Concours National Commun (CNC), Maroc

Session 2020, filière TSI

Technologies et sciences industrielles : génie électrique

Durée : 2 heures

Ce que traite le sujet

- Exercice préliminaire
- Partie A : balise de télécontrôle
- Partie B : mesure de la température de la batterie
- Partie C : adaptation de l'énergie
- Partie D : asservissement du panneau photovoltaïque

Sujet reproduit sans retouche à partir de la page suivante.

Résumé des parties, chapitres de cours liés et autres années :
prepahelp.com/annales/cnc/tsi/2020/genie-electrique

Prepa Help ne revendique aucun droit sur le sujet, propriété de l'organisateur du concours.

CNC 2020 ***Filière TSI***

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 :

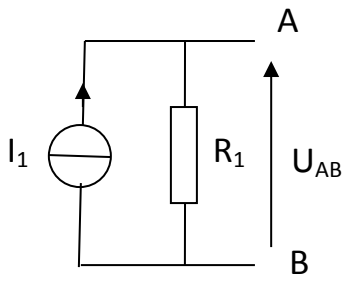


Figure 1

Q1. Calculer la tension U_{AB} si I_1=15mA et R_1=1KΩ.

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 :

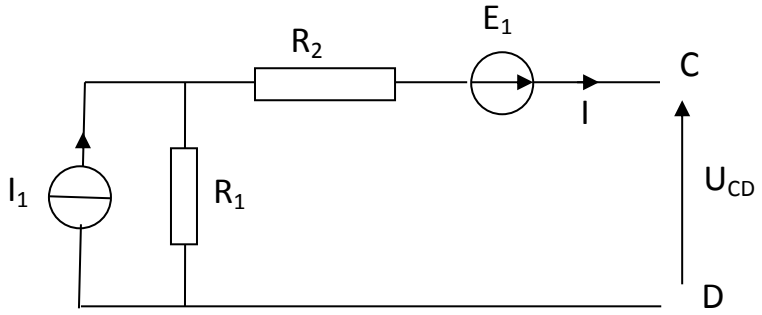


Figure 2

Q3. Calculer la tension U_{CD} si I_1=15mA, R_1=1KΩ, E_1=5V et R_2= 2KΩ (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 Rc=1KΩ, le circuit équivalant devient celui de la figure 3.

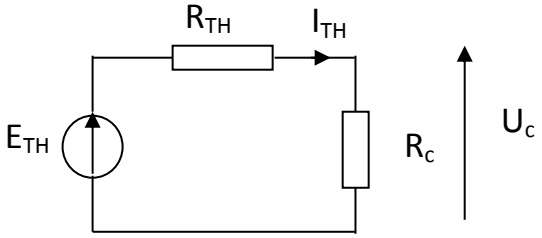


Figure 3

Q5. Calculer le courant I_{TH} si E_{TH} =20V, R_{TH}= 3KΩ et Rc=1KΩ.

Q6. Calculer la tension Uc aux bornes de la résistance Rc.

Q7. En déduire la puissance dissipée dans la résistance Rc.

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.

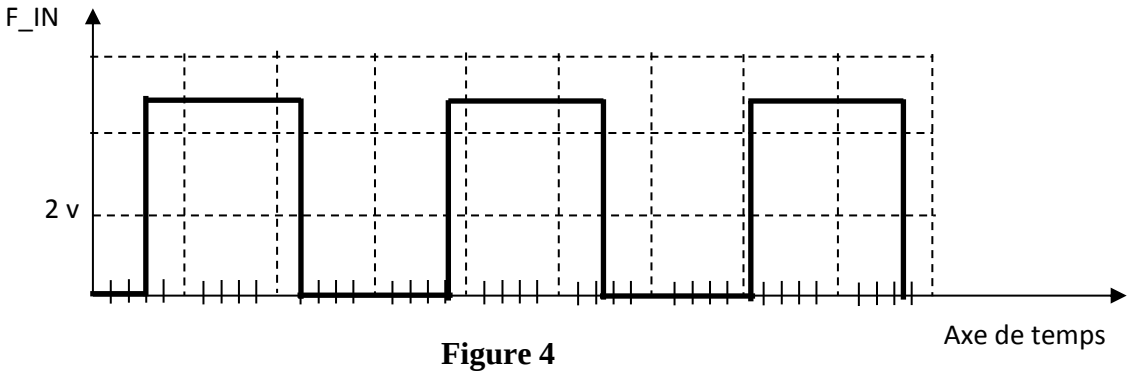


Figure 4

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}=100KΩ, R_{26}=470KΩ, C_{24}=100nF et R_3=40KΩ.

