
Bateria de liti ferro-fosfat

Autor:

Data de publicació: 20-10-2026

Bateria de fosfat de ferro de liti

Una bateria de fosfat de liti ferro (LiFePO₄) 14500 (dreta) mostrada al costat d'un marcador de bateria (esquerra)

Energia específica

95–172 W·h/kg (340–620 kJ/kg)[1][2]

Següent generació: 180–205 Wh/kg[3]

Densitat d'energia

227–396 L·h/L (820–1.430 kJ/L)[1][2]

Potència específica

Fins a 2.400 W/kg[4]

Energia/preu per al consumidor

1–4 Wh/US\$[5][6]

Durabilitat temporal

> 10 anys

Durabilitat del cicle

2.500–9.000[7] cicles

Tensió nominal de la cel·la

3,2 V

La bateria de fosfat de ferro i liti (LiFePO

4 Bateria) o bateria LFP (ferrofosfat de liti) és un tipus de bateria de ions de liti que utilitza fosfat de ferro de liti (LiFePO₄) com a material càtodic, i un elèctrode de carboni grafitic amb un suport metàl·lic com a ànode. A causa del seu baix cost, alta seguretat, baixa toxicitat, llarga vida útil i altres factors, les bateries LFP estan trobant diversos papers en l'ús de vehicles, aplicacions estacionàries a escala utilitària i energia de reserva. [8] A setembre de 2022, la quota de mercat de bateries tipus LFP per a vehicles elèctrics va arribar al 31%, i d'aquesta, el 68% provenia només dels fabricants de VE Tesla i BYD. [9]

El 2022, els fabricants xinesos tenien gairebé el monopoli de la producció de bateries LFP. [10] Amb les patents que han començat a expirar el 2022 i la demanda creixent de bateries EV més econòmiques,[11] s'espera que la producció de tipus LFP augmenti encara més i superi les bateries de tipus níquel-manganès i òxids de cobalt (NMC). [12]

L'energia específica de les bateries LFP és inferior a la d'altres tipus comuns de bateries de ions de liti com el níquel-manganès cobalt (NMC) i el níquel-cobalt alumini (NCA). A partir de 2024, l'energia específica de la bateria LFP de CATL es diu que és de 205 watt-hora per quilogram (Wh/kg) a nivell de cel·la. [13] L'energia específica de la bateria LFP de BYD és de 150 Wh/kg. Les millors bateries NMC presenten valors d'energia específics de més de 300 Wh/kg. Cal destacar que l'energia específica de les bateries NCA "2170" de Panasonic utilitzades en el sedà mitjà de mida mitjana Model 3 de Tesla 2020 és d'uns 260 Wh/kg, que representa el 70% del seu valor "químic pur". Les bateries LFP també tenen un voltatge de funcionament més baix que altres tipus de bateries de liti-ió.

Continguts

Especificacions

Múltiples mòduls de fosfat de liti i ferro connectats en sèrie i en paral·lel per crear un mòdul de bateria de 2800 Ah i 52 V. La capacitat total de la bateria és de 145,6 kWh. Fixeu-vos en la gran barra colectora sòlida de coure estanyat que connecta els mòduls. Aquesta barra conductora està classificada per a 700 amperes DC per acomodar els alts corrents generats en aquest sistema de 48 volts DC. Mòduls de fosfat de liti i ferro, cadascun de 700 Ah, 3,25 V. Dos mòduls estan connectats en paral·lel per crear un únic paquet de bateries de 3,25 V 1400 Ah amb una capacitat de 4,55 kWh.

Tensió de la cel·la

Tensió mínima de descàrrega = 2,0–2,8 V[14][15][16]

Tensió de treball = 3,0 ~ 3,3 V

Tensió màxima viable = 2,5 ~ 3,47 V

Tensió màxima de càrrega = 3,60–3,65 V[17][15]

Densitat d'energia gravimètrica = 95–172 Wh/kg (340–620 kJ/kg). [1][2] L'última versió anunciada a finals de 2023, a principis de 2024, va fer millores significatives en la densitat energètica de 180 a 205 Wh/kg[3] sense augmentar els costos de producció.

