

Programul „Cercetare de Excelență”			CEEX/ Formular B	
Modul I	Proiecte de Cercetare Dezvoltare Complexe		Tipul proiectului	P-CD
Acronimul Propunerii	HYBRID		Numărul Propunerii	

Arii tematice S/T*) (3 arii tematice)	Cod 1	5	Denumire 1	Energie
	Cod 2	5.8	Denumire 2	Eficiența energetică și economia de energie
	Cod 3	5.9	Denumire 3	Cunoaștere pentru procesul de elaborare a politicilor energetice
Platforma tehnologică **)	Cod		Denumire	Motor Challenge Program (http://energyefficiency.jrc.cec.eu.int/motorchallenge/)

*) conform codificării din Anexa 1 – Activități/ Arii tematice S/T

**) conform codificării din Anexa 1 – Activități/ Platforme tehnologice (pentru proiecte complexe)

B - DESCRIEREA A PROPUNERII DE PROIECT

1. TITLUL COMPLET AL PROPUNERII

1. Titlul complet al propunerii și acronimul:

Cresterea eficienței conversiei electro-mecanice a energiei prin mașini electrice cu excitatie hibrida (acronim HYBRID)

1.1 Aria tematică S/T proxima cf Anexa 1: 5.8 *Eficiența energetică și economia de energie*

1.2 Rezumatul propunerii.

Cea mai veche “sursă” de energie este *economia de energie*. Mașinile electrice în general (motoare sau generatoare) reprezintă sursa unor pierderi de energie în procesul de conversie a acesteia din energie mecanică primară în energie electrică și apoi prin reconversia acesteia în energie mecanică la parametri specifici ceruți de instalațiile industriale (ventilatoare, pompe, compresoare, mașini unelte, echipamente de ridicat, etc).

O parte importantă a acestor pierderi se produce în infășurările destinate creării cimpului magnetic excitator necesar fenomenelor de conversie. Eliminarea acestor pierderi se realizează într-o serie de construcții actuale (motoare sau generatoare) prin utilizarea magnetilor permanenți de mare energie de tip NdFeB, sursa energiei magnetice de magnetizare permanentă fiind asigurată din fabricație sub forma inducției remanente și a cimpului magnetic coercitiv imprimat. Dezavantajul constă în limitările ce rezidă din insuficiența posibilitate de reglare a caracteristicilor de funcționare impuse de aplicațiile concrete. În acest scop, în ultima decada, sunt cercetate pe plan mondial, cu rezultate promitatoare, mașinile electrice cu excitatie hibridă, realizată atât prin magneti permanenți cit și prin infășurări parcurse de curenți de reglare a fluxului rezultat. ***Diminuarea pierderilor prin partea de infășurări înlocuită cu magneti permanenți precum și alte efecte subiacente de compactitate a miezurilor magnetice sunt avantaje tehnico-economice evidente.***

Aplicațiile predilecte pentru asemenea mașini electrice sunt, printre altele, generatoarele electrice funcționând prin natura lor la turatie (și deci frecvența) variabile în gama largă (exemplu alternatoare auto) sau mai restrinsă (generatoare de conversie a energiei eoliene) precum și motoarele sincrone cu magneti permanenți care, în scopul largirii gamei de reglare a turatiei, necesită slabire de cimp care poate fi asigurată atât de injectia de curent în infășurările de baza cit și printr-o dezexcitare, la turatii mari și/sau sarcini reduse, prin construcții hibride.

Scopul proiectului oferat este ca, în afara dezvoltării unor cercetări fundamentale pentru dobândirea de cunoștințe avansate în domeniul mașinilor electrice cu magneti permanenți privind condițiile tehnice, metodele și tehnicile de proiectare și investigare experimentală, ***sa se realizeze baza unor serii de mașini hibride cu aplicatii în echipamentele electrice auto, conversia energiei eoliene și actionari specializate în gama largă de turatie.***

Ca mașini de baza care vor fi investigate în cadrul proiectului la nivel de modele funcționale proiectate, fabricate și testate la standul de proba sunt prevăzute în propunere un ***alternator auto de 1,2 kVA/1000-3500 rpm***, un ***generator eolian de 10 kW/150-240 rpm*** și un ***motor sincron de 5,5 kW/5000 rpm max.***, toate în construcție hibridă și cu utilizarea de magneti permanenți de mare energie din NdFeB. Rezultatele de calcul ce se validează în cadrul temei prin construcția acestor modele și prin experimentare la bancul de proba vor sta la baza ***elaborării unei concepții constructive unitare pentru o gama largă de mașini electrice hibride*** din gab.90-160 cu aplicații industriale cu efecte importante atât asupra creșterii eficienței energetice cit și asupra nivelului de calitate al performanțelor de reglare.

2. SITUATIA PE PLAN NATIONAL SI INTERNATIONAL LA NIVELUL DOMENIULUI SI AL TEMATICII PROPUSE

Masinele electrice hibride la scara utilizarii industriale au inceput sa apara la putin timp dupa aparitia si validarea magnetilor de mare energie (NdFeB) in conditii de economicitate, adica imediat dupa anul 1984. Totusi, o extindere semnificativa a fabricarii acestui tip de masini se constata doar in ultima decada, motivatia principala fiind accentul care se pune tot mai pregnant atit asupra cresterii eficientei energetice cit si a producerii energiei din resurse regenerabile. Ceea ce surprinde este nu doar numarul mare de citari in literatura tehnica de specialitate cit mai ales **numarul mare de idei si solutii tehnice brevetate** care se regasesc in principalele baze de date disponibile in mod public¹, ceea ce reprezinta un semnal clar ca un salt calitativ in domeniu este pe cale sa se produca.

Aplicatia de baza este in primul rind **alternatorul electric functionind in gama larga de variatie a turatiei (cazul tipic al alternatorului auto dar nu numai)** pentru care solutia clasica cu rotor de tip Lundell (poli gheare uni-modulari cu bobina interioara circulara) si regulator de curent de excitatie controlat prin contacte alunecatoare este pe cale de a fi inlocuita. Astfel, se stie ca firma **ECOAIR** (Connecticut, SUA) are deja in fabricatie, cu utilizare pentru autoturisme speciale care necesita putere electrica mare inclusiv la mersul la „relanti” a motorului termic (pompieri, politie, salvare), alternatoare hibride in sensul aditionarii pe acelasi arbore rotoric a doua rotoare distincte, unul cu magneti permanenti si unul cu excitatie electromagnetica alimentata de la un regulator bidirectional pentru a se putea „corecta” fluxul total al masinii in ambele sensuri, de la turatiile cele mai mari si mers in gol (dezexcitare) pina la turatiile cele mai mici si sarcina mare (supraexcitare). Astfel, tensiunea la bornele redresorului poate fi mentinuta aproximativ constanta pentru o corecta functionare a echipamentului electric auto.

Orientarea catre utilizarea unui alternator hibrid a fost acceptata in principiu si de catre Consorțiul European al producatorilor de automobile, cercetarile cele mai avansate fiind cele de la Robert Bosch (Germania) sau VALEO (Franta), in timp ce in Japonia cercetari si rezultate brevetate au firmele MITSUBISHI DENKI respectiv DENSO Corp. In tara, chiar daca la demarorul de autoturism exista in fabricatie solutii cu magneti permanenti, alternatoarele se fabrica din pacate exclusiv in vechea solutie Lundell si la fel in sud-estul european unde a ramas fabricant reprezentativ concernul ISKRA din Slovenia (Sempeter pri Gorici), cu o buna acoperire pe piata regionala de componente auto.

Pentru alternatoare amplasate pe grupuri electrogene, cu functionare la turatie aproximativ constanta datorita existentei regulatorului de turatie, sunt cunoscute aplicatii cu caracter militar de generatoare hibride homopolare, fiind subliniate caracteristicile favorabile sub aspectul puterii specifice pe unitate de volum². Este normal ca masinile hibride sa inceapa sa aiba o utilizare mai extinsa si in aplicatii civile.

O analiza succinta a literaturii de brevete pune in evidenta primele idei de alternatoare hibride conform inventiei lui T.A. Radomski de la General Motors (US Patent 4,882,515/21 Nov. 1989, fig.1) care adauga practic la modulul clasic cu poli gheare un al doilea modul cu un magnet permanent de forma circulara. Imediat dupa Radomski, generalizind ideea acestuia de masina hibrida, R.S. Arora de la Chrysler Corp., Highland Park, Michigan, SUA, dezvolta o masina cu un numar multiplu de module mixate cu magneti permanenti si bobine circulare de excitatie (US Patent 4,980,595/25 Dec. 1990, fig. 2). La putin timp producatorii japonezi breveteaza o solutie bazata tot pe modulul primar cu poli gheare care se placheaza cu magneti circulari laterali exteriori, imbracati la rindul lor cu juguri feromagnetice necesare inchiderii cimpului. Tipic este brevetul lui S. Kusase de la Nippon-Denso Corp., Karyia, Japonia (US Patent 5,132,581/21 Jul. 1992, fig. 3), care inglobeaza inclusiv solutia magnetilor asezati intre laturile ghearelor la nivelul intrefierului in scopul reducerii dispersiilor magnetice de la o gheara (de o polaritate) la cea de polaritate opusa.

Toate solutiile mentionate mai sus au in comun ca element de baza modulul cu poli gheare de tip Lundell la care se adauga magneti intermediari sau frontali, bobina rotativa fiind alimentata prin inele colectoare. Tot in comun au si dezavantajul dat de faptul (difical de evitat in toate constructiile hibride) ca magnetul trebuie sa aiba „izolatie magnetice” suficiente pentru a-si trimite cimpul inspre stator si a nu se descarca prin circuitul magnetic al bobinei iar cimpul de reglare dat de curentul bobinei trebuie sa dispuna de un circuit magnetic care sa nu treaca prin magnetul cu permeabilitatea relativa foarte aproape de cea a aerului.

