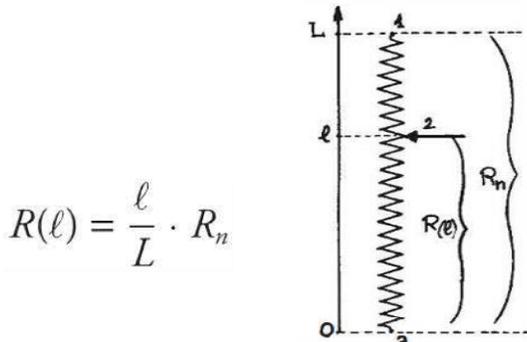


Chapitre 4. Les capteurs de position

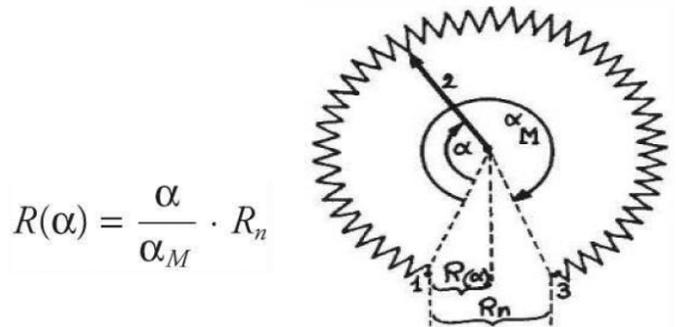
4.1. Potentiomètre résistif

Il s'agit d'un capteur dont la simplicité du principe conduit à des réalisations de coût modéré. Cependant, il est le siège de frottements internes qui affectent sa finesse, sont une source de bruit et la cause d'une usure qui entraîne la dégradation de ses performances. En outre, son fonctionnement peut être affecté par l'atmosphère ambiante (humidité, poussières).



$$R(l) = \frac{l}{L} \cdot R_n$$

Potentiomètre rectiligne
(déplacement rectiligne)



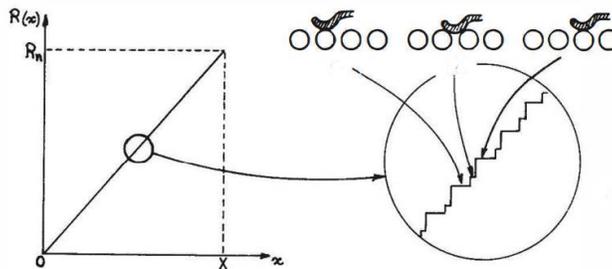
$$R(\alpha) = \frac{\alpha}{\alpha_M} \cdot R_n$$

Potentiomètre hélicoïdal
(déplacement angulaire)

Un potentiomètre est constitué d'une résistance fixe R_n sur laquelle peut se déplacer un contact électrique, le curseur. Celui-ci est solidaire mécaniquement de la pièce dont on veut traduire le déplacement ; il en est isolé électriquement.

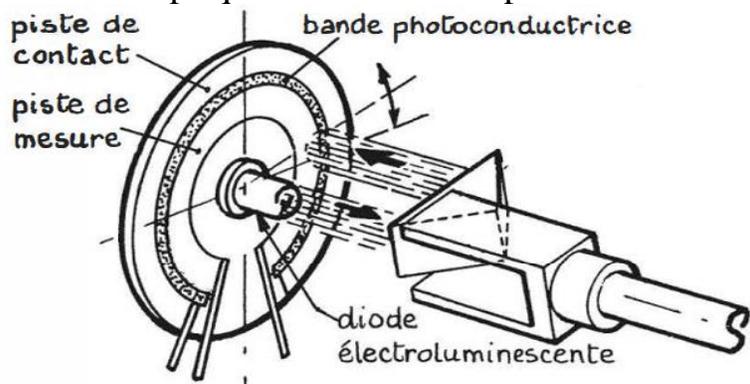
Dans le cas d'un potentiomètre bobiné comportant n spires, le curseur peut occuper $2n - 2$ positions électriquement distinctes :

- n positions où le contact est sur une seule spire,
- $n - 2$ positions où le contact est sur deux spires.



