

## **Raport final: analiza obiectivelor**

**Proiect nr. 248/2014:** *Îmbunătățirea tehnologiei de fabricație a acumulatorilor plumb-acid în vederea utilizării lor în industria automobilelor start-and-stop (ROMBSS)*

**Cod depunere: PN-II-PT-PCCA-2013-4-1226**

**Perioada: 01.07.2014 - 30.09.2017**

# Cuprins

<b>1</b>	<b>Obiective prevăzute</b>	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>Gradul de atingere al rezultatelor și impactul rezultatelor: etapa 1</b>	<b>1</b>
2.1	Acordul de colaborare între parteneri . . . . .	1
2.2	Studii și elaborare software . . . . .	1
<b>3</b>	<b>Gradul de atingere al rezultatelor și impactul rezultatelor: etapa 2</b>	<b>2</b>
3.1	Fabricare și caracterizare de aliaje . . . . .	2
3.2	Sinteză și analiză de aditivi pentru masa activă . . . . .	2
3.3	Testare celule . . . . .	2
<b>4</b>	<b>Gradul de atingere al rezultatelor și impactul rezultatelor: etapa 3</b>	<b>2</b>
4.1	Fabricare și caracterizare de aliaje . . . . .	2
4.2	Sinteză și analiză de aditivi pentru masa activă . . . . .	3
4.3	Testare celule . . . . .	3
<b>5</b>	<b>Gradul de atingere al rezultatelor și impactul rezultatelor: etapa 4</b>	<b>3</b>
5.1	Optimizarea componentelor pentru fabricare electrod . . . . .	3
5.2	Sinteză și analiză de aditivi pentru masa activă . . . . .	3
5.3	Testare celule . . . . .	3
<b>6</b>	<b>Indicatori cantitativi</b>	<b>4</b>
6.1	Articole ISI publicate cu menționarea proiectului . . . . .	4
6.2	Articole ISI trimise spre publicare . . . . .	5
6.3	Cereri brevete . . . . .	5
6.4	Conferințe . . . . .	6
6.5	Produse . . . . .	7
6.6	Studii . . . . .	8
<b>7</b>	<b>Rezultate importante</b>	<b>8</b>
7.1	Metoda de determinare a distribuției de curent în electrozii bateriilor plumb-acid . . . . .	8
7.2	Implementarea spectroscopiei de impedanță ca metodă de analiză a calității produselor Rombat . . . . .	9
<b>8</b>	<b>Anexa: Scrisoarea adresată de Rombat SA către INCDTIM la încheierea proiectului</b>	<b>10</b>

## 1 Obiective prevăzute

- Obiectiv etapa 1: obiectivul etapei a fost acela de a oferi baza teoretică necesară pentru implementarea proiectului.

Rezultate așteptate: Protocol de colaborare între parteneri. Date teoretice asupra modului de optimizare al conținutului aliajelor de plumb

- Obiectiv etapa 2: Obiectivul principal al etapei a fost acela de a produce și testa noi componente ale bateriilor plumb-acid în vederea îmbunătățirii proprietăților funcționale ale acestora. Rezultate așteptate: Fabricarea și caracterizarea de aliaje cu proprietăți îmbunătățite . Fabricarea și caracterizarea de aditivi pentru masa activă, cu proprietăți îmbunătățite.
- Obiectiv etapa 3/4 : a fost acela de a perfecționa și testa metodele propuse anterior pentru fabricarea componentelor bateriilor plumb-acid în vederea îmbunătățirii proprietăților funcționale ale acestora. Rezultate așteptate: Fabricarea și caracterizarea de aliaje și aditivi pentru masa activă . Implementarea rezultatelor obținute în modele experimentale funcționale ale acumulatorilor.

## 2 Gradul de atingere al rezultatelor și impactul rezultatelor: etapa 1

A fost pus la punct acordul de colaborare între parteneri. Activitățile desfășurate în cadrul proiectului se bazează pe regulile acestui acord care prevă informarea reciprocă, sistematică și constantă. Scopul informării este acela de a decide (i) evoluția proiectului (ii) modul de diseminare al rezultatelor.