Intr-o conceptie constructiva aparte se pot mentiona de asemenea unele solutii mai recente la care rotorul nu prezinta poli gheare ci este realizat intr-o constructie normala din tole. Astfel, J. Brandes de la Siemens Aktiengesellschaft, Munchen, Germania dezvolta o solutie tehnica la care, intr-o configuratie rotoric heteropolara, magnetii permanenti de aceeasi polaritate, dispusi cu rotire de un pas polar pe cele doua

¹ A se vedea pentru exemplificare www.uspto.gov care ofera informatii **la zi** asupra brevetelor emise in SUA

² A se vedea pagina firmei de cercetare si productie SatCon Technology Corp. Din Cambridge, Massachusetts, SUA, cu realizari multiple de produse destinate conversiei de energie, <http://www.satcon.com/products/altenergy.html>

jumatati ale rotorului considerate axial, lucreaza in paralel cu cimpul creat de o bobina circulara inglobata in rotor (US Patent 5,672,926/30 Sept. 1997, fig.4). Utilizind aceeasi idee constructiva a rotorului, japonezul T. Mizuno de la Kabushiki Kaisha Corp., Tokyo, Japonia muta bobina din rotor in stator (US Patent 5,682,073/28 Oct. 1997, fig. 5) astfel incit, cu pretul unei cantitati majorate de cupru si deci pierderi Joule mai mari, sunt eliminate inelele colectoare, ceea ce conduce la un plus de fiabilitate. In acelasi context se mentioneaza "completarea" lui U. Schuller (Siemens) prin inventia din US Patent 5,731,647/24 Mar.1998, fig. 6, cu unele modificari in configuratia si amplasarea magnetilor din rotor in sensul cresterii factorului de concentratie a cimpului.

Revenind la ECOAIR, singura companie care fabrica in mod curent alternatoare auto hibride, se mentioneaza solutia de baza, amintita deja, a lui Ch. D. Syverson de la Ecoair Corp., New Haven, Connecticut, USA (US Patent 5,397,975/14 Mar. 1995, fig. 7) bazata pe doua rotoare asezate pe acelasi arbore comun intr-o partajare axiala, longitudinala, a circuitului magnetic al masinii si regulator de curent bi-directional. Desi Syverson are peste 10 solutii tehnice acoperite de brevete SUA, se mai mentioneaza aici doar solutia din US Patent 6,236,134/22 May 2001, fig. 8, interesanta prin aceea ca partajarea circuitului magnetic intre bobine si magneti se face circumferential. Probabil ca aceasta solutie nu s-a impus nu doar din cauza dificultatilor de reglare (dezechilibrul heteropolar al cimpului poate induce serioase armonice spatiale) dar si datorita dificultatilor tehnologice de consolidare a unui astfel de rotor in conditiile turatiilor variabile rapid si in limite largi.

Trebuie mentionata in acelasi context inventia absolut recenta a lui Costin IFRIM, de la aceeasi companie Ecoair Corp. din SUA (US Patent 6,900,570/31 May 2005, fig. 9) care divide bobina singulara din statorul inventiei lui Schuller in doua semi-bobine amplasate in scuturile masinii cu rotorul cu poli gheare obtinind o solutie noua. Este interesant de remarcat in inventia lui IFRIM faptul ca cele doua semicarcase reprezinta, prin intermediul magnetilor permanenti din rotor, surse de cimp de potentiale opuse ceea ce predispune masina la o descarcare prin dispersie a cimpului magnetilor, axial, prin jugul pachetului statoric. De asemenea izolarea magnetica a scuturilor fata de ax, din aceleasi motive, reprezinta o complicatie de luat in seama la punerea in fabricatie.

O multitudine de solutii brevetate (peste 10) de masini electrice hibride detine in portofoliu firma Valeo Equipment Electriques Motors, Creteil, Franta, prin D.A. Akemakou D.A. si altii (pentru exemplificare a se vedea US Patent 6,784,586/31 Aug. 2004, fig. 10) la care se simte o evolutie fata de solutia anterioara a lui Syverson, cu partajare circumferentiala a circuitului magnetic, existind alternati 4 poli cu bobine si 4 poli cu magneti permanenti. O solutie asemanatoare ca idee se regaseste in lucrarea lui Thomas LIPO³ (a se vedea fig. 11) unde este descrisa functionarea unei masini sincrone hibride cu 6 poli din care 4 sunt cu magneti permanenti si 2 cu bobine de excitatie.

In fine se mentioneaza si brevetul romanesc al carui titular este ICPE-ME Bucuresti, cu referire la un alternator hibrid (Demeter E., Cistelecan M., Nitigus V., Moraru A., RO-118.347/2003, fig. 12), cu aplicatii in alimentarea echipamentelor electrice de pe autovehicule. Constructia este cu poli gheare de configuratie speciala in scopul reducerii cimpului magnetic axial prin pachetul de tole statoric si are o configuratie cu doi magneti permanenti inelari cu magnetizatie axiala cu tensiuni magnetice imprimate aditive precum si o bobina rotorica intermediara alimentata prin intermediul inelelor colectoare.

In toate solutiile tehnice amintite este subliniat in descrierea tehnica avantajul important al reducerii pierderilor de functionare de tip Joule prin partea de excitatie care este inlocuita de magnetii permanenti. De asemenea, prin cresterea valorii absolute a cimpului principal apare un alt avantaj economic subiacent prin posibilitatea reducerii consumului de materiale active (tabla electrotehnica, cupru) cu pastrarea puterii nominale.

Trebuie mentionat ca **generatoarele sincrone hibride isi pot gasi aplicatii la fel de valide in domeniul conversiei eoliene**, domeniu in continua extindere, la care, la viteze de vint variabile, regulatorul centrifugal de turatie al turbinei eoliene, coroborat cu cantitatea de putere mecanica, respectiv electrica disponibila, mentine turatia de functionare in limite relativ restrinse. De regula tensiunea rezultanta se prelucreaza electronic printr-un sistem de redresare cu circuit intermediar si invertor comandat dar si aici posibilitatea de a avea din start o tensiune aproximativ constanta reprezinta un avantaj major cu efecte pozitive asupra eficientei energetice globale a sistemului masina electrica - convertor.

In fine, o aplicatie de asemenea importanta este cea a **actionarilor cu motoare sincrone cu magneti permanenti comandate prin surse statice (sistemul numit comercial "brush-less")** la care, in scopul cresterii limitei superioare a turatiei este necesara slabirea cimpului dat de magneti printr-un sistem de dezexcitare. Este posibil ca aceasta dezexcitare sa fie realizata prin injectii controlate de curenti in cele doua axe ale masinii dar existenta, in cadrul unei solutii hibride, a unei bobine (fixa fata de stator) care, printr-un

³ Lipo Th., Xiaogang L.: A synchronous /permanent magnet hybrid AC machine, IEEE Trans., EC -15 No.2 June 2000, p.203-210

curent relativ mic si fara efecte energetice sa produca slabirea cimpului, reduce mult sarcina invertorului cu efecte globale pozitive.

In afara cercetarilor efectuate de compartimentele specifice ale firmelor producatoare, citate in cadrul brevetelor mentionate mai sus, preocupari sustinute in domeniul masinilor electrice hibride exista in mai multe centre de cercetare ca "Speed-Laboratory" din Glasgow (grupul profesorului Timothy Miller), Institutul de Tehnologie a Universitatii din Manchester (prof. B.J. Chalmers, UMIST) dar mai ales in ultima decada s-a remarcat echipa de cercetatori condusa de Peter Thelin si Hans Peter Nee de la Royal Institute of Technology din Stocholm.

Cu referire la **potentialii utilizatori ai rezultatelor cercetarii** se au in vedere **producatorii actuali de echipamente electrice auto (alternatoare auto)** si anume EP Sacele si IAME Sfantu Gheorghe unde nu este exclusa introducerea unor solutii noi in locul celor vechi, depasite fizic si moral, inclusiv cu considerarea tendintelor mondiale de trecere la sistemul de 42 V. Trebuie avuta in vedere, in contextul presiunilor legate de integrarea europeana a Romaniei, inceperea mai accentuata a unor fabricatii de **echipamente de conversie eoliana a energiei**, pentru tara si/sau pentru export, in care utilizarea de generatoare sincrone hibride ar putea reprezenta o premiera mondiala. In acest sens se mentioneaza faptul ca unul dintre partenerii din consortiu (ICPE-ME) este furnizor de generatoare sincrone cu magneti permanenti pe relatia export Franta si ca se previzioneaza o fabricatie viitoare pentru utilizari eoliene interne. In fine, **actionarea principala sau de avans a masinilor unelte** necesita reglarea turatiei motoarelor cu mare precizie si in limite largi, pentru care motoarele sincrone cu magneti permanenti si excitatie electromagnetica ar putea constitui o solutie demna de avut in vedere. Ca posibili utilizatori ai rezultatelor se intrevad ELECTROMOTOR Timisoara respectiv UME Bucuresti ca furnizori de echipament electric fabricantilor de masini unelte din Romania.

