

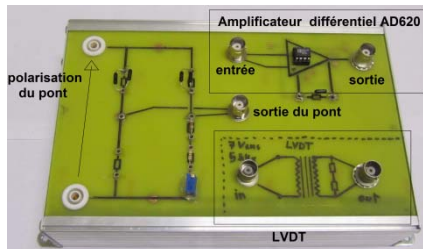
Maquette de mise en œuvre d'une jauge de contrainte et d'un LVDT

- Réalisation du système mécanique : Christian Ollier (Ingénieur d'étude)
- Réalisation des circuits électroniques : Luc Floriot (Ingénieur d'étude)
- Rédaction du document : Jean-Baptiste Desmoulins (P.R.A.G.)

Ce banc permet d'exploiter les variations de résistance d'une jauge de contrainte de 120Ω . Il permet également de mettre en œuvre un LVDT (linear variable differential transformer), un dispositif qui permet de mesurer des déplacements. Cette maquette est notamment destinée à fonctionner avec le banc de traction présentant un régllet sur laquelle on a placé une jauge et placé en parallèle avec un LVDT (ENSCxxx). Elle permet également de réaliser une balance (avec la maquette ENS482).

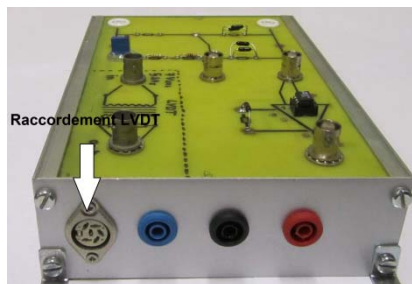
I. Présentation du système complet.

Le système présente deux zones distinctes.



L'une comporte un pont de résistances avec un amplificateur différentiel AD620. Dans le pont, on peut choisir les résistances. Seul un bras est figé avec une résistance de 115Ω en série avec un potentiomètre de 10Ω .

L'autre zone permet de mettre en œuvre un LVDT, transformateur avec un noyau magnétique mobile dont les déplacements sont observés à travers la tension secondaire. Le raccordement au LVDT se fait par une connectique spéciale.



II. Le pont de résistance et l'amplificateur différentiel.

La variation de résistance relative de la jauge pour les allongements étudiés est très faible. On ne peut pas l'étudier directement. En pratique, la jauge sera intégrée dans un pont de résistances et la sortie sera envoyée sur un amplificateur différentiel de tension à grand gain.

Pour utiliser le système, on applique la polarisation du pont entre les deux bornes « banane » blanche. La sortie BNC du pont de résistances est raccordée à l'entrée BNC de l'amplificateur AD620

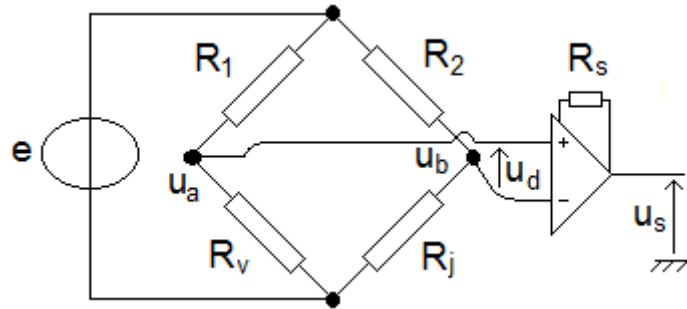
Le gain de l'amplificateur différentiel sera noté A et supposé réel à la fréquence de travail. Avec une résistance R_s de $1k\Omega$, le gain A est voisin de 50. On devra le mesurer ! L'amplificateur présente également une tension de décalage U_{dec} . Cet amplificateur différentiel sera réalisé avec un composant AD620. Si u_d est la tension d'entrée appliquée sur l'ampli, la tension de sortie u_s est donnée par

$$u_s = U_{dec} + A \cdot u_d$$

Le pont de résistance est constitué de deux résistances R_1 et R_2 qui peuvent être modifiées. On prendra en générales deux valeurs les plus proches possibles. On utilisera de préférence des résistances de précision. Des valeurs trop faibles de résistance conduisent à des dérives de la réponse à cause de l'auto-échauffement. Des

valeurs trop fortes conduisent à un niveau de signal u_s très faible. En pratique, la valeur de R_1 et R_2 tourne autour du $k\Omega$.

Globalement, le schéma électrique de l'ensemble présente la forme suivante :



Le système est prévu pour fonctionner avec une jauge de résistance R_j voisine de 120Ω . Sans contrainte sur la jauge, $R_j=R_{j0}$.

La résistance R_v est une résistance variable dont la valeur est ajustable assez finement (par exemple autour de 120Ω pour pouvoir amener la tension u_d à 0 sur le voltmètre de mesure. Il s'agit d'une résistance de à choisir en série avec un potentiomètre de 10Ω .

