

La résistance  $R_p$  désigne la résistance de mesure Pt100.

Q53 - Déterminer le courant  $I_{out}$  dans le cas où le courant  $I_{Q2}$  se réduit à celui de la source de courant  $I_3$ .

Q54 - Déterminer le courant  $I_{Q2}$  dans le cas général. En déduire le rôle et la valeur de la résistance  $R_z$ .

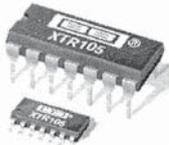
Q55 - Déterminer  $I_{out}$  dans le cas général en fonction de  $V_{in} = V_{+U1} - V_{+U2}$  puis déterminer  $R_g$ .

Q56 - Que dire de  $I_{in}$  par rapport à  $I_{out}$  si on néglige le courant dans  $R_7$  ?

En déduire le rôle de  $R_7$ .

En pratique, la structure présentée est disponible sous forme de circuit intégré avec quelques améliorations.

On donne un exemple de circuit ci-dessous :



## XTR105

### DESCRIPTION

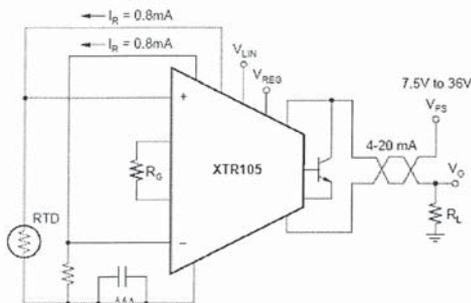
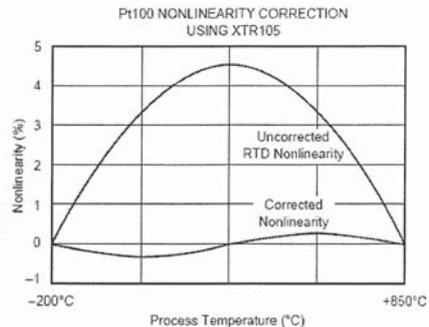
The XTR105 is a monolithic 4-20mA, two-wire current transmitter with two precision current sources. It provides complete current excitation for Platinum RTD temperature sensors and bridges, instrumentation amplifier, and current output circuitry on a single integrated circuit.

Versatile linearization circuitry provides a 2nd-order correction to the RTD, typically achieving a 40:1 improvement in linearity.

## 4-20mA CURRENT TRANSMITTER with Sensor Excitation and Linearization

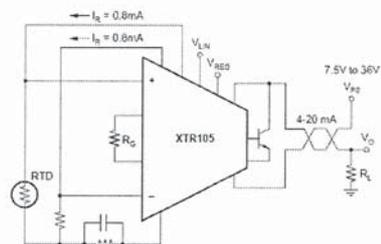
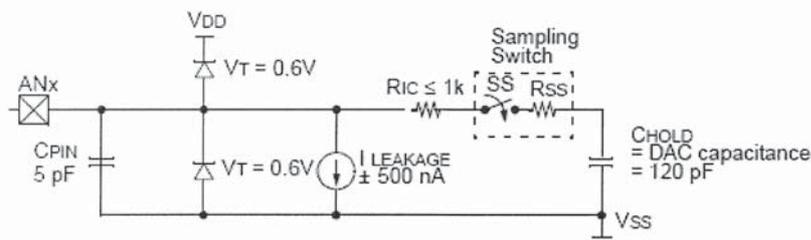
### FEATURES

- LOW UNADJUSTED ERROR
- TWO PRECISION CURRENT SOURCES 800 $\mu$ A EACH
- RTD OR BRIDGE EXCITATION
- LINEARIZATION
- TWO OR THREE-WIRE RTD OPERATION
- LOW OFFSET DRIFT: 0.4 $\mu$ V/ $^{\circ}$ C
- LOW OUTPUT CURRENT NOISE: 30nA-p-p
- HIGH PSR: 110dB min
- HIGH CMR: 86dB min
- WIDE SUPPLY RANGE: 7.5V TO 36V



Instrumentation amplifier gain can be configured for a wide range of temperature or pressure measurements. Total unadjusted error of the complete current transmitter is low enough to permit use without adjustment in many applications. This includes zero output current drift, span drift and nonlinearity. The XTR105 operates on loop power supply voltages down to 7.5V.

