



R+D+I EN BATERIES A LA UPC

2024



UNIVERSITAT POLITÈCNICA
DE CATALUNYA
BARCELONATECH



Generalitat
de Catalunya



Cofinançat per
la Unió Europea

CONTINGUT

01

LA UPC

Coneix la Universitat Politècnica de Catalunya (UPC) i descobreix algunes de les seves xifres.

02

LES BATERIES

Què són les bateries? Quines aplicacions tenen?

03

RECERCA I INNOVACIÓ

Descripció de l'activitat, els grups de recerca, els centres i instituts que generen coneixement en el camp de les bateries.

04

PROJECTES D'EXCEL·LÈNCIA UPC

Selecció dels projectes, articles i tesis doctorals de la UPC amb més impacte en relació amb les bateries.

05

FORMACIÓ

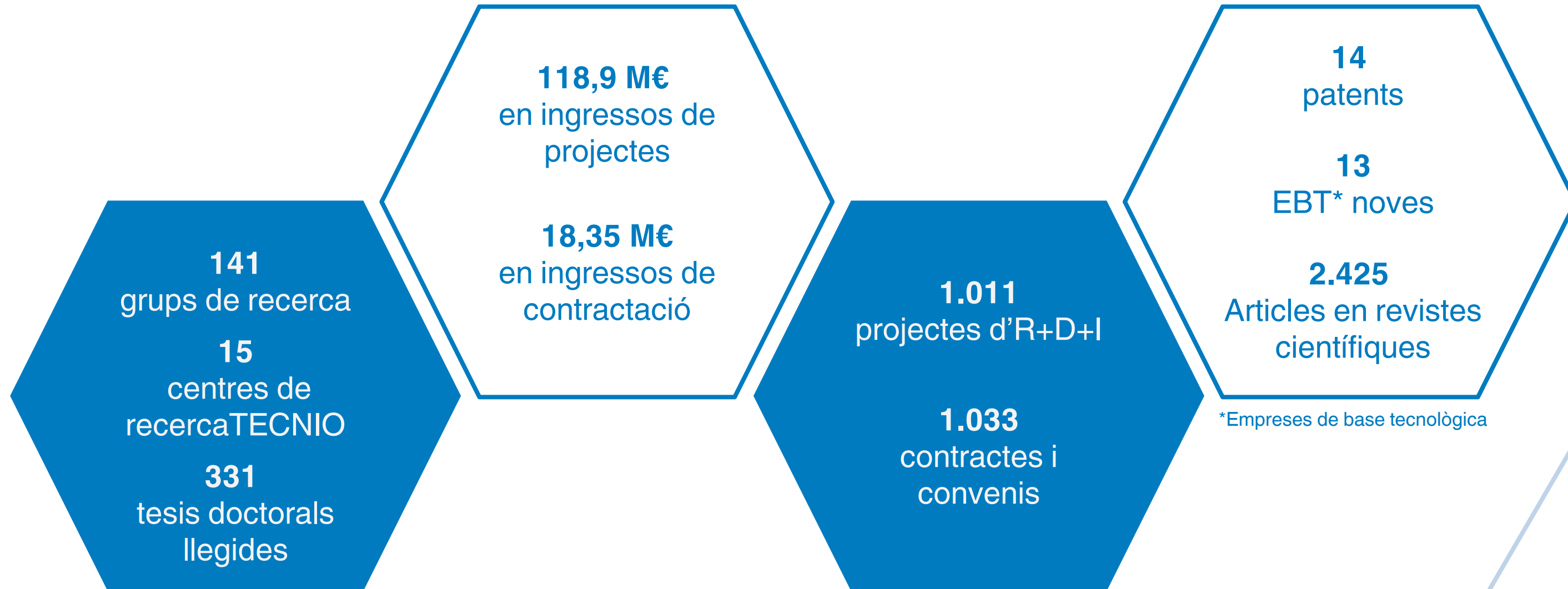
Graus, màsters i doctorats que s'ofereixen a la UPC en l'àmbit de les bateries.

01. LA UPC

La Universitat Politècnica de Catalunya (UPC) és una universitat pública de recerca i educació superior en els àmbits d'enginyeria, l'arquitectura, les ciències i la tecnologia, amb forta implantació i presència activa en els nuclis industrials del territori. La UPC participa en el sistema d'innovació de Catalunya amb projectes i contractes de recerca, desenvolupament, valorització del coneixement i comercialització de tecnologia.