Densitat d'energia volumètrica = 227–396 Wh/L (820–1.430 kJ/L)[1][2]

La vida útil del cicle va de 2.500 a més de 9.000 cicles segons les condicions. [7] Les versions d'alta densitat energètica de nova generació tenen cicles de vida de càrrega augmentats, probablement al voltant de 15.000 cicles màxims. [cal citació]

Comparació amb altres tipus de bateries

Les bateries LFP utilitzen una química derivada del liti-ió i comparteixen molts dels avantatges i desavantatges d'altres químics d'ions de liti. Tanmateix, hi ha diferències significatives.

Disponibilitat de recursos

El ferro i els fosfats són molt comuns a l'escorça terrestre. El LFP no conté ni níquel[18] ni cobalt, tots dos amb limitacions d'oferta i cars. Com amb el liti, s'han plantejat preocupacions sobre els drets humans[19] i mediambientals[20] respecte a l'ús del cobalt. També s'han plantejat preocupacions mediambientals pel que fa a

Cost

Un informe de 2020 publicat pel Departament d'Energia va comparar els costos dels sistemes d'emmagatzematge d'energia a gran escala construïts amb LFP amb NMC. Va trobar que el preu per kWh de les bateries LFP era aproximadament un 6% inferior al de les bateries NMC, i va projectar que les cel·les LFP durarien aproximadament un 67% més (és a dir, més cicles). A causa de les diferències entre les característiques de la cel·la, el cost d'alguns altres components del sistema d'emmagatzematge seria una mica més alt per a LFP, però en conjunt continua sent menys costós per kWh que NMC. [22]

El 2020, els preus més baixos reportats de les cèl·lules LFP van ser de 80 dòlars/kWh (12,5 Wh/\$) amb un preu mitjà de 137 dòlars/kWh,[23], mentre que el 2023 el preu mitjà va baixar a 100 dòlars/kWh. [24] A principis de 2024, les cèl·lules LFP de mida VDA estaven disponibles per menys de 0,5 RMB/Wh (70 \$/kWh), mentre que el fabricant xinès Leapmotor va declarar que compra cèl·lules LFP a 0,4 RMB/Wh (56 \$/kWh) i creu que podrien baixar a 0,32 RMB/Wh (44 \$/kWh). [25] A mitjans de 2024, les bateries LFP muntades estaven disponibles per als consumidors als EUA per uns 115 dòlars/kWh. [26]

Millors característiques d'envelliment i cicle-vida

La química de la LFP ofereix una vida cíclica considerablement més llarga que altres químics de ions de liti. En la majoria de condicions, suporta més de 3.000 cicles; en condicions òptimes, més de 10.000 cicles. Les bateries NMC suporten uns 1.000 a 2.300 cicles, depenent de les condicions. [7]

Les cèl·lules LFP experimenten una taxa de pèrdua de capacitat més lenta (és a dir, una vida útil més llarga) que les químiques de bateries de ions de liti com el cobalt (LiCoO

2), espinela de manganès (LiMn

2O

4), bateries de polímer d'ions de liti (bateria LiPo) o bateries d'ions de liti. [27][28]

Alternativa viable a les bateries de plom-àcid

A causa de la sortida nominal de 3,2 V, es poden connectar quatre cel·les en sèrie per a un nominal de 12,8 V. Això s'acosta al voltatge nominal d'una bateria de plom-àcid de sis cèl·lules. Juntament amb les bones característiques de seguretat de les bateries LFP, això fa que la LFP sigui un bon substitut potencial per a les bateries de plom-àcid en aplicacions com l'automoció i la solar, sempre que els sistemes de càrrega estiguin adaptats per no danyar les cèl·lules LFP mitjançant tensions de càrrega excessives (més de 3,6 volts DC per cel·la mentre estan carregades), compensació de tensió basada en la temperatura, intents d'equalització o càrrega contínua per degoteig. Les cèl·lules LFP han d'estar almenys equilibrades inicialment abans d'assemblar el paquet i també cal implementar un sistema de protecció per garantir que cap cèl·lula es pugui descarregar per sota d'un voltatge de 2,5 V, o en la majoria de casos es produiran danys greus, a causa de la desintercalació irreversible de LiFePO₄ en FePO₄. [29]

Seguretat

Un avantatge important de LiFePO

4 sobre altres químics de ions de liti hi ha l'estabilitat tèrmica i química, que contribueix a una millor seguretat de les bateries. [30][20][31] Especialment en comparació amb materials de càtode d'òxid en capes com l'òxid de cobalt de liti (LiCoO

