

Transformateur

Lorsque deux bobines sont montées sur un noyau de fer doux fermé, elles sont appelées bobines primaire et secondaire. La bobine primaire est normalement alimentée en courant alternatif sinusoïdal avec une fréquence de 50 Hz. Cependant, si le transformateur doit fonctionner en courant continu, un certain nombre de difficultés surgissent : Bien entendu, le courant continu peut être transformé en courant alternatif sinusoïdal. Cependant, cela nécessite une grande quantité de circuits, ce qui entraîne des pertes de commutation.

Le circuit de la bobine primaire peut également être simplement enclenché et interrompu, comme ça un champ magnétique s'établit et disparaît. Les pertes de commutation restent faibles, mais les pertes thermiques (selon la fréquence appliquée) peuvent prédominer.

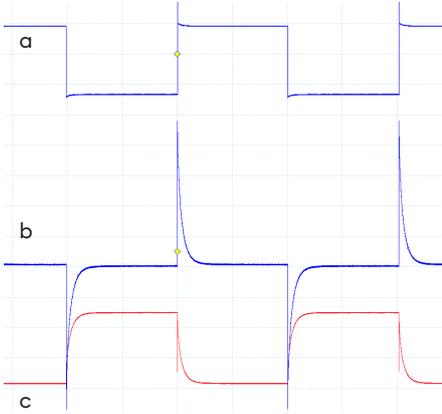


Fig. 1 : La bobine primaire est alimentée par un signal carré (a). Bleu : tension (b), rouge : courant (c)

Etant donné que le champ magnétique dépend uniquement du courant, du nombre de spires et du noyau de fer, la tension primaire appliquée ne joue qu'un faible rôle. En conséquence, les deux courbes bleues de la fig. 1 sont moins importantes que la courbe de courant rouge. Avec cela, on peut voir que la fréquence est trop basse, car la bobine a déjà atteint sa saturation à mi-parcours du temps de magnétisation et l'énergie

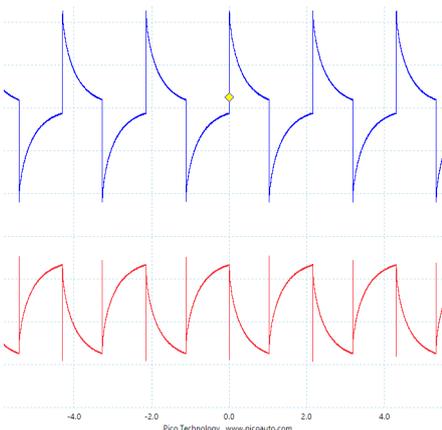


Fig. 2 : Courbes de tension (bleu) et de courant (rouge) dans la bobine primaire avec des signaux d'onde carrée d'entrée de près de 500 Hz.

supplémentaire est convertie en énergie thermique par la résistance ohmique de la bobine.

Pour cette raison, la fréquence a été augmentée à environ 500 Hz. La fig. 2 montre que la courbe de courant rouge n'atteint plus la plage de saturation horizontale, ce qui signifie que le champ magnétique s'effondre dans une zone optimale. Le champ magnétique change constamment, de sorte que l'induction dans la bobine secondaire est permanente.

Les fréquences dans les véhicules hybrides ou électriques peuvent certainement se situer dans la plage > 100 kHz. De ce fait, le courant primaire sera en dents de scie ou triangulaire et non plus carré (Fig. 3). Selon Vitesco Technologies, ces fréquences de commutation élevées nécessitent des transformateurs spéciaux, car sinon les oscillations parasites pourraient devenir trop importantes. Une possibilité est une structure matricielle de nombreux petits transformateurs connectés en parallèle. Ceux-ci conduisent à des oscillations nettement inférieures.