**Q57 - Sachant que l'entrée du microcontrôleur est constituée d'un échantillonneur bloqueur dont on donne un schéma équivalent :**



**Peut-on utiliser directement comme récepteur une résistance RL ?**

*On se propose pour notre boucle de mesure d'utiliser le récepteur ci-dessous :*



# LMP8270 High Common Mode, Gain of 20, Precision Voltage Difference Amplifier

## General Description

The LMP8270 is a fixed gain differential amplifier with a -2V to 16V input common mode voltage range and a supply voltage range of 4.75V to 5.5V. The LMP8270 is part of the LMP® precision amplifier family which will detect, amplify and filter small differential signals in the presence of high common mode voltages. The gain is fixed at 20 and is adequate to drive an ADC to full scale in most cases. This gain is achieved in two stages, a preamplifier with a fixed gain of 10 and a second stage amplifier with a fixed gain of 2. The internal signal path between these two stages is brought out on two pins, A1 and A2, which provide a connection for a filter network.

The LMP8270 will function over an extended common mode input voltage range making the device suitable for applications with load dump events such as automotive systems.

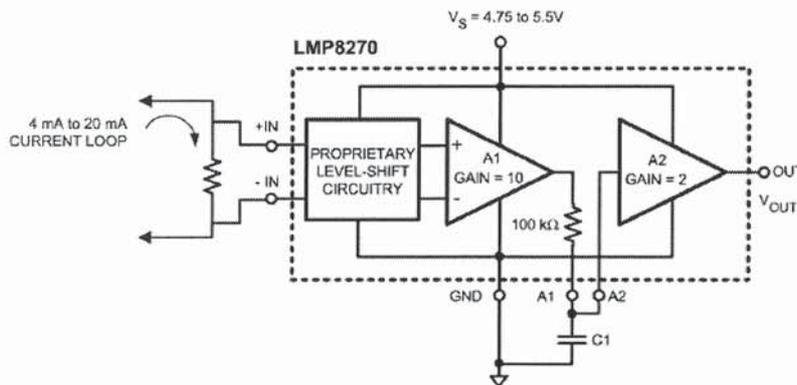
## Features

Typical Values,  $T_A = 25^\circ\text{C}$

■ Input offset voltage	±1 mV max
■ $TCV_{OS}$	±15 $\mu\text{V}/^\circ\text{C}$ max
■ CMRR	80 dB min
■ Output voltage swing	Rail-to-rail
■ Bandwidth	80 kHz
■ Operating temperature range (ambient)	-40°C to 125°C
■ Supply voltage	4.75V to 5.5V
■ Supply current	1 mA

## Applications

- Fuel injection control
- High and low side driver configuration current sensing
- Power management systems



Q58 - Déterminer, pour notre récepteur, la valeur à donner à la résistance de mesure du courant.

En déduire la plage d'excursion de  $V_{out}$ .

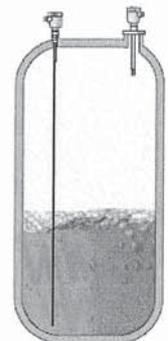
Q59 - Sachant qu'on utilise souvent des alimentations de 12V pour alimenter les boucles, quel est l'avantage important du LMP8270 qui est alimenté en 5V.

## Etude d'un détecteur de niveau de remplissage.

Sur les sites industriels concernés par notre système, on dispose de cuves de stockage contenant des hydrocarbures liquéfiés sous pression (produits hautement explosifs). La détection du niveau de remplissage de ces cuves est un élément important de la sécurité du site (entre autre).

Le dispositif que nous allons étudier dans la suite permet de détecter ces niveaux. Nous avons, de plus une contrainte importante sur la fiabilité du dispositif de détection.

Le module de mesure connecté au bus CAN ne peut être placé, pour des raisons de sécurité, à proximité des cuves. On utilise un capteur placé sur la cuve qui dialogue avec le module au moyen d'une boucle de courant 4-20mA. Toute mesure doit garantir le bon fonctionnement du capteur déporté et de la liaison.

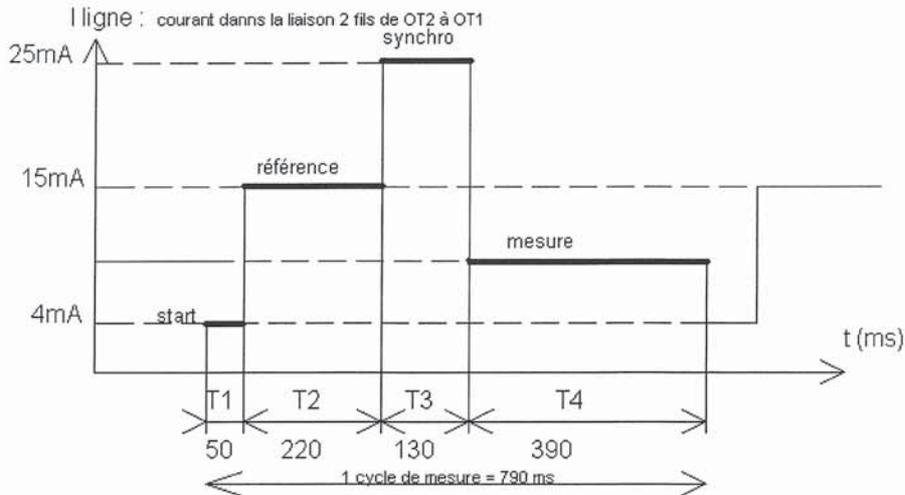


Dans la suite, on désignera par :

- Module : le module connecté au bus CAN ; ce dernier dispose toujours d'un microcontrôleur qui est chargé de gérer la mesure (en plus d'envoyer les données sur le bus CAN)
- Capteur : la partie du dispositif placé sur la cuve.