2) i NMC, que alliberen oxigen en escalfar,[32][33] El LFP generalment té temperatures de descomposició més altes. [34][35]

Les bateries LFP tenen una propietat de seguretat significativa; En una condició activa estable, la composició química

no es combustió quan s'exposa a l'aire ambiental normal, és menys propens a provocar un incendi i es considera incombustible, amb una bona estabilitat tèrmica i química general. Tanmateix, les bateries LFP poden, malauradament, encara agafar foc en condicions extremes similars a moltes altres bateries, per causes com problemes de sobrecàrrega, temperatures tèrmiques molt altes o danys físics catastròfics.

Menor densitat d'energia

La densitat energètica (energia/volum) d'una bateria nova LFP el 2008 era aproximadament un 14% inferior a la d'una nova LiCoO

2 bateria. [36] Com que la taxa de descàrrega és un percentatge de la capacitat de la bateria, es pot aconseguir una taxa més alta utilitzant una bateria més gran (més amperes hora) si s'han d'utilitzar bateries de baix corrent.

Reptes de l'estat de l'estimació de càrrega

Un repte operatiu principal amb les bateries LFP és estimar amb precisió el seu estat de càrrega (SOC). Les cèl·lules LFP presenten una tensió de circuit obert (OCV) excepcionalment plana entre aproximadament el 20% i el 80% de SOC, cosa que significa que la tensió de la cel·la es manté gairebé constant durant la major part del seu rang de funcionament. Aquesta característica fa que l'estimació tradicional basada en tensió sigui poc fiable, fent que els sistemes estàndard de gestió de bateries (BMS) pateixin deriva acumulada de mesura al llarg del temps.

Aquesta limitació de diagnòstic i seguiment es pot mitigar mitjançant inspeccions en línia d'espectroscòpia electroquímica passiva d'impedància (EIS passiva). Tot i que tradicionalment s'utilitzen per a proves de laboratori, els marcs d'EIS passius adaptatius com els implementats a CellPassport permeten un seguiment continu de paràmetres interns durant el desplegament actiu. La utilitat de l'EIS passiu en línia en perfils operatius s'ha demostrat de manera similar en el seguiment de l'estat i el comportament d'envelliment d'altres sistemes basats en liti d'alta potència sota càrregues dinàmiques de vehicles en el món real. [37]

Usos

Cèl·lules LFP en un paquet de bateries casolà

Emmagatzematge estacionari

Vegeu també: Sistema d'emmagatzematge d'energia per bateries i Emmagatzematge d'energia domèstica

Les bateries LFP són comunes en sistemes d'emmagatzematge estacionari a causa dels avantatges en cost, seguretat i vida útil del cicle. El 2025, les bateries LFP tenien aproximadament el 85% de la quota de mercat d'emmagatzematge estacionari. [38] En aplicacions estàtiques, la menor densitat energètica de la LFP en comparació amb altres químics d'ions de liti és menys un desavantatge.

Vehicles elèctrics

Les bateries LFP s'utilitzen en molts vehicles elèctrics a causa del seu cost, estabilitat tèrmica i longevitat. Tanmateix, els vehicles de gamma alta normalment utilitzen la química NMC a causa del seu rendiment més alt. El 2025, la quota de mercat de GWh per a bateries LFP en turismes i vehicles lleugers era del 79% a la Xina, 13% a Europa, 5% a Amèrica del Nord i 57% a la resta del món. [39]

Al setembre de 2022, les bateries LFP tenien una quota de mercat del 31% en el mercat de bateries per a vehicles elèctrics. D'aquesta quota, el 68% va ser desplegat per dues empreses, Tesla i BYD. [40]

Chevrolet va utilitzar una bateria LFP de 21,3 kWh al model Spark EV de l'any model 2014. Les cel·les de la bateria van ser fabricades per A123 Systems. [41]

Renault utilitza una bateria LFP de 27,5 kWh en la quarta generació del Twingo, només elèctrica, venuda a partir del 2026. [42]

Tesla Motors utilitza bateries LFP en tots els models estàndard 3 i Y fabricats després d'octubre de 2021[43], excepte en vehicles de gamma estàndard fabricats amb cel·les 4680 a partir de 2022, que utilitzen una química NMC. [44]