Le schéma équivalent est donné à la figure 5.

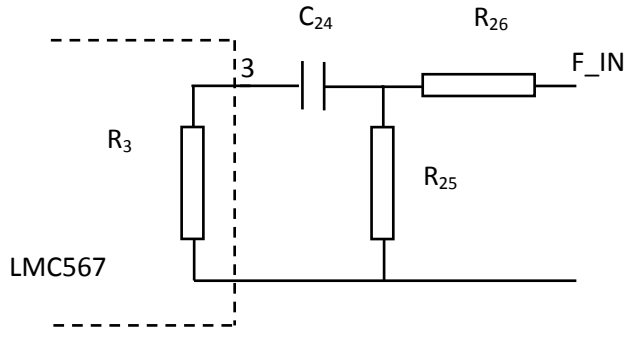


Figure 5

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 :

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

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 Ω à la température T_0=25°C.

Q13. Quelle est l'étendu 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 Ω.

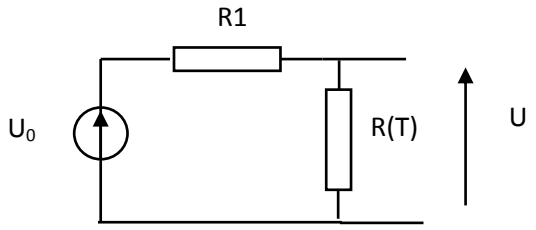


Figure 6

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 v et R_1=1900 Ω.

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

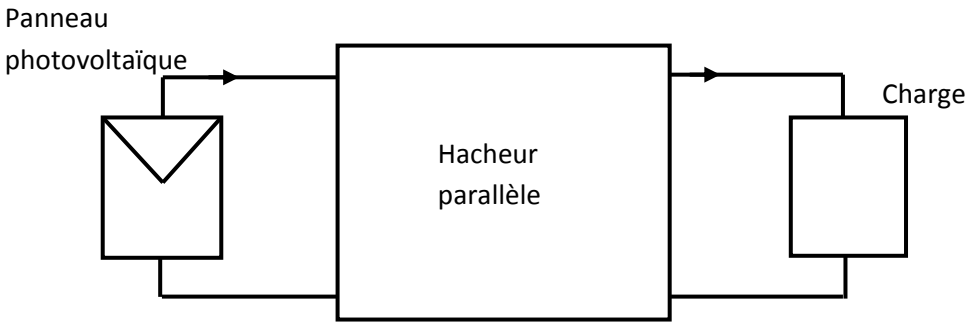
Q20. Déterminer l'équation de la droite liant le premier point et le dernier point de la courbe précédente.

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.

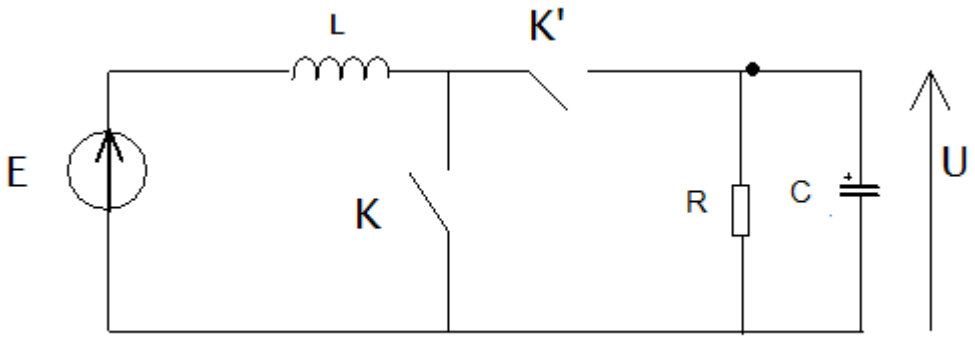


Figure 7

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** :

