Description du module, disponible en: FR

Photovoltaïque

Informations générales

Nombre de crédits ECTS

3

Code du module

TSM_Photo

Valable pour l'année académique

2020-21

Dernière modification

2020-01-31

Coordinateur/coordinatrice du module

Franz Baumgartner (ZHAW, franz.baumgartner@zhaw.ch)

Explications concernant les langues d'enseignement par site :

- Les cours se dérouleront dans la langue définie ci-dessous par lieu/exécution.
- Les documents sont disponibles dans les langues définies ci-dessous. Pour le multilinguisme, voir la répartition en pourcentage (100% = documents complets)
- L'examen est disponible à 100% dans chaque langue sélectionnée pour chaque lieu/exécution.

	Lausanne			Lugano	Zurich		
Leçons		**X** F 100%					
Documentation		**X** F 100%	**X** E 100%				
Examen		**X** F 100%	**X** E 100%				

Catégorie de module

TSM approfondissement technico-scientifique

Leçons

2 leçons et 1 leçon de pratique par semaine

Compétences préalables

Connaissances préalables, compétences initiales

Bases en physiques, en électronique

Brève description du contenu et des objectifs

Ce cours se focalise sur la compréhension approfondie des composants principaux des systèmes de production d'électricité par conversion photovoltaïque. L'objectif va bien au delà de la compétence nécessaire à la conception d'un système photovoltaïque, comme le font généralement les installateurs professionnels, il vise également la compréhension détaillée du fonctionnement des composants, autant pour les différentes technologies de modules photovoltaïques que pour les différents inverseurs de topologies électroniques de puissance. Considérant le fait qu'en Suisse, un certain nombre d'employés du secteur photovoltaïque n'installent jamais de systèmes photovoltaïques, mais travaillent pour des compagnies qui fournissent les composants des modules photovoltaïques clé en main, vendus sur le marché mondial, les concepts principaux des processus et les différents concepts des chaînes de fabrication des modules photovoltaïques seront également discutés pendant les cours. Ce cours sur la technologie photovoltaïque sera complété par des analyses des paramètres économiques relatifs aux systèmes photovoltaïques de haute technologie comprenant des facteurs clés environnementaux, comme les délais d'amortissements énergétiques. Aujourd'hui nous disposons en Suisse d'un nombre grandissant de systèmes photovoltaïques y compris un système de batterie pour l'utilisation de l'énergie photovoltaïque pendant

la nuit. Le cours traite les concepts électroniques de puissance et les flux d'énergie dans ces les systèmes de stockage d'énergie photovoltaïques raccordés au réseau.

Objectifs, contenus, méthodes

Objectifs d'apprentissage, compétences à acquérir

Les étudiants connaîtront, non seulement, les différents types de composants du Photovoltaïque sur le marché, mais pourront aussi travailler pour des compagnies réalisant des améliorations technologiques de ces produits. Dans les exercices du cours, cette connaissance technologique sera donc entraînée en se focalisant sur les besoins de la recherche appliquée dans l'industrie de l'électronique de puissance et également comme module photovoltaïque de technologies de production et de conception d'usine d'énergie photovoltaïque.

Contenu des modules avec pondération du contenu des cours

Chapter 1: Les bases de l'optoélectronique des différentes technologies de cellules solaires 4×3 périodes de cours

- Introduction : Différents concepts de production d'électricité renouvelable
- La physique de l'irradiation solaire, énergie et spectres
- Le coefficient d'absorption optique de plusieurs matériaux des cellules solaires – matériaux à couche mince, matériaux organiques
- Espace de bande, jonction PN, diffusion et dérivation, caractéristiques de tension électrique des diodes
- Bases de la cellule solaire STC courbe IV, schéma équivalent d'une cellule solaire et équations
- Courant photoélectrique spectral, longueur de diffusion, recombinaison de surface, homojonction et hétérojonction, cellules solaires tandem
- Efficacité de pointe des cellules et mécanisme de perte