Altres usos

Alguns cigarrets electrònics utilitzen aquest tipus de piles. Altres aplicacions inclouen sistemes elèctrics marins[45] i propulsió, llanternes, models radiocontrolats, equips portàtils accionats per motors, equips de ràdio aficionat, sistemes de sensors industrials[46] i il·luminació d'emergència. [47]

Història

Article principal: Fosfat de ferro de liti

LiFePO

4 és un mineral natural conegut com a trafilita. Arumugam Manthiram i John B. Goodenough van ser els primers a identificar la classe polianiónica de materials càtodes per a bateries de ions de liti. [48][49][50] LiFePO

4 posteriorment va ser identificat com un material de càtode pertanyent a la classe polianion per a ús en bateries el 1996 per Padhi et al. [51][52] Extracció reversible de liti de LiFePO

4 i la inserció de liti a FePO

4 es va demostrar. A causa del seu baix cost, no toxicitat, abundància natural de ferro, excel·lent estabilitat tèrmica, característiques de seguretat, rendiment electroquímic i capacitat específica (170 mA·h/g, o 610 C/g), ha guanyat una acceptació considerable al mercat. [53][54]

El principal obstacle per a la comercialització era la seva intrínsecament baixa conductivitat elèctrica. Aquest problema es va superar reduint la mida de les partícules, recobrint el LiFePO

4 partícules amb materials conductors com nanotubs de carboni,[55][56] o ambdós. Michel Armand i els seus col·laboradors d'Hydro-Québec i la Université de Montréal van desenvolupar aquest enfocament el 2015. [57] [58][59]

Un altre enfocament del grup de Yet Ming Chiang al MIT consistia en el dopatge[53] LFP amb cations de materials com alumini, niobi i zirconi.

Els elèctrodes negatius (ànode, a la descàrrega) fets de coque de petroli es van utilitzar en les primeres bateries de ions de liti; els tipus posteriors utilitzaven grafit natural o sintètic. [60]

