



Finanziato
dall'Unione europea
NextGenerationEU



Ministero
dell'Università
e della Ricerca



Italiadomani
PIANO NAZIONALE
DI RIPRESA E RESILIENZA



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
DI PADOVA

SSES

SUMMER SCHOOL ON ENERGY STORAGE

DIPARTIMENTO DI
INGEGNERIA INDUSTRIALE
UNIVERSITÀ DI PADOVA

PADOVA, 17 JULY – 04 AUGUST



INEST

NETWORK FOR ENERGY SUSTAINABLE TRANSITION



Finanziato
dall'Unione europea
NextGenerationEU



Ministero
dell'Università
e della Ricerca



Italiadomani
PIANO NAZIONALE
DI RIPRESA E RESILIENZA



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
DI PADOVA



THE UNIVERSITY OF
TENNESSEE
KNOXVILLE



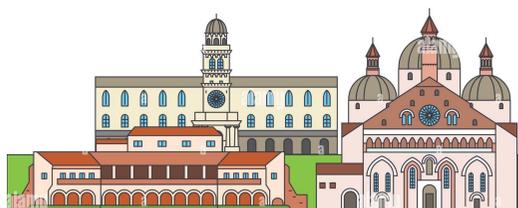
FIFTH ANNOUNCEMENT

SSES



SUMMER SCHOOL ON ENERGY STORAGE

PADOVA, 17/07/23 – 04/08/23





Finanziato
dall'Unione europea
NextGenerationEU



Ministero
dell'Università
e della Ricerca



Italiadomani
PIANO NAZIONALE
DI RIPRESA E RESILIENZA



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
DI PADOVA



A HIGHER EDUCATION INITIATIVE

SUPPORTED BY:

PNRR PE2 SPOKE 6 OF THE ITALIAN GOVERNMENT



ORGANIZED BY:

UNIVERSITY OF PADUA & UNIVERSITY OF TENNESSEE KNOXVILLE

SPONSORED BY:

CENTRO STUDI DI ECONOMIA E TECNICA DELL'ENERGIA GIORGIO LEVI CASES
DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA INDUSTRIALE



Finanziato
dall'Unione europea
NextGenerationEU



Ministero
dell'Università
e della Ricerca



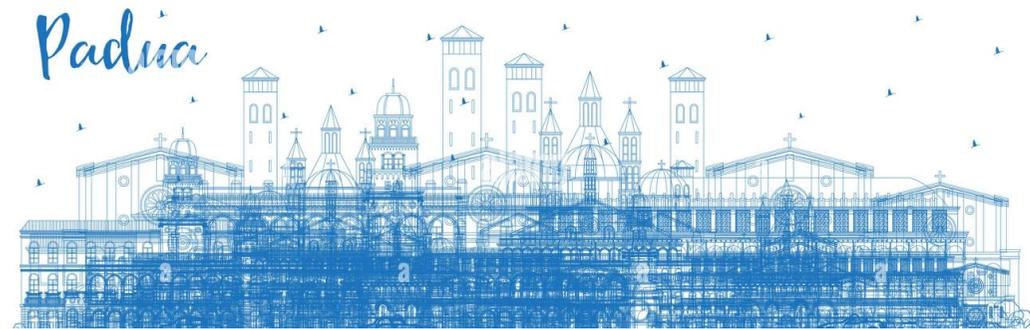
Italiadomani
PIANO NAZIONALE
DI RIPRESA E RESILIENZA



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
DI PADOVA

Student profiles

- Master students
- Phd students
- Postdocs



Students from other Universities and Research Centers are welcome, e.g.:

- Italian University involved in PNRR PE2 SP6
- European University and Centers involved in the Flores Association
- Non-UNIPD and non-UTK students: a tuition fee of 150€ applies



Finanziato
dall'Unione europea
NextGenerationEU



Ministero
dell'Università
e della Ricerca



Italiadomani
PIANO NAZIONALE
DI RIPRESA E RESILIENZA



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
DI PADOVA

Crediting for UNIPD Students

- Students of the LM in Electric Energy Engineering, Energy Engineering, Chemical and Process Engineering and Materials Engineering: 3 CFU in excess of their 120 CFU graduation program
- Students of the AMASE curriculum of the LM in Materials Engineering: 3 CFU within their 120 CFU graduation program
- PhD students will be credited 3 CFU



Finanziato
dall'Unione europea
NextGenerationEU



Ministero
dell'Università
e della Ricerca



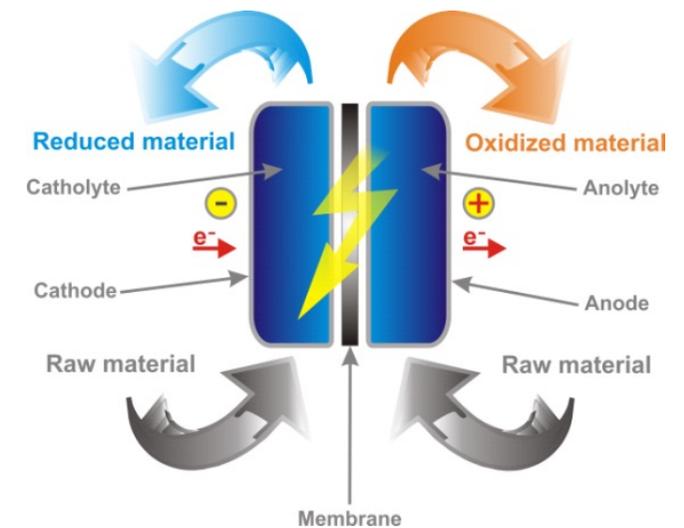
Italiadomani
PIANO NAZIONALE
DI RIPRESA E RESILIENZA