## La procédure de mesure.

La procédure de mesure est déclenchée périodiquement par le microcontrôleur selon un cycle de 790ms représenté sur la figure suivante :



**START** : durée T1=50ms : Le module envoie un courant calibré à 4mA au capteur durant 50ms. Cette valeur et cette durée sont détectées par le capteur qui démarre un cycle de mesure.

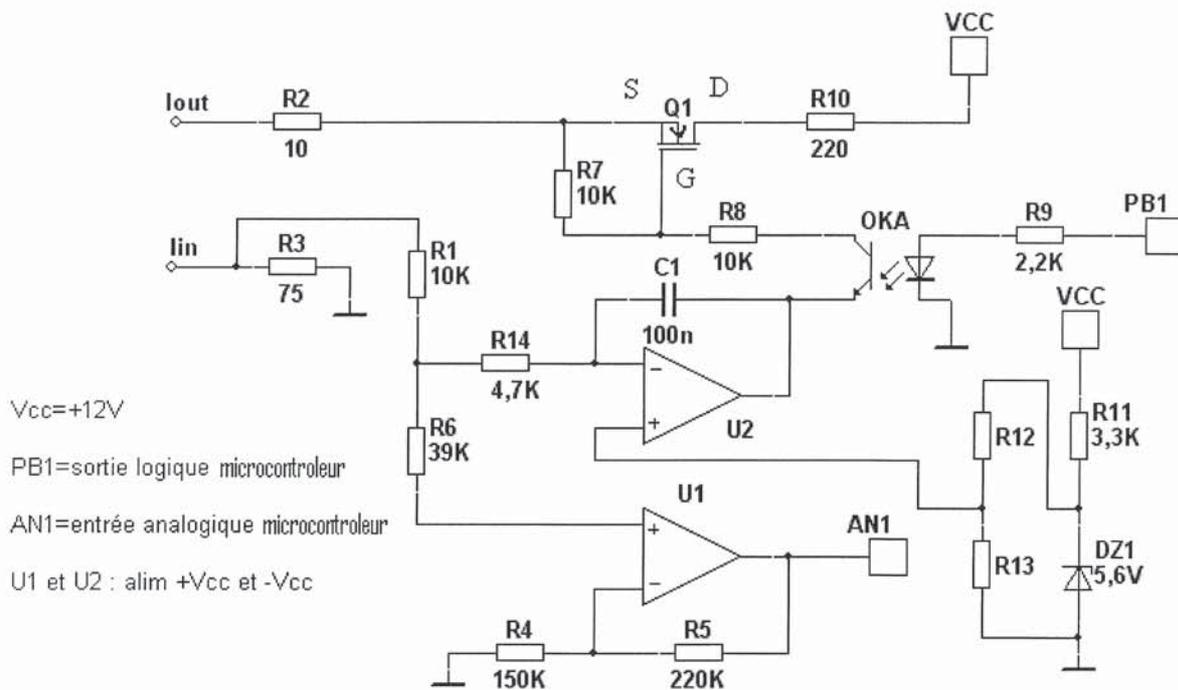
**REFERENCE** : durée T2=220ms : Le capteur envoie au module un courant calibré à 15mA durant 220ms. Ce courant permet au module de vérifier le fonctionnement général de l'électronique.

**SYNCHRO** : durée T3=130ms : Le capteur envoie sur ligne un courant de 25mA. Ce courant correspond à une information de détection de défaut s'il persiste plus de 130 ms.

**MESURE** : durée T4=390ms. Le capteur envoie au module le courant correspondant à la mesure. Il est compris entre 4 et 20 mA et représente la hauteur du liquide dans la cuve.

### Etude du module de mesure.

On se propose d'analyser les structures permettant la mesure au niveau du module. On donne le schéma structurel simplifié suivant :



Q60 - Rappeler l'allure de la caractéristique  $I_d = f(V_{gs})$  de Q1 lorsque  $V_{ds}$  est supérieur à  $2 \cdot I_d \cdot R_{dson}$ . Préciser le comportement de ce transistor quand OKA est bloqué et quand OKA est passant.

Q61 - Montrer qualitativement que l'on a une régulation du courant  $I$  circulant dans la boucle de courant si OKA est conducteur.

