

Conversion de puissance électromécanique

Plan du cours

I Principe de la conversion de puissance

- I.1 Les rails de Laplace vus comme un moteur
- I.2 Les rails de Laplace vus comme un générateur
- I.3 Caractéristiques générales de la conversion électromécanique

II Modélisation d'un haut-parleur ... ou d'un micro

- II.1 Modélisation
- II.2 Mise en équation
- II.3 Bilan de puissance

III Convertisseurs en rotation dans un champ fixe

- III.1 Exemple de principe : modèle d'alternateur
- III.2 Machine à courant continu à entrefer plan (à rayons)
- III.3 Machine à courant continu à entrefer cylindrique (à spires)

IV Convertisseurs en rotation dans un champ tournant

- IV.1 Production d'un champ magnétique tournant
- IV.2 Machine synchrone
- IV.3 Machine asynchrone

Ce que vous devez savoir et savoir faire

Seuls deux exemples doivent pouvoir être traités de manière autonome : les rails de Laplace (modèle de système en translation) et la spire rectangulaire soumise à un champ magnétique extérieur uniforme et en rotation à vitesse angulaire constante autour d'un axe fixe orthogonal au champ magnétique (modèle de système en rotation). Le principe de fonctionnement d'un haut-parleur doit être connu qualitativement. Tous les autres systèmes doivent être décrits avec une précision suffisante.

- ▷ Analyser le fonctionnement d'une machine électromécanique réelle ou simplifiée à partir de sa description.
- ▷ Interpréter qualitativement les phénomènes observés, notamment en termes de f.é.m. induite, d'actions de Laplace et à partir de la loi de Lenz.
- ▷ Établir les équations électrique et mécanique en précisant les conventions de signe.
- ▷ Établir et interpréter un bilan de puissance ou d'énergie.
- ▷ Utiliser la relation entre la puissance des actions de Laplace et la puissance électrique induite.
- ▷ Décrire un dispositif permettant de produire un champ magnétique tournant.
- ▷ Connaître l'effet moteur d'un champ tournant.
- ▷ Expliquer l'origine des courants de Foucault et en connaître des exemples d'utilisation.
- ▷ Connaître des applications de la conversion électromécanique dans le domaine de l'industrie ou de la vie courante.

Questions de cours pour les colles

- ▷ Établir les équations électrique et mécanique des rails de Laplace utilisés comme un générateur ou comme un moteur. En déduire un bilan de puissance.
- ▷ Établir les équations électrique et mécanique de l'alternateur utilisé comme un générateur. En déduire un bilan de puissance.
- ▷ Expliquer qualitativement le fonctionnement d'une machine à courant continu à entrefer plan utilisée en moteur ou en générateur. La structure du moteur doit être rappelée par l'interrogateur.
- ▷ Présenter un dispositif permettant de produire un champ magnétique tournant.

Synthèse : analyses qualitatives

Les schémas présentés ci-dessous se veulent très généraux ... mais demandent donc d'être adaptés au cas par cas. Ils ont l'intérêt de mettre en évidence la réversibilité de la conversion électromécanique.

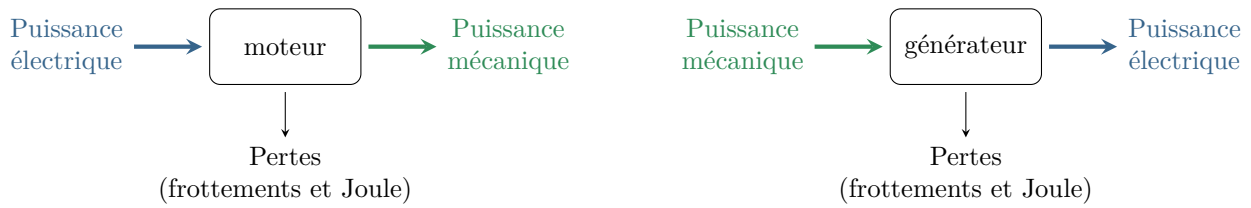


Figure 1 – Deux types de conversion. Un convertisseur électromécanique peut être utilisé comme un moteur ou comme un générateur. Seul change le sens de conversion d'énergie.

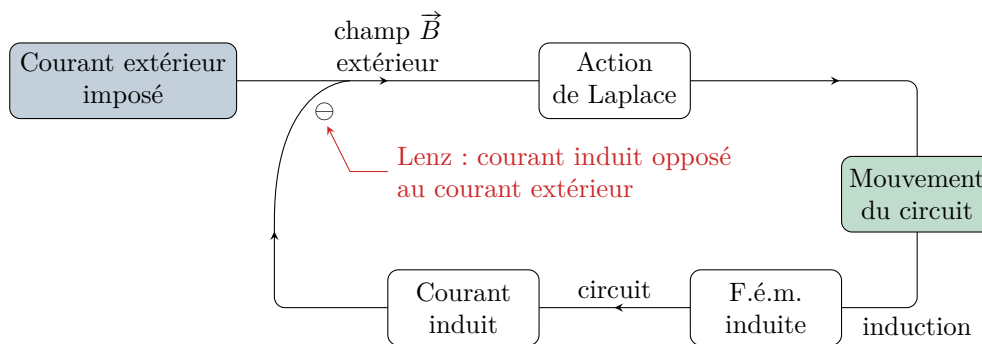


Figure 2 – Schéma de rétroaction d'un moteur. La grandeur fournie au convertisseur est un courant électrique, la grandeur récupérée est l'action mécanique permettant la mise en mouvement du circuit.