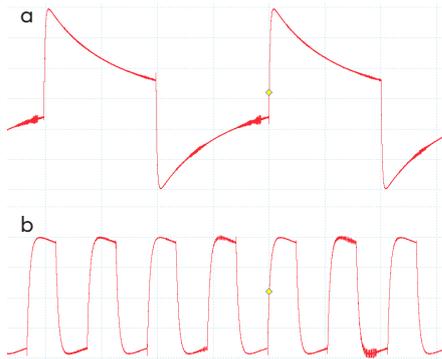


Fig. 4 : Courbe de courant dans la bobine secondaire avec alimentation de signaux rectangulaires de 50 Hz (a) ou 500 Hz (b).

Côté secondaire

Du côté secondaire, le courant ressemble à celui illustré à la fig. 4. A 50 Hz (a), la bobine primaire atteint la saturation, donc l'induction souffre du manque de changement de champ (vitesse) ainsi la tension d'induction et le courant secondaire s'effondrent proportionnellement. Un signal carré est déjà visible sur l'oscilloscope à 500 Hz (Fig. 4b).

Régulation

Comme pour le régulateur de tension d'un alternateur, le convertisseur DC-DC de la voiture doit également être régulé de manière à ce que la tension soit toujours comprise entre 12 et 14 V sous différentes exigences de charge. Si le transformateur est alimenté avec une onde carrée, cette régulation peut être effectuée au moyen d'une alimentation en signal modulé en largeur d'impulsion, ce qui est relativement simple en termes de commande.

Si la fréquence est suffisamment élevée, le

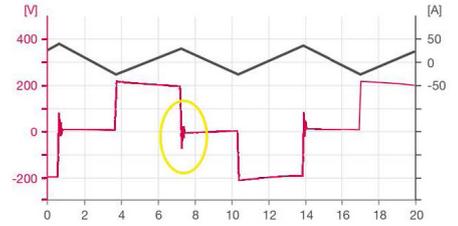


Fig. 3 : La fréquence d'entrée à onde carrée élevée conduit à un courant triangulaire dans la bobine primaire, ce qui entraîne des signaux de tension et de courant à onde carrée du côté secondaire.

Le courant primaire sera en forme de dents de scie comme illustré à la fig. 4, ou en forme de triangle si la fréquence est encore plus élevée. En raison de la modulation de largeur d'impulsion, c'est-à-dire de l'activation plus ou moins longue du signal dans la période, le courant fourni et donc le champ magnétique dans la bobine primaire augmentent. La fig. 5 montre deux taux d'échantillonnage différents pour la basse fréquence. Etant donné que la fréquence de l'inductance est relativement faible, le courant dans cet exemple atteint la saturation même à la faible fréquence d'échantillonnage.

Du côté secondaire, les diagrammes de courant et de tension ressembleront à la fig. 4b si la charge est constituée d'une résistance ohmique. Avec un taux d'échantillonnage plus élevé, la partie haute sera plus

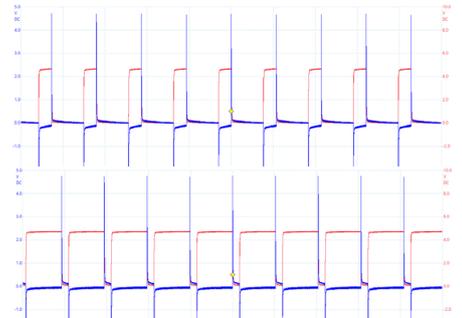


Fig. 5 : Courbes de courant et de tension dans la bobine primaire pour des signaux rectangulaires alimentés avec différentes fréquences d'échantillonnage.

longue et avec un taux d'échantillonnage plus faible, elle sera à nouveau plus petite. Le niveau de la tension s'ajuste en fonction de la résistance dans le circuit secondaire. Le circuit de commande des véhicules électriques comprend un circuit de commande de courant à grande vitesse, qui peut affecter directement le signal PWM du côté primaire.

Une boucle de régulation lente intégrée dans le circuit de commande permet de surveiller la tension de bord (réseau 12 V).

De cette manière, la conversion de tension continue peut également être réalisée avec un système de transformateur. Côté circuit, l'effort est gérable et côté sécurité, le passage par le magnétisme est assurément une solution intéressante. L'isolation galvanique de la tension primaire de la tension secondaire permet l'omission de circuits électroniques de sécurité complexes.