3. OBIECTIVE

Obiectivele generale ale temei de cercetare **se incadreaza in obiectivele generale ale programului CEEX cu referire la tematica europeana a energiei (cap.5), mai concret cu referire la eficienta energetica si economia de energie (cap. 5.8)**. De asemenea sunt avute in vedere **obiectivele specifice ale modulului 1 (proiecte de CD complexe) cu referire la dezvoltarea de produse si tehnologii de mare complexitate (serii unificate de masini electrice cu magneti permanenti si excitatie electromagnetica sub forma de alternatoare auto sau eoliene si motoare pentru actionarea principala a masinilor unelte) pentru a deveni competitive din perioada premergatoare integrarii Romaniei in Uniunea Europeana.**

Obiectivele concrete ale temei de cercetare oferite sunt legate de perspectiva obtinerii, in 28 de luni de la demararea cercetarii, a unor rezultate concrete, bazate pe proiecte proprii de produse realizate fizic si investigate la nivel de modele experimentale reprezentative, **care sa conduca la posibilitatea introducerii in fabricatie in Romania, intr-un timp cit mai scurt, a cel putin trei familii de produse**, astfel:

-alternatoare auto cu excitatie hibrida de putere sensibil marita (1,2 kVA), cu posibilitatea debitarii puterii de timbrare inca de la limita inferioara a turatiei

-generatoare sincrone cu excitatie hibrida pentru conversia energiei eoliene in gama de la 0,75 kW/650 rpm (gab.100) pina la 60 kVA/80 rpm (gab.500)

-motoare sincrone pentru actionari in gama larga de turatie (aplicatie tipica actionarea principala a masinilor unelte) in gabaritele 90-160.

In baza rezultatelor experimentale obtinute prin investigarea unor modele reprezentative **proiectate si realizate in cadrul proiectului** urmeaza a se realiza **proiecte tehnice dezvoltate** pentru fiecare din cele trei familii de produse care vor sta la baza elaborarii documentatiilor de prototip si de introducere in fabricatie la fabricantii interni de masini electrice, inclusiv la unii dintre partenerii consortului de cercetare care dispun de compartimente de microproductie.

Motivele *necesare* si *suficiente* pentru incadrarea proiectului in Planul National de Cercetare Dezvoltare si admiterea lui la finantare de la bugetul programului CEEX sunt cel putin urmatoarele:

(1) proiectul urmareste pe de o parte **realizarea unor produse noi de mare complexitate (serii unificate de masini electrice cu excitatie hibrida pentru aplicatii speciale)**, sub forma de generatoare sincrone, respectiv motoare cu magneti permanenti si excitatie electromagnetica, la performante de eficienta energetica actualizate, impuse practic de piata europeana din punct de vedere tehnic si economic, cu consecinte certe in directia economisirii energiei in procesul de conversie electromecanica, cu toate efectele subiacente

(2) proiectul va avea **fundamentarea unor cercetari pe modele experimentale si functionale** cu finalitate in documentatii tehnice complete necesare pregatirii fabricatiei (cu aplicatie la serii unificate de masini electrice) raspunzind tendintelor clare care se manifesta pe plan mondial cu referire la schimbari de principii in alternatoarele auto respectiv generatoarele de conversie eoliana de putere mica si medie

(3) **realizarea proiectului se face in baza unor solutii noi, realizate prin cercetari proprii**, obtinute in urma unei analize cuprinzatoare a solutiilor altor firme, asa cum sunt ele reflectate in brevetele de inventie existente, urmind a fi protejate prin brevete proprii

(4) exista format, in vederea realizarii cercetarilor, **un parteneriat mixt public/privat, format din cercetatori cu o bogata experienta in domeniu**, din centre de cercetare universitara (Universitatea Politehnica Bucuresti, Universitatea Tehnica Cluj-Napoca, Universitatea Craiova) si din unitati de cercetare, inclusiv din organisme cu recunoastere internationala in domeniul cercetarii si standardizarii (ICPE-ME Bucuresti, CER)

(5) exista o **conlucrare strinsa in realizarea temei intre un institut de cercetari cu traditie in domeniu (ICPE-ME) cu catedre universitare de profil si cu unitati de fabricatie de masini electrice din Romania**, ceea ce reprezinta un element de ridicare a valorii stiintifice a rezultatelor obtinute si de asemenea a posibilitatilor de valorificare a cercetarilor.

Tabelul 1. Obiective masurabile, probleme propuse spre rezolvare (desfasurare pe durata de 28 luni cu incepere presupusa in 01 Iunie 2006 si finalizare la 30 Septembrie 2008)

Anul	Probleme propuse spre rezolvare	Obiective masurabile
Anul 2006 (7 luni)	<p>Studiu preliminar si analiza tehnica in raport cu situatia masinilor electrice de c.a. cu sistem hibrid de excitatie (magneti permanenti si infasurari) pe plan european si mondial.</p> <p>Analiza privind standardizarea internationala (CEI) in domeniu cu referire la definirea performantelor si a metodelor de masurare (performante energetice si de pornire, metode de incercare) si situatia armonizarii standardizarii din Romania.</p> <p>Analiza metodelor de reducere a cuplurilor pulsatorii de agatare in structuri crestate cu magneti permanenti cu aplicare la proiectul de model experimental de masina sincrona cu sistem hibrid de excitatie. Sinteza realizarii cunoscute in literatura de specialitate</p>	<p>Experimentari pe modele de referinta (masini electrice cu magneti permanenti si infasurari, respectiv colivie de pornire si/sau amortizare)</p> <p>Aplicarea metodelor de analiza numerica (FEM) 3D in structuri statorice crestate asociate cu cu poli "gheara" si magneti permanenti, cu aplicare la proiectul de model experimental de masina sincrona cu excitatie hibrida</p> <p>Proiect de model experimental „Generator sincron cu excitatie hibrida” 1,2 kVA, 1000-3500 rpm, gabarit 100L pentru aplicatii domeniul echipamentelor electrice auto</p>
Anul 2007 (12 luni)	<p>Realizare model experimental generator sincron hibrid 1,2 kVA, 1000-3500 rpm, gabarit 100L si elaborarea documentului normativ de produs (caiet de sarcini preliminar)</p> <p>Elaborarea de solutii constructive functionale, eficiente energetic, pentru masini sincrone hibride. proiectare generator sincron eolian hibrid de 10 kVA/150-240 rpm si motor sincron hibrid 5,5 kW/5000 rpm (max) cu functionare in regim de slabire de cimp</p> <p>Proiectare electromagnetica prin metode numerice avansate (analiza FEM, analiza multicriteriala, analiza interdependentelor dintre dimensiuni, proprietati de material, performante)</p> <p>Realizare generator hibrid 10 kVA/150-240 rpm si motor sincron hibrid 5,5 kW/5000 rpm conform solutiilor si documentatiilor elaborate</p>	<p>Incercari model experimental generator sincron hibrid 1,2 KVA, 1000-3500 rpm, gabarit 100L in conformitate cu documentul normativ. Investigarea functionarii la putere nominala in gama de turatie prescrisa si elaborarea raportului de incercare.</p> <p>Evidentierea aspectelor de eficienta energetica in functionarea modelului.</p> <p>Elaborarea referentialului initial (document normativ de produs) si stabilirea principalelor conditii tehnice necesare pe familii de echipamente si aplicatii industriale (surse pe autovehicule, conversie eoliana a energiei, actionari specializate principale de masini unelte)</p> <p>Definirea conceptului de baza al seriei de masini sincrone cu magneti permanenti si excitatie electromagnetica (aspecte constructive, functionale, justificarea solutiei tehnice adoptate)</p>
Anul 2008 (9 luni)	<p>Verificarea solutiilor constructive functionale, eficiente energetic, pentru masini sincrone hibride. realizare si testare experimentală generator sincron hibrid 10 kVA/150-240 rpm si motor sincron hibrid 5,5 kW/5000 rpm (max) cu functionare in regim de slabire de cimp. Elaborarea concluziilor, a recomandarilor</p>	<p>Elaborarea proiectului tehnic dezvoltat de masini electrice cu excitatie hibrida gab.90-132 (motoare) si 132-280 (generatoare eoliene)</p> <p>Diseminare prin elaborare CD si comunicare la fabricantii de masini electrice din Romania</p>

Schematizat obiectivele concrete, problemele propuse spre rezolvare si obiectivele masurabile sunt date in tabelul 1. Trebuie subliniat ca se are in vedere o solutionare prompta, rapida a principalelor probleme de dimensionare si caracterizare a seriei de masini electrice hibride prin investigatii pe modele astfel incat rezultatele sa poata fi diseminate si aplicate progresiv la fabricanti de motoare. Se mentioneaza ca urmeaza a se solutiona prin modelare fizica problemele legate de cite o singura masina electrica hibrida pentru fiecare din cele trei familii care fac obiectul cercetarii dupa cum este definit si in planul de realizare a proiectului, dupa cum urmeaza:

-Generator sincron cu excitatie hibrida 1,2 kVA, 1000-3500 rpm, gabarit 100L pentru aplicatii domeniul echipamentelor electrice auto

-Generator sincron cu excitatie hibrida 10 kVA/150-240 rpm pentru conversia energiei eoliene in amplasamente izolate, respectiv cu posibilitatea conectarii la retea

-Motor sincron cu excitatie hibrida 5,5 kW/5000 rpm (max) pentru functionare in gama larga de reglare a turatiei in regim de slabire de cimp

4. PREZENTAREA ȘTIINȚIFICĂ ȘI TEHNICA A PROIECTULUI:

Proiectul are in vedere crearea conditiilor initiale pentru realizarea unor produse noi (familii de generatoare si motoare cu excitatie hibrida), in deplina conformitate cu politica energetica europeana a surselor autonome (surse eoliene pentru alimentare locuri izolate sau surse amplasate pe autovehicule) si cu conditiile tehnice impuse de piata internationala de motoare de c.a. specializate. **Cresterea eficientei conversiei de energie** este amanuntit studiata si definita in diferite lucrari si publicatii mai ales in cazul surselor autonome unde cantitatea de energie primara este limitata si trebuie convertita intr-o masura cit mai mare.

Se pot mentiona in acest sens in primul rind activitati conexe echipamentelor electrice auto, domeniu extrem de dinamic mai ales datorita cantitatii mari de autoturisme fabricate si care sunt toate consumatoare de energie primara⁴, in interiorul consortiilor de fabricanti existind o circulatie continua a informatiilor referitoare la deziderate si la realizari.

