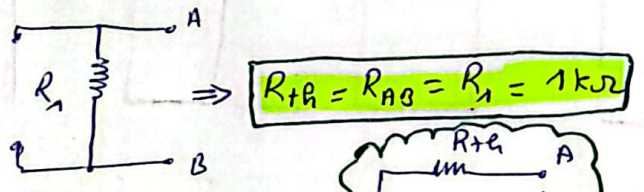


Q2 / le modèle de thevenin entre A et B

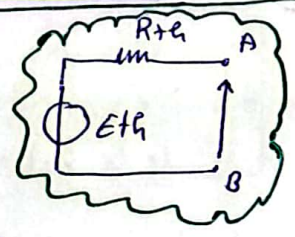
• la tension  $E_{th}$  se représente la tension entre A et B

d'où  $E_{th} = U_{AB} = 15V$

• la résistance de thevenin  $R_{th}$   
 cette résistance on ouvre le générateur de courant, et que la résistance  $R_{th}$  est la résistance vue entre A et B

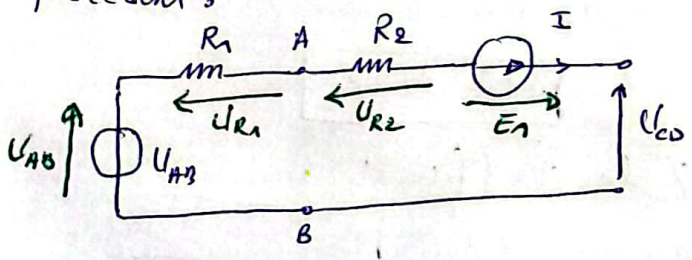


d'où le modèle :



Q3 / la tension  $U_{CD}$

on remplace  $\{R_1, I_1\}$  par le modèle précédent :



Donc :  $U_{CD} = E_1 - R_2 I - R_1 I + U_{AB}$

comme  $I=0 \Rightarrow U_{CD} = E_1 + U_{AB}$

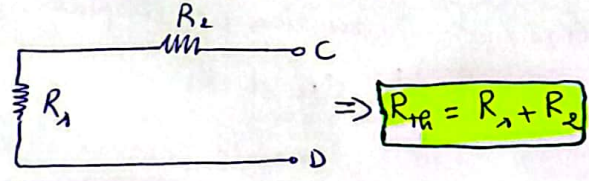
$\Rightarrow U_{CD} = E + R_1 I_1 \Rightarrow U_{CD} = 20V$

Q4 / le modèle de Thevenin entre C et D.

• tension de thevenin :  $E_{th} = U_{CD} = 20V$

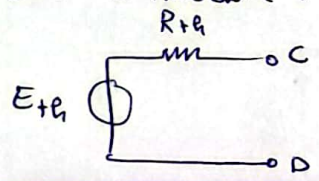
• la résistance de Thevenin :

Noté : • on court-circuite les source de tension  
 • on ouvre les source de courant



A.N :  $R_{th} = 3k\Omega$

donc le modèle :



Q5 / le courant  $I_{TR}$

comme :  $E_{th} = (R_{th} + R_c) I_{TR}$

$\Rightarrow I_{TR} = \frac{E_{th}}{R_{th} + R_c} \Rightarrow I_{TR} = 5mA$

Q6 / la tension  $U_c$  aux bornes de  $R_c$

loi d'ohm :  $U_c = R_c I_{TR} \Rightarrow U_c = 5V$

Q7 / la puissance dissipée dans  $R_c$

$P_c = \frac{U_c^2}{R_c} = U_c I_{TR} = R_c I_{TR}^2$

$\hookrightarrow$  A.N :  $P_c = 25mW$

Partie A : Boîte de télécontrôle

Q8 / la fréquence  $f_{IN}$

• on calcul tout d'abord, le temps de bit :

$T_b = \frac{1}{D}$  avec  $D$  : débit (1200 bits)

