

# Dimensionnement de la magnétisatrice

## Bobine envisagée :

- ◆ diamètre = 20 cm
- ◆ hauteur = 10 cm
- ◆ section du fil = 5mm<sup>2</sup> , 2 fils de 2,5mm<sup>2</sup> monobrin isolé plastique
- ◆ diamètre du fil = 3.3 mm
- ◆ Longueur d'une spire = 63 cm

Sur la hauteur rentrent 30 spires jointives, 4 couches pour 120 spires.  
120 spires c'est 80 mètres de fil pour une résistance de 0.29 Ω .

## Condensateurs envisagés :

Possédant une cinquantaine de chimiques 220μF 385V le condensateur sera constitué de 48 condensateurs. Cablés par paires en série pour faire 24 condensateurs de 110μF 770V puis groupés en 3 lignes de 8 paires pour une capacité totale de 2.64mF et 780J.

## Champ magnétique :

Le champ coercitif de l'Alnico 5 fait entre 50 kA/m et 60 kA/m.  
Certains fabricants recommandent de magnétiser avec un champ compris entre 4 et 5 fois le champ coercitif, 240 kA/m au minimum.

Calcul du champ :

$$B = \mu_0 \times \frac{N}{2a} \times \frac{a}{\sqrt{a^2 + R^2}} \times I$$

Avec :

$$\mu_0 = 4 \pi \times 10^{-7} \text{ H/m}$$

N = nombre de spires

2a = longueur du bobinage

R = rayon du bobinage

## Inductance de la bobine :

L'inductance de la bobine seule, sans corps magnétique à l'intérieur c'est :

$$L = \mu_0 \frac{N^2 A}{l}$$

N = nb de spires

A = section de la bobine

l = longueur de la bobine

Avec les valeurs précédentes L = 5.7mH

Le di/dt max sera alors de 100kA/S , 0.1A/μS . Gérable par un thyristor sans trop de précautions.

En début de décharge l'inductance sera plus élevée à cause de la présence de matériaux magnétiques dans la bobine jusqu'à ce que le courant soit suffisamment intense pour saturer les matériaux magnétiques , elle reprendra alors cette valeur.

## Détermination du nombre de spires optimum :

Le but est de maximiser le produit N x l . C'est lui qui crée le champ magnétique.

L'énergie contenue dans le condensateur est transféré dans la bobine

$$\frac{1}{2} LI^2 = \frac{1}{2} CV^2$$

$$I = \sqrt{\frac{CV^2}{L}}$$

En posant  $L = N^2 Al$  pour faire apparaître le nombre de spires dans l'équation :

$$I = \sqrt{\frac{CV^2}{N^2 Al}} = \frac{V}{N} \sqrt{\frac{C}{Al}}$$

Et

$$N \times I = V \sqrt{\frac{C}{Al}}$$

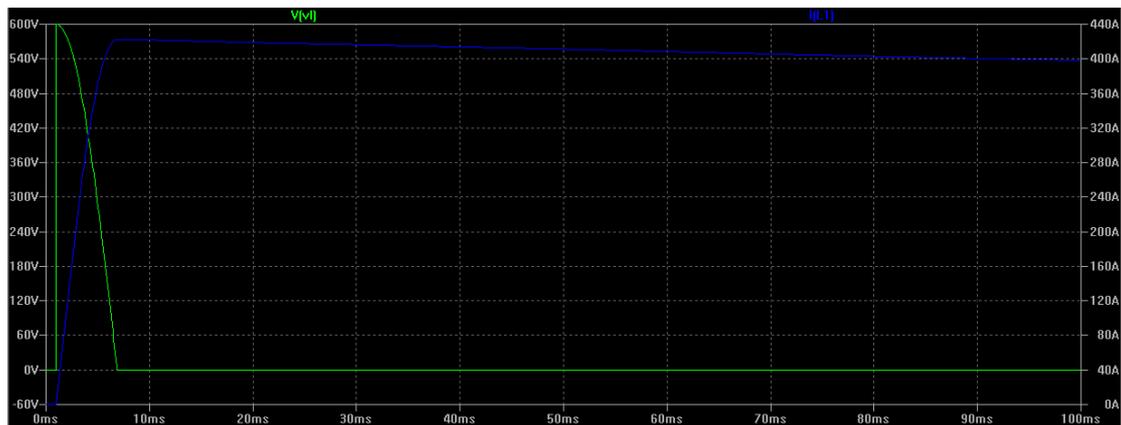
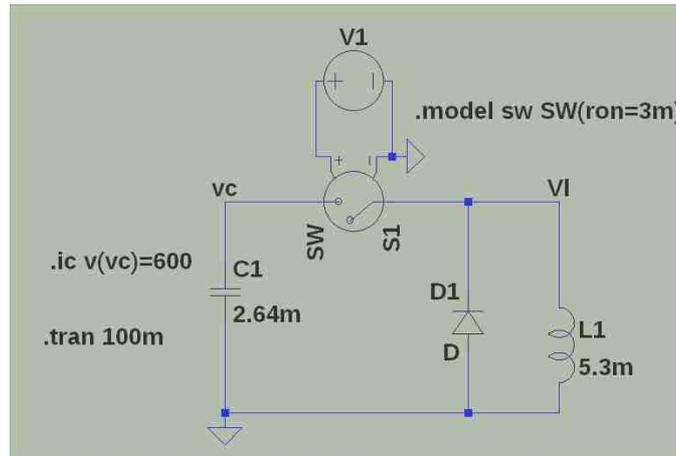
Donc N et l sont liés, pas d'optimum possible.

