

ETUDE D'UNE CHAÎNE DE MESURE DE TEMPERATURE

- *Il est rappelé aux candidats que la qualité de la rédaction, la clarté et la précision des explications entreront pour une part importante dans l'appréciation des copies. Toute réponse devra être justifiée.*

Présentation :

Un système de mesure de la nuisance sonore d'un trafic routier nécessite de connaître différents paramètres d'influences (influences sur la propagation du bruit). Certains de ces paramètres sont des facteurs météorologiques : la température, la pression atmosphérique, la vitesse du vent et sa direction.

Le système est constitué de différents capteurs et d'une centrale de mesure recueillant tous les paramètres ainsi que le niveau sonore et se chargeant ensuite de leur analyse.

Le problème traite d'une partie du système : la mesure de la température. La température doit donc être mesurée et l'information que constitue la mesure correspondante est transmise à la centrale qui s'occupe du traitement des différentes informations. Cette centrale reçoit des tensions dont les fréquences sont proportionnelles aux mesures transmises.

On se propose d'étudier la transduction de la température en une fréquence.

Schéma synoptique



Cahier des charges :

- Plage de fonctionnement -10°C à $+50^{\circ}\text{C}$
- Fréquence de sortie de 100 kHz à 700 kHz

**Fomesoutra.com**
ça soutra !
Docs à portée de main

Indications :

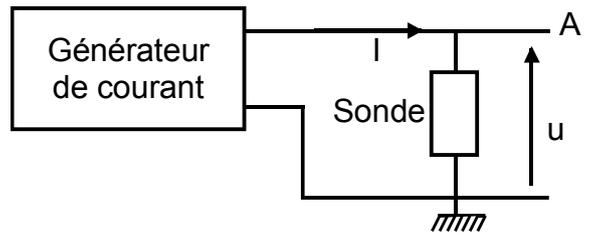
Les amplificateurs opérationnels, considérés comme idéaux, sont alimentés sous les tensions $\pm V_{CC}$ avec $V_{CC} = 15\text{V}$. Leurs tensions de saturation sont égales à $\pm V_{SAT}$ avec $V_{SAT} = 15\text{V}$.

| BACCALAURÉAT TECHNOLOGIQUE | | |
|-----------------------------------|--------------|------------------------------|
| Coef : 5 | SESSION 1998 | Durée : 4 heures |
| Série : S.T.I. GÉNIE ÉLECTRONIQUE | | Epreuve : PHYSIQUE APPLIQUÉE |
| Ce sujet comporte 9 pages | | Page 1/9 |

ETUDE D'UNE CHAÎNE DE MESURE DE TEMPÉRATURE

PARTIE I : CAPTURE DE LA TEMPÉRATURE

La capture de la température est réalisée par une sonde au platine Pt100 alimentée par un courant d'intensité I constante, indépendante de la température : voir figure ci-contre :



Le relevé de la tension u en fonction de la température θ est donné en annexe 1.

1. Déterminer l'expression numérique de la tension u , exprimée en volts, en fonction de la température θ , exprimée en degrés Celsius.
2. Déterminer la plage de variation de la tension u lorsque la température varie de -10°C à $+50^{\circ}\text{C}$.

PARTIE II : MISE EN FORME

Présentation de la mise en forme :



A. L'amplification

L'amplification est réalisée par le circuit de la figure ci-contre :

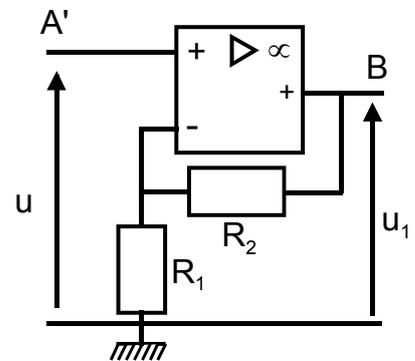
A.1 L'amplificateur opérationnel fonctionne en régime linéaire. Pourquoi est-ce possible ? Quelle est la condition pour qu'il en soit effectivement ainsi ?

A.2 Déterminer la relation entre u et u_1 .

A.3 Que peut-on dire de la résistance d'entrée du montage ? Quel est l'intérêt de ce résultat ?