$\hookrightarrow T_b = 0.833\mu s$



le bits sont transmis à un rythme d'horloge représenté par  $F_{IN}$

donc :  $f_m = \frac{1}{T_m} = D$

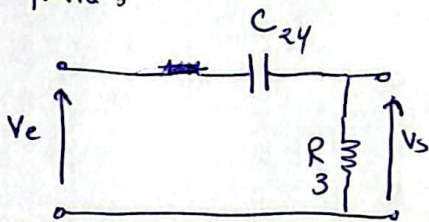
$f_m = 1200 \text{ Hz}$

Q9/ type de filtre réalisé par  $C_{24}$  et  $R_3$

$C_{24}$  et  $R_3$  leur manière disposés dans le schéma comme un filtre passe haut

Q10/ la fréquence de coupure de filtre  $C_{24}$  et  $R_3$

on trouve dans la première pos, la fonction de transfert complexe  $H(j\omega)$  du filtre :



$V_s = V_e \frac{R_3}{R_3 + \frac{1}{j\omega C_{24}}}$  (diviseur de tension)

$H(j\omega) = \frac{V_s}{V_e} = \frac{j\omega R_3 C_{24}}{1 + j\omega R_3 C_{24}}$

$H(j\omega) = \frac{A j \frac{\omega}{\omega_c}}{1 + j \frac{\omega}{\omega_c}}$

avec :  $A = 1$  et  $\omega_c = \frac{1}{R_3 \cdot C_{24}}$

donc la fréquence de coupure  $f_c$

$f_c = \frac{1}{T_c} = \frac{\omega_c}{2\pi} \Rightarrow f_c = \frac{\omega_c}{2\pi}$

$f_c = \frac{1}{2\pi R_3 C_{24}}$

~~$f_c = \frac{1}{2\pi R_3 C_{24}}$~~

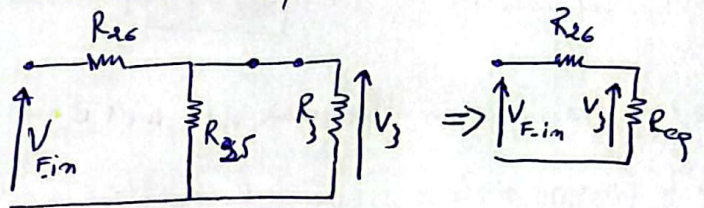
$f_c = 40 \text{ Hz}$

Q11 - le rôle de filtre  
on remarque  $f_c \ll f_m$

donc le rôle global de ce filtre est supprimer la composante continue du signal  $F_{IN}$  et laisser passer que l'information.

Q12/ le signal à l'entrée

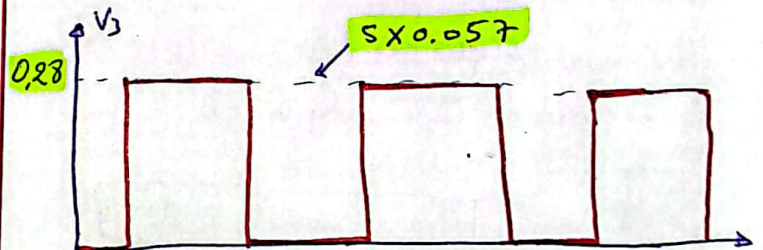
on note cette tension  $V_3$  et le condensateur  $C_{24}$  est court-circuité  $Z_{C_{24}} = 0$



donc :  $V_3 = V_{Fim} \cdot \frac{R_{eq}}{R_{26} + R_{eq}}$  et que  $R_{eq} = \frac{R_{35} \cdot R_3}{R_{35} + R_3}$

$R_{eq} = 28,571 \text{ k}\Omega$

$V_3 = V_{Fim} \times 0.057$



Partie B - Mesure de la température de la batterie

Q13/ étendu de mesure (plage de mesure)

d'après l'annexe 3 "operating temperature"

$E.M = 150 - (-55)$

$\hookrightarrow E.M = 205^\circ\text{C}$

Q14/ le coefficient B

d'après annexe 3 :  $B = 3480 + 3\%$



### Q15 / le valeur de $R(T)$

on a :  $R(T) = R_0 \left( e^{B \left( \frac{1}{T} - \frac{1}{T_0} \right)} \right)$