## Calcul du courant maxi :

Avec V = 600V, C = 2.64mF, L = 5.3mH, Al = 368pH :

$$I = \frac{V}{N} \sqrt{\frac{C}{Al}} = 423 A$$

Vérification par simulation, courant dans la self et tension à ses bornes :



La concordance entre calculs et simulation est correcte.

Cette analyse ne prend pas en compte la résistance de la bobine.

Une autre approche est de dire que c'est un circuit oscillant RLC classique et bien connu :

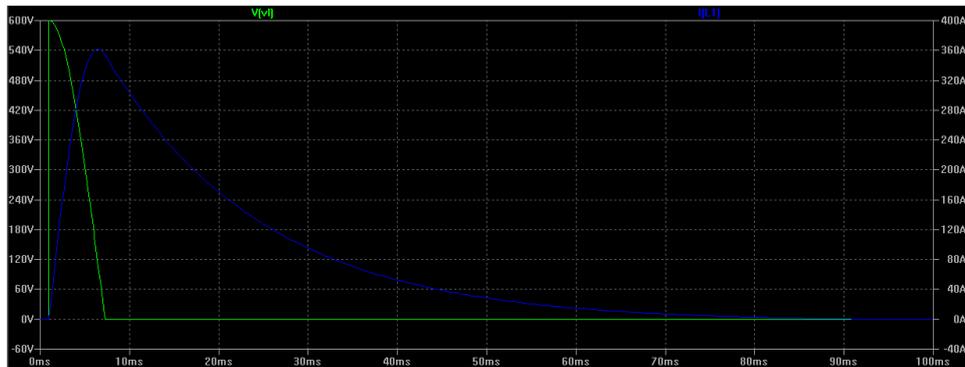
$$F_r = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}} \quad \text{pour la fréquence de résonance}$$

$$Z_c = \sqrt{\frac{L}{C}} \quad \text{pour l'impédance caractéristique}$$

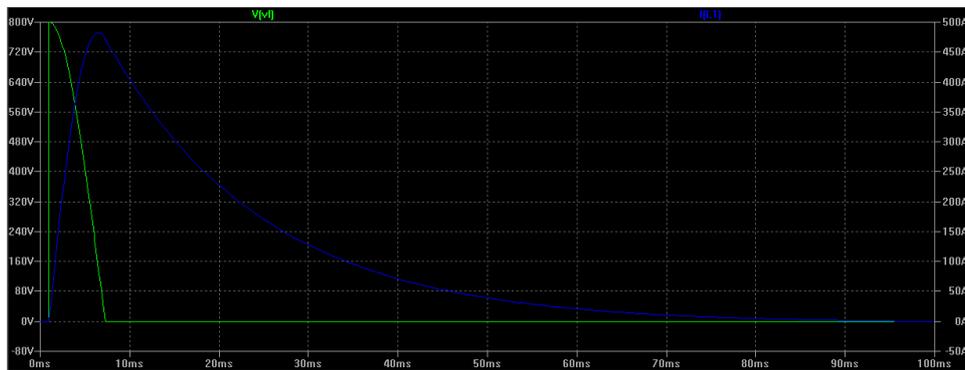
En ajoutant la résistance ohmique de la bobine à  $Z_c$  on peut calculer le courant maxi plus précisément, avec les valeurs précédentes  $I_{max} = 350A$  pour 600V et 470A pour 800V

Le champ maxi sera donc de 187kA/m pour 600V et 252kA/m pour 800V  
Donc il faut viser 800V ou/et mettre plus de condensateurs.

Vérification au simulateur pour 600V :



Le simulateur donne  $I_{max} = 360A$  pour  $350A$  calculés. Origine de la différence inconnue mais elle n'est pas très importante.



Sous 800V le simulateur donne  $I_{max} = 480A$  pour  $470A$  calculés.

En conclusion provisoire,  $2640\mu F$  sous 800V est le minimum pour générer les  $240kA/m$  avec cette bobine...