

Concours de technicien de laboratoire 2009

Spécialité B

Epreuve pratique d'admission

Option Electrotechnique-électronique

Durée 4 heures

L'épreuve pratique de Physique Appliquée du concours de technicien se décompose en deux thèmes distincts : l'électronique et l'électrotechnique.

- Pour chaque manipulation, vous devez choisir, dans le panel proposé, les appareils de mesure les plus pertinents pour accéder aux grandeurs demandées.
- Les notices techniques de tous les appareils sont disponibles sur simple demande.

1^{ère} Partie : Electronique (Durée : 2h)

On se propose d'étudier une conversion tension \rightarrow fréquence utilisant un circuit intégré LM331. Le schéma du montage est donné à la figure 1. Une variation de la tension d'entrée E engendre une variation proportionnelle de la fréquence f du signal de sortie $v_S(t)$.

On donne : $R = 100 \text{ k}\Omega$; $R_1 = 6,8 \text{ k}\Omega$;
 $R_2 = 100 \text{ k}\Omega$; $R_3 = 33 \text{ k}\Omega$; $R_4 = 12 \text{ k}\Omega$;
 R_{V4} résistance ajustable de $4,7 \text{ k}\Omega$;
 $C = 1 \mu\text{F}$; $C_1 = 10 \text{ nF}$; $C_2 = 100 \text{ nF}$;
 $V_{CC} = 15\text{V}$; U_1 : LM331.

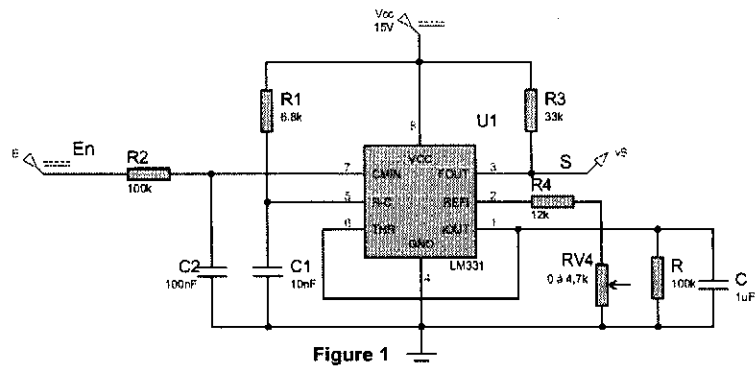


Figure 1

Le circuit intégré LM331 fonctionne suivant le schéma de principe de la figure 2. Il comprend :

- Une source de courant i
- Un inverseur k
- Un comparateur
- Un transistor de sortie T
- Un monostable qui commande l'interrupteur électronique k et le transistor T.

La borne 2 (Reference current) est reliée à la masse par l'intermédiaire d'une résistance R_4 qui permet le réglage de l'intensité i de la source de courant.

La borne 5 (R-C) est reliée à un circuit R_1, C_1 externe qui permet le réglage de la plage de fréquence de fonctionnement.

La borne 3 (Frequency Output) est la sortie à fréquence f réglable.