$\Rightarrow R(T) = R_0 e^{B \left( \frac{1}{T+273} - \frac{1}{25+273} \right)}$   
 (c)

T	R(T)
25°C	6800 Ω
35°C	4654.2 Ω
55°C	2336.9 Ω
75°C	1270 Ω

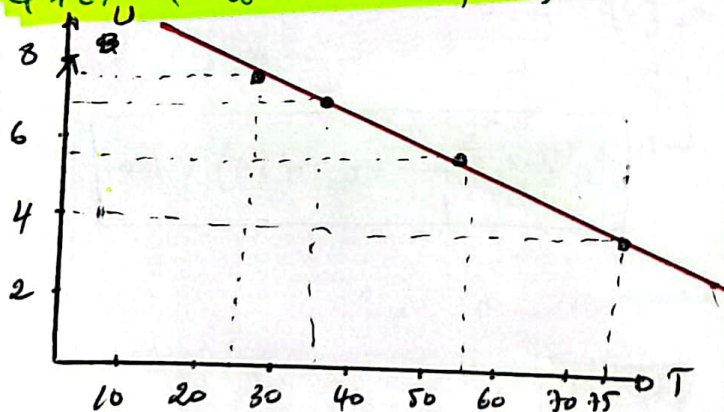
### Q17 / l'expression u

$u = U_0 \frac{R(T)}{R_1 + R(T)} \Rightarrow$  division de tension

### Q18 / le valeur de la tension

R(T)	U
6800	7.81
4654.2	7.10
2336.9	5.51
1270	4

### Q16 / la courbe $u = f(T)$



### Q20 / Equot de la droite

l'equot peut se met :

$U(T) = aT + b$

avec :  $a = \frac{\Delta U}{\Delta T} = \frac{7.81 - 4}{25 - 75}$

dnc :  $a = -0.0762 \text{ V/}^\circ\text{C}$

b ?

à  $T = 25^\circ\text{C} \Rightarrow U(T) = 7.81 \text{ V}$

dnc

$7.81 = -0.0762 \times 25 + b$

$\Rightarrow b = 7.81 + 0.0762 \times 25$

donc :  $b = 9.715 \text{ V}$

$U'(T) = -0.0762 \cdot T + 9.715$

### Q21 / Erreur de linéarité

T	25	35	55	75
U	7.81	7.10	5.51	4
U'	7.81	7.04	5.524	4
Er	0%	0.84%	0.25%	0%

$\hat{\epsilon}_r = \frac{|U - U'|}{U} \times 100$

dnc, l'erreur de linéarité maximale

$\epsilon_{r \text{ max}} = 0.84\%$

### Partie C : Adaptation de l'énergie

#### Q22 / les règles d'interconnexion des sources.

1- ne jamais court-circuiter une source de tension, mais elle peut être ouverte



2 - ne jamais ouvrir une source de courant, mais elle peut être court-circuitée

3 - ne jamais associer deux sources de même nature

\* la nature des sources d'entrée et de sortie

⇒ source d'entrée : source de courant  
"L en série avec source de tension"

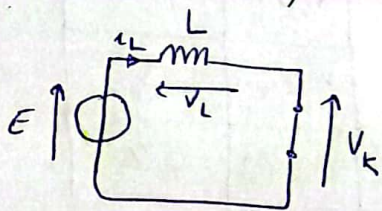
⇒ source de sortie : source tension.  
"C en parallèle avec R"

Q23 : la commande des interrupteurs

d'après les règles d'interconnexion, les interrupteurs doivent être commandés de façon suivante :

$k = \bar{k}' \Rightarrow \begin{cases} \text{si } k \text{ fermé, } k' \text{ ouvert} \\ \text{si } k \text{ ouvert, } k' \text{ fermé} \end{cases}$

Q24 - schéma équivalent  $t \in [0, \alpha T_R]$



Q25 : Expression de  $i_L(t)$  pour  $t \in [0, \alpha T_R]$

⇒ interrupteur k fermé ⇒  $V_k = 0$

on a :  $E = v_L + v_k$

⇒  $L \frac{di_L(t)}{dt} = E$

⇒  $\frac{di_L(t)}{dt} = \frac{E}{L}$

⇒  $i_L(t) = \frac{E}{L} t + c_k$

\*  $c_k$  ??

