

Guia docent

295811 - 295HY032 - Piles d'Òxid Sòlid d'Alta Temperatura

Última modificació: 26/06/2025

Unitat responsable: Escola d'Enginyeria de Barcelona Est
Unitat que imparteix: 729 - MF - Departament de Mecànica de Fluids.

Titulació: MÀSTER UNIVERSITARI EN TECNOLOGIES MECÀNIQUES (Pla 2024). (Assignatura optativa).
MÀSTER UNIVERSITARI ERASMUS MUNDUS EN SISTEMES D'HIDROGEN I TECNOLOGIES HABILITADORES (HYSET) (Pla 2024). (Assignatura optativa).

Curs: 2025 **Crèdits ECTS:** 6.0 **Idiomes:** Anglès

PROFESSORAT

Professorat responsable: MIGUEL MORALES COMAS

Altres: Primer quadrimestre:
MIGUEL MORALES COMAS - Grup: T1

CAPACITATS PRÈVIES

Coneixements bàsics d'enginyeria química i de materials, enginyeria de processos i termodinàmica.

RESULTATS D'APRENENTATGE

Coneixements:

K.03. Reconèixer els principis i mètodes de disseny de procés i producte que regeixen els sistemes de producció intel·ligent (smart manufacturing).

K.02. Identificar les equacions fonamentals que governen els fenòmens físics associats a problemes complexos en l'àmbit de l'enginyeria mecànica.

K.03. Conèixer la cadena de valor de l'hidrogen: processos i tecnologies de producció de l'hidrogen, processos i tecnologies d'emmagatzematge de l'hidrogen, transport/logística/infraestructures de l'hidrogen, usos finals de l'hidrogen (estacionari, mobilitat, indústria, residencial, incloses les piles de combustible), seguretat de l'hidrogen, codis i normes, incloent-hi tots els aspectes socioeconòmics relacionats amb la transició energètica, que en part és deguda a l'ús de l'hidrogen.

K.02. Aprofundir en el coneixement dels estàndards associats a la seguretat de treballar amb hidrogen, la integració de sistemes associats a les tecnologies d'hidrogen i el coneixement de les potencialitats del mercat.

K.06. Identificar les tècniques, els components i els materials més adequats per al desenvolupament d'aplicacions avançades en l'àmbit mecànic.

K.05. Identificar tecnologies emergents (de l'àmbit tant mecànic com de les noves tecnologies de la informació i la comunicació) aplicables al desenvolupament de projectes mecànics.

Habilitats:

S.02. Aplicar correctament les tècniques analítiques, computacionals i/o experimentals que s'adeqüin més a l'anàlisi d'un cas o projecte en l'àmbit mecànic.

S.01. Aplicar de manera global tècniques experimentals, càlculs, valoracions, taxacions, peritatges, estudis, informes, planificació de tasques i altres feines anàlogues al desenvolupament de projectes d'enginyeria mecànica, així com de les especificacions, els reglaments i les normes de compliment obligat a cada etapa del procés.

S01. Comunicar-se eficaçment oralment, per escrit i de manera gràfica amb altres persones sobre l'aprenentatge, l'elaboració del pensament i la presa de decisions, i participar en debats, fent ús de les habilitats interpersonals, com l'escolta activa i l'empatia, que afavoreixen el treball en equip.

S02. Educar professionals amb una bona formació i entusiastes amb un ampli coneixement multidisciplinari de les tecnologies i els sistemes de l'hidrogen; la formació té lloc en un entorn internacional i multicultural per estimular la col·laboració global per fer front als reptes complexos de la transició energètica.

S.08. Integrar coneixements de diferents àrees de l'àmbit mecànic al disseny i al desenvolupament de projectes, sistemes i solucions d'enginyeria.

S.04. Incorporar criteris de sostenibilitat i eficiència energètica a les etapes de disseny, planificació, execució i operació de projectes d'enginyeria.

Competències:

C.03. Gestionar l'adquisició, l'estructuració, l'anàlisi i la visualització de dades i informació en l'àmbit mecànic i valorar de manera crítica els resultats d'aquesta gestió.

C.01. Identificar la complexitat dels fenòmens econòmics i socials típics de la societat del benestar i relacionar el benestar amb la globalització i la sostenibilitat per utilitzar de manera equilibrada i compatible la tècnica, la tecnologia, l'economia i la sostenibilitat.

C.05. Plantejar solucions científiques i tecnològiques avançades a reptes industrials complexos en l'àmbit de l'enginyeria mecànica.