Sachant que le module ne fixe qu'un seul niveau de courant, quel doit être le courant  $I$  de cette boucle ?

En déduire la valeur des composants permettant d'obtenir cette valeur.

Q62 - Calculer, en fonction du courant de boucle I, la tension disponible sur l'entrée AN1 du microcontrôleur durant les différentes phases de la mesure.

Q63 - Comment le microcontrôleur procède-t-il pour effectuer une mesure ?

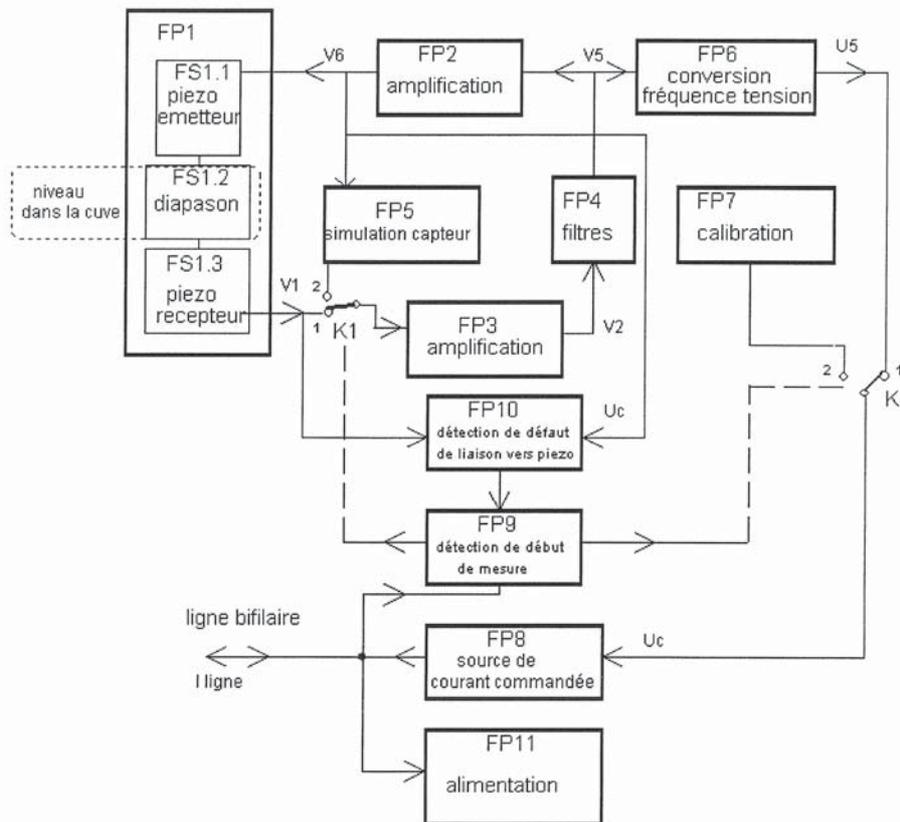
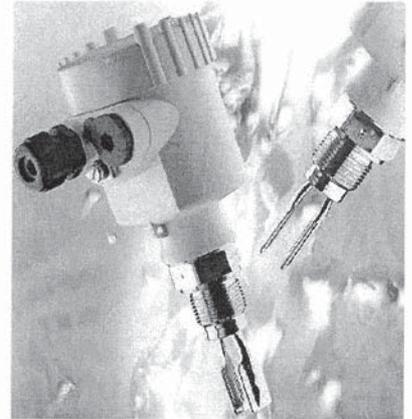
### Etude du capteur.

Le capteur est un détecteur de niveau à lames vibrantes. L'élément vibrant est excité par des éléments piézo-électriques et oscille sur sa fréquence de résonance mécanique.

