

REPUBLIQUE DU CAMEROUN
PAIX - TRAVAIL - PATRIE
MINISTRE DE L'ENSEIGNEMENT
SUPERIEUR
UNIVERSITE DE DOUALA
ECOLE NORMALE SUPERIEURE
D'ENSEIGNEMENT TECHNIQUE
(ENSET)

Année académique 2014/2015
Département de Génie Informatique
Spécialité : G2II (II)
Durée: 4H
Coefficient : 03

Concours d'entrée en 3^{ème} année du premier cycle

Session des 3 et 4 octobre 2014

EPREUVE DE SPECIALITE

PROBLEME

Les amplificateurs opérationnels sont tous considérés comme idéaux.

I. Mesure de température et chaîne de transmission optique

On étudie ici le procédé de mesure de la température dans un puits de forage pétrolier, ainsi que sa transmission au poste de contrôle. En raison de l'atmosphère explosive qui règne dans ce milieu, une transmission par voie optique est préconisée.

La figure 1 illustre le principe de la chaîne de mesure :

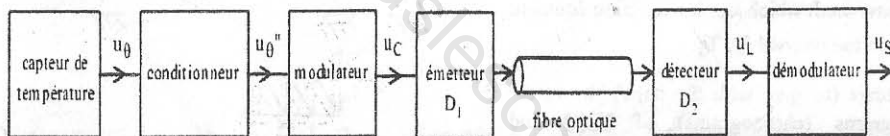


Figure 1 : Principe de la chaîne de mesure

A. ETUDE DU CAPTEUR ET DU CONDITIONNEUR.

Le capteur est un ruban de platine dont la résistance R_θ varie avec la température θ selon la loi : $R_\theta = R_0(1 + a\theta)$

avec R_0 la résistance à 0 °C : $R_0 = 100 \, \Omega$ et a le coefficient de température :

$$a = 3,85 \times 10^{-3} \, ^\circ\text{C}^{-1}$$

Ce capteur est inséré dans le circuit conditionneur de la Figure 2. On donne $I = 10,0 \, \text{mA}$.

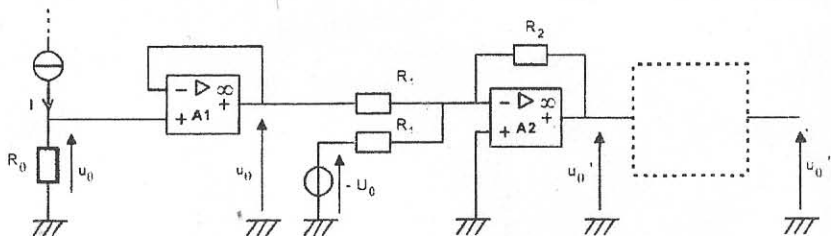


Figure 2 : Circuit conditionneur

- 1)
 - Montrer que la tension u_θ recueillie aux bornes de la résistance R_θ s'écrit sous la forme : $u_\theta = U_0(1 + a\theta)$
 - Exprimer U_0 en fonction de I et R_0 . Calculer U_0 .
- 2) Quelle est l'intérêt du montage de l'amplificateur opérationnel A1?
- 3) Dans le montage construit autour de A2, la tension U_0 est la même que celle qui a été définie à la question 1. Montrer que la tension $u_{\theta'}$ s'écrit sous la forme : $u_{\theta'} = -b\theta$
- Exprimer b en fonction de a, U_0, R_1 et R_2 .
- 4) On souhaite inverser la tension $u_{\theta'}$ pour obtenir la tension $u_{\theta''}$ qui s'écrit : $u_{\theta''} = b\theta$. Représenter un montage à amplificateur opérationnel assurant cette fonction et qui complète le conditionneur.