à  $t = 0 \Rightarrow i_L(0) = I_m$

⇒  $i_L(0) = \frac{E}{L} \times 0 + c_k = I_m$

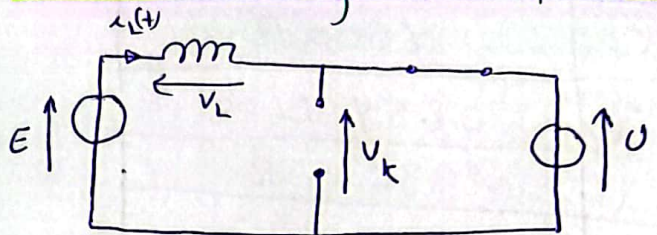
d'où ⇒  $c_k = I_m$

d'inc l'expression de  $i_L(t)$  :

$i_L(t) = \frac{E}{L} t + I_m$

⇒ la valeur de  $V_k = V_k = 0$

Q26 - schéma équivalent pour  $t \in [\alpha T_R, T_R]$



Q27 - Expression de  $i_L(t)$  pour  $t \in [\alpha T_R, T_R]$

on a :  $E = v_L + U$

⇒  $L \frac{di_L(t)}{dt} = E - U$

⇒  $\frac{di_L(t)}{dt} = \frac{E - U}{L}$

⇒  $i_L(t) = \frac{E - U}{L} t + c_k'$

$c_k'$  ? , on a à  $t = \alpha T_R \Rightarrow i_L(\alpha T_R) = I_m$

$i_L(\alpha T_R) = \frac{E - U}{L} \alpha T_R + c_k' = I_m$

d'où :  $c_k' = I_m - \frac{E - U}{L} \alpha T_R$

finalement :

$i_L(t) = \frac{E - U}{L} t - \frac{E - U}{L} \alpha T_R + I_m$

$i_L(t) = \frac{E - U}{L} (t - \alpha T_R) + I_m$

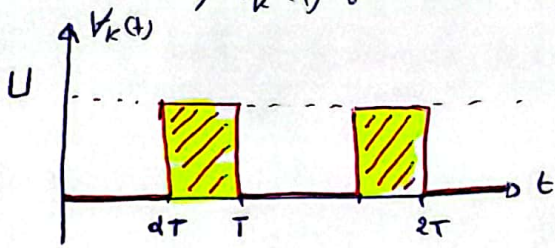
• Expression  $V_k$  ?

$V_k = U$



Q287 le voltage moyen de  $V_k$

on trace,  $V_k(t)$  :



$$\langle V_k(t) \rangle \Rightarrow V_{k\text{moy}} = \langle V_k(t) \rangle = \frac{\text{surface}}{T}$$

$$\Leftrightarrow V_{k\text{moy}} = \frac{(1-d)T \cdot U}{T} \Rightarrow \boxed{V_{k\text{moy}} = (1-d)U} \quad (1)$$

• rebat en E et U

on tire tout d'abord, la 2<sup>ème</sup> condition d'après loi des mailles appliquée à l'entrée, on a :  $E = V_L(t) + V_k(t)$

$$\Leftrightarrow \langle E \rangle = \langle V_L(t) \rangle + \langle V_k(t) \rangle$$

$$\Leftrightarrow E = 0 + V_{k\text{moy}}$$

$$\Leftrightarrow \boxed{V_{k\text{moy}} = E} \quad (2)$$

$$\text{de (1) et (2)} \Rightarrow (1-d)U = E$$

$$\Leftrightarrow \boxed{U = \frac{E}{1-d}}$$

Partie D : Asservissement de panneau photovoltaïque

D.1 - Etude de la boucle de régulation de courant.