Chapitre 2: Production industrielle des modules standard au silicone cristallin et des modules solaires à couche mince 3×3 périodes de cours

- Section transversale d'un module standard en silicone cristallin et d'un module à couche mince, flux de courant, boîtes de dérivation
- Processus standard de production pour cristallin Module Si: poly-silicone, découpage en plaques, production de cellules, enfilage, laminage, test
- Packaging, processus de laminage sur verre
- Processus de production des modules à couche mince : Production TCO, PECVD (autres), traçage au laser, laminage, back-end, test
- Exigences sur les modules photovoltaïques (standards CEI), contrôle qualité dans la chaîne de production
- Tests de qualité et méthodes de mesure de puissance nominale externe au module fabriqué avant l'installation d'une usine

Chapitre 3: Electronique de puissance photovoltaïque - Inverseurs AC/DC et batteries de stockage 4×3 périodes de cours

- Principes du convertisseur DC/DC et du tracker MPP
- Chargeur de batterie photovoltaïque, topologies, coûts
- Topologies des inverseurs photovoltaïques DC/AC : Concepts sans transformateurs et types de transformateurs, potentiel terre DC
- Circuits de contrôle, techniques anti-îlotage, composants de l'électronique de puissance, efficacité et durée de vie
- Chiffres clés de l'inverseur photovoltaïque; méthodes de calcul de l'efficacité moyenne y compris tension en courant continu et condition de chargement partiel
- Inverseurs photovoltaïques sur le marché, efficacité, coûts, règlements et code de réseau,
- Courant AC photovoltaïque et système sauvegarde sur batteries, topologies d'électronique de puissance variation de pic, puissance réactive et contrôle de fréquence
- Intégration de la production photovoltaïque fluctuante dans le réseau, prévision basée sur la météo, coûts de stockage

Chapitre 4: Conception d'une usine d'énergie photovoltaïque et aspects d'ingénierie du système 3x3 périodes de cours

- Energie solaire collectée contre orientation des capteurs, pertes dues à l'ombre, gains en suivi sur un ou deux axes
- Concept d'un système AC raccordé au réseau; composants, comparaison fenêtre de tension d'inverseur MPP
- Installation mécanique et électrique et composants du système, toit résidentiel, échelle utile des usines MW
- Code réseau électrique, protection contre la foudre
- Importance des paramètres de classification d'énergie; coefficient de température, rayonnement à faible éclairement énergétique, spectres, dégradation…
- Concept de système photovoltaïque basé sur logiciel (PVGIS, PVSYST…), aléas des prévisions annuelles de l'électricité photovoltaïque
- Ratio de performance du système, rendement, résultats des meilleures pratiques, exemples de contrôle d'un système photovoltaïque
- Coût global pour la production d'électricité photovoltaïque
- Scénarios d'amortissements énergétiques, résultats d'analyse du cycle de vie
- Tendances d'augmentation du marché photovoltaïque et emplois en Suisse, marché photovoltaïque mondial, mesures incitatives et politiques

Méthodes d'enseignement et d'apprentissage

- Cours magistral, discussion et travaux dirigés
- Exercices utilisant des notions mathématiques de base et plusieurs logiciels publics

Bibliographie

Aucune

Evaluation

Conditions d'admission

Le module n'utilise pas de conditions d'admission.

Principe pour les examens

En règle générale, tous les examens réguliers de fin de module se déroulent sous forme écrite. Concernant les examens de répétition, leur format (écrit ou oral) sera communiqué par l'enseignant-e en même temps que le calendrier des examens.

Examen de fin de module régulier et examen écrit de répétition

Type de l'examen

Examen écrit

Durée de l'examen

120 minutes

Aides autorisées

Sans aides

Cas spécial: examen de répétition oral

Type de l'examen

Examen oral

Durée de l'examen

30 minutes

Aides autorisées

Sans aides