

I VEICOLI ELETTRICI PER UN TRASPORTO AD ALTO RENDIMENTO ENERGETICO E A BASSO IMPATTO AMBIENTALE

Marina Mastragostino e Francesca Soavi

Unità Complessa di Istituti di Scienze Chimiche, Radiochimiche e Metallurgiche, Università di Bologna,
Via San Donato 15, 41027 Bologna
marina.mastragostino@unibo.it, francesca.soavi@unibo.it
sito web: www2.fci.unibo.it/mastragostino/

SOMMARIO

Il Piano Energetico Nazionale non può che prevedere per una mobilità sostenibile l'introduzione di veicoli elettrici ad alto rendimento energetico e a basso o nullo impatto ambientale. I veicoli elettrici alimentati con batterie convenzionali, in produzione presso le maggiori case automobilistiche, rappresentano già una soluzione per il traffico urbano Italiano, connotato da utenti con percorrenze giornaliere significativamente inferiori ai 100 km alla velocità massima di 50 km/h e quindi compatibili con le autonomie delle batterie. I veicoli alimentati con le più avanzate batterie al litio e con celle a combustibile, già sviluppati a livello prototipale, rappresentano, rispettivamente, le soluzioni a medio e a lungo termine per un traffico extraurbano. Nelle sezioni che seguono vengono descritte le problematiche che hanno sino ad oggi ritardato la conversione, anche solo parziale, dell'attuale parco macchine in elettrico e vengono messe in luce le direzioni da perseguire per una fattiva diffusione del veicolo elettrico.

INTRODUZIONE

L'elevato tasso di inquinamento dei centri urbani, al quale contribuisce un traffico sempre crescente, rende sempre più urgente la sostituzione dell'attuale parco macchine con veicoli elettrici alimentati da batterie o da celle a combustibile che hanno un rendimento energetico nettamente superiore a quello dei convenzionali motori a combustione interna e sono caratterizzati da emissione nulla o bassa di gas inquinanti. L'introduzione di veicoli elettrici permetterebbe di sostituire il concetto di *non mobilità*, attualmente adottato con la periodica chiusura al traffico delle aree urbane, con il concetto di *mobilità sostenibile*, ed è questa la direzione da perseguire per garantire vitalità ai centri urbani e a tutto l'addotto economico legato al settore automobilistico e dei trasporti. Come verrà più dettagliatamente riportato nelle sezioni seguenti, mentre i veicoli alimentati a celle a combustibile rappresentano una soluzione a lungo termine, quelli alimentati a batterie, disponibili sul mercato, rappresentano già una soluzione per il traffico urbano italiano. Infatti, come risulta dal rapporto del CIVES (Commissione Italiana Veicoli Elettrici Stradali) [1], il 60 % degli automobilisti europei e quindi italiani percorre meno di 30 km al giorno e più del 90% non supera i 100 km, pertanto le batterie attualmente in uso nei veicoli elettrici in commercio, anche quelle meno avanzate, sono in grado di soddisfare tali esigenze per veicoli che si muovano ad una velocità compatibile con i limiti imposti nelle aree urbane.

Quindi, se la politica attualmente adottata dei *divieti di accesso* ha portato ad una sensibilizzazione del cittadino verso la problematica dell'inquinamento da traffico urbano, ora è necessaria una politica di corretta informazione e di incentivi, peraltro già in parte esistenti, per portare l'utenza