ACTIVITAT DE RECERCA, DESENVOLUPAMENT I INNOVACIÓ A LA UPC 2023

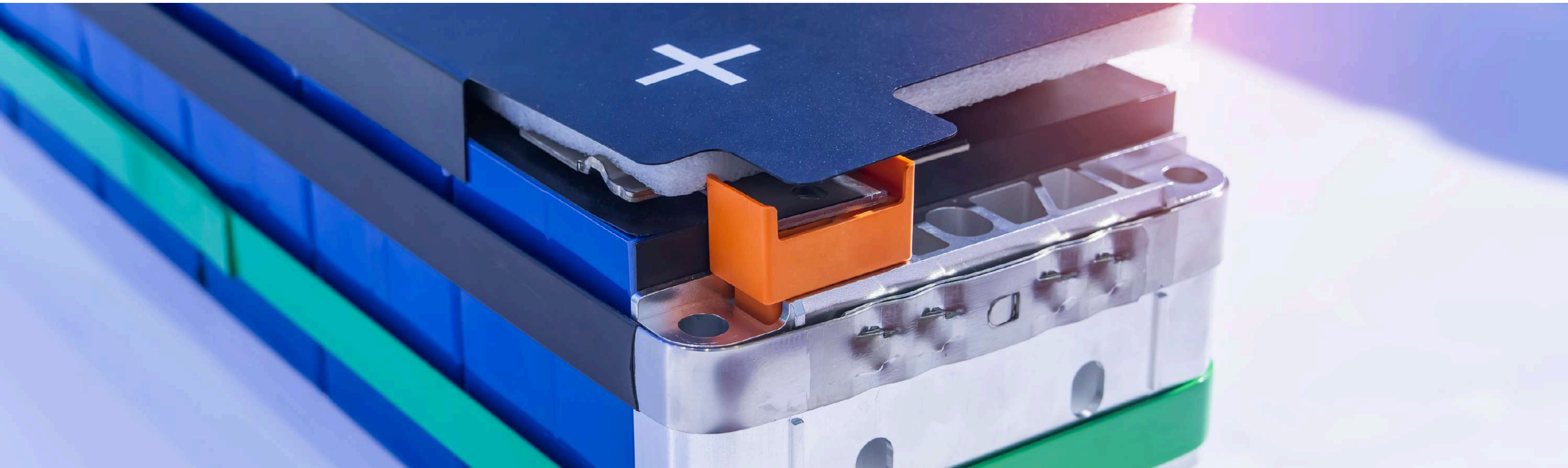


CONCEPTES

Les bateries convencionals funcionen a partir de reaccions de càrrega i descàrrega entre els elèctrodes en cada una de les cel·les.

Les cel·les estan compostes per un contenidor, que és un material electròlit líquid o sòlid; un elèctrode positiu, anomenat càtode, i un de negatiu, anomenat ànode.

Els elèctrodes estan separats per una membrana que permet el flux d'ions. L'electròlit està en contacte amb els elèctrodes, cosa que permet que es generi un corrent a partir de les reaccions d'oxidació i reducció.



SECTORS DE DEMANDA DE BATERIES I APLICACIONS

MOBILITAT

Els vehicles amb motor de combustió o d'explosió fan servir bateries per al subministrament d'energia elèctrica perquè funcioni el motor i els elements auxiliars del vehicle.

L'electrificació de la mobilitat fa que les bateries siguin un element clau en els diferents àmbits:



Automoció



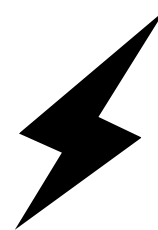
Mobilitat lleugera



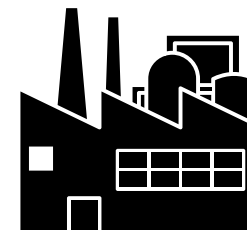
Mobilitat pesant



Habitatge



Energia

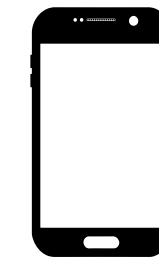


Indústria

ELECTRÒNICA

L'evolució de les tecnologies mòbils es relaciona amb la miniaturització de l'electrònica.

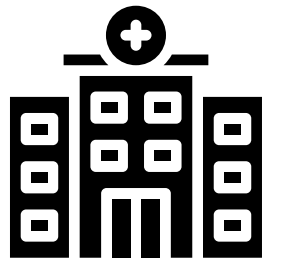
Actualment destaquen les bateries d'ió liti, ja que han permès disminuir la mida de les bateries alhora que ofereixen més densitat i eficiència energètica.



