

Recensione libro: “Economia all’idrogeno” di Jeremy Rifkin di Luca Boarino

Provate a immaginare che entro 10 o 20 anni tutte le fonti di combustibile fossile del mondo non siano più in grado di soddisfare il fabbisogno mondiale (e non tra 50 o 70 come si è sempre prospettato negli ultimi anni). Provate a pensare che i rapporti con i paesi arabi produttori di petrolio degenerino irrimediabilmente in seguito alla guerra al terrorismo che gli USA hanno dichiarato dopo l’11 settembre 2001.

Forse tra i lettori sopra i 40 c’è chi si ricorda l’austerità del 1973, che ha dato il primo disastroso colpo al debito dei paesi poveri: code interminabili ai distributori di benzina, week-end a piedi, targhe alterne anche al di fuori dei centri urbani, prezzi che si impennano e la libertà di movimento limitata ad un raggio di pochi chilometri.

E se fosse tutto vero? Il libro di Jeremy Rifkin prospetta tutto questo ma anche molto di più: la possibilità cioè di rifondare la nostra società dai presupposti di democraticità che un economia dell’idrogeno potrà fornirci tra non molto.

Certo le sue previsioni appaiono, a chi si è occupato anche superficialmente di fonti di energia alternative agli idrocarburi, molto ottimistiche, ma indubbiamente i segnali positivi di un cambio di paradigma nella produzione e nella distribuzione dell’energia non sono da sottovalutare. Nel suo libro, *ed in particolare nel capitolo (VIII)* sono decine le fonti ed i documenti citati che si riferiscono alla maturazione della tecnologia delle celle a combustibile, della Generazione Distribuita e degli investimenti delle grandi compagnie che detengono il monopolio energetico in questo settore.

Ripercorrendo il cammino dell’umanità e analizzando come le fonti di energia abbiano favorito la nascita e la caduta delle civiltà del passato, Rifkin ricostruisce dettagliatamente lo scenario che abbiamo tutti i giorni sotto il nostro naso identificando nell’economia del petrolio (la cupidigia degli uomini resta sottintesa) la maggiore fonte dei problemi globali, dalla povertà all’effetto serra causato dalle emissioni di CO₂ che altro non sono se il residuo della combustione degli idrocarburi. La sua analisi storica ed economica si spinge sino alla valutazione dell’attacco dell’11 settembre 2001, considerando l’incognita islamica *cap. V*, le prospettive di un futuro basato sulle fonti di energia tradizionali, idrocarburi e gas naturale e le relative conseguenze di annunciato disastro globale causa effetto serra. Effettivamente, alla luce di ciò che sperimentiamo quotidianamente nelle nostre città, non è difficile trovarsi d’accordo con Rifkin. L’unico dubbio è in effetti sui tempi richiesti ad arrivare al collasso globale, il resto è purtroppo noto.

Si può magari non condividere la fiducia di R. nel pensare che l’avvento di un’economia basata sull’idrogeno sia dietro l’angolo, che sia effettivamente raggiungibile ed economicamente conveniente, ma questo libro indica una delle strade possibili, che non saranno necessariamente attuate in futuro, ma che dovranno condurre l’umanità ad un nuovo salto di produzione ed utilizzo dell’energia, *come descritto nei cap. III e IV* a proposito delle economie del passato e nelle tecnologie che hanno profondamente influenzato la nostra civiltà sino a fare da base alle due maggiori rivoluzioni energetiche, quella industriale di fine settecento, basata sulla

stampa a caratteri mobili, e quella dell'avvento degli idrocarburi e del telegrafo e del telefono.

La tecnologia fondante per la prossima rivoluzione verso un'economia dell'idrogeno è ovviamente l'Internet, che dovrebbe facilitare e governare completamente la produzione distribuita e decentralizzata (come decentralizzata è Internet stessa) di energia mediante celle a combustibile. La tecnologia più propriamente rivoluzionaria da accoppiare alla Rete dell'informazione, che quasi tutti conoscono e utilizzano, è invece quella delle celle a combustibile che è decisamente sconosciuta al pubblico non specializzato. (*vedi box*).

