

TD1- Capteur& Instrumentation

Exercice1: Unité de grandeurs dérivées

On rappelle tout d'abord que le système international d'unités (SI) repose sur quatre grandeurs fondamentales : la longueur (unité le mètre, m), la masse (unité le kilogramme, kg), le temps (unité la seconde, s) et l'intensité électrique (unité l'ampère, A). Les unités des grandeurs dérivées peuvent toujours s'exprimer à l'aide de quatre unités de base, mais il est parfois plus commode de leur donner un nom spécifique (dans l'exemple du potentiel, le volt V).

Exprimer le volt en fonction des unités m, kg, s, A.

Exercice2: Homogénéité d'une formule

Homogénéité d'une formule est le fait que les deux membres de l'égalité ont la même unité. Dans beaucoup d'exercices, la vérification de l'homogénéité des résultats est un outil précieux pour vérifier qu'aucune erreur grossière n'a été commise.

On a montré dans le cours que la vitesse de la lumière c est mise en évidence dans l'équation de propagation des ondes électromagnétiques par l'expression :

$$c = \frac{1}{\sqrt{\epsilon\mu}}$$

Où ϵ est la permittivité électrique et μ la perméabilité magnétique du milieu de propagation de l'onde. Cet exercice est destiné à vérifier l'homogénéité de cette formule.

Sachant que :

$$\vec{D} = \epsilon \vec{E} \quad \vec{E} = -\text{grad } v \quad \text{et} \quad \text{l'équation de Maxwell : } \text{rot}(\vec{H}) = \vec{J} + \frac{\partial \vec{D}}{\partial t}$$

Donner l'unité de ϵ en fonction des unités SI

La perméabilité magnétique μ est définie par $\vec{B} = \mu \vec{H}$

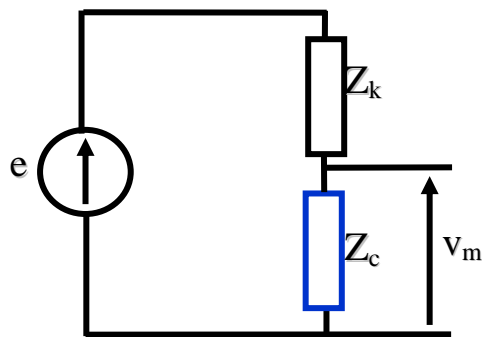
Sachant que la force électromotrice d'induction e créée dans un circuit est donnée par :

$$e = -\frac{d\phi}{dt} = -\frac{d\left\{\iint_s \vec{B} d\vec{S}\right\}}{dt}$$

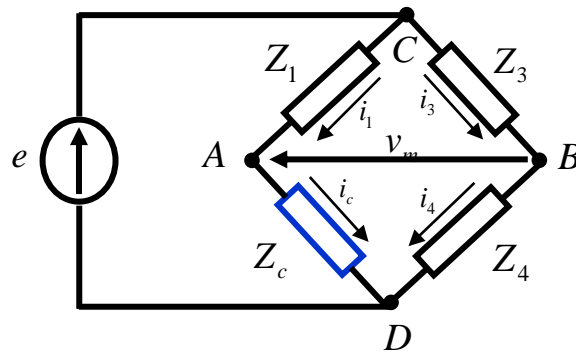
Donner l'unité de μ

Exercice3: Conditionneurs de capteurs passifs

Les mesures à l'aide de capteurs passifs peuvent se faire soit à l'aide d'un montage potentiométrique, soit en plaçant le capteur dans un pont dont on évalue le déséquilibre. Le montage potentiométrique a deux inconvénients majeurs : la présence d'une composante continue superposée à celle produite par le mesurande et une grande sensibilité aux parasites affectant la source de tension.



Montage potentiométrique



Pont de Wheatstone

I. Etude du montage potentiométrique :

a) Etude de la linéarité

1. Exprimer la tension V_m en fonction des éléments du circuit. Tracer $V_m = f(Z_c)$.
On supposera $Z_c = Z_c + \Delta Z_c$ est la valeur de l'impédance du capteur lorsque le mesurande possède la valeur de référence (nulle ou non suivant le type de mesurande).
2. Ecrire la nouvelle expression de V_m lorsque Z_c varie de ΔZ_c ; est ce que V_m varie linéairement en fonction des variations de Z_c ?
3. Proposer des solutions pour rendre la variation de l'impédance ΔV_m proportionnelle à la variation de ΔZ_c .
4. En se place dans le cas des petites variation de ΔZ_c ; donner alors l'expression des variations ΔV_m au second ordre près en ΔZ_c . Conclure.
5. Donner l'expression de la sensibilité $S(Z_k) = \Delta V_m / \Delta Z_c$. Quelle est la sensibilité maximale possible.
6. Comparer la composante continue de V_m avec ces variations et conclure. Proposer des montages qui permettent d'éliminer la composante continue.
7. la deuxième solution pour rendre la variation de l'impédance ΔV_m proportionnelle à la variation de ΔZ_c est d'alimenter par une source de courant I . Donner alors la nouvelle sensibilité $S = \Delta V_m / \Delta Z_c$.
8. la troisième solution (montage push-pull) consiste à remplacer Z_k par un second capteur, identique au premier, mais dont les variations sont de signe contraire $Z_k = Z_c - \Delta Z_c$. Calculer la nouvelle sensibilité du montage push-pull.

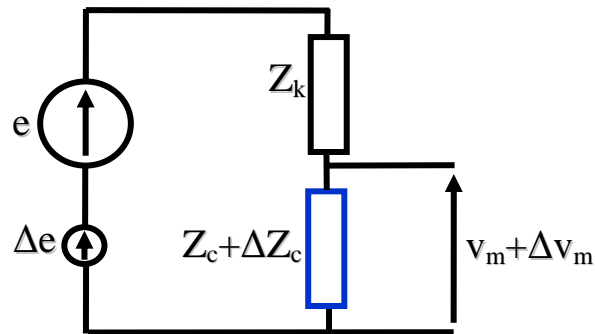
b) Etude de la compensation des grandeurs d'influence

On suppose que la tension V_m varie implicitement en fonction de la grandeur d'influence g . En effet, comme vu précédemment, $V_m = f(Z_c, Z_k)$. Les impédances Z_c et Z_k sont assujetties de l'effet de la grandeur d'influence.

1. Donner l'expression des variations dV_m en fonction dg et des dérivées partielles nécessaires.
2. On suppose que la grandeur d'influence agit équitablement sur les différentes impédances, donner la condition qui compense l'effet de la grandeur d'influence.

C) Etude de l'instabilité de la source de tension

Une difficulté majeure lors de l'utilisation du montage est le risque de sensibilité aux dérives de la source et aux parasites. On peut assimiler ces variations comme un générateur de f.e.m Δe qui vient se superposer à e .



Influence des dérives de la source ou des parasites dans le montage potentiométrique

Si le circuit est le siège simultanément de ΔZ_c et Δe donner l'expression de ΔV_m , au second ordre près, qui en résulte.

Proposer une solution à ce problème.

II. Etude du montage à pont (**devoir à rendre avant 20 mars**)

Ce travail consiste en :

Introduction

- L'étude de la linéarité, compensation des grandeurs d'influence et l'instabilité de la source de tension ainsi les solutions proposées.
- La comparaison avec le montage potentiométrique.
- La présentation des différents ponts (Wheatstone, Hay, Maxwell, Nerst...) exploitable en capteur.
- Donner des exemples de capteurs industriels (jauge contrainte, Pirani....) à base de montage à ponts ainsi que les grandeurs mesurés.

Conclusion