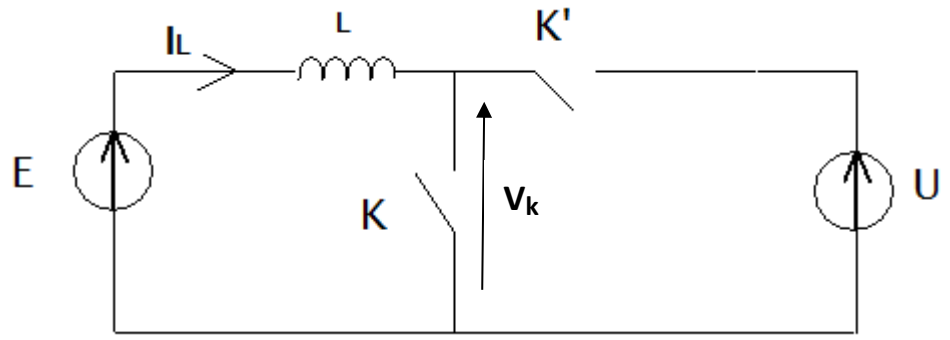


Figure 8

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_{Kmoy} en fonction de U puits 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'entrainement 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 :

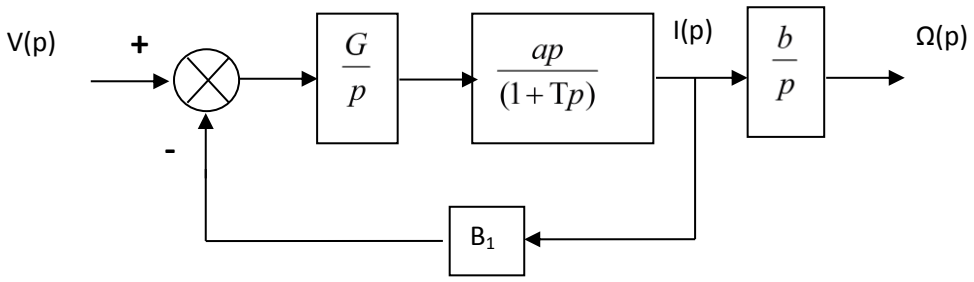


Figure 9

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 $\frac{K}{(1+Tm.p)}$ et calculer K et Tm 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).

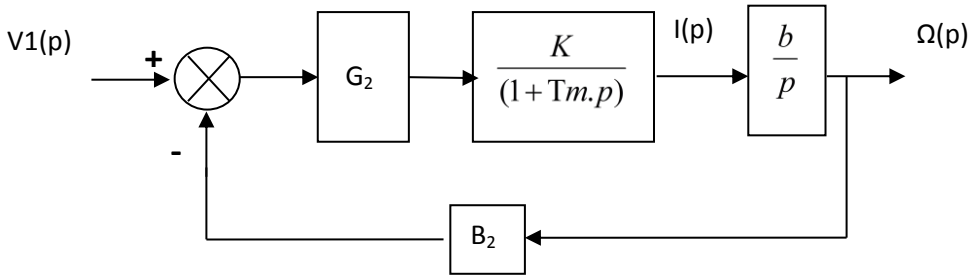


Figure 10

On donne b=25, B_2=0.1, K=0.4 et Tm=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 $\frac{\Omega(p)}{V1(p)}$, 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.

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

Réécrire la fonction de transfert $\frac{\Omega(p)}{V1(p)}$ 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.