In acelasi timp echipamentele de conversie a energiei eoliene sunt in continua dezvoltare si extindere sub aspectul functionarii izolate sau cu cuplare la retea, caz in care se pun o serie de probleme legislative legate inclusiv de calitatea energiei livrate cu implicatii in echipamentele electrice de stabilizare si de filtrare a tensiunii. O serie de facilitati oferite de catre stat investitorilor particulari in domeniul echipamentelor de conversie eoliana va dinamiza puternic domeniul in viitorul apropiat.

Elementele concrete care urmeaza a contribui esential la elaborarea solutiei sub aspect **stiintific** si **tehnic** sunt legate de:

- Elaborarea unor metode de analiza numerica in structuri magnetice complexe formate din pachete de tole prevazute cu crestaturi, magneti permanenti incorporati si bobine in miscare pentru controlul fluxului rezultat al masinii
- Pe baza metodei elaborate, gasirea acelor constructii care sa conduca la minimizarea efectelor ponderomotoare parazite de tip „cogging torques” de natura sa produca zgomote si vibratii in functionare, respectiv sa creeze pierderi suplimentare de conversie
- Dezvoltarea de solutii tehnice si constructive la care partajarea circuitului magnetic existent de catre cimpul magnetilor respectiv al bobinelor de excitatie sa fie optimizata in sensul asigurarii unui efect minimal al reactiei indusului la functionarea in sarcina; in acest sens o analiza detaliata, prin metodele de calcul elaborate, asupra unor solutii existente, va pune in evidenta modalitatea de „splitare” a circuitului magnetic intre cele trei posibilitati primare: axiala, radiala sau circumferentiala
- Cercetarea sistemului bi-directional de reglare a fluxului, respectiv a tensiunii la borne in conditiile existentei mai multor elemente perturbatoare (sarcina, turatie) si mai multor marimi de stare; de asemenea trebuie avuta in vedere posibilitatea unei dez-excitari rapide in caz de defect pentru protectia echipamentului in ansamblu

⁴ A se vedea in acest sens referiri la cresterea eficientei energetice a alternatoarelor auto si propuneri de utilizare a excitatiei hibride: http://www.findarticles.com/p/articles/mi_qa3828/is_200005/ai_n8897906
<http://kearney.mrl.nyu.edu/twiki/bin/view/Experimentalproduct/EcoAir>
http://www.nyserda.org/programs/transportation/TransProj_6641.asp

- (e) Asigurarea unui grad sporit de siguranta in functionare prin incadrarea termica a masinilor ce se vor dezvolta corespunzator clasei de izolatatie a materialelor izolante
- (f) asigurarea conditiilor legate de noile prescriptii internationale legate de zgomotul admis (nivelul presiunii acustice) in exploatare (a se vedea CEI 60034-9: 2003).

Din punct de vedere tehnic este important ca in raport cu masinile concrete ce urmeaza a fi modelate fizic si incercate sa se gaseasca structura magnetica proxima din fabricatiile existente in tara astfel ca sa se reduca costurile de fabricatie a miezurilor primare. In acest sens se dispune de baza de date a tolelor de la UME Bucuresti (pentru tolele aferente generatorului hibrid de 10 kVA, care ar putea fi incadrat in gab.280) se de la EP Sacele (pentru alternatorul auto, care ar putea fi incadrat in gab. 90 si pentru motorul de 5,5 kW care se poate realiza in gab.112).

O analiza succinta a solutiilor cunoscute de masini electrice hibride, asa cum au fost ele prezentate succint la pct.2, cu evidentierea avantajelor respectiv a dezavantajelor fiecareia, este de natura sa clarifice si sa fundamenteze, in urma cercetarilor ce se vor desfasura, optiunea pentru **o constructie compacta pe principiul unui sistem modular de piese polare in forma de „gheare” alternind cu bobine circulare de excitatie** in care sa fie utilizate la maximum componentele existente intr-o combinatie a reperelor stantate de la seriile existente si anume seriile MA, 2MA si 3MA inclusiv a constructiei mecanice a carcasei si scuturilor procurabile de la fabricantii actuali de masini electrice. Experienta anterioara a colectivului de cercetare, proiectant a mai multor serii de motoare si generatoare din Romania, precum si realizari semnificative in dezvoltarea de metode de analiza si sinteza optima a masinilor electrice vor fi utilizate in mod creator in dezvoltarea temei de cercetare. Ca punct de plecare in proiectul de cercetare va fi solutia tehnica brevetata de ICPE-ME (2003) mentionata la pct.2 al prezentului document.

Dupa stabilirea concepiei constructive a masinilor hibride aceasta va fi particularizata pentru aplicatia in cele trei familii de produse avute in vedere pentru care se vor realiza modele functionale testate la bancul de proba. **Obiectivele stiintifice** ale proiectului vor fi cel putin urmatoarele:

(1) conceperea si dimensionarea circuitelor electro-magnetice ale masinilor electrice hibride astfel incit fluxul magnetilor sa poata fi controlat si reglat prin intermediul curentilor din bobinele de excitatie; in acest sens de mare importanta este ca sa existe o separare zonala a circuitului magnetic astfel incit magnetii sa nu se descarce prin miezul bobinelor de cimp iar tensiunea magnetica creata de bobine sa nu se aplice direct magnetilor permanenti

(2) stabilirea nivelurilor optime de saturatie in diferitele portiuni ale circuitului magnetic (dinti, juguri, portiunile dinspre intrefier ale istmurilor crestaturilor), avind in vedere ca un nivel de saturatie corect prescris si realizat are efecte benefice sub aspectul controlului si minimizarii efectului reactiei indusului asupra cimpului magnetic principal

(3) dimensionarea sectiunii conductoarelor din bobinajele indusului si al circuitului de excitatie in vederea realizarii in bune conditii a serviciului tip S1 (sau S3, dupa caz) pentru care se face dimensionarea masinilor hibride, stiut fiind faptul ca pentru orice alta aplicatie specifica puterea necesara a masinii poate fi derivata din puterea lui in aceste servicii tip

(4) studierea, evidentierea si gasirea solutiilor de dimensionare a circuitelor electric si magnetic astfel incit masinile electrice hibride sa corespunda din punct de vedere termic in conditiile concrete de functionare

(5) rezolvarea problemelor de rezistenta mecanica a ansamblului, a lagaruirii (indeosebi evitarea turatiilor critice in domeniul de lucru de pina la 1,2 n), precum si a sistemului de protectie si etansare corespunzator cerintelor concrete impuse de regimul turatiilor pentru alternatoare auto, respectiv cerinte de protectie climatica anticoroziva pentru generatoare eoliene

(6) gasirea solutiei optime pentru bobinajele care urmeza a se proiecta si dimensiona cu considerarea unor brevete existente in portofoliul ICPE-ME si care ofera un surplus de cistig la reducerea consumului de cupru, respectiv la reducerea pierderilor de tip Joule in stator prin diminuarea continutului de armonice spatiale a cimpului de reactie a indusului.

Realizarea obiectivelor stiintifice definite concret mai sus va conduce la posibilitatea fabricatiei de serii noi de masini electrice sincrone in constructie hibrida, fabricate intr-o concepie noua, cu aspecte brevetabile.

Materialul magnetilor permanenti este prevazut a fi NdFeB, material aparut pe scara industriala cu circa doua decade inainte si care in prezent a ajuns la performante stabile in limite termice mari si se poate procura la preturi accesibile, in scadere. Performantele necesare si suficiente aplicatiei din tema sunt urmatoarele:

- inductie remanenta: 1.12-1.15 T
- cimp coercitiv: 8300-8600 A/cm
- temperatura stabila de functionare: 100-120°C

In fine, **din punct de vedere tehnologic** obiectivele care trebuie rezolvate sunt legate de proiectarea si realizarea unui set complet de scule si dispozitive specifice absolut necesare realizarii modelelor experimentale demonstrative care fac obiectul temei oferite. Trecind peste acele SDV-uri care in general sunt necesare fabricarii masinilor electrice (matrite de tole, dispozitive de impachetare, de bobinaj, etc) se mentioneaza aici o serie de dispozitive specifice conceptiei constructive ce se va adopta, legate de montajul magnetilor permanenti pe armatura inductoare precum si a indusurilor si a inductoarelor in ansamblul general care in cazul existentei magnetilor permanenti cu premagnetizare, comporta aspecte specifice tinind de existenta fortelor de atractie dintre armaturi.

Materialele si tehnologiile ce se au in vedere in realizarea produselor trebuie reconsiderate corespunzator scopului. Materialele din tara nu acopera integral necesarul din punct de vedere calitativ, un exemplu fiind reprezentat de tabla electrotehnica necesara a avea performante imbunatatite sub aspectul pierderilor de magnetizare alternativa (de preferat maxim 2,3 W/kg la 50 Hz) la o capacitate de magnetizare de peste 1,62 T la 25 A/cm. Sub aspectul materialelor conductoare se vor prevedea in proiecte materiale procurabile rapid din tara (materiale conductoare, izolante, mase plastice) sau din import (magneti permanenti din NdFeB care nu exista in prezent in tara ca material primar). Partea de structura este avuta in vedere a fi realizata din turnatura de aliaj de aluminiu date fiind conditiile impuse privind masa masinilor, criteriu important pe piata.

Concluzionind se poate afirma ca **solutiile tehnice avute in vedere, plecind de la brevete de inventie cel putin in ceea ce priveste constructia hibrida si bobinajul motoarelor, sursa tensiunii magnetice de reactie din intrefier, ofera elemente de ameliorare indubitabila a masinilor electrice hibride, in baza carora se pot realiza familii noi de produse, performante sub aspect energetic**, raspunzind in totalitate la conditiile tehnice impuse de normele europene si necesare inclusiv utilizatorilor interni.