A.4 Application numérique: $R_1 = 1,0 \text{ k}\Omega$, $R_2 = 49 \text{ k}\Omega$. Déterminer l'amplification A du montage. Déterminer u_1 dans les deux cas suivants :

- $u = 96 \text{ mV}$
- $u = 120 \text{ mV}$



Fomesoutra.com
ça soutra !
Docs à portée de main

B. Le décalage de tension

Le circuit nécessaire à cette fonction est représenté figure ci-contre :

B.1 Déterminer l'expression de u_2 en fonction de V_{CC} , u_1 et des résistances R_3 , R_4 et R_5 .

BACCALAURÉAT TECHNOLOGIQUE

Coef : 5

SESSION 1998

Durée : 4 heures

Série : S.T.I. GÉNIE ÉLECTRONIQUE

Epreuve : PHYSIQUE APPLIQUÉE

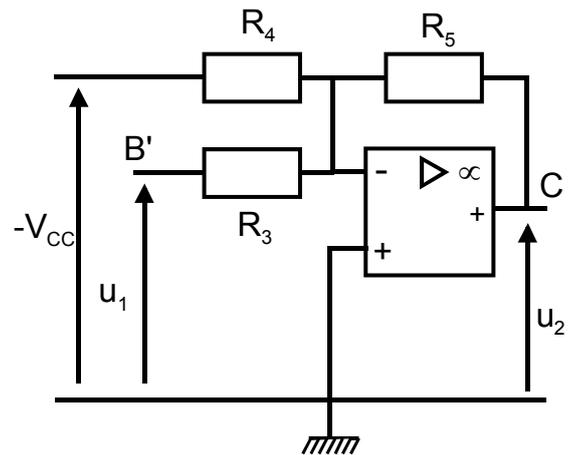
Ce sujet comporte 9 pages

Page 2/9

ETUDE D'UNE CHAÎNE DE MESURE DE TEMPERATURE

B.2 Sachant que $R_5 = 1,2 \text{ k}\Omega$ et que $V_{CC} = 15 \text{ V}$, déterminer les valeurs de R_4 et de R_3 pour que la relation entre les tensions u_2 et u_1 , exprimées en volts, soit :

$$u_2 = -u_1 + 4,6$$

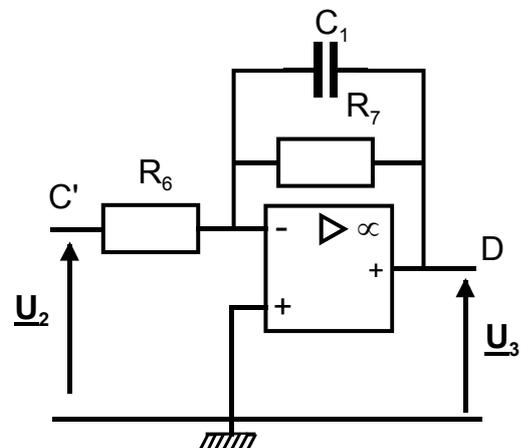


Ces valeurs sont adoptées pour la suite du problème.

C. Le filtrage

C.1 Étude en fréquence du filtre

Le schéma du filtre est donné figure ci-contre :
 Pour son étude, on considère que la tension appliquée au point C'est une tension alternative sinusoïdale u_2 de fréquence f . On lui associe la grandeur complexe \underline{U}_2 . On notera u_3 la tension de sortie au point D du filtre et \underline{U}_3 la grandeur complexe associée. L'amplificateur opérationnel fonctionne en régime linéaire.



C.1.1 Donner l'expression de la fonction de

transfert complexe $\underline{T} = \frac{\underline{U}_3}{\underline{U}_2}$ et la mettre

sous la forme :
$$\underline{T} = \frac{T_0}{1 + j \frac{f}{f_c}}$$

C.1.2 Donner l'expression du module T de \underline{T} .

C.1.3 Calculer les limites de T lorsque f tend vers 0 et lorsque f tend vers ∞ . En déduire la nature du filtre.

C.1.5 Donner la définition de la fréquence f_c de coupure à -3dB puis son expression pour le filtre étudié.

C.1.6 Application numérique : $C_1 = 47 \mu\text{F}$, $R_6 = 1,0 \text{ k}\Omega$ et $R_7 = 10 \text{ k}\Omega$. Calculer la fréquence de coupure et l'amplification maximale $T_0 = |\underline{T}_0|$.

BACCALAURÉAT TECHNOLOGIQUE

Coef : 5

SESSION 1998

Durée : 4 heures

Série : S.T.I. GÉNIE ÉLECTRONIQUE

Epreuve : PHYSIQUE APPLIQUÉE

Ce sujet comporte 9 pages

Page 3/9

ETUDE D'UNE CHAÎNE DE MESURE DE TEMPERATURE

C.2 Étude du filtre dans le système étudié

La tension d'entrée du filtre peut être perturbée par des tensions parasites variables de fréquence f_p supérieure à f_c .