Q29 - fonction de transfert  $\frac{I(p)}{V(p)}$

$\frac{I(p)}{V(p)} \rightarrow$  FTBF?

$$\frac{I(p)}{V(p)} = \frac{\frac{G}{F} \cdot \frac{a \cdot p}{1+Tp}}{1 + \frac{G}{F} \cdot \frac{a \cdot p}{1+Tp} \cdot B_1}$$

$$\Rightarrow \frac{I(p)}{V(p)} = \frac{\frac{a \cdot G}{1+Tp}}{1 + \frac{a \cdot G \cdot B_1}{1+T \cdot p}}$$

$$= \frac{a \cdot G}{1 + Tp + a \cdot G \cdot B_1}$$

$$= \frac{a \cdot G}{1 + a \cdot G \cdot B_1 + T \cdot p}$$

$$\frac{I(p)}{V(p)} = \frac{\frac{a \cdot G}{1 + a \cdot G \cdot B_1}}{1 + \frac{T}{1 + a \cdot G \cdot B_1} \cdot p}$$

$$= \frac{k}{1 + T_m \cdot p}$$

$$\left\{ \begin{aligned} k &= \frac{a \cdot G}{1 + a \cdot G \cdot B_1} \Rightarrow k = 0.44 \\ T_m &= \frac{T}{1 + a \cdot G \cdot B_1} \Rightarrow T_m = 0.22 \text{ s} \end{aligned} \right.$$

Q30 - le valeur maximale  $I_{max}$  du courant

? Régime permanent  $\rightarrow$  valeur finale

?  $V$  est limité à 15V  $\rightarrow$  échelon

donc c'est de calculer la valeur final!

donc:

$$I_{max} = \lim_{p \rightarrow 0} p \cdot I(p) \quad | \quad V(p) = \frac{15}{p}$$

$$\Rightarrow I_{max} = \lim_{p \rightarrow 0} p \cdot \frac{k}{1 + T_m \cdot p} \cdot \frac{15}{p}$$

$$\Rightarrow I_{max} = 15 \cdot k \Rightarrow I_{max} = 6.6 \text{ A}$$

D.2 - Etude de la boucle de vitesse.

Q31 - Expression de transfert  $\frac{\Omega(p)}{V_1(p)}$

donc:

$$\frac{\Omega(p)}{V_1(p)} = \frac{\frac{G_2 \cdot k \cdot b}{p(1+T_m \cdot p)}}{1 + \frac{G_2 \cdot k \cdot b \cdot B_2}{p(1+T_m \cdot p)}}$$

$$\Rightarrow \frac{\Omega(p)}{V_1(p)} = \frac{G_2 \cdot k \cdot b}{T_m p^2 + p + G_2 \cdot k \cdot b \cdot B_2}$$

$\frac{\Omega(p)}{V_1(p)}$  et de deuxième ordre, donc

la forme canonique:  $\frac{1}{1 + \frac{2\zeta}{\omega_n} p + \frac{1}{\omega_n^2} p^2}$

$$\frac{\Omega(p)}{V_1(p)} = \frac{\frac{1}{B_2}}{1 + \frac{1}{G_2 \cdot k \cdot b \cdot B_2} \cdot p + \frac{T_m}{G_2 \cdot k \cdot b \cdot B_2} p^2}$$

d'où:

$$\omega_n = \sqrt{\frac{G_2 \cdot k \cdot b \cdot B_2}{T_m}}$$

$$\omega_n \cdot 2\zeta = \frac{1}{G_2 \cdot k \cdot b \cdot B_2} \Rightarrow \zeta = \frac{1}{2} \cdot \frac{1}{G_2 \cdot k \cdot b \cdot B_2} \cdot \sqrt{\frac{G_2 \cdot k \cdot b \cdot B_2}{T_m}}$$

alors:

$$\zeta = \frac{1}{2} \sqrt{\frac{1}{G_2 \cdot k \cdot b \cdot B_2 \cdot T_m}}$$

Q32 - le gain  $G_2$  pour avoir  $\zeta = 1$

$$\zeta = 1 \Rightarrow \frac{1}{2} \sqrt{\frac{1}{G_2 \cdot k \cdot b \cdot B_2 \cdot T_m}} = 1$$