Telèfons mòbils



Aparells elèctrics i electrònics



Dispositius mèdics

ESTAT DE LA QÜESTIÓ - LÍNIES DE RECERCA EN EL CAMP DE LES BATERIES

RECERCA BÀSICA EN BATERIES

Materials dels ànodes, càtodes o electròlits.

MUNTATGE DE BATERIES

Prototipatge, escalat, industrialització i processos d'encapsulament o empaquetatge.

CARACTERITZACIÓ DE BATERIES

Ciclatge, modelatge, envelliment, etc.

CONTROL DE BATERIES

Battery management system (BMS), algorismes de determinació del state of charge (SOC), state of health (SOH) i state of function (SOF).

APLICACIONS DE LES BATERIES

Vehicles elèctrics, mobilitat d'últim quilòmetre, serveis a la xarxa, suport a les renovables o com a elements dins d'algorismes d'optimització i eficiència energètica.

ESTUDIS D'IMPACTE SOCIOAMBIENTAL

Anàlisi del cicle de vida de les bateries, economia circular, etc.

TIPUS DE BATERIES

Electroquímica

Bateries clàssiques

Metall - aire **M-Aire**

Níquel - cadmi **Ni-Cd**

Níquel - hidrur metàl·lic **Ni-MH**

Plom - àcid **Pb-Àcid**

Ió - liti **Li-Ion**

Liti - sofre **Li-S**

liti-metall-polímer **LMP**

Ió sodi **Na⁺Ion**

Sulfur de sodi **Na₂S**

Sodi - clorur de níquel **Na-NiCl₂**

Bateries de flux

Redox de vanadi **V-Redox**

Bromur de zinc **Zn-Br₂**

Zinc - ferro **Zn-Fe**

03. RECERCA I INNOVACIÓ

A través de més de 140 grups de recerca, la UPC desenvolupa una activitat de recerca capdavantera en els àmbits que li són propis. La Universitat disposa d'instal·lacions i recursos per proporcionar els serveis que li són propis en els àmbits de diagnòstic, assessorament, desenvolupament, demostració, formació, promoció i acompanyament a la indústria, el sector públic i la societat civil en l'impuls i el desplegament de les bateries.



EXEMPLES D'ACTIVITAT I - BATERIES

Ús de la intel·ligència artificial aplicada a la combinació de productes químics utilitzats en la caracterització de les bateries.

Caracterització de bateries per comprendre millor i optimitzar les propietats físiques i químiques, el rendiment i l'estabilitat de tots els components.

Anàlisi *ex situ* i anàlisi de fallades a partir de l'estudi de les reaccions secundàries electroquímiques mitjançant imatges d'ionització/desorció làser.

Monitoratge i gestió de bateries mitjançant el dispositiu de control BMS per fer un ús òptim de l'energia disponible i, al mateix temps, allargar la vida útil de la bateria.

Desenvolupament de sistemes d'energia en bateries per a comunitats amb energies renovables.

Estudi de la reducció de l'impacte, que permeti augmentar la producció de bateries d'ions de liti de manera que l'impacte sobre l'entorn sigui mínim.

Experimentació amb nous mètodes i materials per emmagatzemar energia en molècules orgàniques, en particular en els seus graus de llibertat intramoleculars.

EXEMPLES D'ACTIVITAT II - BATERIES

Integració de tecnologies de processament per garantir una cadena de valor de les bateries segura, circular i sostenible mitjançant mineria urbana i industrial.

Desenvolupament d'un sistema de dimensionament i aplicació de piles d'hidrogen per a vehicles elèctrics.

Desenvolupament de la futura generació de connectors intel·ligents d'alta tensió per a subestacions, amb autonomia energètica i amb capacitat de transmissió de dades.

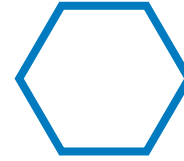
Bioprocés per a la recuperació del cobalt i el liti de les bateries.

Desenvolupament d'un sistema de tracció de carregador i inversor a bord altament integrat per augmentar la densitat de potència, disminuir el volum i el pes dels vehicles elèctrics (EV), alhora que garanteix l'eficiència i la fiabilitat dels convertidors de potència utilitzats.

Realització d'estudis sobre l'anàlisi de viabilitat de la indústria de recuperació de materials de bateries de dispositius electrònics i vehicles de motor a Catalunya.

