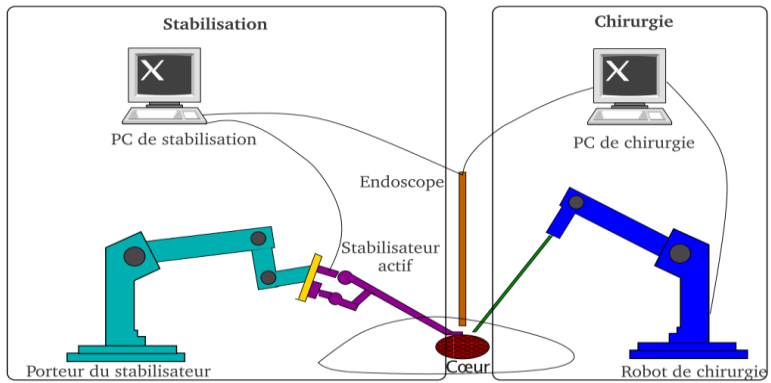


CARDIOLOCK (Extrait Centrale Supélec S11 2012)

Contexte :

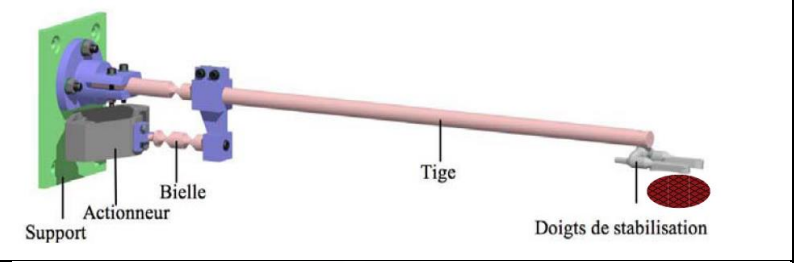
Les pathologies cardiaques, et particulièrement les rétrécissements des artères qui alimentent le myocarde (muscle cardiaque), sont en constante augmentation. La chirurgie à cœur battant se substitue progressivement à celle courante impliquant un arrêt du cœur et la mise en place d'une circulation extracorporelle. L'avantage essentiel de cette chirurgie à cœur battant est de limiter les complications induites par l'intervention.

Cardiolock

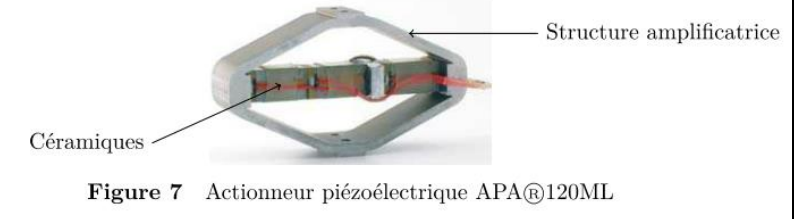


Description :

Les faibles amplitudes des mouvements considérés et la recherche de liaisons sans jeu, justifient l'emploi d'un actionneur linéaire piézoélectrique pour garantir une dynamique importante. La grande raideur de cet actionneur devant celle du dispositif bielle-manivelle permet de disposer de la course maximale de l'actionneur.



L'actionneur piézoélectrique est le modèle **APA 120ML de la société Cédrat (fig.7)**. Il est formé de céramiques et d'une structure amplificatrice montée entre le support et la bielle (fig. 6). Le déplacement maximal de la structure amplificatrice est égal en norme à 130 μm.



- Exigences :**
- domaine fréquentiel du battement cardiaque jusqu'à 20 Hz ;
 - course maximale de l'actionneur piézoélectrique égale à 130 μm ;
 - espace de travail au voisinage de la « zone cible » :
 - en statique, le Cardiolock1 doit permettre de compenser le déplacement résiduel maximal de 0,1 mm,
 - en dynamique, le Cardiolock1 doit limiter le déplacement résiduel dû au mouvement cardiaque à 25 μm.
 - temps de réponse à 5% de l'actionneur piézoélectrique du Cardiolock1 inférieur à 5 ms ;
 - marge de phase du système Cardiolock1 supérieure à 50°.