On considère le cas où la tension d'entrée du filtre est de la forme :

$$u_2(t) = V_0 + V_1 \sin(2\pi f_p t)$$

Avec $V_0 = -0,2 \text{ V}$; $V_1 = 0,1 \text{ V}$ et $f_p = 50 \text{ Hz}$

C.2.1 Pour $u_2(t) = V_0$, calculer la tension $u_3(t)$ correspondante.

C.2.2 Pour $u_2(t) = V_1 \sin(2\pi f_p t)$, calculer l'amplitude de la tension $u_3(t)$ correspondante.

C.2.3 Pour $u_2(t) = V_0 + V_1 \sin(2\pi f_p t)$ que pouvez vous dire de la tension $u_3(t)$?

D. Synthèse

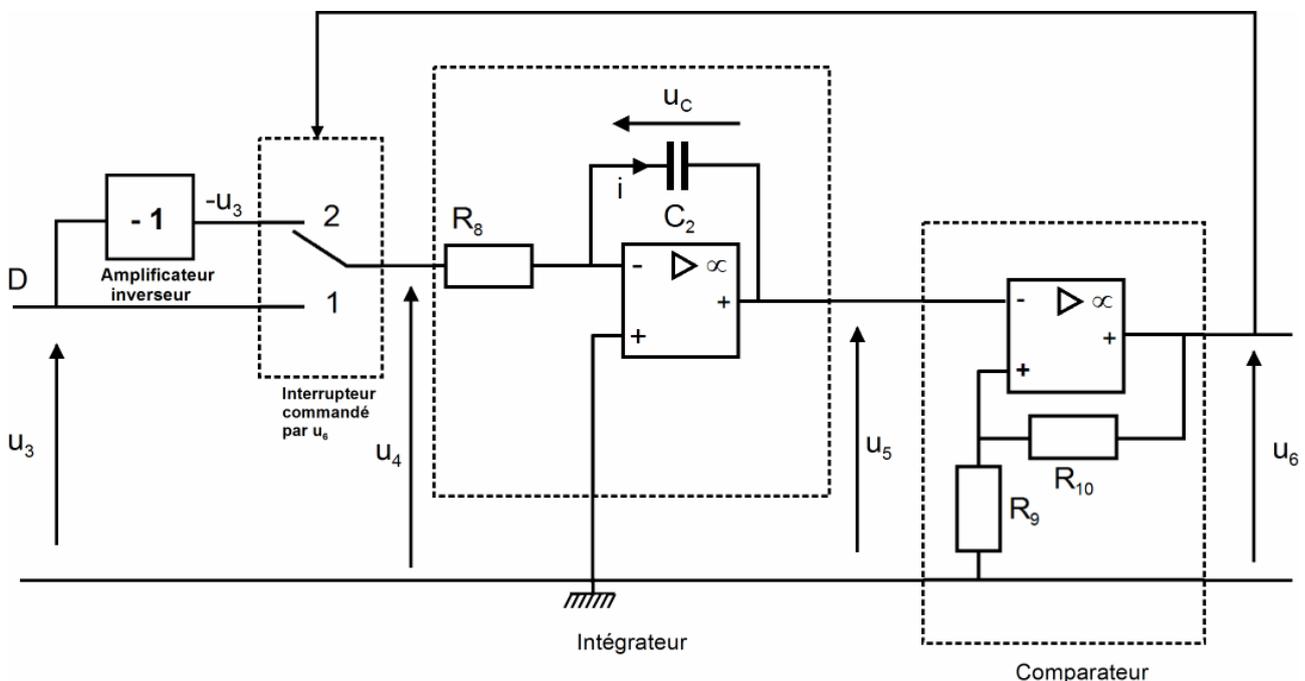
Pour réaliser la mise en forme du signal u_3 , il est nécessaire de connecter les points B et B' ainsi que C et C'.

