Module Description, available in: EN, FR

Power Grids: Systems and Devices

General Information

Number of ECTS Credits

3

Module code

TSM_PowGrid

Valid for academic year

2026-27

Last modification

2024-10-03

Coordinator of the module

Adriano Nasciuti (ZHAW, adriano.nasciuti@zhaw.ch)

Explanations regarding the language definitions for each location:

- Instruction is given in the language specified for each location and module execution.
- Documentation is available in the language(s) listed for each location and module execution. If the documentation is in multiple languages, the percentage distributed is indicated (100% = all documentation provided).
- The examination, including both questions and answers, is provided entirely (100%) in the language(s) specified for each location and module execution. The exams are on-site.

	Lausanne			Lugano	Zurich		
Instruction		**X** F 100%			**X** E 100%		
Documentation		**X** F 30%	**X** E 70%		**X** E 100%		
Examination		**X** F 100%			**X** E 100%		

Module Category

TSM Technical scientific module

Profile Recommendations

This module is recommended for the following profiles:

	Lausanne	Zurich
Profile	EnEn	EnEn

Lessons

2 lecture periods and 1 tutorial period per week

Entry level competences

Prerequisites, previous knowledge

Basics of electrical laws, network analysis and its basic components, AC-systems, calculation with complex numbers, three-phase systems.

Brief course description of module objectives and content

In this module, students will increase their knowledge in selected areas of power grids in electricity distribution and transmission:

- High voltage engineering basics and relevant design rules
- Breakdown theory
- Generation of AC testing high voltage and partial discharge testing
- Design, construction and parameters of components in power grids
- Learn the origin of networks failures, consequences, preventing and recovery measures
- Operation principles and challenges of power grids
- Special actual challenges and trends in transmission and distribution systems

Aims, content, methods

Learning objectives and competencies to be acquired

Students

- know the main challenges of today's modern grids
- know the main elements of an electrical grid and the differences of transmission components
- possess a fundamental knowledge of the principles of designing high voltage equipment.
- Know the basic design and technical solutions of the most important high voltage equipment in a power grid
- have become acquainted with the static/dynamic modelling and simulation of high voltage components.
- know the design criteria of power grids and can perform basic grid calculations
- know the behavior of meshed grids in normal operation
- understand the basics of power system stability
- can describe the advantages of smart-grid applications
- learn the basic principles of the management and regulation of electrical grids

Module content with weighting of different components

Course	Designation	Week
0	**Introduction: Evolution of the power grid** History of power grids / technological milestones, DC and AC Systems, components and devices, market and regulations	1
1	**Interconnected Grids** • Design of T&D Grids • Static load flow analysis, fault analysis • Frequency & active power exchange under control of the TSO • Combined voltage and reactive power control in the T&D Grid • **Excursion Swissgrid Control Center, Aarau / W. Sattinger**	2,3,4,5
2	**Special Chapters on T&D (Transmission and Distribution)** • Grid Dynamics and Stability • Optimized Grid use by “Smart Grid” Applications • Energy storage	6,7,8
3	**Fundamentals and devices in high voltage engineering** • Tasks of HVE, Overvoltages origin and control, insulation Coordination (w2) • Properties of insulating materials (w2) • Electric fields and field stress control, (w3) • Break down in gases (homogeneous field – Paschen; inhomogeneous field – Streamer/Leader (w4) • Beakdown in liquids and in solids (w5)	9,10,11,12
4	**PD-Measurement and HV-AC-Generation** • Partial Discharge Measurement and generation of testing high voltages (AC)	13,14

Teaching and learning methods

- ex cathedra teaching
- exercises
- presentation and discussion of case studies

Literature

A. Küchler; «High Voltage Engineering», Springer Vieweg (2018)

Information on additional literature will occasionally be given during the module.

Assessment

Additional performance assessment during the semester

The module does not contain an additional performance assessment during the semester

Basic principle for exams

As a rule, all standard final exams are conducted in written form. For resit exams, lecturers will communicate the exam format (written/oral) together with the exam schedule.

Standard final exam for a module and written resit exam

Kind of exam

Written exam

Duration of exam

120 minutes

Permissible aids

Aids permitted as specified below:

Permissible electronic aids

basic calculator

Other permissible aids

Five double-sided A4 paper sheets (printed and/or handwritten) containing any type of information.

Exception: In case of an electronic Moodle exam, adjustments to the permissible aids may occur. Lecturers will announce the final permissible aids prior to the exam session.

Special case: Resit exam as oral exam

Kind of exam

Oral exam

Duration of exam

30 minutes

Permissible aids

No aids permitted

Description du module, disponible en: EN, FR

Power Grids: Systems and Devices

Informations générales

Nombre de crédits ECTS

3

Code du module

TSM_PowGrid

Valable pour l'année académique

2026-27

Dernière modification

2024-10-03

Coordinateur/coordinatrice du module

Adriano Nasciuti (ZHAW, adriano.nasciuti@zhaw.ch)

Explications concernant les langues d'enseignement par site :

- L'enseignement est dispensé dans la langue indiquée ci-dessous pour chaque site et chaque exécution du module.
- Les supports de cours sont disponibles dans les langues indiquées ci-dessous pour chaque site et chaque exécution du module. Lorsque plusieurs langues sont utilisées, la proportion de contenu disponible dans chaque langue est précisée (100 % = ensemble des supports de cours).
- Les examens (questions et réponses) sont entièrement rédigés dans la langue indiquée ci-dessous pour le site et l'exécution du module concernés. Ils se déroulent en présentiel.