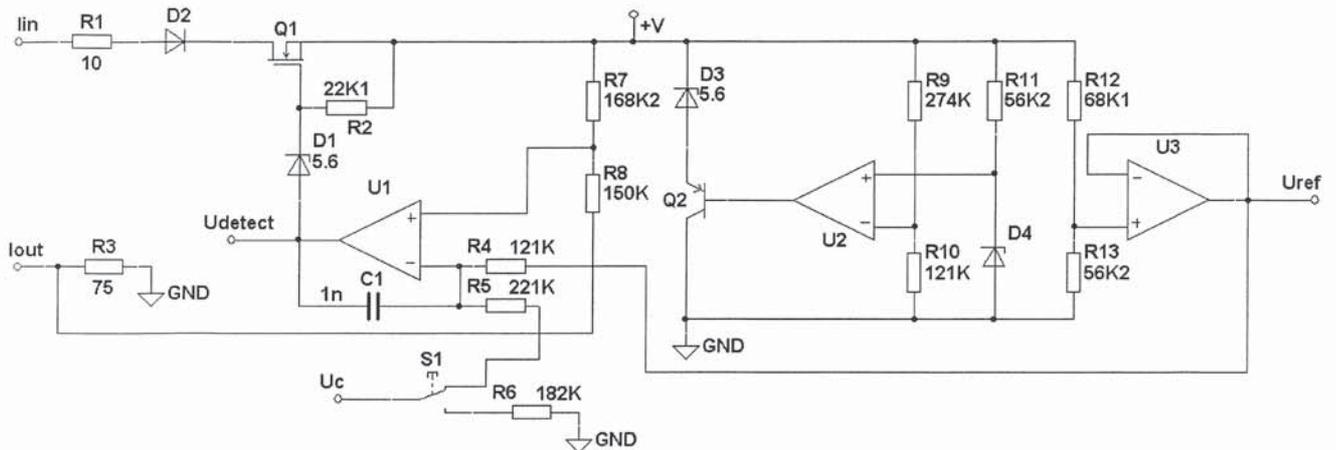
Le recouvrement de l'élément vibrant par le produit entraîne une variation de la fréquence de vibration. Celle-ci est détectée par l'étage électronique intégré puis convertie en un courant.

Le capteur doit être associé à la commande électronique spécifique évoquée précédemment.

On donne le schéma fonctionnel du capteur :



On donne le schéma structurel des fonctions FP8 et FP11 :



Les amplificateurs sont alimentés entre 0(GND) et la tension +V.

Q64 - On demande, après avoir validé le rôle de la structure construite autour de U2, de déterminer la valeur de D4 permettant d'avoir  $+V=8,2V$ .

Quelle est l'utilité de disposer de la tension Uref ?

Q65 - Expliquer le fonctionnement de la structure construite autour de Q1 et U1.

Pourquoi utiliser ce type de transistor pour Q1 ?

Calculer la valeur du courant de ligne en fonction de la tension  $U_c$  quand l'interrupteur est dans la position indiquée et cela dans le cas où le module de mesure n'injecte aucun courant dans la boucle.

Pendant la phase de mesure la tension  $U_c$  évolue entre les deux valeurs indiquées sur le document réponse R-Q65.

Compléter le document réponse, en y plaçant les courants obtenus.

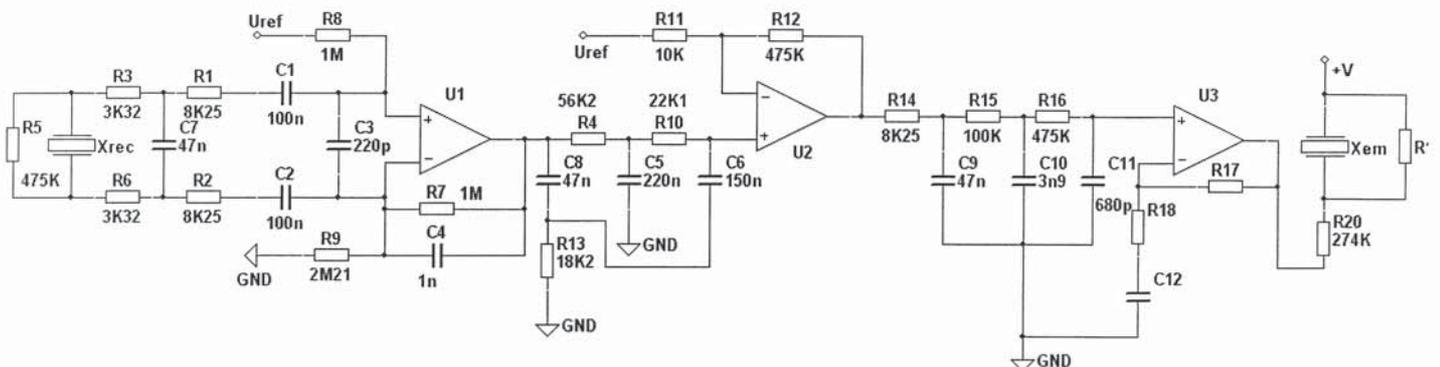
Que devient le courant de ligne quand l'interrupteur connecte R6 ?

Q66 - Quelle est l'ordre de grandeur de la tension Udetect lorsque le générateur de courant opère dans les cas d'une régulation du courant ?

Que devient la tension Udetect quand le module de mesure injecte un courant de 4 mA ?