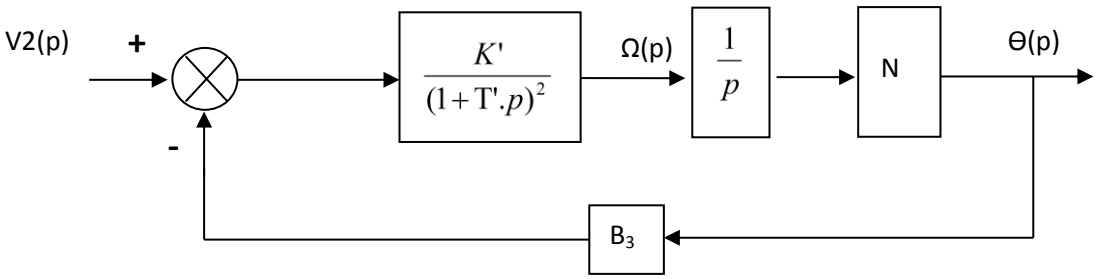


Figure 11

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

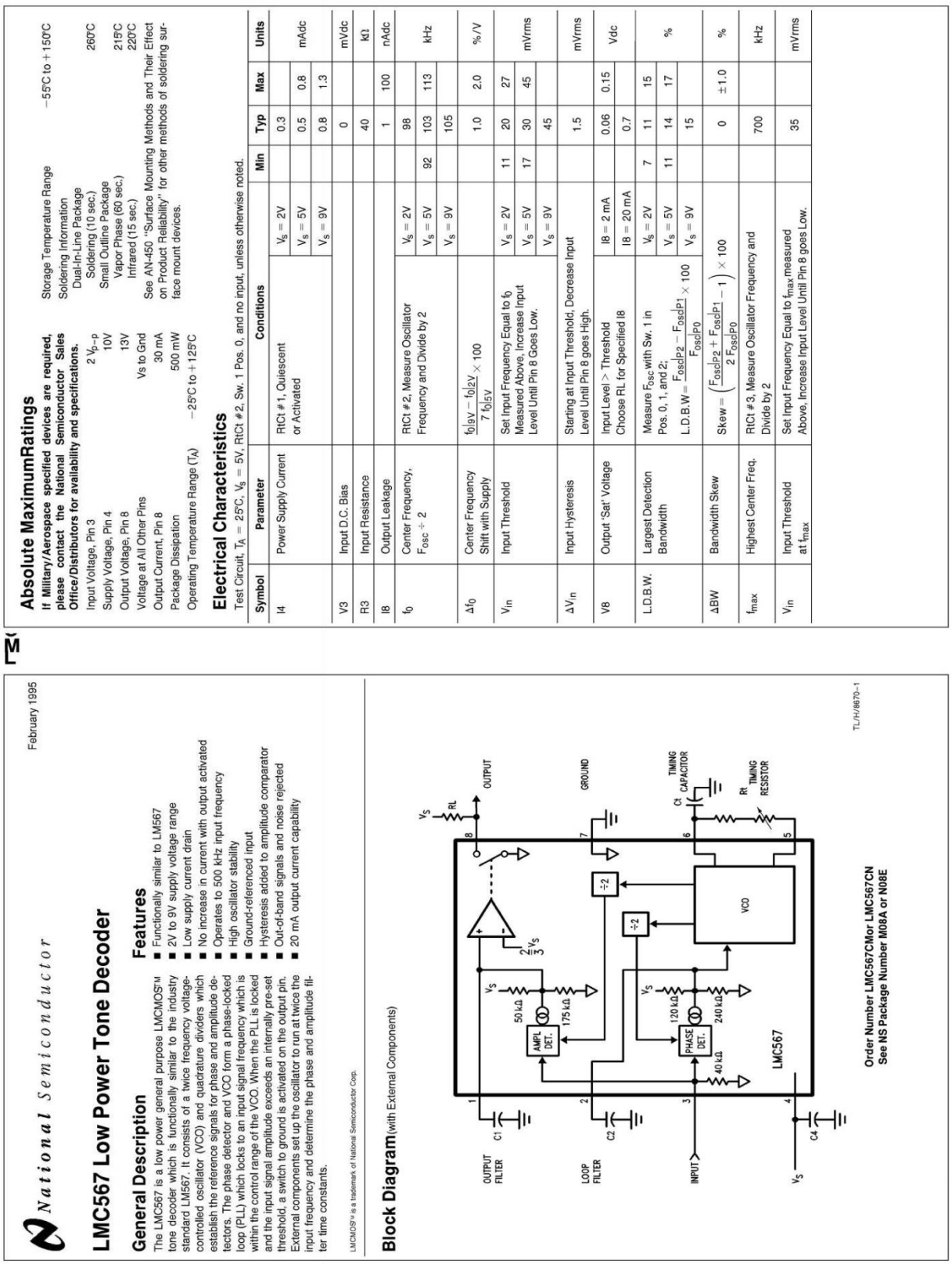
Q34. Donner l'expression de la fonction de transfert en boucle ouverte.

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 ω_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



National Semiconductor

February 1995

LMC567 Low Power Tone Decoder

General Description

The LMC567 is a low power general purpose LMCMOS™ 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.

LMCMOS™ is a trademark of National Semiconductor Corp.

