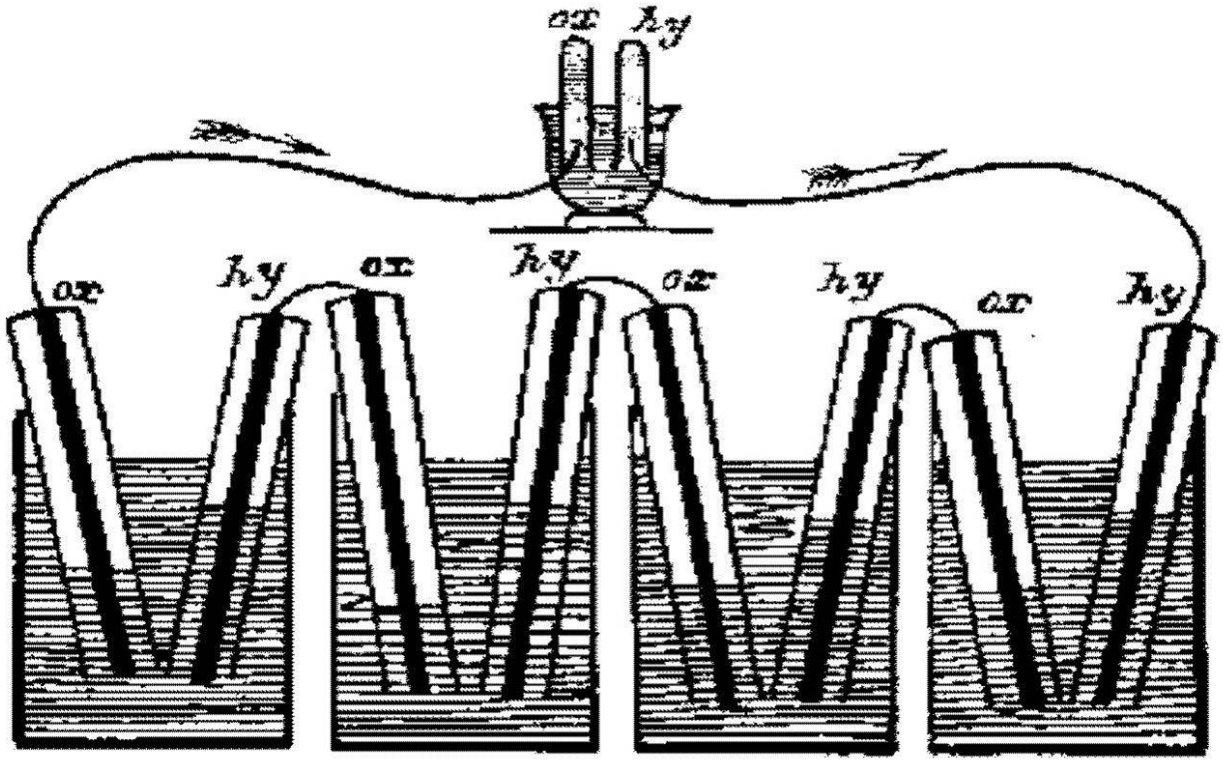
adevărul.ro

Automobilul cu hidrogen: pila de combustie sau pistoane?