sia pubblica che privata alla scelta del veicolo elettrico. Per corretta informazione si intende far sapere all'utente che un veicolo alimentato a batteria soddisfa a pieno le esigenze di uso nelle aree urbane, e quindi ben potrebbe essere scelto come *seconda auto* con costi di gestione nettamente inferiori a quelli propri dei veicoli con motore a combustione interna sulla base delle attuali tariffe ENEL e dei combustibili. Il consumo tipico della vettura elettrica è dell'ordine dei 0,2 kWh al km e la ricarica della batteria, che richiede meno di dieci ore per una carica completa ed anche meno di un'ora per una carica parziale, può essere eseguita con un normale allacciamento domestico da 3 kW. Inoltre l'impatto sul consumo elettrico, anche nell'ipotesi più ottimistica dell'introduzione in Italia di 1 milione di veicoli elettrici, inciderebbe con meno dell'1% sull'attuale consumo di energia e quindi non richiederebbe nuovi investimenti in centrali elettriche. Attualmente l'investimento iniziale per l'acquisto di una auto elettrica è indubbiamente elevato, ma soprattutto a causa di un mercato assente, che potrebbe essere potenziato da una corretta divulgazione degli attuali incentivi, quali i contributi regionali per l'acquisto di auto e scooter elettrici, tariffe assicurative RC auto agevolate, oltre che dall'introduzione di condizioni di utilizzo privilegiate come parcheggi riservati, accessi agevolati, centraline di ricarica pubbliche (eventualmente gratuite) che porterebbero i privati verso la scelta di un veicolo elettrico per un uso urbano. Inoltre tale scelta è doverosa da parte delle amministrazioni pubbliche.

La mancata diffusione di veicoli elettrici, in contrasto con i loro sicuri vantaggi energetici e ambientali, è da imputare al fatto che negli ultimi 100 anni tutti gli investimenti sono stati fatti sui veicoli con motori a combustione interna, e pochissimi sulle batterie necessarie per l'alimentazione del veicolo elettrico. Le batterie convenzionali non sono in grado

di consentire ai mezzi di trasporto le stesse prestazioni di quelli con motori a combustione interna in ambito extraurbano, in termini di autonomia e velocità. Una risposta a medio e lungo termine potrà essere ottenuta per questo tipo di utenza con le batterie al litio di nuova generazione e con le celle a combustibile. Pertanto per la divulgazione del trasporto elettrico è necessario modificare atteggiamento: non attendere che le batterie o le celle a combustibile consentano ai veicoli di competere con quelli tradizionali, ma introdurre sin d'ora in ambito urbano veicoli elettrici con batterie convenzionali.

VEICOLI ELETTRICI A BATTERIA

A livello mondiale tutte le principali case automobilistiche e di motocicli, comprese le italiane FIAT, Piaggio e Malaguti, hanno in produzione veicoli elettrici quali auto, bus e minibus e scooter alimentati da batterie convenzionali, in particolare da batterie piombo acido e nichel-cadmio, in grado di erogare energie specifiche gravimetriche di 35 Wh/kg e 50 Wh/kg con autonomie di percorso rispettivamente di 60-80 km e 100 km.

Oggi i tre principali sistemi di accumulo e conversione dell'energia sono le batterie basate sul piombo, quelle sul nichel, e quelle sul litio. Mentre le prime due batterie hanno radici nell'800 e sono state continuamente migliorate per adeguarle alle necessità via via crescenti, la tecnologia al litio è il risultato della ricerca degli ultimi 20 anni ed è quella che offre le più grandi aspettative per un veicolo elettrico di maggiore autonomia e quindi di maggiore interesse per Paesi nei quali un'alta percentuale di utenti percorre distanze giornaliere significativamente superiori a quelle dei cittadini europei. Questo è il caso degli Stati Uniti che sono tra l'altro sottoposti a direttive governative che impongono a breve che il 10% dei veicoli prodotti sia elettrico o ibrido. Case automobilistiche come la Ford e le giapponesi Subaru e Mitsubishi Motors (anche in vista di una penetrazione nel mercato americano) hanno recentemente presentato prototipi di auto alimentate da batterie litio-ione in grado di percorrere più di 200 km a 80 km/h e raggiungere velocità massima di 130 km/h (valori riferiti al modello e-Ka Ford).

Le elevate prestazioni delle batterie litio-ione, in grado di erogare energie specifiche più di tre volte superiori a quelle delle batterie piombo acido, sono frutto dei forti investimenti sia governativi che industriali (particolarmente in Giappone) per la ricerca nel campo di nuovi materiali per l'energetica elettrochimica fatti sotto la forte spinta del proliferare dell'elettronica di consumo, come telefoni cellulari e computer portatili. Sebbene a livello sia europeo che nazionale la ricerca su questi sistemi sia attiva da una ventina d'anni, con attenzione attualmente rivolta allo sviluppo di materiali nanostrutturati per un aumento della durata e della capacità di accumulo dell'energia di queste batterie e per una diminuzione dei costi, gli investimenti finanziari nazionali non sono sufficientemente adeguati, particolarmente negli ultimi anni, soprattutto se confrontati con quelli dei Paesi Asiatici, e vedono quasi assente la partecipazione industriale.