Le celle a combustibile sono simili a delle batterie che utilizzano gas naturale, alcool o idrogeno per generare elettricità. Le batterie convenzionali utilizzano prodotti chimici, che una volta esaurita la propria capacità di produrre energia elettrica non possono essere sostituiti. Le celle a combustibile convertono l'energia chimica di un combustibile, sia esso a base di carbonio o di idrogeno, in energia elettrica e funzionano fino a che tale combustibile viene fornito. Il principio di funzionamento, essendo basato su una reazione chimica, e non su una combustione, fornisce rendimenti notevolmente superiori a quelli delle macchine termiche e dei motori a scoppio. Altro vantaggio fondamentale è che i prodotti di reazione sono corrente elettrica e acqua. Quest'ultimo aspetto è di notevole interesse nelle comunità del sud del mondo che con questa tecnologia potrebbero ottenere energia elettrica ed acqua anche se lontani da qualunque rete idrica o elettrica.

Per chi ha qualche simpatia per la chimica può essere d'aiuto dire che le celle funzionano sull'esatto principio inverso dell'elettrolisi, generando elettroni, e cioè corrente elettrica se si forniscono idrogeno e ossigeno ai due elettrodi.

Negli ultimi due capitoli del libro (*VIII e IX*) Rifkin propone varie soluzioni che potrebbero, e stanno effettivamente diventando convenienti per passare ad un'economia completamente basata sull'idrogeno. La strada è attualmente costituita da un'infinità di sentierini e di biforcazioni che portano comunque ad una completa e necessaria indipendenza dai combustibili fossili che danno come residuo di combustione l'anidride carbonica dell'effetto serra. Un esempio è la completa e massiccia riconversione dell'industria automobilistica (Di questi giorni l'annuncio al salone di Parigi di un'auto a celle a combustibile alimentate a idrogeno della General Motors) che potrebbero servire da piccole centrali di energia casalinghe distribuite sul territorio. Poi l'accoppiamento delle fonti di energia alternative (che stanno raggiungendo dei rendimenti validi anche dal punto di vista economico) quali il solare, l'eolico, le biomasse ed i gas naturali per la produzione di idrogeno mediante elettrolisi potrebbero in un futuro a medio termine, svincolare piccole comunità ma anche nazioni, (uno su tutti l'Islanda, che ha addirittura iniziato un decisissimo programma decennale per esportare energia dall'idrogeno verso i paesi CEE) dal petrolio e derivati.

Restano da superare e da risolvere problemi apparentemente insormontabili, quali la sicurezza degli impianti, della distribuzione e dell'immagazzinamento su larga scala dell'idrogeno, e dei costi ancora non competitivi delle celle a combustibile e di tutti i prodotti che le utilizzano, ma anche per questi problemi Rifkin indica soluzioni.

Altro punto cruciale del momento tecnologico che stiamo vivendo è la prospettiva di poter profondamente cambiare il modo di gestire l'energia, mediante la Generazione Distribuita (DG). "La DG stravolge la logica convenzionale di distribuzione" e i primi segnali verso una transizione a tale rivoluzionario sistema vengono ovviamente dagli USA, dove la deregulation in campo energetico è già stata avviata da parecchi anni, ed è regolamentata dall'Energy Policy Act" che ha consentito ai piccoli produttori indipendenti di energia di sfidare i colossi del settore mediante tecnologie su scala ridotta e sfruttando le nicchie di mercato. Il futuro prospettato da Rifkin è quello di poter generare energia mediante celle a combustibile e vendere il surplus del fabbisogno con l'aiuto dell'Internet o di tecnologie digitali integrate nella rete di distribuzione elettrica stessa, acquisendo in tempo reale le quotazioni del gas naturale e dell'elettricità al momento della vendita. Persino gli analisti più cauti del settore, prevedono che in futuro la GD coprirà il 30% dell'intero fabbisogno energetico degli USA.