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)

TL/H/8670–1

Order Number LMC567CMor LMC567CN
See NS Package Number M08A or N08E

© 1995 National Semiconductor Corporation TL/H/8670 RRD-B30M115/Printed in U. S. A.

Absolute MaximumRatings

If Military/Aerospace specified devices are required, please contact the National Semiconductor Sales Office/Distributors for availability and specifications.

Input Voltage, Pin 3	$2\ V_{p-p}$
Supply Voltage, Pin 4	10V
Output Voltage, Pin 8	13V
Voltage at All Other Pins	Vs to Gnd
Output Current, Pin 8	30 mA
Package Dissipation	500 mW
Operating Temperature Range (T_A)	−25°C to +125°C
Storage Temperature Range	−55°C to +150°C
Soldering Information	
Dual-In-Line Package	
Soldering (10 sec.)	260°C
Small Outline Package	
Vapor Phase (60 sec.)	215°C
Infrared (15 sec.)	220°C

See AN-450 "Surface Mounting Methods and Their Effect on Product Reliability" for other methods of soldering surface mount devices.

Electrical Characteristics

Test Circuit, $T_A = 25°C$, $V_s = 5V$, RtCt #2, Sw. 1 Pos. 0, and no input, unless otherwise noted.

Symbol	Parameter	Conditions		Min	Typ	Max	Units
I4	Power Supply Current	RtCt #1, Quiescent or Activated	$V_s = 2V$		0.3		mAdc
			$V_s = 5V$		0.5	0.8	
			$V_s = 9V$		0.8	1.3	
V3	Input D.C. Bias				0		mVdc
R3	Input Resistance				40		kΩ
I8	Output Leakage				1	100	nAdc
f_0	Center Frequency, $F_{osc} \div 2$	RtCt #2, Measure Oscillator Frequency and Divide by 2	$V_s = 2V$		98		kHz
			$V_s = 5V$	92	103	113	
			$V_s = 9V$		105		
Δf_0	Center Frequency Shift with Supply	$\frac{f_0\|_{9V} - f_0\|_{2V}}{7\ f_0\|_{5V}} \times 100$			1.0	2.0	%/V
V_{in}	Input Threshold	Set Input Frequency Equal to f_0 Measured Above, Increase Input Level Until Pin 8 Goes Low.	$V_s = 2V$	11	20	27	mVrms
			$V_s = 5V$	17	30	45	
			$V_s = 9V$		45		
ΔV_{in}	Input Hysteresis	Starting at Input Threshold, Decrease Input Level Until Pin 8 goes High.			1.5		mVrms
V8	Output 'Sat' Voltage	Input Level > Threshold Choose RL for Specified I8	I8 = 2 mA		0.06	0.15	Vdc
			I8 = 20 mA		0.7		
L.D.B.W.	Largest Detection Bandwidth	Measure F_{osc} with Sw. 1 in Pos. 0, 1, and 2; $\text{L.D.B.W.} = \frac{F_{oscP2} - F_{oscP1}}{F_{oscP0}} \times 100$	$V_s = 2V$	7	11	15	%
			$V_s = 5V$	11	14	17	
			$V_s = 9V$		15		
ΔBW	Bandwidth Skew	$\text{Skew} = \left(\frac{F_{oscP2} + F_{oscP1}}{2\ F_{oscP0}} - 1\right) \times 100$			0	±1.0	%
f_{max}	Highest Center Freq.	RtCt #3, Measure Oscillator Frequency and Divide by 2			700		kHz
V_{in}	Input Threshold at f_{max}	Set Input Frequency Equal to f_{max} measured Above, Increase Input Level Until Pin 8 goes Low.			35		mVrms

2

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 LM567 applications with the following provisions:

1. Oscillator timing capacitor Ct 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 Rt and timing capacitor Ct connected to pins 5 and 6 of the IC. The center frequency as a function of Rt and Ct is given by:

$$F_{osc} \cong \frac{1}{1.4\,Rt\,Ct}\ Hz$$

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

$$F_{input} \cong \frac{1}{2.8\,Rt\,Ct}\ Hz$$

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

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

$$I_S \text{ due to } Rt = V_S/(4Rt)$$

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

To allow for I.C. and component value tolerances, the oscillator timing components will require a trim. This is generally accomplished by using a variable resistor as part of Rt, although Ct 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 Rt and Ct.

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.

