INFORME DE VIGILÀNCIA TECNOLÒGICA

I DE MERCAT

Conservació de l'energia

INNVALLES

TERRITORI INNOVADOR PER CRÉIXER

Amb el suport de:

Unió Europea
Fons Europeu de Desenvolupament Regional

Generalitat de Catalunya
Departament de la Presidència

Diputació Barcelona

UAB
Universitat Autònoma de Barcelona
Consell Social

Informe de vigilància tecnològica i de mercat

Conservació de l'energia

Autors
Martin Nicolas Buffa Dunat,
Oficina de Valorització i Patents de la Universitat Autònoma de Barcelona

CC BY SA

A l'ecosistema de la Universitat Autònoma de Barcelona (UAB) es troben grups capdavanters i amb àmplia experiència en tecnologies CLEANTECH que treballen de forma col·laborativa els diferents reptes empresarials. El procés inclou des de les etapes d'empatització (Design Thinking, Focus Groups, Stakeholders, etc.) fins a les de prototipat i comprovació (Laboratoris d'idees, plantes pilot, etc.).

La UAB proporciona els mecanismes per a la resolució de reptes d'innovació mitjançant l'Observatori d'Intel·ligència Competitiva. L'Observatori ofereix una plataforma única de vigilància personalitzada per conèixer les noves tendències socials, tecnològiques i de mercat. Aquesta operació, inclosa dins el projecte ININValles, és una eina per dissenyar estratègies empresarials innovadores i sostenibles, que repercuteixen en el desenvolupament econòmic i social del territori.

ININVALLES
TERRITORI INNOVADOR PER CRÉIXER

PROJECTE D'ESPECIALITZACIÓ I COMPETITIVITAT TERRITORIAL (PECT)

Ctra. de Barcelona, 208 B, 08205, Sabadell (Barcelona)
93 745 31 61
info@ininvalles.cat

Entitat coordinadora:

Ajuntament de Sabadell

Entitats sòcies:

FUNDIT Fundació per l'ESDi
UAB Universitat Autònoma de Barcelona
Parc Taulí Hospital Universitari
Ajuntament de Sant Quirze del Vallès
Ajuntament de Castellar del Vallès
Ajuntament de Barberà del Vallès

Amb el suport de:

Unió Europea Fons Europeu de Desenvolupament Regional
Generalitat de Catalunya Departament de la Presidència
Diputació Barcelona
UAB Universitat Autònoma de Barcelona Consell Social

Introducció

L'emmagatzematge d'energia és la captura d'energia produïda en un moment per utilitzar-lo en un moment posterior i així reduir els desequilibris entre la demanda i la producció d'energia[1]. L'emmagatzematge d'energia implica convertir energia de formes que són difícils d'emmagatzemar a formes més convenients o econòmicament viables. El desafiament actual consisteix a emmagatzemar aquesta energia de manera pràctica, fàcil i econòmica. Es calcula que amb la creixent demanda d'emmagatzematge d'electricitat d'aplicacions estacionàries i mòbils, l'estoc total de capacitat d'emmagatzematge d'electricitat en termes energètics haurà de créixer d'un estimat de 4,67 teravatios hora (TWh) el 2017 a 11,89-15, 72 TWh (155-227 % més que el 2017) si es vol duplicar la quota d'energies renovables al sistema energètic per al 2030 [2].

Segon l'informe Energy Storage Targets 2030 and 2050 de l'European Association for Storage of Energy[3] el Clean Energy Package, article 2(59) de la Directiva (UE) 2019/944 del Parlament Europeu i del Consell, classifica les solucions d'emmagatzematge en dos tipus: (a) aquelles que brinden flexibilitat al sistema en una direcció, és a dir no retornen electricitat al sistema, i (b) bidireccional, és a dir, l'electricitat s'emmagatzema i es torna al sistema. En el primer cas, l'energia es converteix en un altre vector com calefacció, refrigeració, transport, etc. Aquestes tecnologies d'emmagatzematge inclouen principalment: Tecnologies d'electrolitzadors que produeixen hidrogen que no es torna a convertir en electricitat, càrrega intel·ligent de vehicles elèctrics on l'electricitat no es torna a injectar a la xarxa, etc. El segon supòsit, es refereix a les tecnologies d'emmagatzematge que emmagatzemen electricitat i l'alliberen de nou al sistema quan es necessita. Les tecnologies més orientades a prestar aquest servei inclouen, entre d'altres, bateries, volants, supercondensadors, bombeig hidroelèctric, electrolitzadors, emmagatzematge d'energia tèrmica, etc.

La transició de combustibles fòssils a fonts renovables fa necessari disposar d'un emmagatzematge millorat d'energia elèctrica. En aquest sentit, amb les proporcions molt altes d'energia eòlica i solar fotovoltaica que s'esperen més enllà de 2030 (per exemple, 70-80% en alguns casos), la necessitat d'emmagatzematge d'energia a llarg termini es torna crucial per suavitzar les fluctuacions del subministrament durant dies, setmanes o mesos. Els sistemes dominats per l'energia solar solen requerir una major flexibilitat diària per cobrir els cicles dia/nit (valor de 603 GW), mentre que els sistemes dominats pel vent requereixen un emmagatzematge de més durada durant dies o fins i tot setmanes de vents baixos (valor de 268 GW)[3]. D'aquesta manera, les solucions d'emmagatzematge per maximitzar la infraestructura de la xarxa elèctrica existent ofereixen una solució que permet la integració a gran escala d'energia solar i eòlica sense congestió de la xarxa, cosa que evita qualsevol necessitat immediata de grans inversions en infraestructura de la xarxa i, per tant, redueix els costos, tenint en compte que això depèn de la regió[3].

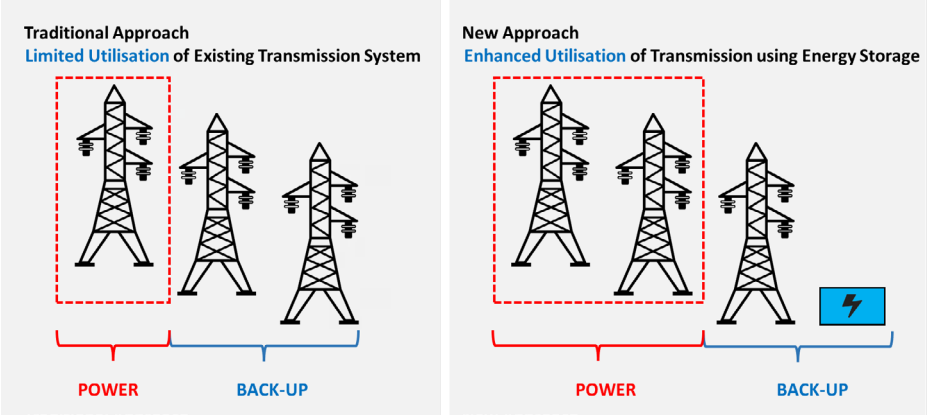


Figura 1. Diferents esquemes de xarxes elèctriques [3]

Per al seu emmagatzematge, l'electricitat es deu transformar en un altre tipus d'energia, com ara mecànica, tèrmica o química. Depenent de la seva capacitat, els sistemes d'emmagatzematge es poden classificar en: (a) emmagatzematge a gran escala, que es fa servir en llocs on cal una escala important de GW; (b) emmagatzematge en xarxa i en actius de generació elèctrica, on s'utilitza l'escala de MW i, finalment, (c) emmagatzematge a nivell d'usuari final, que s'aplica a nivell residencial i funciona amb kW.

L'informe de l'International Renewable Energy Agency (IRENA) Electricity storage and renewables: costs and markets to 2030[2], classifica els sistemes d'emmagatzematge en les categories següents:

- **Emmagatzematge a curt termini**. Normalment es defineix com una aplicació on els processos de càrrega i descàrrega no duren més d'uns pocs minuts abans que el flux d'energia canviï de direcció. A causa de les seves capacitats de potència molt alta, els sistemes d'emmagatzematge d'electricitat, com ara supercapacitadors, bobines superconductores o volants mecànics, s'utilitzen sovint en aquestes aplicacions, però també es poden utilitzar moltes tecnologies d'emmagatzematge de bateries.
- **Emmagatzematge diari**. En general, presenta temps de càrrega o descàrrega de diversos minuts a hores. L'emmagatzematge d'energia hidràulica bombada, l'emmagatzematge d'electricitat amb aire comprimit i tot tipus de sistemes d'emmagatzematge d'energia electroquímica són adequats per a l'emmagatzematge diari.
- **Emmagatzematge a llarg termini**. Aquest és el emmagatzematge d'energia durant períodes de setmanes o mesos. L'emmagatzematge a llarg termini generalment s'aconsegueix utilitzant convertidors d'energia en combinació amb sistemes d'emmagatzematge de gas o grans sistemes d'emmagatzematge mecànic, com ara l'emmagatzematge hidroelèctric per bombament o CAES (compressed energy storage). A més, les bateries de flux redox i les bateries NaS poden brindar un emmagatzematge setmanal raonable a mesura que disminueixen els seus costos d'inversió.

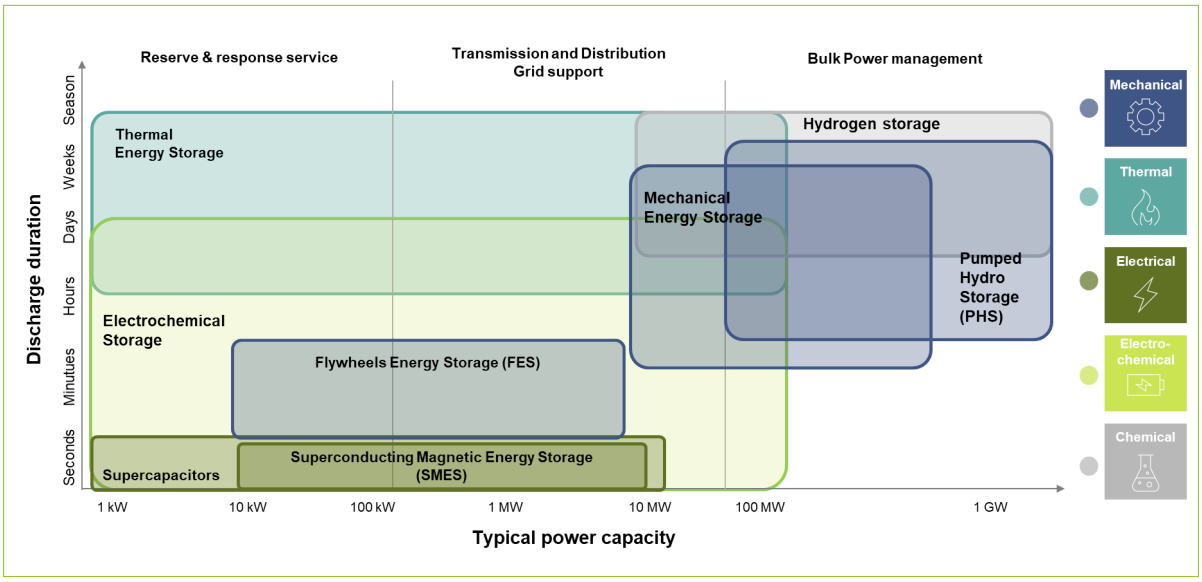


Figura 2. Tipus de tecnologia d'emmagatzematge d'energia segons la seva potencia i els seus temps de descàrrega [3]

Una altra classificació freqüent es basa en les tecnologies que en permeten la transformació i l'emmagatzematge. Entre elles es troben:

- **Bomneig hidroelèctric**: aquest és el sistema d'emmagatzematge a una gran escala més eficient en funcionament. És una tecnologia rendible i compromesa que ofereix estabilitat al sistema elèctric i pot generar nivells significatius d'energia neta amb temps de resposta ràpids. Consisteix a bombar l'aigua de cotes inferiors cap a les cotes superiors d'una presa en els moments d'excés d'oferta elèctrica. En els moments en què la demanda d'electricitat puja, s'allibera l'aigua de la presa fent passar a través duna turbina. Aquest procés genera electricitat que s'injecta a la xarxa.
- **Aire comprimit**: Aquestes instal·lacions tenen un motor reversible que, en períodes d'excés d'energia, emmagatzema aire a alta pressió. És un sistema d'emmagatzematge mecànic comparable en capacitat al bombament hidroelèctric.
- **Emmagatzematge tèrmic**: Consisteix a acumular energia en materials que permeten retenir i alliberar de forma controlada, a través de mètodes que van des del refredament per acumulació de gel fins a l'exposició a temperatures extremadament altes.
- **Supercondensador**: Es tracta d'un dispositiu capaç d'emmagatzemar grans quantitats d'energia elèctrica en forma de càrregues electrostàtiques perquè no es produeixin reaccions químiques. Els supercondensadors es poden carregar o descarregar en qüestió de segons, per això són ideals per respondre a pics d'energia o interrupcions breus del subministrament.
- **Volants**: Aquest és un sistema d'emmagatzematge mecànic que consisteix en un disc de metall que comença a girar quan s'aplica una torsió; després, amb l'acció de frenar la roda aplicant una torsió de frenada ferma, l'energia elèctrica es conserva en forma. cinètica.
- **Bateries**: Amb aquesta tecnologia s'emmagatzema energia en compostos químics capaços de generar càrrega elèctrica. Hi ha molts tipus, com les bateries de plom-àcid, les de ions de liti o les de níquel-cadmi. Els principals avantatges de les bateries són la resposta ràpida (mil·lisegons), la facilitat d'instal·lació i escalabilitat i, finalment, els múltiples beneficis que poden aportar els actius renovables als quals es connecten.
- **Piles de combustible d'hidrogen**: Aquest és un tipus d'emmagatzematge químic en continu. Es diferencia de les bateries en què s'alimenta contínuament d'hidrogen des de l'exterior permetent-ne l'ús constant. Hi ha altres tipus de piles de combustible, però l'hidrogen és el combustible més utilitzat.

L'hidroemmagatzematge per bombament representa la major font d'emmagatzematge d'electricitat actual, al voltant de 169 GW de potència, fet que representa el 96 % dels aproximadament 176 GW d'emmagatzematge total d'energia de tots els tipus que s'estima que va estar operatiu a mitjans 2017[2]. La segona categoria correspon a l'emmagatzematge tèrmic amb 3,3 GW (1,9%), seguit de les bateries electroquímiques amb 1,9 GW (1,1%) i l'emmagatzematge electromecànic amb 1,1 GW (0,9%). En relació amb la distribució geogràfica de la capacitat d'emmagatzematge, més de les tres quartes parts d'aquest es va instal·lar a només 10 països, mentre que només 3 (Xina (32,1 GW), Japó (28,5 GW) i Estats Units (24,2 GW)) van representar gairebé la meitat (48%) de la capacitat mundial[2].

Les bateries de ions de liti han aparegut com la solució al problema de l'emmagatzematge de l'energia generada al sector de les energies renovables. El liti té un potencial electroquímic alt i pot acumular grans quantitats d'energia. Tot i això, el seu elevat cost ha estat un obstacle perquè les bateries de liti es converteixin en la tecnologia d'emmagatzematge estàndard de l'energia renovable. En els darrers anys aquesta situació sembla estar canviant. Segons un estudi recent de IRENA[2], el cost de les bateries d'ions de liti es reduirà significativament en els propers anys, fins i tot més enllà de la reducció del 85% que va passar entre 2010 i 2018. Específicament, el cost total d'instal·lació d'una bateria d'ions de liti podria caure entre un 54% i un 61% per kW/h addicional per al 2030. Això farà que les instal·lacions d'emmagatzematge d'energia a tot el món es multipliquin exponencialment. A mesura que disminueixen els costos d'instal·lació, la millora contínua a la tecnologia augmentarà el rendiment.

Anàlisi tecnològic del mercat

MIDA I PERSPECTIVES DEL MERCAT

La mida del mercat mundial dels sistemes d'emmagatzematge d'energia es va valorar en U$S 210,9 bn el 2021 i s'espera que arribi als U$S 435,3 bn per al 2030. S'espera que la taxa de creixement anual composta (CAGR) sigui del 8,4 % al període 2022 al 2030[4].

En abordar les capacitats globals d'emmagatzematge d'electricitat, l'International Energy Agency espera que augmentin en un 40% per assolir aproximadament 12 TWh el 2026, amb el segment hidroelèctric de bombeig representant gairebé tot l'increment[5].

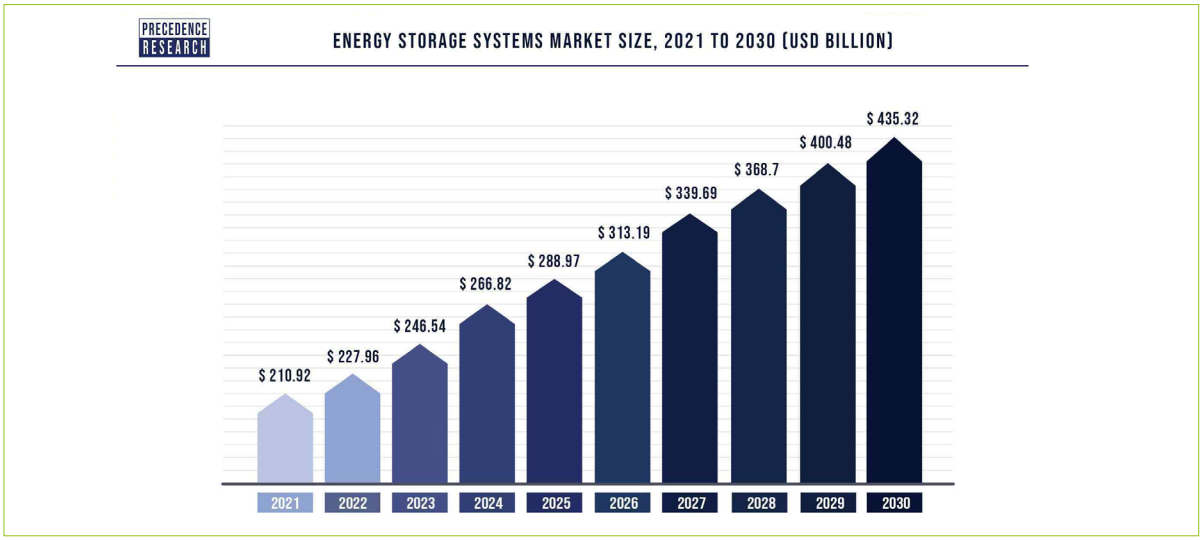


Figura 3. Mida i perspectives del mercat d'emmagatzematge elèctric[4]

A Europa la majoria dels valors de capacitat d'energia informats per al 2030 es troben al voltant dels 100 GW. No obstant això, hi ha importants discrepàncies en la literatura actual, cosa que significa que els requisits d'emmagatzematge d'energia se subestimen en aquest horitzó temporal i seran molt més grans que 100 GW el 2030 a la UE[3].

DRIVERS DEL MERCAT I RESTRICCIONS

La ràpida industrialització i urbanització de les regions en desenvolupament, l'augment de la contaminació de l'aire, la preocupació creixent per les emissions de carboni i l'augment de les inversions en fonts d'energia sostenible són els factors principals que s'estima impulsaran el creixement del mercat. de sistemes d'emmagatzematge d'energia en els propers anys[4].

S'espera que les inversions creixents en la recerca i el desenvolupament de la infraestructura de les fonts d'energia renovable al govern i al sector privat tinguin un impacte positiu en el mercat dels sistemes d'emmagatzematge d'energia durant el període 2022–2030. Així mateix, les diverses iniciatives governamentals i els subsidis proporcionats per fomentar l'adopció de fonts d'energia netes i verdes estan impulsant el creixement del mercat de sistemes d'emmagatzematge d'energia. És important destacar també que la creixent acceptació dels vehicles híbrids i elèctrics entre els consumidors globals és un altre factor important darrere del creixement del mercat de sistemes d'emmagatzematge d'energia[4].

La creixent penetració dels vehicles elèctrics a tot el món està impulsant la demanda de bateries. Alguns governs estan atorgant subsidis als compradors de vehicles elèctrics i híbrids per promoure el transport sostenible.

L'informe "Supercharged: Challenges and opportunities in global battery storage Markets" de Deloitte[6] fa referència a les múltiples barreres que encara té la tecnologia d'emmagatzematge per al seu desplegament complet:

- Percepcions de preus alts. Una percepció errònia dels costos reals pot impedir que les bateries siguin considerades dins el conjunt de les possibles solucions per a un determinat problema d'emmagatzematge energètic.
- Manca d'estandardització: la disparitat augmenta la complexitat i, per tant, els costos al llarg de tota la cadena de valor (obstacle molt important per al desplegament efectiu de les tecnologies d'emmagatzematge).
- Política regulatòria i disseny de mercat obsolets: La política reguladora va al darrere de la tecnologia d'emmagatzematge d'energia que existeix actualment.
- Definició d'emmagatzematge d'energia incompleta: una barrera persistent per a l'adopció de l'emmagatzematge d'energia es basa en la manca de familiaritat amb la gamma completa d'aplicacions per a l'emmagatzematge d'energia.

SEGMENTS DEL PER TIPUS D'INSTAL·LACIÓ

El segment hidroelèctric de bombeig va representar la participació més gran de mercat al 2020, amb més del 90% [4]. La segona categoria correspon a l'emmagatzematge tèrmic, seguit de les bateries electroquímiques i l'emmagatzematge electromecànic. La major adopció de la tecnologia hidroelèctrica de bombeig a tot el món és una de les principals causes darrere del domini d'aquest segment. A més, s'espera que les inversions en curs en recerca i desenvolupament per millorar la infraestructura i la capacitat de la xarxa als principals mercats, com ara Amèrica del Nord i Àsia Pacífic, mantinguin la posició d'aquest segment.

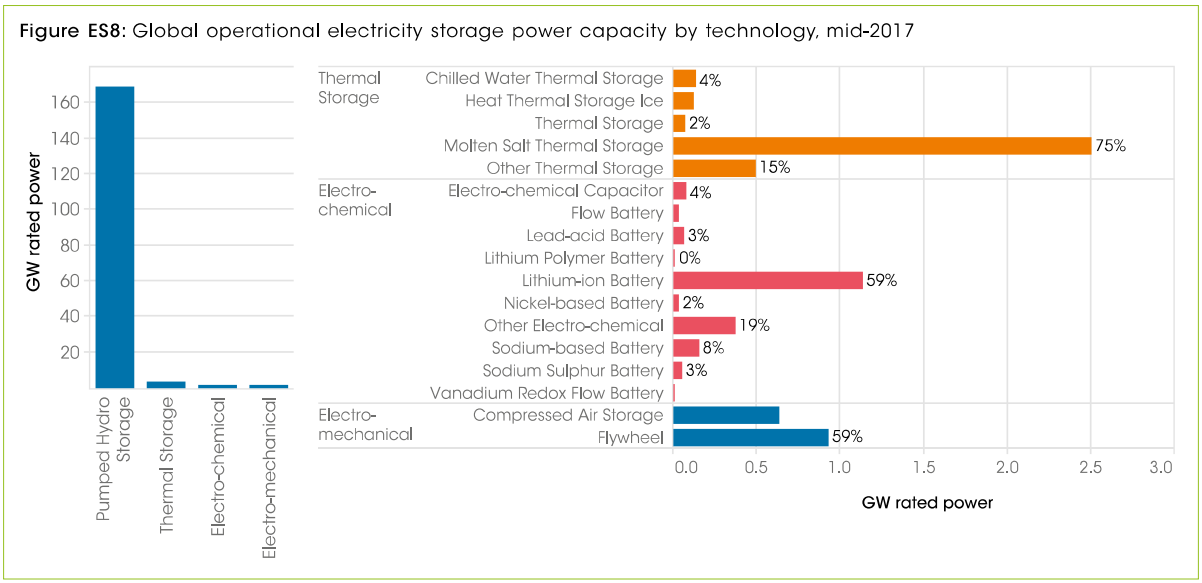


Figura 4. Capacitat d'emmagatzematge d'energia global, per tipus de tecnologia [2]

Les aplicacions d'emmagatzematge d'energia tèrmica es concentren en la tecnologia de concentració d'energia solar (CSP), que permet emmagatzemar energia i brindar la flexibilitat per enviar electricitat fora de les hores pic de sol, a la nit o durant tot el dia. La tecnologia de sals foses és la solució comercial dominant implementada actualment i representa les tres quartes parts de l'emmagatzematge d'energia tèrmica implementat a nivell mundial utilitzat per aplicacions d'electricitat[2]. El mercat mundial d'emmagatzematge d'energia tèrmica va assolir un valor d'US$ 5,6 bn el 2021. S'espera que el mercat arribi als US$ 10,5 bn per al 2027, exhibint una CAGR de 10,4 % durant el 2022- 2027.

