

Epreuve de génie électrique

Durée : 2 heures

***Aucun document n'est autorisé.
Calculatrice autorisée***

Le sujet comporte :

- Deux pages de garde non numérotées***
- Le texte de l'épreuve (pages numérotées de 1 à 8)***
- Trois annexes (pages 9, 10 et 11).***

Le sujet se compose de cinq parties indépendantes:

Exercice préliminaire

- A- Balise de télécontrôle**
- B- Mesure de la température de la batterie**
- C- Adaptation de l'énergie**
- D- Asservissement du panneau photovoltaïque**

Les candidats ne sont pas tenus de respecter l'ordre de traitement des différentes parties du sujet.

Nota : *Si un candidat est amené à repérer ce qui peut lui sembler être une erreur d'énoncé, il le signalera sur sa copie et devra poursuivre sa composition en expliquant les raisons des initiatives qu'il a été amené à prendre.*

Présentation de la signalisation maritime

La signalisation maritime comprend l'ensemble des dispositifs d'aide à la navigation maritime qui sont établis pour guider les navires à l'approche des côtes.

Les feux (appelés aussi bouée ou phare) constituent les dispositifs les plus importants d'aide à la navigation à l'approche des côtes. Leur objectif est double :

- Eviter les pertes par accidents.
- Gagner du temps car les navires modernes coûtent cher à construire et à exploiter, et tout gain de temps est économiquement important.

Pour des raisons d'économies, les installations doivent être totalement automatiques et autonomes.

Notre étude porte sur une bouée de signalisation maritime équipée d'un télécontrôle.

Les pannes des bouées maritimes doivent être détectées le plus rapidement possible. Ces bouées sont donc équipées d'une balise radio de télécontrôle, qui permet de contrôler l'état de la batterie (tension, courant et température) ainsi que les défauts de fonctionnement du feu (lampe hors service, batterie déchargée...).

L'alimentation en énergie de la bouée est réalisée par un panneau photovoltaïque embarqué.



Exercice préliminaire : noté 4 points sur 20

Soit le circuit de la figure 1 :

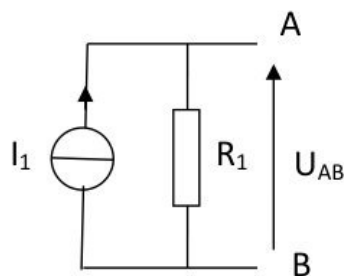


Figure 1

Q1. Calculer la tension U_{AB} si $I_1=15\text{mA}$ et $R_1=1\text{K}\Omega$.

Q2. En utilisant le théorème de Thevenin, déterminer le modèle équivalent de Thevenin vu des points A et B du circuit de la figure 1.

On considère maintenant le circuit de la figure 2 :

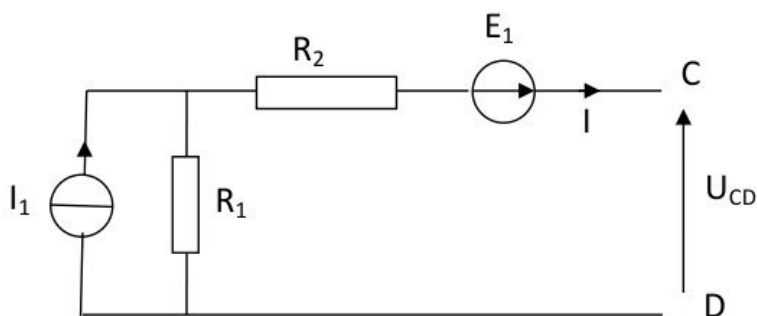


Figure 2

Q3. Calculer la tension U_{CD} si $I_1=15\text{mA}$, $R_1=1\text{K}\Omega$, $E_1=5\text{V}$ et $R_2= 2\text{K}\Omega$ (on considère le courant $I=0$).

Q4. En utilisant le théorème de Thevenin, déterminer le modèle équivalent de Thevenin vu des points C et D du circuit de la figure 2.

Le circuit de la figure 2 est chargé par une résistance $R_c=1\text{K}\Omega$, le circuit équivalent devient celui de la figure 3.