Desenvolupament de noves bateries sense productes tòxics i biodegradables per a bateries en dispositius mèdics.

GRUPS DE RECERCA UPC EN BATERIES



Grups de recerca

- **ACaPE** - Advanced Control and Power Electronics Systems
- **CDIF** - Centre de Diagnòstic Industrial i Fluidodinàmica
- **CITCEA-UPC** - Centre d'Innovació Tecnològica en Convertidors Estàtics i Accionaments
- **CTTC** - Centre Tecnològic de Transferència de Calor
- **ENMA** – Enginyeria del Medi Ambient
- **EPIC** - Energy Processing and Integrated Circuits
- **GAECEQS** - Grup d'Accionaments Electromecànics, Conversió de l'Energia i Qualitat del Subministrament
- **GNOM** - Grup d'Optimització Numèrica i Modelització
- **GREP** - Grup de Recerca en Electrònica de Potència
- **IMEM-BRT** - Innovation in Materials and Molecular Engineering - Biomaterials for Regenerative Therapies
- **MCIA** - Motion Control and Industrial Applications Research Group
- **R2EM** - Resource Recovery and Environmental Management
- **RIIS** - Grup de Recerca en Recursos i Indústries Intel·ligents i Sostenibles
- **SAC** – Sistemes Avançats de Control
- **SEER** – Sistemes Elèctrics en Energia Renovable

CENTRES ESPECÍFICS DE RECERCA UPC EN BATERIES



Centre de Recerca en Ciència i Enginyeria Multiescala de Barcelona

El BRCMSE es dedica a la recerca, el desenvolupament i la innovació en micro i nanoenginyeria, nanotecnologia i nanociència. Els seus principals temes de recerca inclouen la manipulació de nanopartícules, les propietats de micro i nanodispositius, l'anàlisi de processos complexos, la simulació de sistemes nanomètrics, la fabricació de capes nanomètriques, la integració de dispositius i les aplicacions energètiques i ambientals de nanopartícules.



Mètodes Numèrics en Ciències Aplicades i Enginyeria

El LACÀN desenvolupa nous models matemàtics i mètodes numèrics que permetin una ciència i una enginyeria predictives i quantitatives. Té diverses línies:

- “Mètodes i eines computacionals” té com a objectiu inventar nous algorismes per fer front a nous reptes en l'àmbit de l'enginyeria computacional.
- “Materials i estructures naturals i manufacturats” combina teoria, simulacions per ordinador i experiments per entendre i explotar la visió del disseny de materials.



Centre Específic de Recerca de l'Hidrogen de la UPC

El CER-H2 té com a objectiu cobrir les necessitats de recerca i transferència de coneixement en el camp de les tecnologies de l'hidrogen, incloent-hi tecnologies de generació, emmagatzematge i utilització de l'hidrogen en tots els àmbits d'aplicació: energia, indústria, transport i habitatge, entre d'altres.



Smart Sustainable Resources

La recerca de l'SSR es basa en l'aprofitament dels recursos minerals, els residus i la mineria sostenible. Alineat amb l'economia circular, el centre inclou experts en localització de dipòsits minerals, aprofitament eficient de recursos, biotecnologia i sistemes avançats de monitoratge per a un ús sostenible dels recursos naturals.

04. PROJECTES D'EXCEL·LÈNCIA UPC

En aquest document es consideren projectes d'excel·lència els projectes que:

- Segueixen un procés científic rigorós i que compleix estàndards de qualitat elevats.
- Són estratègics i tractors.
- Adquireixen un compromís amb els reptes socials i tenen un gran impacte científic i socioeconòmic.
- Tenen repercussió en el territori.
- Compten amb diferents entitats participants de la quàdruple hèlix, fet que fa que els projectes siguin multidisciplinaris.

Els projectes d'excel·lència UPC estan finançats per diversos programes, com ara el Plan Estatal de Investigación Científica y Técnica y de Innovación o l'Horizon Europe.



PROJECTES D'EXCEL·LÈNCIA

BIOMETAL - Development of a smart automated biobased process for the recovery of valuable metals from end-of-life phones

El ràpid avenç tecnològic està esgotant els recursos naturals, cosa que posa en risc el subministrament de materials essencials. El projecte defensa que la creixent generació de residus electrònics pot convertir-se en una oportunitat econòmica mitjançant la recuperació de metalls valuosos. Sobre la base de l'economia circular i la mineria urbana, es planteja desenvolupar bioprocessos automatitzats controlats per sensors intel·ligents per recuperar metalls de telèfons mòbils al final de la seva vida útil.