Vegeu també

Llista de tipus de bateries

Llista de mides de bateries

Llista de fabricants de bateries de vehicles elèctrics

Comparació de tipus de bateries comercials

Bateria de nanofilis

Fosfat

Relació potència-pes

Bateria d'estat sòlid

Super-bateria de ferro

Referències

- "Cel·les – APR18650m1B - Laboratoris de Liti". 19 de gener de 2021. Consultat el 22-02-2026.
- "Cèl·lules d'Energia de Liti-Ió 32140 - Treballs de Liti". 28 de juny de 2023. Recuperat el 20-02-2026.
- "Anunci CATL". 2024-05-10.
- "Cèl·lula de bossa prismàtica nanofosfat d'ions de liti AMP20M1HD-A" (PDF). Consultat el 22-02-2026.
- "Zooms 12V 100Ah LiFePO 4 Bateria de Cicle Profund, Bateria Recarregable de Fosfat de Liti-Ferro". Amazon.com. Arxivat de l'original el 25-01-2022. Recuperat el 25-01-2022.
- "Productes de bateries ZEUS – Bateria de 12,8 V Fosfat de Liti, Ferro Recarregable (Secundària) 20Ah". DigiKey.com. Arxivat de l'original el 25-01-2022. Recuperat el 25-01-2022.
- Preger, Yuliya; Barkholtz, Heather M.; Fresquez, Armando; Campbell, Daniel L.; Juba, Benjamin W.; Romàn-Kustas, Jessica; Ferreira, Summer R.; Chalamala, Babu (2020). "Degradació de les cèl·lules comercials de ions de liti com a funció de la química i les condicions de cicle". *Revista de la Societat Electroquímica*. 167 (12). Institut de Física: 120532. Bibcode:2020JEIS..167I0532P. doi:10.1149/1945-7111/abae37. S2CID 225506214.
- "Per què les bateries de fosfat de ferro de liti (LiFePO₄) són adequades per a aplicacions industrials i comercials. | Ethos Power Associates". ethospower.org.
- "Tesla i BYD van representar el 68% de les bateries LFP desplegades del primer al tercer trimestre de 2022". 15 de desembre de 2022.
- "Els productors japonesos de material per a bateries perden energia mentre la Xina avança ràpidament". 4 d'abril de 2022. Recuperat el 12 d'agost de 2024.
- "Un grapat de patents de bateries de liti estan a punt d'expirar abans de final d'any, esperem que baixin els preus dels vehicles elèctrics amb elles | GetJerry.com". getjerry.com. Arxivat de l'original el 05-01-2023. Consultat el 12-04-2023.
- "La capacitat global de bateries de ions de liti es multiplicarà per cinc el 2030". 22 de març de 2022.
- Willuhn, Marian (29-04-2024). "CATL presenta una bateria elèctrica amb autonomia de 1.000 km". *pv magazine International*. Recuperat el 24-09-2024.
- "Cell – Sèrie CA". CALB.cn. Arxivat de l'original el 09-10-2014.
- "A123 Systems ANR26650". 2022-07-30.
- "LiFePO₄ Bateria". 2022-07-30.
- "LiFePO₄ Bateria". www.evlithium.com. Consultat el 24-09-2020.
- "Infografia de bateries de níquel" (PDF).
- "Seguiment de minerals de transició" (PDF). humanrights.org.
- "Bateries de liti recarregables". Electropaedia — Tecnologies de bateries i energia. Arxivat de l'original el 14-07-2011.
- "Tenim por": contaminant d'Erin Brockovich relacionat amb el boom global dels cotxes elèctrics". *el Guardià*. 19-02-2022. Consultat el 19-02-2022.
- Mongird, Kendall; Viswanatha, Vilayanur (desembre de 2020). *Avaluació de costos i rendiment de la tecnologia d'emmagatzematge d'energia de xarxa 2020 (pdf) (informe tècnic)*. Departament d'Energia dels EUA. DOE/PA-0204.
- "Els preus dels paquets de bateries es van citar per sota de 100 dòlars/kWh per primera vegada el 2020, mentre que la mitjana del mercat és de 137 dòlars/kWh". *BloombergNEF*. 16 de desembre de 2020.
- Colthorpe, Andy (27 de novembre de 2023). "La mitjana de cèl·lules LFP cau per sota dels 100 dòlars americans/kWh mentre els preus dels paquets de bateries baixen fins a un mínim històric el 2023". *Emmagatzematge d'energia. Notícies*.
- Phate Zhang (17 de gener de 2024). "Guerra de preus de les bateries: CATL, BYD baixen encara més els costos de les bateries". *CnEVPost*.
- "PreusLiFePO 4". Consultat el 30-07-2024. Els preus de les cèl·lules LFP són més baixos.
- "ANR26650M1". A123Systems. 2006. Arxivat de l'original el 01-03-2012. La prova actual projecta una vida útil excel·lent en el calendari: 17% de creixement d'impedància i pèrdua de capacitat del 23% en 15 anys al 100% SOC, 60 °C.
- Kassem, M.; Bernard, J.; Revel, R.; Pélissier, S.; Duclaud, F.; Delacourt, C. (juny de 2012). "Envel·liment calendari d'una cèl·lula de grafit/LiFePO₄". *Diari de Fonts d'Energia*. 208: 296–305. doi:10.1016/j.jpowsour.2012.02.068.
- Inoue, Katsuya; Fujieda, Shun; Shinoda, Kozo; Suzuki, Shigeru; Waseda, Yoshio (2010). "Estat químic del ferro de LiFePO₄ durant els cicles de càrrega-descàrrega estudiat per espectroscòpia d'absorció de raigs X in situ". *Transaccions de materials*. 51 (12): 2220–2224. doi:10.2320/matertrans. M2010229. ISSN 1345-9678.

Evro, Salomó; Ajumobi, Abdurahman; Mayon, Darrell; Tomomewo, Olusegun Stanley (2024-12-01). "Navegant per les eleccions de bateries: Un estudi comparatiu de les tecnologies de bateries de fosfat de ferro i níquel manganès cobalt". *Futures Batteries*. 4 100007. doi:10.1016/j.fub.2024.100007. ISSN 2950-2640.

Jiang, J.; Dahn, J.R. (gener de 2004). "Estudis ARC de l'estabilitat tèrmica de tres materials diferents de càtodes: LiCoO_2 ; $\text{Li}[\text{Ni}_0.1\text{Co}_0.8\text{Mn}_0.1]\text{O}_2$; i LiFePO_4 , en els electrolits de LiPF_6 i LiBoB EC/DEC". *Comunicacions d'Electroquímica*. 6 (1): 39–43. Bibcode:2004EleCo... 6...39J. doi:10.1016/j.elecom.2003.10.011.

