

# Dimensionnement Bobine

## Description du modèle :

Le modèle décrit ci-après est tiré de [1] par M. Jean Bignon, ORCID : 0000-0002-6112-6913

### Nomenclature :

- $a$  le diamètre moyen de la bobine en  $m$
- $b$  la longueur de la bobine en  $m$
- $c$  l'épaisseur de la bobine en  $m$
- $I$  l'intensité efficace du courant dans la bobine en  $A$
- $L$  l'inductance de la bobine en  $H$
- $M$  la masse de la bobine en  $kg$
- $mv_{cu}$  la masse volumique du cuivre en  $kg.m^{-3}$
- $n$  le nombre de spires de la bobine (sans unité)
- $P_J$  les pertes Joule en  $W$
- $W_{mag}$  l'énergie magnétique de la bobine en  $J$
  
- $\delta$  la densité efficace de courant dans la bobine en  $A.m^{-2}$
- $\rho_{cu}$  la résistivité électrique du cuivre en  $\Omega.m$

### Equations :

- $L = \frac{50.8 \cdot 10^{-9} \cdot a^2 \cdot n^2}{3 \cdot a + 9 \cdot b + 10 \cdot c}$
- $P_J = \rho_{cu} \cdot \delta^2 \cdot \pi \cdot a \cdot b \cdot c$
- $I = \delta \cdot \frac{b \cdot c}{n}$
- $W_{mag} = \frac{1}{2} \cdot L \cdot I^2$
- $M = mv_{cu} \cdot \pi \cdot a \cdot b \cdot c$

## Cahier des Charges :

Dans cet exemple, on fixe  $L$  à  $10^{-3}$  ainsi que  $mv_{cu}$  et  $\rho_{cu}$  (en fait fixés par le choix du cuivre comme matériaux) et on cherche à minimiser  $M$  en respectant les contraintes détaillées ci-après.

Variables de Décision				
Paramètre	Valeur min	Valeur max	Valeur initiale	Unité
$a$	0.1	0.5	0.3	$m$
$b$	0.1	1	0.5	$m$
$c$	0.005	0.1	0.01	$m$
$mv_{cu}$	8800			$kg.m^{-3}$
$n$	10	5000	1000	/
$\delta$	$10^5$	$10^7$	$10^6$	$A.m^{-2}$
$\rho_{cu}$	$1.724 * 10^{-8}$			$\Omega.m$

Sorties			
Paramètre	Type	Valeur	Unité
$I$	<i>Libre</i>	—	$A$
$L$	<i>Fixe</i>	$10^{-3}$	$H$
$M$	<i>Objectif</i>	[20; 100]	$kg$
$P_j$	<i>Contraintparintervalle</i>	[70; 90]	$W$
$W_{mag}$	<i>Libre</i>	—	$J$

Fonction Objectif :

$$f_{obj}(V) = M(V) = mv_{cu} * \pi * a * b * c$$

Test de Fiabilité :

Afin de vérifier la validité du modèle proposé, il convient de tester ce dernier avec plusieurs sets de valeurs. Vous trouverez ci-après un ensemble de valeurs d'entrée et les résultats attendus sur la base des valeurs de [1].

Numéro du set	Set 1	Set 2
$a$	0.1000	0.2999
$b$	0.9997	0.5001
$c$	0.007233	0.0999
$n$	4294	1000
$\delta$	$1428 * 10^3$	$1e6$
$I$	2.405	4.996
$L$	$1e - 3$	0.0008306
$M$	20	41.42
$P_j$	79.91	81.15
$W_{mag}$	0.002892	0.01037

## Références

- [1] J. Bignon and C. Espanet, “Dimensionnement d’une bobine pas à pas.” <https://gitlab.univ-nantes.fr/chenouard-r/optimizationbenchmarklibrary/-/tree/main/Mod%C3%A8les/Bobine/Refs/docs>.