VEICOLI ELETTRICI A CELLA A COMBUSTIBILE

Le celle a combustibile con valori di energia specifica anche di un ordine di grandezza superiori rispetto a quelli

delle più avanzate batterie al litio, sono al momento il sistema di scelta a lungo termine per il veicolo elettrico. Questo si inquadra nella necessità riconosciuta a livello internazionale di ridurre la dipendenza dei Paesi dal petrolio, che per il 30% è destinato alla quasi totalità (90%) del trasporto. Il target europeo di lungo termine di conversione all'idrogeno da fonti rinnovabili e di conversione entro il 2020 del 5% dei veicoli comunitari in elettrici ad idrogeno ha portato molto recentemente ad impegnare risorse finanziarie sia a livello europeo che nazionale per progetti su celle a combustibile ad elevato rendimento e basso costo, da sviluppare integrando esperienze accademiche ed industriali.

Per quanto affascinante il concetto di energia elettrica per il trasporto (e anche per usi domestici) mediante celle a combustibile ad alto rendimento alimentate da idrogeno e ossigeno e con la sola emissione di acqua, questo scenario richiede ancora alcune scelte e la soluzione di alcune problematiche legate all'operatività di tali sistemi. Tra celle a combustibile ad alta o bassa temperatura di esercizio, la scelta per il trasporto è indirizzata verso il secondo tipo, quelle con elettrolita a membrana polimerica (polymer electrolyte membrane fuel cell, PEMFC), ma per una loro diffusa applicazione nel veicolo elettrico è ancora necessario investire nella ricerca per risolvere problemi essenzialmente legati agli alti costi degli elettrocatalizzatori e delle membrane polimeriche. Inoltre l'idrogeno non è un combustibile primario quindi si pone la problematica di generarlo a bordo del veicolo mediante processi di *reforming* da idrocarburi o metanolo, con conseguente emissione di CO₂ (comunque per l'alta efficienza di conversione dell'energia della cella a combustibile l'emissione è significativamente inferiore a quella del veicolo a combustione interna per il minor consumo di combustibile), o di stoccarlo a bordo una volta prodotto esternamente mediante ad esempio elettrolisi dell'acqua utilizzando energia da fonti rinnovabili come il solare. Questo secondo caso apre a sua volta la problematica non trascurabile dello stoccaggio e della distribuzione dell'idrogeno che comunque potrebbe usufruire in parte delle infrastrutture esistenti per la distribuzione degli idrocarburi. Un'alternativa presa in esame per le PEMFC è la diretta ossidazione del metanolo all'elettrodo, ossia diretta alimentazione delle celle a combustibile con metanolo (direct methanol fuel cell, DMFC), con possibile estensione ad altri tipi di alcoli come l'etanolo, con il vantaggio per quest'ultimo di essere ottenibile dalla fermentazione di molti prodotti dell'agricoltura.

Sebbene previsioni pessimistiche individuino nel 2050 la data per una fattiva divulgazione di veicoli a celle a combustibile, molte sono le case automobilistiche che già hanno realizzato prototipi quali la Toyota, Ford, Renault, Honda, Daimler Chrysler, BMW, FIAT e Micro-vett Piaggio [2]. In alcuni prototipi le celle a combustibile, non essendo in grado di erogare gli spunti di potenza richiesti ad esempio in fase di accelerazione, vengono abbinate a batterie di potenza quali batterie avanzate al litio o supercapacitori, questi ultimi in grado di erogare potenze specifiche di alcuni kW/kg ed energie specifiche dell'ordine dei 10 Wh/kg [3]. I supercapacitori (o ultracapacitori), basati su materiali capacitivi in grado di accumulare e rilasciare velocemente carica elettrostatica, permettono inoltre di recuperare energia in fase di frenata e agiscono da livellatori di carico garantendo lunga durata ai sistemi di conversione ai quali sono abbinati. Tali sistemi possono anche essere abbinati al motore a combustione interna in veicoli ibridi.