Pour une tension $u = U$ continue disponible en A et exprimée en volts, montrer que la tension u_3 , elle même exprimée en volts, vaut : $u_3 = U_3 = 500 \times U - 46$

PARTIE III : CONVERSION TENSION FRÉQUENCE



Cette fonction est réalisée par le montage de la figure ci-dessous :



| | | |
|-----------------------------------|--------------|------------------------------|
| BACCALAURÉAT TECHNOLOGIQUE | | |
| Coef : 5 | SESSION 1998 | Durée : 4 heures |
| Série : S.T.I. GÉNIE ÉLECTRONIQUE | | Epreuve : PHYSIQUE APPLIQUÉE |
| Ce sujet comporte 9 pages | | Page 4/9 |

ETUDE D'UNE CHAÎNE DE MESURE DE TEMPERATURE

Elle est constituée de quatre sous fonctions :

- un amplificateur inverseur générant une tension égale à $-u_3 = -U_3$
- un interrupteur commandé par la tension u_6 ,
- un intégrateur,
- un comparateur.

La tension $u_3 = U_3$ est une tension continue positive.



A. Étude de l'intégrateur : voir figure ci-dessus

L'amplificateur opérationnel fonctionne en régime linéaire.

- A.1.1 Déterminer l'expression du courant i dans le condensateur C_2 en fonction de u_4 et R_8 .
- A.1.2 Écrire la relation existant en régime quelconque entre i et la dérivée de $u_c(t)$ par rapport au temps ($\frac{du_c}{dt}$).
- A.1.3 Quelle est la relation entre u_5 et u_c ? En déduire l'équation différentielle reliant $u_4(t)$ et $u_5(t)$.
- A.1.4 Vérifier que si la tension u_4 est constante ($u_4 = U_4$), la tension u_5 varie selon une loi de la forme $u_5 = a t + b$. Exprimer le coefficient a en fonction de U_4 , R_8 et C .
- A.2.1 En fait, $u_4(t)$ prend alternativement les valeurs $u_4 = -u_3 = -U_3$ et $u_4 = u_3 = U_3$. Indiquer les phases où $u_5(t)$ croît (lorsque $u_4 = U_3$ ou bien lorsque $u_4 = -U_3$), et celles où $u_5(t)$ décroît.
- A.2.2 Pendant une phase de croissance de $u_5(t)$, cette tension passe de la valeur U_N à la valeur U_P (avec, nécessairement, $U_P > U_N$) pendant la durée t_1 . Calculer t_1 en fonction de U_P , U_N , u_3 , C_2 et R_8 .
- A.2.3 Lors d'une phase de décroissance, $u_5(t)$ passe de la valeur U_P à la valeur U_N . Calculer la durée t_2 de cette phase et la comparer à t_1 .

B. Étude du comparateur : voir figure ci-dessus

Une étude pratique a été réalisée en appliquant en entrée du comparateur, isolé du reste du montage, un signal triangulaire; elle a permis de relever les chronogrammes de la feuille réponse n°1 : signal d'entrée $u_5(t)$ et signal de sortie $u_6(t)$.

B.1 Tracer la caractéristique de transfert du comparateur sur la feuille réponse n°1, en faisant apparaître les sens de basculement.

B.2 Déterminer les seuils de commutation du comparateur notés U_P et U_N (avec $U_P > 0$).

Ces valeurs sont effectivement celles du montage.

| BACCALAURÉAT TECHNOLOGIQUE | | |
|-----------------------------------|--------------|------------------------------|
| Coef : 5 | SESSION 1998 | Durée : 4 heures |
| Série : S.T.I. GÉNIE ÉLECTRONIQUE | | Epreuve : PHYSIQUE APPLIQUÉE |
| Ce sujet comporte 9 pages | | Page 5/9 |

ETUDE D'UNE CHAÎNE DE MESURE DE TEMPÉRATURE

C. Étude du convertisseur tension fréquence : voir figure ci-dessus

L'interrupteur commandé fonctionne de la façon suivante :

Lorsque $u_6 = +V_{SAT}$, l'interrupteur est en position 2.

Lorsque $u_6 = -V_{SAT}$, l'interrupteur est en position 1.



Le graphe de la tension u_6 est donné page 9.

C.1 En utilisant le graphe de u_6 et les informations données sur le fonctionnement de l'interrupteur, tracer $u_4(t)$ sur le graphe page 9.

C.2 Fonctionnement dans l'intervalle $[0, t_1]$. Dans cet intervalle $u_6 = +V_{SAT}$

Le système bascule à $t = 0$; $u_5(0^+) = U_N$.

C.2.1 En utilisant les résultats de la question III-A.2 et la valeur de u_4 dans cet intervalle, décrire (sans calculs) l'évolution de $u_5(t)$.

C.2.2 Quelle doit être la valeur de $u_5(t_1)$ pour que le système bascule de nouveau à $t = t_1$?