INPUT PIN

The input pin 3 is internally ground-referenced with a nominal 40 kΩ resistor. Signals which are already centered on 0V may be directly coupled to pin 3; however, any d.c. potential must be isolated via a coupling capacitor. Inputs of multiple LMC567 devices can be paralleled without individual d.c. isolation.

LOOP FILTER

Pin 2 is the combined output of the phase detector and control input of the VCO for the phase-locked loop (PLL). Capacitor C2 in conjunction with the nominal 80 kΩ pin 2 internal resistance forms the loop filter.

For small values of C2, the PLL will have a fast acquisition time and the pull-in range will be set by the built in VCO frequency stops, which also determine the largest detection bandwidth (LDBW). Increasing C2 results in improved noise immunity at the expense of acquisition time, and the pull-in range will begin to become narrower than the LDBW (see Bandwidth as a Function of C2 curve). However, the maximum hold-in range will always equal the LDBW.

OUTPUT FILTER

Pin 1 is the output of a negative-going amplitude detector which has a nominal 0 signal output of 7/9 V_S. When the PLL is locked to the input, an increase in signal level causes the detector output to move negative. When pin 1 reaches 2/3 V_S the output is activated (see OUTPUT PIN).

Capacitor C1 in conjunction with the nominal 40 kΩ pin 1 internal resistance forms the output filter. The size of C1 is a tradeoff between slew rate and carrier ripple at the output comparator. Low values of C1 produce the least delay between the input and output for tone burst applications, while larger values of C1 improve noise immunity.

Pin 1 also provides a means for shifting the input threshold higher or lower by connecting an external resistor to supply or ground. However, reducing the threshold using this technique increases sensitivity to pin 1 carrier ripple and also results in more part to part threshold variation.

OUTPUT PIN

The output at pin 8 is an N-channel FET switch to ground which is activated when the PLL is locked and the input tone is of sufficient amplitude to cause pin 1 to fall below 2/3 V_S. Apart from the obvious current component due to the external pin 8 load resistor, no additional supply current is required to activate the switch. The on resistance of the switch is inversely proportional to supply; thus the 'sat' voltage for a given output current will increase at lower supplies.

Test Circuit

RtCt	Rt	Ct
#1	100k	300 pF
#2	10k	300 pF
#3	5.1k	62 pF

TL/H/8670–2

Typical Performance Characteristics

TL/H/8670–3

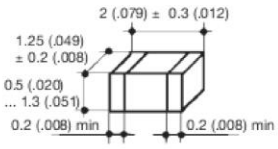
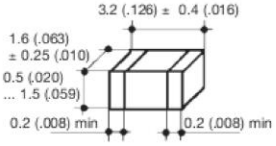
ANNEXE 3

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
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 NB 20 MC 0 102	220 1,000	MC MC	3910 ± 3% 3910 ± 3%	– 4.4 – 4.4
NB 20 J 0 0472 NB 20 J 0 0562 NB 20 J 0 0682	4,700 5,600 6,800	J	3480 ± 3%	– 3.9
NB 20 J 5 0822	8,200	J5	3480 ± 3%	– 3.9
NB 20 K 0 0103 NB 20 K 0 0123	10,000 12,000	K	3630 ± 3%	– 4.0
NB 20 L 0 0153 NB 20 L 0 0183 NB 20 L 0 0223	15,000 18,000 22,000	L	3790 ± 3%	– 4.2
NB 20 M 0 0273 NB 20 M 0 0333 NB 20 M 0 0393 NB 20 M 0 0473	27,000 33,000 39,000 47,000	M	3950 ± 3%	– 4.4

Travailler les chapitres de ce sujet

Prepa Help suit le programme de TSI chapitre par chapitre : cours détaillé, méthodes, pièges, exercices et problèmes corrigés pas à pas, tirés des concours. L'essai gratuit donne accès aux chapitres offerts de ta filière, sans carte bancaire.

Chapitres liés à ce sujet

- Alimentation en énergie et stockage de l'énergie
- Performances d'un système asservi
- Correction d'un système asservi et correcteur numérique

Ouvrir l'essai gratuit

Scanne le code ou clique sur le bouton.

prepahelp.com/#essai

Une question sur le concours ou sur ta filière : **écrire sur WhatsApp**

Les autres années et épreuves : prepahelp.com/annales/cnc/tsi