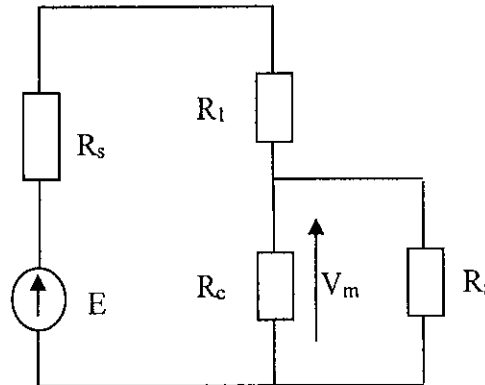


Examen de rattrapage
Capteurs et Instrumentation
 (Documents non autorisés)

Exercice 1

On considère le montage suivant :

- E : Source de tension continue
- R_s : résistance interne du générateur
- R_l : résistance fixe
- R_c : résistance du capteur
- R_i : résistance de l'appareil de mesure

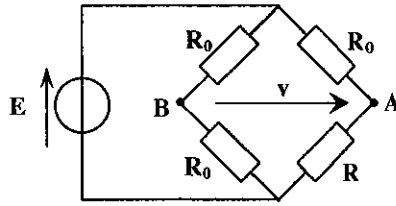


- a) calculer la résistance équivalente aux bornes de V_m .
- b) Donner une expression de V_m en fonction de E , R_s , R_l , R_c et R_i .
- c) Sous quelle condition V_m est-elle indépendante de l'appareil de mesure ? Et dans ce cas, quelle est son expression ?
 On se place dans les conditions définies au c) et on étudie maintenant les variations de la tension mesurée ΔV_m , lorsque R_c varie de R_{c0} à $R_{c0} + \Delta R_c$. On pose $V_m = V_{m0}$ pour $R_c = R_{c0}$. On suppose que $\Delta R_c \ll R_{c0} + R_l + R_s$
- d) calculer ΔV_m . On négligera les termes du second ordre.
- e) que vaut la sensibilité de l'ensemble capteur + conditionneur si $R_s + R_l = R_{c0}$

Exercice 2

On désire réaliser le circuit électronique ci-dessous qui mesure la différence de pression atmosphérique par rapport à 1013 mb (pression moyenne) avec une sensibilité de $1 \text{ mV}/\text{mb}$ (tableau ci-contre) :

Pression (mb)	Tension v (mV)
900	-113
1013	0
1100	87



E est une source de tension fixe ;
 v est la tension à en sortie du pont (image de la pression);
 R_0 sont des résistances ajustables réglées à l'identique ;
 R est le capteur résistif linéaire de caractéristiques définies ci-dessous :

Pression (mb)	Résistance R (Ω)
0	1000
4000	3000

- 1- Donner l'expression de la tension v en fonction de E , R_0 et R .
- 2- Montrer qu'à l'équilibre du pont (lorsque $v = 0V$), on a : $R=R_0$.
- 3- En utilisant le tableau caractérisant le capteur résistif, exprimer R en fonction de P . Déterminer alors la valeur des résistances réglables R_0 .
- 4- Exprimer v en fonction de E et P . La relation " v fonction de E et P " est-elle linéaire ?
- 5- En prenant $E = 12V$, calculer les valeurs respectives de v pour $P = 900mb$ et $P = 1100mb$. Calculer les erreurs relatives pour les deux valeurs de v calculées plus haut.

Examen du Module Electronique Analogique 2
Cours de M. HENAO (Durée 2h00, documents papier autorisés)

Le correcteur attachera **beaucoup** d'importance à la présentation de la copie, à la rédaction de la solution, à la position du problème dans son contexte, à la pertinence de l'analyse et des notations définies. Les réponses littérales et numériques seront bien mises en évidence (encadrées) !

Problème n°1 – Montage différentiel pour l'instrumentation.

On considère le montage de la figure 1 représentant un montage différentiel appliqué à l'instrumentation. En considérant que les gains en boucle ouverte des trois amplificateurs opérationnels comme idéaux (gain infini), déterminer l'expression de la tension de sortie $v_0(t)$ de ce montage, en fonction des deux tensions définies à l'entrée $v_{11}(t)$ et $v_{12}(t)$ et de l'ensemble de résistances constituant ce montage. Avec le résultat obtenu, expliquer l'intérêt de ce type de montage pour l'instrumentation.