L'objectiu és aconseguir la recuperació rendible de metalls estratègics amb un procés biològic automatitzat que en millori l'eficiència i en minimitzi l'impacte ambiental.

PROJECTES D'EXCEL·LÈNCIA

AGISTIN - Advanced Grid Interfaces for innovative ST**orage Integration**

El projecte AGISTIN, finançat per la UE, té com a objectiu avançar en solucions d'emmagatzematge d'energia per donar suport a la descarbonització, el creixement de les energies renovables i l'estabilitat de la xarxa. Se centra a reduir els impactes de la demanda a la xarxa i els costos per als grans usuaris mitjançant tecnologies innovadores d'emmagatzematge, com ara recuperadors electroquímics aquosos, sistemes de reg i bateries d'ions d'alumini.

El projecte inclou demostracions i proves en electròlisi d'hidrogen, bombament de reg i càrrega ràpida de vehicles elèctrics. AGISTIN té com a objectius millorar l'estabilitat de la xarxa, reduir els costos de producció d'hidrogen en un 10 % i donar suport a xarxes 100 % renovables, mitjançant un consorci de nou països.

PROJECTES D'EXCEL·LÈNCIA

HELIOS - High-pErformance moduLar battery packs for sustainable urban electrOmobility Services

El projecte HELIOS té com a objectiu desenvolupar un paquet de bateries intel·ligent, modular i escalable per a vehicles elèctrics urbans, des de cotxes de mida mitjana fins a autobusos elèctrics. Se centra a millorar-ne el rendiment, la densitat energètica, la seguretat i la vida útil, i reduir-ne el cost anivellat d'emmagatzematge (LCOS).

El projecte integra materials, dissenys, tecnologies i processos innovadors, incloent-hi solucions avançades de gestió elèctrica i tèrmica amb hardware i software. Utilitza tecnologies com l'anàlisi de dades a gran escala al núvol, la intel·ligència artificial i la internet de les coses (IoT) per augmentar la densitat d'energia, millorar la càrrega ultraràpida, augmentar la seguretat de les bateries i allargar-ne la vida útil. També es focalitza a monitorar la salut de les bateries i l'empremta de carboni, i implementar principis d'economia circular per a la reutilització i el reciclatge de les bateries.

PROJECTES D'EXCEL·LÈNCIA

METALLICO - Demonstration of battery metals recovery from primary and secondary resources through a sustainable processing methodology

El projecte METALLICO té com a objectiu garantir els materials crítics necessaris per als vehicles elèctrics, centrant-se en la producció dels metalls essencials per a bateries (liti, cobalt, coure, manganès i níquel). A causa de la seva escassetat i distribució global, hi ha un alt risc de subministrament d'aquests materials per a la UE.

METALLICO reunirà representants de tota la cadena de valor, incloent-hi fonts primàries i secundàries de metalls, per provar nous processos de producció de materials de qualitat per a bateries. El projecte inclou quatre estudis de cas a la UE per recuperar aquests metalls de dipòsits primaris i recursos secundaris. L'objectiu és dissenyar processos sostenibles per augmentar la producció de materials crítics, reduir la dependència de les importacions i assegurar la competitivitat de la UE en el sector de les bateries.

Grup UPC implicat: R2EM - Resource Recovery and Environmental Management

PROJECTES D'EXCEL·LÈNCIA

FLEXHYBAT - Design and control of flexible hydroelectric power plants by hybridisation with 2nd life batteries

Els darrers anys, les centrals hidroelèctriques han ampliat el seu rang operatiu per adaptar-se a la flexibilitat de la xarxa elèctrica, cosa que ha provocat un desgast més gran en les turbines i n'ha reduït la vida útil. FLEXHYBAT proposa hibridar aquestes turbines amb bateries de segona vida per millorar-ne el rendiment i la durabilitat.

El projecte desenvolupa models de rendiment i envelliment per a les bateries reutilitzades, validant-los experimentalment i estandarditzant-ne les especificacions tècniques per facilitar-ne el reaprofitament mitjançant simulacions i sistemes de prova avançats, i optimitzar el disseny de l'emmagatzematge energètic per maximitzar l'eficiència i fiabilitat de la xarxa.