$$\Rightarrow \frac{1}{G_2 \cdot k \cdot b \cdot B_2 \cdot T_m} = 4$$



d'où :  $G_2 = \frac{1}{4 \cdot k \cdot b \cdot B_2 \cdot T_m}$

donc :  $G_2 = 1.25$

Q33/ les pôles de la fonction de transfert

on a :  $D(p) = 1 + \frac{2z}{\omega_m} p + \frac{1}{\omega_n^2} p^2$

avec :  $z = 1, \omega_m = 2.5 \text{ rad/s}$

alors :  $D(p) = 1 + 2 \times 0.4 p + 0.16 p^2$

$\Rightarrow D = 0 \Rightarrow$  pôles double

$p_{1,2} = -\frac{b}{2a} = -\frac{0.4 \times 2}{2 \times 0.16}$

les pôles :  $p_{1,2} = -2.5$

$\Rightarrow ax^2 + bx + c = a(x-x_1)(x-x_2)$

donc :  $D(p) = 0.16 (p + 2.5)^2$

d'où :  $= 0.16 \times 2.5^2 (1 + 0.4p)^2$

$D(p) = (1 + 0.4p)^2$

alors la fonction de transfert

$\frac{\Omega(p)}{V_1(p)} = \frac{1/B_1}{(1 + 0.4p)^2} = \frac{10}{(1 + 0.4p)^2}$

R3 - Etude de la position :

Q34 - la fonction de transfert en B.O

$FTBO(p) = \frac{k' \cdot N \cdot B_3}{p(1 + T \cdot p)^2}$

$FTBO(p) = \frac{1.25}{p(1 + 0.4p)^2}$

Q35 - Diagramme de Bode

tout d'abord, on exprime la fonction de transfert en B.O complexe  $s = j\omega$

(\*)

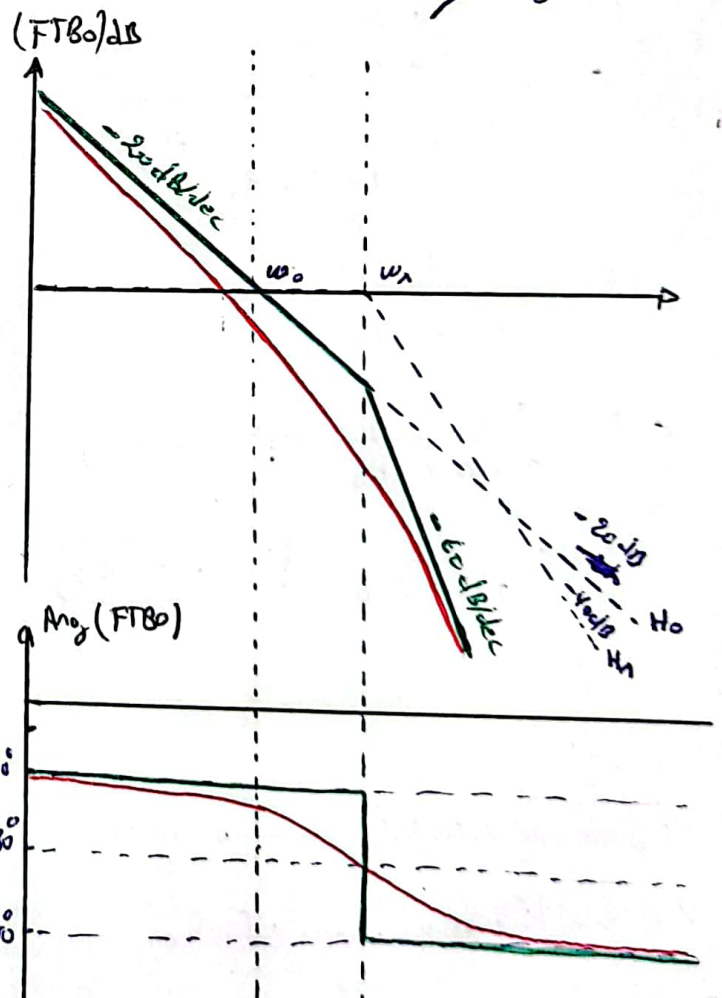
$FTBO(j\omega) = \frac{1.25}{j\omega(1 + 0.4j\omega)^2}$

