

1 Dimensionnement de l'électroaimant et de la bobine mobile

Pour fabriquer notre haut-parleur, nous ne disposons pas d'aimant permanent. Nous avons donc dû créer un électroaimant à partir d'un matériau ferromagnétique qui nous a été fourni. Cette section présente dans un premier temps le dimensionnement de cet électroaimant, c'est-à-dire le nombre de spires choisi, la résistance totale de la bobine, son inductance, etc.

Nous calculerons ensuite, de manière expérimentale, la constante de raideur de la membrane de notre haut-parleur. A partir de cela et de l'écartement maximal par rapport à sa position d'origine, nous pourons calculer la force nécessaire pour déplacer la membrane, et par conséquent, le nombre de spires nécessaire sur la bobine mobile.

1.1 Fonctionnement et dimensionnement de la bobine fixe

Lorsqu'un courant traverse la bobine de cuivre, un champ magnétique est formé. Nous obtenons donc un électroaimant fixe générant le champ nécessaire au déplacement de la seconde bobine. C'est cette seconde bobine qui sera responsable du tremblement de la membrane.

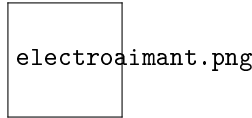


FIGURE 1 – Modélisation d'un électroaimant

Le nombre de spires de la bobine fixe, appelons-le N_1 , a été choisi arbitrairement de manière à produire un champ magnétique assez fort. Nous avons fixé ce nombre, selon les conseils de notre tuteur, à 400. Nous allons maintenant calculer les caractéristiques suivantes de notre électroaimant :

- Résistance totale de la bobine ;
- Champ magnétique induit ;
- Inductance.

Champ magnétique dans l'entrefer Calculons dans un premier temps le champ magnétique dans l'entrefer de 0.011 m en utilisant la conservation des flux. Pour ce calcul, nous utilisons l'hypothèse que tout le champ se trouve dans l'entrefer.

$$H_e \cdot e = N_1 I \Rightarrow \frac{B_e}{\mu_0 \mu_r} e = N_1 I$$

Pour $N_1 = 400$, l'entrefer $e = 0.011$ m, $\mu_r = 1.0000004$ la perméabilité magnétique de l'air et $I = 2.5$ A, on trouve alors :

$$B_e = 0.1142389 \text{ T}$$

Résistance totale de la bobine Pour calculer la résistance totale de la bobine, nous devons connaître la longueur totale de fil de cuivre utilisé. Pour cela nous utilisons la formule suivante :

$$L_{fil} = N_1 \cdot 2\pi r$$

Où $N_1 = 400$ est le nombre de spires de la bobine fixe, et r est le rayon des spires. Pour $r = 0.016$ m, on trouve :

$$L_{fil} = 40.3 \text{ m}$$

Il ne nous reste donc plus qu'à multiplier la longueur totale trouvée par la résistance linéique des fils de cuivre ($R_{lin} = 0.18 \Omega/\text{m}$) :

$$R = L_{fil} \cdot R_{lin} = 7.254 \Omega$$

Inductance de la bobine Une fois le champ magnétique induit connu, l'inductance dans la bobine peut être très facilement calculée par :

$$L = N_1 \frac{\phi_B}{I}$$

Dans cette formule, il ne nous reste plus qu'à calculer $\phi_B = B \cdot A$ où $A = ab$ est l'aire d'une spire. On trouve alors :

$$L = 0.01475 \text{ H}$$

Tableau récapitulatif

N_1	B_e	R	L	L_{fil}
400	0.1142389 T	7.254 Ω	0.01475 H	40.3 m

1.2 Calcul de la constante de raideur de la membrane

Avant de pouvoir déterminer le nombre de spires de la bobine mouvante, nous avons dû déterminer expérimentalement la constante de raideur de notre papier pour faire la membrane. Notre procédure a été la suivante : nous avons suspendu notre membrane, pour ensuite déposer un poids dessus, et finalement mesurer l'élongation du matériau. Nous obtenons ainsi une constante de raideur d'à peu près 80 N/m.

1.3 Fonctionnement et dimensionnement de la bobine mobile

Calcul du nombre de spires Etant donné que nous disposons d'un amplificateur qui, selon la datasheet, a une puissance de sortie de 2.5 W, et que la tension de sortie est de 15 V, nous pouvons trouver le courant maximal passant dans la bobine mobile :

$$I = \frac{P}{V} = 0.1667 \text{ A}$$

En fonction de la constante de raideur de la membrane trouvée dans la sous-section précédente et de l'écartement maximal de la membrane par rapport à sa position d'origine (fixé à $d = 0.003 \text{ m}$), nous sommes en mesure de trouver la longueur du fil de la bobine :

$$IL_{fil}B = kx$$

$$L_{fil} = \frac{kx}{IB} = 12.6 \text{ m}$$

Le fil à notre disposition au laboratoire a un encombrement de $25.8 \frac{\text{spires}}{\text{cm}}$. Nous obtenons donc une relation entre N_2 , le nombre de spires, et L_{bobine} , la longueur de la bobine :

$$25.8 = \frac{N_2}{L_{bobine}}$$

En fixant le rayon à 1.7 mm , nous pouvons déterminer N_2 ainsi que la longueur de la bobine :

$$L_{fil} = N_2 \cdot 2\pi r$$

$$N_2 = \frac{L_{fil}}{2\pi r} = 118$$

Calcul de la résistance totale de la bobine mobile Pour calculer la résistance totale de la bobine, il ne nous reste plus qu'à multiplier la longueur de fil trouvée précédemment par la résistance linéique du fil de cuivre ($R_{lin} = 2.38 \Omega/\text{m}$) :

$$R = L_{fil} \cdot R_{lin} = 2.38 \Omega$$

Calcul de l'inductance de la bobine mobile Une fois le champ magnétique induit connu, l'inductance dans la bobine peut être très facilement calculée par :

$$L = N_2 \frac{\phi_B}{I} = 0.0734 \text{ H}$$

Tableau récapitulatif

N_2	I	R	L
118	0.1667 A	2.38 Ω	0.0734 H

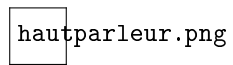


FIGURE 2 – Vue d'ensemble avec la seconde bobine