B. ETUDE DU MODULATEUR

On admet maintenant que $u_{\theta''} = b\theta$ avec $b = 3,85 \times 10^{-2} \text{ V.}^\circ\text{C}^{-1}$

Le principe du modulateur est illustré Figure 3. L'amplificateur opérationnel est alimenté entre V_{cc1} et la masse. L'entrée inverseuse reçoit une tension en dents de scie qui a pour équation $V_-(t) = \frac{V_{cc1}}{T} t$ dans l'intervalle $[0, T]$

- 1) L'annexe (à remettre avec la copie) donne les chronogrammes de $V_-(t)$ et $u_{\theta''}(t)$ pour deux valeurs de $u_{\theta''}(t)$. Représenter le chronogramme de la tension de sortie du comparateur $U_c(t)$ dans les deux cas considérés.

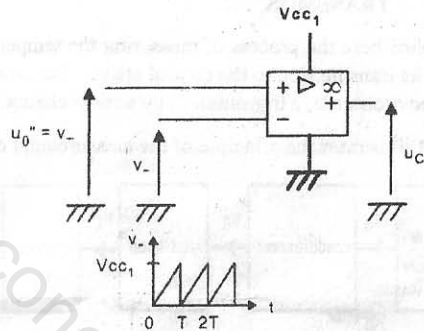


Figure 3 : Principe du modulateur

- 2) - En vous plaçant dans l'intervalle $[0, T]$, déterminer la largeur Δt de l'impulsion $U_c(t)$ (durée pendant laquelle $U_c(t) = V_{cc1}$) en fonction de $u_{\theta''}, T$ et V_{cc1} .
- Pour assurer le bon fonctionnement du montage, il faut : $\Delta t < T$. Sachant que la température maximale est de 120°C , calculer la valeur minimale que doit prendre V_{cc1} .
- Montrer que Δt s'écrit sous la forme $\Delta t = k\theta$ et exprimer k en fonction de T, b et V_{cc1} .

C. ETUDE DE LA TRANSMISSION OPTIQUE

Le support de la transmission est une fibre optique, l'émetteur une diode électroluminescente D_1 et le détecteur une photodiode D_2 , comme l'illustre la Figure 6.

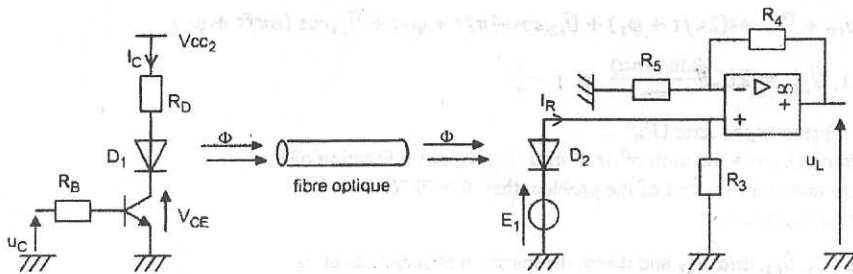


Figure 6 : Chaîne de transmission

Le transistor fonctionne en commutation et $V_{CEsat} = 0V$. On donne $V_{CC2} = 15V$.

La tension de seuil de la diode D_1 est de $2V$.

On négligera l'atténuation que subit l'intensité lumineuse dans la fibre optique : le flux lumineux sortant est égal au flux lumineux entrant Φ .

Etant donné la forme du signal $u_c(t)$, la transmission optique est du type "tout ou rien", c'est-à-dire que Φ prend deux valeurs : 0 ou Φ_m .

E_1 a une valeur qui assure la polarisation inverse de la photodiode D_2 . Lorsque $\Phi = \Phi_m$, le courant inverse I_R de la photodiode vaut $I_{Rm} = 80 \mu A$. On néglige I_R lorsque $\Phi = 0$.

- 1) Citez les avantages d'une transmission par voie optique.
- 2) On souhaite limiter le courant dans D_1 à $10 mA$, lorsque le transistor est saturé. Calculer la valeur qu'il faut donner à R_D pour assurer cette condition.
- 3) - Exprimer u_L en fonction de I_R , R_3 , R_4 et R_5 .
- On donne $R_3 = 10 k\Omega$, calculer la valeur qu'il faut donner au rapport R_4/R_5 pour que $u_L = 5,0 V$ lorsque $I_R = I_{Rm}$.