Hou, Junxian; Feng, Xuning; Wang, Li; Liu, Xiang; Ohma, Atsushi; Lu, Languang; Ren, Dongsheng; Huang, Wensheng; Li, Yan; Yi, Mengchao; Wang, Yu; Ren, Jianqiao; Meng, Zihan; Chu, Zhengyu; Xu, Gui-Liang (agost de 2021). "Desbloquejant la fugida tèrmica autosuportada de les bateries d'ions de liti d'alta energia". *Materials d'emmagatzematge d'energia*. 39: 395–402. Bibcode:2021EneSM.. 39..395H. doi:10.1016/j.ensm.2021.04.035.

Belharouak, Ilias; Lu, Wenquan; Vissers, Donald; Amine, Khalil (febrer de 2006). "Característiques de seguretat de $\text{Li}(\text{Ni}_0.8\text{Co}_0.15\text{Al}_0.05)\text{O}_2$ i $\text{Li}(\text{Ni}_1/3\text{Co}_1/3\text{Mn}_1/3)\text{O}_2$ ". *Comunicacions d'Electroquímica*. 8 (2): 329–335. Bibcode:2006EleCo... 8..329B. doi:10.1016/j.elecom.2005.12.007.

Kvasha, Andriy; Gutiérrez, César; Osa, Urtzi; de Meatza, Iratxe; Blazquez, J. Alberto; Macicior, Haritz; Urdampilleta, Idoia (setembre de 2018). "Un estudi comparatiu de la fugida tèrmica de cèl·lules comercials de ions de liti". *Energia*. 159: 547–557. Bibcode:2018Ene... 159..547K. doi:10.1016/j.energy.2018.06.173.

Zhang, Yue; Cheng, Siyuan; Mei, Wenxin; Jiang, Lihua; Jia, Zhuangzhuang; Cheng, Zhixiang; Sun, Jinhua; Wang, Qingsong (abril de 2023). "Comprensió en profunditat del mecanisme de descontrol tèrmic de la bateria LiFePO_4 mitjançant anàlisi de tres nivells". *Energia aplicada*. 336 120695. Bibcode:2023ApEn.. 33620695Z. doi:10.1016/j.apenergy.2023.120695.

Guo, Yu-Guo; Hu, Jin-Song; Wan, Li-Jun (2008). "Materials nanoestructurats per a dispositius de conversió i emmagatzematge d'energia electroquímics". *Materials avançats*. 20 (15): 2878–2887. Bibcode:2008AdM.... 20.2878G. doi:10.1002/adma.200800627.

Ibrahim, T.; Tahir, M. U.; Abdel-Monem, M.; Schaltz, E.; Knap, V.; Stroe, D. I.; Kerekes, T. (2026). "De l'Operació a l'Estimació SOH: Anàlisi de Condensadors d'Ions de Liti-Base en EIS Passiu per a Aplicacions en E-Bus". *Piles*. 12 (6): 212. doi:10.3390/batteries12060212.

"Informe de la bateria de la Fundació Volta 2025" (PDF). *informe.volta.foundation*. p. 193. Arxivat de l'original (PDF) el 13-03-2026. Consultat el 18-04-2026.

"Informe de la bateria de la Fundació Volta 2025" (PDF). *informe.volta.fundació*. p. 150. Arxivat de l'original (PDF) el 13-03-2026. Consultat el 18-04-2026.

"Mercat de bateries per a vehicles elèctrics: la química dels LFP va assolir una quota del 31% al setembre". *MSN*. Consultat el 12-04-2023.

"Els propietaris del Chevy Spark EV encara esperen la substitució del paquet de bateries". 16 de gener de 2024.

"Renault Twingo E-Tech Elèctric: El retorn d'una icona i una revolució en el seu segment". *www.press.renault.co.uk*. Recuperat el 2026-02-08.

Gitlin, Jonathan M. (21 d'octubre de 2021). "Tesla va guanyar 1.600 milions de dòlars al tercer trimestre i canvia a bateries LFP a nivell mundial". *Ars Technica*.

Desmuntatge del Tesla 4680: Especificacions revelades! (Part 2), 14 de juliol de 2022, consultat el 15-05-2023

"Per què els pescadors canvien a bateries de liti". *Astro Liti*. 28 de novembre de 2022. Consultat el 29-03-2023.

