

## Vehiculul electric cu două roți - o soluție pentru implementarea unui transport ecologic

MIHAELA SCORȚESCU, MIHAELA CHEFNEUX, RELU BALABAN, GABRIEL RĂȘNOVEANU, LOREN\*

### Two Wheel Electric Vehicle – a Solution to Implement an Ecological Transportation

*This paper presents the researches that are intended to introduce into production in ICPE SA, the Servo-Motor Department, a two wheel electric vehicle (an electric scooter), which propulsion system is a synchronous motor with permanent magnets of rare earths.*

#### 1. Contextul abordării temei

În ultimii ani, în toate țările, transportul urban ridică probleme specifice și produce daune importante politice, sociale și de mediu: poluare, zgomot, stres. De aceea, în întreaga lume și în special în UE, sunt încurajate activități de cercetare, dezvoltare științifică și tehnologică, pentru a oferi un transport curat și eficient. Legile privind protecția mediului sunt îndreptate către limitarea efectului de seră, iar România, după aderare, dorind să se integreze în UE, trebuie să urmeze aceeași direcție.

Cea mai eficientă soluție pentru rezolvarea problemelor de poluare a mediului din cauza transportului urban este vehiculul electric (EV), ca mijloc alternativ de transport. De aceea, în ultimii ani, vehiculul electric a fost redescoperit. Din păcate, deși avantajele și beneficiile oferite pentru protecția mediului sunt majore, vehiculele electrice nu au reușit încă să pătrundă masiv pe piața de automobile și să convingă potențialii utilizatori, datorită densității de putere scăzute a surselor de energie montate pe vehicule, costului relativ ridicat al ansamblului și inexistenței infrastructurii, din punct de vedere al reîncărcării sursei. Pe termen lung, soluția pare a fi oferită de pilele de combustie, iar pe termen scurt mulți experți consideră vehiculele electrice hibride ca fiind oportune.

Datorită importanței pe care încep să o aibă în societatea actuală protecția mediului și conservarea energiei, vehiculele pur electrice și vehiculele electrice hibride au început să se dezvolte într-un ritm accelerat, astfel că pe piață au apărut suficiente realizări comerciale viabile, ele fiind destinate în special traficului urban. Conform prognozelor, în următorii 50 de ani, populația globului va crește de la 6 miliarde la 10 miliarde, iar numărul de vehicule va crește de la 700 de milioane la 2,5 miliarde. Problemele care apar: resursele limitate de petrol, dacă toate aceste vehicule ar urma să fie puse în mișcare cu motoare cu ardere internă, precum și emisiile reziduale generate de funcționarea lor trebuie să-și găsească rezolvarea, în

acest sens soluția înlocuirii motorului termic cu motorul electric fiind premisa dezvoltării unui transport rutier durabil și ecologic, cu toate dezavantajele enumerate: lipsa unei autonomii echivalente mari, lipsa unor performanțe dinamice, în comparație cu cele ale unor vehicule echipate cu motoare termice.

Trebuie subliniat un avantaj al vehiculului electric: la nivelul actual al preturilor pentru combustibili convenționali și pentru energie electrică, costurile de exploatare ale vehiculelor electrice sunt de cel puțin 5 ori mai mici decât pentru un vehicul cu motor termic. Totuși, deși vehiculele electrice au o serie de avantaje, factorul principal care împulsionează dezvoltarea lor este, la această oră, factorul ecologic.

Pentru următorii ani, se anticipează că atât vehiculele electrice, cât și vehiculele electrice hibride disponibile comercial vor avea segmente de piață diferite. Vehiculele electrice vor fi acceptate pe nișele de piață formate de beneficiarii transportului local, în comunitățile în care energia electrică este ieftină, ușor accesibilă și în localitățile unde se vor impune mandate de poluare zero. Pe de altă parte, vehiculele electrice hibride vor fi acceptate de acei beneficiari care vor dori automobile cu rază mare de acțiune. Pătrunderea pe piață va depinde, în ultimă instanță, de costul acestor vehicule și de modul cum ele vor satisface necesitățile de transport.