D. Etude du démodulateur

Le chronogramme du signal u_L est représenté Figure 5. On admettra que la largeur Δt des impulsions est proportionnelle à la température mesurée θ : $\Delta t = k\theta$ avec $k = 7,7 \times 10^{-3} s \cdot ^\circ C^{-1}$.

On note le rapport cyclique $\alpha = \frac{\Delta t}{T}$ et on donne $T = 10 ms$, $U_m = 5,0 V$.

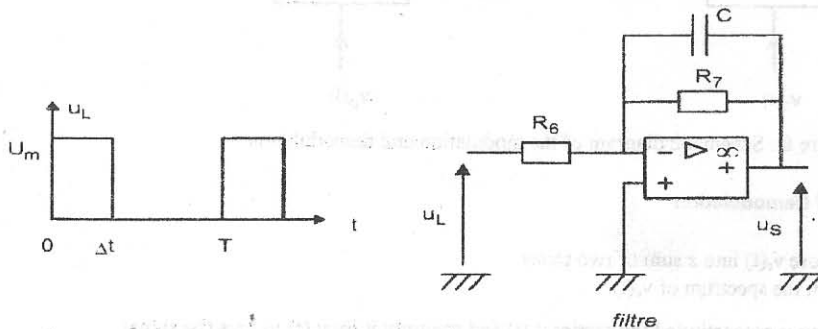


Figure 7 : Schéma du démodulateur optique

Cette tension périodique admet une décomposition en série de Fourier, on se limitera aux quatre premiers termes:

$$u_L(t) = u_{L0} + \hat{U}_{L1} \cos(2\pi f t + \varphi_1) + \hat{U}_{L2} \cos(4\pi f t + \varphi_2) + \hat{U}_{L3} \cos(6\pi f t + \varphi_3)$$

avec pour $n \geq 1$, $\hat{U}_{Ln} = 2U_m \frac{\sin(\frac{\pi n \alpha}{\pi n})}{\pi n}$ et $f = \frac{1}{T}$

- 1) - Que représente le terme U_{L0} ?
 - Déterminer U_{L0} en fonction de Δt , T et U_m , puis en fonction de θ .
 On prend maintenant et jusqu'à la fin du problème, $\theta = 70^\circ \text{C}$.
 - Calculer U_{L0} et α .

2) Calculer $\hat{U}_{L1}$, $\hat{U}_{L2}$, et $\hat{U}_{L3}$ et esquisser le spectre en amplitude de u_L

- 3) - Déterminer la transmittance du filtre $T(j\omega) = \frac{U_s}{U_L}$ et la mettre sous la forme

$$T(j\omega) = \frac{T_0}{1 + j \frac{\omega}{\omega_c}}$$

De quel type de filtre s'agit-il ? Donner l'expression de sa fréquence de coupure f_c en fonction de C et R .

- Donner l'allure du diagramme de Bode asymptotique du gain $G = 20 \log|T|$

- 4) Quelle doit être la condition sur f_c pour que U_s soit une tension continue?

II. Démodulation d'amplitude cohérente

Une modulation d'amplitude a été obtenue par multiplication de la porteuse $V_p(t) = \cos(2\pi f_p t)$, $f_p = 1,0 \text{ kHz}$

avec le signal modulant $V_m(t) = \hat{V}_M \cos(2\pi f_m t)$, $f_m = 200 \text{ Hz}$.

