

Le Livre blanc des inducteurs

Version allégée

Possibilité d'obtenir la version complète du « livre blanc des inducteurs »

Demander les conditions pour vous procurer le cours complet



Formation pratique et théorique

Hervé Michalet

Sommaire

Le Livre blanc des inducteurs

Sommaire

Préambule

Introduction

Théorie

Règles de bases

Règle 1

Règle 2

Règle 3

Règle 4

Types d'inducteurs

Refroidissement des inducteurs

Applications concrètes vidéo

Vidéo n°1

Vidéo n°1

Applications concrètes statiques

Photo n°1

Photo n°2

Sites Internet

Générateurs et inducteurs

L'induction et les applications

Les utilisateurs de l'induction

L'auteur

Entreprises partenaires

Préambule

Ce fascicule a pour but de familiariser les utilisateurs de l'induction à cette technique qui relève du domaine de l'électronique, tout en restant assez pratique et concret afin de permettre au profane une compréhension de cette discipline en évitant les formules mathématiques complexes.

La plus grande partie de ce cours est réservée à la réalisation pratique, de manière à donner des exemples de solutions concrètes pour les applications industrielles inductives.

La réalisation pratique d'inducteurs en fonction des applications de chauffe par induction constitue la principale partie de ce fascicule.

Le but est de rester en contact avec la réalité industrielle afin que l'utilisateur soit à même de réaliser assez facilement le type d'inducteur dont il a besoin.

Bien entendu ce cours ne prétend pas résoudre tous les problèmes d'adaptation des inducteurs pour une chauffe optimale, car il y aura des cas particuliers qui demanderont une étude très approfondie pour obtenir l'inducteur adéquat.

Néanmoins ce fascicule a le mérite d'apporter une connaissance suffisante pour résoudre la fabrication des inducteurs dans beaucoup de cas, et aussi celui de vulgariser la technique de l'induction pour une approche relativement aisée de la chauffe par courant magnétique, pour un profane.

Ce cours ne peut en aucun cas être dispensé sans l'autorisation de l'auteur

Bonne lecture !

Introduction

En dépit du fait que le chauffage par induction est maintenant utilisé dans l'industrie, il existe encore un certain mystère concernant la réalisation des inducteurs. En pratique, le fait de réaliser un inducteur capable de donner des résultats théoriques optimum peut demander beaucoup de temps et de patience ; il est relativement facile d'en fabriquer un qui donnera des résultats satisfaisants pourvu que l'on tienne compte de certains principes de base. Pour un utilisateur, qui, par exemple, brasait une pièce donnée en quatre minutes par les méthodes conventionnelles, un inducteur permettant de réaliser la même opération en 45 secondes le satisfera pleinement alors que la bobine théoriquement parfaite permettrait d'abaisser le temps à 35 secondes pour la même opération.

Dans certain cas, toutefois, des soins méticuleux sont pris pour la réalisation des inducteurs, particulièrement quand on veut obtenir une cadence de production alors que l'on ne dispose que d'une puissance limitée, par exemple quand on utilise un générateur déjà installé pour d'autres travaux. L'essentiel est que les inducteurs puissent être fabriqués sans difficultés excessives et donnent des résultats satisfaisants dans la majorité des cas.

Théorie

Afin de bien comprendre la forme et le fonctionnement des inducteurs, il est nécessaire d'avoir quelques connaissances de la théorie de base du chauffage par induction.

Si un conducteur électrique est parcouru par un courant, il sera entouré par des lignes de flux magnétique comme il est montré dans la figure 1 (A).

Ces lignes de flux sont invisibles, mais leur présence peut être montrée en faisant traverser par le conducteur une feuille de carton sur laquelle on aura répandu de la limaille de fer.

Quand le courant passe dans le conducteur, la limaille s'oriente en forme d'anneaux concentriques autour du conducteur. Si le conducteur est réalisé sous forme de bobine, les lignes de flux magnétique entoureront celle-ci comme il est montré dans la figure 1 (B). Du fait que les courants dans le conducteur tendent à suivre le chemin le plus court possible, on aura une concentration de courant à l'intérieur de la bobine, le résultat étant que le champ magnétique sera notablement plus fort à l'intérieur de la bobine qu'à l'extérieur. Si un barreau de fer est alors placé à l'intérieur de l'inducteur, ainsi qu'il est montré figure 1 (C), les lignes de flux se refermeront à la surface du barreau et produiront un courant dans ce barreau d'après la loi de l'induction électromagnétique.

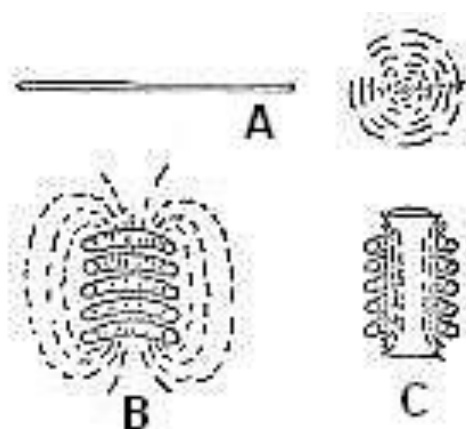


Fig. 1. – Lignes de flux (A) entourant un conducteur (B) entourant une bobine (C) coupant la surface d'une pièce.

Ainsi que nous l'avons déjà signalé, la particularité des courants Haute Fréquence est de se concentrer sur les couches extérieures des conducteurs (effet de peau). Plus la fréquence s'accroît, plus la profondeur de la couche traversée par le courant décroît. Dans un conducteur parcouru par un courant de Fréquence 50 cycles/seconde soit 50Hz, celui-ci est également réparti dans toute sa section. Si le même conducteur est parcouru par un courant à la Fréquence de un mégacycle/seconde soit 1Mhz la densité de courant sur les couches extérieures sera considérablement plus grande qu'au centre du conducteur.