Asa cum rezulta din prezentarea stadiului national si mondial de la pct.2, cu exemplificari din literatura de brevete prezentate in anexa, precum si din natura aplicatiilor posibile pentru masinile sincrone hibride, **gradul de noutate si de complexitate a proiectului de cercetare care face obiectul ofertei este ridicat**. In scopul realizarii temei partenerii vor utiliza metode de calcul optimal, de proiectare respectiv de investigatie stiintifica experimentală dintre cele mai evaluate. Se mentioneaza in acest sens pachetele de programe de analiza cimp "flux 2D" respectiv "flux 3D" in configuratii hibride, saturabile, metode de proiectare optima de tip "random search" (Monte-Carlo) cu restrictii, respectiv echipamente de experimentare in regim dinamic cu traductoare de cuplu si achizitie de date si prelucrare in sistemul "LabView".

Fara a intra in detalii, se mentioneaza in continuare, in principiu, contributia partenerilor la elaborarea proiectului, asa cum este ea stipulata in acordul de parteneriat incheiat din etapa de ofertare:

ICPE-ME: studiu si analiza tehnica, stabilirea solutiei tehnice constructive, proiectare electromagnetica si tehnologica, realizare si incercare modele functionale, analiza eficientei energetice pe loturi conventionale de masini electrice (motoare si alternatoare cu excitatie hibrida), integrarea si coordonarea tuturor activitatilor si interfatarea cu fabricantii de masini electrice de c.a. din Romania precum si diseminarea rezultatelor conform prevederilor din planul de realizare a proiectului.

UPB, UTCN si UCV: studii si analize tehnice, elaborare de metodici specifice de calcul si analiza, realizarea de determinari experimentale ne-conventionale pentru elucidarea unor aspecte specifice reglării fluxului magnetic in configuratii cu magneti permanenti prin bobine de excitatie, studiul comportarii masinilor electrice hibride interfatarea cu invertoare statice, participarea la definitivarea temei de proiectare si la elaborarea solutiilor tehnice intermediare (modele experimentale) si finale.

CER: studiu si analiza cu referire la standardizarea nationala si internationala in domeniu, cercetari bibliografice cu referire la literatura tehnica de brevete (baze de date disponibile pe plan international), elaborarea documentelor normative de produs, participarea la definitivarea temei de proiectare si la elaborarea solutiilor tehnice intermediare (modele experimentale) si finale.

5. JUSTIFICAREA PROIECTULUI

Proiectul este relevant pentru domeniul masinilor electrice specializate. Romania a fost o lunga perioada de timp furnizor de echipamente electrice auto pentru tara si export. Din pacate ridicarea pe plan mondial a stachetei calitatii acestor echipamente, in special in cazul alternatoarelor auto, a gasit fabricatia interna descoperita si cu amenintarea diminuarii sau chiar pierderii pietelor existente. De asemenea, in perspectiva inceperii instalarii de echipamente de conversie eoliana de putere mica sau medie in locuri izolate sau cu conectare la retea, **este relevant de a se dispune de solutii de sisteme inglobind generatoare sincrone hibride in constructii compacte si eficiente energetice**.

Cresterea necesarului intern, care nu mai poate intirzia mult in perspectiva integrării europene, trebuie sa gaseasca industria romaneasca cu serii de masini electrice specializate la parametri tehnici si calitativi la nivel mondial. N-ar fi un caz singular cind o intreprindere (nu neaparat mica sau mijlocie), pe baza unei realizari

deosebite are o lansare bazata atit pe necesarul din tara dar chiar si pe export. *Este dificil de aratat cum se incadreaza proiectul in politica nationala in domeniu pentru ca in prezent nu exista suficiente elemente de identificare a unei asemenea politici.* Proiectul poate fi insa unul din punctele care ar putea sta la baza unei politici nationale: un produs la nivel mondial (sau poate chiar peste) care sa fie fabricat, atit pentru tara dar si pentru export, in conditii de competitivitate tehnico-economica, cu obiectivul final al reducerii substantiale a consumurilor energetice si, evident, a costurilor de exploatare la nivelul utilizatorilor.

Aprecierea viabilitatii proiectului are la baza evaluarea riscurilor de ordin tehnologic si tehnic, de ordin economic si din punct de vedere al incadrarii proiectului in termene strict stabilite. O analiza preliminara a acestor riscuri releva pe de o parte ca ele sunt (intr-o clasificare triadica) de marime redusa sau medie iar gradul de stapinire a evolutiei lucrarii este suficient de mare. Astfel, inca din primele faze ale lucrarii vor fi avute in vedere identificarea cit mai corecta a conditiilor tehnice ale utilizatorilor precum si alte aspecte legate de costurile produsului si de elementele de piata interna sau externa.

Cu referire la viabilitatea proiectului trebuie mentionata aici si **experienta, competenta si realizarea anterioare ale membrilor din consortiu stabil.** Insumarea eforturilor colective a membrilor consortiuului, directionate spre obiectivele din planul de realizare a proiectului in scopul dezvoltarii de masini electrice speciale, eficiente energetic, reprezinta o garantie a succesului acestuia. **Gradul de integrare intre parteneri din consortiu este ridicat,** partenerii aducind in cadrul in cadrul lucrarii, conform planului de realizare, experiente si realizari proprii dobindite in activitati conexe, care puse impreuna amplifica forta de penetrare in domeniul temei de cercetare.

Directorul de proiect are sustinuta o teza de doctorat in domeniul proiectarii optimale a masinilor electrice cu aplicatii la seriile unificate de motoare. El detine in calitate de inventator o serie de brevete (peste 20) cu referire la masini cu magneti permanenti, masini hibride si infasurari pentru masini electrice de c.a.. si a publicat sau comunicat zeci de lucrari stiintifice in domeniu. A condus pina in prezent 5 contracte de cercetare in cadrul programului national RELANSIN si 4 contracte de cercetare in cadrul programului INVENT. **Colectivul de cercetare din ICPE-ME,** avind in dotare una dintre cele mai complete platforme de incercare experimentală a masinilor electrice de medie putere, este proiectantul multor serii unificate de motoare din Romania si detinatorul unui portofoliu semnificativ de lucrari stiintifice si brevete in legatura cu tema.

Partenerii din cadrul cercetarii stiintifice universitare din consortiu stabil (**Universitatea POLITEHNICA Bucuresti, Universitatea Tehnica Cluj-Napoca, Universitatea Craiova**), specialisti de larga recunoastere internationala, detin in cadrul centrelor de cercetare universitara (**centre de excelenta**) informatii, tehnica de calcul, mijloace de investigare stiintifica si echipamente de cercetare semnificative si au de asemenea realizari remarcabile in domeniu bazate pe teze de doctorat, brevete si lucrari stiintifice in periodice prestigioase. Cercetarile intreprinse in centrele universitare parte in consoritiu, cu rezultate notabile, **sunt de natura multidisciplinara integrind pe linga masina electrica sisteme electronice (convertoare) sau mecanice (actionari cu volant) asociate.**

Trebuie rearsat ca in echipele de lucru, indeosebi ale partenerilor din centrele de excelenta din Universitati (UPB, UTCN, UCV) **sunt atrasii, asa cum rezulta din listele de personal (anexele A2.2) un numar remarcabil de cercetatori si doctoranzi tineri** care, lucrind in echipa cu cercetatorii mai experimentati urmeaza a se forma profesional prin contributiile lor la dezvoltarea lucrarilor.

In fine, unul dintre partenerii din consortiu (**Comitetul Electrotehnic Roman**) este recunoscut international ca organism de interfatare a intregii legislatii romanesti din domeniul electrotehnic cu cea internationala.

6. SCHEMA DE REALIZARE A PROIECTULUI

Proiectul are ca finalitate proiecte tehnice dezvoltate (documentatii tehnice necesare inceperii pregatirii de fabricatie) pentru **trei familii de masini electrice hibride de c.a.** La baza proiectelor ce se vor elabora stau **cercetari teoretice** cu mijloace elevate de analiza si sinteza si **cercetari experimentale pe modele proiectate de colectivul de cercetare, realizate si incercate la standul de proba.**

O prima familie se refera la alternatoarele aflate in dotarea autoturismelor gindite sa corespunda cerintelor viitoare asa cum se disting din cercetarile bibliografice si din literatura de brevete. Ca masina de referinta ce se va dezvolta este alternatorul de 1,2 kVA capabil deci sa debiteze (la tensiunea standard actuala) un curent de circa 100A. Desigur ca se va avea in vedere si posibilitatea ca in viitor (3-5 ani) sa se generalizeze sistemul bazat pe tensiunea standard de 42 V.

A doua familie se refera la generatoare de conversie eoliana, masina de referinta ce se va dezvolta fiind cea de 10 kVA/150-240 rpm avind in vedere ca finalitate alimentarea unei gospodarii individuale cu posibilitati de debitare in retea a surplusului eventual de energie.

A treia familie se refera la motoare sincrone hibride cu magneti permanenti, destinate actionarilor in gama

larga de reglare a turatiei, pentru exemplificare actionarea principala a masinilor unelte. Motorul de referinta ce se va dezvolta pentru a sta la baza proiectului dezvoltat este motorul de 5,5 kW/5000 rpm max.

Implicarea partenerilor ofertanti organizati intr-un consortiu, in baza unui acord agreeat de colaborare, este realizata in fiecare etapa, sarcinile fiind realizate in comun, sub coordonarea conducatorului de proiect, cu anumite accentuati care tin de specificul fiecarui partener.

Astfel, ICPE-ME, in calitate de conducator de proiect are responsabilitati in probleme legate de studiu si analiza tehnica, stabilirea solutiei tehnice constructive, proiectare electromagnetica si constructiva, realizare si incercare modele functionale, analiza eficientei energetice pe familii de masini, integrarea si coordonarea tuturor activitatilor si interfatarea cu fabricantii de masini electrice de c.a.