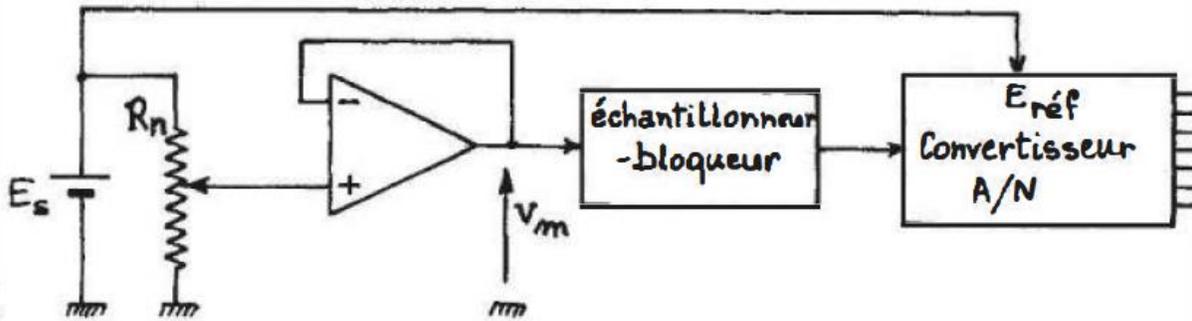
Potentiomètres sans curseur mécanique

Dans le potentiomètre angulaire à curseur optique, la piste résistive de mesure est séparée de la piste conductrice de contact par une fine bande photoconductrice (CdSe) sur laquelle un index lumineux se déplace en même temps que tourne l'axe du potentiomètre.



Montage de mesure :

La tension entre le curseur et une extrémité du potentiomètre doit être mesurée à l'aide d'un dispositif à grande impédance d'entrée: montage suiveur par exemple.



L'utilisation d'un convertisseur analogique-numérique qui a pour tension de référence la tension d'alimentation E_s du potentiomètre permet d'éliminer l'erreur ΔE_s . En effet, le nombre N en sortie du convertisseur, de résolution n bits, ayant pour valeur:

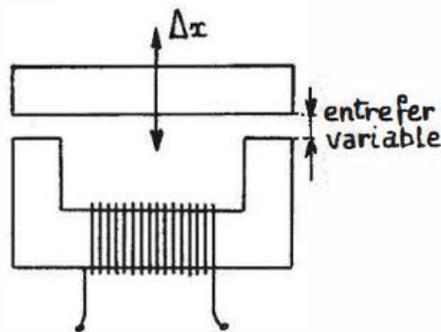
$$N = \frac{v_m}{E_{ref}} \cdot 2^n \quad \text{on a dans ce cas : } v_m = \frac{x}{X} \cdot E_s, \quad E_{ref} = E_s, \quad \text{d'où } N = \frac{x}{X} \cdot 2^n$$

4.2. Capteurs inductifs

Le déplacement que l'on veut traduire électriquement est imposé à l'un des éléments d'un circuit magnétique, entraînant une variation du flux dans un enroulement de mesure.

Circuit magnétique à entrefer variable

Le coefficient d'auto-induction L d'une bobine de N tours de fil s'exprime en fonction de la longueur moyenne d'une ligne de force dans l'air ℓ_0 .

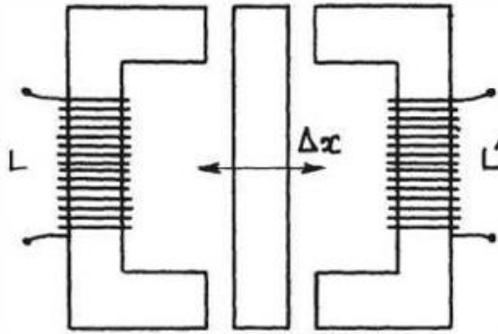


$$L = \frac{\mu_0 N^2 s}{\ell_0}$$

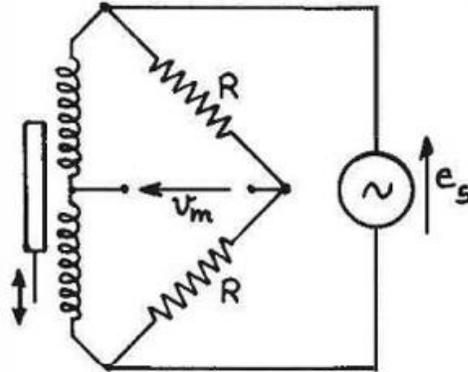
μ_0 étant la perméabilité magnétique et s la section du circuit.