Les courants induits circulant à la surface du barreau de fer ou des pièces introduites dans l'inducteur doivent vaincre la résistance électrique de ceux-ci et l'énergie dépensée pour vaincre cette résistance se retrouve sous forme de chaleur. De ce fait, l'élévation de température produite par chauffage par induction est analogue à celle produite par le chauffage par résistance. Si la pièce traitée est d'un métal de résistance électrique élevée, il faudra une dépense d'énergie d'autant plus grande pour que les courants induits puissent circuler et l'élévation de température sera d'autant plus importante. Les métaux tels que l'acier, qui ont une résistance spécifique élevée, s'échaufferont donc beaucoup plus rapidement que le cuivre par exemple, dont la résistance est particulièrement faible.

L'importance de l'échauffement dépend également de la densité du courant traversant la pièce traitée et puisque cette densité est fonction de la concentration du champ magnétique, il s'ensuit que le chauffage sera d'autant plus rapide que la pièce à traiter sera au plus près de l'inducteur. On appelle « couplage » l'écartement entre l'inducteur et la pièce traitée. On utilise un « couplage serré » quand on désire un chauffage rapide.

Puisque le chauffage est provoqué par les courants induits dans la pièce, ceux-ci étant eux-mêmes engendrés par le champ électromagnétique entourant l'inducteur, l'élévation de température se produit seulement dans les parties de la pièce traitée adjacentes aux spires de l'inducteur. Certaines règles de base concernant la réalisation des inducteurs peuvent être développées et si ces règles sont respectées, on rencontrera peu de difficultés dans la construction des bobines de travail ou inducteurs.

Règles de bases

Règle 1

Le chauffage se produit seulement au voisinage des spires de l'inducteur. De ce fait, l'inducteur sera couplé uniquement avec la partie de la pièce que l'on veut traiter. Ceci est illustré figure 4.

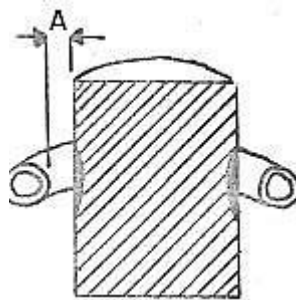


Fig. 4. – Profil de trempe pour un inducteur mono spire. La zone chauffée représentée en noir sur la figure se produit seulement sur la portée adjacente à l'inducteur.

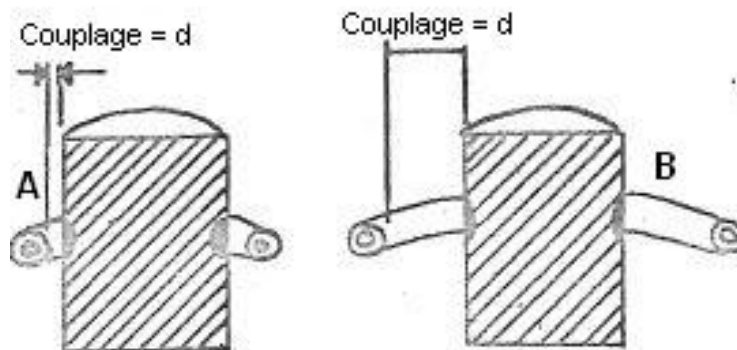


Fig. 5. – Effet du couplage. (A) couplage serré pour chauffage rapide ; (B) couplage lâche pour chauffage lent. La densité du flux à la surface de la pièce est proportionnelle à la valeur du couplage.

Règle 2

Le chauffage sera d'autant plus rapide que les spires de l'inducteur seront voisines de la pièce à traiter. Il est possible de ce fait de modifier l'élévation de température en modifiant le couplage. L'inducteur ne doit pas entrer en contact avec la pièce traitée. Les effets du couplage sont représentés figure 5.

L'auteur

Hervé Michalet a plusieurs spécialités. Il est électronicien entre autre et il maîtrise plusieurs disciplines dont l'induction, la chauffe par Effet Joules, le brasage et soudage des métaux dont le titane, traitement thermique et autres applications inductives.

Il est à l'origine de l'étude et de la fabrication de générateurs pour le brasage et soudage du titane. Beaucoup de générateurs ont été réalisés pour l'élaboration des lunettes en titane ainsi que pour la haute technologie de l'aéronautique comme les capteurs titane montés sur les moteurs d'avion de Boeing, Airbus et Ariane.

Il possède aussi une solide expérience des applications inductives dans de nombreux secteurs de l'industrie.

Il est consultant auprès de la société allemande Himmelwerk qui est leader dans la fabrication des générateurs pour la chauffe industrielle par induction.

Hervé Michalet est passé plusieurs fois sur les ondes de France Info dans l'émission partenaire d'entreprise, pour présenter ses générateurs destinés au brasage et soudage du titane.

Hervé Michalet a aussi réalisé un cours sur la technique par pertes diélectriques pour chauffer les non ferreux comme la bakélite, plastique, bois, colle.....etc.

Hervé Michalet possède un numéro d'agrément délivré par la préfecture de Besançon pour dispenser des cours dans le cadre de la formation professionnelle .

Vous pouvez joindre l'auteur à l'adresse suivante : info@himmel-france.com

Entreprises partenaires

Sous certaines conditions, nous pouvons publier sur cette page les compétences de votre entreprise afin de mieux faire connaître cette dernière auprès de nos lecteurs.

N'hésitez pas à consulter à l'adresse : info@himmel-france.com pour obtenir les informations nécessaires à cette publication éventuelle.