

CU PRIVIRE LA AUTOMOBILELE ELECTRICE ACTUALE

Ing. Mihail Tiberiu MACARIE-Renault Technologie Roumanie

Prof. univ.dr. ing. Tiberiu Nicolae MACARIE-Universitatea din Pitești

Rezumat

Lucrarea este destinată profesorilor care predau disciplina Educație tehnologică, fiindu-le utilă la completarea cunoștințelor predate elevilor la modulul Transporturi. În lucrare sunt prezentate noi preocupări și realizări tehnice din domeniul automobilelor electrice, care cunosc o tot mai mare utilizare, justificată, în special, prin lipsa de poluare a mediului înconjurător în timpul funcționării lor. Sunt prezentate caracteristici constructive și funcționale necesare a fi cunoscute de utilizatorii acestora, cum ar fi: domeniile lor de utilizare, costuri de achiziție, autonomia de deplasare, posibilități de alimentare cu energie electrică necesară deplasării etc.

Abstract

The paper is destined to teachers who teach discipline Education technology being useful knowledge to teach students to module Transport. The paper presents new challenges and achievements in the field of electric automobiles, who knows great use justified, in particular, using no pollution of environment during their operation. It presents design features and functionals that must be known how would: their uses, the cost of the acquisition, independence of movement, opportunities for supplies with electrical energy necessary of movement etc.

1. NECESITATEA TRANSMISIEI ÎN CONSTRUCȚIA AUTOMOBILULUI

Se cunoaște faptul că în cazul în care un automobil se deplasează cu viteză constantă în treapta de priză directă a cutiei de viteze (treapta cu raportul de transmitere $i = 1$), dependența dintre forța la roțile motoare F_R , (care asigură propulsarea automobilului) și rezistențele la înaintare (rezistența la rulare R_{rul} , rezistența la pantă R_p și rezistența aerului R_a), în funcție de viteza V a automobilului este de forma curbelor prezentate în figura 1.2.a, în comparație cu caracteristica ideală de tracțiune a automobilului, prezentată în figura 1.2.b.

Caracteristica ideală de tracțiune, reprezentată în figura 1.b. asigură capacitate de tracțiune optimă pentru automobil, pentru orice viteză de deplasare, deoarece forța la roțile motoare F_R se modifică astfel încât puterea necesară la roțile motoare P_R rămâne constantă pentru orice viteză de deplasare V a automobilului. Mai mult, se observă că pe măsură ce rezistențele la înaintare cresc și viteza automobilului V scade, forța la roțile motoare crește,

tinzând spre infinit atunci când viteza V tinde spre zero. O transmisie care funcționează cu o caracteristică ideală de tracțiune dată de figura 1.b. asigură automobilului tracțiune permanent, motorul automobilului nefiind în pericol să se oprească la pornirea de pe loc a automobilului, la schimbarea treptelor de viteze sau la o creștere importantă a rezistențelor la înaintare.

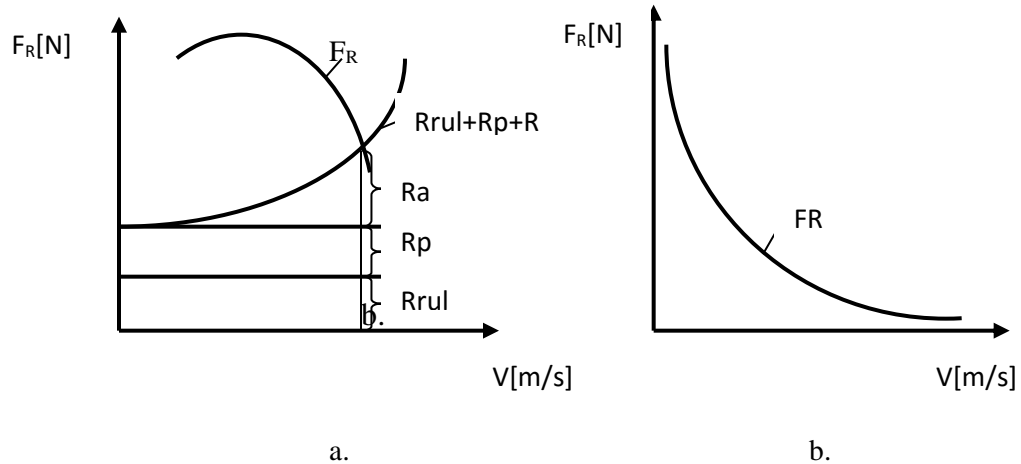


Fig.1. Caracteristica forței la roțile motoare ale automobilului

Relația analitică în care este exprimată caracteristica ideală de tracțiune a automobilului este de forma:

$$P_R = F_R \cdot V = ct$$

în care: P_R [W] reprezintă puterea necesară la roțile motoare; F_R [N] reprezintă forța la roțile motoare; V [m/s] reprezintă viteza de deplasare a automobilului.