Tutte questi fattori di innovazione porteranno, secondo la visione di Rifkin, alla creazione di quella che chiama l'Hydrogen Energy Web, (HEW) in stretta analogia e connessione al World Wide Web dell'attuale rete dell'informazione, e fornendo così l'allettante occasione di rifondare completamente la democrazia energetica del globo, ma ad una condizione. Che fin da ora le comunità locali, le cooperative e le associazioni no-profit acquisiscano competenze e posizioni a favore di un tale drastico cambiamento. Questa è forse la parte più utopica del libro, perché è anche chiaramente documentato che soprattutto le grandi compagnie petrolifere multinazionali stanno cavalcando per prime tale rivoluzione. Le opportunità di una tale rivoluzione sono però a favore di una distribuzione locale, capillare, ma soprattutto nei due sensi, quindi il fornitore centralizzato non sarà più egemone, e quindi a favore delle piccole e grandi comunità di quelli che oggi sono soltanto "utenti" o peggio "consumatori". La direzione ci viene indicata, e sembra allettante anche se ancora piena di ostacoli. Una centralina di generazione basata su celle a combustibile costa infatti oggi 3000 Euro al Kilowatt. Si prevede che effetti di economia di scala ne possano ridurre il costo fino a 500 Euro al KW nei prossimi anni, ma il fatto che queste tecnologie possano diventare competitive con le fonti tradizionali dipende dai singoli e dalle collettività, dato che i governi lungimiranti sono rari. *Io, quasi quasi, ordino una cella a combustibile via internet e la accoppio a dei pannelli solari....poi si vedrà.*

Luca Boarino

Domande e risposte:

Come è fatta una cella a combustibile?

La cella a combustibile è un generatore elettrochimico che viene alimentato da un combustibile (tipicamente idrogeno, alcool o metano) e un ossidante (ossigeno o aria) e da cui si ricavano corrente elettrica continua, acqua e calore.

Come tutti gli elementi voltaici, essa è composta essenzialmente da due elettrodi, catodo ed anodo, e da un elettrolito che permette la migrazione degli ioni.

Il combustibile e i gas ossidanti lambiscono rispettivamente l'anodo e il catodo sulle facce opposte a quelle in contatto con l'elettrolito. Data la porosità degli elettrodi, vengono in questo modo continuamente alimentate le reazioni di ossidazione del combustibile e di riduzione dei gas ossidanti.

Un aspetto di importanza fondamentale per le applicazioni delle celle a combustibile, è rappresentato dal fatto che gli effluenti (acqua e gas esausti), che vanno continuamente rimossi dalla cella, non contengono sostanze inquinanti.

L'anodo, cioè il polo negativo della cella, ha varie funzioni: conduce gli elettroni che sono liberati dall'idrogeno molecolare in modo che possano venire utilizzati da un circuito esterno, ed ha canali al suo interno per far sì che l'idrogeno gassoso venga equamente disperso sulla superficie del catalizzatore.

Il catodo, che è il polo positivo, ha le stesse caratteristiche in modo da disperdere l'ossigeno sul catalizzatore, inoltre riconduce a quest'ultimo gli elettroni provenienti dal circuito utilizzatore. Tali elettroni, ricombinandosi con gli ioni idrogeno e l'ossigeno, contribuiranno alla formazione dell'acqua (vedi box chimica).

L'elettrolito è una membrana di scambio di protoni. Questo materiale, appositamente trattato, assomiglia alle pellicole plastiche che si utilizzano in cucina, è in grado di condurre solo ioni carichi positivamente, bloccando anche gli elettroni, che sono negativi.

Il catalizzatore è un materiale che facilita la reazione tra ossigeno e idrogeno. È generalmente una polvere di platino che ricopre finemente una carta o tessuto carbonati. Il catalizzatore è poroso in modo da massimizzare la superficie esposta all'idrogeno e all'ossigeno. La parte ricoperta di platino del catalizzatore è affacciata alla membrana di scambio dei protoni (PEM)

Da dove vengono le celle a combustibile?

La prima cella a combustibile venne costruita nel 1839 da Sir William Grove, un giudice gallese e scienziato gentiluomo. Il serio interesse per le celle a combustibile quale generatore di energia non sorse prima degli anni '60 con i programmi spaziali che adottarono questa tecnologia a scapito del nucleare, di maggior rischio, e del solare, più costoso.

Tutti i veicoli spaziali dei programmi Gemini, Apollo e tuttora dello Space Shuttle utilizzano con successo questa tecnologia.

