

1. Puțină istorie

Deceniul al 7-lea al secolului trecut a fost marcat de două crize petroliere: statele arabe producătoare de petrol au ridicat prețul de două ori la interval de cinci ani și de fiecare dată în mod masiv. În statele din vestul Europei circulația automobilelor a fost limitată, au fost elaborate planuri de reducere a costurilor încălzirii clădirilor care au cuprins îmbunătățirea izolației termice și...au fost începute lucrările de dezvoltare a unor motoare care să folosească alte surse de energie în afara petrolului și a gazelor provenite din țările arabe. Printre soluțiile analizate a fost folosirea hidrogenului drept combustibil în motoarele existente (în locul bezinei sau motorinei) și folosirea reacției dintre oxigen – disponibil în aer în cantități nelimitate - și hidrogen, de asemeni disponibil în cantități nelimitate în...apă, de exemplu în apa oceanelor! Deja la vremea aceea oxigenul lichid și hidrogenul lichid erau folosite pentru propulsia rachetelor...deci o oarecare experiența practică era deja disponibilă.

Tot în acea vreme au fost lansați sateliți care trebuiau să dispună de cantități mari de energie – mult mai mari decât cele furnizate de panourile lor solare – și asta timp îndelungat dar... cu intermitența: energia era folosită numai atunci când se efectuau măsurători. Acumulatorii erau prea grei pentru a fi montate pe sateliți...așa că s-a căutat o altă sursă de energie pentru alimentarea cu curent electric a aparatelor existente la bordul sateliților. Reacția controlată dintre hidrogen și oxigen putea duce la creerea de curent electric...de data aceasta evitând transformarea energiei chimice în energie mecanică – cum se întâmplă într-un motor: energie chimică poate fi transformată direct în energie electrică într-un aparat denumit pilă de combustibil...Ideea pilei de combustibil a fost preluată de constructorii de automobile care au încercat s-o adapteze pentru necesitățile deplasării pe șosele...

În deceniul al 9-lea omenirea a devenit conștientă de pericolul pe care-l reprezintă încălzirea atmosferei Pământului datorită activității umane. Unul dintre principalii factori care duc la încălzirea atmosferei este CO₂ care rezultă din arderea combustibililor de tot felul...printre care se numără și bezina și motorina auto. Aici s-a mers pe două căi diferite: prima a fost perfecționarea procesului de ardere în motoare, astfel încât consumul specific să fie redus substanțial; cea de a doua a fost înlocuirea motorului cu ardere internă cu un alt gen de motoare: aceasta a dus pe de o parte la dezvoltarea automobilelor electrice, în care energia necesară deplasării era înmagazinată în acumulatori perfecționați iar automobilul nu producea nici-un fel de poluanți; pe de altă parte s-a reactualizat ideea pilei de combustibil, care...producea numai apă (nepoluantă) în timpul funcționării sale.

BMW a prezentat pe piață în 2005 un automobil din seria 7 dotat cu motor cu ardere internă de 12 cilindri, care folosea hidrogen în loc de benzină. Aceasta ar fi fost o soluție logică pentru industria de automobile, deoarece întreaga tehnologie

de fabricație a motorului era deja disponibilă iar motorul ar fi necesitat numai câteva adaptări minore atunci când ar fi fost trecut să funcționeze cu hidrogen. În comparație cu motorul cu benzină, performanțele acestui automobil nu au fost satisfăcătoare. Fiindcă hidrogenul – datorită densității lui mici – ocupa o mare parte din volumul unui cilindru, cantitatea de aer care putea fi inspirată era limitată drastic și aceasta a dus la reducerea puterii motorului în mod substanțial. Amestecul de aer și hidrogen realizat în cilindru se poate autoaprinde în afara ciclului prevăzut în funcționarea motorului, ceea ce nu este de dorit. În afară de aceasta întreg portbagajul a fost ocupat de butelia de hidrogen așa că o funcție importantă a automobilului a fost complet eliminată. Desigur că BMW mai lucrează la dezvoltarea acestui proiect, dar șansele pe piața ale motorului cu ardere internă care să lucreze cu hidrogen nu sunt prea mari: pila de combustibil poate avea costuri acceptabile dacă este produsă în serie mare.