Cornel Stan,

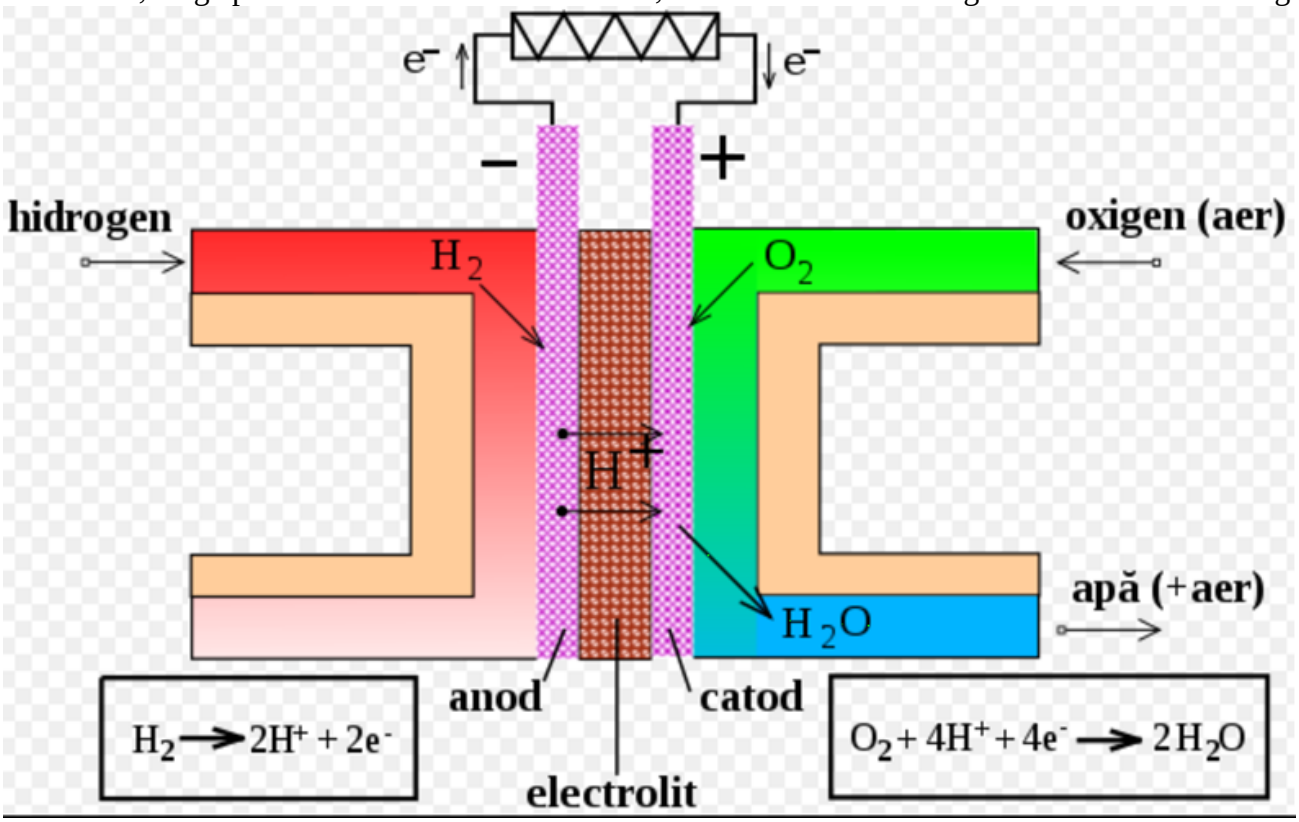
Un circuit pe baza de apa intre masina si natura, ca suport al schimburilor energetice respective, apare ca un scenariu ideal pentru propulsia oricarui tip de vehicul, fie el acvatic, terestru sau spatial. Automobilul propulsat electric, folosind energia provenita de la o pila de combustibil, actionata la randul ei cu hidrogen si oxigen, a devenit mai nou laitmotivul scenariilor referitoare la mobilitatea viitorului.