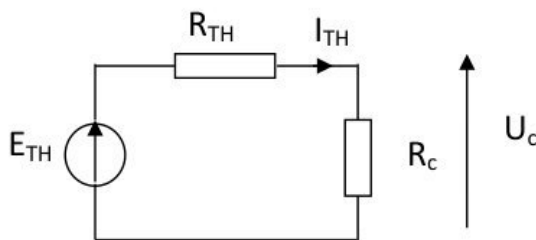


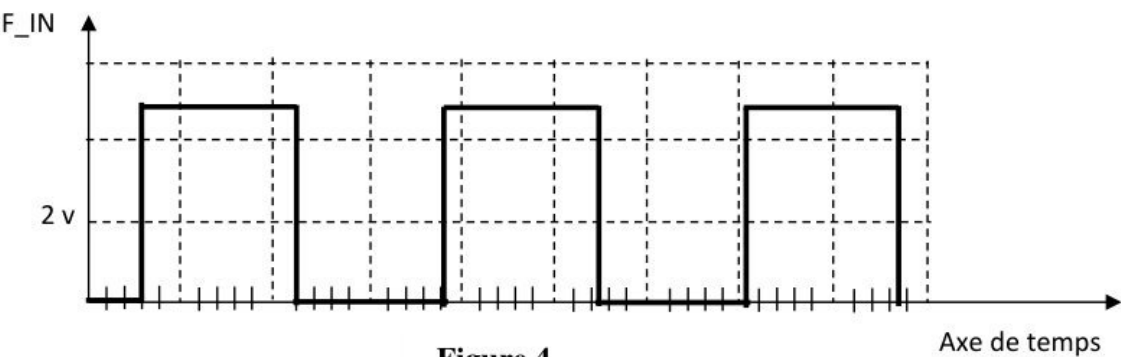
Figure 3

- Q5. Calculer le courant I_{TH} si $E_{TH}=20V$, $R_{TH}= 3K\Omega$ et $R_c=1K\Omega$.
- Q6. Calculer la tension U_c aux bornes de la résistance R_c .
- Q7. En déduire la puissance dissipée dans la résistance R_c .

Partie A : Balise de télécontrôle

Lorsque la balise de télécontrôle veut dialoguer avec la bouée, elle émet une succession de bits à 1 et à 0 à une vitesse de 1200 bits/s. C'est la détection de la fréquence de ce signal par le circuit LMC567 (Annexes 1 et 2 -Pages 9 et 10) qui la réveille.

On relève la tension de la figure 4 pendant la phase de réveil de la balise radio.



- Q8. Déterminer la fréquence de la tension F_{IN} , en utilisant la vitesse de transmission des données.

On désire représenter la tension à l'entrée 3 du circuit LMC567, en justifiant les rôles de R_{25} , R_{26} , C_{24} et de la résistance d'entrée du LMC567 (notée R_3 dans la documentation technique du circuit LMC567 - annexes 1 et 2-Pages 9 & 10). On donne $R_{25}=100K\Omega$, $R_{26}=470K\Omega$, $C_{24}=100nF$ et $R_3=40K\Omega$.

Le schéma équivalent est donné à la figure 5.

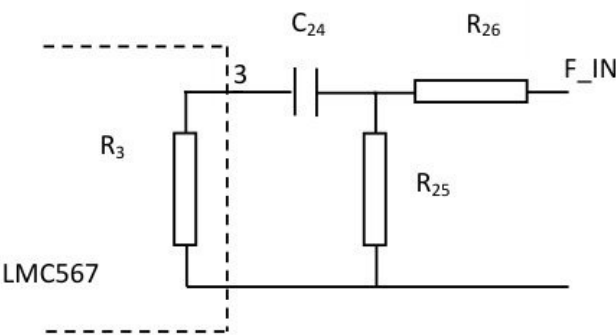


Figure 5

Page 3 sur 11

Q9. Quel est le type de filtre réalisé par l'association de C_{24} et R_3 ?

Q10. Déterminer la fréquence de coupure de ce filtre en fonction de C_{24} et R_3 .

Q11. En comparant cette fréquence de coupure à la fréquence de F_{IN} , conclure sur le rôle de ce filtre.

Q12. A la fréquence de la tension F_{IN} , le condensateur C_{24} est considéré comme un court-circuit, représenter sur votre copie le signal à l'entrée 3 du circuit LMC567, en justifiant l'amplitude du signal.

