

USEEQ3 - Sciences et techniques de spécialité S8

Présentation

Programme

Contenu

- **STS281 Initiation à la Recherche**

Les apprenants s'organisent par groupes de deux.

Dans le programme, il y a 2 étapes :

1. Les élèves assistent à une conférence d'un chercheur ou d'un enseignant-chercheur, sur une thématique liée à la spécialité. La conférence peut être à distance ou en présentiel. Dans tous les cas, la conférence est planifiée. Chaque groupe réalise une synthèse en anglais sur un diaporama de 2 pages qui sera évalué.

2. Un comité d'enseignants-chercheurs, notamment de Cnam Paris, décide d'une thématique de recherche actuelle, en lien avec la conférence de la première étape. Chaque groupe doit mener une étude bibliographique pertinente, réaliser un rapport présentant une méthodologie, l'état de l'art, les laboratoires publics et privés engagés, etc.

Pour quelques groupes, peu nombreux, l'étude bibliographique peut être remplacée par la participation :

- à une activité dans un laboratoire de recherche,
- ou, à la conception de nouveaux travaux pratiques (enseignement) dans la spécialité.

- **STS282 Énergie solaire et pompes à chaleur**

Solaire thermique

- Le Rayonnement du Soleil :
 - La constante solaire ;
 - Définitions des angles et équations ;
 - Rayonnement sur une surface inclinée ;
 - Rayonnement extraterrestre sur une surface horizontale.
- Le Rayonnement Terrestre :
 - Distribution des jours et des heures clairs et nuageux ;
 - Composantes diffuse et directe du rayonnement horaire, journalier, mensuel ;
 - Modèles de rayonnement diffus.
- Les Capteurs Plans :
 - Coefficient global de perte de chaleur ;
 - Équation du capteur ;
 - Tests des capteurs ;
 - Corrections de débit ;
 - Les Capteurs à Concentration CPC ;
 - Équation des capteurs CPC.
- Les Charges des Systèmes Solaires :

Mis à jour le 25-05-2021



Code : USEEQ3

Unité spécifique de type cours

11 crédits

Responsabilité nationale :

EPN03 - Electroniques,
électrotechnique, automatique et
mesure (EEAM) / Denis

LABROUSSE

- Nécessité du stockage ;
- Stratification dans les ballons ;
- Exemples de charges fonction du temps ;
- Charge de chauffage résidentiel.
- Calculs Thermiques des Systèmes :
 - Modèles de composants ;
 - Utilisation d'une équation de capteur modifiée ;
 - Régulation ;
 - Fraction solaire et fraction d'économies solaires.
- Économie des Systèmes Solaires :
 - Coût des systèmes solaires ;
 - Actualisation et Inflation ;
 - Incertitudes dans les analyses économiques.
- Les Logiciels de Simulation :
 - Évolution des logiciels.
 - Présentation de SimSol 2.0 :
 - Les paramètres géographiques ;
 - Les besoins en eau chaude sanitaire ;
 - Les résultats et rapports de simulation.

Centrales solaires thermodynamiques

- Introduction – Historique
- Technologies solaires à concentration

- Intérêt de la concentration

- Systèmes concentrateurs

- Composants pour la production de chaleur et la conversion en électricité

- Stockage et hybridation

- État de l'art des centrales solaires thermodynamiques

- Centrales solaires de première génération et travaux exploratoires

- Centrales solaires de deuxième génération : des prototypes pré commerciaux

- Tours solaires

- Perspectives

- Stratégie de pénétration du marché

- - Centrales du futur et efforts de recherche

Pompes à chaleur

- Principe et description d'une pompe à chaleur
- Différents composants
- Sources de chaleur
- Fonctionnement et performance d'une pompe à chaleur
- Types de pompes à chaleur

PAC air/eau, PAC sol/eau, PAC eau/eau, PAC air/air

Application

- **STS283 Efficacité énergétique**

Bilan thermique d'éléments des bâtiments dans une entreprise

- Matériaux d'isolation
- Transmission thermique
- Caractéristiques thermiques dynamiques
- Aération

Bilan thermique d'un bâtiment

- Bilan énergétique
- Déperditions par transmission
- Déperditions par ventilation
- Apports d'énergie solaire et gains internes
- Besoins de chauffage
- Comportement thermique dynamique d'un bâtiment

Synthèse et interactions

- Recherche des énergies à disposition dans l'entreprise
- Mesures et coûts
- Définition des axes d'amélioration
- Présentation d'une procédure d'audit énergétique
- Indicateurs
- Simulation d'un cas (pratique)
- Plan d'actions et Suivi des travaux

Efficacité énergétique industrielle

- Facteur de puissance des moteurs
- Machines de production. Production de froid

Bilan énergétique de l'entreprise

Système de management de l'énergie

- **STS284 Energie photovoltaïque**

Énergie photovoltaïque : composants

- *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
 - Les outils d'aide à l'analyse des ombres, les solutions contre les ombres
 - Évaluation du temps de montage et 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
- *Conception d'applications*
 - Conception d'une installation photovoltaïque reliée au réseau électrique (maison individuelle, bâtiment industriel et bâtiment public)
 - Exemple d'un toit terrasse équipé de panneaux photovoltaïques : dimensionnement de

l'installation

- Travaux pratiques : Modélisation, simulation et Installation d'un système
 - Modélisation à l'aide de logiciel
 - Simulation et analyse de résultats
 - Tests sur une maquette d'un système photovoltaïque

