PARTIE ÉLECTRICITÉ (durée conseillée 1 h 30)

MISE EN FORME D'UNE MESURE DE LA PRESSION DANS UNE CUVE

Cet exercice est constitué de 2 parties indépendantes.
Il est cependant conseillé au candidat de les traiter dans l'ordre.
Le document réponse (même vierge) doit être joint impérativement à la copie.

On se propose d'étudier la mise en forme et la conversion du mesurage de la pression dans une cuve d'air comprimé.

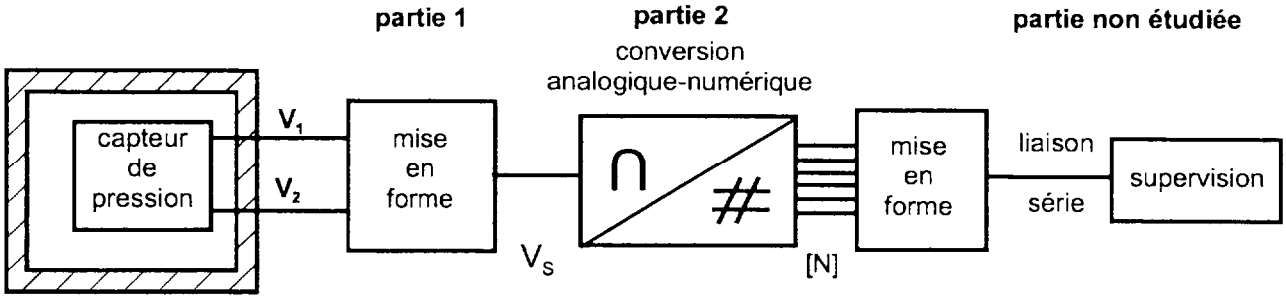


Schéma de principe

Le capteur de pression différentielle, utilisé dans cette installation a une étendue de mesure de pression de 200 kPa, pour une étendue d'échelle maximale de sortie de 40 mV (tension différentielle $V_2 - V_1$).

Partie 1 : Mise en forme de la tension fournie par le capteur, avant conversion

Dans le but d'amplifier la tension différentielle fournie par le capteur, on utilise un montage à amplificateurs opérationnels, dessiné figure 1. Les amplificateurs opérationnels sont alimentés par des tensions symétriques non représentées ; ils fonctionnent en régime linéaire.

Dans un premier temps, on ne considère que le premier étage constitué des amplificateurs opérationnels AO1 et AO2 que l'on suppose idéaux. En tenant compte de cette hypothèse, les valeurs des intensités i_{1+}, i_{1-}, i_{2+} et i_{2-} des courants d'entrée sont nulles ainsi que celles des tensions différentielles d'entrée ε_1 et ε_2.

1.1 - Justifier que l'intensité du courant I_1 qui traverse R_1 est I.

1.2 - Justifier que l'intensité du courant I_2 qui traverse R_2 est I.

On rappelle que les amplificateurs opérationnels fonctionnent en régime linéaire.

1.3 - Justifier que le potentiel V_A du point A par rapport à la masse est égal à V_2.

1.4 - Justifier que le potentiel V_B du point B par rapport à la masse est égal à V_1.

1.5 - Exprimer alors la tension U_{AB} en fonction de V_1 et V_2.

1.6 - Exprimer la tension U_{AB} en fonction de I et R_3, puis la tension U en fonction de I, R_1, R_2 et R_3.

1.7 - En déduire l'expression de la tension U_{AB} en fonction de la tension U et des résistances R_1, R_2 et R_3.

1.8 - Application numérique :

Pour une pression P égale à 200 kPa, la notice technique indique $V_2 - V_1 = 40$ mV. Calculer la valeur de R_3 permettant d'obtenir U = 1 volt, sachant que $R_1 = R_2 = 4{,}7$ kΩ.