Partie B : Mesure de la température de la batterie

Le capteur de température utilisé est une thermistance qui est un capteur résistif à base de matériau semi-conducteur (silicium). Sa résistance varie avec la température selon la loi :

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

Avec B coefficient spécifique, T température absolue (en Kelvin) et R_0 résistance (en Ohm) à la température de référence T_0 (Rappel : température en K = température en °C + 273).

La thermistance utilisée est le modèle NB 20 J 0 0682 dont les caractéristiques sont données en **annexe 3-page 11**. Le constructeur donne $R(T) = 6800 \, \Omega$ à la température $T_0 = 25^\circ\text{C}$.

Q13. Quelle est l'étendue de mesure proposée par le constructeur ?

Q14. Quelle est la valeur du coefficient B pour cette thermistance ?

Q15. Sur un tableau, Donner les valeurs de $R(T)$ pour les températures suivantes 25°C , 35°C , 55°C et 75°C .

Q16. On réalise le montage de la **figure 6** avec $R_1 = 1900 \, \Omega$.

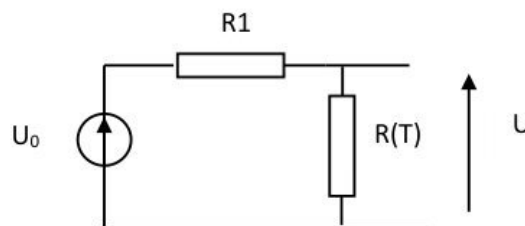


Figure 6

Q17. Donner l'expression de la tension U en fonction de $R(T)$, R_1 et U_0 .

Q18. Pour chacune des valeurs de T précédentes, calculer U avec $U_0 = 10 \, \text{V}$ et $R_1 = 1900 \, \Omega$.

Q19. Tracer la courbe U en fonction de T. La courbe est-elle linéaire?

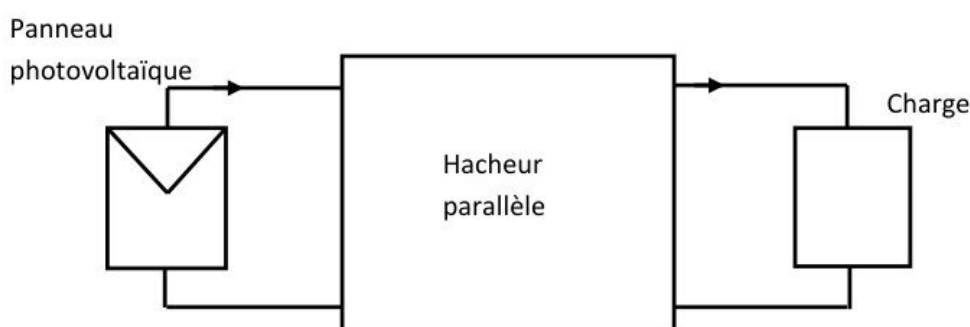
Q20. Déterminer l'équation de la droite liant le premier point et le dernier point de la courbe précédente.

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 α du hacheur (**figure 7**), qui fonctionne en conduction continue.

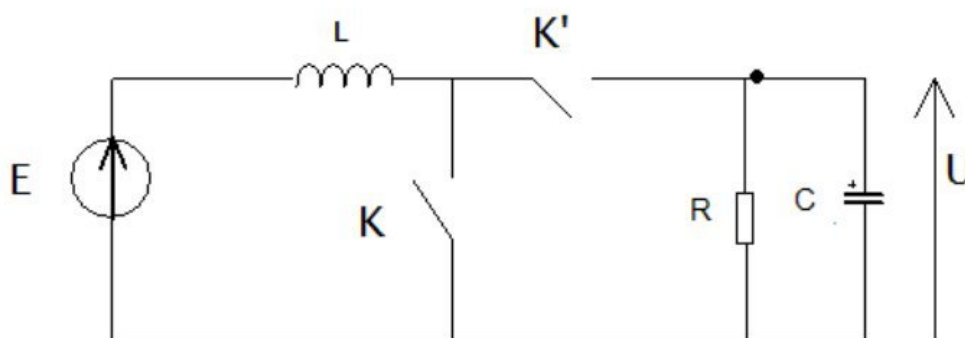


Figure 7

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' ?

