

Chauffage par induction

- Electrothermie industrielle -

1. INFORMATIONS PRATIQUES

- ◆ **PUBLIC CONCERNE** : Chefs d'entreprise, Responsables sécurité, Membres du CHSCT, Ingénieurs et Techniciens des méthodes et de la qualité, Agent de production
- ◆ **DUREE** : 2 jours
- ◆ **FRAIS D'INSCRIPTION — Tarif 2018** :
 - ◇ Intra-entreprise : Selon tarif en cours - €HT / session, maxi 4 stagiaires
: + 150 €HT / stagiaire supplémentaire, maxi 4 stagiaires supplémentaires
Frais de déplacement en sus. Support de stage inclus.
 - ◇ Inter-entreprises : Selon tarif en cours—€HT / stagiaire
: Selon tarif en cours— €HT / stagiaire supplémentaire
Support de stage et déjeuner inclus

2. OBJECTIFS

- ◆ Acquisition des principes fondamentaux du chauffage par induction et du fonctionnement d'une installation.
- ◆ Acquisition des principes de base du traitement thermique
- ◆ Appréhender la directive européenne 2013/35/UE concernant l'exposition des travailleurs aux champs EM.

2. PRE-REQUIS

- ◆ Connaissance de base en électricité

3. OUTILS PEDAGOGIQUES

- ◆ Présentation sur support PowerPoint.
- ◆ Le support de stage sera remis aux stagiaires dès le début de la formation.
- ◆ Les **logiciels de calcul** seront remis aux stagiaires :
 - ◇ **Induction** : Fréquence minimale sur process ; Profondeur des courants induits ; Puissance HF nécessaire ; Self inducteur et self de ligne.
 - ◇ **Traitement thermique** : Points de transformation métallurgique ; Dureté envisageable en fonction des éléments d'addition ; Paramètres process pour une trempe HF au défilé ; Puissance de chauffe, fréquence, refroidissement, points de transformation, structure métallographique en fonction de la température.

4. PROGRAMME

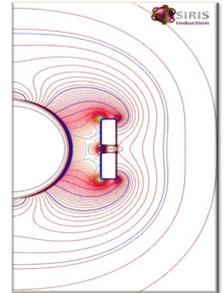
- ◆ **Introduction**
 - ◇ Présentation du programme.
 - ◇ Rappel des grandeurs physiques principales utilisées en électromagnétisme.
 - ◇ Définition générale des termes utilisés.
- ◆ **Les avantages du chauffage par induction**
- ◆ **Les différents types de générateur à induction**

◆ Les composants d'une installation

- ◇ Générateur : redresseur, onduleur.
- ◇ Coffret HF : les branchements (série/parallèle) et signaux électriques associés.
- ◇ Connexion inducteur : rigide, souple, coaxiale.
- ◇ Inducteur : flux transverse, flux longitudinal, courant réactif, refroidissement associé.
- ◇ Système de refroidissement d'une installation et phénomènes physiques associés.
- ◇ Mesures de température : pyrométrie et exitance énergétique (Loi de Planck, Stefan-Boltzmann).

◆ Les principes physiques

- ◇ La force électromotrice : Loi de Faraday, loi de Lenz.
- ◇ Les champs électriques et magnétiques.
- ◇ Les ondes électromagnétiques.

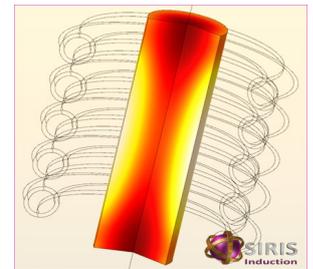


◆ Les paramètres dans la définition d'un process de chauffe

- ◇ Fréquence selon le process de traitement : fusion, forge, traitement thermique...
- ◇ Profondeur de pénétration des courants induits dans la pièce à chauffer.
- ◇ Caractéristiques des matériaux (C_p , résistivité, hystérésis et perméabilité, Curie,...)
- ◇ Densité de flux magnétique : théorème d'Ampère.
- ◇ Géométrie de l'inducteur : Inductance à vide et en charge.
- ◇ Couplage inducteur/pièce : volume d'entrefer, coefficient de remplissage, facteur de transfert,...
- ◇ Homogénéité en température : influence de la fréquence.

◆ Définition d'un équipement de chauffage par induction (Chauffage de billettes)

- ◇ Dimensions, matériaux, paramètres process.
- ◇ Calcul de la fréquence minimale.
- ◇ Calcul de la puissance enthalpique nécessaire.
- ◇ Calcul des pertes thermiques (rayonnement, convection, conduction), bilan.
- ◇ Calcul de l'inducteur, des connexions HF et du bloc capacitif.
- ◇ Calcul de la puissance et du courant réactif.
- ◇ Incidence sur l'installation lors de la modification du CO (inducteur / condensateurs) et pannes associées.



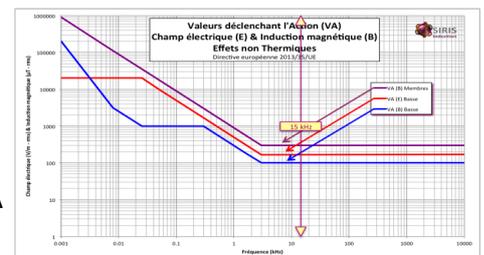
◆ Application du chauffage par induction à un traitement thermique

- ◇ Définition de base : l'austénitisation, la trempe, le revenu, le recuit, diagramme Fer-Carbone
- ◇ Cycle thermique : décalescence, changement de phase, plage critique, réaction endo & exothermique.
- ◇ Calcul des points de transformation et la structure métallographique en fonction de la température.
- ◇ Austénitisation : influence de la température d'austénitisation sur la structure granulaire.
- ◇ La trempe : Courbe TRC (vitesse de refroidissement instantanée, moyenne et critique).
- ◇ Refroidissement : phénomènes physiques de caléfaction, ébullition, convection.
- ◇ Les liquides de trempe : flux de chaleur à dissiper, nombre de Biot, coefficient de transfert thermique.
- ◇ Influence des paramètres process et des éléments d'alliage (ZAT, dureté, profondeur de trempe)
- ◇ Influence du refroidissement sur la dureté et la structure métallographique.
- ◇ Le traitement thermique de revenu, de recuit et de recuit de normalisation.
- ◇ Les mesures de dureté (Rockwell, Vickers, Brinell).

◆ Présentation de la directive européenne 2013/35/UE. (*)

- ◇ Les champs d'application de la directive et du décret 2016-1074.
- ◇ Les effets directs et indirects, les bases réglementaires : VLE, VDA
- ◇ Information des travailleurs & signalétique

(*) : Une formation spécifique sur le sujet peut être proposée



CONTACT & FORMATEUR



Contact :

Michel SOJKA
Tél : 07 68 60 27 94 / Fax : 04 76 64 32 79
Mél : sojka@siris-induction.com / Web : www.siris-induction.fr