Partenerii din centrele de cercetare universitara (UPB, UTCN, UCV) au responsabilitati in principal in probleme conexe studiilor si analizelor tehnice, elaborare de metodici specifice de calcul si analiza bazate pe analiza numerica 2D (3D) necesare definitivarii solutiilor constructive, realizarea de determinari experimentale ne-conventionale pentru elucidarea unor aspecte specifice, participarea la definitivarea temei de proiectare si a solutiilor tehnice finale. CER are responsabilitati in probleme legate de: studiu si analiza cu referire la standardizarea nationala si internationala in domeniu, elaborarea documentelor normative de produs, metodologii de determinari experimentale in raport cu recomandarile normelor europene, etc.

In planul de realizare, parte componenta a ofertei, **responsabilitatile si atributiile sunt specificate punctual pentru fiecare partener in fiecare etapa** si de asemenea partea financiara care revine de la bugetul proiectului ca acoperire a activitatilor realizate.

Se mentioneaza ca, asa cum se specifica in unele studii conexe tematicii cresterii eficientei conversiei energetice la nivel european⁵ nu toate partile implicate in proiecte de implementare a unor masini electrice cu eficienta ridicata (cercetator-proiectant, fabricant, utilizator, furnizor de energie, societate in general) sunt suficient de motivati. In speta este vorba de fabricantul de masini care, fiind la sfirsitul lantului studiu – cercetare – dezvoltare – fabricatie, in mod normal are de suportat toate cheltuielile de studiu, proiectare tehnica, proiectare tehnologica, cheltuielile cu SDV-urile aferente si introducerea in fabricatie a seriilor noi de masini. Este de la sine inteles ca **cercetarea de fata, fiind suportata de la bugetul cercetarii, reprezinta o contributie colectiva ceea ce implica o diseminare pe scara larga a rezultatelor catre toti potentialii fabricanti.**

Astfel, **rezultatele cercetarilor care se efectueaza in cadrul proiectului complex de fata urmeaza a se disemina pe scara larga tuturor fabricantilor de masini electrice din Romania** si in acest sens, tinind seama si de faptul ca ele se realizeaza intr-un consortiu din care fac parte un Institut de Cercetari de profil (ICPE-ME, Institutul de Cercetari pentru Masini Electrice Bucuresti), trei centre de cercetare universitara ca institutii publice (Universitatea POLITEHNICA din Bucuresti, Univesitatea Tehnica din Cluj-Napoca si Universitatea din Craiova) si Comitetul Electrotehnic Roman ca institutie ONG cu profil de cercetare de drept privat non profit, **sunt aplicabile prevederile art.3 pct.2, al.c) din regulamentul de aplicare a legii 143/1999 cu modificarile ulterioare privind ajutorul de stat.**

Tinind seama de prevederile invocate, ajutorul de stat nefiind implicat, **costurile cercetarii urmeaza a fi acoperite in proportie de 100% de la bugetul programului**, fara cofinantari din fonduri exterioare proiectului.

Schema de realizare este detaliata pe etape si activitati in tabelul 2.

7. REZULTATE / BENEFICII ȘI SCHEMA/ PLANUL DE VALORIFICARE/ DISEMINARE

Rezultatele asteptate nu sunt imediate, ele nu apar in mod natural dupa finalizarea cercetarii. Implementarea lor in cadrul fabricatiilor de masini electrice din Romania necesita nu doar cheltuieli de pregatire de fabricatie dar si costuri de investitie suplimentare pentru utilizatorii finali. Accelerarea aparitiei acestor rezultate poate fi facuta printr-o politica sistematica, cu caracter institutional coercitiv din partea autoritatilor care guverneaza producerea si utilizarea energiei precum si protectia mediului in Romania. Masurile sunt cu caracter intensiv si extensiv si sunt conturate prin politicile de eficientizare a conversiei de energie la nivel european unde dificultatile de implementare sunt aceleasi⁶.

Rezultatele pot fi cuantificate din punct de vedere macroeconomic si microeconomic. Pe termen mediu este demonstrat ca orice utilizator care procedeaza la ridicarea sensibila a eficientei energetice a receptorilor

⁵ A se vedea articolul lui Hans de Keunelaer "Energy efficient motor driven system", http://energyefficiency.jrc.cec.eu.int/pdf/HEM_lo_all%20final.pdf, cap.3, "Market barriers"

⁶ A se vedea Hans de Keunelaer, "Energy efficient motor driven system", http://energyefficiency.jrc.cec.eu.int/pdf/HEM_lo_all%20final.pdf, cap.2 si 5.

proprii isi recupereaza investitia intr-un timp intre 1-3 ani. Exista in prezent in Romania mai multe asociatii profesionale care monitorizeaza politica energetica si in special producerea de energie din surse regenerabile, cazul conversiei eoliene. Pasii facuti in Romania pina acum sunt nesemnificativi dar activitatile in aceasta directie trebuie accentuate. Solutionarea proiectelor de generatoare eoliene hibride, destinate sa functioneze in sistemul denumit „direct-drive” adica prin cuplare directa la turbina eoliانا, fara multiplicator de turatie, poate constitui un inceput prin avantajele simplitatii, a compactitatii solutiilor tehnice, a eficientei energetice remarcabile si a posibilitatilor simple de reglare si monitorizare.

Rezultatele cercetarilor avind la baza modele experimentale testate la bancul de proba, materializate in proiecte tehnice dezvoltate pe gabarite si tipodimensiuni, cu aplicabilitate la masini electrice hibride (cu magneti permanenti si excitatie electromagnetica), vor fi diseminate pe scara larga fiind puse la dispozitia fabricantilor de masini electrice si echipament electric auto din Romania in mod nediscriminatoriu ca urmare a finantarii lucrarilor de la bugetul de stat.

In cazul in care pe parcursul cercetarilor apar elemente si informatii care necesita clasificare sau protectie intelectuala se va proceda ca atare cu respectarea tuturor reglementarilor in vigoare.

8. IMPACTUL TEHNIC, ECONOMIC SI SOCIAL

Impactul tehnic este definit de introducerea in fabricatie, in urmatorii ani, a unor serii de masini electrice de curent alternativ, in constructie hibrida (magnetii permanenti si bobine de excitatie), cu eficienta energetica ridicata, in deplina concordanta cu tendintele europene si mondiale. Consortiul european al producatorilor de motoare electrice CEMEP si programul european „Motor Challenge”, care are ca instrument operational baza de date EuroDEEM a masinilor electrice cu eficienta ridicata introduse in fabricatie si vindute, invita participarea tuturor fabricantilor la aplicarea conceptului. Desigur, costurile implementarii trebuie repartizate intre toti factorii, avind uneori caracter difuz cum este cazul impactului asupra mediului (milioane de tone CO₂ mai putin emis in atmosfera, cu efecte asupra protectiei mediului, prin arderea in centrale a unor cantitati reduse de combustibil primar ca urmare a punerii in functiune a unor echipamente bazate pe surse regenerabile de energie.

Impactul social major poate fi realizat prin inceperea furnizarii de echipamente eoliene complete, inclusiv asigurarea indeplinirii reglementarilor legale in raport cu autoritatea nationala in domeniul energiei (ANRE), echipamente constituite din turbina eoliانا, generatorul sincron hibrid cu cuplare directa, sistemul electronic de redresare/inversare si sistemul de monitorizare si comanda. ICPE-ME, furnizor in prezent de generatoare eoliene, urmeaza sa integreze si celelalte parti ale echipamentului astfel ca, probabil incepind cu 2009, sa poata furniza sisteme de puteri nominale pina la 15 kVA/180 rpm.

De asemenea perspectiva asimilarii in tara de alternatoare auto hibride ar putea constitui un impact in conditiile in care in prezent o singura firma (ECOAIR) furnizeaza asemenea alternatoare (poate nu intimplator proiectate si realizate de un roman, dr. Costin IFRIM).

Cercetarea are si menirea de a pune in valoare un potential stiintific existent in centrele de cercetare universitara care isi va gasi finalitatea intr-o lucrare ampla, cu rezultate certe in legatura cu eficientizarea utilizarii energiei si cu efecte asupra protectiei mediului.

9. MANAGEMENTUL PROIECTULUI

Managementul proiectului va fi in principal in sarcina specialistilor din unitatea ofertanta (ROR-IMM), care are o bogata experienta in probleme de proiectare serii unificate de masini electrice. Echipa de cercetare are in componenta membrii cu adinca specializare in domeniul proiectarii optime a seriilor de masini de uz general sau specializate, de analize economice si de proiectare tehnologica.

Se preconizeaza analize lunare a stadiului lucrarilor si monitorizare a unor eventuale ne-conformitati cu planul de realizare si intreprinderea masurilor de eliminare a acestora. Se vor lua masuri ca rezultatele sa fie facute cunoscute de indata ce ele apar si sunt verificate experimental printr-o comunicare continua prin sistemul de internet.

Avind in vedere colaborarea la realizarea produsului dintre compartimentele de cercetare si de microproductie din ROR-IMM responsabilitatea conducerii proiectului va fi asigurata functie de fazele de executie de catre unul dintre acestea (conducerea stiintifica, respectiv tehnica a ICPE-ME). Se va analiza periodic desfasurarea activitatilor preconizate impreuna cu partenerii si se vor aduce corectiile necesare in vederea obtinerii rezultatelor impuse. Echipa de lucru care va asigura desfasurarea activitatilor este eterogena, continind specialisti in masini electrice, electronica de putere, compatibilitate electromagnetica, proiectare electromagnetica, proiectare mecanica, ingineria calitatii si analize tehnico-economice. La momentul potrivit dar cit mai curind posibil se vor desfasura analize economice cu referire la determinarea oportunitatilor de

asimilare a seriei zero, inclusiv a ordinii temporale, respectiv esalonarea lucrarilor de dezvoltare a SDV-urilor si pregatirea fabricatiei.