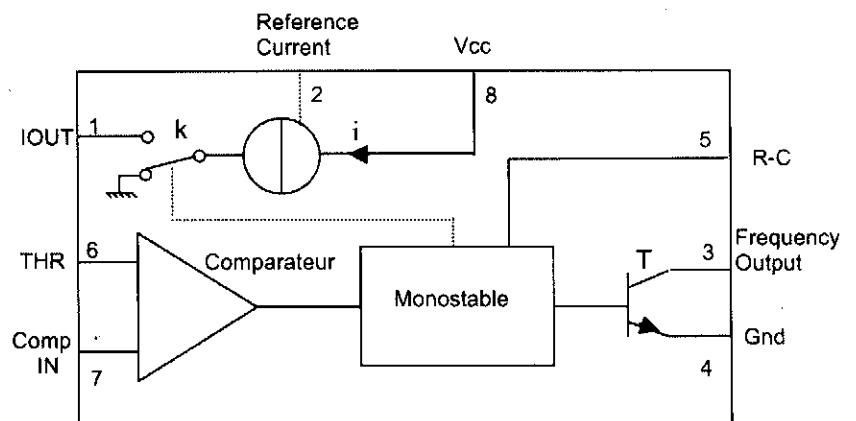
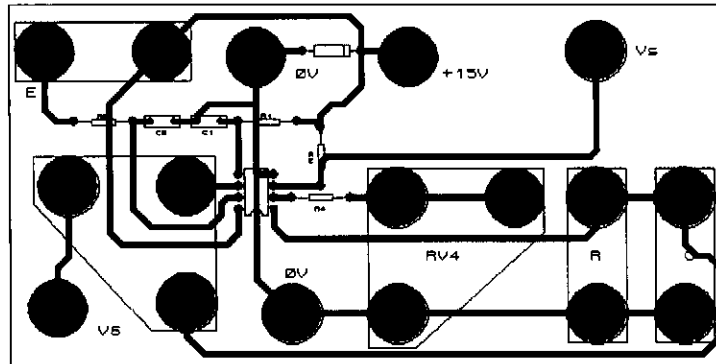


Figure 2

Dans l'étude qui suit, vous disposez de la documentation technique du circuit intégré LM331 et d'une maquette réalisée avec ce circuit dont le schéma d'implantation et de câblage est donné à la figure suivante.



1. Réglage de la constante de conversion Tension-Fréquence.

1.1. A partir de la documentation constructeur fournie, déterminer :

- La valeur maximale admissible de la tension de polarisation V_{cc} .
- La relation donnant la fréquence f de la tension de sortie v_3 en fonction de E , R_1 , C_1 , R_4 et R .
- Les deux valeurs limites de f .

1.2. Réaliser le montage selon le schéma de la figure 1 et appliquer à l'entrée E une tension continue d'amplitude E réglable entre 0 et 10 V et visualiser à l'oscilloscope la tension de sortie $v_3(t)$ de fréquence f .
Faire vérifier par l'examineur.

1.3. Régler la résistance ajustable R_{v4} de 4,7 k Ω de façon à obtenir pour le convertisseur Tension-Fréquence une constante K de 1 kHz/V. Faire vérifier par l'examineur.
On conservera cette valeur de R_{v4} pour toute l'étude qui suit.

2. Etude des différentes fonctions du circuit LM331.

2.1. Etude de la source de courant i .

Modifier le montage selon le schéma de la figure 3 où R est une résistance variable entre 0 et 220 k Ω .

a. Préciser la méthode et les appareils de mesure utilisés pour relever la caractéristique $V_1 (R)$ où V_1 est la tension aux bornes de R .

b. Relever cette caractéristique $V_1 (R)$ pour les valeurs de R suivantes :
10 k Ω , 20 k Ω , 40 k Ω , 80 k Ω et 100 k Ω .

c. En déduire l'intensité i délivrée par la source de courant interne au circuit LM331. Conclure.

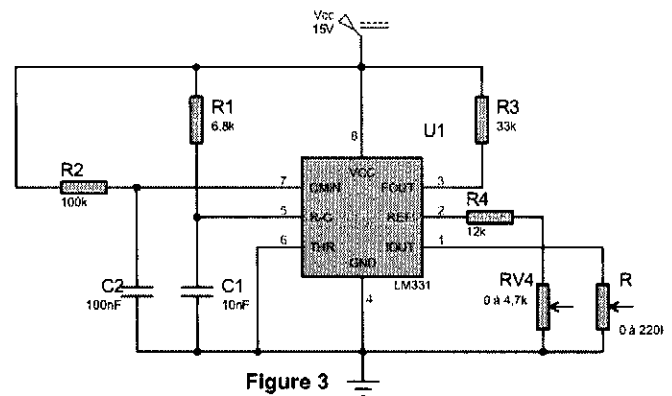


Figure 3

2.2. Etude du comparateur.

a. Modifier le montage selon le schéma de la figure 4 où R est fixée à 40 k Ω et E à 2 V et appliquer à la borne 6 une tension $v_6(t)$ triangulaire de fréquence 10 kHz et variant entre 0 et 4 V.