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
DI PADOVA

Syllabus

- Energy storage needs and technologies overview
- Electrochemistry fundamentals
- Electrochemical storage – chemistry - devices
 - ❖ Advanced internal storage batteries: Li-based, Na-based, ...
 - ❖ External storage batteries: flow batteries
 - ❖ External storage systems: hydrogen + electrolyzer + fuel cell
- Electrochemical storage - engineering
 - ❖ cell/stack losses and design
 - ❖ battery management systems
 - ❖ power conditioning systems
- Exercises at the end of each topic
- Experiments and modeling
- Development toward a project
- Final test





Finanziato
dall'Unione europea
NextGenerationEU



Ministero
dell'Università
e della Ricerca



Italiadomani
PIANO NAZIONALE
DI RIPRESA E RESILIENZA



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
DI PADOVA

Week 1

	Monday	Tuesday	Wednesday	Thursday	Friday
Section 1	Fundamentals of electrochemistry 1 Vito di Noto	Fundamentals of electrochemistry 2 Vito di Noto	Fundamentals of electrochemistry 3 Vito di Noto	Fundamentals of electrochemistry 4 Vito di Noto	Fundamentals of electrochemistry 5 Vito di Noto
Section 2	Energy Storage at Large 1 Massimo Guarnieri	Energy Storage at Large 2 Massimo Guarnieri	Device Structure Tom Zawodzinski	Device Processes 1 Tom Zawodzinski	Device Processes 2 Tom Zawodzinski



Finanziato
dall'Unione europea
NextGenerationEU



Ministero
dell'Università
e della Ricerca



Italiadomani
PIANO NAZIONALE
DI RIPRESA E RESILIENZA



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
DI PADOVA

Week 2

	Monday	Tuesday	Wednesday	Thursday	Friday
Section 1	Engineering Aspects Tom Zawodzinski?	Batteries: Chemistry Tom Zawodzinski	Electrochemical Measurements Tom Zawodzinski	Electrochemical Measurements Tom Zawodzinski	WORKSHOP ON LDES WITH EXTERNAL LECTURERS
Section 2	Batteries: Chemistry Tom Zawodzinski	Engineering Aspects Massimo Guarnieri	Electrochemical Measurements Tom Zawodzinski	Toward a 0D Model: Big Picture Tom Zawodzinski	WORKSHOP ON LDES WITH EXTERNAL LECTURERS



Finanziato
dall'Unione europea
NextGenerationEU



Ministero
dell'Università
e della Ricerca



Italiadomani
PIANO NAZIONALE
DI RIPRESA E RESILIENZA



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
DI PADOVA

Week 3

	Monday	Tuesday	Wednesday	Thursday	Friday
Section 1	Fuel Cells 0-D Model 1 pol curve analysis and losses Matthew Mench	Fuel Cells 0-D Model 3 0D model of pol curve Matthew Mench	Flow Batteries Doug Aaron <i>To be confirmed</i>	Device Testing Doug Aaron <i>To be confirmed</i>	Project Presentations All
Section 2	Fuel Cells 0-D Model 2 pol curve analysis and losses Matthew Mench	Electrolyzers Doug Aaron	Device Testing Massimo Guarnieri <i>To be confirmed</i>	Systems Massimo Guarnieri <i>To be confirmed</i>	Project Presentations All



Finanziato
dall'Unione europea
NextGenerationEU



Ministero
dell'Università
e della Ricerca



Italiadomani
PIANO NAZIONALE
DI RIPRESA E RESILIENZA



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
DI PADOVA

Time plan

- Classes: 17/07–04/08 Monday to Friday 9:00 am – 01:00 pm
- Multi-modal classes:
 - ❖ in presence, live online and streaming online (recorded) in room Be at the Department of Industrial Engineering – UNIPD - via Gradenigo 6/A - 35131 Padova - Italy
 - ❖ hybrid attendance (in presence / online) is possible
- Teachers
 - ❖ Thomas Zawodzinski – UTK-ORNL
 - ❖ Matthew Mench – UTK
 - ❖ Vito di Noto – UNIPD-BEPA
 - ❖ Massimo Guarnieri – UNIPD-FBE
 - ❖ Douglas Aaron – UTK



A one-day workshop focused on Long Duration Energy Storage will be held on 28 July with lectures by experts from research centers, associations and companies



Finanziato
dall'Unione europea
NextGenerationEU



Ministero
dell'Università
e della Ricerca



Italiadomani
PIANO NAZIONALE
DI RIPRESA E RESILIENZA



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
DI PADOVA

Other activities

Visit the historic heritage of one of the oldest universities in the western world

- over 800 years in science and culture
- home of the scientific revolution
- Galileo Galilei desk
- the very first anatomic theater in the world

Venice, the amazing city on the water,
at 30-min train distance

The Dolomites mountains at day-ride distance

And much more ...





Finanziato
dall'Unione europea
NextGenerationEU



Ministero
dell'Università
e della Ricerca



Italiadomani
PIANO NAZIONALE
DI RIPRESA E RESILIENZA



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
DI PADOVA

Registration and info

- 1) Enrolling (all):
SSES webpage

<https://stem.elearning.unipd.it/course/view.php?id=5799#section-3>

Password: SSES_2023!

Students attending in presence/online are requested to inform. Please email:
massimo.guarnieri@unipd.it to obtain login credentials

- 2) Additional enrolling for non-UNIPD and non-UTK students (150 € tuition fee applies):
https://apex.cca.unipd.it/pls/apex/f?p=308:2:::NO:2:P_MERCHID,P_LANG:259,ITA

We are sorry to be unable to offer economic support for travel and accommodation

More info: massimo.guarnieri@unipd.it