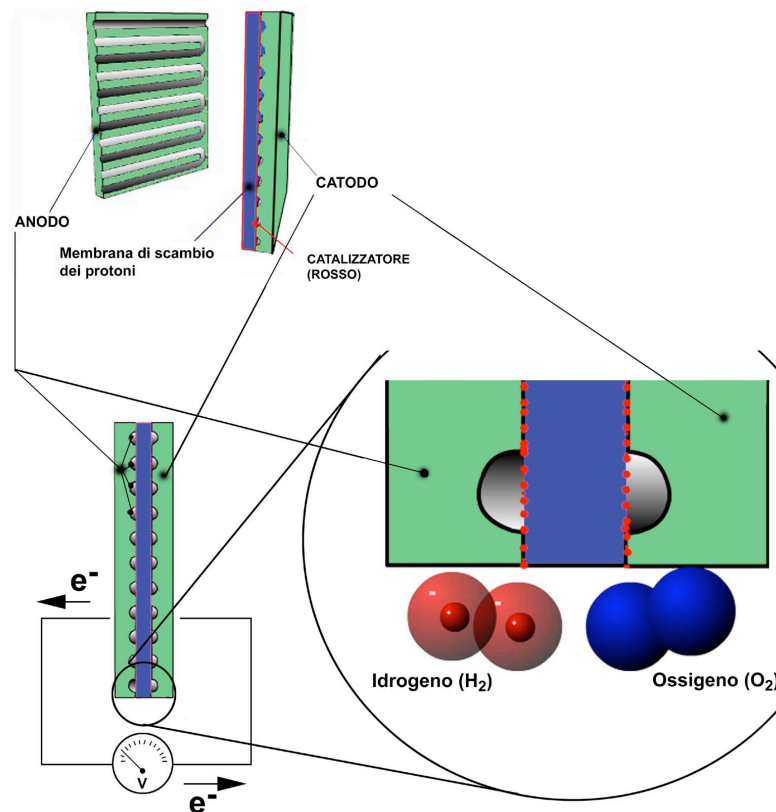


Fig. 2: componenti di una cella a combustibile tipo PEM

La Figura 2 mostra l'idrogeno gassoso pressurizzato (H_2) che entra nella cella dal lato dell'anodo. Quando una molecola di idrogeno entra in contatto con il platino sul catalizzatore, si scinde in due ioni H^+ e due elettroni (e^-). Gli elettroni sono condotti attraverso l'anodo fino a raggiungere il circuito elettrico esterno (dove possono svolgere lavoro utile come alimentare un motore) e poi ritornano al catodo della cella. Allo stesso tempo, al catodo, l'ossigeno (O_2) presente nell'aria è forzato a scorrere attraverso il catalizzatore, dove viene scisso in due ossigeni atomici estremamente reattivi e carichi negativamente. Questa carica attrae gli ioni H^+ attraverso la membrana, e avviene la ricombinazione con gli elettroni che tornano dal circuito esterno e che dà come prodotto l'acqua (H_2O).

Questa reazione in una singola cella produce circa 0.7 Volts.

Per incrementare questa tensione a livelli accettabili, le singole celle vengono impilate a formare una "stack", o catasta e collegate in serie.

Le celle a PEM operano a relativamente bassa temperatura (80 gradi Celsius) il che significa un riscaldamento rapido e l'assenza di strutture di isolamento o contenimento.

Generalmente un impianto a celle a combustibile è composto, oltre che dal modulo elettrochimico, anche da un convertitore di corrente (inverter) e di un trasformatore, che convertono la corrente continua generata dalla pila in corrente alternata alla tensione e alla frequenza desiderate.

La chimica delle celle a combustibile:

reazione all'anodo:



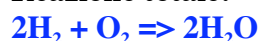
L'idrogeno combustibile in forma gassosa (H_2) viene ossidato all'anodo, passando alla forma ionica (4H^+) e perdendo 4 elettroni, che producono così la corrente elettrica utilizzabile ad esempio per alimentare un motore o una lampadina.

reazione al catodo:



Gli elettroni, dopo aver attraversato il carico elettrico, tornano al catodo della cella e sono disponibili per formare, insieme all'idrogeno in forma ionica (4H^+) e all'ossigeno presente nell'aria (O_2) acqua ($2\text{H}_2\text{O}$).