Vehiculul va fi fabricat de ICPE-SA Centrul 3 Servomotoare, care dorește să își diversifice producția, crescându-și astfel competitivitatea. Pornind de la studiile de piață preliminare efectuate de ICPE-Centrul 3 și UPB, se preconizează, pentru următorii ani, o piață în continuă creștere destinată unui astfel de produs, spre a asigura cetățenilor din mediul urban (în special din marile orașe aglomerate, dar nu numai) un mijloc de transport individual comod, ușor de condus, manevrat și parcat, relativ puțin costisitor, cu costuri de întreținere reduse, care, pentru realimentare, impune numai o priză electrică de alimentare. Un astfel de vehicul va asigura securitatea în circulație, datorită faptului că are viteza și masa mică, protejând, totodată, comunitățile pe unde circulă de noxele degajate din transporturi. Viitorul pare a asigura o piață pentru astfel de vehicule (de tip bicicletă electrică, moped, scuter), iar beneficiarul

\* dr.ing. Scorțescu Mihaela, ing. Chefneux Mihaela, ing. Balaban Relu, ing. Rășnoveanu Gabriel, Trocan Loren -ICPE-SA București, Spl. Unirii 313, 030138, info03@icpe.ro

prezentului proiect dorește să fie pregătit, oferind un produs competitiv, în momentul în care și măsurile adoptate de autoritățile locale și guvernamentale din România vor finaliza măsurile de încurajare a unui astfel de transport ecologic. Finanțarea introducerii în fabricație va fi asigurată în cadrul Programului INOVARE (proiect finanțat începând cu anul 2008). Având în vedere direcțiile de cercetare abordate în ultimii ani de partenerii ce propun proiectul (teme de cercetare finalizate cu modele experimentale de vehicule electrice), precum și producția curentă a ICPE-SA, Centrul 3 de servomotoare performante, proiectul propus poate fi finalizat cu succes.

## **2. Realizări ale Centrului Servomotoare ICPE-SA în domeniul sistemelor de propulsie pentru vehicule electrice; Prezent și perspective**

În România, deși cercetările în domeniul vehiculelor electrice au constituit o preocupare permanentă, în special a ICPE, nu s-au făcut încă pași importanți pentru introducerea în fabricație a unor produse competitive. Costurile mari pentru realizarea unor produse de serie, lipsa unei legislații stimulative, accentul pus, în perioada actuală, mai mult pe dezvoltare și mai puțin pe protecția mediului, dezinteresul potențialilor producători, dar și al posibililor utilizatori individuali constituie numai câțiva factori care împiedică finalizarea proiectelor ce vizează realizarea unor vehicule electrice. Sunt rezultate ale cercetărilor care așteaptă să fie aplicate. Într-un asemenea domeniu, numai o instituție de tip guvernamental sau o hotărâre politică națională poate influența în mod practic rezolvarea problemei din punct de vedere principal.

În ultimii ani, în România, s-a constituit un grup format din universități, institute de cercetare, întreprinderi, operatori de transport, alte organizații, un grup care a încercat să sensibilizeze autoritățile locale și guvernamentale în domeniul promovării vehiculelor electrice, prin realizarea unor modele experimentale de sisteme de propulsie și chiar vehicule electrice de capacitate mică. Performanțele obținute au fost corespunzătoare, iar succesul în rândul potențialilor utilizatori a dovedit importanța pe care o are continuarea lucrărilor în acest domeniu.

ICPE-SA a dezvoltat, în urma cercetărilor aplicative, mai multe centre de producție, unde sunt fabricate produsele de succes pe piață, rezultate în urma cercetărilor proprii. Secția de producție a Centrului 3 SERVO s-a dezvoltat în cadrul ICPE-SA București în urma transferului produselor rezultate din activitatea de cercetare-dezvoltare a colectivului de cercetători, în domeniul servomotoarelor electrice speciale (brushless, curent continuu, cu magneți permanenți). Servomotoarele au fost proiectate și realizate în concepție proprie, cu soluții brevetate, iar fabricația a demarat în serie mică de ordinul zecilor de bucăți. Succesul pe piață datorat caracteristicilor tehnice, precum și comenzile primite de la parteneri interni și externi au determinat ICPE-SA să demareze

fabricația de serie pentru servomotoarele cele mai solicitate.