De asemenea au fost elaborate studii ab-initio pentru determinare proprietăților aliajelor cu conținut mare de plumb (vezi raportul științific pe 2014)

### 2.1 Acordul de colaborare între parteneri

Ca și rezultat al modului de cooperare din cadrul proiectului menționăm extinderea colaborării prin aplicația pentru un nou proiect de cercetare făcut în comun de către INCDTIM și Rombat SA. De asemenea sunt în pregătire noi proiecte comune pe tematica bateriilor plumb-acid.

### 2.2 Studii și elaborare software

A fost elaborat un studiu complex incluzând analiza densităților de stări ale diverselor aliaje cu conținut mare de plumb în funcție de concentrație. Acesta a permis formularea de predicții asupra concentrațiilor optime de testat.

A fost elaborat un software de simulare a parametrilor de funcționare al bateriei la încărcare-descărcare, prin metoda circuitului electric echivalent.

Datele rezultate (prezentate pe larg în platforma on-line a proiectului) au oferit baza teoretică necesară pentru dezvoltarea proiectului, conform obiectivelor inițiale.

## **3 Gradul de atingere al rezultatelor și impactul rezultatelor: etapa 2**

### **3.1 Fabricare și caracterizare de aliaje**

Au fost produse și analizate un număr de 14 tipuri de aliaje Pb-X (unde X= combinații de Ca, Sn, Ag ). Punctul de pornire al acestor aliaje au fost studiile teoretice ab-initio asupra benzilor de energie în aliaje. Aliajele au fost fabricate în condiții de laborator și fost analizate în primă fază prin spectroscopie de raze X. De asemenea au fost analizate proprietățile electrochimice ale acestora prin analiza curbelor Tafel ale electrozilor din aliaj inserați în soluție de acid sulfuric. Pentru un număr redus de aliaje pentru care se pot obține rezultate promițătoare în viitor am făcut studii de corozimetrie, cu analiza dependenței rezistenței în timp, în mediu de acid sulfuric.

### **3.2 Sinteză și analiză de aditivi pentru masa activă**

Au fost sintetizați derivați organometalici ai unor elemente din grupele principale (Se, Te, Sn, Pb). Proprietățile electrochimice au fost analizate prin voltametrie ciclică și analiza Tafel.

Din punct de vedere teoretic am explorat proprietățile chimice/electrochimice pentru compuși organometalici, în vederea înțelegerii aprofundate a mecanismelor care stau la baza efectelor de transfer de sarcină. Au fost făcute studii asupra moleculelor adsorbite pe suprafețe metalice în prezența câmpului electric și studii ale proprietăților redox pentru sisteme cu potențiale aplicații.

### **3.3 Testare celule**

Pentru pregătirea etapelor finale ale proiectului, au fost testate celule-model pentru bateriile plumb acid, în vederea obținerii controlului asupra tehnicilor de laborator necesare manipulării electrozilor și efectuării măsurărilor.

Tot în această etapă am propus și dezvoltat o tehnică în întregime nouă pentru analiza distribuției curentului în electrozii pozitivi ai bateriilor plumb-acid. Metoda face obiectul unei cereri de brevet și este publicată în J. Phys D.

În concluzie, au fost atinse obiectivele etapei (i.e. fabricarea și caracterizarea componentelor optimizate pentru bateriile plumb-acid) și au fost pregătite rezultate din etapele următoare (fabricare și caracterizare de celule-test)

## **4 Gradul de atingere al rezultatelor și impactul rezultatelor: etapa 3**

### **4.1 Fabricare și caracterizare de aliaje**

În conformitate cu raportul științific se poate constata că au fost obținute următoarele categorii de rezultate. Au fost fabricate un număr de 12 aliaje cu conținut mare de plumb (elemente de aliere: Ca, Sn, Cu, Ag) conform cu datele teoretice (etapa 1), datele experimentale din etapa a doua respectiv cu discuțiile cu partenerul industrial. Acestea au fost caracterizate prin microscopie SEM și spectroscopie de raze X.