C.2.3 Tracer $u_5(t)$ dans l'intervalle $[0, t_1]$ sur le graphe donné page 9.

C.3 Fonctionnement dans l'intervalle $[t_1, t_1 + t_2]$. Dans cet intervalle $u_6 = -V_{SAT}$

C.3.1 Décrire (sans calculs) l'évolution de $u_5(t)$, en utilisant la valeur de u_4 dans cet intervalle.

C.3.2 Quelle doit être la valeur de $u_5(t_1 + t_2)$ pour que le système bascule de nouveau à $t = t_1 + t_2$?

C.3.3 Tracer $u_5(t)$ dans cet intervalle.

C.4 Calcul de la période

C.4.1 A partir des résultats de la question III-A.2 exprimer la période T de la tension u_6 en fonction de U_P , U_N , u_3 , C_2 et R_8 .

C.4.2 Montrer que la fréquence f de u_6 peut se mettre sous la forme $f = k u_3$.

C.5 On donne $C_2 = 2,2 \text{ nF}$; on veut que $f = 100 \text{ kHz}$ pour $u_3 = 2,0 \text{ V}$.

C.5.1 Calculer la valeur du coefficient k . Donner son unité.

C.5.2 Calculer R_8 .

PARTIE IV : CONCLUSION

Les points A et A', B et B', C et C', D et D' sont reliés pour former le système complet.

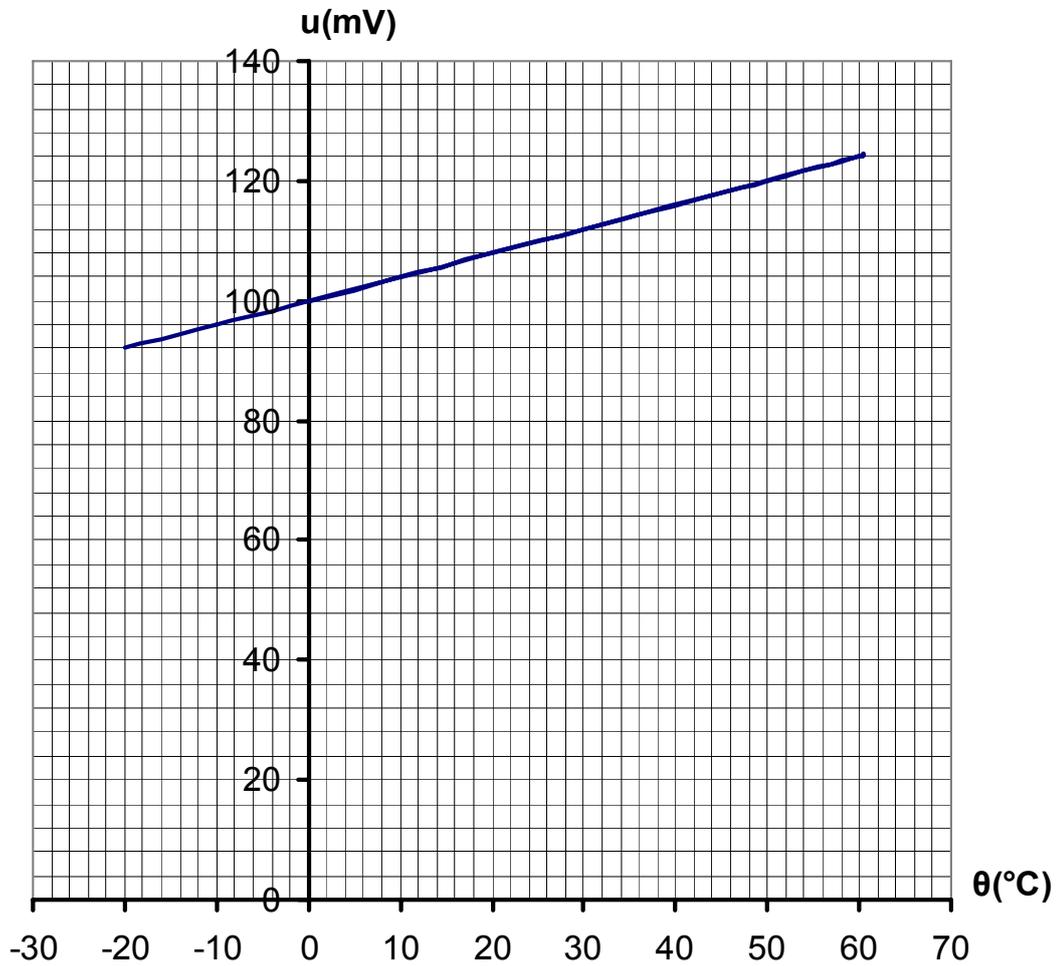
- 1 Quelle relation existe-t-il entre la fréquence f de la tension u_6 et la température θ ?
- 2 Le cahier des charges présenté page 1 est-il respecté ?