C05. Plantejar solucions científiques i tecnològiques avançades a reptes industrials complexos en l'àmbit de l'energia i amb l'hidrogen com a vector.

C01. Identificar la complexitat dels fenòmens econòmics i socials típics de la societat del benestar i relacionar el benestar amb la globalització i la sostenibilitat per utilitzar de manera equilibrada i compatible la tècnica, la tecnologia, l'economia i la sostenibilitat.

C03. Gestionar l'adquisició, l'estructuració, l'anàlisi i la visualització de dades i informació en l'àmbit de la transició energètica i valorar de manera crítica els resultats d'aquesta gestió.

C.02. Treballar com a membre d'un equip interdisciplinari, sigui com un membre més o exercint tasques de direcció, amb la finalitat de contribuir a desenvolupar projectes amb pragmatisme i sentit de la responsabilitat, assumint compromisos tenint en compte els recursos disponibles.

METODOLOGIES DOCENTS

- Conferències: coneixements exposats per professors o ponents convidats.
- Sessions participatives: resolució col·lectiva d'exercicis, debats i dinàmiques de grup, amb el professor i altres alumnes de l'aula; exposició a l'aula d'una activitat de manera individual o en grups petits.
- Treball teòric/pràctic tutelat: activitat a l'aula, realitzada individualment o en petits grups, amb l'assessorament i la supervisió del professor.
- Assignació de tasques d'extensió reduïda: realització de tasques d'extensió reduïda, individualment o en grups.
- Tasca d'extensió àmplia (PA): disseny, planificació i realització d'un projecte o tasca d'extensió àmplia per part d'un grup d'alumnes, i redacció d'un informe que ha d'incloure el plantejament, els resultats i les conclusions.

OBJECTIUS D'APRENENTATGE DE L'ASSIGNATURA

- Desenvolupar ciències tècniques i tècniques per dissenyar i provar piles de combustible i electrolitzadors d'alta temperatura, i establir per a la base de les implementacions, optimització i/o modificació.
- El desenvolupament de criteris tècnics defineix i selecciona un sistema de piles de combustible i electrolitzadors d'alta temperatura com a participació d'altres dispositius energètics (processament complet, hibridació amb altres piles de combustible o altres tecnologies energètiques).
- Per identificar reptes i debilitats de les cèl·lules d'òxid de silici materials, cèl·lules, dispositius, sistemes i proporcionar solucions d'enginyeria.
- Per al desenvolupament científic de les idees per implementar noves idees relacionades amb piles de combustible i electrolitzadors d'alta temperatura.

HORES TOTS DE DEDICACIÓ DE L'ESTUDIANTAT

Tipus	Hores	Percentatge
Hores grup gran	21,0	14.00
Hores grup petit	21,0	14.00
Hores aprenentatge autònom	108,0	72.00

Dedicació total: 150 h

CONTINGUTS

Tema 1. Introducció

Descripció:

Fonaments i principis de funcionament de les piles de combustible i electrolitzadors.

Dedicació: 3h 30m

Grup gran/Teoria: 1h

Aprenentatge autònom: 2h 30m

Tema 2. Termodinàmica i cinètica electroquímica Termodinàmica i cinètica electroquímica

Descripció:

Característiques de funcionament de les cèl·lules. Pèrdues termodinàmiques i electroquímiques. Rendiment elèctric i rebuig de calor. Variables de rendiment de les cèl·lules.

Dedicació: 7h 10m

Grup gran/Teoria: 2h

Aprenentatge autònom: 5h 10m

Tema 3. Tipus de cèl·lules

Descripció:

Pila de combustible de carbonat fos (MCFC). Pila de sòlid òxid (SOC). Pila de combustible ceràmica protònica (PCFC).

Dedicació: 21h 25m

Grup gran/Teoria: 6h

Aprenentatge autònom: 15h 25m

Tema 4. Components cel·lulars

Descripció:

Materials electrolítics. Materials per a ànodes. Materials catòdics. Materials d'interconnexió. Materials de segellat.

Dedicació: 21h 25m

Grup gran/Teoria: 6h

Aprenentatge autònom: 15h 25m

Tema 5. Dissenys de cèl·lules i piles

Descripció:

Disseny pla i tubular. Fabricació de cèl·lules. Rendiment d'una sola cèl·lula. Rendiment de la pila. Ampliació de la pila.