PROJECTES D'EXCEL·LÈNCIA

SCAPE - Switching-Cell-Array-based Power Electronics conversion for future electric vehicles

SCAPE busca estandarditzar i modularitzar els sistemes de conversió de potència per a vehicles elèctrics (EV) mitjançant tecnologia multinivell, desenvolupant blocs compactes i integrats. També proposa estratègies intel·ligents de modulació, control, diagnòstic en línia i manteniment predictiu amb aprenentatge automàtic. Això reduirà els costos gràcies a les economies d'escala, millorarà el rendiment i facilitarà l'adopció massiva dels EV, ja que n'augmentarà l'assequibilitat i reduirà les emissions de gasos d'efecte hivernacle.

SELECCIÓ D'ARTICLES CIENTÍFICS

Canals, L. [et al.]. *Are electric vehicle batteries being underused? A review of current practices and sources of circularity.* “Transport and Environment”, January 2023, vol. 114. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2023.117814>

Es considera que la salut de les bateries al final de la seva vida útil és d'un 70 %-80 %, cosa que en causa un infraús. Aquest estudi revisa els processos circulars per a bateries i en recomana prioritzar la primera vida útil i el vehicle-to-grid sobre les aplicacions de segona vida, i proposa un marc per estimar millor el final de la vida funcional.

Dorado, A. [et al.]. *A high productivity bioprocess for obtaining metallic copper from printed circuit boards (PCBs).* “Minerals Engineering”, January 2024, vol. 205. <http://hdl.handle.net/2117/396665>

Proposa un procés sostenible per obtenir càtodes de coure a partir de PCB de telèfons mòbils obsolets mitjançant trituració, lixiviació en un reactor continu i regeneració fèrrica en un bioreactor.

Romeral, J. L. [et al.]. *Flexible Smart Energy-Management Systems Using an Online Tendering Process Framework for Microgrids.* “Energies”, May 2023, vol. 16. <https://doi.org/10.3390/en16134914>

Tracta sobre un nou sistema intel·ligent de gestió energètica per a microxarxes que utilitza un marc de treball de múltiples agents i un procés de licitació en línia per optimitzar la distribució i els costos de l'energia, que garanteix l'estabilitat del sistema i n'evita les apagades

Busquets-Monge, S. [et al.]. *Electric vehicle powertrains with modular battery banks tied to multilevel NPC inverters.* “Electronics”, January 2023, vol. 12, no. 2. <http://hdl.handle.net/2117/384844>

Analitza els avantatges de combinar bancs de bateries modulars amb inversors de tracció NPC multinivell en trens de potència de vehicles elèctrics, i en destaca les millores potencials d'eficiència i els beneficis ambientals en comparació amb els dissenys tradicionals.

SELECCIÓ DE TESIS DOCTORALS

Clemente, A. (2023). *Modeling and control of a vanadium redox flow battery*

Aborda l'ús de bateries de flux redox de vanadi per a l'emmagatzematge d'energia, de les quals destaca els avantatges i reptes. Es presenten el funcionament, modelització i control d'aquestes bateries, es desenvolupa un model matemàtic per comprendre'n les dinàmiques i es proposen tècniques de control per millorar-ne l'eficiència i seguretat. La tesi també inclou la validació experimental dels resultats mitjançant una plataforma específica.

Rafiezadeh, R. (2022). *Contributions to the Characterization and Design Optimization of Power Converters Based on Switching-Cell Arrays*

Explora el disseny optimitzat de potes de convertidors de potència de font de tensió mitjançant la combinació de cel·les de commutació estàndard en estructures de punt neutre actiu per assolir les qualificacions adequades de tensió i corrent. Es formulen diferents escenaris de disseny, incloent-hi diverses configuracions de conversió (DC-DC i DC-AC) i tipus de cel·les. L'algoritme d'optimització utilitzat permet explorar ràpidament les millors solucions de disseny i integra variables de disseny enteres i contínues amb restriccions lineals i no lineals.

Salehi, N. (2023). *Energy Management in Collaborative Power Electronics-Based Microgrid Integrated with Renewable Energies*

Tracta envers la recerca de microxarxes, enfocada cap al funcionament cooperatiu. S'analitzen estratègies de gestió d'energia i optimització de microxarxes individuals i comunitàries, i s'estudien diverses estratègies de control per a microxarxes connectades a la xarxa. Es proposen mètodes innovadors, com ara agrupacions basades en aprenentatge, algorismes de dimensionament d'elements i nous mètodes de control per a interfícies d'electrònica de potència en microxarxes.