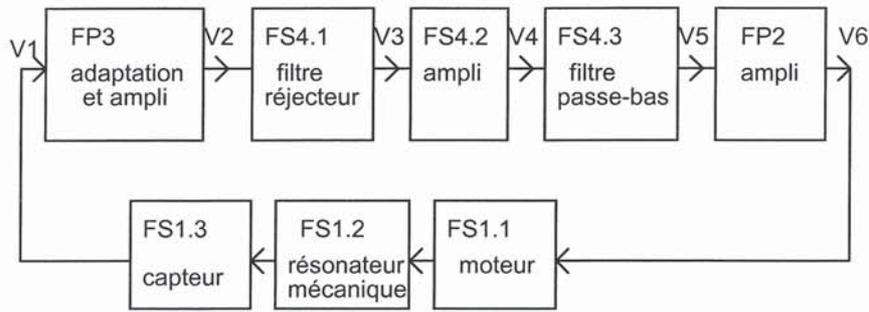
### Etude du fonctionnement du diapason.

On donne le schéma structurel des fonctions FP1, FP2, FP3 et FP4 permettant de réaliser la mesure du niveau du liquide dans la cuve.

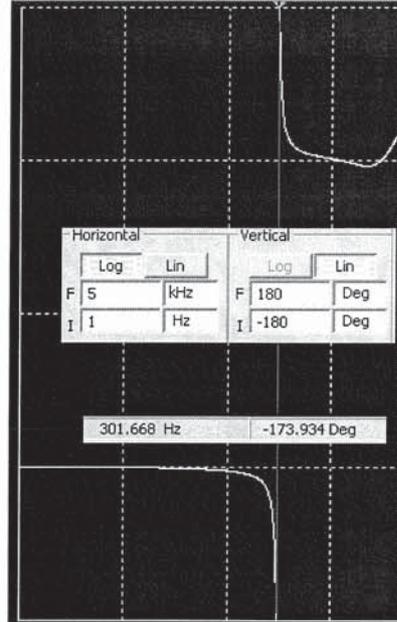
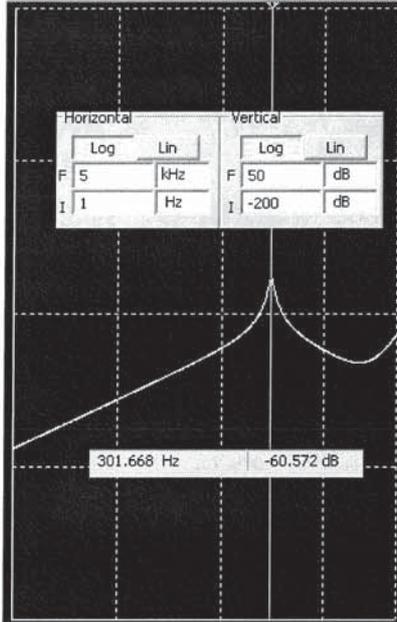


Le diapason forme, avec l'émetteur et le récepteur piézo-électrique, un oscillateur électromécanique dont la fréquence propre est d'environ 380Hz pour le diapason non immergé (environ 300Hz pour le diapason immergé).

On donne le schéma fonctionnel de la structure avec le diapason :



On donne la fonction de transfert de la fonction FS1 représentant le capteur immergé ( $f_r = 300\text{Hz}$ ) :

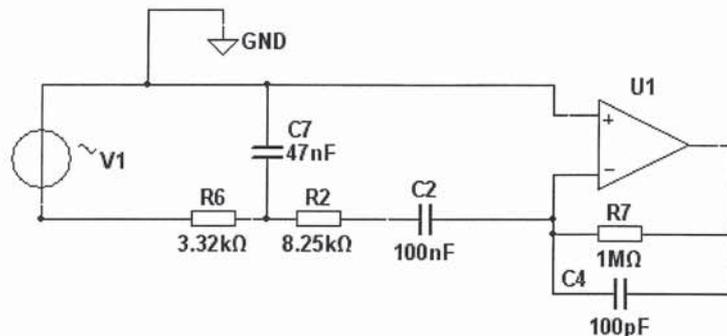


Attention, la courbe de la phase est donnée modulo 360, ce qui donne, dans notre cas, une phase variant de  $-90^\circ$  à  $-270^\circ$ .

Il est également à remarquer que le déphasage de  $180^\circ$  à  $300\text{Hz}$  est donné modulo  $180^\circ$  car on ne connaît pas le signe relatif des tensions d'entrée et de sortie du capteur.

Q67 - Proposer une définition pour le phénomène de piézo-électricité.

Q68 - Pour l'étude de la fonction amplification FP3 (adaptation et ampli), on propose le schéma d'étude simplifié suivant :



Justifier cette simplification utilisée pour les calculs de fonction de transfert.