Deoarece rezistențele la înaintare se modifică în limite foarte largi, având în vedere diversele regimuri de deplasare ale automobilului, starea căii de rulare, starea de încărcare a automobilului, se constată că, pentru a adapta mai bine caracteristica reală a forței de tracțiune, fig.1. a., la caracteristica ideală de tracțiune, fig.1. b (ceea ce este similar cu a corela variația momentului motorului în funcție de modificarea momentului motor rezistent) este nevoie ca între motorul automobilului și roțile sale motoare să existe un modul de adaptare, care este transmisia.

Posibilitățile energetice pe care le oferă *motorul electric de curent continuu cu excitație serie* automobilului sunt transpuse prin caracteristica sa de funcționare prezentată în figura 2.

Acest tip de caracteristică, la fel ca și cea ideală de tracțiune, asigură automobilului proprietăți de autoadaptabilitate la orice condițiile concrete de deplasare, deoarece la creșterea rezistențelor la înaintare, când viteza de deplasare a automobilului scade și odată cu ea scade și turația motorului, se constată că momentul motor dezvoltat de acest tip de motor crește, automobilul fiind capabil să învingă rezistențele la înaintare, oricât de mari ar fi acestea.

Folosirea motorului electric de curent continuu cu excitație serie ca sursa energetică pentru propulsarea automobilului, având în vedere cele arătate mai sus, elimină necesitatea

ambreiajului și a cutiei de viteze (se observă că la pornirea de pe loc, când rezistențele la înaintare au valoare maximă, la turația $n = 0$, momentul motor M dezvoltat de motorul electric are valoare maximă, teoretic infinit).

Caracteristica externă a motoarelor electrice este o funcție care depinde de curentul întrebuițat și de modul de legare a înfășurării rotorului și a excitației sale.

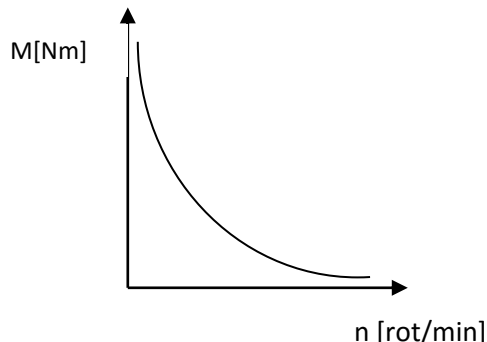


Fig.2. Caracteristica de funcționare a motorului de c.c. cu excitație serie

Folosirea motoarelor electrice de curent continuu este justificată de caracteristica lor externă convenabilă și de reglarea automată a puterii generatorului electric. În plus motorul electric de curent continuu își adaptează regimul de funcționare în funcție de modificarea rezistențelor la înaintare ale automobilului.

În comparație cu transmisiile mecanice în trepte transmisiile electrice progresive prezintă următoarele avantaje: asigură modificarea continuă a raportului de transmitere adaptând permanent momentul motor al motorului în funcție de mărimea momentului motor rezistent, necesar a fi învins la roțile motoare; crește durabilitatea motorului și a transmisiei ca rezultat al progresivității regimurilor de solicitare; oferă posibilitatea amplasării convenabile a motoarelor electrice; realizează frânarea electrodinamică a automobilului prin disipare sau recuperare de energie; mersul înapoi al automobilului se asigură prin simpla schimbare a sensului de rotire al motorului electric.

2.AUTOMOBILE ELECTRICE CU BATERII DE ACUMULATORI

Primul automobil electric a fost construit de Robert Anderson în Aberdeen în anul 1839.

Automobilele electrice au transmisiile electrice, care sunt transmisiile progresive, continue. Ele transformă energia electrică primită de la sursa primară în energia necesară antrenării roților motoare ale automobilului.