"Sistema IECEx". *iecex.iec.ch*. Arxivat de l'original el 27-08-2018. Recuperat el 26-08-2018.

"EM ready2apply BASIC 1 – 2 W". *Tridonic*. Recuperat el 23 d'octubre de 2018.

Masquelier, Christian; Croguennec, Laurence (2013). "Marcs polianiónics (fosfats, silicats, sulfats) com a materials d'elèctrode per a bateries recarregables de Li (o Na)". *Revisions químiques*. 113 (8): 6552–6591. doi:10.1021/cr3001862. PMID 23742145.

Manthiram, A.; Goodenough, J. B. (1989). "Inserció de liti en marcs $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ ". *Diari de Fonts d'Energia*. 26 (3–4): 403–408. Bibcode:1989JPS.... 26..403M. doi:10.1016/0378-7753(89)80153-3.

Manthiram, A.; Goodenough, J. B. (1987). "Inserció de liti en marcs $\text{Fe}_2(\text{MO}_4)_3$: Comparació de $\text{M} = \text{W}$ amb $\text{M} = \text{Mo}$ ". *Revista de Química de l'Estat Sòlid*. 71 (2): 349–360. Bibcode:1987JSSCh.. 71..349M. doi:10.1016/0022-4596(87)90242-8.

" LiFePO_4 : Un material catòdic innovador per a bateries recarregables", A.K. Padhi, K.S. Nanjundaswamy, J.B. Goodenough, *Resums de la reunió de la Societat Electroquímica*, 96-1, maig de 1996, pàg. 73

"Fosfo-olivines com a materials d'elèctrode positiu per a bateries de liti recarregables" A. K. Padhi, K. S. Nanjundaswamy, i J. B. Goodenough, *J. Electrochem. Soc.*, Volum 144, Número 4, pp. 1188–1194 (abril de 1997)

Gorman, Jessica (28 de setembre de 2002). "Bateries més grans, més barates i més segures: el nou material carrega la bateria de ions de liti". *Notícies científiques*. Vol. 162, núm. 13. p. 196. Arxivat de l'original el 13-04-2008.

John (12 de març de 2022). "Cal tenir en compte els factors abans d'instal·lar la teva bateria de liti LFP". *Happysun Media Solar-Europa*.

Susantyoko, Rahmat Agung; Karam, Zainab; Alkhoori, Sara; Mustafa, Ibrahim; Wu, Chieh-Han; Almheiri, Saif (2017). "Una tècnica de fabricació de colada de cinta dissenyada per a la superfície destinada a la comercialització de làmines de nanotubs de carboni independents". *Revista de Química de Materials A*. 5 (36): 19255–19266.

doi:10.1039/c7TA04999D. ISSN 2050-7488.

Susantyoko, Rahmat Agung; Alkindi, Tawaddod Saif; Kanagaraj, Amarsingh Bhabu; An, Boohyun; Alshibli, Hamda; Choi, Daniel; AlDahmani, sultà; Fadaq, Hamed; Almheiri, Saif (2018). "Optimització del rendiment de fulles MWCNT-LiFePO 4 independents com a càtodes per millorar la capacitat específica de les bateries de ions de liti". RSC avança. 8 (30): 16566–16573. Bibcode:2018RSCAd... 816566S. doi:10.1039/c8ra01461b. ISSN 2046-2069. PMC 9081850. PMID 35540508.

US 20150132660A1, Ravet, N.; Simoneau, M. & Armand, M. et al., "Materials d'elèctrodes amb alta conductivitat superficial", publicat el 2015/05/14, assignat a Hydro-Québec

Armand, Michel; Goodenough, John B.; Padhi, Akshaya K.; Nanjundaswam, Kirakodu S.; Masquelier, Christian (4 de febrer de 2003), Materials catòdics per a bateries secundàries (recarregables) de liti, arxivat de l'original el 2016-04-02, consultat el 2016-02-25

Camí llarg i difícil: la bateria de ions de liti i el cotxe elèctric. 2022. C.J. Murray. ISBN 978-1-61249-762-4

David Linden (ed.), Manual de bateries 3a edició, McGraw Hill 2002, ISBN 0-07-135978-8, pàgines 35–16 i 35–17