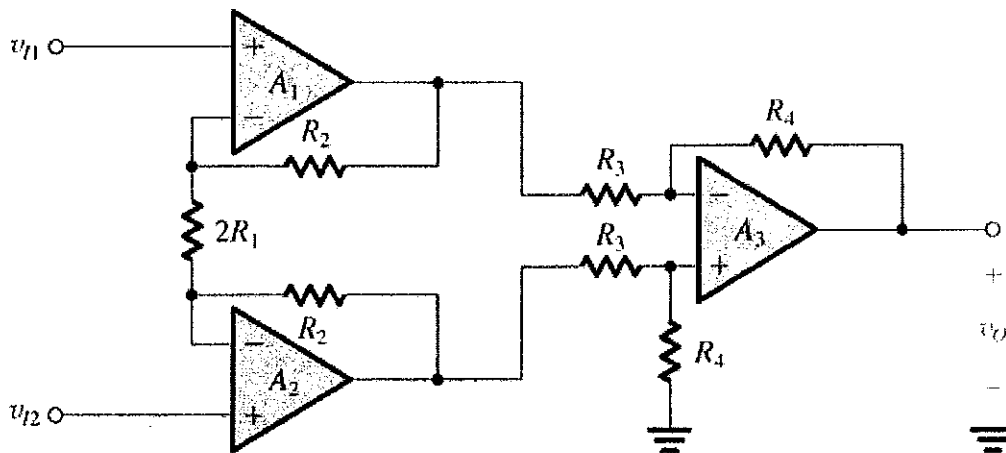


Figure 1. Montage différentiel.

Problème n°2 – Montage intégrateur non inverseur.

On considère le montage intégrateur non inverseur de la figure 2. Déterminer l'expression de la tension de sortie $v_0(t)$ en fonction de la tension d'entrée $v_i(t)$.

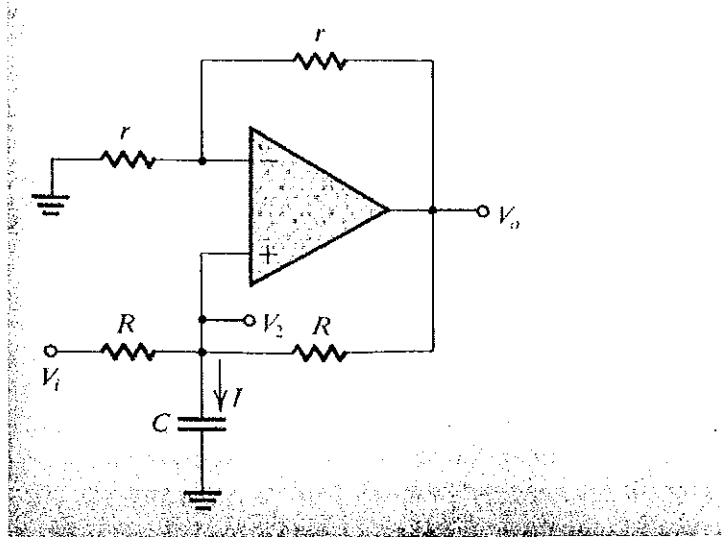


Figure 2. Montage intégrateur non inverseur.

Problème n°3 – Montage convertisseur analogique-numérique parallèle.

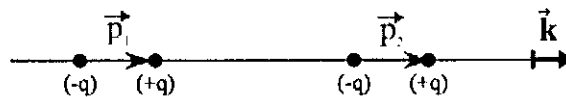
1. Donner le schéma de principe d'un convertisseur analogique-numérique parallèle à 3 bits.
2. Quelle est la logique de codage de ce CAN ?
3. Quelle est l'avantage de ce type de CAN ?

Examen d'électrostatique (juin 2021)
Licence 2^{ème} année

Exercice 1 : Force de Keesom.

La force de Keesom est une des composantes de la force de Van der Waals entre molécules polaires. Ces molécules sont assimilables à deux dipôles électrostatiques (permanents) \vec{p}_1 et \vec{p}_2 , dirigés tous deux, dans cet exercice, suivant l'axe Oz, de module pd (d étant la distance qui sépare les 2 charges d'un dipôle) et interagissant entre eux.