L'emmagatzematge d'energia en bateries es considera una tecnologia crítica en la transició cap a un sistema d'energia sostenible. S'espera que l'emmagatzematge electroquímic creixi a un ritme considerable del 10% durant el període 2022-2030[4]. La creixent adopció dels sistemes d'emmagatzematge electroquímic a regions com l'Orient Mitjà, els EUA, l'Índia i el Regne Unit està impulsant el creixement d'aquest segment. Els diversos tipus de bateries que s'utilitzen en els sistemes d'emmagatzematge d'energia són les bateries d'ions de liti, de plom-àcid, d'hidrur metàl·lic de níquel (NiMH), de níquel-cadmi (NiCD), de níquel-zinc (NiZn) i de flux, entre d'altres[7]. Les bateries de ions de liti estan experimentant una demanda massiva al mercat d'emmagatzematge d'energia de les bateries, a causa de la caiguda dels seus preus. El Departament d'Energia dels Estats Units ha anunciat un preu objectiu provisional de 125 USD/kWh per al 2020, i s'estima que els costos de les bateries d'ions de liti cauran fins a 73 USD/kWh per al 2030[7]. A més, s'espera que les bateries d'ions mantinguin la participació més significativa al mercat d'emmagatzematge d'energia en bateries, ja que requereixen poc manteniment, són lleugeres, tenen un cicle de vida fiable i una alta densitat d'energia respecte al volum i alta eficiència de càrrega/descàrrega.

Segons l'informe de l'International Energy Agency (IEA)[8]. L'emmagatzematge en bateries d'ions de liti va continuar sent el més utilitzat i la seva capacitat d'emmagatzematge es va situar al voltant dels 17 GW a finals del 2020. La inversió total en emmagatzematge en bateries va augmentar gairebé un 40% el 2020, fins a assolir els USD 5500 milions[8]. Les instal·lacions a gran escala continuen dominant el mercat i representen al voltant de dos terços de la capacitat agregada total.

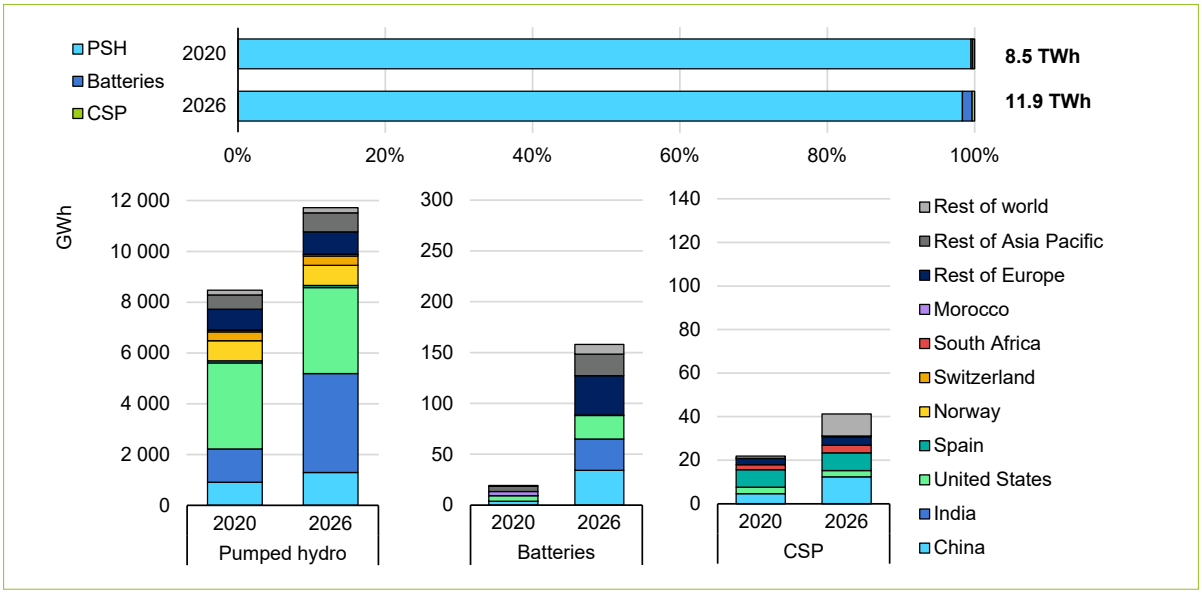


Figura 5. Capacitat (GWh) dels sistemes de diferents sistemes d'emmagatzematge d'energia: emmagatzematge hidroelèctric de bombeig, bateries i tecnologia de concentració d'energia solar (CSP) [5]

Es pronostica que la capacitat d'emmagatzematge global instal·lada s'expandirà un 56% per arribar a més de 270 GW el 2026[5]. S'espera que les bateries a gran escala representin la major part del creixement de l'emmagatzematge a tot el món, ja que la seva capacitat instal·lada es va sextuplicar durant el període de pronòstic. Tot i això, l'energia hidroelèctrica d'emmagatzematge per bombament (PSH) proporcionarà el 42% de l'expansió global de la capacitat d'emmagatzematge d'electricitat. Amb més de 40 GW d'expansió en els propers cinc anys, aquesta tecnologia continua sent la font més gran de capacitat d'emmagatzematge instal·lada, i s'espera que arribi als 200 GW acumulats instal·lats per al 2026, tres vegades més que les bateries. En contrast, l'emmagatzematge d'energia solar concentrada (CSP) creixerà només a 2,6 GW durant el període 2021-2026.

SEGMENTS PER REGIÓ

Àsia Pacífic va dominar el mercat mundial de sistemes d'emmagatzematge d'energia el 2020, amb una participació als ingressos del 45%[4]. Les inversions creixents en l'electrificació de les regions rurals, l'augment de les inversions governamentals en l'adopció de fonts d'energia sostenibles i l'augment de les iniciatives governamentals per incentivar el sector empresarial a adoptar fonts d'energia renovables són els principals factors que impulsen el creixement del mercat de sistemes d'emmagatzematge d'energia. A la regió d'Àsia Pacífic. Xina és el principal fabricant i el principal consumidor de sistemes d'emmagatzematge d'energia a tot el món. Per tant, el creixement del mercat de sistemes d'emmagatzematge d'energia d'Àsia Pacífic s'atribueix a la contribució enorme de la Xina al mercat.

S'espera que Amèrica del Nord creixi a un ritme considerable[4], on les iniciatives governamentals creixents per garantir el subministrament d'energia eficient i sostenible estan impulsant el creixement del mercat. A més, la major adopció de vehicles elèctrics en mercats com els dels EUA han tingut un impacte positiu en el creixement del mercat a la regió.

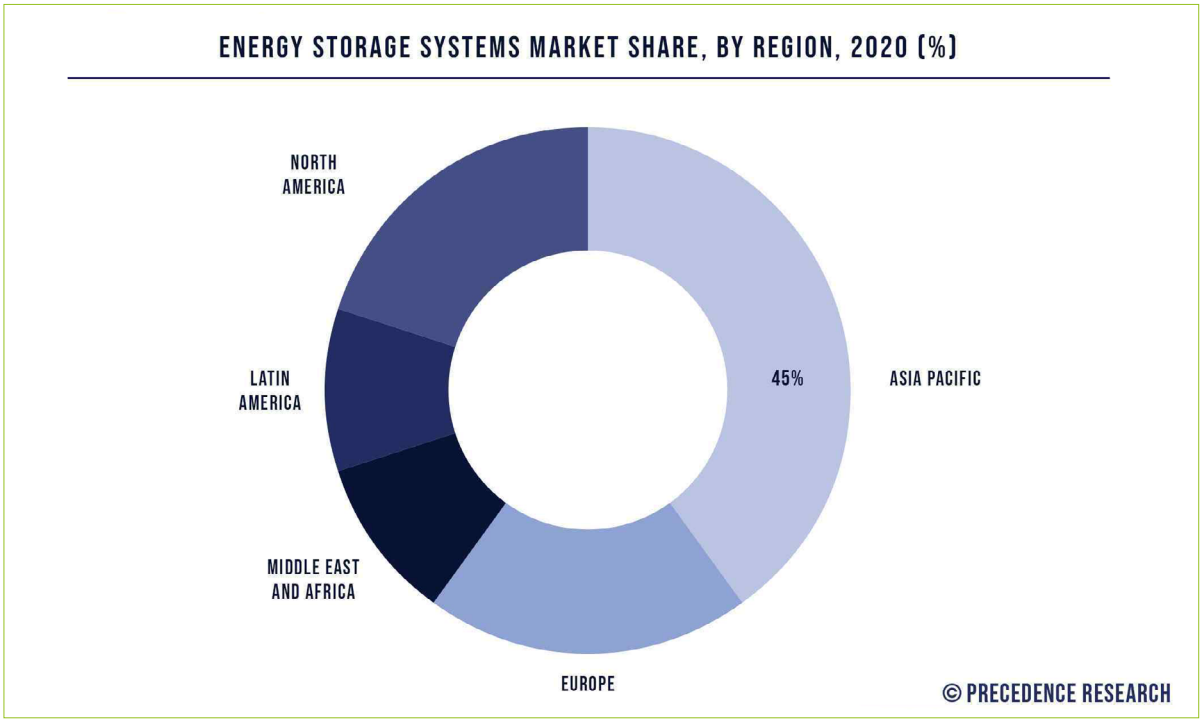


Figura 6. Global market share 2020 [4]

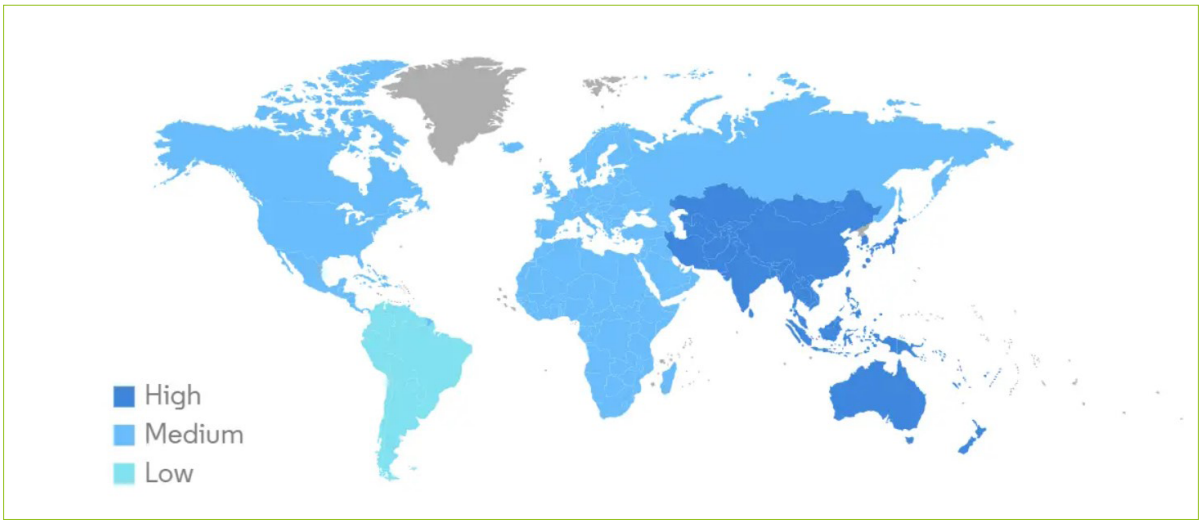


Figura 7. Creixement del mercat global de l'emmagatzematge d'energia (2022-2027) [7]

Al juliol de 2021, la Xina va anunciar plans per instal·lar més de 30 GW d'emmagatzematge d'energia per al 2025 (excloent l'energia hidroelèctrica de bombament). Això seria un augment de gairebé deu vegades en la seva capacitat instal·lada a partir del 2020[8]. Als Estats Units, les addicions de capacitat de projectes a gran escala es van quadruplicar amb escreix el 2020, liderades per dos grans projectes a Califòrnia[8]. A Europa, una caiguda a les instal·lacions a gran escala va ser compensada per una forta expansió a les instal·lacions residencials. El mercat líder d'Europa és ara Alemanya, on les instal·lacions gairebé es van duplicar. El fort creixement del Japó en instal·lacions d'emmagatzematge va assolir gairebé 300 MW el 2020. Austràlia continua sent un mercat clau, però s'espera que les implementacions a escala de serveis públics dominin els propers anys[8].