CONCLUSIONI

Il potenziamento della ricerca sui sistemi elettrochimici di accumulo e/o conversione dell'energia oltre alle importanti ricadute nell'ambito della mobilità sostenibile evidenziate nelle sezioni precedenti, ha anche una valenza più ampia nell'ambito del Piano Energetico Nazionale che, oltre ad un uso razionale e a basso impatto ambientale delle risorse energetiche già attualmente utilizzate, prevede un maggiore sfruttamento dell'energia da fonti rinnovabili. L'energia solare e l'eolica, ad esempio, per la loro peculiare caratteristica di intermittenza rendono necessari sistemi elettrochimici quali batterie e supercapacitori, che possono accumulare l'energia per poi erogarla o distribuirla uniformemente in base alle richieste. D'altra parte è altrettanto importante avere sistemi per la produzione del vettore idrogeno, nel caso in cui celle a combustibile alimentate a H₂ siano il sistema di scelta per una mobilità sostenibile, in quanto questo, come precedentemente evidenziato, potrebbe essere ottenuto per elettrolisi dell'acqua utilizzando l'energia solare o eolica [4, 5].

Molto attiva è la ricerca a livello internazionale per lo sviluppo di batterie al litio e di celle a combustibile e per l'ottimizzazione delle loro prestazioni in relazione alle applicazioni previste. In questi ultimi due anni i finanziamenti governativi nazionali per la ricerca e sviluppo di batterie al litio, mai molto elevati, sono stati quasi assenti, mentre finanziamenti competitivi con quelli di altri Paesi industrializzati sono stati indirizzati alla ricerca e sviluppo di celle a combustibile. È auspicabile che la Politica Energetica Nazionale sostenga mediante un cospicuo impegno finanziario lo sviluppo di entrambi i sistemi, in quanto le batterie al litio e le celle a combustibile sono rispettivamente la soluzione a medio e a lungo termine per una mobilità sostenibile mediante veicoli elettrici.

RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI

1. sito web: <http://www.ceiuni.it/CIVES/home.htm>
2. Fuel Cell Vehicle World Survey 2003, Breakthrough Technologies Institute, Washington, D.C. 2006, February 2004.
3. M. Mastragostino, C. Arbizzani, F. Soavi, Electrochemical Supercapacitors, in B. Scrosati and W. van Schalkwijk (Eds), *Advances in Lithium Ion Batteries*, chap. 6, Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, 2002.
4. J. T.S. Irvine, The Bourner lecture. Power sources and the new energy economy, *J. Power Sources*, vol. 136, pp. 203-207, 2004
5. M. Conte, P.P. Prosini, S. Passerini, Overview of energy/hydrogen storage: state-of-art of the technologies and prospects for nanomaterials, *Mater. Sci. Eng. B*, vol. 108, pp.2-8, 2004.

progetti nazionali ed europei su batterie al litio, supercapacitori e più recentemente a progetti FISR su celle a combustibile con partner accademici ed industriali.

Progetti recenti sull'energetica elettrochimica al LEM:

UE:

*-“SCOPE: SuperCapacitors Of Power and Energy”
JOE3-CT97-0047 (1999-2001)*

PRIN:

-“Sintesi e caratterizzazione di materiali elettrodi ed elettrolitici per batterie al litio” (2001-2002)

-“Materiali elettrodi ed elettrolitici per nuove batterie al litio” (2003-2004)

FISR:

-“Materiali elettrolitici e sistemi elettrodi innovativi per celle a combustibile polimeriche” (2003-2004)

-“Sviluppo di membrane protoniche e di configurazioni elettrodi innovative per celle a combustibile con elettrolita polimerico” (2005-2007)

Marina Mastragostino, professore ordinario di Chimica Fisica all'Università di Bologna, opera da una ventina d'anni nel campo dei materiali per l'energetica elettrochimica e sta contribuendo con il suo gruppo di ricerca (Laboratorio di Elettrochimica dei Materiali, LEM), nel quale è inserita come assegnista di ricerca la Dott.ssa Francesca Soavi (PhD in Scienze Chimiche), a numerosi