Stadiul suprem al evolutiei, dupa motoarele cu piston, motoarele hibride si cele electrice cu baterie pare, asadar, a fi cel transferat din tehnica aerospatiala. Ideea e simpla in sine: electroliza apei consta in disocierea acesteia in hidrogen si oxigen, la trecerea unui curent electric prin doi electrozi, catod si anod, care sunt imersati in ea. Procesul, dezvoltat initial de Volta, incepand din 1800, a fost apoi realizat si in sens invers, in 1839, de Schonbein si Grove: intre electrozi de platina inconjurati de hidrogen, respectiv de oxigen, a putut fi detectat un curent electric. Aceasta forma de reversibilitate a electrolizei nu a avut aplicatii notabile pana acum 60 de ani, cand a fost revitalizata in tehnica vehiculelor spatiale, care aveau nevoie de energie electrica la bord. Cum pe de o parte bateriile erau prea grele, iar pe de alta parte hidrogenul si oxigenul erau stocate oricum la bord, pentru propulsia rachetei, aceasta solutie a aparut ca deosebit de avantajoasa: caldura, respectiv lucru mecanic, prin arderea celor doua componente, dar si curent electric prin reactia lor chimica intr-un electrolit, cum ar fi potasa caustica. O asemenea solutie era, bineinteles, neinteresanta pentru vehicule terestre, implicand plasarea de butelii de hidrogen si oxigen sub presiune la bord.



Prima pila de combustie, 1839

Trecand insa prin alte domenii de aplicare, in special generarea de curent electric in centrale de mici dimensiuni, tehnica a fost perfectionata, fiind indeplinite in acest mod doua conditii care au permis introducerea in domeniul automobilelor: functionarea cu oxigenul dintr-un flux de aer ambient in loc de butelie si inlocuirea electrolitului lichid cu o membrana din material permeabil la protoni de hidrogen. Din acest punct, procesul devine intr-adevar fezabil la bordul unui vehicul terestru. Imaginati-va radiatorul unei masini, o cutie cu un labirint de pereti subtiri metalici, ca un stup de albine, pereti care despart un flux de apa de un flux de aer. Acum inlocuiti apa cu un flux de oxigen provenind dintr-o butelie la bord. Fluxul de aer este creat la fel ca in radiator, printr-o suflanta. Peretele metalic dintre fluxuri este in cazul pilei de combustie o membrana permeabila la protoni. Protonii hidrogenului se simt foarte atrasi, din motive foarte fizice, de moleculele de oxigen din aerul de dincolo de membrana, drept care o traverseaza, lasand in urma lor doar electronii de hidrogen. Acestia, vrand, nevrand, trec prin motorul electric, care are nevoie de ei pentru a se invarti, ajungand pana la urma, pe ocolite, tot dupa membrana, langa protoni. Si asa acolo se formeaza, din bucatelele de hidrogen si moleculele de oxigen, apa!