În prezent, ICPE-SA Centrul Servomotoare își propune să realizeze o serie de sisteme de propulsie cu motoare sincrone cu magneți permanenți destinate echipării vehiculelor electrice de mică putere. Afacerea propusă constă în introducerea în fabricație, în România, a sistemului propulsor electric destinat echipării unui mijloc de transport urban cu 2,3 sau 4 roți, pentru transportul de persoane și marfă (sau echipării unui mijloc de transport pe apă) și pregătirea de fabricație pentru producția de serie a unei game de sisteme de propulsie pentru vehicule electrice ușoare.

Ideea a pornit de la următoarele considerente:

- inexistența în România a unei producții de vehicule electrice;
- tendințele pe plan mondial (inclusiv succesele obținute în domeniile surselor de energie și a electronicii de putere);
- prețul foarte ridicat la care sunt oferite vehiculele electrice în lume;
- interesul ICPE-Centrul 3 Servomotoare de a-și moderniza producția;
- cererile din ce în ce mai multe de astfel de produse;
- posibilitatea de a utiliza aceeași pregătire de fabricație pentru o serie de tipodimensiuni diferite de produse.

Studiul de piață întocmit în scopul de a defini piața pe care se va opera oferă răspunsuri la:

- Grupurile-țintă: Ministerul Apelor și Protecției Mediului; Inspectoratele de Protecția Mediului; Administrația Rezervației Biosferei Delta Dunării; Institute de cercetare cu activitate în domeniul sistemelor propulsoare pentru vehicule electrice și surse de energie regenerabilă; Agenți economici care doresc să se implice în programe de fabricație a vehiculelor electrice; Agenți economici implicați în activități legate de monitorizarea și reducerea poluării; Comunități și Administrații locale.
- Elementele cele mai importante pentru clienți ale produsului oferit: un sistem de propulsie "la cheie", performant, fiabil, care poate să echipeze un vehicul electric sau un mijloc de transport pe apă.
- Potențialii clienți: Operatori de transport; Administrații locale; Producători potențiali de vehicule electrice; Membri ai unor consorții de cercetare (din țară sau din țări UE) care doresc să propună proiecte care implică realizarea unor sisteme de transport cu vehicule electrice; Producători de echipamente care au în componență motoare electrice performante (de tiplul BLC), alimentate de la surse de c.c. de maximum 48 V.
- Concurenții direcți și indirecti: firme producătoare de motoare electrice sincrone (de tip brushless).
- Poziționarea afacerii în comparație cu principalii concurenți (din România sau din străinătate): Centrul 3 Servomotoare va oferi aceste produse

la un preț mai mic decât principalii concurenți și va avea posibilitatea, datorită flexibilității producției și concepției modulare de proiectare, să accepte comenzi de serii mici (1-10 bucăți).

- Oferta în plus și în minus față de ofertele competitorilor: raportul calitate/preț al produselor va fi ridicat; acest lucru este susținut de realizările anterioare ale Centrului de producție, care a realizat produse performante datorită echipei de cercetare care a realizat concepția și documentația de execuție.

Punctele-forțe ale afacerii:

- experiența producătorilor în domeniul vizat, care garantează performanțele tehnice ce vor fi obținute pentru produs;
- inexistența unei concurențe reale în România;
- creșterea prognozată a pieței pentru astfel de produse, condiționată de deciziile politice postaderare;
- existența unor comenzi pentru produs (intern și export) în condițiile în care el va fi produs în serie;
- concepția în care va fi proiectat produsul: în construcție modulară, cu posibilitatea utilizării aceleiași pregătiri de fabricație pentru mai multe tipovariante;
- experiența în proiectarea și fabricația unor produse similare;
- existența unui personal calificat pentru producție și cercetare în cadrul centrului;
- posibilitatea extinderii gamei de produse cu o pregătire de fabricație minimă;