PRINCIPALS ACTORS

El mercat dels sistemes d'emmagatzematge d'energia està molt fragmentat amb la presència de nombrosos actors del mercat[4]. Aquests actors del mercat estan invertint molt en els serveis de valor afegit per obtenir un avantatge competitiu i guanyar quota de mercat. A més, aquests actors del mercat estan involucrant-se en diverses estratègies de desenvolupament, com ara llançaments de productes, associacions, empreses conjuntes i fusions per aprofitar les oportunitats del mercat predominants.

Alguns dels principals actors del mercat mundial de sistemes d'emmagatzematge d'energia inclouen[4]: LG Chem, Convergent Energy and Power Inc., Eos Energy Storage, Beacon Power, LLC, BYD Company Ltd, d'entre altres.

Anàlisis de patents

La informació aportada en aquesta secció fa referència a l'estudi realitzat sobre una mostra de **584.598 sol·licituds de patents** en l'àmbit de l'emmagatzematge d'energia, les quals van generar **316.499 patents concedides** i s'agrupen en **297.187 famílies de patents**.

297.187
família de patents

Nombre total de famílies en aquest conjunt de resultats

316.499
patents concedides

Nombre total de patents concedides en aquest conjunt de resultats

584.598 sol·licituds

Nombre total de sol·licituds en aquest conjunt de resultats

809.916
publicacions

Nombre total de publicacions en aquest conjunt de resultats

3.852.290
citacions rebudes

Nombre total de citacions rebudes

5.075.734
citacions fetes

Nombre total de citacions fetes

Per a l'obtenció de la mostra d'aquest informe únicament s'ha considerat la inclusió d'índexs de l'*International Patent Classification* (IPC) de la *World Intellectual Property Organization* (WIPO). Específicament, es van explorar els següents:

ENERGY CONSERVATION. STORAGE OF ELECTRICAL ENERGY

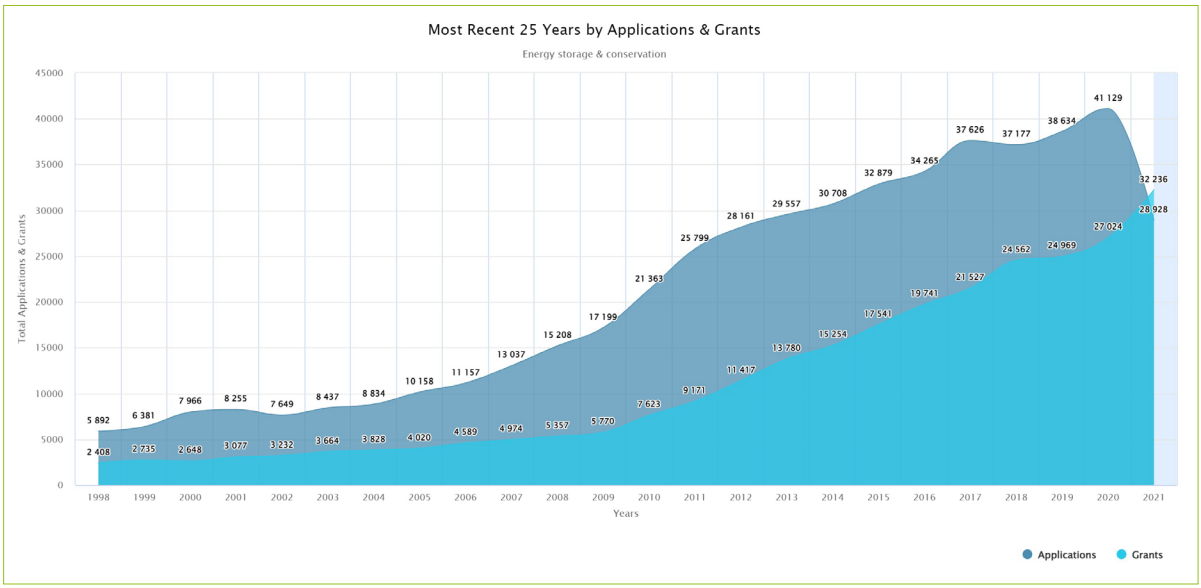
- B60K 6/28 characterised by the electric energy storing means, e.g. batteries or capacitors
- B60W 10/26 for electrical energy, e.g. batteries or capacitors
- H01M 10/44-10/46 Methods for charging or discharging - Accumulators structurally combined with charging apparatus
- H01G 11/00 hybrid capacitors, i.e. capacitors having different positive and negative electrodes; Electric double-layer [EDL] capacitors; Processes for the manufacture thereof or of parts thereof
- H02J 3/28, 7/00, 15/00 Arrangements for balancing the load in a network by storage of energy- Circuit arrangements for charging or depolarising batteries or for supplying loads from bateries- Systems for storing electric energy

ENERGY CONSERVATION. STORAGE OF THERMAL ENERGY

- C09K 5/00 Heat-transfer, heat-exchange or heat-storage materials, e.g. refrigerants; Materials for the production of heat or cold by chemical reactions other than by combustion
- F24H 7/00 Storage heaters, i.e. heaters in which the energy is stored as heat in masses for subsequent release
- F28D 20/00, 20/02 Heat storage plants or apparatus in general; Regenerative heat-exchange apparatus.

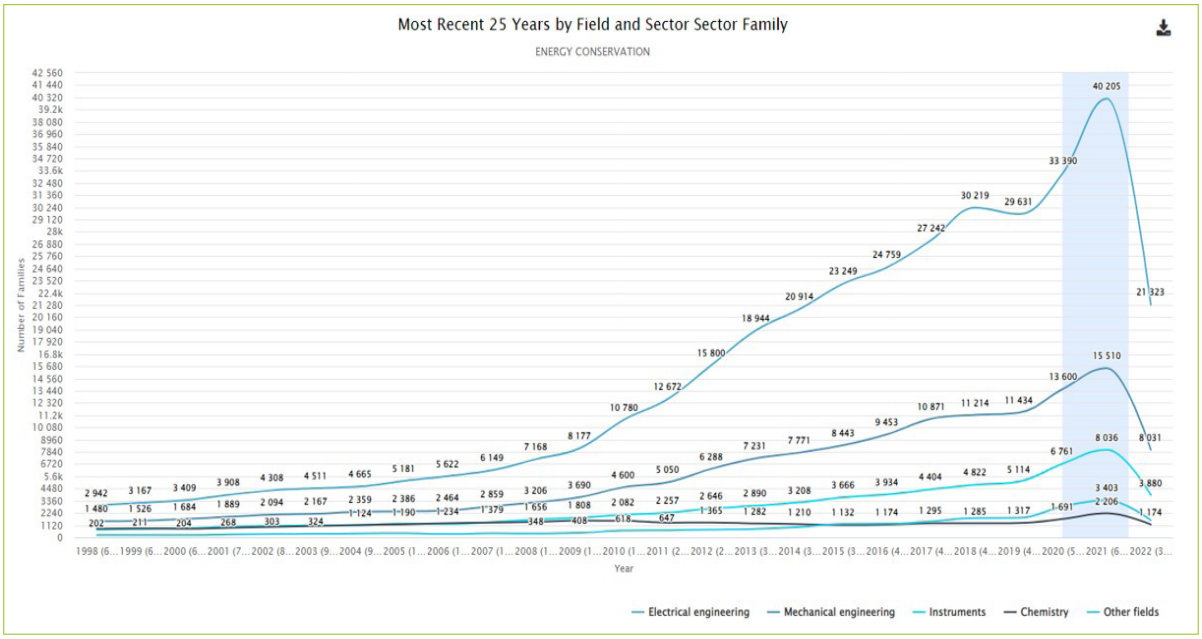
EVOLUCIÓ PATENTS SOL·LICITADES I CONCEDIDES

L'anàlisi de patents sol·licitades i concedides permet apreciar una molt clara tendència de creixement en els darrers 25 anys. També resulta rellevant constatar que el numero de patents concedides va créixer gradualment al llarg dels anys, demostrant un patró d'innovacions continuistes. Tot i que és important destacar que la velocitat de creixement de patents concedides es va accelerar a partir de l'any 2010. Des de l'any 1998 fins a l'actualitat, el nombre de patents concedides va passar d'unes 2.500 anuals a més de 30.000 per any.d'innovacions continuistes.



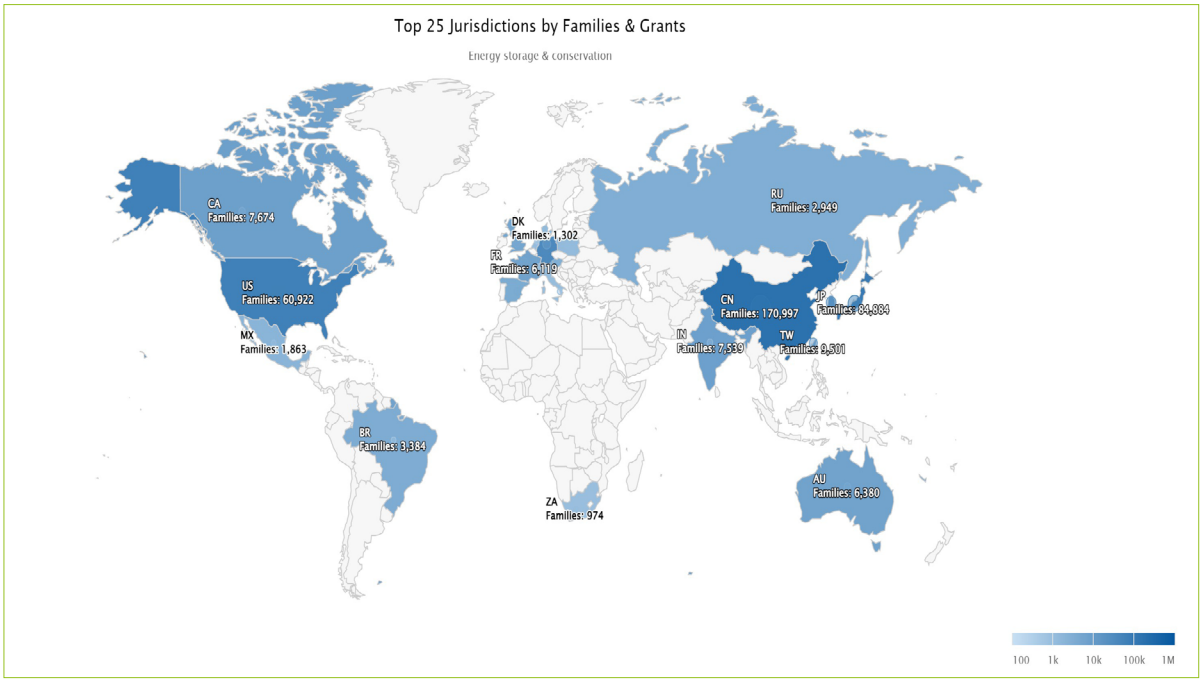
SECTOR TECNOLÒGIC DE LES PATENTS SOL·LICITADES

En els darrers vint-i-cinc anys, les tecnologies més actives en patents sol·licitades en aquest àmbit pertanyen, sobretot, als camps següents: **Enginyeria Elèctrica, Enginyeria Mecànica, Instruments, Química i altres camps**.