In vederea documentarii la zi asupra realizarilor altor firme producatoare de masini electrice s-au preconizat, **ca actiuni suport de management a proiectului, participari de informare la un tirg international traditional in cursul anilor 2006/2008 si la o conferinta internationale traditionale in domeniul masinilor electrice (ICEM)**, pentru care s-a preconizat o cheltuiala eligibila de pina la 5% din valoarea finantarii de la buget departajata intre partenerii la consortiu in mod proportional in raport cu activitatile principale.

10. DESCRIEREA RESURSELOR NECESARE PENTRU REALIZAREA PROIECTULUI

Se solicita de la bugetul programului, in baza planului de realizare care contine etape distincte si activitati in fiecare etapa de cercetare aplicativa (dezvoltarea de metode noi de calcul, analiza si sinteza optima, tehnici de incercare, proiectare si experimentari pe modele) suma de 1.500.000 lei care sa acopere necesarul de resurse umane, materiale si cu referire la dotari (constructie institutionala) necesare realizarii temei.

Cu referire la dotari se face mentiunea ca in afara echipamentelor absolut necesare testarii masinilor electrice sincrone in constructie hibrida in conformitate cu prevederile standardelor in vigoare (surse, echipamente de tip dinam-frina de diferite dimensiuni, echipamente de masura, tehnica de calcul de proiectare si analiza) urmeaza a se achizitiona, conform legislatiei aferente, echipamnte performante de ultima ora de achizitie si prelucrare date in timp real si interfatat cu calculator PC de tip osciloscop Tektronix THS 720P inclusiv sonde speciale de masura, traductoare de cuplu dinamic de tip Hottinger-Baldwin precum si doua sisteme de calcul PC de mare capacitate inclusiv imprimanta A3 in vederea elaborarii proiectelor.

Aceasta dotare suplimentara este minimala tinind seama ca in elaborarea lucrarilor de cercetare si dezvoltare se vor utiliza inclusiv echipamente de calcul si incercare existente in centrele universitare (UPB, UTCN) care sunt parte in consortiu.

ANEXA LA FORMULARUL B: Referiri la literatura de brevete in domeniul masinilor electrice hibride (cfm. pct. 2)

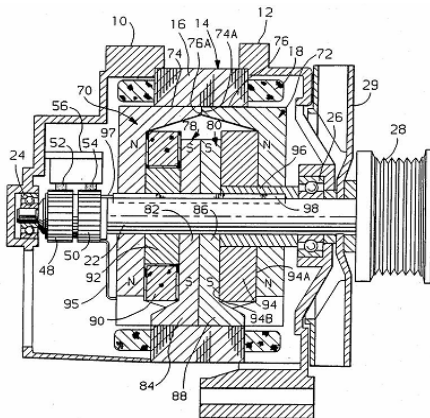


Figura 1 (Radomski, 1989)

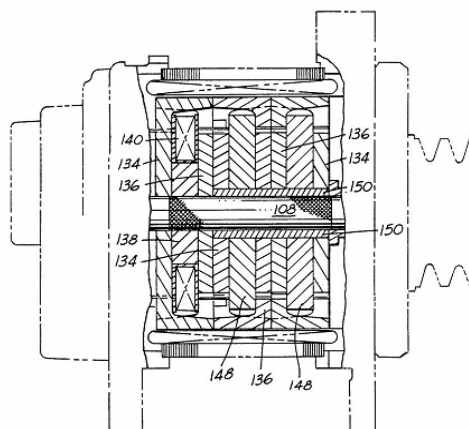


Figura 2 (Arora, 1990)

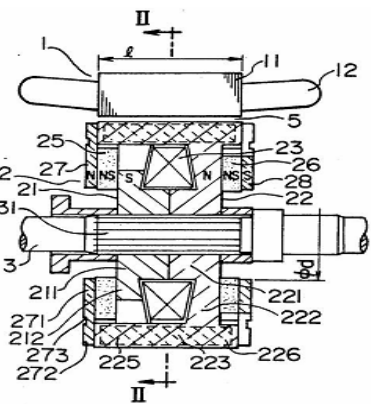


Figura 3 (Kusase, 1992)

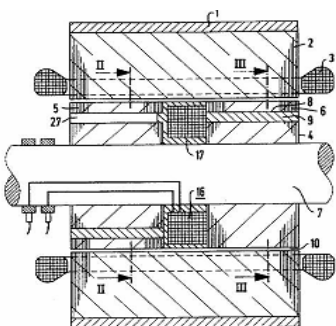


Figura 4 (Brandes, 1997)

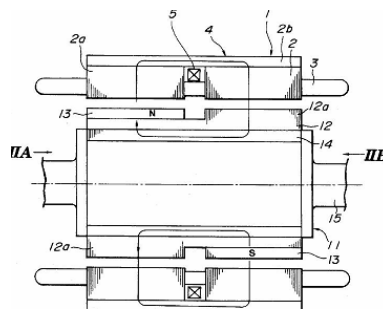
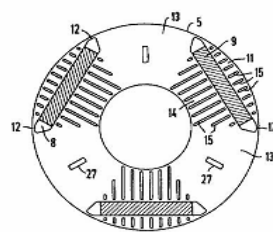
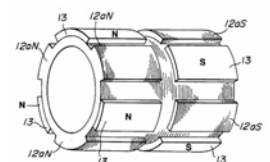


Figura 5 (Mizuno, 1997)



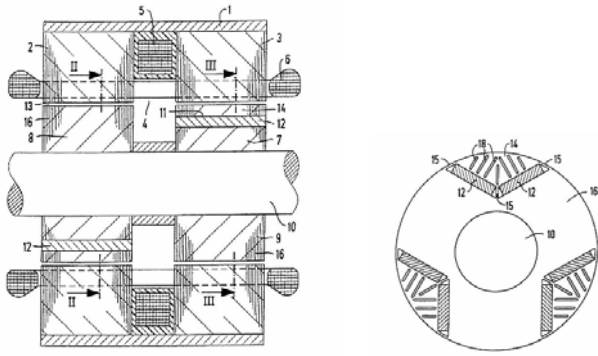


Figura 6 (Schuller, 1998)

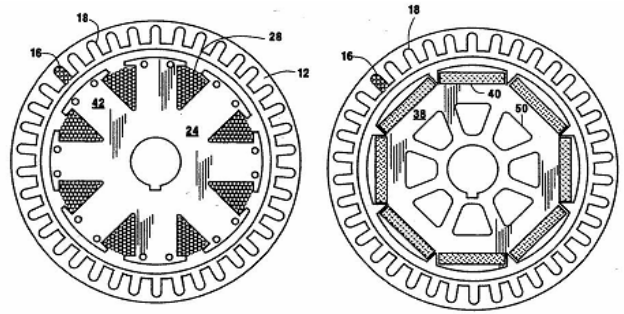


Figura 7 (Syverson, 1995)

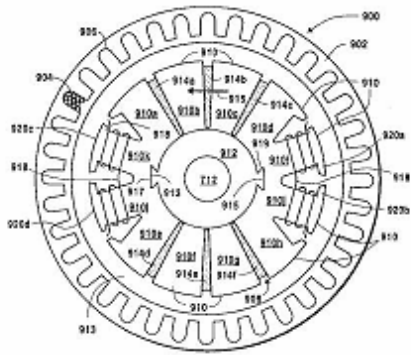


Figura 8 (Syverson, 2001)

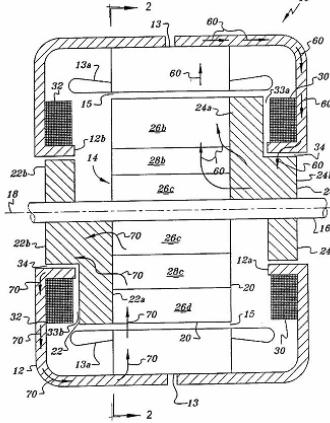


Figura 9 (Costin Ifrim, 2005)

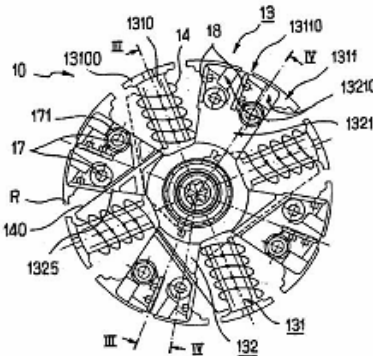


Figura 10 (Akemakou, 2004)

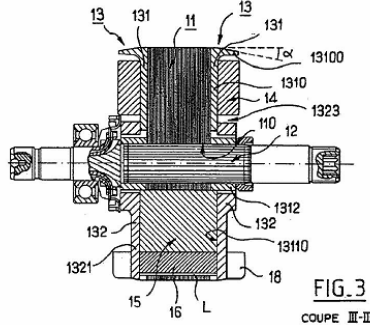


Figura 11 (Thomas Lipo, 2000)

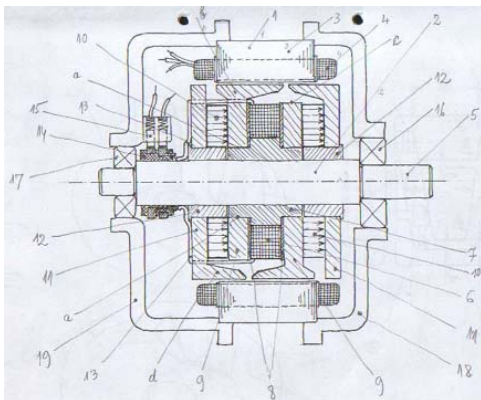
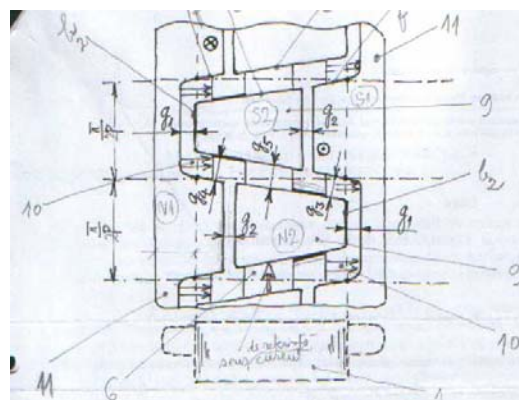