Punctele slabe ale afacerii:

- dependența de deciziile politice din România în următorii ani;
- investițiile necesare pentru realizarea unei platforme cu un design atractiv sunt relativ mari și nu pot fi abordate în perioada imediat următoare în lipsa unei finanțări;

Motivația pentru care afacerea ar trebui sprijinită în continuare:

În mod cert, promovarea unui sistem de transport durabil, ecologic, cu vehicule electrice este soluția viitorului. În acest sens, produsele ce vor fi realizate și introduse în fabricație vor avea caracteristici competitive și adaptate utilizării.

### 3. Descrierea produsului ce urmează a fi introdus în fabricație

Proiectul finanțat în cadrul Programului INOVARE își propune realizarea unui vehicul cu două roți, de tip scuter, cu tracțiune electrică prin conversia unui model de serie, existent pe piață, echipat cu motor cu ardere internă. S-a ales această variantă din considerente de eficiență economico-financiară, știut fiind că adaptarea unui sistem de tracțiune electrică pe un șasiu realizat în producție de serie este mai puțin costisitoare decât proiectarea și realizarea unui șasiu special conceput pentru acest scop. Deoarece caracteristicile fizice, tehnice și performanțele sistemului de tracțiune electrică sunt apropiate de cele ale sistemului de

tracțiune bazat pe motor cu ardere internă pe care îl înlocuiesc, calculele de rezistență ale șasiului, echilibrările dinamică și statică ale vehiculului, problemele legate de ergonomie ale vehiculului de bază rămân valabile și pentru varianta cu motor electric. În plus, diferite sisteme ale vehiculului de bază, cum ar fi sistemul de frânare, suspensia, transmisia, direcția, sistemul electric de iluminare și semnalizare, se pot folosi ca atare sau cu minime modificări și pe vehiculul electric, ducând, și prin aceasta, la micșorarea prețului de cost. De asemenea, elementele de finisare și ornamentale – elementele caroseriei, vopsirea, acoperirile galvanice, jentile roților, ornamentele metalice și din material plastic, manșoanele protectoare etc, realizate la firma producătoare specializată și dotată în scopul fabricației de vehicule sunt superioare celor care se pot realiza în regim de prototip sau serie mică, regim caracteristic în orice domeniu de activitate ce presupune implementarea de noi tehnologii și soluții tehnice. De altfel, și multe soluții comerciale realizate pe plan mondial au rezultat tot din adaptarea unor modele cu propulsie clasică, cu combustibili fosili și au folosit ca atare multe piese și subansamble ale acestora.

Soluția de echipare cu propulsie electrică va cuprinde, în principal, următoarele subansamble:

- sursa de energie;
- motorul electric cu reductor sau cu sistem mecanic de transmisie continuu variabilă - soluția va fi stabilită pe parcursul derulării proiectului);
- dispozitivul electronic de comanda a turației motorului;
- circuite și dispozitive de conectare și elemente de protecție electrică;
- aparatul de măsură specifică montată la bord;
- dispozitivul de reîncărcare a sursei de energie (inclus în componența produsului sau livrat separat).

Sursa de energie autonomă plasată pe vehicul va fi, în principiu, realizată cu baterii de acumulare. Alegerea și proiectarea sursei de energie constituie un element foarte important, deoarece înseamnă un factor major în determinarea autonomiei vehiculului; bateriile de acumulare trebuie alese în funcție de câteva criterii specifice, cum ar fi raportul putere/masă – important mai ales în cazul vehiculelor electrice mici, la care ponderea masei bateriilor în masa totală a vehiculului poate fi însemnată -, rezistența internă, care trebuie să fie cât mai mică, deoarece motoarele de tracțiune absorb curenți mari, temperatura de lucru, etanșeitatea, prețul. Pilele de combustie, deși atractive din punct de vedere al eficienței, pun probleme de gabarit în cazul vehiculelor mici; de aceea, alegerea va fi făcută prin analiza ofertei unor tipuri de baterii care s-au consacrat pentru tracțiunea electrică.