Pour la suite des questions on utilise le schéma de la **figure 8** :

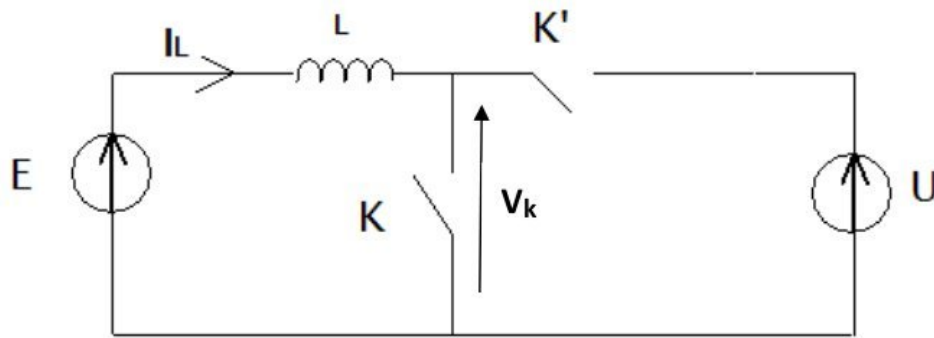


Figure 8

On note α le rapport cyclique de commande de ce hacheur et T_H la période de fonctionnement.

Entre 0 et αT_H on ferme l'interrupteur K (K' étant ouvert).

Entre αT_H et T_H on ferme l'interrupteur K' (K étant ouvert).

On suppose que E et U sont constantes et $E < U$, le courant I_L est ininterrompu.

Q24. Donner le schéma équivalent du hacheur entre 0 et αT_H .

Q25. En déduire l'expression de I_L durant cette phase en prenant $I_L(0) = I_m > 0$. Quelle est la valeur de la tension aux bornes de l'interrupteur K notée V_K ?

Q26. Donner le schéma équivalent du hacheur entre αT_H et T_H .

Q27. En déduire l'expression de I_L durant cette phase. Quelle est la valeur de la tension V_K ?

Q28. Donner l'expression de la valeur moyenne de V_K appelée $V_{K_{moy}}$ en fonction de U puis en fonction de E , en déduire la relation entre E et U .

Partie D : Asservissement du panneau photovoltaïque

On se propose dans cette partie d'étudier l'asservissement de position du panneau photovoltaïque, à un profil de consigne. L'entraînement du panneau est réalisé par un moteur à courant continu à aimants permanents muni d'une dynamo tachymétrique, pour mesurer la vitesse. Un réducteur mécanique est placé entre l'arbre de sortie du moteur et le panneau.

La boucle d'asservissement de position est munie :

- D'une boucle interne de courant permettant de limiter l'appel de courant si le couple résistant prend une valeur trop importante.
- D'une boucle interne de vitesse permettant de faciliter le réglage de la stabilité de la boucle principale de position.

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

Le schéma-bloc est donné à la figure 9 :

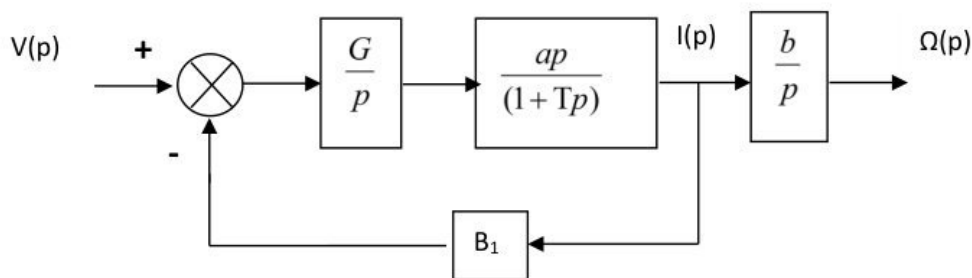


Figure 9

On donne $G=2$, $a=0.4$, $B_1=1$ et $T=0.4s$

Q29. Donner l'expression de la fonction de transfert $\frac{I(p)}{V(p)}$, la mettre sous la forme $\frac{K}{(1+T_m.p)}$ et calculer K et T_m numériquement .