## 4.2 Sinteză și analiză de aditivi pentru masa activă

Au fost sintetizați și studiați compuși organometalici de tip  $(4\text{-MeC}_6\text{H}_4)_4\text{Pb}$  ca potențiali aditivi în masa activă. Au fost efectuate studii asupra comportamentului electrochimic al aliajelor respectiv al compușilor propuși ca aditivi la masa activă.

## 4.3 Testare celule

Au fost fabricate modele experimentale îmbunătățite ale acumulatorilor în vederea testării. Optimizarea acestora a fost făcută fie pe baza experienței anterioare, parțiale pe datele obținute prin simulare numerică. A caracterizare a acestor modele experimentale s-a făcut atât prin metode consacrate (încărcare-descărcare, eficiență versus număr de cicluri, spectroscopie de impedanță) cât și prin metode originale propuse de noi în etapele anterioare ale proiectului (termografie IR). Am pus un accent sporit pe tehnicile de impedanță, în vederea utilizării acestora în etapele ulterioare.

Toate aceste activități au condus la realizarea integrală a obiectivelor etapei.

# 5 Gradul de atingere al rezultatelor și impactul rezultatelor: etapa 4

## 5.1 Optimizarea componentelor pentru fabricare electrod

În etapa 4 au fost dezvoltate în continuare activitățile de analiză a aliajelor, respectiv ale compușilor propuși ca aditivi pentru masa activă. Pentru un număr redus de aliaje pentru care se pot obține rezultate promițătoare în viitor am făcut studii de corozimetrie, cu analiza dependenței rezistenței în timp, în mediu de acid sulfuric.

## 5.2 Sinteză și analiză de aditivi pentru masa activă

Au fost sintetizați și caracterizați o serie de plumbani ale căror proprietăți au fost investigate prin RMN, raze X, precum și prin metode de electrochimie. Au fost puse în evidență proprietățile care pot fi utile în fabricarea masei active a electrozilor pozitivi ai bateriilor plumb-acid.

## 5.3 Testare celule

Activitatea principală a fost aceea de fabricare și caracterizare de modele experimentale noi. Au fost produși electrozi pozitivi în întregime noi (i.e. nu au fost utilizate procedeele industriale standard). S-a plecat de la foaie de plumb care ca fost decupată artizanală, apoi a fost aplicată masa activă bucată cu bucată la Rombat. Acest lucru a permis înglobarea know-how -ului obținut în proiect în noile modele experimentale.

Acestea au fost testate în condiții care simulează testele industriale (SAE și EN). Eficiența și fiabilitatea modelelor produse a fost evaluată prin spectroscopie de impedanță. Rezultatele sunt pozitive, așa cum menționează scrisoarea trimisă de SC Rombat SA (vezi on-line).

Toate aceste activități au condus la realizarea integrală a obiectivelor proiectului.

## 6 Indicatori cantitativi

Prezentă mai jos o **listă selectivă cu indicatorii cantitativi cei mai importanți**, care atestă îndeplinirea obiectivelor proiectului.

### 6.1 Articole ISI publicate cu menționarea proiectului

- L. Buimaga-Iarinca et. al. "Predicting the properties of the lead alloys from DFT calculations", 2015, AIP Conference Proceedings, dx.doi.org/10.1063/1.4938441

Sunt analizate principiile utilizate în activitățile de optimizare a aliajelor prin DFT. Prezentăm datele obținute, sunb forma densităților de stări și a modului în care acestea evoluează în zona nivelului Fermi odată cu modificarea concentrațiilor elementelor de aliere.

- M. Streza et. al. "Distribution of current in the electrodes of lead-acid batteries: a thermographic analysis approach" JOURNAL OF PHYSICS D-APPLIED PHYSICS, 49 (5), 055503, 2016.