b. Effectuer les réglages sur l'oscilloscope pour visualiser à l'oscilloscope les allures en fonction du temps des tensions $v_S(t)$ et $v_6(t)$.
Faire vérifier par l'examineur.

c. Fixer $E = 1\text{ V}$ (au lieu de 2 V) et vérifier le nouveau fonctionnement du montage.

d. Déterminer expérimentalement la valeur de v_6 provoquant le déclenchement du monostable ainsi que le signe de la pente de v_6 lors de ce déclenchement.

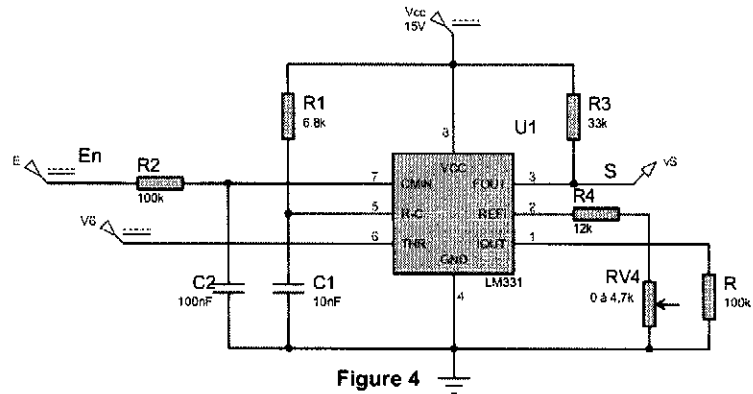


Figure 4

2.3. Etude du monostable.

Conserver le montage de la figure 4.

a. Mesurer la durée t_0 de l'état instable du monostable. Modifier la fréquence de $v_6(t)$ et vérifier s'il y a variation de cette durée t_0 .

b. Déterminer la valeur maximale f_{Max} et la valeur minimale f_{min} de la fréquence f de la tension $v_6(t)$ correspondant à un fonctionnement correct du monostable.

Faire vérifier par l'examineur.

c. Visualiser maintenant à l'oscilloscope les allures en fonction du temps des tensions $v_5(t)$ et $v_3(t)$. Déterminer la valeur $V_{5\text{Max}}$ de la tension $v_5(t)$ pour laquelle se produit la décharge de C_1 .

3. Etude du convertisseur Tension-Fréquence.

Modifier à nouveau le montage selon le schéma de la figure 1.

3.1. Relever la caractéristique $f(E)$ donnant les variations de la fréquence f du signal de sortie en fonction de l'amplitude E de la tension d'entrée et en déduire la constante de conversion K en Hz/V .

3.2. Proposer une méthode pour visualiser à l'oscilloscope l'intensité i débitée par la source de courant interne, puis mesurer la durée t_1 pendant laquelle elle débite durant chaque période T . Comparer t_1 à t_0 . Cette durée t_1 varie-t-elle avec E ?

3.3. Visualiser à l'oscilloscope l'ondulation de $v_1(t)$. Déduire de l'observation de celle-ci le comportement du condensateur C pendant les intervalles de temps t_1 et $t_2 = T - t_1$.

Faire vérifier par l'examineur.

3.4. Montrer que $t_2 \approx t_1 \cdot ((R \cdot i)/E)$. En déduire que $f \approx K \cdot E$.

4. Analyse théorique.

Expliquez sommairement le principe de fonctionnement du montage de la figure 1 en utilisant le schéma de principe du circuit intégré LM331 de la figure 2 et en précisant les rôles de chacun de ses composants : comparateur, monostable, source de courant i , interrupteur k et transistor T .

L'épreuve pratique de Physique Appliquée du concours de technicien se décompose en deux thèmes distincts :
L'électronique et l'électrotechnique.