Alcázar, D. (2022). *Model-based design validation and optimization of drive systems in electric, hybrid, plug-in hybrid and fuel cell vehicles*

Contribueix al desenvolupament tecnològic accelerant el disseny de vehicles ecològics i la seva introducció en les ciutats intel·ligents. Es descriu una metodologia adaptable, flexible, expansible, simple i d'alta precisió capaç de maximitzar l'autonomia del vehicle amb un esforç computacional mínim, gràcies a un algorisme genètic. A més, proporciona informació predictiva per minimitzar costos, volum i pes del tren de potència en l'estructura del vehicle, d'acord amb les preferències del dissenyador.

FUTURES TESIS DOCTORALS

Etxandi-Santolaya, Maite. *“A new approach to end of life estimations in electric vehicle batteries: maximizing battery usage”*. (s’està elaborant, defensa prevista l’estiu de 2024).

Puleston, Thomas Paul. *“Monitoring and optimal operation of redox flow batteries”*. (s’està elaborant, defensa prevista 2025).

Martí Florencia, Miquel. *“Estimation and decentralized control of hybrid storage systems containing lithium-ion batteries”*. (s’està elaborant, defensa prevista 2026).

Savona, Enrico. *“Topology optimisation for battery thermal management systems”*. (s’està elaborant).

Zamberlan, Giorgio. *“Enhancing topology optimisation tools of battery thermal management systems using machine learning”*. (s’està elaborant).

Gabarrell, Pau. *“Reinforcement learning for surrogate models of optimised topologies for battery thermal management systems”*. (s’està elaborant).

COL·LABORACIONS

Empreses



Centres/instituts de recerca i entitats públiques



05. FORMACIÓ

La UPC del futur es fonamenta en tres grans pilars: els estudiants de grau, de màster i de doctorat, amb el compromís en la formació de professionals competents que puguin incorporar-se al teixit productiu impulsar el progrés econòmic del nostre país, que posin la vida de les persones i la sostenibilitat del planeta al centre.

Una formació d'excel·lència en la recerca i la transferència de tecnologia que té per objectiu potenciar el talent jove, creatiu i valent, que haurà d'afrontar i resoldre els reptes socials i mediambientals dels temps futurs i no tan futurs.



- Grau en Enginyeria Electrònica de Telecomunicació (ETSETB)
- Grau en Enginyeria Electrònica Industrial i Automàtica (EEBE, EPSEM, EPSEVG, ESEIAAT)
- Grau en Enginyeria Elèctrica (EEBE i ESEIAAT)
- Grau en Enginyeria d'Automoció (EPSEM)
- Grau en Enginyeria de l'Energia (EEBE)
- Grau en Enginyeria de Recursos Minerals i el seu Reciclatge (EPSEM)
- Grau en Enginyeria de Materials (EEBE)
- Grau en Enginyeria Química (EEBE, EPSEM, ESEIAAT)



- Màster universitari en Enginyeria Electrònica (ETSETB)
- Màster universitari en Enginyeria de Semiconductors i Disseny Microelectrònic (ETSETB)
- Màster universitari Erasmus Mundus en Ciències dels Materials Avançats i Enginyeria (EEBE)
- Màster universitari en Enginyeria d'Automoció (ETSEIB)
- Màster universitari en Enginyeria de l'Energia (ETSEIB)
- Màster universitari en Enginyeria de Sistemes Automàtics i Electrònica Industrial (ESEIAAT)
- Màster universitari en Mobilitat Urbana (ETSECCPB, ETSAB, ETSETB, ETSEIB, FIB)
- Màster universitari en Enginyeria Industrial (ETSEIB)
- Màster universitari en Enginyeria Química (EEBE)
- Màster universitari en Sistemes de Potència i Accionaments (ETSEIB)
- Màster universitari en Interdisciplinarietat i Enginyeria Innovadora (EEBE)
- Màster universitari en Enginyeria Ambiental (ETSECCPB)
- Màster universitari en Enginyeria dels Recursos Naturals (EPSEM)