La force de Keesom est attractive : par exemple, le dipôle \vec{p}_1 créé un champ électrique au niveau du dipôle \vec{p}_2 qui tend à s'aligner sur ce champ. Il y a, "ensuite", glissement de \vec{p}_2 vers les champs forts, c'est à dire vers \vec{p}_1 (On peut faire le même raisonnement dans l'autre sens, mais pour raisonner ici, on considère \vec{p}_1 fixe)



L'expression en coordonnées sphériques du champ électrique créé au point $M(r, \theta, \varphi)$ par un dipôle \vec{p} est :

$$\vec{E} = \frac{2p \cos \theta}{4\pi\epsilon_0 r^3} \vec{u}_r + \frac{p \sin \theta}{4\pi\epsilon_0 r^3} \vec{u}_\theta.$$

(Dans cette expression, $\vec{p} // \vec{k}$. On rappelle que θ est l'angle $[\vec{k}, \widehat{\vec{OM}}]$.)

1) Les dipôles sont colinéaires et orientés dans le même sens. Compléter le schéma ci-dessous en indiquant :

- Le champ $\vec{E}_1(M)$ est le champ créé par le dipôle 1 en M. Il faudra préalablement comparer son module au niveau de chacune des charges $-q$ et $+q$ du dipôle 2.

- La force de Coulomb $q_i \vec{E}_1(M)$ est la force électrostatique qui s'exerce sur une charge q_i en M, du fait de l'existence du champ $\vec{E}_1(M)$. Il faudra préalablement comparer son module au niveau de chacune des charges $-q$ et $+q$ du dipôle 2.

2) Les dipôles se rapprochent-ils ou s'éloignent-ils ? Pourquoi ?

3) Trouver l'expression de la force totale \mathbf{F} qu'exerce le dipôle 1 sur le dipôle 2 (Calculer la force qui s'exerce sur chaque charge du dipôle 2, puis la résultante et enfin simplifier l'expression obtenue en utilisant les développements limités suivants :

$$\text{Lorsque } \epsilon \rightarrow 0, [1 - \epsilon]^a \rightarrow 1 - a\epsilon \text{ et } [1 + \epsilon]^a \rightarrow 1 + a\epsilon)$$

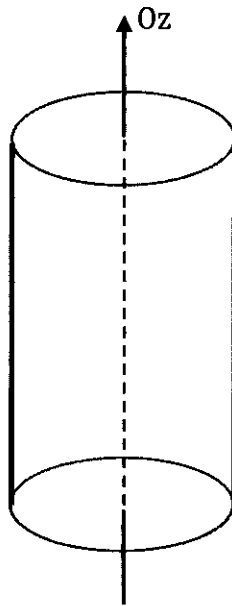
On posera : $r-d/2$ =distance entre le dipôle 1 et la charge $-q$ du dipôle 2

$r+d/2$ =distance entre le dipôle 1 et la charge $+q$ du dipôle 2

Exercice 2 :

Un cylindre de hauteur h infinie, d'axe Oz , de rayon R , est chargé uniformément en surface. La densité surfacique de charge est σ .

Le cylindre crée, dans l'espace, un champ électrique \vec{E} .



- 1) Quels sont les plans de symétrie du système passant par un point M de l'espace ?
- 2) Identifier ceux dont les vecteurs de base cylindrique $\vec{e}_\rho, \vec{e}_\varphi, \vec{e}_z$ leur sont perpendiculaires ? En déduire la direction du champ électrique \vec{E} créé en un point M de l'espace, par rapport aux vecteurs $\vec{e}_\rho, \vec{e}_\varphi, \vec{e}_z$.
- 3) De quelle(s) variable(s) cylindrique(s), ρ, φ, z , dépend \vec{E} (justifier).
- 4) Calculer \vec{E} en un point M extérieur au cylindre, en utilisant le théorème de Gauss.
- 5) Calculer \vec{E} en un point M intérieur au cylindre, en utilisant le théorème de Gauss.
- 6) Tracer un graphique représentant le module de \vec{E} en fonction de (ou de ses) variable(s).
- 7) Comment évolue le module de \vec{E} au passage de la surface ?
- 8) Quelles sont les valeurs de l'énergie électrostatique à l'intérieur et à l'extérieur du cylindre ?