Énergie photovoltaïque : système

- *Dimensionnement d'un système photovoltaïque relié au réseau électrique*
 - Étude préliminaire
 - Évaluation des besoins
 - Évaluation du rayonnement solaire disponible
 - Conception de l'installation
 - Montage des modules, connexion des différents modules
 - Montage du boîtier de raccordement pour le générateur (BRG)
 - Liaison (courant continu) du BRG à l'onduleur
 - Montage et raccordement de l'onduleur
 - Systèmes de sécurité, protections (surtensions, court-circuits, etc.)
 - Déclaration de fin des travaux
 - Demande de raccordement au réseau électrique
 - Contrat d'alimentation
 - Exploitation et maintenance
 - Règles de sécurité
- *Dimensionnement d'un système photovoltaïque autonome*
 - Définition d'un système autonome
 - Les différents composants d'un système autonome
 - Évaluation des besoins
 - Évaluation du rayonnement solaire disponible
 - Définition des besoins énergétiques
 - Étude préliminaire, conception d'un système autonome
 - Liaisons électriques : dimensionnement des câbles électriques
 - Dimensionnement des éléments de stockage : étude de l'accumulateur
 - Rôle et dimensionnement du régulateur de charge
 - Onduleur autonome
 - Installation, mise en service et maintenance d'un système autonome
 - Règles de sécurité (installation, mise en service et exploitation)
 - Études de cas, exemple : étude d'une alimentation d'un chalet.
- *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.
- *Règles de sécurité, capacité à intervenir sur une installation électrique*
 - Sécurité en cas d'intervention sur une toiture
 - Les dangers du courant électrique : comparaison du courant continu et du courant alternatif
 - Mise en œuvre et exploitation de batteries d'accumulateurs : précautions d'usage.
 - Les habilitations (électrique, etc).

• **STS285 Technologie Hydrogène**

Pile à combustible et production d'énergie électrique

- Historique et Définition
- La thermodynamique de la pile à combustible
- La cinétique de la pile à combustible
- Le cœur de la pile
- Les différentes filières de piles à combustible

- Les composants des piles à combustible
- Avantages et Inconvénients
- Aspects économiques et écologiques
- Génération et stockage de l'hydrogène
- Production d'énergie électrique
- Exemples concrets d'applications : les véhicules automobiles, etc.

Cogénération : production d'électricité renouvelable

- Les principes

Les rendements de conversion thermique en électricité

La cogénération de chaleur et d'électricité

La multigénération : chaleur, électricité, froid, processus industriels, méthanisation, biocarburants ligno-cellulosiques

- Les technologies de production par la biomasse solide

La filière vapeur : turbines et moteurs, chaudières, principes, rendements

La filière organique (Cycle de Rankine)

La filière gazéification

La filière Stirling

- Les technologies de production par la biomasse liquide ou gazeuse

Le biogaz de décharges - Le biogaz industriel - Le biogaz des collectivités : STEP, ordures ménagères

Les biocarburants liquides

- Le contexte politique et réglementaire

Les tarifs d'achats, les primes

Les appels d'offre de la CRE

La valorisation de la chaleur

Les contrats d'achat de l'électricité

- La conduite de projet
- La validation de la ressource

Inventaire des ressources en quantité, qualité et prix sur la durée des contrats

Vérification des qualités méthanogènes pour les biomasses humides

Les plans d'approvisionnement et les acteurs

La logistique à échelle industrielle

Les contrats d'achat de la matière

- L'étude économique

Investissements et Coûts d'exploitation

Contrats de vente

Rentabilité, calcul des risques

Le montage juridique

Exemples de projets : dans la filière bois / en biogaz de collectivité

- **STS286 Smart Grids**
- **Fermes éoliennes**
 - Technologies - Générateurs asynchrones / synchrones Vitesse fixe / variable
 - Structures de commande P,Q, C, Phi
 - Fermes off-shore / on-shore
 - Interconnexions - internes / externes
- **Les liaisons HVDC**
 - Convertisseurs de courant
 - Convertisseurs de tension / VSC-HVDC
 - Structures de commande
 - Réalisations dans le monde - Applications
- **Les FACTS**
 - Principes fondamentaux
 - Compensation parallèle (SVC, STATCOM, ...)
 - Compensation série (TCSC, SSSC, ...)
 - Compensation série/parallèle (UPFC, IPFC, ...)
 - Technologies / topologies des convertisseurs
 - FACTS industriels - Réalisations dans le monde – Applications
 - Structures de commande
- **FACTS et fermes éoliennes**
 - STATCOM - Topologies / Commande
 - Respect des Grid-Codes
 - Dimensionnement / Régimes transitoires

Réseaux électriques intelligents

- **Présentation générale du concept de réseaux électrique intelligents.**
- Présentation du contexte global de la dérégulation du marché de l'énergie, impacts écologiques, économiques et sociétaux.

Rappels sur l'architecture des réseaux électriques :

- Architecture d'un réseau électrique classique, transferts d'énergie électrique, contraintes techniques, environnementales, sociétales et économiques.
- Production d'énergie électrique : systèmes centralisés et décentralisés.
- 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 « consomacteurs ».

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 ?

Conditions de développement des réseaux électriques intelligents

Protection des données, protection des usagers, réglementation.

Législation, normes et directives.

- **Quels équipements compatibles avec les réseaux électriques intelligents ?**

Quel type de compteur intelligent ? Quels services associés ?

Incidences dans l'habitat individuel : analyse des équipements conduisant à une maison « intelligente ».

Incidences dans un environnement professionnel.

- **Réseaux électriques intelligents et véhicules électriques**

Contraintes techniques

Contraintes économique et « juridique »

- Introduction à l'économie des réseaux

Acceptabilité et enjeux économiques.

Présentations des « nouveaux » marchés liés aux réseaux électriques intelligents.

Développement de filières professionnelles liées aux réseaux électriques intelligents.

Critères économiques et sociétaux liés à la réduction de l'impact écologique

Modalités de validation

- Contrôle continu
- Projet(s)
- Examen final