Este vorba despre metoda originală propusă de noi pentru evaluarea distribuției de curent pe suprafața electrodului pe durata descărcării (cerere de brevet, pe anul 2015). Metoda permite determinarea distribuției de curent pe baza analizei amprentei termine a curentului. Aplicarea ei necesită dezvoltarea unui software dedicat pentru calculul curentului ca și consecință a efectului termici, plus constantele de material pentru plumb, respectiv dioxid de plumb. Aplicabilitatea în cadrul proiectului este imediată, metoda fiind utilizată pentru evaluarea calității electrozilor fabricați în cadrul investigațiilor noastre.

- L. Buimaga-Iarinca et. al. "The Effect of the Electric Field on the  $\alpha$ GPC Interaction with Au(111) Surface: A First-Principles Study" JOURNAL OF PHYSICAL CHEMISTRY C, 120 (18), 9740-9749, 2016.

Studiul reprezintă o perspectivă fundamentală asupra modului de desfășurare a proceselor electrochimice la suprafață. Analiza modului în care o moleculă organică interacționează cu o suprafață de metal nobile în prezență și în absența câmpului electric constituie un model simplificat pentru modul în care reacțiile electrochimice au loc la suprafață. Analiza directă a acestor din urmă este prea complexă pentru a fi abordată direct, prin urmare am ales studii simplificate (i.e. suprafață de de metal nobile) care să permită extapolarea datelor prin înțelegerea aprofundată a proceselor electrochimice.

- A. Calborean et. al. "DFT study of Zn<sup>2+</sup> and Ni<sup>2+</sup> BCP8 bridled porphyrins: Theoretical correlations", Computational and Theoretical Chemistry, 1099 2935, (2017)

Articolul reprezintă un studiu din perspectiva proprietăților electrochimice asupra unor compuși care au potențialul de a fi utilizați ca aditivi în investigațiile privind funcționarea bateriilor. Rezultatele teoretice permit investigații mult mai puțin costisitoare decât cele experimentale pe de o parte. Pe de altă parte este posibilă extrapolarea rezultatelor în vederea obținerii unor informații teoretice asupra modului în care compuși organo-metalici pot influența procese electrochimice.

- A. Calborean et. al. "DFT charge transfer of hybrid molecular ferrocene/Si structures", Physica Scripta, 90, 055803 (2015)

Articolul conține analize similare cu cele prezentate în articolul discutat anterior.

## 6.2 Articole ISI trimise spre publicare

M. Streza et. al. "Statistical analysis of the current distribution in the electrodes of lead-acid batteries"

Articolul reprezintă o continuare a articolului din 2016 privind investigația calității electrozilor prin determinarea curentului din amprenta termică înregistrată pe parcursul descărcării bateriei. Mai precis, am aplicat metoda pentru studiul mai multor electrozi de diverse tipuri, după care am analizat statistic datele în vederea elaborării unor concluzii asupra calității acestora. Mai precis, prin medierea datelor obținute se pot face comparații între tipuri de electrozi. Am arătat astfel că este posibilă să punem în evidență un factor de calitate al electrodului pozitiv, factor care poate fi rezumat ca fiind o estimare a energiei disipate în electrod pentru alte procese decât generarea de curent (i.e. estimarea energiei disipată termic prin mai multe tipuri de procese).

Articolul este rezultatul unui studiu special care a fost făcut pe această temă (vezi mai jos).

## 6.3 Cereri brevete

Mai jos sunt listate/descrie cele **trei cereri de brevet depuse** ca urmare a activităților din cadrul proiectului.

- "Dispozitiv și procedeu pentru determinarea distribuției de curent în grilele electrod ale surselor electrochimice de putere"

Brevetul reprezintă unul din rezultatele cele mai importante ale proiectului. Propunem analiza distribuției curentului în electrozii pozitivi ai bateriilor prin analiza amprentei termice a acestora pe parcursul descărcării electrodului. Datele sunt colectate cu o cameră IR de înaltă rezoluție. Cu ajutorul unui software dedicat este trasată harta densității de curent în electrod, ceea ce permite dezvoltarea activităților de optimizare a formei și structurii electrodului.