Q30. La tension V est limitée à 15 Volts (saturation). Pour cette tension, en régime permanent, quelle est la valeur I_{MAX} du courant I (I_{MAX} sera la valeur maximale que le moteur pourra consommer) ?

D-2. Etude de la boucle de vitesse

Le moteur étant régulé en courant, on va maintenant l'asservir en vitesse. Le schéma-bloc est donné à la figure suivante (Figure 10).

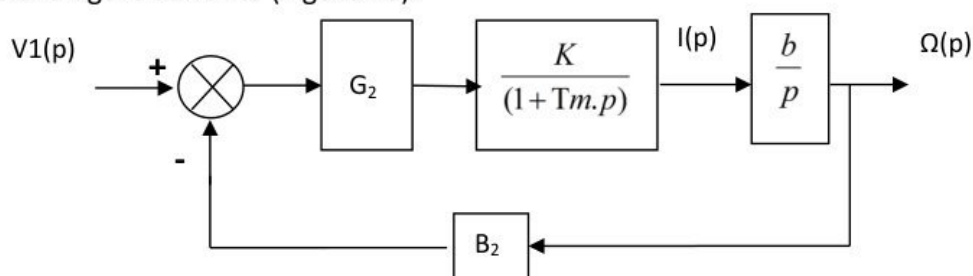


Figure 10

On donne $b=25$, $B_2=0.1$, $K=0.4$ et $T_m=0.2s$

On utilise un correcteur proportionnel de gain G_2 pour régler la boucle. B_2 est le gain de la dynamo tachymétrique (capteur de vitesse).

$$\frac{\Omega(p)}{V1(p)}$$

Q31. Donner l'expression de la fonction de transfert $V1(p)$, la mettre sous forme canonique. En déduire l'expression du facteur d'amortissement Z .

Q32. Calculer le gain G_2 permettant d'assurer un amortissement $Z = 1$. On conservera ce réglage pour la question suivante.

$$\frac{\Omega(p)}{V1(p)}$$

Q33. Calculer les pôles de la fonction de transfert $V1(p)$ pour $Z = 1$. On rappelle que pour $Z = 1$, le discriminant du dénominateur $\Delta = 0$, d'où une forme facilement calculable des pôles.

$$\frac{\Omega(p)}{V1(p)}$$

Réécrire la fonction de transfert $V1(p)$ sous sa nouvelle forme.

D-3. Etude de la boucle de position

Le moteur étant asservi en courant et en vitesse, on va maintenant réaliser la boucle principale d'asservissement de position.

Le schéma-bloc est donné sur la figure 11.

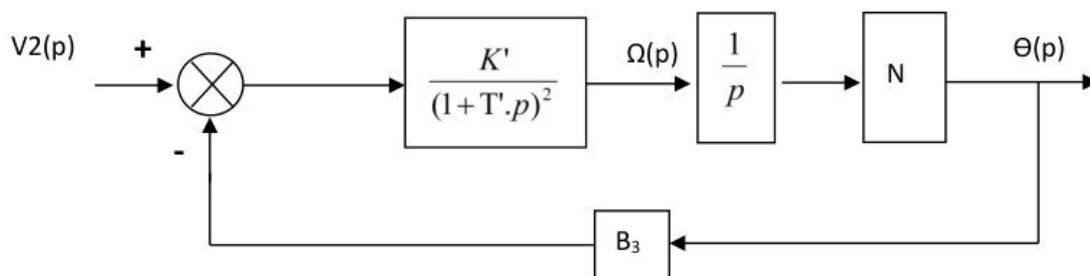


Figure 11

On donne $B_3 = 5$, $N = 0.025$, $K' = 10$ et $T' = 0.4s$.

Q34. Donner l'expression de la fonction de transfert en boucle ouverte.

Q35. Tracer l'allure asymptotique des lieux de Bode en gain et en phase de cette fonction de transfert.

Q36. On donne la valeur de la pulsation ω_0 pour laquelle le gain de la boucle ouverte est de 0 dB $\omega_0 = 1.25$ rad/s. Calculer le déphasage à la pulsation ω_0 . En déduire la marge de phase M . La boucle fermée est-elle stable ? Pourquoi ?