În funcție de sursa primară, transmisiile electrice pot fi: cu baterii de acumuloare (automobile electrice), cu fir de contact (de la rețea), cu baterii de acumuloare și motor termic, care antrenează un generator electric cu o transmisie electrică.

În funcție de natura curentului folosit deosebim următoarele tipuri de transmisiile electrice : în curent continuu, în curent alternativ și diesel-electrice.

Transmisiile electrice în curent continuu pot fi cu motoare electrice cu excitație serie sau cu excitație separată; cele în curent alternativ pot fi cu sursă de curent continuu și motoare electrice de curent alternativ; transmisiile diesel-electrice pot avea motoare electrice în curent continuu sau în curent alternativ.

Folosirea mașinilor electrice de curent continuu este justificată de caracteristica lor externă convenabilă și de reglarea automată a puterii generatorului. De asemenea motorul electric de curent continuu își adaptează regimul de funcționare în funcție de variația rezistențelor la înaintare ale automobilului.

Transmisia electrică, în comparație cu celelalte tipuri de transmisii progresive, transmite momentul motor necesar până la limita de aderență a roților motoare, de la viteza zero până la viteza maximă.

Autonomia medie a unui autoturism electric comercializat în prezent este cuprinsă între 100-150 km, ceea ce este relativ puțin, în comparație cu autonomia actuală a autoturismelor echipate cu motoare cu ardere internă, cuprinsă între 600-1000 km.

Elementul principal al transmisiilor electrice este motorul electric, care are avantajul că suportă suprasarcini de scurtă durată, fără a suferi deteriorări, cu puteri care pot fi până la de trei ori puterea nominală și cupluri până la de zece ori momentul motor nominal indicat de producător.

În figura 3 este prezentat modul de alimentare și realimentare cu energie electrică a autoturismului Renault Zoé, care are o autonomie de deplasare de 210 km (vezi tabelul nr.1).

Autoturism electric	Autonomie de deplasare [km]
Citroen C-Zero	130
Nissan Leaf	195
Peugeot iOn	130
Renault Fluence ZE	160
Renault Kangoo Express	160
Renault Twizy	100
Renault Zoé	210
Smart électrique	135
Tesla Model S (85kWh)	450
Tesla Roadster	385

Tabel 1: Autonomie de deplasare.

Această autonomie limitată este dată de capacitatea bateriilor lithium-ion utilizate la majoritatea autoturismelor electrice actuale. Deși folosesc cele mai noi tehnologii aceste baterii nu sunt capabile încă să dea autoturismelor pe care sunt montate o autonomie de mai multe sute de kilometri. Soluția de a mări numărul de baterii la bordul autoturismului este limitată de greutatea și volumul lor, care influențează în mod direct prețul lor de achiziție și de folosință.

Autonomia autoturismelor electrice condiționează folosirea lor, fiind recomandate, în prezent, a fi folosite în mediul urban și în apropierea acestuia, unde se găsesc posibilități de alimentare și realimentare cu energia electrică necesară deplasării lor.



Fig.3. Alimentarea cu energie electric a autoturismului electric Renault Zoé

Statisticile arată că 82% dintre europeni parcurg zilnic cu automobilul mai puțin de 100 km, ceea ce ne permite să afirmăm că autoturismele electrice actuale satisfac în totalitate cea mai mare parte necesarului de deplasare a populației

O modalitate de mărire a autonomiei de deplasare a autoturismelor electrice este de a extinde posibilitatea lor de alimentare de la borne publice, tot mai numeroase în marile aglomerări urbane. Autonomia de deplasare depinde de mai mulți factori cum sunt: modelul autoturismului, stilul de conducere folosit, condițiile meteorologice, echipamentele din dotarea sa, consumatoare de energie electric.

Autoturismul electric este foarte sensibil la stilul de conducere. Un stil de conducere sportiv este mai mare consumator de energie în comparație cu stilul de conducere moderat, fără schimbări rapide ale poziției pedalelor de accelerație sau de frână. Între cele 2 stiluri de conducere autonomia de deplasare se poate modifica cu circa 10%. În acest sens unii constructori dotează autoturismele electrice cu modul de conducere "eco", care micșorează puterea motorului electric la accelerări bruște, obținând astfel reducerea consumului de energie electrică.