Pila de combustie

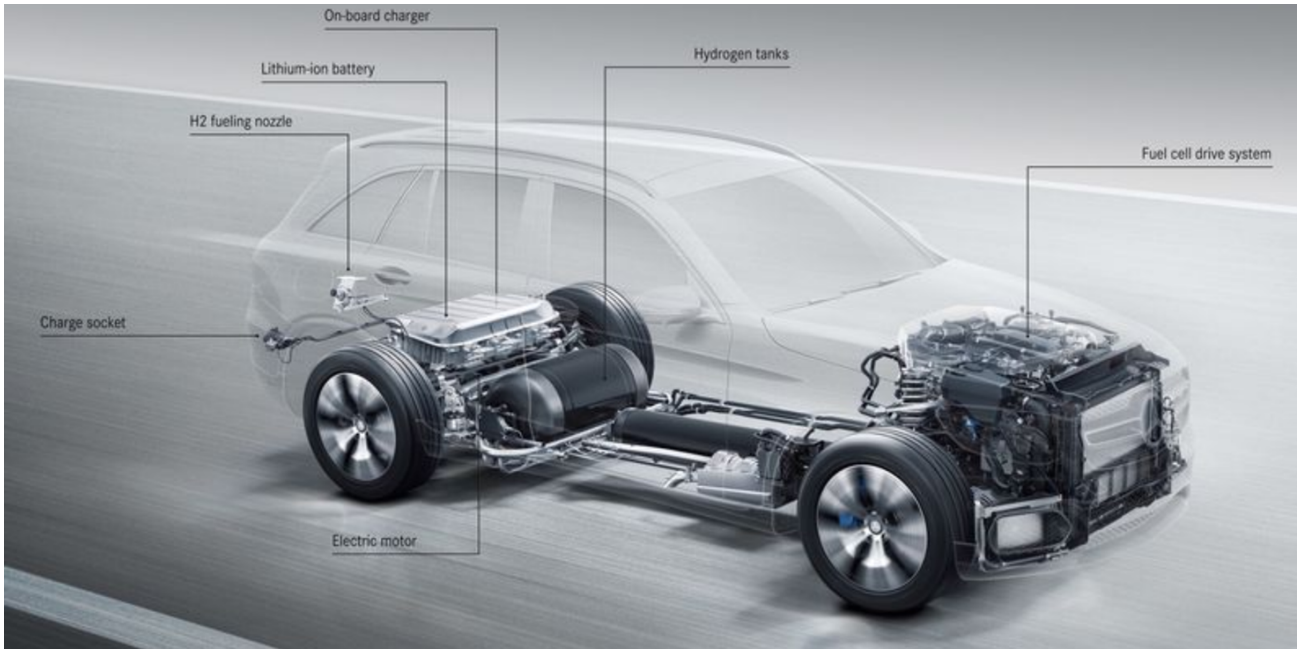
Ce simplu si frumos suna totul! Doar ca pentru un schimb eficient de protoni este nevoie de o suprafata considerabila, care trebuie realizata intr-un volum relativ redus, deci folosind meandre si labirinturi, ca in radiatorul de apa. Sau ca in calorifer. Sau ca in creier. Pe de alta parte, si curentul de aer trebuie sa fie foarte intens, ceea ce reclama presiune, asadar compresoare mai performante decat pentru motoarele cu piston. Problema cea mai serioasa este insa stocarea hidrogenului la bordul automobilului. Datorita structurii sale, hidrogenul este, in aceleasi conditii de presiune si temperatura, de 15 ori mai putin dens decat aerul. Un exemplu este edificator: un rezervor de masina de 60 de litri umplut cu aer in conditii atmosferice normale contine doar 70 de grame de aer! In acelasi volum, cu aceleasi conditii atmosferice, am avea insa doar mai putin de 5 grame de hidrogen! Cum ajungem macar la 5 kilograme, care ar corespunde energetic la 20 de litri de benzina? Marind presiunea de 1000 de ori, adica la 1000 de bari. Destul de periculos, iar rezervorul ar deveni o butelie cu pereti metalici grosi si grei. Iar micile particule de hidrogen pot razbate partial chiar si o asemenea structura metalica, la fel ca pe un gard de sarma. Si se pot aprinde in aer, in limite de concentratie extrem de largi. Asadar, un automobil cu hidrogen nu prea e recomandabil fumatorilor. Pleci pentru 2 saptamani in

concediu, cu avionul sau cu vaporul, lasand masina in garajul de acasa, revii bine dispus, o iei spre garaj, scoti o tigara din pachet, fara sa te uiti la avertizarea de pe el, aprinzi tigara, si gata, nu mai ai nici masina, nici garaj, nici zile. Fumatul ucide. Tehnica asta e, intr-adevar, mai buna pentru astronauti, pe acolo, pe sus, unde nu se fumeaza, si e un frig de moarte, unde nici hidrogenului nu-i mai arde sa iasa din rezervor.