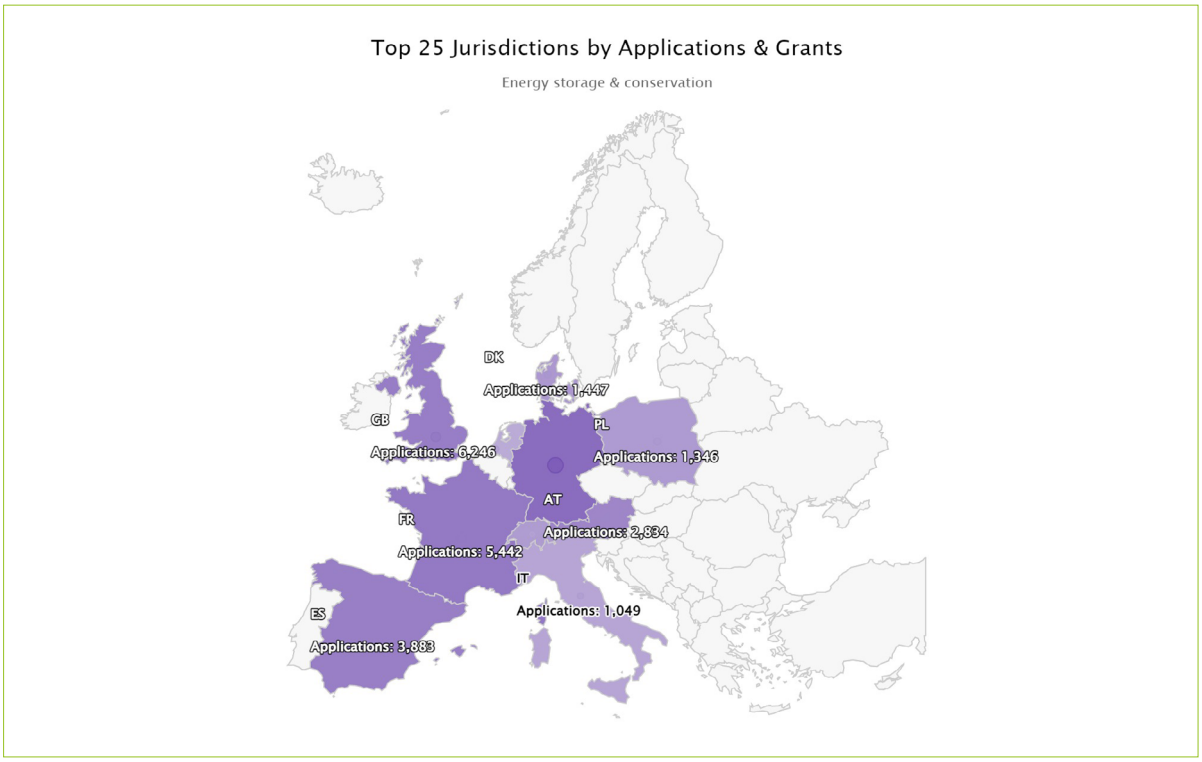


LOCALITZACIÓ TERRITORIAL DE PATENTS

A **nivell global**, ssobre aquest tòpic, les oficines regionals que els darrers 25 anys han encapçalat la demanda de sol·licituds de patents són les de **Xina, Japó, Estats Units, Alemanya, Corea i Taiwan**.

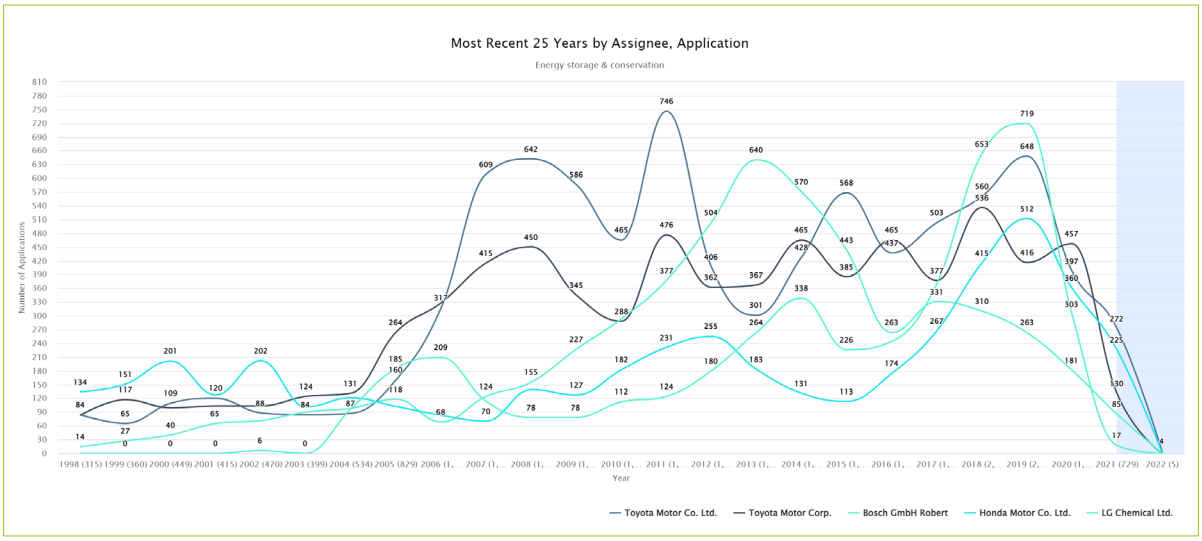


La **Unió Europea**, en aquesta família de patents, ostenta la quarta posició amb 16.828 patents concedides. Dins de la Unió Europea, els països amb més sol·licituds de patents són **Alemanya, França, Gran Bretanya, Espanya i Àustria.**

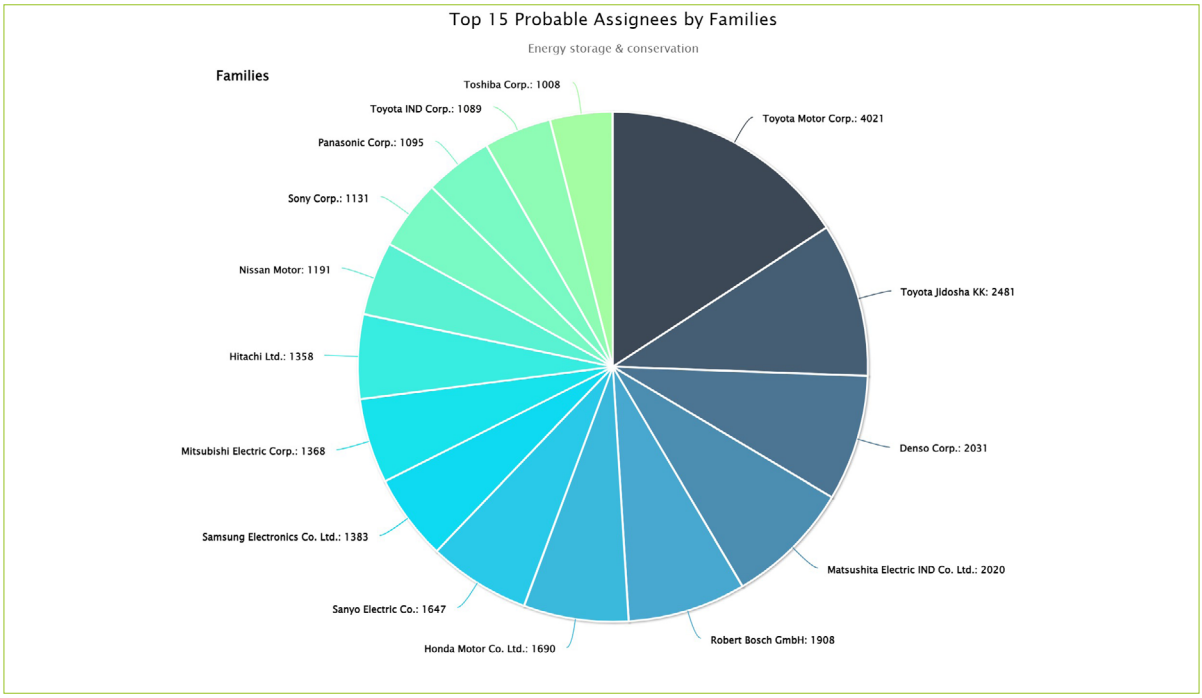


SOL·LICITANTS DE PATENTS MÉS ACTIUS

En el següent gràfic mostra les organitzacions més actives en sol·licitants de patents dels últims vint-i-cinc anys, així com els períodes temporals en els que s'han concentrat aquestes sol·licituds. Per la seva activitat destaquen, entre d'altres, T**oyota Motor Co., Bosch GmbH Robert, Honda Motor Co. Ltd. i Lg Chemical Ltd**.

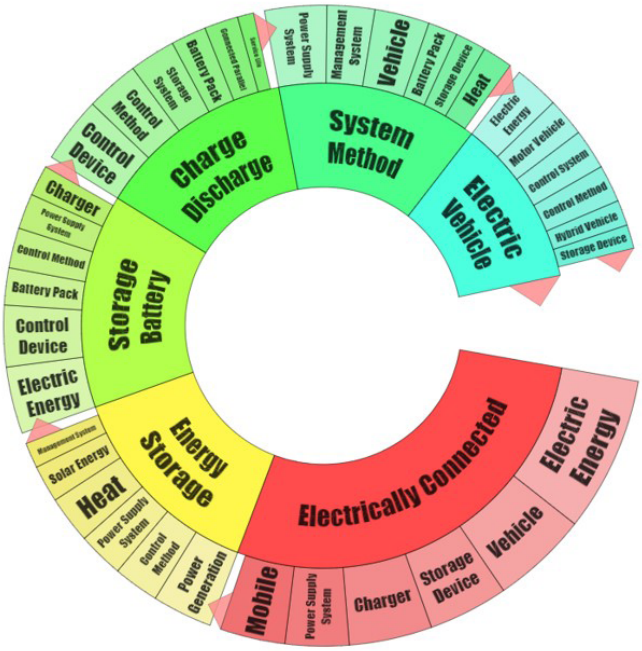


Al següent gràfic es pot observar les organitzacions més actives (empreses, institucions o persones) com a sol·licitants de patents. S'especifica el volum d'operacions tramitades per cadascuna en els darrers 25 anys.