- "Incintă cu mediu inert pentru diagnoza și optimizarea grilelor-electrod de acumulator"

În vederea implementării ultimei faze a proiectului a fost necesară testarea unor modele experimentale ale bateriilor plumb-acid. Principala problemă în aceste studii o constituie necesitatea de a proteja electrozii împotriva fenomenului de sulfatare. Dacă în bateriile comerciale acest efect este limitat prin sigilarea bateriei și limitarea cantității de aer care poate duce la sulfatarea electrodului, în cazul modelelor experimentale sigilarea incintei nu este o soluție practică, având în vedere că sunt necesare numeroase investigații care implică manipularea electrozilor. În acest caz, este necesară utilizarea unei incinte speciale care să permită atât manipularea convenabilă a electrozilor cât și protejarea acestora. Soluția găsită de noi a fost aceea de a produce o incintă cu mediu de argon care limitează efectul de sulfatare, prin prezența gazului nobil în interiorul său. Pe lângă acest aspect, celula este proiectată să permită studiile de termografie IR pentru determinarea calității electrozilor, și desigur, studiile standard de spectroscopie de impedanță, încărcare-descărcare etc.

- "Grilă metalică cu geometrie optimizată pentru electrodul pozitiv din acumulatorii plumb-acid"

Suportul metalic pe care este depusă masa activă joacă un rol esențial în prelungirea timpului de viață al bateriei. Prin stabilirea unui design optimal, modul de colectare al curentului (și implicit stresul electrochimic la care este supusă masa activă) poate varia în mod semnificativ. Pe de altă parte, optimizarea formei trebuie să țină cont și de cerințele industriale - mai precis reducerea consumului de plumb. Soluția propusă de noi are în vedere ambele deziderate și a fost realizată în vederea testării experimentale. Datele preliminare indică o îmbunătățire a calității electrodului prin metoda propusă de noi.

## 6.4 Conferințe

Conform discuțiilor avute în cadrul consorțiului, disemniarea prin conferințe a avut o pondere redusă în cadrul proiectului. O listă de conferințe internaționale la care am participat este prezentată mai jos.

- "Statistical analysis of the current distribution in the electrodes of lead-acid batteries", 2016 Prezentare Orala, Alpine NMR Workshop 2016, Cluj-Napoca, Romania.
- Formation and stability of structural defects in the crystalline structure of lead dioxide: a DFT study 2016 Poster The 7th International Conference "Distributed Computing and Grid-technologies in Science and Education" (GRID 2016)
- "Numerical algorithm for optimization of positive electrode in lead-acid batteries", International Conference Mathematical Modeling and Computational Physics, 2017 (MMCP2017), Dubna, Russia.
- "Optimisation of positive electrode in lead-acid batteries: from design to experimental tests", Procese Izotopice si Moleculare (PIM) 2017, Cluj-Napoca, Romania.



## 6.5 Produse

- Incintă pentru diagnoza și optimizarea grilelor pozitive ale acumulatorilor plumb-acid

Produsul este rezultatul activităților care au condus la cererea de brevet "Incinta cu mediu inert pentru diagnoza și optimizarea grilelor-electrod de acumulator" Vezi discuția detaliată acolo.

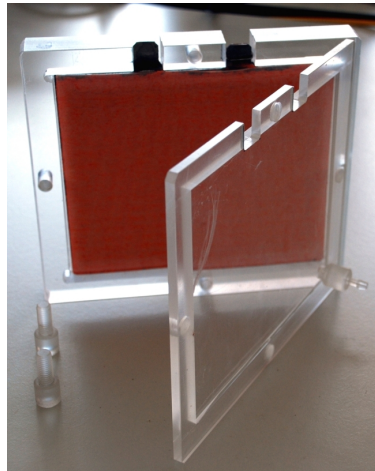


Figura 1: Produs: Incinta pentru diagnoza și optimizarea grilelor pozitive ale acumulatorilor plumb-acid

- Model experimental de baterie plumb-acid cu cinci variante constructive (i.e. modele de electrozi pozitivi)

Modelele au fost înglobate în celulele-test prezentate în raportul de fază din ultima etapă. Analiza lor este detaliată în rapoartele de fază și a fost făcută utilizând tehnici de ultimă oră, dintre care menționăm cele bazate pe utilizarea spectroscopiei de impedanță.