ANNEXE 1

LMC567

February 1995

National Semiconductor

LMC567 Low Power Tone Decoder

General Description

The LMC567 is a low power general purpose LMC567 tone decoder which is functionally similar to the industry standard LM567. It consists of a twice frequency voltage-controlled oscillator (VCO) and quadrature dividers which establish the reference signals for phase and amplitude detectors. The phase detector and VCO form a phase-locked loop (PLL) which locks to an input signal frequency which is within the control range of the VCO. When the PLL is locked and the input signal amplitude exceeds an internally pre-set threshold, a switch to ground is activated on the output pin. External components set up the oscillator to run at twice the input frequency and determine the phase and amplitude filter time constants.

Features

- Functionally similar to LM567
- 2V to 9V supply voltage range
- Low supply current drain
- No increase in current with output activated
- Operates to 500 kHz input frequency
- High oscillator stability
- Ground-referenced input
- Hysteresis added to amplitude comparator
- Out-of-band signals and noise rejected
- 20 mA output current capability

Block Diagram (with External Components)

Order Number LMC567CMor LMC567CN
See NS Package Number M08A or N09E

February 1995

National Semiconductor

LMC567 Low Power Tone Decoder

General Description

The LMC567 is a low power general purpose LMC567 tone decoder which is functionally similar to the industry standard LM567. It consists of a twice frequency voltage-controlled oscillator (VCO) and quadrature dividers which establish the reference signals for phase and amplitude detectors. The phase detector and VCO form a phase-locked loop (PLL) which locks to an input signal frequency which is within the control range of the VCO. When the PLL is locked and the input signal amplitude exceeds an internally pre-set threshold, a switch to ground is activated on the output pin. External components set up the oscillator to run at twice the input frequency and determine the phase and amplitude filter time constants.

Features

- Functionally similar to LM567
- 2V to 9V supply voltage range
- Low supply current drain
- No increase in current with output activated
- Operates to 500 kHz input frequency
- High oscillator stability
- Ground-referenced input
- Hysteresis added to amplitude comparator
- Out-of-band signals and noise rejected
- 20 mA output current capability

Block Diagram (with External Components)

Order Number LMC567CMor LMC567CN
See NS Package Number M08A or N09E

February 1995

National Semiconductor

LMC567 Low Power Tone Decoder

General Description

The LMC567 is a low power general purpose LMC567 tone decoder which is functionally similar to the industry standard LM567. It consists of a twice frequency voltage-controlled oscillator (VCO) and quadrature dividers which establish the reference signals for phase and amplitude detectors. The phase detector and VCO form a phase-locked loop (PLL) which locks to an input signal frequency which is within the control range of the VCO. When the PLL is locked and the input signal amplitude exceeds an internally pre-set threshold, a switch to ground is activated on the output pin. External components set up the oscillator to run at twice the input frequency and determine the phase and amplitude filter time constants.

Features

- Functionally similar to LM567
- 2V to 9V supply voltage range
- Low supply current drain
- No increase in current with output activated
- Operates to 500 kHz input frequency
- High oscillator stability
- Ground-referenced input
- Hysteresis added to amplitude comparator
- Out-of-band signals and noise rejected
- 20 mA output current capability

Block Diagram (with External Components)

Order Number LMC567CMor LMC567CN
See NS Package Number M08A or N09E

Page 9 sur 11

wadifa-info.com

نماذج المباريات من موقع وظيفة إنفو

Source: www.wadifa-info.com - modele de concours n. 1782 - page 10/12

ANNEXE 2

Applications Information (refer to Block Diagram)

GENERAL

The LMC567 low power tone decoder can be operated at supply voltages of 2V to 9V and at input frequencies ranging from 1 Hz up to 500 kHz.

The LMC567 can be directly substituted in most LMC567 applications with the following provisions:

1. Oscillator timing capacitor C1 must be halved to double the oscillator frequency relative to the input frequency (see OSCILLATOR TIMING COMPONENTS).
2. Filter capacitors C1 and C2 must be reduced by a factor of 8 to maintain the same filter time constants.
3. The output current demanded of pin 8 must be limited to the specified capability of the LMC567.