| BACCALAURÉAT TECHNOLOGIQUE | | |
|-----------------------------------|--------------|------------------------------|
| Coef : 5 | SESSION 1998 | Durée : 4 heures |
| Série : S.T.I. GÉNIE ÉLECTRONIQUE | | Epreuve : PHYSIQUE APPLIQUÉE |
| Ce sujet comporte 9 pages | | Page 6/9 |

ETUDE D'UNE CHAÎNE DE MESURE DE TEMPÉRATURE

ANNEXE 1

Fomesoutra.com
ça soutra !
Docs à portée de main



BACCALAURÉAT TECHNOLOGIQUE

Coef : 5

SESSION 1998

Durée : 4 heures

Série : S.T.I. GÉNIE ÉLECTRONIQUE

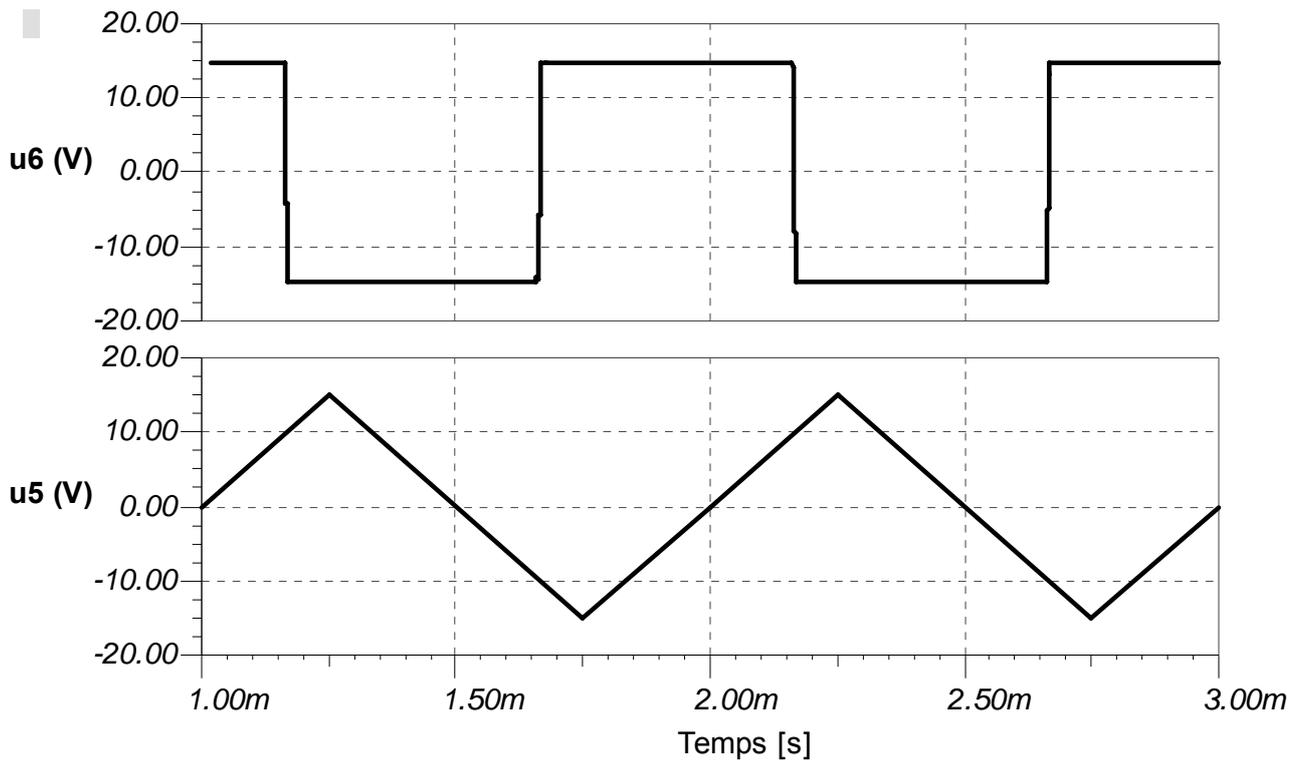
Epreuve : PHYSIQUE APPLIQUÉE

Ce sujet comporte 9 pages

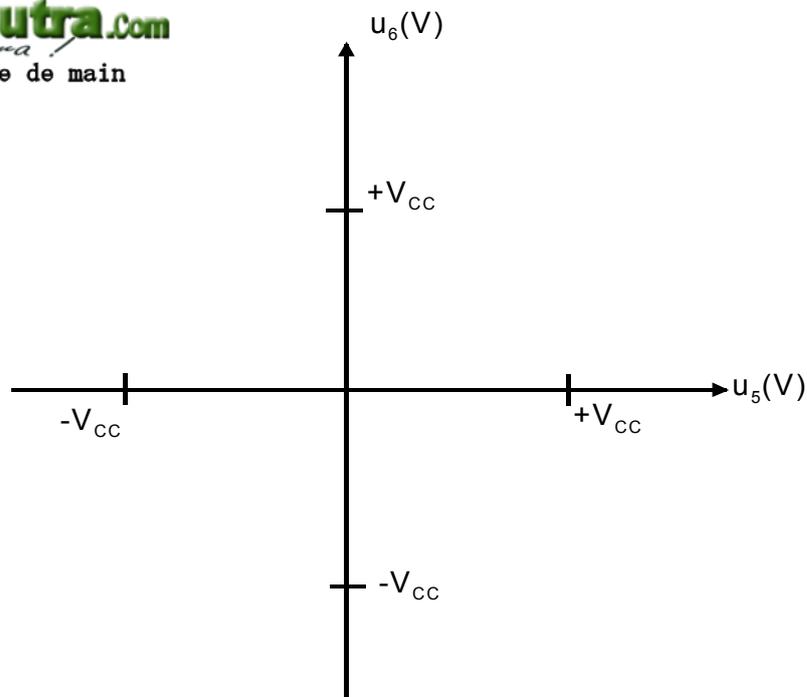
Page 7/9

ETUDE D'UNE CHAÎNE DE MESURE DE TEMPÉRATURE

FEUILLE REPONSE N° 1



 **Fomesoutra**.com
ça soutra !
Docs à portée de main



BACCALAURÉAT TECHNOLOGIQUE

Coef : 5

SESSION 1998

Durée : 4 heures

Série : S.T.I. GÉNIE ÉLECTRONIQUE

Epreuve : PHYSIQUE APPLIQUÉE