Figura 2: Produs: model experimental nou pentru acumulatori plumb-acid

## 6.6 Studii

- ”Studiu ab-initio al proprietăților aliajelor de plumb” Sunt prezentate / analizate în mod extensiv efectele pe care le au elementele de aliere (Ca, Sn, Ag, Ni, Cu, Fe, etc) în diverse concentrații, asupra densităților de stări la nivelul Fermi. Aceste date permit efectuare de predicții asupra stabilității aliajelor, predicții care au fost utilizate în activitățile experimentale din proiect.
- ”Analiza erorilor statistice in metoda de determinare a distribuției de curent in electrozii plumb-acid prin metoda termografica”

Studiul pune bazele analizei statistice a datelor produse prin metoda analizei IR. Sunt efectuate comparații sistematice între diverse tipuri de grile pentru a determina barele de eroare caracteristice metodei.

## 7 Rezultate importante

### 7.1 Metoda de determinare a distribuției de curent în electrozii bateriilor plumb-acid

Cel mai important rezultat obținut în cadrul proiectului îl reprezintă elaborarea și validarea metodei de analiza IR a calității electrozilor. Argumentele pentru acest fapt sunt următoarele:

- Constituie o metodă în întregime originală propusă de noi de la zero;
- Metoda este dezvoltată ca urmare a necesităților intrinseci ale proiectului și va fi folosită pe tot parcursului derulării acestuia pentru a stabili calitatea electrozilor fabricați de noi
- Metoda este complexă încluzând trei domenii de competență total diferite. Este vorba despre (i) dezvoltarea unui suport mecanic adaptat cerințelor impuse de abordare noastră (proiectare) (ii) înregistrarea de date de precizie privind distribuția de temperatură; în esență, sunt luate în calcul diferențe de temperatură la distanțe de ordinul zecimilor de milimetru (iii) dezvoltare de software specializat pentru pelucrare imaginilor, rezolvarea ecuațiilor și analiza statistică a datelor

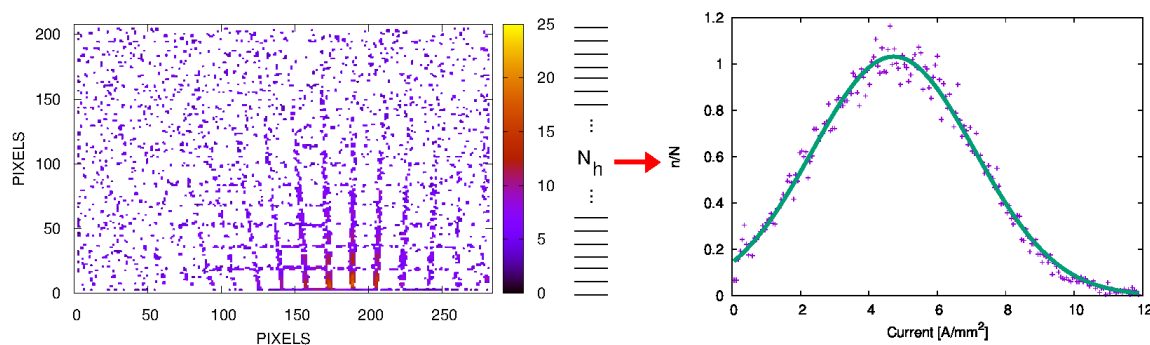


Figura 3: Reprezentare schematică a metodei de analiza bazată pe histograme de curenți extrăși din analiza termografică.

În rezumat, metoda integrează tehnici distincte, acoperind o arie mare de metode și tehnici științifice în vederea atingerii unui scop foarte specific, dezvoltat în cadrul proiectului.