Le signal modulé a donc pour expression $V_e(t) = \hat{V}_M \cos(2\pi f_p t) \cos(2\pi f_m t)$ avec $\hat{V}_M = 5,0 \text{ V}$

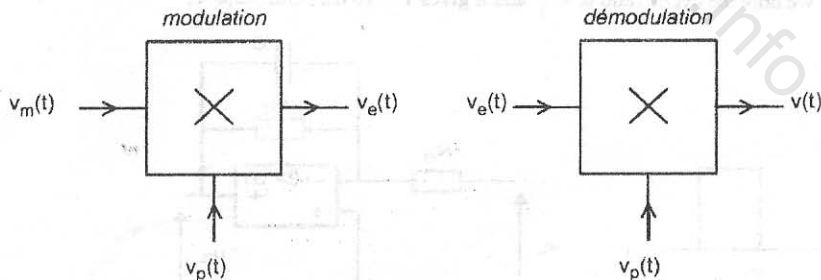


Figure 8 : Schéma de principe de la modulation et de la démodulation

A. Principe de la démodulation

- 1) - Décomposer $v_e(t)$ en une somme de deux termes.
 - Représenter le spectre de $v_e(t)$.

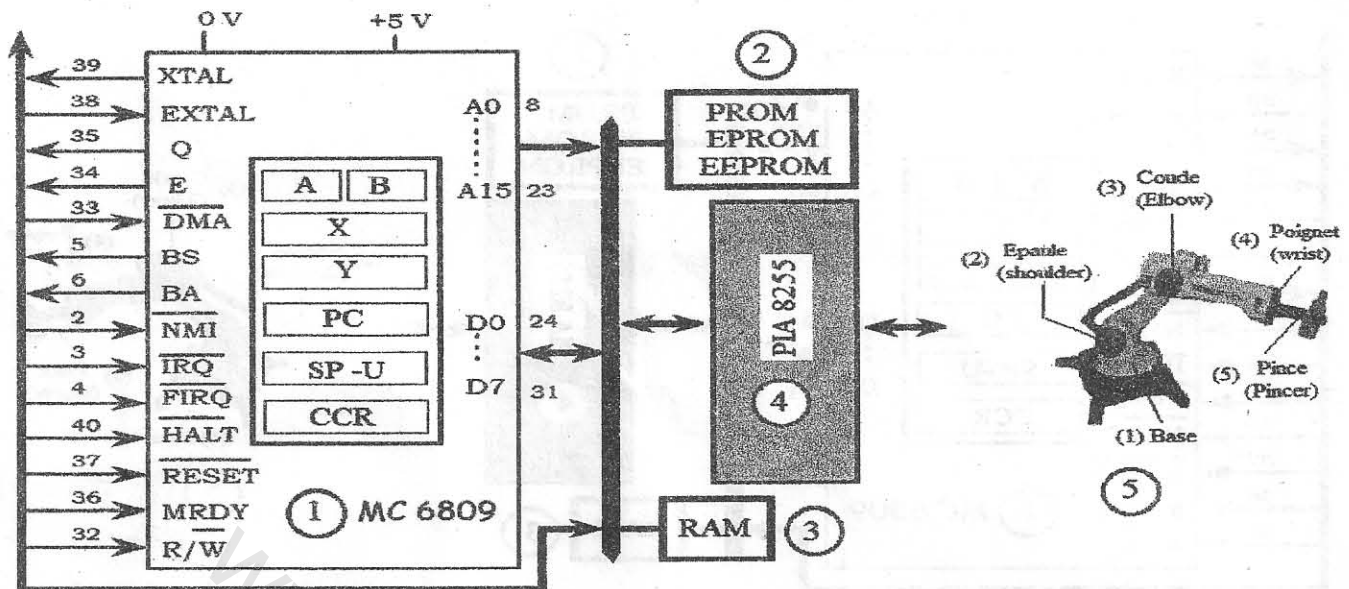


Figure 1

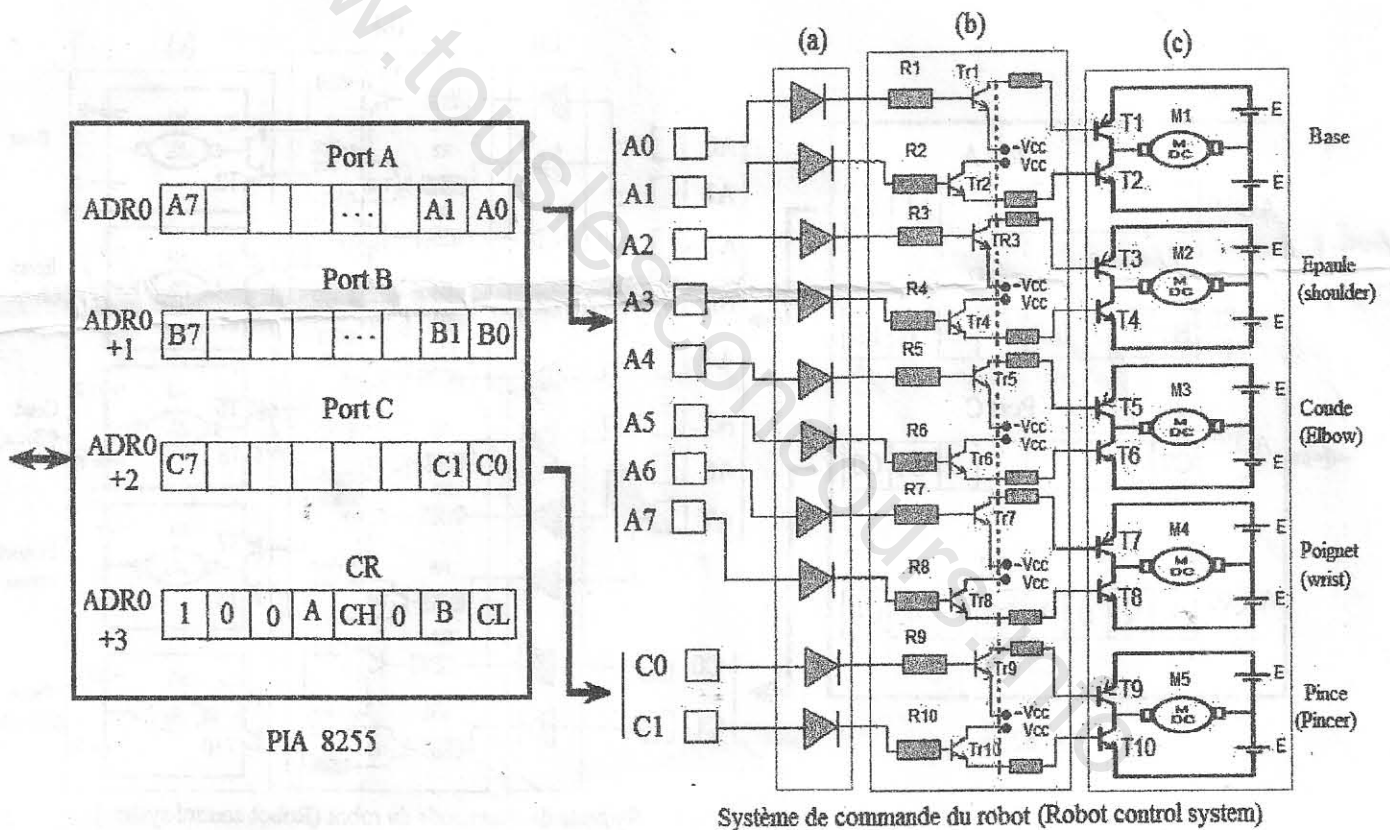


Figure 2

MC 6809 (Instructions)	Rôle (Role)
ANDA	ET logique de A avec donnée indiquée (Logical AND of A with specified data)
CLR	Mise à zéro de l'emplacement indiquée (Reset specified location)
JSR	Branchement au sous-programme dont le nom (ou adresse initiale) est spécifié
LDA	Charger A par une donnée (Load A with specified Data)
ORA	OU logique de A avec donnée indiquée (Logical OR of A with specified data)
STA	Stocker A dans un emplacement spécifié (store A in specified location)

Figure 3

REPUBLIC OF CAMEROON
PEACE - WORK - FATHERLAND
MINISTRY OF HIGHER EDUCATION
UNIVERSITY OF DOUALA
ADVANCED TEACHERS' TRAINING
COLLEGE FOR TECHNICAL EDUCATION

Academic year 2014/2015
Computer Engineering Department
Speciality : G2II (II)
Time: 4H
Coefficient : 03

Entrance Examination in 3rd year of the first cycle

Session of 3 and 4 October 2014

SPECIALITY SUBJECT

PROBLEM

The operational amplifiers are all regarded as ideals.