Viteza de deplasare a autoturismului este alt factor important care influențează consumul de energie electrică. La creșterea vitezei de deplasare al autoturismului consumul de energie electrică crește exponențial. De exemplu la mersul pe autostradă cu viteză ridicată autonomia de deplasare ajunge la numai 90 km, în comparație cu 170 km posibil a fi parcurși în mediul urban. Dacă folosirea aparatului de radio și a farurilor nu are un mare impact asupra consumului de energie electrică nu același lucru se poate spune despre instalația de climatizare și încălzire, care poate reduce autonomia de deplasare între 10-30%.

Un autoturism sport, cu două locuri, propulsat de un motor electric este **Tesla Roadster**, figura 4. Performanțele acestui automobil electric sunt deosebite, având autonomia de deplasare de 394 km cu o singură încărcare a bateriei. Accelerația de la 0 la 100 km/h se face în 3.9 secunde (3.7 secunde pentru varianta Roadster Sport) iar viteza maximă este de 201 km/h. Din punct de vedere al performanțelor dinamice Tesla Roadster poate fi comparat cu automobilele sport cu tradiție, în unele cazuri având rezultate mai bune.



Fig. 4. Tesla Roadster – componente principale (1–bateria, 2–electronica de comandă, 3–motorul electric,4–transmisia.(Sursa: Tesla Motors)

Performanțele dinamice sunt rezultatul eficienței grupului moto-propulsor combinat cu reducerea greutateii, folosind un șasiu de aluminiu și caroserie din fibră de carbon. Din punct de vedere al organizării generale motorul electric cu transmisia este montată pe puntea spate, conform figurii 5, în timp ce bateria este montată central în scopul optimizării distribuției maselor pe punți.

Motorul este de inducție, trifazat, cu curent alternativ, având tensiunea de alimentare de 375 V iar răcirea fiind cu aer. În cazul în care temperatura motorului atinge temperaturi foarte înalte cuplul motorului este limitat. Motorul are sub 38 kg, momentul motor maxim este de 370 Nm, iar puterea maximă este de 288 CP.

Transmisia autoturismului, figura 5, este formată dintr-o cutie de viteze CV cu o singură treaptă de viteză, cu raportul de transmitere 2,65 și din transmisia principală TP, care are raportul de transmitere 3,12, raportul total de demultiplicare al transmisiei fiind de 8,28. Transmisia principală și diferențialul antrenează la rotație roțile motoare RM spate ale autoturismului. Mersul înapoi se asigură prin schimbarea sensului de rotație al motorului electric ME. Viteza maximă la mersul înapoi este limitată electronic la 24 km/h.

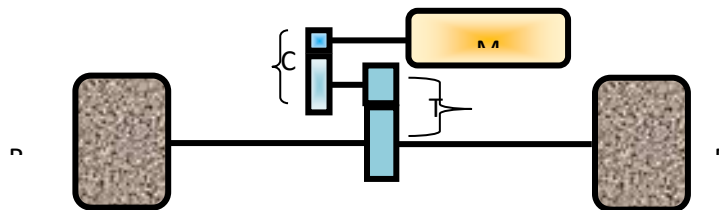


Fig.5. Grupul motopropulsor al autoturismului Tesla Roadster

Asemănător telefoanelor mobile automobilele electrice se uzează în timp. Cercetările întreprinse în acest sens arată că autonomia de deplasare se reduce cu 10-15% în primii 5 ani de utilizare sau după 75.000 km parcurși, după care micșorarea autonomiei devine mai lentă.

Bateriile automobilelor electrice se pot reîncărca în timpul frânelor, prin recuperarea energiei cinetice acumulate de autoturism în regim de deplasare accelerată. Pentru aceasta autoturismele electrice sunt echipate cu sisteme de recuperare a energiei rezultate în regim de frânare.

În plus există o rețea tot mai extinsă de stații de schimbare a bateriilor descărcate de pe autoturism cu altele complet încărcate, operație care se poate face doar în câteva minute. Țări ca Franța, Germania, Danemarca, Marea Britanie, Israel și SUA au deja rețele naționale de schimbare a bateriilor autoturismelor electrice sau de reîncărcare a bateriilor de acumulatori.

Un automobil electric cu baterii, dezvoltat de Boeing și General Motors, a fost utilizat de astronauții din Programul Apollo pe Lună (Lunar Roving Vehicle).

Deși firma General Motors a construit și lansat pe piață între anii 1996–1999 primul automobil electric modern, EV1, acesta a fost retras de pe piață și reciclat, la presiunea companiilor petroliere și a argumentației unei presupuse lipse de cerere de pe piață.