Cel mai important rezultat este acela că prin analiza statistică a distribuției de curent din electrozii pozitivi cu diverse structuri se pot face distincții calitative între electrozi. Mai exact, odată cunoscută distribuția spațială a curentului în electrod, aceasta poate fi analizată în vederea optimizării funcționării electrodului.

Detalii privind metoda, implementarea sa și utilizarea practică au fost prezentate în rapoartele științifice ale etapelor 2 și 3 precum și în articolele și studiile indicate.

Se poate afirma că această metoda joacă un rol determinant în atingerea scopului final al proiectului - acela de a produce un electrod pozitiv cu performanțe superioare versiunii aflate în mod curent în producția ROMBAT SA.

## 7.2 Implementarea spectroscopiei de impedanță ca metodă de analiză a calității produselor Rombat

Spectroscopia de impedanță electrică (EIS) este o metodă care a avut o dezvoltare puternică în ultimii ani, ca metoda de analiză a stării de sănătate (SOH) a bateriilor (raportul dintre capacitatea maximă și capacitatea reală a bateriei la un moment dat).

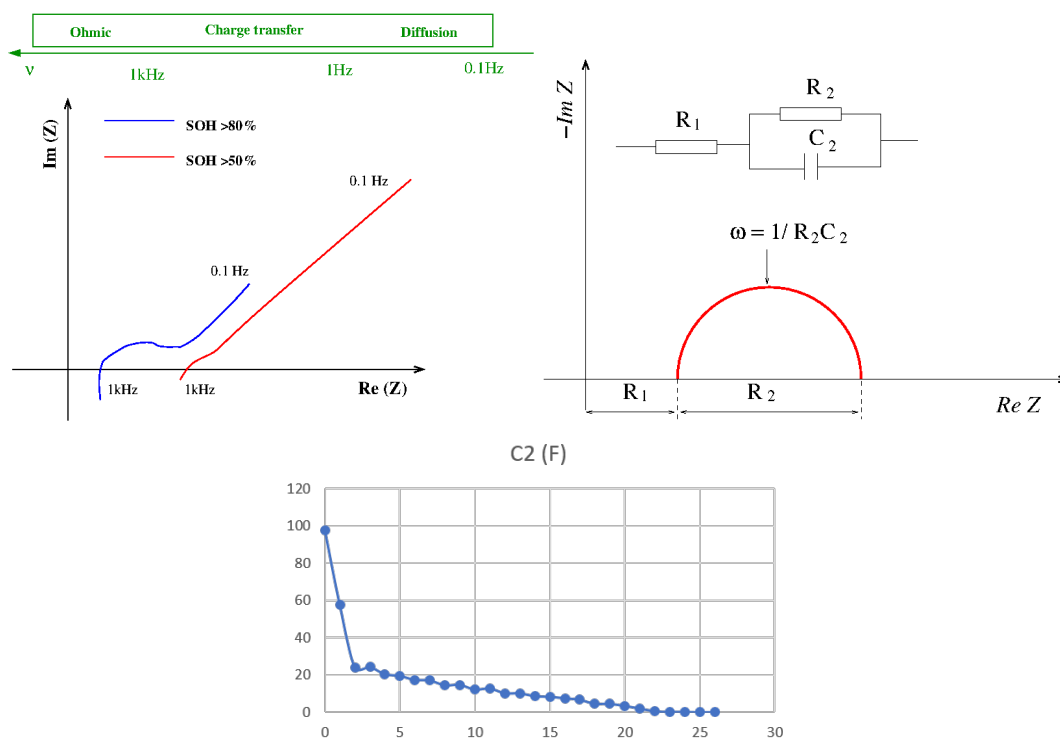


Figura 4: Reprezentare schematică a principiilor spectroscopiei de impedanță. Sunt puse în evidență domeniile de frecvență și semnificația lor fizică. Este indicat circuitul echivalent care reproduce diagramele Nyquist obținute în experimentele pe baterii, precum și evoluția capacității echivalente a circuitului pe parcursul ciclării de tip EN. Detalii sunt prezentate în raportul științific.