I. MEASUREMENT OF TEMPERATURE AND CHAIN OF OPTICAL TRANSMISSION

We studied here the process of measuring the temperature in a wells of petroleum drilling, as well as its transmission to the control station. Because of the explosive atmosphere that reigns in this environment, a transmission by optical channel is recommended.

Figure 1 illustrates the principle of the measurement opened loop:

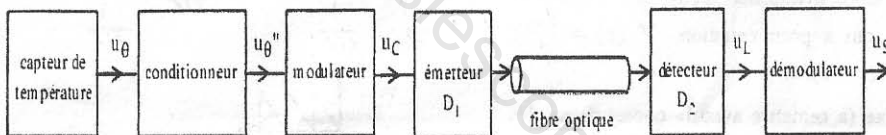


Figure 1 : The principle of the measurement

A. Study of the Sensor and the Conditioner.

The sensor is a ribbon of platinum whose resistance R_θ varies with the temperature θ according to the law: $R_\theta = R_0(1 + a\theta)$

with R_0 the resistance to 0°C : $R_0 = 100\ \Omega$ and a the temperature coefficient:

$$a = 3,85 \times 10^{-3}\ ^\circ\text{C}^{-1}.$$

This sensor is inserted in the conditioner circuit of Figure 2. Let $I = 10.0\ \text{mA}$.

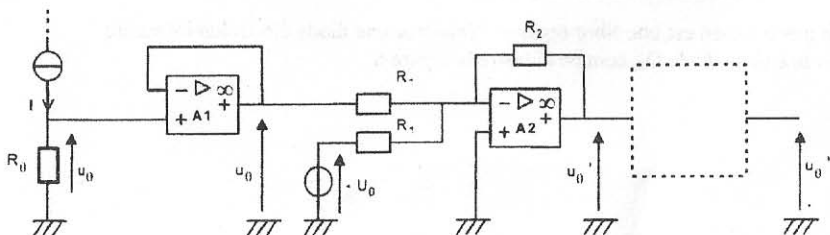


Figure 2 : Conditioner circuit

- 1)
 - Show that the voltage u_θ collected at the terminals of the resistance R_θ is written in the form: $u_\theta = U_0(1 + a\theta)$
 - Express U_0 as a function of I and R_0 . Calculate U_0 .
- 2) What is the interest of the mounting of the operational amplifier A1?
- 3) In the mount built around A2, the voltage U_0 is the same as that which has been defined in question 1. Show that the voltage u_θ' is written in the form: $u_\theta' = -b\theta$. Express b as a function of a , U_0 , R_1 and R_2 .
- 4) One wishes to reverse the voltage u_θ' to obtain the voltage u_θ'' which is written: $u_\theta'' = b\theta$. Represent a circuit with operational amplifier providing this function and that complete the conditioner.

B. Study of the Modulator

It is now accepted that $u_\theta'' = b\theta$ with $b = 3,85 \times 10^{-2} \text{ V} \cdot ^\circ\text{C}^{-1}$

The principle of the modulator is shown in Figure 3. The operational amplifier is powered between V_{cc1} and the ground. The noninverting input receives a voltage with saw teeth which has for equation $V_-(t) = \frac{V_{cc1}}{T}t$ in the interval $[0, T]$

- 1) The annex (to give with the copy) shows the timing diagrams (chronograms) of $V_-(t)$ and $u_\theta''(t)$ for two values of $u_\theta''(t)$. Represent the timing of the output voltage of the comparator $U_c(t)$ in the two cases considered.