$= \frac{1}{j \frac{\omega}{1.25} (1 + 0.4j\omega)^2}$

$= \frac{1}{j \frac{\omega}{\omega_0} (1 + j \frac{\omega}{\omega_1})^2}$

$= \underbrace{\left( \frac{1}{j \frac{\omega}{\omega_0}} \right)}_{H_0} \times \underbrace{\left( \frac{1}{1 + j \frac{\omega}{\omega_1}} \right)}_{H_2}$

avec :  $\omega_1 = 2.5 \text{ rad/s} > \omega_0 = 1.25 \text{ rad/s}$



Q3 ( - le dephasage à la pulsot  $\omega_0$

d'après la question Q35 :

$$\text{Arg}(FTBO(j\omega)) = -90 - 2 \arctg(0.4\omega)$$

$$\text{Arg}(FTBO(j\omega)) = -90 - 2 \times \arctg(0.4\omega)$$

le dephasage à  $\omega_0$  :

$$\text{Arg}(FTBO(j\omega_1)) = -90 - 2 \arctg(0.4\omega_1)$$

$$\text{Arg}(FTBO(j\omega_1)) = -143^\circ$$

• la marge de phase

$$MP = 180 + \text{Arg}(FTBO(j\omega_1))$$

$\omega_1$  la pulsot unitaire qui represente

ici  $\omega_0$  :  $\omega_1 = \omega_0 = 1.25 \text{ rad/s}$

$$MP = 180 - 143 = 36.86^\circ$$

• La stabilité

on a le marge de phase et positive

$MP > 0 \Rightarrow$  le système est stable.



**ANNEXE 3**

# NTC SMD Thermistors



## With Nickel Barrier Termination NB 12 - NB 20

Chip thermistors are high quality and low cost devices especially developed for surface mounting applications. They are widely used for temperature compensation but can also achieve temperature control of printed circuits.

A nickel barrier metallization provides outstanding qualities of solderability and enables this chip to meet the requirements of the most severe soldering processes.

Types	NB 12 IEC SIZE : 0805	NB 20 IEC SIZE : 1206
<b>DIMENSIONS:</b> millimeters (inches)		
Terminations	Nickel Barrier	
Marking	On packaging only	
Climatic category	40/125/56	
Operating temperature	-55°C to +150°C <i>plage de mesure</i>	
Tolerance on Rn (25°C)	±5%, ±10%, ±20%	
Maximum dissipation at 25°C	0.12 W	0.24 W
Thermal dissipation factor	2 mW/°C	4 mW/°C
Thermal time constant	5 s	7 s

Resistance - Temperature characteristics: pages 36 to 40.

NB 20 IEC SIZE : 1206				
Types	Rn at 25°C (Ω)	Material Code	B ( $\frac{\Delta B}{B}$ (1) ± 5% (2) ± 3%)	α at 25°C (%/°C)
NB 20 MC 0 221	220	MC	3910 ± 3%	- 4.4
NB 20 MC 0 102	1,000	MC	3910 ± 3%	- 4.4
NB 20 J 0 0472	4,700	J	3480 ± 3%	- 3.9
NB 20 J 0 0562	5,600			
NB 20 J 0 0682	6,800			
NB 20 J 5 0822	8,200	J5	3480 ± 3%	- 3.9
NB 20 K 0 0103	10,000	K	3630 ± 3%	- 4.0
NB 20 K 0 0123	12,000			
NB 20 L 0 0153	15,000	L	3790 ± 3%	- 4.2
NB 20 L 0 0183	18,000			
NB 20 L 0 0223	22,000			
NB 20 M 0 0273	27,000	M	3950 ± 3%	- 4.4
NB 20 M 0 0333	33,000			
NB 20 M 0 0393	39,000			
NB 20 M 0 0473	47,000			