Lucrările de dezvoltare ale unei pile de combustibil pentru automobile au durat mai mult de două decenii...dar în prezent există asemenea automobile, funcționează în spații geografice reduse unde au fost construite suficiente stații de alimentare cu hidrogen lichid. Tehnologia nu a ajuns încă la stadiul producției de serie din cauza investițiilor imense necesare pentru a se asigura infrastructura globală necesară alimentării cu hidrogen...dar firma Toyota a produs deja câteva mii de exemplare din automobilul Mirai – în limba japoneză Mirai înseamnă viitor - dotat cu pilă de combustibil. Peste o mie dintre acestea funcționează în California, statul care are cea mai avansată legislație de protecție a naturii din USA. Automobilul Mirai costă 59.000\$, cântărește 2 tone, dispune de 150 CP, parcurge 100 km cu un litru de hidrogen (hidrogenul are o putere calorică de 4 ori mai mare decât benzina), poate străbate 500km cu o singură încărcătură și poate fi reîncărcat cu hidrogen la o presiune (în butelii) de 700 bari în numai 5 minute. Toți acești parametri sunt acceptabili...prețul s-ar putea reduce substanțial în cazul unei producții de serie...dar rețeaua de alimentare cu hidrogen nu este disponibilă.



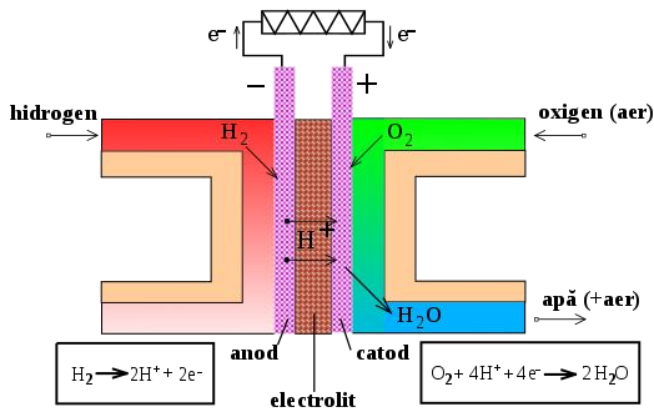
Automobilul japonez Mirai, acționat de o pilă de combustibil.

Firma Daimler Benz a produs câteva mii de exemplare ale unui transporter de 2 tone capacitate, dotat cu pilă de combustibil. Alte firme au lucrat și ele la acest proiect fără însă un elan prea mare, tocmai din cauza costurilor imense ale unei rețele naționale de distribuție a hidrogenului. Între timp tehnologia acumulatorilor de electricitate a fost dezvoltată atât de mult, încât automobilele electrice – alimentate în cursul nopții de la rețeaua de distribuție a curentului electric, existentă în fiecare locuință – au captat atenția producătorilor de automobile și al consumatorilor și au devansat masiv ideea automobilului cu pilă de combustibil.

Aspectul ecologic favorabil al pilei de combustibil – care nu elimină gaze poluante cum este cazul motorului cu ardere internă - este tulburat puternic de necesitatea de a produce hidrogen...pentru care este necesară...energie electrică! Dacă energia electrică este produsă de centrale pe bază de cărbune sau petrol...atunci scopul protejării naturii nu este atins: poluarea este numai mutată din orașe – unde circulă automobilele – la centrale electrice situate undeva departe, în afara orașelor. Întregul proces devine numai atunci ecologic când energia electrică pentru producerea hidrogenului este obținută pe cai ecologice, de exemplu în hidrocentrale, prin panourile solare sau în centralele eoliene. Până atunci...mai este un drum lung...cu toate că în 2018 s-a înregistrat o perioadă în care întreaga economie germană a lucrat numai cu energie recuperativă: dar aceasta a durat numai o oră, în timpul zilei, într-o zi de sărbătoare când cei mai mulți dintre marii consumatori industriali nu erau în funcție...

2. Cum funcționează o pilă de combustibilPrincipiul de funcționare al pilei de combustibil este arătat în figura de mai jos: hidrogenul comprimat din buteliile

automobilului este introdus într-o cameră de reacție după ce în prealabil presiunea lui a fost redusă la cea atmosferică (reductorul de presiune nu este arătat în această schemă). Un perete al camerei de reacție servește atât drept catalizator cât și drept anod: hidrogenul molecular pierde doi electroni – care formează curentul electric dorit -



[AUTOMOBILLUL cu celulă de combustibil](https://ro.wikipedia.org/wiki/Fi%C8%99ier:Fuel_cell.svg)

Schemă de principiu a unei pile de combustibil.