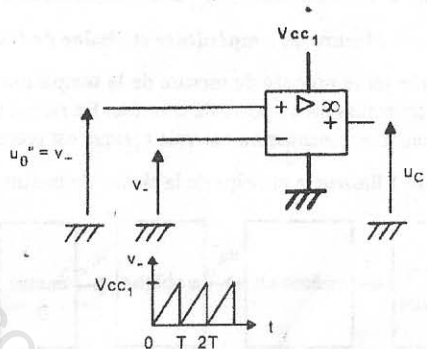


Figure 3 : Principle of the modulator

- 2) - In the interval $(0, T)$, determine the width Δt of the pulse $U_c(t)$ (period during which $U_c(t) = V_{cc1}$) as a function of u_θ'' , T and V_{cc1} .
 - To ensure the good functioning of the total circuit, it must be: $\Delta t < T$. Knowing that the maximum temperature is 120°C , calculate the minimum value that must take V_{cc1} .
 - Show that Δt is written in the form $\Delta t = k\theta$ and express k as a function of T , b and V_{cc1} .

C. Study of Optical Transmission

The support of the transmission is an optical fiber, the transmitter is a light emitting diode D_1 and the detector is a photodiode D_2 , as shown in the Figure 6.

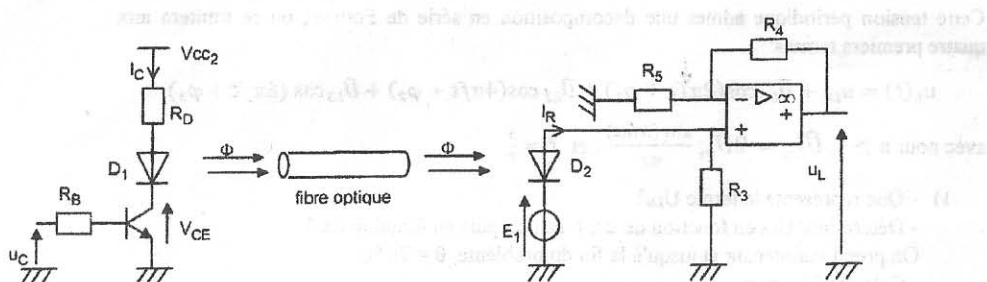


Figure 6 : Chain of optical transmission

The transistor operates in switching and $V_{CEsat} = 0V$. Given $V_{CC2} = 15V$. The threshold voltage of the diode D_1 is $2V$. The attenuation that affects light intensity in the optical fiber is neglected: the entry luminous flux is equal to the luminous flux returning Φ . Given the shape of the signal $u_c(t)$, the optical transmission is of the type "all or nothing", that is to say that Φ takes two values: 0 ou Φ_m .

E_1 has a value that provides the reverse bias of the photodiode photodiode D_2 . When $\Phi = \Phi_m$, the reverse current I_R of the photodiode is $I_{Rm} = 80 \mu A$. I_R is neglected when $\Phi = 0$.

- 1) What are the benefits of a transmission by optical channel.
- 2) You want to limit the current in D_1 to $10 mA$, when the transistor is saturated. Calculate the value that must be given to R_D to ensure this condition.
- 3) - Express u_L as a function of I_R , R_3 , R_4 and R_5 .
- Given $R_3 = 10 k\Omega$, calculate the value that must be given to the ratio R_4/R_5 so that $u_L = 5,0 V$ when $I_R = I_{Rm}$.

D. Study of the Demodulator

The timing diagram (chronogram) of the signal u_L is represented in Figure 5. One will admit that the width Δt of the pulse is proportional to the measured temperature θ : $\Delta t = k\theta$ with $k = 7.7 \times 10^{-5} s \cdot ^\circ C^{-1}$ we note the cyclic ratio $\alpha = \frac{\Delta t}{T}$ and it gives $T = 10 ms$, $U_m = 5,0 V$.