- Pour chaque manipulation, vous devez choisir, dans le panel proposé, les appareils de mesure les plus pertinents pour accéder aux grandeurs demandées.
- Les notices techniques de tous les appareils sont disponibles sur simple demande.

2^{ème} Partie : Electrotechnique (Durée : 2h)

On se propose d'étudier le fonctionnement d'un moteur à courant continu à excitation séparée sous tension d'induit variable.

1. Caractéristiques des machines utilisées.

Vous disposez des documents techniques correspondants au groupe de machines utilisées.

Ce dernier comporte un moteur à courant continu à excitation indépendante accouplé à un frein à poudre et de plus il est muni d'un capteur de couple et d'une dynamo tachymétrique.

Un module de mesures et de calculs (Modméca de Leroy-Somer) permet de mesurer la fréquence de rotation du moteur n en tr/min, le moment de son couple utile T_u en N.m et sa puissance utile P_u en W.

1.1. Noter sur la plaque signalétique les caractéristiques du moteur étudié :

Moteur :

Induit : tension nominale : $U_n =$ intensité nominale: $I_n =$

Inducteur : tension nominale: $u_n =$ intensité nominale: $i_n =$

Fréquence nominale de rotation du groupe: $n_n =$

Puissance utile nominale : $P_{u_n} =$

1.2. A partir de ces indications de la plaque signalétique, déterminer la valeur du moment du couple utile nominal T_{u_n} .

1.3. Mesurer à l'ohmmètre la valeur de la résistance d'induit R du moteur.

2. Réglage préliminaire.

- Réaliser le montage en tenant compte des mesures à effectuer dans les essais à vide et en charge qui suivent et faire vérifier par l'examineur.
- Exciter le moteur de manière à ce que i soit égale à sa valeur nominale i_n .

Conservé par la suite ce réglage d'excitation du moteur.

3. Essai à vide.

Le frein à poudre n'étant pas alimenté, démarrer le moteur.

3.1. Relever la tension U , la fréquence de rotation n_0 et l'intensité du courant dans l'induit à vide I_0 .

3.2. Compléter le tableau suivant pour les différentes valeurs de U , sachant que E_0 est la f.e.m. à vide, p_c représente les pertes collectives du moteur et T_p le moment du couple de pertes correspondant.

On détaillera, pour la tension nominale $U = 240$ V, les calculs de E_0 , p_c et T_p .

U (V)	60	80	100	120	140	160	180	200	220	240
n_o (tr/min)										
I_o (A)										
E_o (V)										
P_c (W)										
T_p										

3.3. Sur feuille de papier millimétré ou à l'aide d'un tableur, tracer la courbe n_o (U) .

3.4. Que peut-on dire des variations de n_o avec U ? La machine était-elle réellement à vide ?

3.5. Que peut-on dire des variations de I_o et de T_p ?

4. Essai en charge à couple constant et à tension variable.

4.1. Effectuer les réglages pour amener le moteur à son régime nominal.

Sur le module « Modmecca », régler le moment du couple utile du moteur à sa valeur nominale $T_{u,n}$ puis le maintenir constant pendant tout l'essai en charge.

Faire vérifier par l'examineur.

4.2. Faire varier ensuite la tension U et relever les valeurs de n , P_u , T_u et I . Remplir le tableau de mesures suivant en choisissant judicieusement 8 valeurs pour la tension d'induit U :

U (V)									
I (A)									
n (tr/min)									
T_u (N.m)									
P_u (W)									
u (V)									
i (A)									

4.3. Remplir le tableau de calculs suivant en détaillant ceux-ci pour une seule valeur de la tension U :

P_a (W)								
η (%)								

4.4. Tracer les courbes n (U) et $\eta(P_u)$ à $T_u =$ constante et dans les conditions de cet essai.

4.5. Que peut-on dire de I ?

4.6. Quel est le principal intérêt d'utiliser une machine à courant continu en moteur sous tension d'induit variable ?

4.7. Mettre hors tension l'induit et mesurer à nouveau la résistance R de l'induit. Justifier l'écart par rapport à la mesure effectuée en 1.3.