Hyundai ix35 cu pila de combustie, cu hidrogen

Si totusi: hidrogenul poate fi si lichefiat, ceea ce presupune insa o temperatura aproape cosmica de minus 253Â°C. Ceea ce presupune, mai departe, o centrala frigorifica deosebit de complexa, cu un consum considerabil de energie, dar si o izolare perfecta a peretilor rezervorului, a conductelor, racordurilor si robinetelor. In rachete acest lucru nu constituie o problema majora, data fiind diferenta de numai 20Â°C intre interiorul rezervorului si vidul din cosmos. Cu toata lichefierea la o asemenea temperatura, densitatea hidrogenului ramane, insa, la abia o zecime din densitatea benzinei in conditii ambiente, deci nici in acest caz nu poate fi stocat la bord mai mult hidrogen decat in cazul unei presiuni inalte. Si totusi, pilele de combustie au fost dezvoltate pana la aplicatii de serie, cu flote intregi de vehicule, cu rezervoare fie sub presiune, fie criogenice. Mercedes a introdus in anul 2007, dupa o dezvoltare asidua, de-a lungul mai multor ani, pe diferite tipuri de vehicule, un asemenea sistem in varianta B-Class, hidrogenul fiind stocat la 700 de bari. Atat pila de combustie in sine, care genereaza curentul, cat si motorul electric de propulsie realizeaza puteri de cate 100 de kilowati, adica 136 de cai putere, bateria de la bord fiind utilizata doar ca acumulator si distribuitor momentan de energie. Flote formate din asemenea vehicule au fost testate iarna in Scandinavia si vara intr-un turneu de 30.000 de kilometri prin toata lumea, dovedind pe deplin aplicabilitatea practica a solutiei. Consumul de energie este in medie aproximativ 1 kilogram de hidrogen la suta de kilometri, ceea ce corespunde la 4 litri de benzina. Vehiculele de acest tip testate in California au parcurs, pana in prezent, mai mult de trei milioane de kilometri. Dar introducerea in serie larga, anuntata de mai multe ori in ultimii ani de Daimler, se lasa mult asteptata, motivele fiind indeosebi economice, dar legate si de infrastructura si service. Intre timp, Toyota si Hyundai au avut curajul sa intre pe piata cu masini de serie de acest tip. Toyota Mirai (Mirai insemnand viitor in japoneza), introdus in decembrie 2014, a fost produs pana acum in circa 3000 de exemplare, majoritatea acestora fiind vanduta in Japonia si SUA. Parametrii sunt, in linii mari, similari celor realizati de Mercedes. Masina poate

stoca la bord 3,5 kg de hidrogen. Hyundai ix35 FCEV (Fuel Cell Electric Vehicle) are caracteristici asemanatoare, seria realizata pana acum fiind cam tot de 3000 de vehicule.



Mercedes-Benz B Class cu pila de combustie
Electroliza inversata functioneaza, asadar, fara probleme, acest concept de folosire a hidrogenului fiind generat, in fond, de insasi electroliza, in care apare hidrogen. Pila de combustie apare, deci, ca un sistem tehnic realizabil si fiabil, dar complex si cu pret ridicat.

Dar daca tot este sa fie hidrogen, acesta nu s-ar putea folosi, totusi, si altfel? Daca membrana dintre hidrogen si aer are prea multe meandre pentru a crea o suprafata mare de contact, ce ar fi sa o eliminam, pur si simplu? Creem un amestec turbulent de hidrogen cu aer, ca si cum am bate maioneza. Dar atunci cum mai sar protonii din hidrogen spre oxigen? Sar, daca incalzim bine oala de amestec, pana pleznesc moleculele de atata energie. Si uite asa am ajuns la ardere! Ardem pur si simplu hidrogenul cu aer, la doua mii de grade, turbulent, fara membrane de separatie. Rezultatul este apa, tot apa, ca la pila de combustie. Si la ardere doar ne pricepem de cand am descoperit focul.