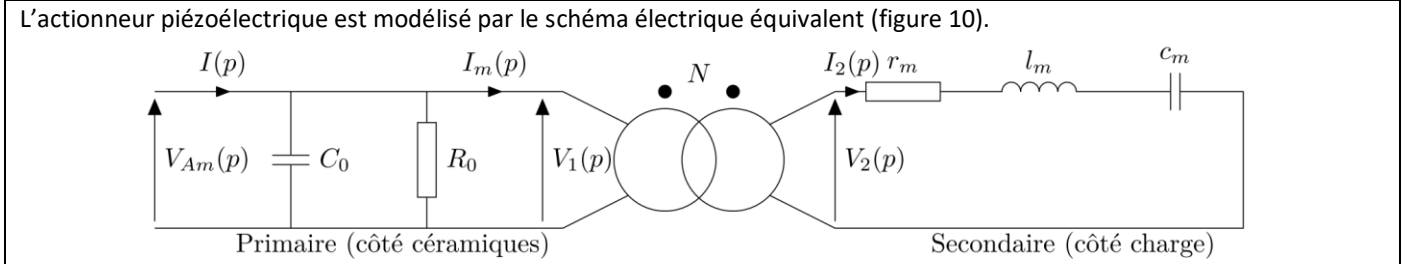


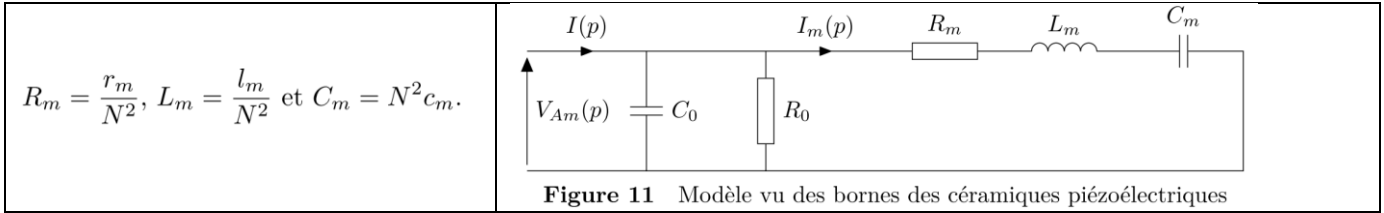
Figure 10 Schéma équivalent de l'actionneur piézoélectrique mécaniquement chargé

| Grandeur | | Valeurs pour l'APA®120ML |
|----------|--|------------------------------|
| C_0 | capacité statique | 20 μF |
| R_0 | résistance modélisant les pertes diélectriques | 20 kΩ |
| r_m | résistance modélisant les pertes par déformation | 132,8 Ω |
| c_m | capacité modélisant l'élasticité | 0,093 μF |
| l_m | inductance modélisant la masse effective | 39 mH |
| N | rapport de transformation (facteur de force) | $N = \frac{V_2}{V_1} = 1,55$ |
| I | courant absorbé (A) | |
| V_{Am} | tension appliquée (V) | |

DC21 Modélisation en alternatif / Acquisition de l'information

Modélisation de l'actionneur piézoélectrique

- 1) Le modèle de transformateur de la figure 10 étant supposé idéal entre les tensions $V_1(p)$ et $V_2(p)$, donner les relations entre ces 2 tensions puis entre les courants $I_m(p)$ et $I_2(p)$.
- 2) Dans le domaine de Laplace on note $Z_2(p)$ l'impédance opérationnelle du secondaire que vous définirez. Ecrire la relation entre $V_2(p)$, $Z_2(p)$ et $I_2(p)$.
- 3) Introduire $V_1(p)$ et $I_m(p)$ dans l'expression précédente et montrer que l'on obtient le modèle suivant rapporté coté primaire avec les expressions des éléments fournies ci-dessous.



- 4) Rechercher numériquement les valeurs des 3 éléments rapportés au primaire, R_m , L_m et C_m .

Fonction de transfert entre le déplacement $X_c(p)$ et la charge $q_m(p)$ de l'élément piézoélectrique