Motorul electric folosit pe vehiculele electrice este, de regulă, un motor de curent continuu, deoarece și sursa de alimentare este tot de curent continuu. Din punct de vedere constructiv, pentru acest tip de vehicul, vor fi analizate 2 tipuri de motoare: de c.c. cu magneți

permanenți din pământuri rare și rotor bobinat, cu colector și perii, și de curent alternativ, sincrone, cu magneți permanenți din pământuri rare (brushless). Ambele tipuri de motoare se află în producția Centrului servo, urmând ca soluția aleasă să fie realizată în concepție proprie, adaptată constructiv utilizării. Motorul poate fi montat direct pe roata-spate, împreună cu un reductor planetar, sau poate să acționeze roata prin intermediul unui sistem de transmisie. Tendința actuală este de a folosi un sistem de transmisie continuu variabilă (CVT), care asigură parametri dinamici superiori.

Blocul de comandă al motorului – realizează comanda variației turației motorului electric în funcție de condițiile de rulare și dorința conducătorului auto. Acest bloc are o construcție specifică tipului de motor folosit și în concordanță cu caracteristicile electrice ale acestuia. În principiu, pentru comanda turației unui motor de c.c., se folosește principiul modulației în durată a impulsului de comandă (PWM – Pulse Width Modulation), care asigură un randament bun, deoarece elementul de comandă al motorului (de regulă, tranzistor/tranzistoare de putere) este comutat cu o frecvență mare între două stări în care prezintă pierderi minime. În cazul motoarelor brushless (fără perii), blocul de comandă trebuie să îndeplinească și sarcina de comutație a înfășurărilor, sarcină executată la motorul de c.c. tradițional de către colector. De asemenea, în blocul de comandă, se prevăd circuite de limitare și protecție, ce au rolul de a menține componentele întregului sistem de propulsie în zona de funcționare sigură, cât și de a reacționa la situații accidentale periculoase – defectarea circuitelor de forță care comandă motorul. Circuitele de comandă se realizează cu ajutorul circuitelor integrate specializate și al unor componente de putere specifice acționărilor de c.c. de curenți mari – tranzistoare IGBT sau V-MOS.

Aparatura de măsură de bord cuprinde instrumente ce furnizează conducătorului auto informații despre tensiunea bateriilor, curentul instantaneu absorbit de motor, indicații orientative despre rezerva de energie disponibilă, lămpi de semnalizare diverse etc. Numărul și tipul aparatelor de bord folosite pot să varieze de la un strict necesar pentru aprecierea stării de funcționare a vehiculului și până la aparate de măsură complexe, sisteme de navigație GPS etc., în funcție de nivelul de dotări dorit, dar și în funcție de prețul de cost.

Dispozitivul de reîncărcare a bateriilor constă într-un redresor comandat, care încarcă bateriile cu un curent prestabilit până la atingerea unui grad de încărcare căruia îi corespunde, de regulă, o tensiune la borne, astfel încât să se asigure autonomia corespunzătoare fără a influența negativ durata de viață a bateriilor sau integritatea altor circuite de pe vehicul. Dispozitivul de încărcare poate fi dispus sau nu la bordul vehiculului electric, fiecare variantă având avantaje și dezavantaje. Astfel, dispunerea redresorului pe vehicul mărește flexibilitatea acestuia din punct de vedere al surselor de energie pentru reîncărcare, putând fi conectat oriunde există rețea

publică de alimentare cu energie electrică. În celalalt caz, se reduc greutatea și spațiul ocupate pe vehicul, lucru important mai ales în cazul vehiculelor mici, cum ar fi scuterele și bicicletele electrice.

Circuitele și dispozitivele de conectare sunt constituite din ansamblul cablurilor și conectoarelor necesare pentru interconectarea diverselor blocuri funcționale ale sistemului de tracțiune. Ele includ și întreruptoarele, siguranțele și comutatoarele necesare în schema electrică. Ele trebuie să suporte un regim de lucru mai puțin protejat față de mediul înconjurător, unele dintre ele nefiind protejate împotriva ploii, temperaturii scăzute, prafului, condiții caracteristice vehiculelor pe două roți. De aceea, ele trebuie alese cu grijă, impunându-se să fie robuste, etanșeizate și cu circuitele electrice protejate pe cât posibil față de factorii de mediu.