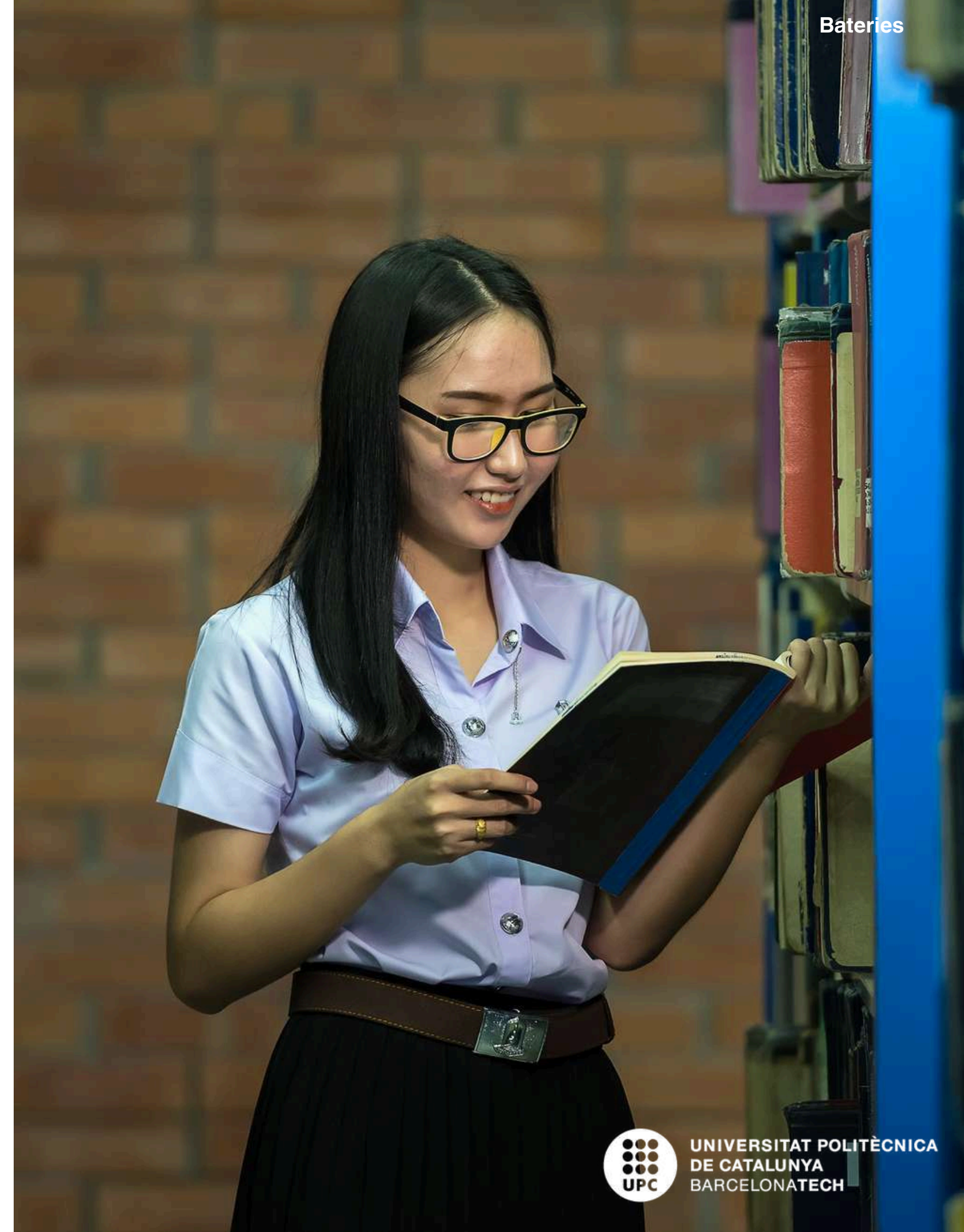
PROGRAMES DE DOCTORAT

- Enginyeria Electrònica
- Sistemes d'Energia Elèctrica
- Recursos Naturals i Medi Ambient
- Enginyeria Elèctrica
- Enginyeria de Processos Químics
- Ciència i Enginyeria dels Materials



UPC SCHOOL – MÀSTERS I POSTGRAUS DE FORMACIÓ PERMANENT

- Màster en Mecatrònica: Tecnologies, Sistemes Industrials i Mobilitat Elèctrica
- Màster en Smart Energy: Energies Renovables i Digitalització
- Postgrau en Elements de Sistemes Mecatrònics
- Postgrau en Vehicles Elèctrics i Mobilitat Sostenible
- Postgrau en Xarxes Elèctriques Flexibles



SERVEI DE SUPORT A LA RECERCA I A LA INNOVACIÓ



@RDI_UPC



Recerca, Desenvolupament i Innovació UPC



suport.rdi@upc.edu



rdi.upc.edu



93 413 76 22



UNIVERSITAT POLITÈCNICA
DE CATALUNYA
BARCELONATECH



Cofinançat per
la Unió Europea



Generalitat
de Catalunya