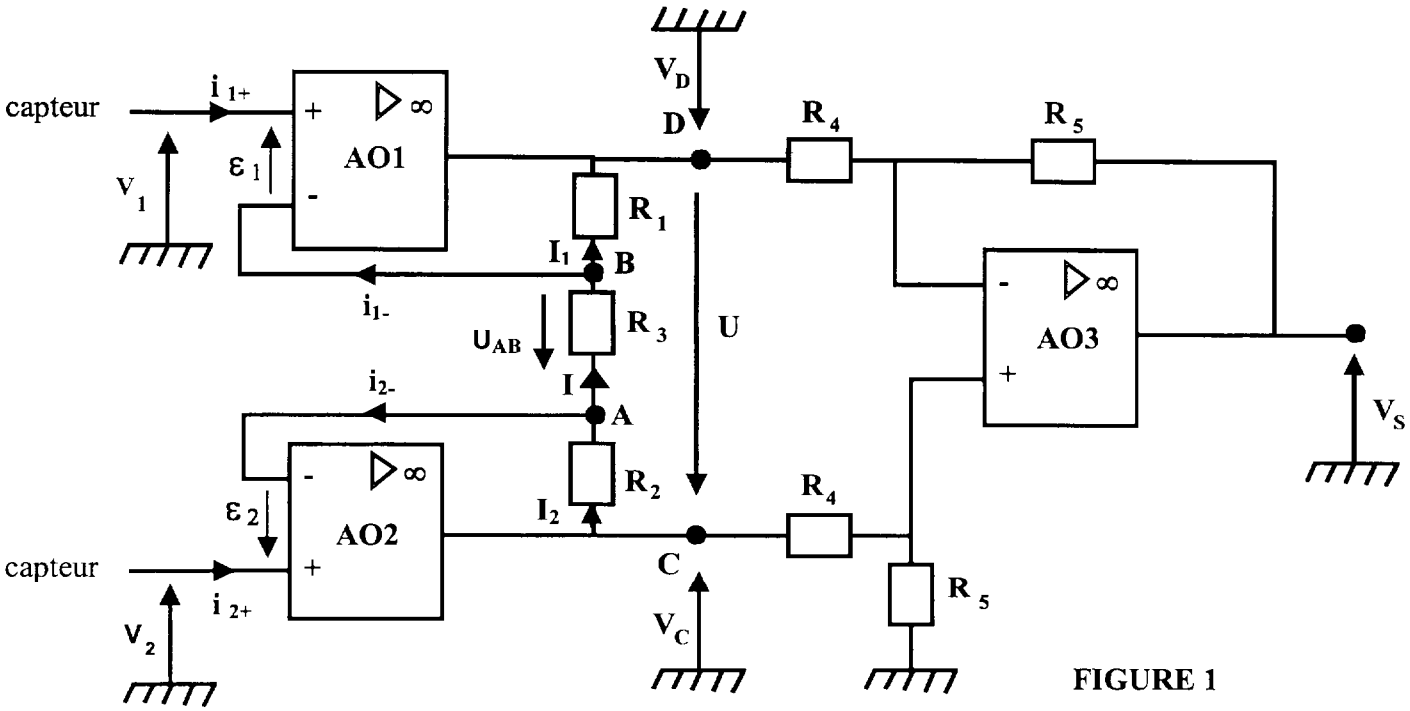


FIGURE 1

1.9 - On considère maintenant le deuxième étage comportant l'amplificateur opérationnel AO3 que l'on suppose idéal.

On montre facilement que la tension V_s en sortie du montage s'écrit : $V_s = \frac{R_5}{R_4} \cdot U$ avec $V_s > U$.

Quelle est la fonction réalisée par ce deuxième étage ?

1.10 - Application numérique : Pour une pression de 200 kPa, on veut que U = 1 Volt et V_s = 10 Volt.

Calculer le rapport $\frac{R_5}{R_4}$ permettant ce résultat.

En déduire la sensibilité $s = V_s / P$, de la conversion pression → tension, exprimée en $V \cdot Pa^{-1}$.

Partie 2 : Conversion analogique-numérique de la tension V_S

On réalise une conversion analogique numérique de V_S, tension image de la pression dans la cuve, variant de 0 à 10 volts. On obtient un nombre [N], proportionnel à la pression. Le dispositif de la figure 2 réalise cette conversion.