Montrer que la fonction de transfert de FP3 est du type :

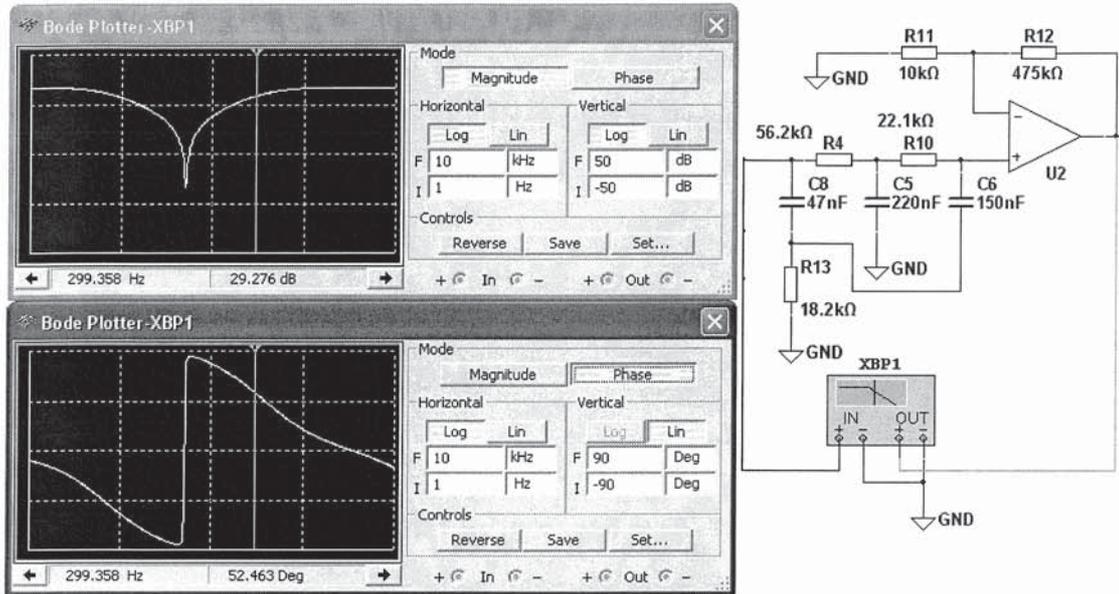
$$\frac{v_2}{v_1}(p) = - \frac{T_2 \cdot p}{\left(1 + \frac{p}{\omega_1}\right) \cdot \left(1 + \frac{2mp}{\omega_0} + \left(\frac{p}{\omega_0}\right)^2\right)}$$

Avec :  $T_2 = 100\text{ms}$ ,  $\omega_1 = 10^4 \text{ rd/s}$  ( $v_2$  tension de sortie de U1)

Déterminer  $\omega_0$  et tracer ensuite le diagramme de Bode de la fonction de transfert obtenue.

Déterminer les valeurs du gain et de la phase pour  $f_r = 300\text{Hz}$

On donne les résultats de simulation correspondant à la fonction FP4 (FS4.1 et FS4.2) :

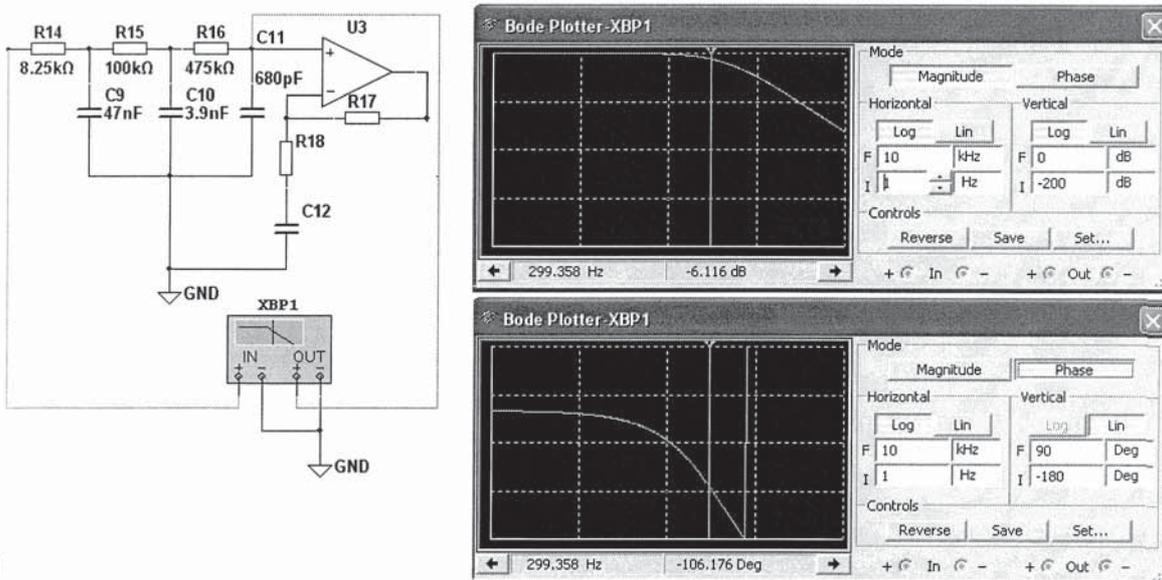


Q69 - Quel est la nature de ce filtre ? (on ne demande pas un calcul complet)

Indiquer sa fréquence caractéristique.