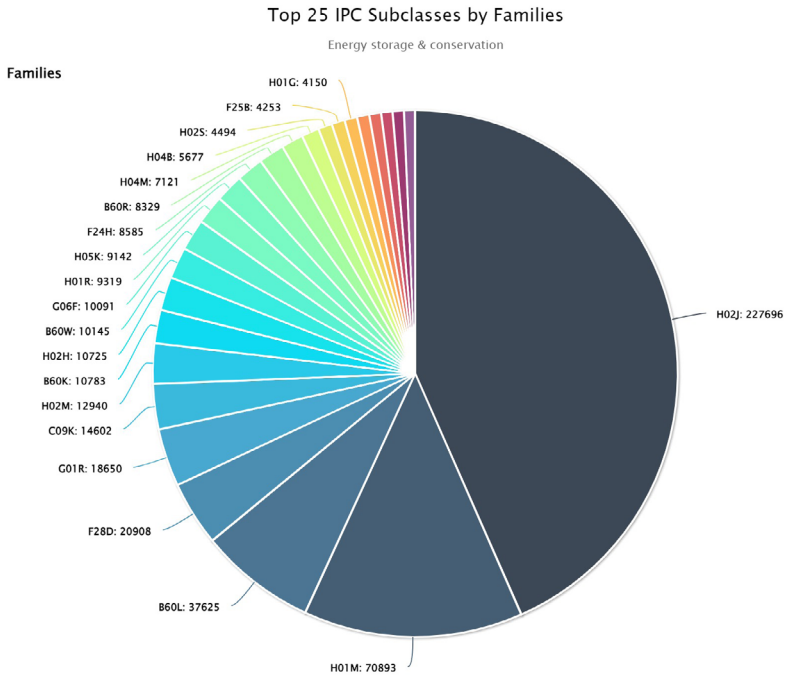


PARAULES CLAU ATRIBUÏDES A LES PATENTS EN AQUEST CAMP

Les principals paraules clau més atribuïdes a les sol·licituds de patents en el camp en estudi, son les següents:



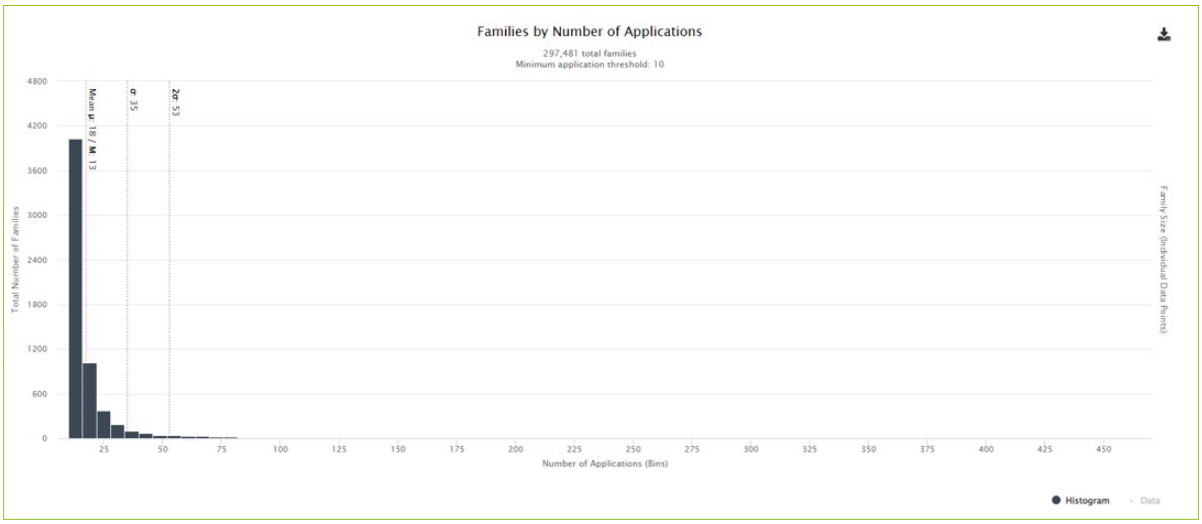
El gràfic següent mostra les patents agrupades segon la Classificació Internacional de Patents (IPC). D'acord amb aquesta classificació es pot observar que més del 50% de les patents s'agrupen a les categories **H02J**: Circuit Arrangements Or Systems For Supplying Or Distributing Electric Power; Systems For Storing Electric Energy; **H01M**: Processes Or Means, E.G. Batteries, For The Direct Conversion Of Chemical Energy Into Electrical Energy; **B60L**: Propulsion Of Electrically-Propelled Vehicles.



PATENTS MÉS DESTACADES

L'anàlisi de patents permet seleccionar algunes patents que es destaquen per haver estat sol·licitades a un gran numero de països, o també pel seu elevat numero de cites. Aquests paràmetres són indicadors claus de la importància relativa de la patent, a l'àmbit del present estudi.

L'anàlisi de patents per numero de sol·licituds va mostrar que **54 famílies de patents**, sobre una mostra de **584.598 sol·licituds**, van ser sol·licitades en més de **75 països**.



D'aquest conjunt de 35 famílies de patents es poden destacar les següents:

Family number: 52545674 (US2012313591 AA)

Title: ENERGY STORAGE MEDIA FOR ULTRACAPACITORS

Abstract: An ultracapacitor includes at least one electrode that includes carbon nanotubes. The carbon nanotubes may be applied in a variety of ways, and a plurality of layers may be included. Methods of fabrication of carbon nanotubes and ultracapacitors are provided.

Probable Assignee: FASTCAP SYSTEMS CORP

Designated states: AL; AT; BE; BG; CH; CY; CZ; DE; DK; EE; ES; FI; FR; GB; GR; HR; HU; IE; IS; IT; LI; LT; LU; LV; MC; MK; MT; NL; NO; PL; PT; RO; RS; SE; SI; SK; SM; TR; BA; ME; AE; AG; AM; AO; AU; AZ; BB; BF; BH; BJ; BR; BW; BY; BZ; CA; CF; CG; CI; CL; CM; CN; CO; CR; CU; DM; DO; DZ; EC; EG; GA; GD; GE; GH; GM; GN; GQ; GT; GW; HN; ID; IL; IN; JP; KE; KG; KM; KN; KP; KR; KZ; LA; LC; LK; LR; LS; LY; MA; MD; MG; ML; MN; MR; MW; MX; MY; MZ; NA; NE; NG; NI; NZ; OM; PE; PG; PH; QA; RU; RW; SC; SD; SG; SL; SN; ST; SV; SY; SZ; TD; TG; TH; TJ; TM; TN; TT; TZ; UA; UG; US; UZ; VC; VN; ZA; ZM; ZW; BN; PA; SA

Family number: 30421676 (US6685804 BA)

Title: METHOD FOR FABRICATING ELECTRODE FOR RECHARGEABLE LITHIUM BATTERY

Abstract: A method for fabricating an electrode for a rechargeable lithium battery which includes depositing a thin film composed of active material capable of alloy formation with lithium on a current collector made of a metal incapable of alloy formation with lithium, by using a process for depositing a thin film by supplying a material from a gas phase, characterized in that the thin film of active material is deposited at such a temperature that enables formation of a mixed layer via diffusion of a constituent of the current collector into the thin film in the vicinity of an interface therebetween.

Probable Assignee: SANYO ELECTRIC CO LTD

Family number: 47930612 (US2010326062 AA)

Title: COMPRESSED AIR ENERGY STORAGE SYSTEM UTILIZING TWO-PHASE FLOW TO FACILITATE HEAT EXCHANGE

Abstract: A compressed-air energy storage system according to embodiments of the present invention comprises a reversible mechanism to compress and expand air, one or more compressed air storage tanks, a control system, one or more heat exchangers, and, in certain embodiments of the invention, a motor-generator. The reversible air compressor-expander uses mechanical power to compress air (when it is acting as a compressor) and converts the energy stored in compressed air to mechanical power (when it is acting as an expander). In certain embodiments, the compressor-expander comprises one or more stages, each stage consisting of pressure vessel (the "pressure cell") partially filled with water or other liquid. In some embodiments, the pressure vessel communicates with one or more cylinder devices to exchange air and liquid with the cylinder chamber(s) thereof. Suitable valving allows air to enter and leave the pressure cell and cylinder device, if present, under electronic control.

Probable Assignee: LIGHTSAIL ENERGY INC

Designated states: AL; AT; BE; BG; CH; CY; CZ; DE; DK; EE; ES; FI; FR; GB; GR; HR; HU; IE; IS; IT; LI; LT; LU; LV; MC; MK; MT; NL; NO; PL; PT; RO; SE; SI; SK; SM; TR; RS; AE; AG; AM; AO; AU; AZ; BA; BB; BF; BH; BJ; BR; BW; BY; BZ; CA; CF; CG; CI; CL; CM; CN; CO; CR; CU; DM; DO; DZ; EC; EG; GA; GD; GE; GH; GM; GN; GQ; GT; GW; HN; ID; IL; IN; JP; KE; KG; KM; KN; KP; KR; KZ; LA; LC; LK; LR; LS; LY; MA; MD; ME; MG; ML; MN; MR; MW; MX; MY; MZ; NA; NE; NG; NI; NZ; OM; PE; PG; PH; QA; RU; RW; SC; SD; SG; SL; SN; ST; SV; SY; SZ; TD; TG; TH; TJ; TM; TN; TT; TZ; UA; UG; US; UZ; VC; VN; ZM; ZW; ZA

Family number: 82599834 (US2017136880 AA)

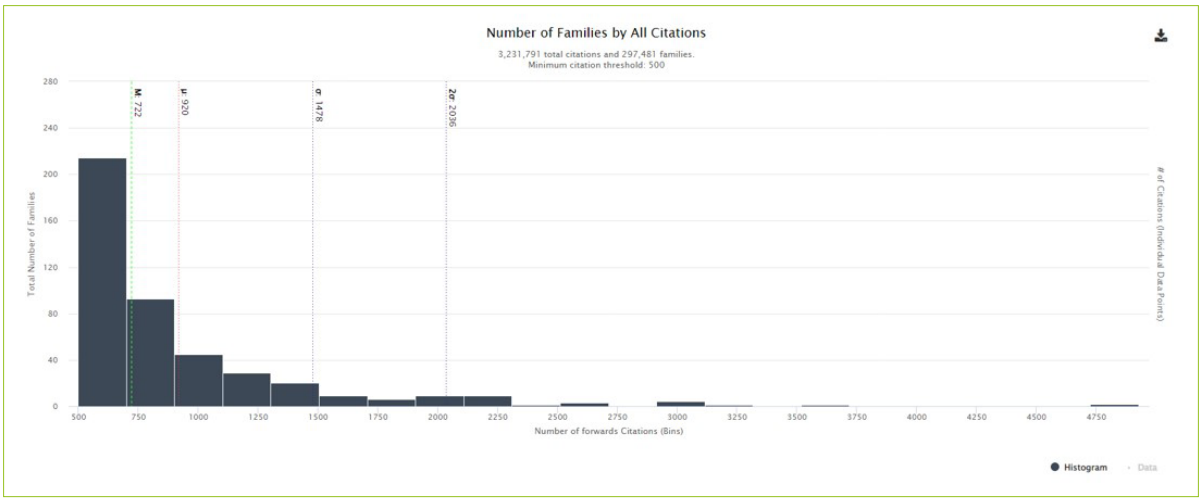
Title: ELECTRIC VEHICLE CHARGING DEVICE OBSTACLE AVOIDANCE AND WARNING SYSTEM AND METHOD OF USE

Abstract: Techniques for electric vehicle systems, and in particular to an electric vehicle charging device obstacle avoidance system and method of use. In one embodiment, a system for obstacle avoidance of a charging panel of an electrical vehicle is disclosed, the system comprising: a charging panel interconnected to the electric vehicle; an actuator interconnected to the charging panel, the actuator configured to position the charging panel; at least one sensor configured to sense an obstacle location measurement in a predicted travel path of the electric vehicle; and an obstacle avoidance controller that receives the obstacle location measurement and determines if an obstacle avoidance action is recommended.

Probable Assignee: NIO USA INC

Designated states: AE; AG; AL; AM; AO; AT; AU; AZ; BA; BB; BE; BF; BG; BH; BJ; BN; BR; BW; BY; BZ; CA; CF; CG; CH; CI; CL; CM; CN; CO; CR; CU; CY; CZ; DE; DJ; DK; DM; DO; DZ; EC; EE; EG; ES; FI; FR; GA; GB; GD; GE; GH; GM; GN; GQ; GR; GT; GW; HN; HR; HU; ID; IE; IL; IN; IR; IS; IT; JP; KE; KG; KM; KN; KP; KR; KW; KZ; LA; LC; LK; LR; LS; LT; LU; LV; LY; MA; MC; MD; ME; MG; MK; ML; MN; MR; MT; MW; MX; MY; MZ; NA; NE; NG; NI; NL; NO; NZ; OM; PA; PE; PG; PH; PL; PT; QA; RO; RS; RU; RW; SA; SC; SD; SE; SG; SI; SK; SL; SM; SN; ST; SV; SY; SZ; TD; TG; TH; TJ; TM; TN; TR; TT; TZ; UA; UG; US; UZ; VC; VN; ZA; ZM; ZW; JO; KH

En relació al numero de cites per patent, es van obtenir **47 famílies de patents**, sobre una mostra de 584.598 sol·licituds de patents, que tenen més de 1500 cites.