Le schéma ne représente pas le dispositif de maintien qui permet la lecture de la conversion lorsque celle-ci est terminée et la remise à zéro du compteur précédant une nouvelle conversion.

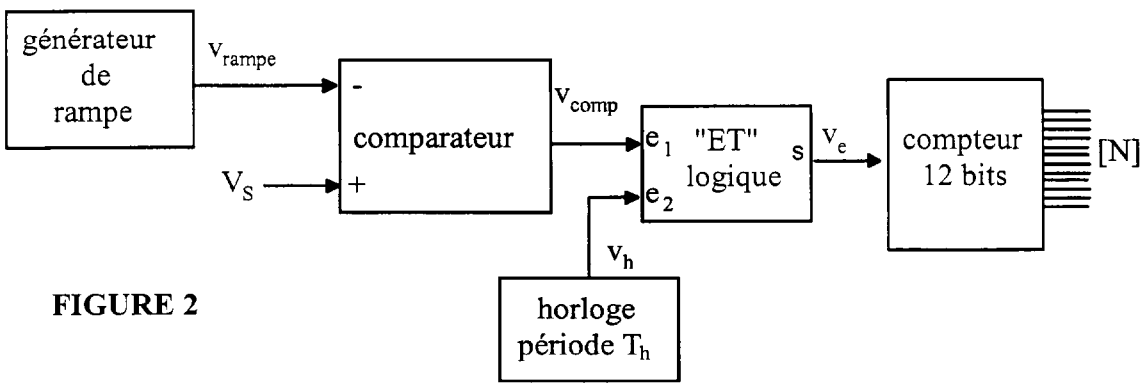


FIGURE 2

On admet comme hypothèse que la tension V_S reste constante pendant toute la durée de la conversion.

Le générateur de rampe fournit un signal en « dent de scie » v_{rampe} variant entre 0 et 12 volts, de période T = 1 ms (voir document réponse - graphe 1).

Le signal d'horloge v_h (graphe 3), de période T_h, de niveau 0 ou 5 volts, a un rapport cyclique égal à 0,5.

Le fonctionnement du comparateur est le suivant :

- si $V_S > v_{rampe}$, $v_{comp} = 5$ V ;
- si $V_S < v_{rampe}$, $v_{comp} = 0$ V.

La table de vérité du ET logique est la suivante :

e_1 (V)	e_2 (V)	v_e (V)
0	0	0
0	5	0
5	0	0
5	5	5

2.1 - Sur le document réponse, représenter, en fonction du temps, $v_{comp}(t)$ et $v_e(t)$.

***Attention* : Dans un souci de clarté, la période du signal d'horloge a été augmentée.**
Les sorties du compteur sont actualisées sur front montant du signal d'horloge.

2.2 - En vous aidant du document réponse graphe 2 complété, identifier l'évènement qui indique que la conversion est terminée.

2.3 - Le compteur travaillant sur 12 bits, quel est le nombre décimal maximum, noté N_{MAX}, en sortie du compteur ?

2.4 - On veut que le nombre N_{MAX} coïncide avec la fin de la rampe.

2.4.1 - Calculer la période T_h du signal d'horloge.

2.4.2 - Exprimer littéralement puis numériquement la résolution, notée r, du convertisseur analogique-numérique.

2.4.3 - Exprimer littéralement puis numériquement la variation de pression ΔP qui provoque une incrémentation de 1 sur la sortie du compteur.

DANS CE CADRE

Académie : Session :

Examen ou Concours Série* :

Spécialité/option* : Repère de l'épreuve :

Épreuve/sous-épreuve :

NOM :

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

Prénoms :

Né(e) le :

N° du candidat

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

* Uniquement s'il sagit d'un examen.