3.AUTOMOBILE ELECTRICE CU PILE DE COMBUSTIE SAU SUPERCONDENSATOARE

Pila de combustie este un sistem electrochimic care convertește energia chimică în energie electrică. Pila de combustie se compune din trei elemente: electrolit, electrozi și reactanți. Combustibilul (sursa de energie) este situat la anod, iar la catod se află oxidantul. Spre deosebire de baterie, care este un sistem închis, pila consumă combustibilul de la anod prin oxidare electrochimică generând curent electric continuu de joasă tensiune.

Avantajele utilizării sistemelor energetice pe bază de pile de combustie sunt:

- a. produc curent electric continuu la tensiuni scăzute și intensități medii;
- b. nu produc poluarea mediului ambiant;
- c. funcționează fără vibrații sau zgomote, neavând elemente în mișcare etc.

Pentru a asigura desfășurarea acestui proces, este indispensabilă realizarea unui element conținând un anod, un catod și un electrolit care poate fi alimentat direct cu un combustibil, și cu aer. Oxigenul necesar arderii combustibilului este ionizat la catod. Ionii migrează apoi în electrolit pentru a ajunge la anod unde se produce oxidarea combustibilului.

În timpul funcționării, electrozii nu suferă nicio modificare structurală, ei servind doar ca suport pentru reacție. La anod are loc oxidarea catalitică a hidrogenului atomic, iar la catod reducerea catalitică a oxigenului atomic. Fenomenul de oxidare și reducere catalitică are loc în regim trifazic (gaz—lichid—solid) la suprafața catalizatorului conform reacției globale:



Supercondensatorul se pare că va înlocui bateriile de acumulatori, deoarece nu există reacții chimice, timpul de reîncărcare este foarte scurt, iar randamentul este de 100%. Însă până în 2008 nu au existat produse satisfăcătoare pe piață. Un nou condensator care ar putea revoluționa automobilele electrice a fost conceput în anul 2008 de către firma americană EESstor, care a descoperit un nou tip de supercondensator, cu o densitate de 340 Wh/kg (condensatorii normali au o densitate în jur de 5 Wh/kg), care va fi produs în serie sub numele de EESU (EESstor Energy Storage Unit). EESU are o masă de 152 kg, un volum de 33 litri, capacitate de 31 Farad, tensiune 3500 V și un preț de 3200 \$. Reîncărcarea cu 52 kW/h ar fi posibilă în ca. 6 minute. Primul automobil electric care va integra această tehnologie va fi cityZENN. CityZENN va atinge o viteză de 125 km/h, iar distanța de deplasare cu o singură încărcare va fi de 400 km. Acest automobil va reduce costurile de întreținere cu 90%, comparativ cu un autoturism obișnuit, având motor cu ardere internă.

CONCLUZII

Este o certitudine faptul că viitorul le este favorabil automobilelor electrice având în vedere avantajele acestora în comparație cu automobilele clasice, în special cele legate de reducerea poluării mediului. Trecerea spre automobilele complet electrice o fac de mai mulți ani automobilele hibride, care sunt o etapă intermediară între automobilele clasice și cele electrice. Dacă automobilele hibride au ca surse energetice atât motoare termice cât și motoare electrice, folosite cât mai eficient, în funcție de condițiile concrete de deplasare, automobilele electrice elimină motoarele termice, cu toate consecințele care decurg.

În funcție de îmbunătățirea performanțelor legate de autonomia de deplasare și de posibilitatea alimentării lor cu energie electrică automobilele electrice vor deveni majoritare după anii 2050.

BIBLIOGRAFIE

1. Gerini A.,-Powertrain technology evolution, Power Engineering, Centro Recherche Fiat,- "Fiat Likes U", proiect in cooperation with Universitatea Politehnica București, ESFA_EAEC, 2015.
2. Macarie T., - Transmisii continue pentru autovehicule, Editura Universității din Pitești, 1999.
3. Stan C.,- Future propulsion of automobiles, University of Zwickau, Germany, Universitatea Politehnica București, ESFA_EAEC, 2015.
4. www.automobile-propre.com
www.autoelectricsupplies.fr
www.e-automobile.ro
www.lovendal.ro
www.moteurnature.com
www.teslamotors.com
www.wikipedia.org