OSCILLATOR TIMING COMPONENTS

The voltage-controlled oscillator (VCO) on the LMC567 must be set up to run at twice the frequency of the input signal tone to be decoded. The center frequency of the VCO is set by timing resistor R1 and timing capacitor C1 connected to pins 5 and 6 of the IC. The center frequency as a function of R1 and C1 is given by:

$$F_{osc} = \frac{1}{1.4 R1 C1} \text{ Hz}$$

Since this will cause an input tone of half F_{osc} to be decoded,

$$F_{input} = \frac{1}{2.8 R1 C1} \text{ Hz}$$

This equation is accurate at low frequencies; however, above 50 kHz ($F_{osc} = 100 \text{ kHz}$), internal delays cause the actual frequency to be lower than predicted.

The choice of R1 and C1 will be a tradeoff between supply current and practical capacitor values. An additional supply current component is introduced due to R1 being switched to V_s every half cycle to charge C1:

$$I_s \text{ due to } R1 = V_s / (4R1)$$

Thus the supply current can be minimized by keeping R1 as large as possible (see supply current vs. operating frequency curves). However, the desired frequency will dictate an R1C1 product such that increasing R1 will require a smaller C1. Below $C1 = 100 \text{ pF}$, circuit board stray capacitances begin to play a role in determining the oscillation frequency which ultimately limits the minimum C1.

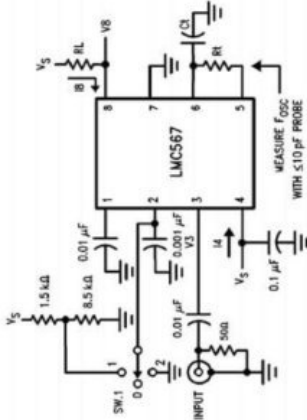
To allow for IC and component value tolerances, the oscillator timing components will require a trim. This is generally accomplished by using a variable resistor as part of R1, although C1 could also be padded. The amount of initial frequency variation due to the LMC567 itself is given in the electrical specifications; the total trim range must also accommodate the tolerances of R1 and C1.

SUPPLY DECOUPLING

The decoupling of supply pin 4 becomes more critical at high supply voltages with high operating frequencies, requiring C4 to be placed as close as possible to pin 4.

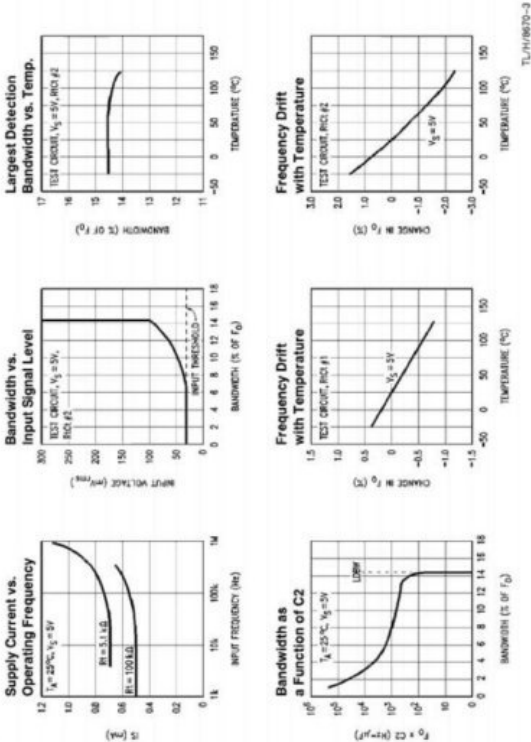
RIC1	R1	C1
#1	100k	300 pF
#2	10k	300 pF
#3	5.1k	62 pF

Test Circuit



TLH/8070-3

Typical Performance Characteristics



TLH/8070-3

ANNEXE 3

NTC SMD Thermistors

With Nickel Barrier Termination NB 12 - NB 20

AVX

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 metalization 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
DIMENSIONS: millimeters (inches)		
Terminations	Nickel Barrier	
Marking	On packaging only	
Climatic category	40/125/56	
Operating temperature	-55°C to +150°C	
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	7s

Resistance - Temperature characteristics: pages 36 to 40.

NB 20 IEC SIZE : 1206				
Types	Rn at 25°C (Ω)	Material Code	B ($\Delta B/B$ (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			