Figura 12 (Demeter & col., brevet romanesc, ICPE-ME 2003, RO-118.347)



Tabelul 2. Schema de realizare a proiectului

Anul	Etape/ Activități/ Parteneri	Termene	Rezultate/ Documente de prezentare a rezultatelor	Necesar resurse financiare planificate	
				Finanțare din buget (RON)	Valori relative (%)
2006	Etapa I STUDIU, ANALIZA SI EXPERIMENTARI PE MODELE DE REFERINTA	30 SEPT 2006	Studiu Buletin de incercare Raport tehnic	150.000	10,00
	Activitate I.1 Studiu preliminar si analiza tehnica in raport cu situatia masinilor electrice de c.a. cu sistem hibrid de excitatie (magneti permanenti si infasurari) pe plan european si mondial.	30 SEPT 2006.	Studiu tehnic preliminar	50.000	3,33
	Activitate I.2 Experimentari pe modele de referinta (masini electrice cu magneti permanenti si infasurari, respectiv colivie de pornire si/sau amortizare)	30 SEPT 2006	Buletine de incercare si rapoarte tehnice cu fixarea temei de proiectare	70.000	4,66
	Activitate I.3 Analiza privind standardizarea internationala (CEI) in domeniu cu referire la definirea performantelor si a metodelor de masurare (performante energetice si de pornire, metode de incercare) si situatia armonizarii standardizarii din Romania.	30 SEPT 2006	Raport tehnic	30.000	2,00
2006	Etapa II ELABORAREA DE METODE SPECIFICE DE PROIECTARE PENTRU CONFIGURATII HIBRIDE. PROIECTARE MODEL EXPERIMENTAL GENERATOR SINCRON HIBRID (CU MAGNETI PERMANENTI SI EXCITATIE ELECTROMAGNETICA) 1,2 kVA, 1000-3500 rpm	15 DEC 2006	Metode numerice avansate de proiectare. Proiect constructiv (documentatie tehnica de executie) pentru generator sincron hibrid de 1,2 kVA, 1000-3500 rpm, gab. 100L	320.000	21,33
	Activitate II.1 Analiza metodelor de reducere a cuplurilor pulsatorii de agatare in structuri crestate cu magneti permanenti cu aplicare la proiectul de model experimental de masina sincrona cu sistem hibrid de excitatie. Sinteza realizarii cunoscute in literatura de specialitate	15 DEC 2006	Raport tehnic. Metodologii de calcul al efectelor ponderomotorice in structuri magnetice hibride.	90.000	6,00
	Activitate II.2 Aplicarea metodelor de analiza numerica (FEM) 3D in structuri statorice crestate asociate cu poli "gheara" si magneti permanenti, cu aplicare la proiectul de model experimental de masina sincrona cu excitatie hibrida	15 DEC 2006	Raport tehnic. Metodologie si rezultate de calcul.	90.000	6,00
	Activitate II.3 Proiect de model experimental Generator sincron cu excitatie hibrida 1,2 kVA, 1000-3500 rpm, gabarit 100L pentru aplicatii domeniul echipamentelor electrice auto	15 DEC 2006	documentatie tehnica de executie pentru generator sincron hibrid de 1,2 kVA, 1000-3500 rpm, gab. 100L	140.000	9,33
2007	Etapa III REALIZARE SI INCERCARI EXPERIMENTALE MODEL EXPERIMENTAL GENERATOR HIBRID 1,2 KVA, 1000-3500 RPM, GABARIT 100L	30 IUN 2007	Realizare model (document de avizare) Experimentari model (Raport de incercare) generator sincron hibrid de 1,2 kVA, 1000-3500 rpm, gab. 100L	225.000	15,00

	Activitate III.1 Realizare model experimental generator sincron hibrid 1,2 KVA, 1000-3500 rpm, gabarit 100L si elaborarea documentului normativ de produs (caiet de sarcini preliminar)	30 IUN 2007	Raport tehnic. Caiet de sarcini cu definirea metodologiilor de incercare. Document de avizare interna (conformitate) executie model in raport cu proiectul de model experimental	125.000	8,33
	Activitate III.2 Incercari model experimental generator sincron hibrid 1,2 KVA, 1000-3500 rpm, gabarit 100L in conformitate cu documentul normativ. Investigarea functionarii la putere nominala in gama de turatie prescrisa si elaborarea raportului de incercare. Evidentierea aspectelor de eficienta energetica in functionare model	30 IUN 2007	Raport tehnic. Raport de incercare in conformitate cu prevederile Caietului de sarcini al modelului Concluzii preliminare privind eficienta energetica	100.000	6,66
2007	Etapa IV ELABORAREA DE SOLUTII CONSTRUCTIVE FUNCTIONALE, EFICIENTE ENERGETIC, PENTRU MASINI SINCRONE HIBRIDE. PROIECTARE GENERATOR SINCRON EOLIAN HIBRID DE 10 kVA/150-240 RPM SI MOTOR SINCRON HIBRID 5,5 kW/5000 rpm (max) CU FUNCTIONARE IN REGIM DE SLABIRE DE CIMP	15 NOV 2007	Documentatii tehnice complete de executie, inclusiv caiet de sarcini cu conditii tehnice complete si metodologie de incercare	250.000	16,66
	Activitate IV.1 Elaborarea solutiei tehnice constructive si functionale pentru masini sincrone hibride, proiectare generator sincron hibrid 10 kVA/150-240 rpm pentru conversia energiei eoliene in amplasamente izolate	15 NOV 2007	Documentatie tehnica completa de executie si incercare generator eolian hibrid	125.000	8,33
	Activitate IV.2 Elaborarea solutiei tehnice constructive si functionale pentru masini sincrone hibride, proiectare motor sincron hibrid 5,5 kW/5000 rpm (max) pentru functionare in regim de slabire de cimp	15 NOV 2007	Documentatie tehnica completa de executie si incercare motor sincron cu magneti permanenti functionind in regim de slabire de cimp	125.000	8,33
2008	Etapa V VERIFICAREA SOLUTIILOR CONSTRUCTIVE FUNCTIONALE, EFICIENTE ENERGETIC, PENTRU MASINI SINCRONE HIBRIDE. REALIZARE SI TESTARE EXPERIMENTALA GENERATOR SINCRON HIBRID 10 kVA/150-240 RPM SI MOTOR SINCRON HIBRID 5,5 kW/5000 rpm (max) CU FUNCTIONARE IN REGIM DE SLABIRE DE CIMP	30 MAI 2008	Documentatie de atestare realizare modele functionale Rapoarte tehnice de testare experimental	180.000	12,00
	Activitate V.1 Realizare si testare experimentale a generatorului sincron hibrid de 10 kVA, 150-240 rpm cu simularea functionarii in aplicatii specifice (alimentare grupuri moto-pompe, utilizatori izolati, debitare in retea)	30 MAI 2008	PV de executie model functional Raport de incercare	90.000	6,00
	Activitate V.2 Realizare si testare experimentale a motorului sincron hibrid de 5,5 kW/5000 rpm (max) cu alimentare de la invertor static de frecventa, functionare in regim de turatie variabila si slabire de cimp	30 MAI 2008	PV de executie model functional Raport de incercare	90.000	6,00

2008	Etapa VI ELABORARE PROIECT TEHNIC DEZVOL- TAT SERIE UNITARA DE MASINI SINCRONE HIBRIDE (CU MAGNETI PERMANENTI SI EXCITATIE ELECTROMAGNETICA) CU APLICATII IN REGIM DE GENERATOR SIN- CRON FUNCTIONIND LA TURATIE VARIA- BILA RESPECTIV MOTOR SINCRON FUNC- TIONIND IN REGIM DE SLABIRE DE CIMP. ELABORAREA CONCLUZIILOR, A RECO- MANDARILOR FINALE SI DISEMINAREA PE SCARA LARGA A REZULTATELOR	30 SEP 2008	Proiect tehnic dezvoltat de masini electrice cu excitatie hibrida gab.90-132 (motoare) si 132-280 (generatoarele eoliene). Diseminare prin elaborare CD si comunicare la fabricantii de masini electrice din Romania Lucrare de sinteza in revista EEA-ELECTROTEHNICA	300.000	20,00
	Activitate VI.1 Elaborare proiect tehnic dezvoltat serie unitara de masini sincrone hibride (cu magneti permanenti si excitatie electromagnetica) cu aplicatii in regim de generator sincron functionind la turatie variabila respectiv motor sincron functionind in regim de slabire de cimp.	30 SEP 2008	Proiect tehnic dezvoltat de masini electrice cu excitatie hibrida gab.90-132 (motoare) si 132-280 (generatoare eoliene)	250.000	16,66
2008	Activitatea VI.2 Elaborarea concluziilor, a recomandarilor finale si diseminarea pe scara larga a rezultatelor	30 SEP 2008	Concluzii finale. Diseminare prin elaborare CD si comunicare la fabricantii de masini electrice din Romania Lucrare de sinteza in revista EEA-ELECTROTEHNICA	50.000	3,33
2006 - 2008	Etapa VII (ACTIUNI SUPORT/C2) – se vor preciza la perfectarea contractului in limita a max. 5% din valoare contractului sau se vor emite acte aditionale de specificare la inceputul fiecarui an calendaristic al cercetarii Participare la tirg international (Hanovra) 2006/2007/2008 Participare la Conferinte internationale (exemplu: International Conference on Electrical Machines- ICEM'2006, 2008)	2006-2008	Rapoarte tehnice de deplasare Lucrari stiintifice elaborate si acceptate in tematica conferintei cu referire la tema de cercetare	75.000	5,00