Întregul ansamblu al sistemului de tracțiune se va realiza, pe cât posibil, în construcție modulară, atât în vederea unei mai ușoare mentenanțe, cât și pentru a ușura adaptarea sistemului de tracțiune pe diverse șasiuri, care pot fi disponibile în perspectiva mării gamei de modele echipate cu tracțiune electrică.

#### **4. Probleme specifice ale proiectării unei serii de sisteme de propulsie față de alte aplicații**

Centrul Servomotoare din cadrul ICPE-SA a dezvoltat o producție de servomotoare de curent alternativ, bazate pe cercetare proprie, urmărindu-se optimizarea proiectării astfel încât să se asigure: parametrii cuplu/kg de valoare ridicată, inerție cât mai redusă, funcționare la tensiune industrială. Pentru producția curentă, motoarele sunt prevăzute cu carcasă, echipate cu rezolver, destinate să funcționeze cu convertizoare, conform cerințelor beneficiarilor produselor.

Motoarele aflate în producția curentă a secției nu sunt compatibile cu aplicația de sisteme de propulsie pentru vehicule electrice; colectivul de cercetare al Centrului a executat în regim de unicat astfel de produse în cadrul unor contracte de cercetare, iar succesul obținut din punct de vedere al caracteristicilor tehnice a condus la ideea de a moderniza și diversifica producția Centrului, în sensul introducerii în fabricație a unui ansamblu de sistem de propulsie.

ICPE Centrul Servomotoare a avut în vedere, în ultimii ani, abordarea punctuală a unor probleme specifice realizării de vehicule electrice și, în acest sens, au fost identificate mai multe direcții de acțiune ce trebuie avute în vedere. Tehnologiile vehiculelor electrice includ tehnologiile automobilelor, tehnologiile electrice, tehnologiile electronice, tehnologia informației și tehnologii chimice. Cu toate că sursa de energie este elementul critic, concepția carcasei, propulsia electrică, managementul energetic, precum și optimizarea întregului sistem reprezintă elemente la fel de importante. De fapt, integrarea tuturor acestor elemente este cheia succesului. Proiectul își propune valorificarea optimă a potențialului științific și tehnologic existent în România în domeniul vehiculelor electrice pentru stabilirea caracteristicilor tehnice,

cerințelor specifice și standardelor de calitate ale seriei de sisteme de propulsie.

Față de produsele realizate în mod curent de Centrul 3 al ICPE-SA, sistemele de propulsie pentru vehicule electrice de capacitate mică pun probleme specifice de proiectare, și anume:

- dacă, la produsele aflate în momentul actual în fabricație, optimizarea proiectării unei tipodimensiuni avea în vedere inerția cât mai redusă, pentru noile produse se va adopta criteriul eficienței (randamentului) cât mai ridicat; aceasta deoarece momentul de inerție redus pentru astfel de aplicații este o caracteristică ineficientă;
- tensiunea de alimentare de maximum 48 V c.c. implică valori mai mari ale curenților pentru aceeași putere, deci configurația circuitului magnetic trebuie modificată;
- concepția ansamblului sistemului de propulsie (motor+bloc de alimentare și comandă) implică gândirea acestuia ca un produs unitar, incluzând și soluții pentru traductorul de poziție (care, în acest caz, nu necesită o precizie ridicată - se vor avea în vedere traductoare cu precizie mai scăzută);
- considerarea fiabilității ansamblului ca o caracteristică principală, corelată cu prețul de cost cât mai scăzut, conduce la alte modalități de abordare a soluțiilor de proiectare;
- definirea caracteristicilor principale se va face în regim S1 unioară, în condițiile alimentării de la o sursă de energie formată din baterii de tracțiune legate în serie;
- anumite caracteristici, care, pentru servomotoarele aflate în producția curentă, erau foarte importante, devin secundare: de exemplu, greutatea (masa) servomotorului, dimensiunile de gabarit, constanta de timp mecanică.