Dedicació: 32h 10m

Grup gran/Teoria: 6h

Grup petit/Laboratori: 3h

Aprenentatge autònom: 23h 10m

Tema 6. Condicions de funcionament de cèl·lules i piles

Descripció:

Prova d'elèctrodes. Proves de cèl·lules i piles. Resistència específica d'àrea (ASR). Comparació dels resultats de les proves en elèctrodes i en cèl·lules. Contribucions no activades a la pèrdua total. Mesures imprecises de la temperatura. Rendiment del càtode. Anàlisi de la impedància de les cèl·lules. El problema de les fuites de gas als assajos amb cèl·lules. Avaluació de la magnitud de la fugida de gas.

Dedicació: 32h 10m

Grup gran/Teoria: 6h

Grup petit/Laboratori: 3h

Aprenentatge autònom: 23h 10m

Tema 7. Sistemes

Descripció:

Tractament del combustible. Condicionament d'energia. Balanç de la planta (BoP). Optimització de sistemes. Disseny de sistemes. Híbrids.

Dedicació: 32h 10m

Grup gran/Teoria: 6h

Grup petit/Laboratori: 3h

Aprenentatge autònom: 23h 10m

SISTEMA DE QUALIFICACIÓ

Avaluació contínua (2 exàmens; 30% cada examen escrit), informes de laboratori (20%) i projecte final en grup (20%).

NORMES PER A LA REALITZACIÓ DE LES PROVES.

Els exàmens escrits són individuals. El laboratori i els projectes es fan en grup.

BIBLIOGRAFIA

Bàsica:

- Fuel cell handbook. Seventh edition. Virginia: National Energy Technology Laboratory, [2016]. ISBN 9781365101137.
- Morales, Miguel; Segarra, Mercè. "Materials issues for solid oxide fuel cells design". Handbook of clean energy systems. 2015, p. 1-17.
- Singh, Mandeep; Zappa, Dario; Comini, Elisabetta. "Solid oxide fuel cell: decade of progress, future perspectives and challenges". International journal of hydrogen energy [en línia]. Vol. 46, Issue 54, p. 27643-27674 [Consulta: 05/09/2024]. Disponible a: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0360319921021704>.
- Irshad, Muneeb. "A brief description of high temperature solid oxide fuel cell's operation, materials, design, fabrication technologies and performance". Applied Sciences [en línia]. Vol. 6, núm. 3, p. 75 [Consulta: 10/09/2024]. Disponible a: <https://www.mdpi.com/2076-3417/6/3/75>.

Complementària:

- Mahato, Neelima; Banerjee, Amitava; Gupta, Alka; Omar, Shobit; Balani, Kantesh. "Progress in material selection for solid oxide fuel cell technology: A review". Progress in materials science [en línia]. Vol. 72, p. 141-337 [Consulta: 10/09/2024]. Disponible a: <https://www.sciencedirect-com.recursos.biblioteca.upc.edu/science/article/pii/S0079642515000195>.- Mogensen, M. B. "Reversible solid-oxide cells for clean and sustainable energy". Clean energy [en línia]. 2019, Vol. 3, núm. 3, p 175-201 [Consulta: 10/09/2024]. Disponible a: <https://doi.org/10.1093/ce/zkz023>.- Shen, Minghai; Ai, Fujin; Ma, Hailing; Xu, Hui; Zhang, Yunyu. "Progress and prospects of reversible solid oxide fuel cell materials". iScience [en línia]. 2021, Vol. 24, Issue 12, 103464 [Consulta: 10/09/2024]. Disponible a: <https://www.sciencedirect-com.recursos.biblioteca.upc.edu/science/article/pii/S2589004221014358>.- Mendonça, Catarina; Ferreira, António; Santos, Diogo M. F. "Towards the commercialization of solid oxide fuel cells : recent advances in materials and integration strategies". Fuels [en línia]. 2021, 2(4), 393-419 [Consulta: 10/09/2024]. Disponible a: <https://www.mdpi.com/2673-3994/2/4/23>.- Shabri, Hazrul Adzfar. "Recent progress in metal-ceramic anode of solid oxide fuel cell for direct hydrocarbon fuel utilization : A review". Fuel processing technology [en línia]. 2021, Vol. 212, 106626 [Consulta: 10/09/2024]. Disponible a: <https://www.sciencedirect-com.recursos.biblioteca.upc.edu/science/article/pii/S0378382020309176>.- Shen, Minghai; Zhang, Panpan. "Progress and challenges of cathode contact layer for solid oxide fuel cell". International journal of hydrogen energy [en línia]. 2020, Vol. 45, Issue 58, p. 33876-33894 [Consulta: 10/09/2024]. Disponible a: <https://www.sciencedirect-com.recursos.biblioteca.upc.edu/science/article/pii/S0360319920335874>.