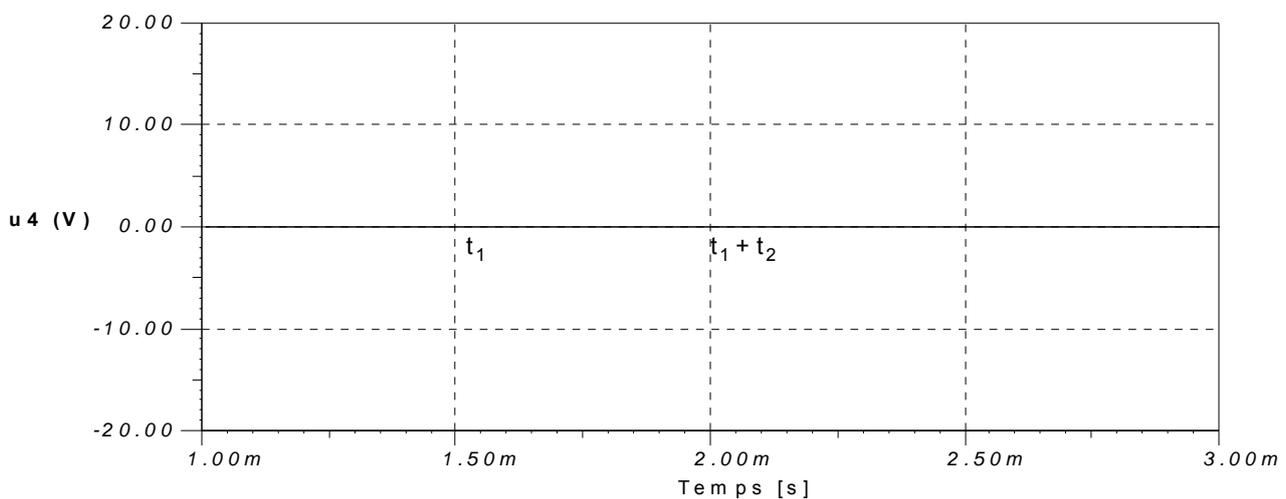
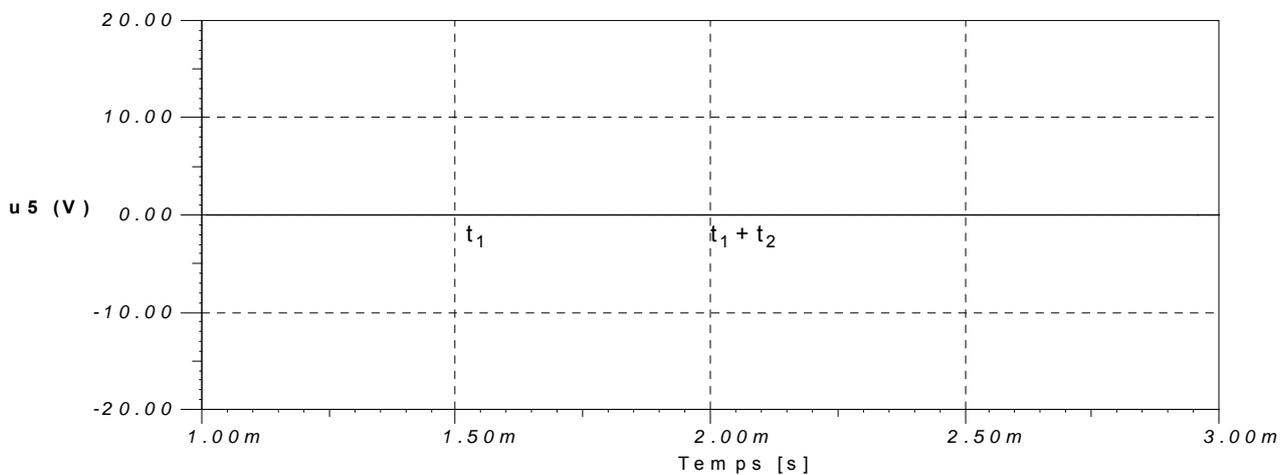
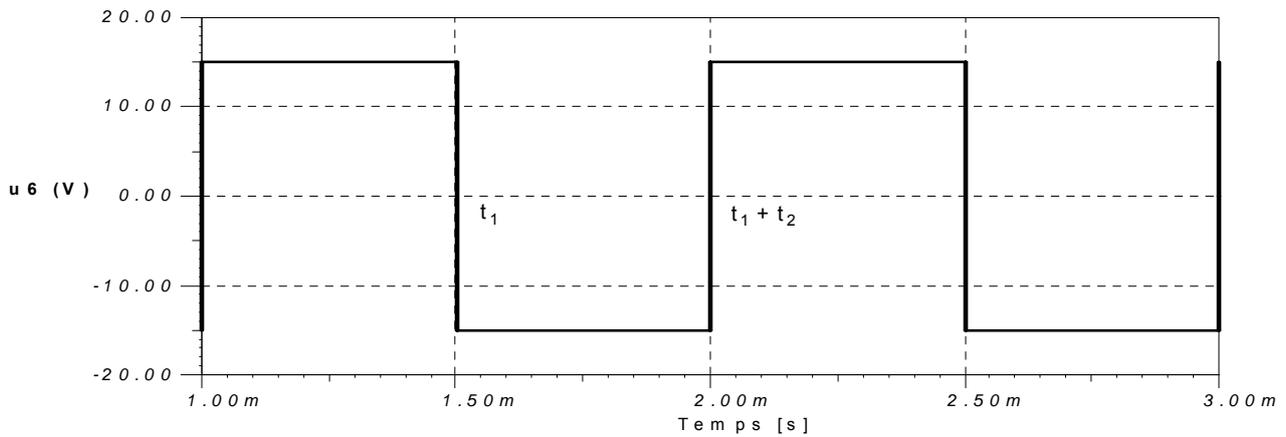
Ce sujet comporte 9 pages

Page 8/9

ETUDE D'UNE CHAÎNE DE MESURE DE TEMPERATURE

FEUILLE REPONSE N° 2

 **Fomesoutra.com**
ça soutra !
Docs à portée de main



BACCALAURÉAT TECHNOLOGIQUE

Coef : 5

SESSION 1998

Durée : 4 heures

Série : S.T.I. GÉNIE ÉLECTRONIQUE

Epreuve : PHYSIQUE APPLIQUÉE

Ce sujet comporte 9 pages

Page 9/9