La sensibilité dépend de la position initiale ℓ_0 de l'armature : elle est d'autant plus élevée que ℓ_0 est plus petit ; en outre, elle ne peut être considérée comme constante que si le déplacement est très petit par rapport à ℓ_0 . Ceci limite l'emploi de ce type de capteur à des déplacements faibles, de l'ordre du mm.

Sensibilité et linéarité sont améliorées si l'on associe à l'inductance précédente, un bobinage et un noyau identiques placés symétriquement par rapport à l'armature mobile et dont l'entrefer subit donc des variations opposées



Les deux inductances L et L' sont placées dans deux branches contiguës d'un pont.



$$v_m = \frac{e_s}{2} \cdot \frac{S \Delta m}{Z_{c0}}$$

S est la sensibilité au mesurande m.
 Δm correspond au déplacement Δx .
 Z_{c0} est l'impédance à l'équilibre.

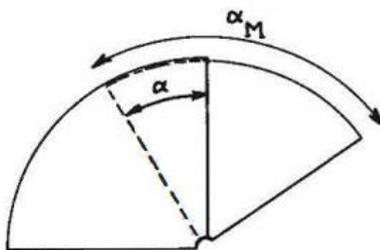
4.3. Capteurs capacitifs

Il s'agit soit de condensateurs plans soit de condensateurs cylindriques dont l'une des armatures subit le déplacement à traduire, entraînant une variation de la capacité.

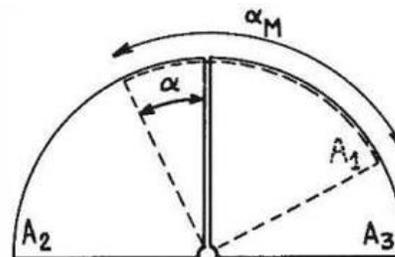
- pour le condensateur plan : $C = \frac{\epsilon_r \cdot \epsilon_0 \cdot A}{D}$,
- pour le condensateur cylindrique : $C = \frac{2\pi\epsilon_r \cdot \epsilon_0 \cdot \ell}{\text{Log} \frac{r_2}{r_1}}$

Le déplacement de l'armature peut s'effectuer :

- dans le cas d'un condensateur plan:
 - soit dans son propre plan : A variable, D constant,

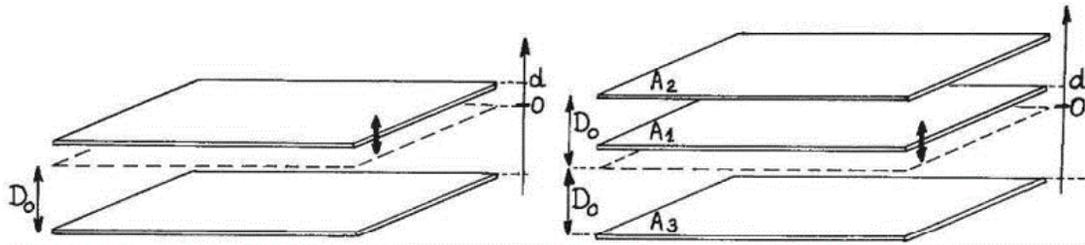


Condensateur simple rotatif.



Condensateur double différentiel rotatif.

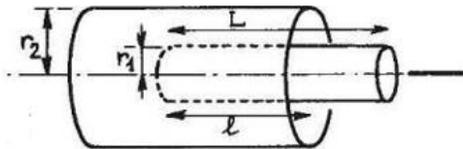
- soit perpendiculairement à son plan : A constant, D variable ;



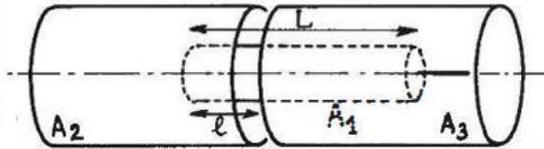
Condensateur à écartement variable:
condensateur simple.

Condensateur à écartement variable:
condensateur double différentiel.

- dans le cas d'un condensateur cylindrique: uniquement parallèlement à l'axe : ℓ variable.



Condensateur simple à déplacement
rectiligne



Condensateur double différentiel à
déplacement rectiligne