NE RIEN ÉCRIRE

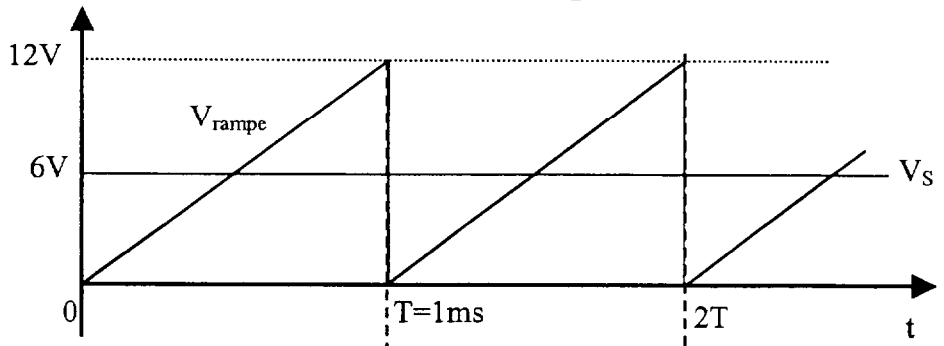
Repère : TPSP **Session : 2006** **Durée : 4 H**

Page : 4/14 **Coefficient : 4**

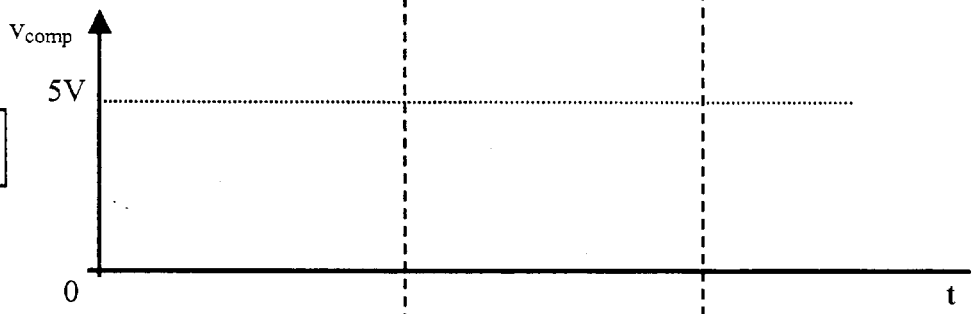
DOCUMENT RÉPONSE

(à rendre obligatoirement avec la copie)

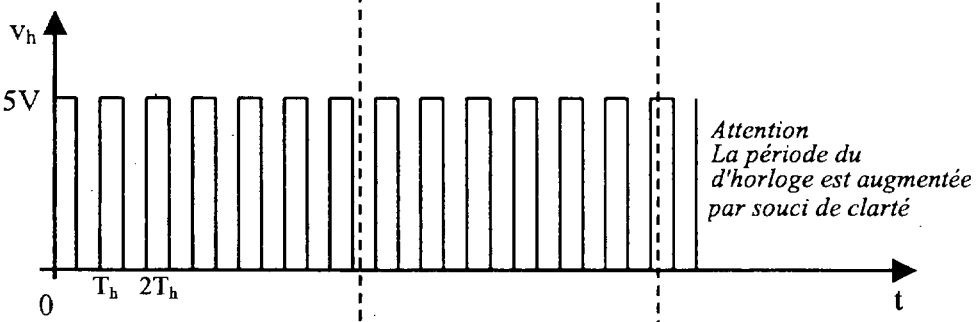
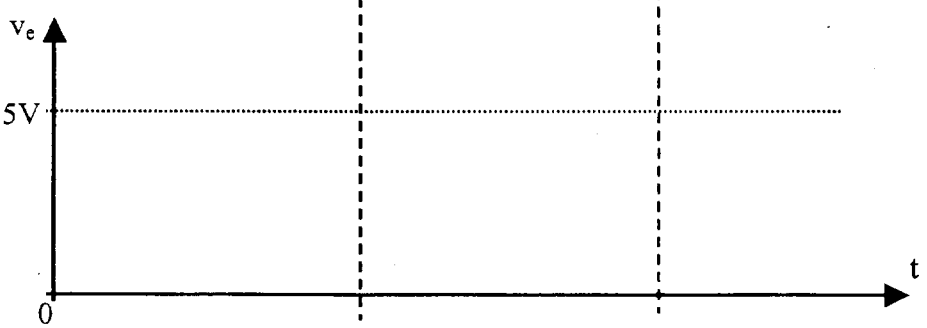
Graphe 1



Graphe 2



Graphe 3



Graphe 4