Interesul partenerului industrial pentru acest gen de analize este extrem de ridicat având în vedere că

studiile de calitate de tip EN și SAE (ciclare cu încărcare-descărcare repetată a bateriilor) sunt cerințe esențiale pentru piața auto.

Prin utilizarea spectroscopiei de impedanță este posibilă efectuarea de predicții privind comportarea bateriei pe parcursul unei serii de ciclare. Mai precis, studiile noastre au arătat că este posibil să prezicem durata de viață a bateriei după un număr relativ mic de cicluri (în jur de 10% din numărul total). Acest fapt este de interes major pentru industrie, unde analiza completă a unui produs nou poate dura până la șase luni. Analiza datelor de impedanță face posibilă eliminarea timpurie a produselor care nu sunt capabile să satisfacă testele de ciclare (i.e. a caror degradare este mai rapidă decât poate fi prevăzut).

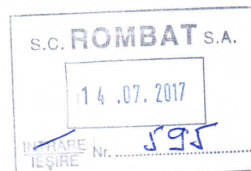
În acest fel creează premisele realizării de economii serioase prin eliminarea mostrelor care constituie rebuturi.

De asemenea, metoda permite evaluarea rapidă a calității noilor produse, ceea ce va face posibilă producerea de baterii cu caracteristici îmbunătățite în mod sistematic.

**Director de proiect**  
**Dr. Cristian Morari**

**Cluj-Napoca**  
**30.09.2017**

## **8 Anexa: Scrisoarea adresată de Rombat SA către INCDTIM la încheierea proiectului**



**ROMBAT**  
Member of Metair Group

În atenția D-lui Dr. Ing. Adrian Bot,

**Director General al Institutului Național Pentru Tehnologii Izotopice și Moleculare, Cluj Napoca**

Stimate Domnule Director,

Data de 30 Septembrie 2017 va marca încheierea proiectului de cercetare:

**“ÎMBUNĂTĂȚIREA TEHNOLOGIEI DE FABRICAȚIE A ACUMULATORILOR PLUMB-ACID ÎN  
VEDEREA UTILIZĂRII LOR ÎN INDUSTRIA AUTOMOBILELOR START AND STOP”,**

finanțat de UEFISCDI, având codul PN-II-PT-PCCA-2013-4-1226, director de proiect Dr. Cristian Morari.

Cu această ocazie dorim să ne exprimăm satisfacția și mulțumirea față de modul în care Instituțiile noastre au colaborat pe parcursul derulării proiectului.

În acest context, menționăm rezultatele care prezintă un interes particular pentru Rombat SA:

- ▲ a fost dezvoltată la INCDTIM o metodă originală pentru studiul distribuției de curent în electrozi pe timpul descărcării care va permite analiza calității electrozilor propuși spre fabricație;
- ▲ a fost implementată în comun o nouă metodă de analiză a calității bateriilor, bazată pe spectroscopia de impedență electrochimică;
- ▲ au fost construite la ROMBAT cinci noi modele experimentale pentru studiul bateriilor plumb-acid pornind de la informațiile dezvoltate în cadrul proiectului.

Aceste modele sunt în curs de testare la INCDTIM, testele urmând a fi efectuate în principal prin utilizarea tehnicilor sus-menționate în vederea analizei calității și fiabilității.

Ne exprimăm speranța că rezultatele obținute vor permite dezvoltarea colaborării între INCDTIM și ROMBAT atât în viitorul apropiat cât și pe termen mediu și lung.

Cu respect,

**Director General,**

Ioan Repeș



**Director Tehnic,**

Eugen Ilea

**Responsabil proiect ROMBAT,**

Ernest Csapo-Martinescu



E: rombat@rombat.ro  
T: +40 263 238160  
F: +40 263 234010

Drumul Cetății 4, Bistrița  
Bistrița-Năsăud  
420129, România