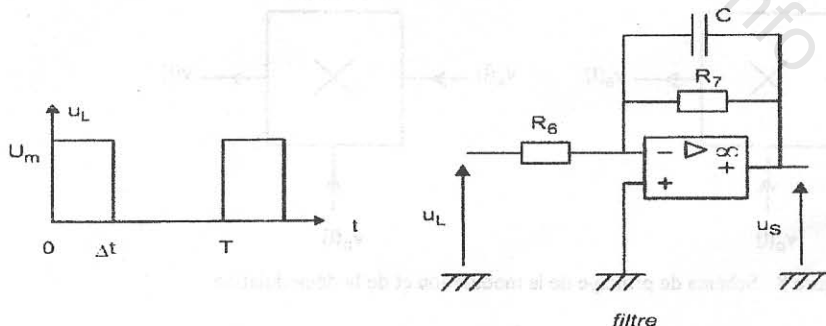


Figure 7 : Diagram of the optical Demodulator

This periodic voltage admits decomposition in Fourier series, we will limit to the first four terms:

$$u_L(t) = u_{L0} + \hat{U}_{L1} \cos(2\pi f t + \varphi_1) + \hat{U}_{L2} \cos(4\pi f t + \varphi_2) + \hat{U}_{L3} \cos(6\pi f t + \varphi_3)$$

with pour $n \geq 1$, $\hat{U}_{Ln} = 2U_m \frac{\sin(\pi n \alpha)}{\pi n}$ et $f = \frac{1}{T}$

- 1) - What represents the term U_{L0} ?
 - Determine U_{L0} as a function of Δt , T and U_m , then as a function of θ .
 One takes now until the end of the problem that $\theta = 70^\circ \text{C}$.
 - Calculate U_{L0} and α .

- 2) Calculate $\hat{U}_{L1}$, $\hat{U}_{L2}$, and $\hat{U}_{L3}$ and sketch the spectrum of amplitude of u_L

- 3) - Determine the transmittance of the filter $\underline{T}(j\omega) = \frac{U_s}{U_L}$ and put it in the form

$$\underline{T}(j\omega) = \frac{T_0}{1 + j \frac{\omega}{\omega_c}}$$

What type of filter is it? Give the expression of its cut-off frequency ω_c as a function of C and R_7 .

- Give the appearance of the asymptotic Bode diagram of gain $G = 20 \log|T|$

- 4) What is the condition on ω_c so that U_s is a direct voltage?

II. COHERENT DEMODULATION OF AMPLITUDE

An amplitude modulation was obtained by multiplication of the carrier $V_p(t) = \cos(2\pi f_p t)$, $f_p = 1,0 \text{ kHz}$

With the signal modulating $V_m(t) = \hat{V}_M \cos(2\pi f_m t)$, $f_m = 200 \text{ Hz}$.

The signal modulated has therefore the expression $V_e(t) = \hat{V}_M \cos(2\pi f_p t) \cos(2\pi f_m t)$ with $\hat{V}_M = 5,0 \text{ V}$

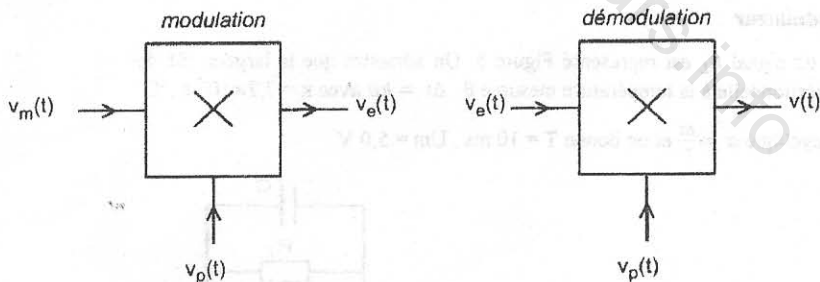


Figure 8 : Schematic diagram of the modulation and demodulation

A. Principle of Demodulation

- 1) - Decompose $v_e(t)$ into a sum of two terms.
 - Represent the spectrum of $v_e(t)$.
- 2) At the reception we reconstituted the carrier $v_p(t)$ and multiply it by $v_e(t)$ to give the signal $v(t)$.