Indiquer les valeurs obtenues pour le gain et la phase dans le cas de l'utilisation du capteur immergé.

On donne les résultats de simulation correspondant au filtre de sortie de la fonction FP4 (FS4.3) :



Q70 - On demande d'établir le bilan des mesures et des calculs précédents; ceci dans le but de caractériser FP2 pour obtenir la structure oscillante associée à notre capteur.

Les valeurs à utiliser correspondent au capteur immergé et on désire avoir un gain global de l'ordre de 44 dB afin de compenser l'amortissement due à l'immersion.

On résumera les différentes valeurs dans le tableau du document réponse R-Q70

Déterminer les valeurs des composants R17, R18 et C12 de l'amplificateur FP2 (amplificateur U3).

MINISTÈRE DE L'ÉDUCATION NATIONALE

Académie : \_\_\_\_\_ Session : \_\_\_\_\_

Concours : \_\_\_\_\_

Spécialité/option : \_\_\_\_\_ Repère de l'épreuve : \_\_\_\_\_

Intitulé de l'épreuve : \_\_\_\_\_

NOM : \_\_\_\_\_

(en majuscules, suivi s'il y a lieu, du nom d'épouse)

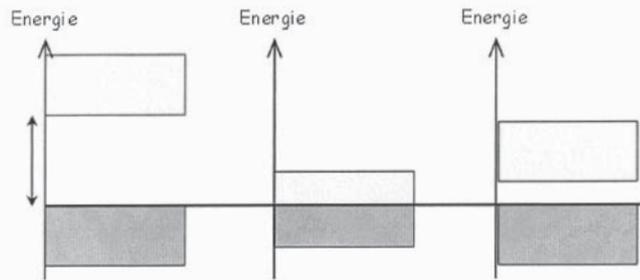
Prénoms : \_\_\_\_\_ N° du candidat

(le numéro est celui qui figure sur la convocation ou la liste d'appel)

EAE GEE 2

Documents réponse

R-Q4



R-Q34

SPECIFICATION	OSI-LAYER	IMPLEMENTATION
TO BE SPECIFIED BY THE SYSTEM DESIGNER	APPLICATION LAYER	
CAN-PROTOCOL SPECIFICATION	DATA LINK LAYER	LOGICAL LINK CONTROL
		MEDIUM ACCESS CONTROL
	PHYSICAL LAYER	PHYSICAL SIGNALLING
		PHYSICAL MEDIUM ATTACHMENT
		MEDIUM DEPENDENT INTERFACE
ISO 11898	TRANSMISSION MEDIUM	

Note: OSI = Open Systems Interconnection

Layered architecture of CAN

B

MINISTÈRE DE L'ÉDUCATION NATIONALE

Académie : \_\_\_\_\_ Session : \_\_\_\_\_

Concours : \_\_\_\_\_

Spécialité/option : \_\_\_\_\_ Repère de l'épreuve : \_\_\_\_\_

Intitulé de l'épreuve : \_\_\_\_\_

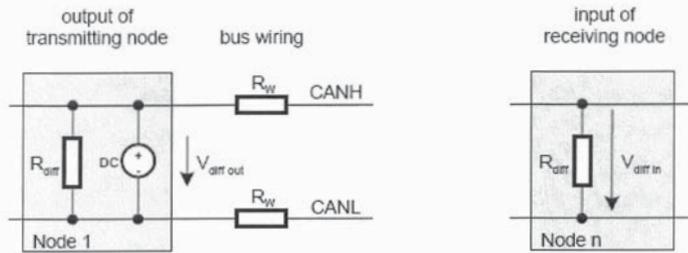
NOM : \_\_\_\_\_

(en majuscules, suivi s'il y a lieu, du nom d'épouse)  
Prénoms : \_\_\_\_\_ N° du candidat

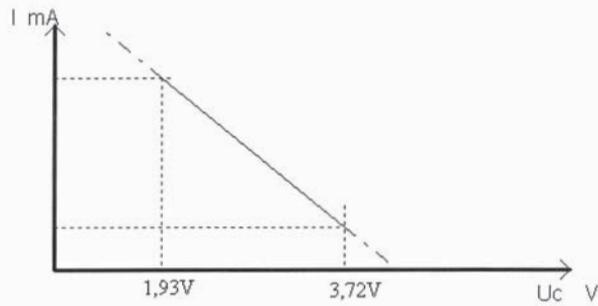
(le numéro est celui qui figure sur la convocation ou la liste d'appel)

EAE GEE 2

R-Q37



R-Q65



R-Q70

	Capteur	FP3	FS4.1 & FS4.2	FS4.3	bilan