## 5. Rezultate obținute până în prezent

S-a realizat tipodimensiunea reprezentativă (Fig.1) SP-EV-24-1, cu următoarele caracteristici tehnice principale:

- tensiune de alimentare: 24 V c.c.;
- putere în regim S1: 1 kW;
- turatie nominală: 2.500 rot/min;
- cuplul nominal: 4 Nm.



Fig.1. Sistemul SP-EV-24-1 model experimental.

Modelul experimental a fost încercat, rezultatele obținute fiind conforme cu datele de proiectare inițiale.

Sistemul de propulsie a fost verificat atât în laborator, cât și pe un scuter. Scuterul echipat cu sistemul de propulsie electric este prezentat în Fig. 2. Soluția de echipare cu propulsie electrică a scuterului (Fig. 3) a asigurat caracteristicile tehnice ale scuterului, în condițiile alimentării sistemului de propulsie de la două baterii de tracțiune de 12 V și 55Ah, anume:

- viteza maximă: 45 km/h;
- autonomie: 2 ore.



Fig. 2. Scuterul echipat cu sistemul de propulsie electrică SP-EV-24-1.

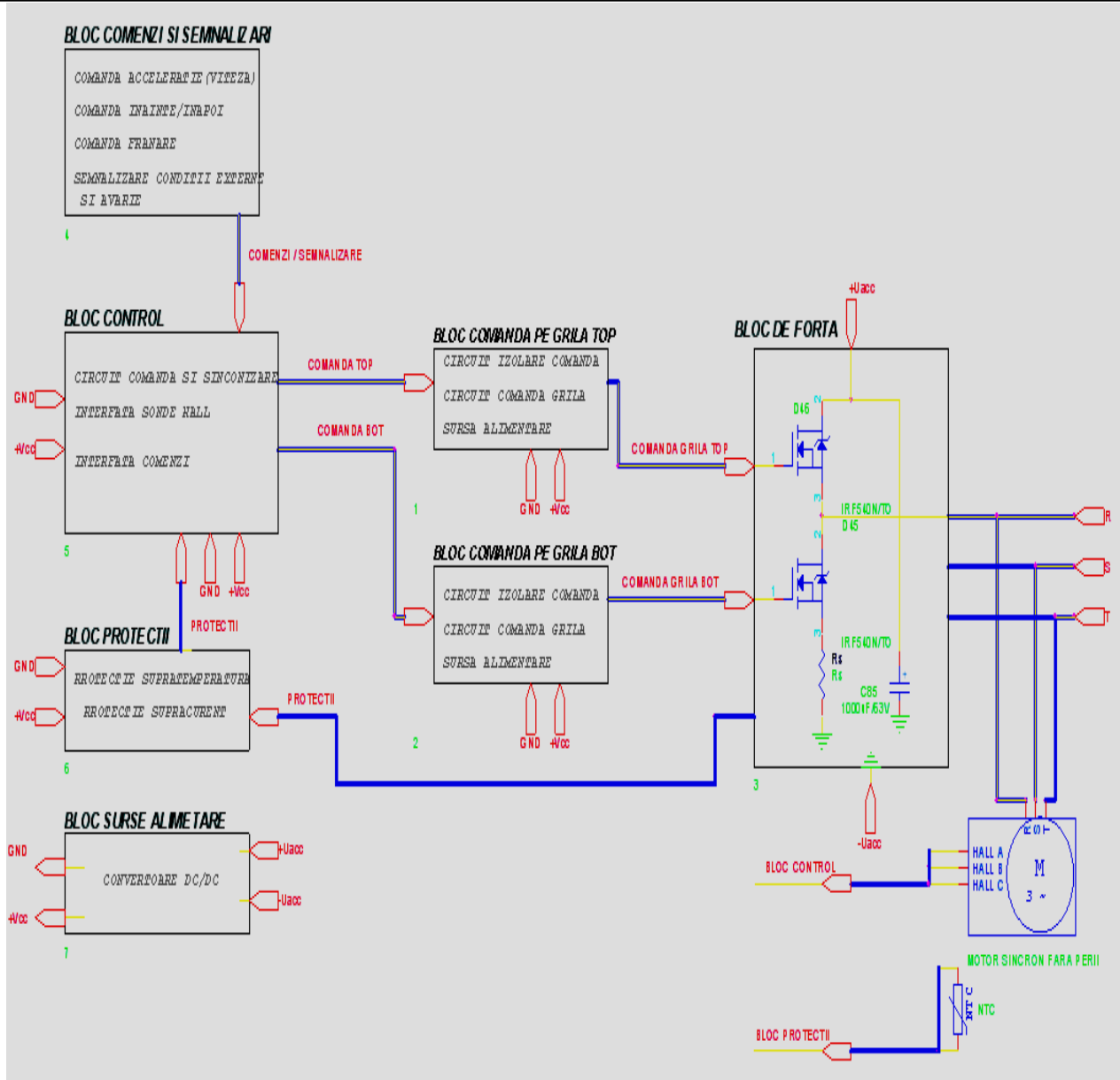


Fig. 3. Schema-bloc a sistemului de comandă al motorului brushless.

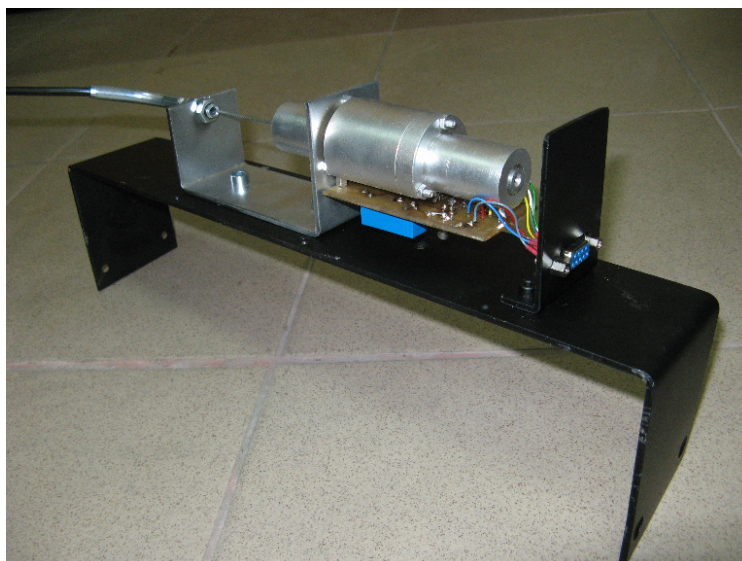


Fig. 4. (sus) Dispozitivul de comandă al accelerației.