En sortie de l'amplificateur, la tension u_p est reliée à la tension e par la relation

$$u_s = U_{dec} + A \cdot (u_a - u_b) = U_{dec} + A \cdot e \cdot \left(\frac{R_v}{R_1 + R_v} - \frac{R_j}{R_2 + R_j} \right)$$

On ajuste R_v pour que $u_a - u_b$ s'annule sans déformation de la jauge (au repos). On a alors

$$(R_1 + R_v) \cdot R_{j0} = (R_2 + R_{j0}) \cdot R_v$$

En présence de contrainte sur la jauge, $R_j=R_{j0}+\Delta R$. On supposera que $R_1+R_v \approx R_2+R_j$, cette somme de résistance sera notée R_p par la suite. La relation précédente peut alors s'écrire

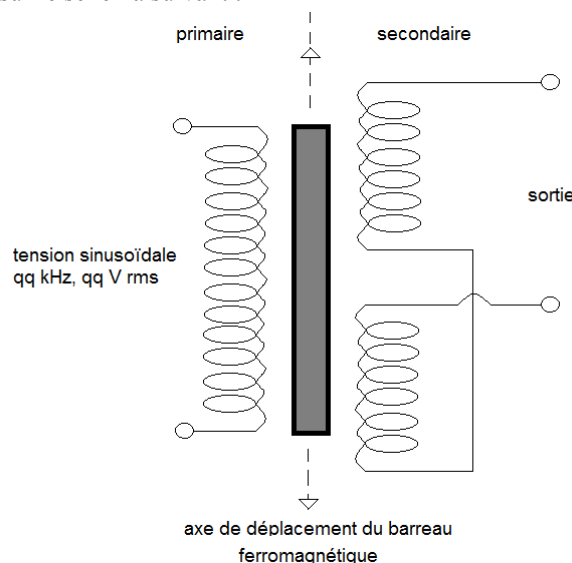
$$u_s = U_{dec} + A \cdot e \cdot \frac{R_1}{(R_1 + R_v) \cdot (R_1 + R_v)} \cdot \Delta R \approx U_{dec} + A \cdot e \cdot \frac{R_1}{R_p^2} \cdot \Delta R$$

On peut prendre une tension e continue d'une dizaine de volts continue ($30V$ max avec une alimentation $+15V/-15V$) ou alternative en vue d'une détection synchrone si nécessaire.

III. La mise en œuvre du LVDT.

• Principe.

Le LVDT fonction suivant le principe d'un transformateur dont le couplage primaire-secondaire est assuré par un barreau ferromagnétique coulissant. Le secondaire comporte deux bobinages distribués symétriquement par rapport à la spire centrale du primaire et branchés en opposition. Pour mieux comprendre le principe de base de ce capteur, on peut se baser sur le schéma suivant :



Lorsque le barreau ferromagnétique se déplace vers le haut, le couplage est meilleur entre le primaire et la partie haute du secondaire. Lorsque le barreau se déplace vers le bas, le couplage est meilleur entre le primaire et la partie basse du secondaire. Si le barreau est centré, les deux bobinages du secondaire produisent une tension

de même amplitude mais de signe opposés ce qui donne une tension nulle en sortie. Pour deux positions symétriques du barreau par rapport à la position centrée, on obtient en sortie des tensions de même amplitude, mais en opposition de phase. Le système que nous avons utilisé se présente sous la forme suivante :



Le signal récupéré peut alors être traité de différentes façons. Dans certains cas, on exploite directement la tension alternative de sortie. L'amplitude de sortie est pratiquement proportionnelle au déplacement du barreau par rapport à la position médiane et son sens de déplacement est donné par le signe du déphasage entre la tension primaire et la tension de sortie. Dans d'autres, cette sortie est mise en forme et transformée en une tension continue, mais quoi qu'il arrive, on récupère un signal qui est pratiquement proportionnel au déplacement du noyau ferromagnétique dans le cylindre sur lequel sont enroulés les bobinages.

- *Mise en œuvre sur la maquette.*

Avec un générateur Agilent 33220A, on applique une tension de $7V_{RMS}$ à 5kHz sur la borne BNC « in ». En sortie (« out »), on récupère une tension sinusoïdale dont la valeur est proportionnelle à l'écart de position du noyau magnétique du transformateur par rapport à la position centrale.

Le LVDT présente un gain de $60mV/V/mm$. La fréquence d'alimentation conseillée au primaire est de 5kHz. Pour une alimentation de $7V_{RMS}$ au primaire, on a par exemple $60 \times 7 mV$ soit 420mV de variation de la tension secondaire par mm de déplacement du noyau magnétique.