BMW a experimentat cu succes, in paralel, aceasta alternativa a pilelor de combustie de la Mercedes, cum sa-i lase bavarezii pe svabi sa faca ceva mai destept decat ei? Doamne, ce concurenta sanatoasa si prolifica! Rezultatul a fost un motor de 5,4 litri, de 12 cilindri, derivat dintr-un motor pe benzina. Asemenea motoare au echipat o flota intreaga de BMW-uri Seria 7. Rezervorul criogenic pentru hidrogenul lichid - pana si in acest punct altfel decat la Mercedes, cu presiune - umplea un portbagaj intreg intr-o masina de dimensiuni nu tocmai mici. Dar asta ce mai conta. Pot sa va asigur ca sofatul acestei masini a fost o placere. E adevarat, o placere ceva mai mica decat la masina cu motorul original pe benzina, pe care colegii mei din Perugia si Pisa o numeau, in timpul vizitelor mele acolo, bestia feroce. De ce nu mai era asa de feroce cu hidrogen? Pentru ca puterea scazuse destul de evident. Hidrogenul, care la introducerea in cilindri devenea imediat gazos, ocupa la densitatea deosebit de mica pe care o avea, foarte mult spatiu, micsorand volumul de aer aspirat in cilindri. Si atunci, la aer putin, combustibil si mai putin, de unde putere? Compresia era iarasi o problema, deoarece hidrogenul se mai aprinde si necontrolat. BMW a oprit la un moment dat aceasta serie, dar se pare ca nu a renuntat complet la idee, care nu este, in fond, din nici un punct de vedere mai prejos decat varianta cu pile de combustie.