Fig. 5. Ansamblu echipare tracțiune electrică.

## 6. Concluzii

Lucrarea prezintă aspectele generale legate de direcțiile avute în vedere pentru proiectarea și introducerea în fabricație a sistemelor de propulsie pentru vehicule electrice de capacitate mică destinate a echipa un scuter electric. Scopul este realizarea unor produse competitive de piață, care să asigure diversificarea produselor oferite de Centrul Servomotoare.

## Bibliografie

- [1] Virgil Racicovschi, Grigore Danciu, Mihaela Chefneux: *Electric and Hibrid Vehicles*, Ed. Electra, ISBN 978-973-7728-93, București, 2007.
- [2] *EET – 2007 European Ele-Drive Conference*, <http://www.ele-drive.com>
- [3] C. C. Chan: „*The state of the art of electric and hybrid vehicles*”, *Proceedings of the IEEE*, vol. 90, nr. 2, februarie 2002, pag. 247-275.
- [4] C. C. Chan and K. T. Chau: *Modern electric vehicles technology*, Oxford University, Londra, Marea Britanie, 2001.
- [5] Jan Murray: *O strategie energetică pentru competitivitate globală*. Reflecții ale Consiliului Mondial al Energiei, *Mesagerul Energetic* nr. 45/2005, București.