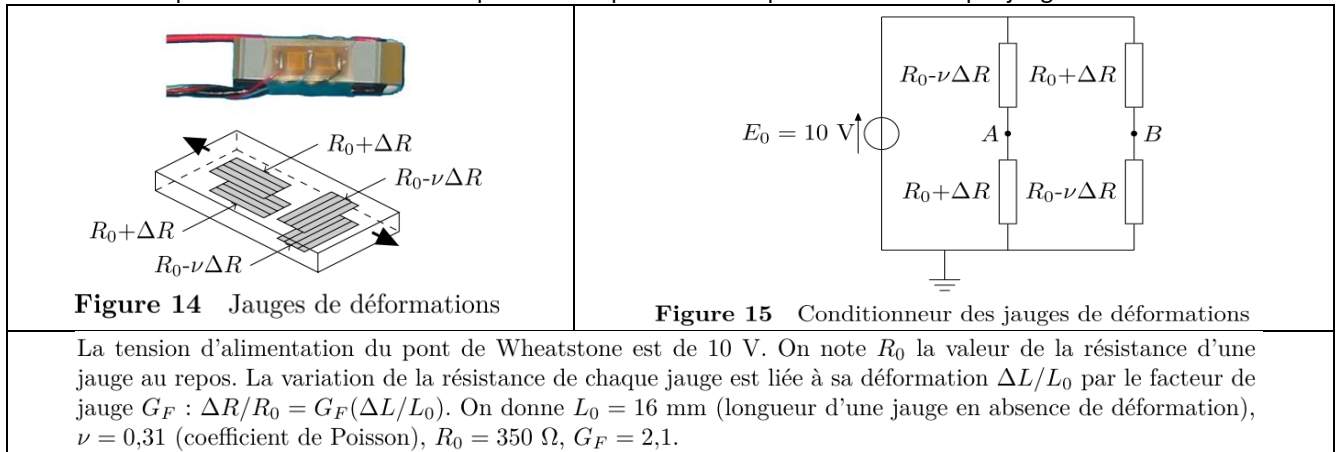
| | |
|---|--|
| <p>On veut établir la relation électro mécanique (plutôt piézoélectrique...) du transducteur.</p> | $M(p) = \frac{X_c(p)}{V_{Am}(p)} = \frac{1}{N} \frac{q_m(p)}{V_{Am}(p)}$ |
|---|--|

- 5) Pour le condensateur C_m donner la relation entre sa charge $q_m(p)$ en Coulomb, et la tension à ses bornes $U_{Cm}(p)$.
- 6) Exprimer la tension aux bornes de C_m par un pont diviseur à partir de figure 11, déduire la fonction de transfert $M(p)$.
- 7) **Commenter l'intérêt de cette fonction de transfert d'un point de vue application électromécanique d'un élément piézoélectrique.** Illustrer en déduisant l'unité du « facteur de force N » pour un élément piézoélectrique.
- 8) Mettre cette fonction de transfert sous forme canonique et exprimer ses 3 paramètres caractéristiques.

Faire les applications numériques et fournir les unités. Commenter chaque résultat du point de vue comportement.

Mesure des déplacements

Pour contrôler les déplacements de l'actionneur piézoélectrique on met en place une mesure par jauges de déformation.



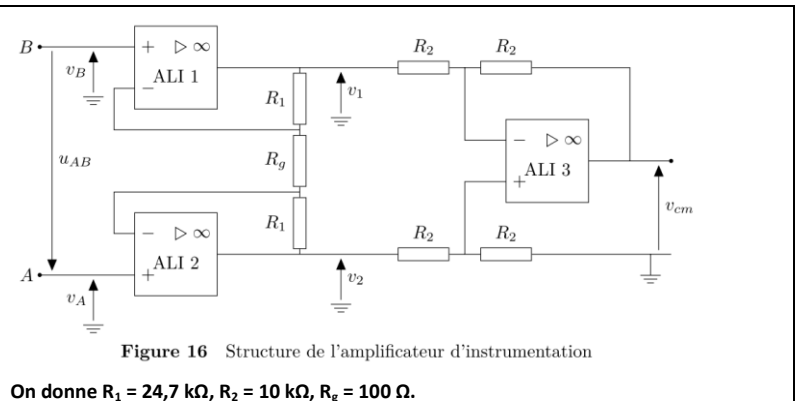
- 9) Exprimer la tension U_{AB} en fonction de E_0 , R_0 , ΔR et ν . Simplifier l'expression obtenue en considérant $\Delta R/R_0 \ll 1$.

Pour un déplacement correspondant à la course maximale de l'actionneur $X_A = -130 \mu m$, la déformation est $\Delta L/L_0 = 0,11\%$.

- 10) Calculer la valeur numérique de la tension U_{AB} pour ce déplacement de $X_A = -130 \mu m$.

Afin d'être compatible avec l'électronique de commande, le signal doit atteindre 7,5V pour un déplacement $X_A = -130 \mu m$. Le signal de sortie du conditionneur est alors amplifié par un amplificateur d'instrumentation (figure 16) à base d'amplificateurs linéaires intégrés (ALI) alimentés en +15 V / - 15 V et supposés idéaux.

- 11) Déterminer d'une part la relation entre $V_{cm}(t)$, $v_1(t)$ et $v_2(t)$ puis, d'autre part la relation entre $u_{AB}(t)$, $v_1(t)$ et $v_2(t)$.
- 12) En déduire l'expression littérale de l'amplification du montage de la figure 16.



- 13) Calculer la valeur numérique de la tension V_{cm} , pour un déplacement $X_A = -130 \mu m$ et indiquer si ce signal est compatible avec l'électronique de commande.