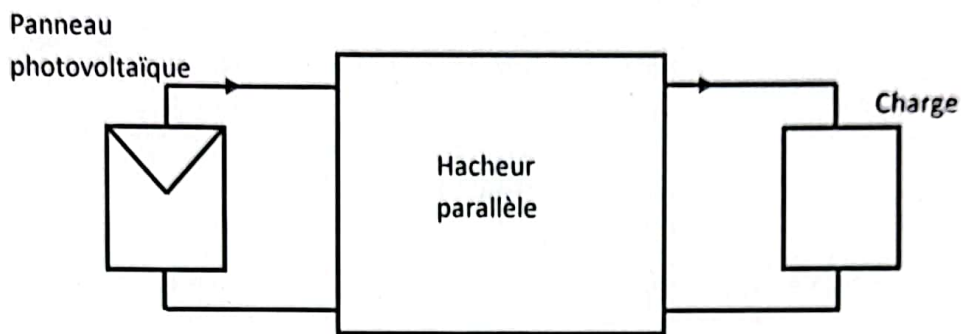


Q21. Evaluer l'erreur de linéarité maximale en volt de ce circuit de mesure.

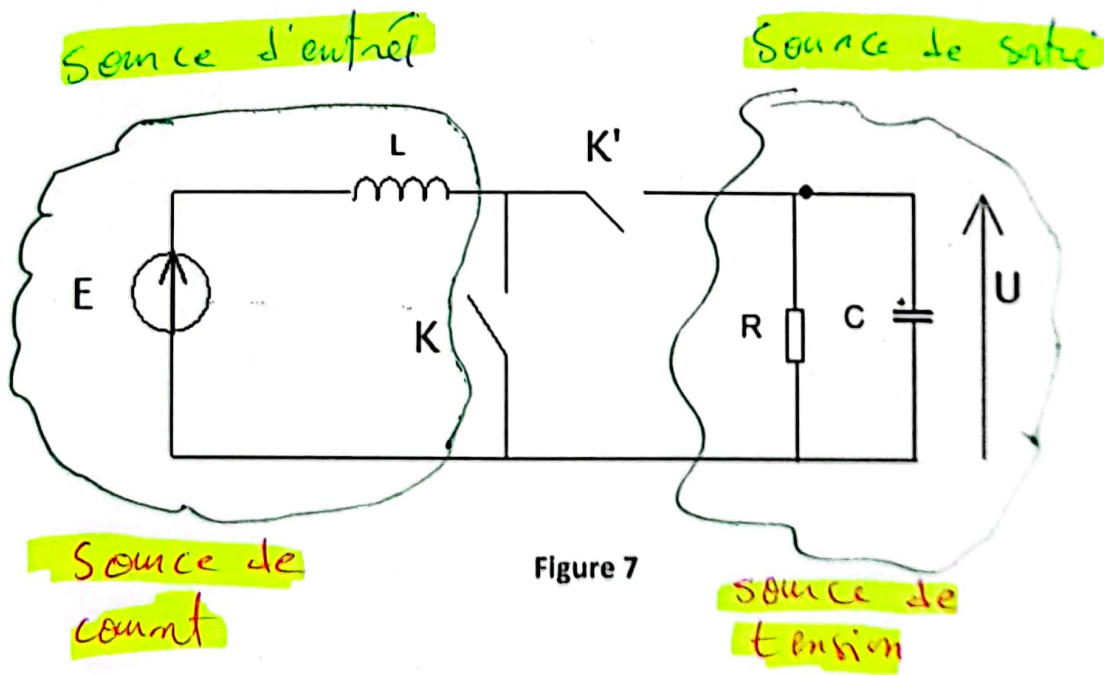
**Partie C : Adaptation de l'énergie.**

Afin d'extraire à chaque instant le maximum de puissance disponible aux borne du panneau photovoltaïque et de la transférer à la charge, on utilise un étage adaptateur entre le panneau et la charge.

L'étage d'adaptation utilisé ici est un Hacheur parallèle.



L'adaptation entre la source et la charge est réalisée par la variation du rapport cyclique  $\alpha$  du hacheur (figure 7), qui fonctionne en conduction continue.



Q22. En rappelant les règles d'interconnexion des sources de tensions et de courants entre elles, préciser la nature de la source d'entrée et de la source de sortie du hacheur de la figure 7.

Q23. Comment doivent être commandés les interrupteurs K et K' ?