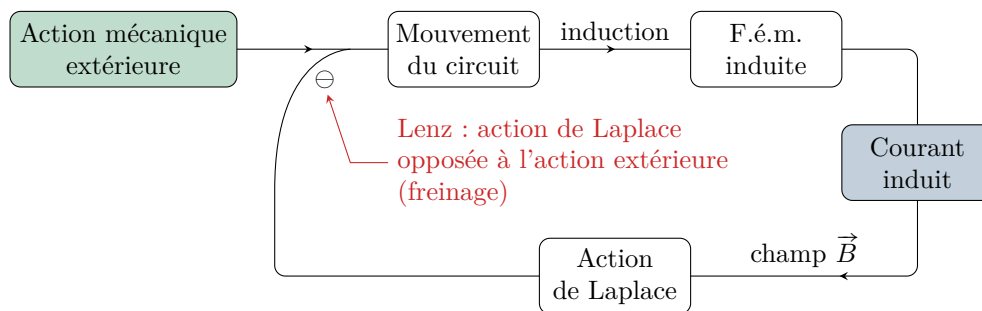


Figure 3 – Schéma de rétroaction d'un générateur. La grandeur fournie au convertisseur est l'action mécanique permettant la mise en mouvement du circuit, la grandeur récupérée est le courant électrique induit dans le circuit.

Document : Structure d'un haut-parleur électrodynamique

Un haut-parleur est composé d'un aimant permanent fixe, dont la géométrie permet de produire un champ magnétique radial de norme constante, $\vec{B} = B\vec{e}_r$, représenté par les flèches vertes en traits fins sur la figure 4. Une membrane est reliée mécaniquement à cet aimant par une suspension appelée le « spider », modélisée par un ressort de longueur à vide ℓ_0 et de raideur k . Un châssis mobile cylindrique portant un bobinage de longueur totale ℓ_{bob} (ℓ_{bob} tient compte à la fois du rayon du bobinage et du nombre de spires bobinées) peut se déplacer dans l'entrefer de l'aimant. Un générateur extérieur impose une tension de commande e_0 , et donc un courant i circule dans la bobine. La membrane est alors mise en mouvement sous l'effet des forces de Laplace, et crée une onde de pression : le son.

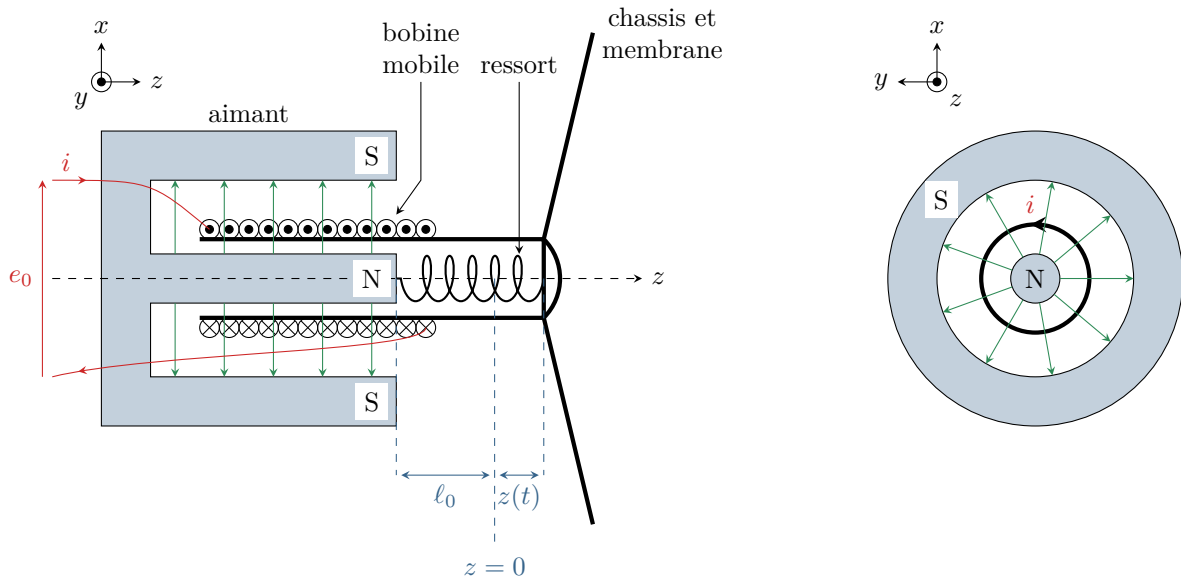


Figure 4 – Schéma de principe d'un haut-parleur électrodynamique. Vue en coupe et vue de face d'un haut-parleur simplifié.