Reazione totale:



con un bilancio di energia positivo utilizzabile sotto forma di corrente elettrica tra anodo e catodo.

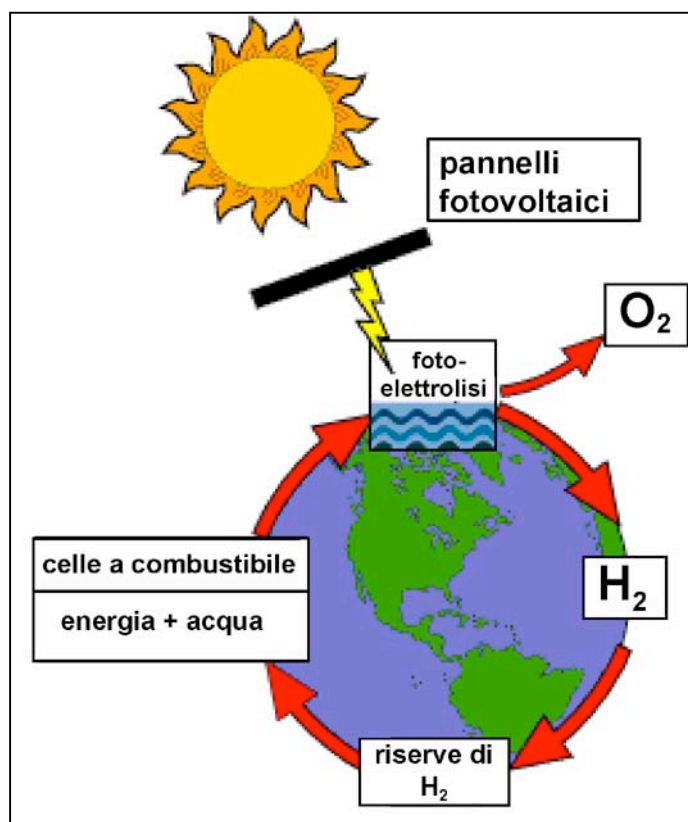


Fig. 1: Il ciclo dell'idrogeno in un'economia senza idrocarburi

Siti internet dedicati alle celle a combustibile:

The Online Fuel Cell Information Center	http://www.fuelcells.org/
Hydrogen Information Network Home Page	http://www.eren.doe.gov/hydrogen/
celle a combustibile	http://www.laconca.org/archivio/8_00/celle_comb.htm
ECOLab - cultura delle celle a combustibile	http://www.blulaboratori.org/

Argonne National Laboratory - researching ceramic solid oxide fuel cells, direct methanol PEM fuel cells, high temperature sealant materials for fuel cells, reformers for fuel cells. <http://www.anl.gov/>

ATP Alliance Network - the Advanced Technology Program (ATP) is run by the U.S. Department of Commerce's National Institute of Standards and Technology (NIST). The Alliance Network has been set up to help organizations apply for the ATP Joint Venture award for collaborative R&D. <http://www.atp.nist.gov/alliance>

California Air Resources Board - mission is to promote and protect public health, welfare and ecological resources through the effective and efficient reduction of air pollutants while recognizing and considering the effects on the economy of the state. <http://www.arb.ca.gov/>

CREST - the Center for Renewable Energy and Sustainable Technology's fuel cell and hydrogen page. <http://www.crest.org/hydrogen/index.html>

Dr. E's Energy Lab - rounds up the best Web sites for children to learn about energy efficiency and renewable energy. <http://www.eren.doe.gov/kids>

GREENTIE - Greenhouse Gas Technology Information Exchange (GREENTIE), is an electronic directory that contains information about suppliers of technologies, services, research, and data relevant to the mitigation of greenhouse gases. It is a program of the International Energy Agency, supported by the U.S. Department of Energy and Oak Ridge National Laboratory provides technical assistance. <http://www.greentie.org/>

Hydrogen and the Materials of a Sustainable Energy Future - hydrogen education site hosted by Los Alamos National Laboratory. <http://education.lanl.gov/RESOURCES/h2>

Hydrogen InfoNet - information network exploring the various uses of hydrogen. <http://www.eren.doe.gov/hydrogen/infonet.html>