	Lausanne			Lugano	Zurich		
Leçons		**X** F 100%			**X** E 100%		
Documentation		**X** F 30%	**X** E 70%		**X** E 100%		
Examen		**X** F 100%			**X** E 100%		

Catégorie de module

TSM approfondissement technico-scientifique

Recommandations de profil

Ce module est recommandé pour les profils suivants :

	Lausanne	Zurich
Profil	EnEn	EnEn

Leçons

2 leçons et 1 leçon de pratique par semaine

Compétences préalables

Connaissances préalables, compétences initiales

Principes de base des lois électriques, analyse des réseaux et de ses composants de base, systèmes en courant alternatif, calcul avec des nombres complexes, systèmes triphasés.

Brève description du contenu et des objectifs

Dans ce module, les étudiant-e-s approfondiront leurs connaissances dans certains aspects des réseaux électriques de distribution et de transmission d'électricité :

- Ingénierie de la haute tension et règles de design pertinentes
- Outils de test de haute tension
- Conception, construction et paramètres des composants des réseaux électriques
- Connaître l'origine des défaillances des réseaux, leurs conséquences, les mesures de prévention et de rétablissement
- Principes d'exploitation et défis des réseaux électriques
- Défis et tendances actuels spécifiques dans les systèmes de transmission et de distribution

Objectifs, contenus, méthodes

Objectifs d'apprentissage, compétences à acquérir

Les étudiant-e-s

- connaissent les principaux défis des réseaux modernes d'aujourd'hui
- connaissent les principaux éléments d'un réseau électrique et les différences entre les composants de transmission
- possèdent une connaissance fondamentale des principes de conception des équipements à haute tension.
- connaissent la conception de base et les solutions techniques des équipements les plus importants de haute tension d'un réseau électrique
- se familiarisent avec la modélisation et la simulation statique/dynamique des composants à haute tension.
- connaissent les critères de conception des réseaux électriques et peuvent effectuer des calculs de base sur les réseaux
- connaissent le comportement des réseaux maillées en fonctionnement normal
- comprennent les bases de la stabilité du système électrique
- peuvent décrire les avantages des applications de réseaux intelligentes
- connaissent les principes de base de la gestion et de la régulation des réseaux électriques

Contenu des modules avec pondération du contenu des cours

Cours	Designation	Semaine
0	**Introduction: Evolution du réseau éléctrique** Histoire des réseaux électriques / étapes technologiques, systèmes c.a./c.c, composants et dispositifs, marché et réglementation	1
1	**Système et technologies de la haute tension et composants de réseaux** • tâches de haute tension, origine et contrôle des surtensions, coordination de l'isolation (s2) • Matériels isolants • Essai haute tensions • Générateurs haute tensions • Mise en place de tests de hautes tensions (c.c, c.a. et impulsion) • Mesure de la décharge partielle • FACTS, HVDC, et l'influence des onduleurs	2,3,4,5
2	**Calcul de reseaux** • Analyse de charge statique, analyse de défaut • Analyser le problème de flux de puissance optimale dans un réseau	6,7
3	**Reseaux interconnectés** • Conception de réseaux T&D et exploitation coordonné • Frequency & active power exchange under control of the TSO • Combined voltage and reactive power control in the T&D Grid • **Excursion Swissgrid Control Center, Aarau / W. Sattinger**	8,9,10,11
4	**Chapitres spécifiques sur T&D (Transmission et Distribution)** • Planification des réseaux T&D • Réseaux optimisés par des applications “Smart Grid” • Stockage d'énergie	12,13,14

Méthodes d'enseignement et d'apprentissage

- cours magistraux ex cathedra
- exercices

- présentation et discussion des études de cas

Bibliographie

A. Küchler; «High Voltage Engineering», Springer Vieweg (2018)

Des informations sur de la littérature supplémentaire seront données pendant le les cours

Evaluation

Évaluation supplémentaire pendant le semestre

Le module ne comprend pas d'évaluation supplémentaire pendant le semestre

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

Les aides suivantes sont autorisées:

Aides électroniques autorisées

calculatrice de base

Autres aides autorisées

Cinq feuilles A4 recto verso (imprimées et/ou manuscrites) contenant tout type d'informations

Exception : En cas d'examen électronique sur Moodle, des modifications des aides autorisées peuvent survenir. Dans ce cas, les aides autorisées seront annoncées par les enseignant-e-s avant l'examen.

Cas spécial: examen de répétition oral

Type de l'examen

Examen oral

Durée de l'examen

30 minutes

Aides autorisées

Sans aides