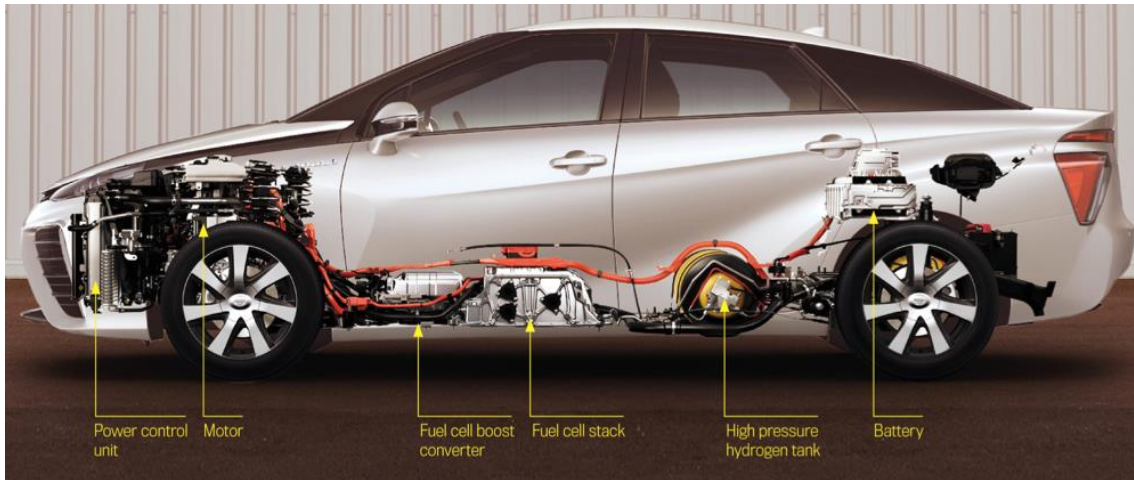
și reacționează cu oxigenul din aer - introdus la catod - producând apă. O ardere a hidrogenului nu are loc, acesta reacționând într-un mod mult mai lent decât dacă ar fi fost amestecat cu oxigen: atunci poate apărea chiar și o explozie a amestecului, procesul de ardere având loc foarte rapid. Apa este evacuată prin eșapamentul mașinii în formă de vapori. Reglarea puterii motorului în funcție de necesitățile deplasării automobilului se realizează prin variația cantității de hidrogen introdusă în camera de reacție.

3. Pila de combustibil pe automobil

Montarea unui asemenea „motor” – de fapt nu este un motor ci numai un generator de current electric. Motoarele (electrice) sunt montate direct pe roțile motoare! – duce la importante modificări a “trenului motor” (aceasta este denumirea tehnică a tot ce nu este caroserie sau montat în caroserie).

Astfel cutiile de viteze dispar: variația vitezei nu se face în trepte - și nu are loc o optimare a turației motorului cu viteza automobilului - ci in mod continuu cu ajutorul unui reostat, montat în legatură cu pedala de accelerație. Pedala de frână poate dispărea și ea, înfrânarea putând fi realizată tot electric prin diminuarea intensității curentului din bobina secundară a motorului electric care acționează direct roțile motoare. În timpul frânării este produs din nou curent electric – înfrânarea nu mai are loc prin frecare ca la automobilele actuale – care ar trebui inmagazinat undeva: în bateria existentă deja pe automobile, care acum devine ceva mai mare. Axele din față și din spate, transmisia și diferențialul dispar și ele, motoarele fiind direct montate pe roți. Dispare cheia de contact și poate dispărea și reductorul direcției, transmisia mișcării de la volan la roți putând fi executată electric, așa cum se practică în

prezent la avioanele de pasageri. Tancul de combustibil este înlocuit de rezervoarele de hidrogen.



Trenul motor în structura automobilului Mirai

Apare însă un sistem de management al energiei electrice, acesta fiind obținută fie din funcționarea pilei de combustibil, fie din frânarea automobilului fie din panourile fotovoltaice care pot fi montate pe acoperiș. Distribuția energiei electrice are loc către motoarele electrice montate direct pe roți, către sistemul de comandă și către sistemele destinate confortului și siguranței pasagerilor. Dinamica automobilului va cunoaște o îmbunătățire extraordinară: deoarece motoarele electrice dispun de momentul maxim încă de la turația zero, accelerarea automobilului va putea atinge valori care corespund la 2-3 sec/100 m, de patru ori mai puțin decât timpul necesar unui automobil actual pentru a atinge aceiaș viteză. Mirosul de benzină dispare...dar apare pericolul (potențial) legat de prezența hidrogenului, un material extrem de inflamabil și predispus la explozii. Nerespectarea instrucțiunilor stricte de exploatare poate duce la accidente mult mai grave decât cele pe care le suferă atutomobilele curente.

Dacă automobilele cu pile de combustibili vor ajunge la o producție de masă...nu se poate spune cu precizie în perioada actuală. Considerând ca costurile de producție se vor putea reduce o dată cu trecerea la producția de masă, vor rămâne atât problema infrastructurii cât și cea a costului combustibilului care vor infrâna dezvoltarea și pătrunderea acestui tip de automobil pe piața.