D'aquest conjunt de 47 famílies de patents es poden destacar les següents:

Family number: 34969619 (US2007182367 AA) **4928 forward citations**

Title: INDUCTIVE POWER SOURCE AND CHARGING SYSTEM

Abstract: A portable inductive power source, power device, or unit, for use in powering or charging electrical, electronic, battery-operated, mobile, and other devices is disclosed herein. In accordance with an embodiment the system comprises a pad or similar base unit that contains a primary, which creates an alternating magnetic field by means of applying an alternating current to a winding, coil, or any type of current carrying wire. A receiver comprises a means for receiving the energy from the alternating magnetic field from the pad and transferring it to a mobile or other device. In some embodiments the receiver can also comprise electronic components or logic to set the voltage and current to the appropriate levels required by the mobile device, or to communicate information or data to and from the pad. Embodiments may also incorporate efficiency measures that improve the efficiency of power transfer between the charger and receiver.

Probable Assignee: MOJO MOBILITY INC

Family number: 47407890 (US2008039979 AA) **2308 forward citations**

Title: SMART ISLANDING AND POWER BACKUP IN A POWER AGGREGATION SYSTEM FOR DISTRIBUTED ELECTRIC RESOURCES

Abstract: Systems and methods are described for a power aggregation system. In one implementation, a service establishes individual Internet connections to numerous electric resources intermittently connected to the power grid, such as electric vehicles. The Internet connection may be made over the same wire that connects the resource to the power grid. The service optimizes power flows to suit the needs of each resource and each resource owner, while aggregating flows across numerous resources to suit the needs of the power grid. The service can bring vast numbers of electric vehicle batteries online as a new, dynamically aggregated power resource for the power grid. Electric vehicle owners can participate in an electricity trading economy regardless of where they plug into the power grid.

Probable Assignee: V2 GREEN INC

Family number: 30276260 (US5871859 A) **1779 forward citations**

Title: QUICK CHARGE BATTERY WITH THERMAL MANAGEMENT

Abstract: A quick charge battery with thermal management is described which includes a thermoelectric generator disposed within the cells of the battery to supply thermal energy to the battery. The thermoelectric cell is capable of heating the battery to a minimum temperature level when current is supplied in a first direction and capable of cooling the battery when the current is supplied in a second direction. The thermoelectric cell functions to cool the cell and thereby minimizes thermal build-up produced by rapid charging of the battery.

Probable Assignee: PARISE RONALD J

Casos d'innovació i perfils de les start-ups

Alguns projectes i empreses innovadores destacades al sector de l'emmagatzematge d'energia son:

SAFE, SCALABLE, AND COST-EFFICIENT HYDROGEN STORAGE TECHNOLOGY

CARBON280, AUSTRALIA

Carbon280	
Product/ Technology	Hydrogen storage
Type of Ownership	Private
Year Founded	2020
Headquarters	Perth, Western Australia
Key Markets	Global
Revenue	Not applicable (N/A)
Investment Stage	N/A
Total Funding	N/A
Employees	10
Frost Radar	Not profiled

CARBON280'S FOCUS AND VISION

- Carbon280 develops and commercializes hydrogen storage solutions to support a green hydrogen economy in an emissions-free future. The hydrogen storage uses Hydrilyte™, which is a proprietary hydrogen storage medium that looks like a slurry and contains metal hydride suspended in mineral oil. The process of storing and releasing hydrogen is carried out with less energy at moderate pressure and an elevated temperature to form metal hydride as compared to ammonia based storage or organic hydrogen carriers. Thus, unique hydrogen storage is safe, scalable, and low cost.
- In collaboration with several industry participants, Carbon280 established a consortium to develop a Hydrilyte Refueller Prototype. Corre Energy Limited, a European storage developer, leads the consortium that includes Element 2, a hydrogen refueling specialist, and engineering companies.
- The organizations will collaborate to combine their unparalleled design experience and technical capabilities to develop a cutting-edge, long-duration energy storage system utilizing the Carbon280 Hydrilyte storage medium. The Hydrilyte hydrogen storage is easy to handle and has a high tolerance for the variable hydrogen supply from renewably powered electrolyzers. Thus, it can be incorporated into a flexible grid for renewable firming.

TECHNOLOGY ATTRIBUTES

LONG-TERM STORAGE
The developed system can safely store hydrogen in large volumes for 10 years without any loss. The hydrogen is released with high purity; thus, additional purification is not necessary.

HIGH SAFETY
This hydrogen storage exhibits high safety and non-toxicity for people and the environment compared to liquefied or compressed hydrogen or ammonia. Safe storage, transportation, and delivery of about 2,000 tons in conventional fuel tankers is possible for the Hydrilyte storage medium.

REDUCED COSTS
Hydrilyte derives from cost effective and abundant materials. Reduced capital and operating costs characterize the developed hydrogen storage system, as the storage and release of hydrogen requires no catalysts.

Figura 8. Empresa comercializadora de solucions d'emmagatzematge d'hidrogen [9]

INTEGRATION OF CONCENTRATED SOLAR POWER GENERATION WITH THERMAL ENERGY STORAGE IN GEOLOGICAL FORMATIONS TO STORE EXCESS ENERGY

HYPERLIGHT ENERGY, UNITED STATES

Hyperlight Energy	
Product/ Technology	GeoTES
Type of Ownership	Private
Year Founded	2012
Headquarters	California, United States
Key Markets	United States
Revenue	N/A
Investment Stage	Non-equity Assistance
Total Funding	$14 million
Employees	10
Frost Radar	Not profiled

HYPERLIGHT ENERGY'S FOCUS AND VISION

- Hyperlight Energy develops advanced, low-cost concentrated solar power (CSP) technology. The company's main goal is to meet the growing electricity demand, tackle climate change, and decarbonize the global economy by developing an affordable power generation solution that provides unlimited, low-cost, and carbon-free electricity.
- The company portfolio includes its flagship product, Hylux™, a lightweight, low-cost, modular solar-collector. Hylux comprises a recyclable plastic-based support structure and mirror and is easy to transport and install. Hylux produces energy that a steam turbine directly converts to electricity.
- In 2022, the company has launched Tectonic Sun™, a GeoTES system for industrial purposes. Tectonic Sun, with Hylux, will store solar heat in a geological formation. The company plans to implement this integrated solution in enhanced oil recovery sites to provide renewable energy for industrial processes and store excess energy in repurposed oil wells, which will allow a reduction in emissions during the extraction process.

TECHNOLOGY ATTRIBUTES

ENVIRONMENTALLY FRIENDLY
The combination of Hylux and Tectonic Sun provides an environmentally friendly solution for emissions-free power generation and energy storage with an 80% capacity factor.

LONG-DURATION STORAGE
The potential energy storage capacity of GeoTES installation is about 36 megawatts (MW). The GeoTES system can store the produced solar thermal energy up to several months for about 4,000 hours.

REDUCED COSTS
The GeoTES system features a breakthrough round-trip thermal efficiency and reduced levelized cost of storage between 4 to 10¢/kilowatt (kW) per hour, a cost-effective option than existing long-duration storage technologies.

Figura 9. Empresa comercializadora de solucions innovadores per a l'emmagatzematge d'energia solar [9]

CLOUD-BASED BATTERY MANAGEMENT SYSTEM (BMS) ENHANCES THE PERFORMANCE OF STATIONARY AND MOBILE BATTERY STORAGE SYSTEMS

ION ENERGY, *INDIA*

ION ENERGY	
Product/ Technology	BMS
Type of Ownership	Private
Year Founded	2016
Headquarters	Mumbai, India
Key Markets	Global
Investment Stage	Pre-series A
Investment	$4.6 million
Revenue	$1.3 million
Number of Employees	70
Frost Radar	Not profiled

ION ENERGY'S FOCUS AND VISION

- ION Energy has developed a proprietary cloud-based BMS for batteries in EVs, telecom towers, datacenters, and other stationary energy storage applications.
- ION Energy's mission is to accelerate the shift away from fossil fuels through energy storage system solutions and services.
- The company aims to achieve high financial growth through partnering with high-growth-potential companies in the lithium-ion battery market.

TECHNOLOGY ATTRIBUTES

BATTERY SAFETY AND PROTECTION
ION Energy's BMS monitors the battery's voltage, current, and temperature to detect any discrepancies that can lead to safety risks, such as thermal runaway and explosion. The BMS features also include contactor weld detection and insulation monitoring.

MODULAR AND SCALABLE ARCHITECTURE
ION Energy's BMS comprises 2 parts: the battery management unit (BMU) and the system management unit (SMU). The BMU manages the individual cells, and 1 BMU can connect to up to 18 cells. The SMU manages battery packs, with 1 SMU connecting to up to 40 BMUs. This modular design means the BMS controller can handle batteries ranging from 9 volts (V) to 900 V.

SMART AND CONNECTED BMS
ION Energy's BMS provides 2 user interfaces: BMS Companion app and Altergo. The Companion app allows engineers to access the battery's real-time state of charge and temperature measurements. Altergo works over the cloud to provide advanced analytics into the battery fleet, alerts for abnormal performance, and over-the-air updates and feature additions.

Licensed to User ID: 37889
Universitat Autònoma de Barcelona
Unauthorized Distribution Prohibited

Figura 10. Nou programari de gestió de bateries [9]

Diamond-based Mechanical Energy Storage

Queensland University of Technology, Australia

Industry Needs

Storage of the excess energy is now one of the key challenge for the global energy industry. Energy storage is a rapidly developing class of high-tech equipment that open up fundamentally new opportunities for energy development. Modern technologies are able to provide a sufficient level of generation, but the lack of cost-effective storage technologies limits the possibilities of sector transformation. There is a need for energy storage technologies that can address the problem of storage of intermittent renewable energy supplies.

Technology Attributes

- A research team from the Queensland University has developed a high density mechanical energy storage.
- The researchers have investigated the possibly to use an ultra-thin diamond nano-threads with unique physical properties as a mechanical energy storage medium. Due to their high strength and high modulus properties, carbon nano-threads based bundles are capable of twisting and stretching, thus accumulating mechanical energy, and releasing it when the twisted bundle is unraveled.

TECHNOLOGY READINESS LEVEL

- The technology is in the early development stage and experimental efforts are still ongoing to characterize the atomic structures of carbon nano-threads. The researches have defined a proof-of-concept of diamond-based battery and conducted a computer simulation.
- The researchers plan to begin battery prototype development. The technology will possibly be commercialized post-2025.

1 2 3 4 5 6 7 8 9

BENEFITS AND CHALLENGES/ IP AND FUNDING

- The hypothetical energy storage features a gravimetric energy density of up to 1.76 MJ/kg. Based on the results of computer modeling, the energy storage exhibits high cycle performance and high efficiency that is 3 times higher compared to lithium-ion batteries.
- The developed energy storage is absolutely safe due to it does not require an electrochemical reaction there is no risk of electrolyte leakage, fire or explosion of the battery.

Licensed to User ID: 37889
Universitat Autònoma de Barcelona
Unauthorized Distribution Prohibited

Figura 11. Nova tecnologia d'emmagatzematge d'energia mecànica[10]

Machine Learning Algorithm to Assess Battery Health

Analyzing Electrical Pulses Through a Machine Learning Algorithm

Technology Profile

- In April 2020, researchers from the University of Cambridge in collaboration with the University of Newcastle introduced a novel method to monitor battery lifespan and health utilizing a machine learning algorithm.
- The method involves sending electrical pulses into the batteries to measure the operational response that are further processed to assess the batteries health and lifespan through a machine learning algorithm.

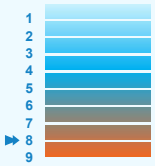
Ability to Address Industry Needs

- Effective assessment of charging and discharging cycles of a battery can ensure longevity and safe operations.
- Data driven monitoring of battery operations will enable installers and manufacturers to predict and align preventive measures to ensure improved performance and longer lifecycle.
- Limited capabilities of conventional battery monitoring techniques can be enhanced; as the novel technology enables the assessment of specific and minute performance characteristics.

