

**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**

2024-25

**Last modification**

2023-07-27

**Coordinator of the module**Adriano Nasciuti (ZHAW, [adriano.nasciuti@zhaw.ch](mailto:adriano.nasciuti@zhaw.ch))**Explanations regarding the language definitions for each location:**

- Instruction is given in the language defined below for each location/each time the module is held.
- Documentation is available in the languages defined below. Where documents are in several languages, the percentage distribution is shown (100% = all the documentation).
- The examination is available 100% in the languages shown for each location/each time it is held.

	Lausanne		Lugano	Zurich	
<b>Instruction</b>		X F 100%		X E 100%	
<b>Documentation</b>		X F 30%	X E 70%	X E 100%	
<b>Examination</b>		X F 100%		X E 100%	

**Module Category**

TSM Technical scientific module

**Lessons**

2 lecture periods and 1 tutorial period per week

**Entry level competences****Prerequisites, previous knowledge**

Basics of electrical laws, circuitries, three-phase systems energy conversion, components in power grids, electrical insulation, electric field theory.

**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 acquired competencies

#### 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

### Contents of module with emphasis on teaching content

Course	Designation	Week
0	<b>Introduction: Evolution of the power grid</b>  History of power grids / technological milestones, DC and AC Systems, components and devices, market and regulations	1
1	<b>Interconnected Grids</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Design of T&amp;D Grids</li> <li>• Static load flow analysis, fault analysis</li> <li>• Frequency &amp; active power exchange under control of the TSO</li> <li>• Combined voltage and reactive power control in the T&amp;D Grid</li> <li>• <b>Excursion Swissgrid Control Center, Aarau / W. Sattinger</b></li> </ul>	2,3,4,5
2	<b>Special Chapters on T&amp;D (Transmission and Distribution)</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Grid Dynamics and Stability</li> <li>• Optimized Grid use by "Smart Grid" Applications</li> <li>• Energy storage</li> </ul>	6,7,8
3	<b>Fundamentals and devices in high voltage engineering</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Tasks of HVE, Overvoltages origin and control, insulation Coordination (w2)</li> <li>• Properties of insulating materials (w2)</li> <li>• Electric fields and field stress control, (w3)</li> <li>• Break down in gases (homogeneous field – Paschen; inhomogeneous field – Streamer/Leader (w4)</li> <li>• Breakdown in liquids and in solids (w5)</li> </ul>	9,10,11,12
4	<b>PD-Measurement and HV-AC-Generation</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Partial Discharge Measurement and generation of testing high voltages (AC)</li> </ul>	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

### Certification requirements

Module does not use certification requirements

### Basic principle for exams

**As a rule, all the standard final exams for modules and also all resit exams are to be in written form**

### Standard final exam for a module and written resit exam

#### Kind of exam

written

#### Duration of exam

120 minutes

#### Permissible aids

*Aids permitted as specified below:*

#### Permissible electronic aids

basic calculator

#### Other permissible aids

all sort of documents on paper

### Special case: Resit exam as oral exam

#### Kind of exam

oral

#### 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

2024-25

Dernière modification

2023-07-27

Coordinateur/coordinatrice du module

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

Explication des définitions de langue par lieu :

- 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	
<b>Leçons</b>		X F 100%		X E 100%	
<b>Documentation</b>		X F 30%	X E 70%	X E 100%	
<b>Examen</b>		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 des lois électriques, circuits, systèmes triphasés, composants des réseaux électriques, conversion de l'énergie, charge électrique, théorie des champs électriques.

### 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 intelligents
- 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	<p><b>Introduction: Evolution du réseau électrique</b></p> <p>Histoire des réseaux électriques / étapes technologiques, systèmes c.a./c.c, composants et dispositifs, marché et réglementation</p>	1
1	<p><b>Système et technologies de la haute tension et composants de réseaux</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• tâches de haute tension, origine et contrôle des surtensions, coordination de l'isolation (s2)</li> <li>• Matériels isolants</li> <li>• Essai haute tensions</li> <li>• Générateurs haute tensions</li> <li>• Mise en place de tests de hautes tensions (c.c, c.a. et impulsion)</li> <li>• Mesure de la décharge partielle</li> <li>• FACTS, HVDC, et l'influence des onduleurs</li> </ul>	2,3,4,5
2	<p><b>Calcul de reseaux</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Analyse de charge statique, analyse de défaut</li> <li>• Analyser le problème de flux de puissance optimale dans un réseau</li> </ul>	6,7
3	<p><b>Reseaux interconnectés</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Conception de réseaux T&amp;D et exploitation coordonné</li> <li>• Frequency &amp; active power exchange under control of the TSO</li> <li>• Combined voltage and reactive power control in the T&amp;D Grid</li> <li>• <b>Excursion Swissgrid Control Center, Aarau / W. Sattinger</b></li> </ul>	8,9,10,11
4	<p><b>Chapitres spécifiques sur T&amp;D (Transmission et Distribution)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Planification des réseaux T&amp;D</li> <li>• Réseaux optimisés par des applications "Smart Grid"</li> <li>• Stockage d'énergie</li> </ul>	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

### Conditions d'admission

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

### Principe pour les examens

**En règle générale, tous les examens de fin de module réguliers et les examens de rattrapage sont organisés sous la forme écrite**

### Examen de fin de module régulier et examen écrit de répétition

Type de l'examen

écrit

Durée de l'examen

120 minutes

Aides autorisées

*Les aides suivantes sont autorisées:*

Aides électroniques autorisées

calculatrice

Autres aides autorisées

toutes les ressources

### Cas spécial: examen de répétition oral

Type de l'examen

oral

Durée de l'examen

30 minutes

Aides autorisées

Sans aides