USGE0R - Sciences et techniques de spécialité S4

Mis à jour le 19-03-2024

Code : USGE0R

Unité spécifique de type cours

12 crédits

Responsabilité nationale : EPN03 - Electroniques, électrotechnique, automatique et mesure (EEAM) / Denis LABROUSSE

Présentation

Prérequis

Avoir suivi l'ECUE Automatique 1 et l'ECUE Systèmes de production d'énergie électrique 1.

Objectifs pédagogiques

Susciter une réflexion approfondie sur les réseaux électriques intelligents.

Donner à des non automaticiens les connaissances d'automatique de base nécessaires à la mise en œuvre de la commande des systèmes continus linéaires : modélisation, asservissement, régulation. Les initier à un logiciel de CAO pour l'automatique (Matlab, Scilab) par des travaux pratiques. Les familiariser à ces techniques au travers d'études de cas industriels.

Appréhender les asservissements, de plus en plus nombreux dans le domaine des automatismes industriels. Développer les connaissances en matière de mise en œuvre de ces dispositifs.

Offrir un haut niveau de culture dans le domaine de la Compatibilité Electro Magnétique (CEM) dans le domaine de l'électronique de puissance. Intégrer les de sécurité et de sûreté de fonctionnement face aux perturbations électromagnétiques. Prendre conscience de l'enjeu éco-électrique que peut représenter une étude bien conduite en électronique de puissance en intégrant dès le départ une démarche CEM.

Mettre en application les connaissances acquises en CEM et les appliquer en électronique de puissance / électrotechnique.

Développer les connaissances dans le domaine de la production de l'énergie électrique. Comprendre le fonctionnement de ces systèmes. Savoir caractériser les différents constituants des systèmes de production d'énergie électrique.

Programme

Contenu

ECUE Réseaux électriques intelligents / Smart grids 1 - coefficient 1

Présentation générale du concept de réseaux électrique intelligents : comment mieux utiliser l'énergie électrique ?

1.1. Présentation du contexte global de la dérégulation du marché de l'énergie, impacts écologiques, économiques et sociétaux.

1.2. Rappels sur l'architecture des réseaux électriques : - Architecture d'un réseau électrique classique, transferts d'énergie électriques, contraintes techniques, environnementales, sociétales et économiques. - Réseaux électriques DC/AC - Production d'énergie électrique : systèmes centralisés et décentralisés - Stockage centralisé et décentralisé de l'énergie - Optimisation de l'exploitation et de l'efficacité des réseaux électriques nomades et sédentaires - L'intelligence des réseaux électriques au service de la décarbonisation : MDE et " consom'acteurs ". - gestion de la pointe, demande MDE, gestion du délestage... - consom'acteurs : analyse comportementale des usagers (aspects sociétaux)

1.3. Présentation des concepts : - Smart metering (comptage intelligent) : mesure de la consommation électrique entre le réseau et l'installation électrique du consommateur, présentation des services offerts. - Smart operation (conduite intelligente) : exploitation du réseau électrique en tenant compte de ses capacités en temps réel. - Smart home (maison intelligente) ou comment mieux gérer l'énergie électrique dans l'habitat pour minimiser l'empreinte écologique ? - Smart car (voiture intelligente) ou comment faire du véhicule rechargeable un véhicule " décarboné " ? Aperçu des véhicules électriques, hybrides et rechargeables, des enjeux relatifs au stockage. Infrastructure de recharge : recommandations techniques / usages et configurations recommandées. Raccordement des systèmes de recharge : contraintes techniques / enjeux / solutions. Normes et règlementations.

1.4. Conditions de développement des réseaux électriques intelligents

1.5. Les TIC appliquées aux réseaux électriques

1.6. Les plans de défense (RTE, ENTSO-e)

1.7. La " Power Quality " (qualité électrique et réseaux électriques intelligents)
1.8. Protection des données, protection des usagers, réglementations et normes.
1.9. Législation, normes et directives (international) / la CRE (Commission de Régulation de l'Énergie)

ECUE Automatique 2 - coefficient 1

Commande des systèmes en boucle fermée :
Stabilité en boucle fermée. Marges de robustesse. Sensibilité. Commande par régulateurs à avance de phase, à retard de phase, à action proportionnelle, intégrale, dérivée (PID) : méthode empirique, méthode fréquentielle, méthode de placement de pôles. Exemples d'asservissement et de régulation de procédés industriels.
Commandes " évoluées " : modélisation, variables d'états, ...
Travaux pratiques :
Utilisation du logiciel Matlab et/ou Scilab : analyse et simulation de systèmes, conception de régulateurs.

ECUE Asservissements appliqués - coefficient 1
Les régulateurs numériques pour servomécanismes - Correcteurs numériques - Interfaces de sorties pour commandes de moteurs - Interface de mesure - Générateur de consigne - Interface de paramétrage
La machine à courant continu et ses interfaces - Principes et modélisations - Commande en courant - Commande en tension - Interface par hacheur - Interface par onduleur MLI - Interface par redresseur / onduleur sur le réseau électrique **Fonctionnement en génératrice**
Les moteurs sans balai et leurs interfaces - Eléments constitutifs - Machines à FCEM trapézoïdale - Machines à FCEM sinusoïdale - Bilan comparatif
Applications concrètes