Licensed to User ID: 37889
Universitat Autònoma de Barcelona
Unauthorized Distribution Prohibited

Technology Readiness Level

- The researchers have performed over 20 thousand measurement experiments to train and validate the model, forming the largest database of its kind. Also, the model has been designed to distinguish between prominent signals and irrelevant noises within the battery system. Furthermore, the method has potential to interpret the physical degradation mechanism of the batteries.
- Moreover, since the model is non-invasive and an add-on to existing battery units, designers and manufacturers can utilize and integrate the model in their existing battery portfolios.



Challenges

- Degradation of battery performance owing to the complexity of chemical processes adversely effect battery lifespan and performance.
- Conventional battery monitoring techniques track voltage and current during discharge and charging of a battery which do not effectively measure battery health characteristics.

Figura 12. Programari per a la gestió de la vida útil de les bateries [10]

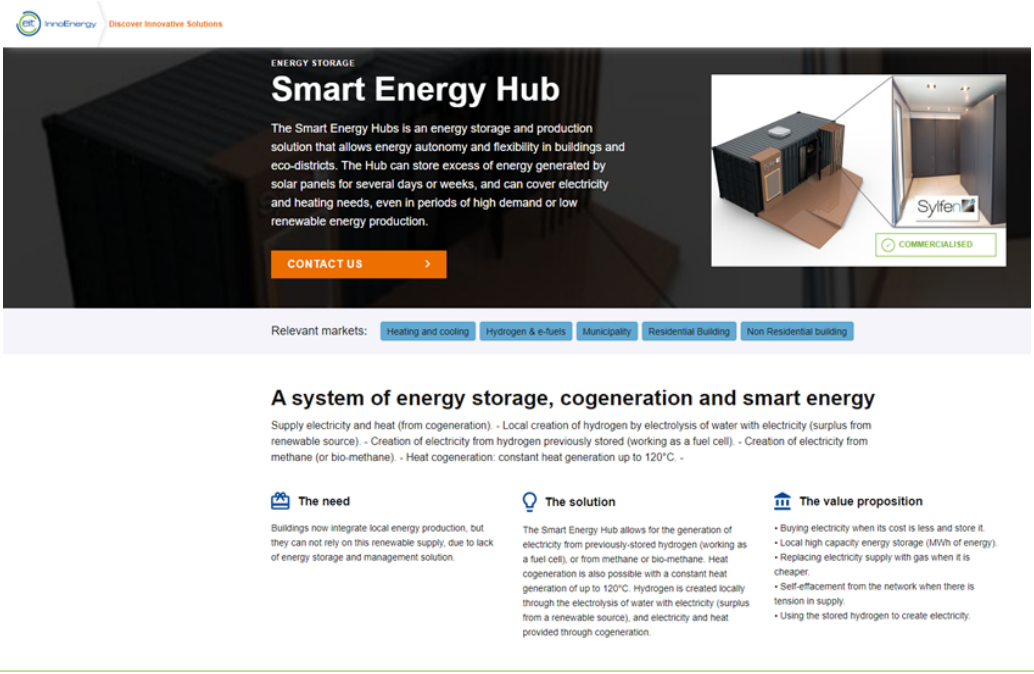


Figura 13. Nova solució d'emmagatzematge d'energia

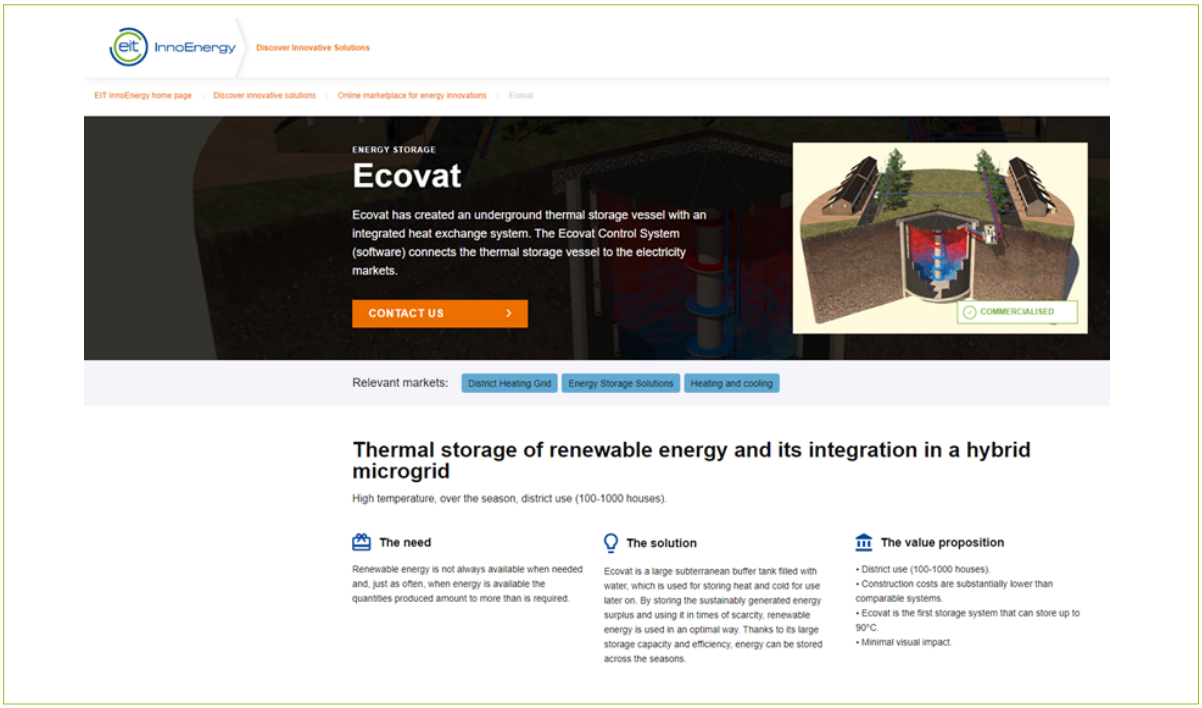


Figura 14. Nova solució d'emmagatzematge d'energia

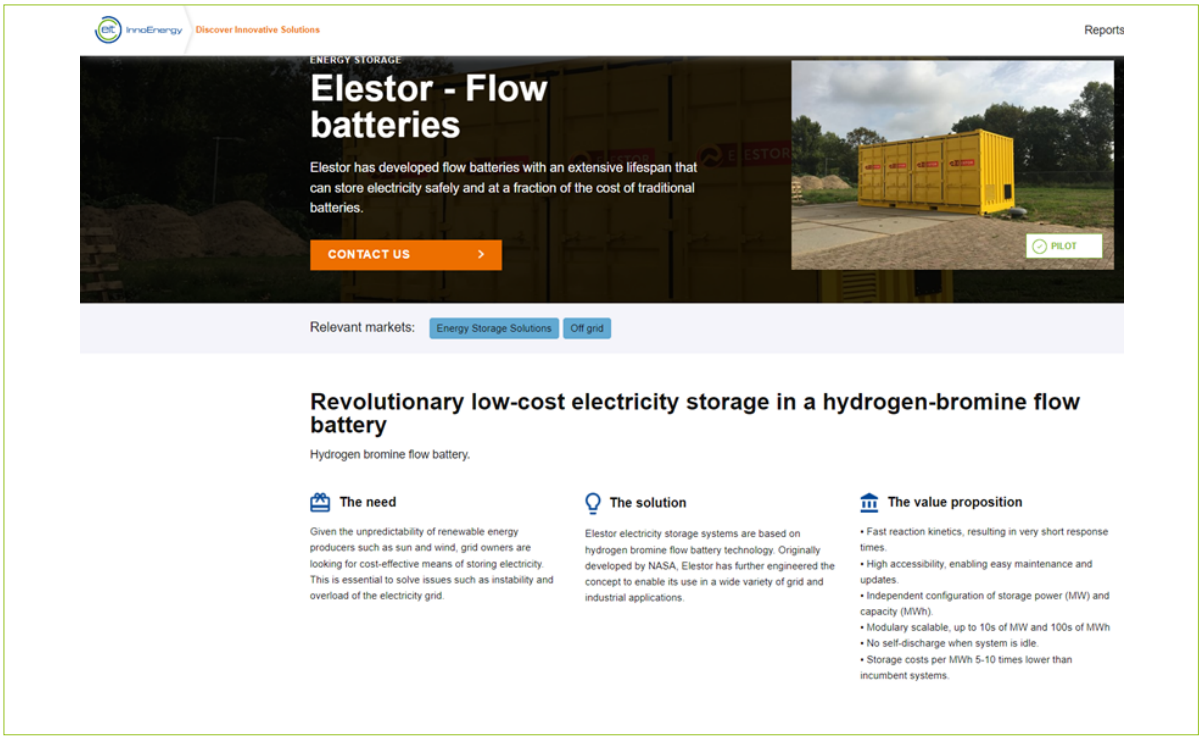


Figura 15. Nova solució d'emmagatzematge d'energia en noves bateries

Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets

Search | Website | Patents

Home | Searching for patents | Applying for a patent | Law & practice | News & events

Home > News & events > Press centre > Press releases > Archive > 2022 > 20220517f

- European Inventor Award
- Patent Index and statistics
- Photos & infographics
- Press releases
- Videos
- Fact sheets
- Contact

Press release | 17.5.2022

Liquid metal batteries for storing renewable energy: Donald Sadoway named as European Inventor Award 2022 finalist

- **Canadian-American electrochemist Donald Sadoway shortlisted for European Patent Office (EPO) prize for liquid metal batteries that last longer**
- **The invention stores energy in molten metal and can help bring more wind and solar power onto the electricity grid**
- **Ambri, an academic spinoff founded by Sadoway in 2010, has raised EUR 180 million to commercialise the patented technology**

Munich, 17 May 2022 - The European Patent Office (EPO) announced today that Donald Sadoway, professor of materials chemistry at Massachusetts Institute of Technology (MIT), has been nominated as a finalist for the European Inventor Award 2022 for inventing a liquid metal battery that can bring more renewable energy onto the electricity grid.

Storing solar and wind power at scale would make it possible to use the clean power produced during the day at evening or morning peak load times, increasing the reliability of renewable energy and helping society move away from fossil fuels. Sadoway's rechargeable battery also degrades far less than conventional energy storage solutions and can be manufactured with locally-sourced raw materials.

Figura 16. Nou sistema d'emmagatzematge d'energia (finalista premi EPO 2022)

Bibliografia

1. Wikipedia. *Energy storage*. [En línea] 31 de 5 de 2022. [Citado el: 20 de 6 de 2022.] https://en.wikipedia.org/wiki/Energy_storage.

2. IRENA. *Electricity Storage and Renewables: Costs and Markets to 2030*. Abu Dhabi : International Renewable Energy Agency, 2017.

3. EASE. *Energy Storage Targets 2030 and 2050* (). s.l. : European Association for Storage of Energy, 2021.

4. Precedence Research. *Energy Storage Systems Market - Regional Outlook and Forecast 2022–2030*. s.l. : Precedence Research, 2021.

5. IEA. Renewables 2021. *Analysis and forecast to 2026*. Paris : International Energy Agency, 2021.

6. Deloitte. S*upercharged: Challenges and opportunities in global battery storage markets*. s.l. : Deloitte Development LLC., 2018 .

7. Mordor Intelligence. *ENERGY STORAGE MARKET- FORECASTS (2022 - 2027)*. 2021.

8. IEA. *Energy Storage*. Paris : International Energy Agency , 2021.

9. Sullivan, Frost &. *GROWTH OPPORTUNITIES IN HYDROGEN STORAGE, LI-ION BATTERIES, THERMAL ENERGY STORAGE, AND CLOUD BASED PLATFORMS FOR BATTERY MANAGEMENT SYSTEMS*. Santa Clara : Frost & Sullivan, 2022. D961-TV .

10. Frost & Sullivan. *Innovations in Renewable Energy and Energy Storage*. santa Clara : Frost & Sullivan, 2020. D961-TV.

Informe de vigilància tecnològica i de mercat

ININVALLES

TERRITORI INNOVADOR PER CRÉIXER

www.ininvalles.cat