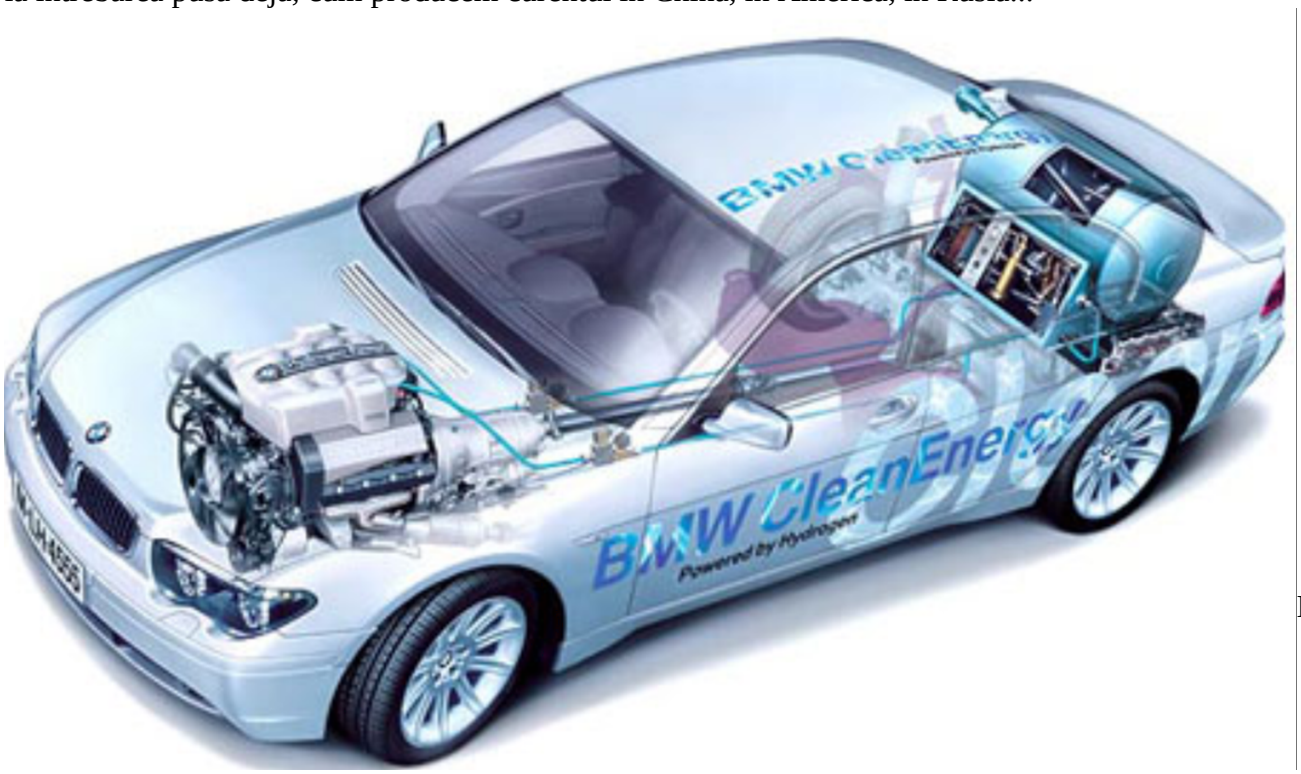
Toyota

Mirai cu pila de combustie, cu hidrogen

Intre cele doua concepte exista insa, in ceea ce priveste aplicatia, o contradictie fundamentala: pila de combustie functioneaza mai mult sau mai putin stationar, asigurand, impreuna cu o mica baterie de amortizare a varfurilor de energie produsa ori ceruta, energia pentru motorul electric de propulsie, care se zbuciuma prin toate campurile de turatie sau cuplu cerute de vehicul. Pe cealalta parte, la motorul cu piston, in aplicatia descrisa, arderea nu se poate desfasura cursiv, pentru ca motorul trebuie sa se zbuciume el, direct, prin toate campurile de turatie si cuplu. Ce-ar fi daca i-am lua zbuciumul si l-am pune sa genereze linistit doar curent, pe care sa-l livreze, tot asa, ca pila de combustie, impreuna cu o mica baterie, unui motor electric de propulsie? Nici nu ar mai fi nevoie de pistoane clasice, legate de biele si manivele, ci de ceva mai simplu. Considerand, asadar, un mod de aplicare similar, procesele din pilele de combustie si din camerele de ardere ajung la un nivel de concurenta foarte interesant. Vise pentru viitor? Nici pomeneala! Dar acest mod de functionare il vom descrie intr-o alta conjunctura.

Acum ramanem la hidrogen si la aplicabilitatea lui in automobile, fie in pile de combustie, fie in camere de ardere, asa cum a fost descrisa mai sus. Rezultatul proceselor descrise este acelasi: apa. Fara emisii locale de bioxid de carbon sau de gaze poluante. Subliniez, fara emisii locale, pentru ca emisiile globale sunt cu totul altceva. Cum este produs, in prezent, hidrogenul, necesar in multe aplicatii industriale la nivel mondial? 30% din gaze naturale, 24% din fractiuni grele de petrol, 18% din benzina, 10% din carbune, 8% din etilena, toate acestea fiind hidrocarburi, carbon sau alcool, deci cu carbon in structura. Din reactia pentru obtinerea hidrogenului rezulta, deci, si bioxid de carbon. Si asa ajungem la o situatie similara celei intalnite la vehiculele electrice cu motoare electrice de propulsie si energie stocata in baterii la bord: nu poluam orasul, poluam

periferia, unde producem curentul sau hidrogenul. Dar mai raman totusi, la productia hidrogenului, 2% - in sfarsit ceva curat, prin electroliza. Dar pentru electroliza este necesara energie electrica, nu-i asa? Deci ajungem la intrebarea pusa deja, cum producem curentul in China, in America, in Rusia...



BMW cu motor cu pistoane, cu hidrogen

Un circuit pe baza de apa in schimburile energetice intre masina si natura este, intr-adevar, un scenariu ideal pentru propulsia oricarui tip de vehicul, conditia ramane insa o productie curata de hidrogen, pentru care nu exista inca un suport real.

Si atunciA Atunci ne putem imagina un circuit bazat pe altceva decat pe apa, orice, numai otravitor sa nu fie. Bioxid de carbon, poateN Nu, nu e o greseala, nici de logica, nici de tipar. Bioxidul de carbon pe care l-am infierat mai sus il ingeram, de fapt, si cu apa carbogazoasa. Problema este concentratia lui prea mare in atmosfera, care face, local, aerul irespirabil, iar global atmosfera mai calda, intensificand efectul natural de sera.

Si daca in circuitul natural intre masina si natura cantitatea de bioxid de carbon nu s-ar mariS Scenariul incepe sa devina captivant, nu-i asa/