ECUE Qualité d'énergie - coefficient 1
Introduction Exemples de problèmes CEM : Conduit et rayonné Mode différentiel (MD) et mode commun (MC)
Perturbations conduites par mode différentiel et mode commun Modes de couplage, Normes, Réseau Stabilisateur d'Impédance de Ligne Etude des perturbations conduites par différentes structures de redresseurs Qualité de l'énergie sur les réseaux : Facteur de puissance, Puissance déformante, THD, Analyse spectrale d'un courant Etudes des filtres d'entrée, Calcul de filtres de mode différentiel Absorption sinusoïdale de courant et filtrage actif

ECUE Compatibilité électromagnétique appliquée à l'électronique de puissance - coefficient 1

Installations et montages industriels : règles de l'art en CEM
Champs électrique et magnétique, décharge électrostatique,
Impédance d'une liaison électrique,
Mode commun et mode différentiel,
Unités de mesure. CEM : définitions (EMI, EMS).
Perturbations : champs électrique, magnétique et électromagnétique, perturbations, conduites. Chemins de couplage : inductif, capacitif, électromagnétique et galvanique.
Perturbations : mauvais fonctionnement partiel ou total.
CEM appliquée au tracé des cartes électroniques.
Les solutions : blindage, connexions de masse, filtrage, règles de câblage, circuits de protection, mise à la terre.
Les normes, quels sont les appareils soumis aux normes ?
Les mesures d'immunité et d'émissivité.
Investigation, pré-qualification et qualification.
Exemples théoriques et pratiques.
Mesures d'investigation des perturbations rayonnées et conduites par une alimentation à découpage.
Rappels théoriques, modélisation et simulation, travaux pratiques d'investigation CEM et mesures de pré-qualification pour les perturbations conduites sur les réseaux EDF.

ECUE Systèmes de production d'énergie électrique 2 - coefficient 1

Énergie éolienne Architecture d'un aérogénérateur : Notion d'aérodynamique, coefficient de pression, pression sur une aile, portance. Caractéristiques des capteurs éoliens : paramètres de fonctionnement, vitesse spécifique, coefficient de puissance, coefficient de couple, loi de BETZ. Capteurs à axe horizontal, capteurs à axe vertical (rotors de SAVONIUS, rotors de DARRIEUS). Mesure des vitesses et des pressions. Notion de couche limite appliquée à l'aérodynamique, traînée de frottement, décollement, sillage. Contrôle des pales (modification de l'orientation, optimisation de l'aérodynamique du rotor selon la force et la direction du vent). Circuits hydrauliques. Multiplicateur de vitesse. Frein à disque. Couplage antivibratoire entre l'alternateur et le multiplicateur de vitesse. Système d'orientation. Production de l'énergie électrique, machine discoïde, convertisseurs statiques. Panorama des capteurs et actionneurs. Grandeurs caractéristiques des systèmes de contrôle. Filtrage, acquisition, traitement des données (matériel et logiciel). Implantation et exploitation d'aérogénérateurs Législation (lois de l'urbanisme), réglementation Normes et leurs évolutions Recherche d'un site Détermination de son potentiel éolien Infrastructure routière Utilisation du mât de mesures, acquisition de mesures Exploitation des mesures et interprétation des données météorologiques Modélisation, simulation informatique / Notions sur les bruits aérodynamiques et réglementation. Évaluation des coûts Pré implantation : Prises de vues, montage vidéo. Simulation informatique d'une ferme d'aérogénérateurs sur un site donné Respect de l'environnement Implantation : Gestion des différents corps de métiers. Synchronisation des tâches. Sécurité des hommes et du matériel. Exploitation : Le couplage au réseau EDF. L'exploitation des aérogénérateurs. Maintenance et télémaintenance d'aérogénérateurs.

Énergie photovoltaïque Composants de base d'un système photovoltaïque : La cellule photovoltaïque : structure et fonctionnement Le module photovoltaïque, technologie L'onduleur : rôle, données techniques, montages possibles Stockage d'énergie électrique : technologie et choix d'accumulateurs. Les autres composants d'une installation photovoltaïque : les câbles, le boîtier de raccordement pour le générateur (BRG), l'interrupteur principal du courant continu, le compteur électrique Protection d'une installation photovoltaïque contre les surtensions et la foudre Protection d'une installation photovoltaïque contre les courts-circuits Les différents types d'obstacles au rayonnement solaire Rôle des diodes by-pass Les outils d'aide à l'analyse des ombres, les solutions contre les ombres Évaluation du temps de montage Évaluation des coûts Estimation du rendement d'une installation Logiciel d'aide à la conception d'une installation photovoltaïque Intégration au bâti ou structure d'intégration, contraintes Panneaux solaire posés sur la toiture. Panneaux solaire intégrés à la toiture. Montage de panneaux solaire en terrasse. Montage de panneaux solaire en brise soleil. Etc. Conception d'applications : - Conception d'une installation photovoltaïque reliée au réseau électrique (maison individuelle) - Conception d'une installation photovoltaïque reliée au réseau électrique (bâtiment industriel ou bâtiment public) - Exemple d'un toit terrasse équipé de panneaux photovoltaïques : dimensionnement de l'installation Acteurs institutionnels, aspects financiers. Panorama des différents acteurs institutionnels. Démarches administratives. Aides à l'installation d'une centrale photovoltaïque : - subventions à l'investissement, crédit d'impôt, tarif de vente de l'électricité produite, - amortissement, etc. Étude d'exemples concrets.

Modalités de validation

- Contrôle continu
- Examen final

Description des modalités de validation

L'ensemble des ECUE sont compensables en tenant compte des coefficients associés.