

Contractor: INCDIE ICPE CA

Cod fiscal : RO 13827850 (anexa la procesul verbal de avizare interna nr.)

De acord,
DIRECTOR GENERAL
Dr.ing. Nicolaie SERGIU

Avizat,
DIRECTOR DE PROGRAM
Dr.ing. Georgeta ALECU

RAPORT DE ACTIVITATE AL FAZEI

Contractul nr.: 35PN18240201/2018

**Proiectul: SISTEME DE CONVERSIE SI STOCARE EFICIENTA A ENERGIEI PENTRU
APLICATII IN INGINERIA ELECTRICA**

Faza: Studii, modele conceptuale si desene de executie sisteme de conversie si stocare energie.

Termen: 15.04.2018

1. Obiectivul proiectului:

Obiectivul general al proiectului consta in:

- realizarea si testarea unui model experimental de stocator supraconductor de energie in camp magnetic;
- realizarea și experimentarea unor materiale ceramice speciale pentru componentele pilei de combustie SOFC și realizarea unui model experimental de pilă de combustie elementară de tip SOFC.
- realizarea si testarea modelului functional de acumulator tip redox flow pentru aplicatii stationare de stocare a energiei
- cercetarea parcurilor fotovoltaice (CEF) din Romania in vederea stabilirii cauzelor degradarii premature a modulelor fotovoltaice, a vitezei de degradare a acestora si estimarea curbei de involutie a puterii nominale disponibile in Centrala Electrica Fotovoltaica (CEF).

2. Rezultate preconizate pentru atingerea obiectivului:

- model experimental de stocator supraconductor de energie in camp magnetic;
- model experimental de pila de combustie planara – SOFC;
- model functional de acumulator tip redox flow pentru aplicatii stationare de stocare a energiei;
- studiu experimental asupra cauzelor degradarii modulelor fotovoltaice, a vitezei de

degradare a acestora si estimarea curbei de involutie a puterii nominale disponibile in CEF.

3. Obiectivele fazei:

- elaborare model conceptual de stocator supraconductor de energie in camp magnetic.
- modelari numerice.
- elaborare desene de executie model experimental stocator de energie in camp magnetic.
- studiu referitor la directiile si tendintele de dezvoltare a pilelor de combustie cu electrolit solid (SOFC) in conformitate cu strategiile Uniunii Europene;
- elaborare model conceptual de pila de combustie cu electrolit solid;
- experimentari preliminare de obtinere material ceramic pentru catodul SOFC.

4. Rezultate preconizate pentru atingerea obiectivelor fazei:

- model conceptual de stocator supraconductor de energie in camp magnetic.
- studiu asupra directiilor si tendintelor de dezvoltare a pilelor de combustie SOFC
- model conceptual de pila de combustie SOFC

5. Rezumatul fazei: (maxim 5 pagini)

I. Stocator supraconductor de energie in camp magnetic

I.1. Elaborare model conceptual de stocator supraconductor de energie in camp magnetic (SMES)

Schema de principiu a unui SMES.

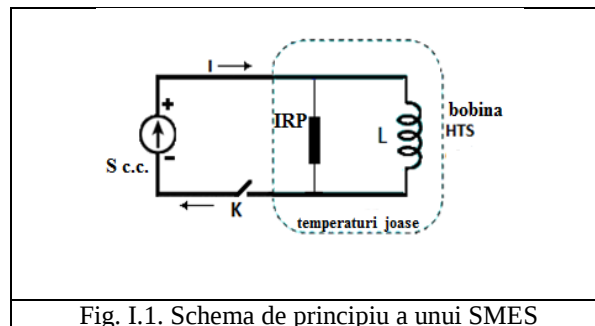


Fig. I.1. Schema de principiu a unui SMES

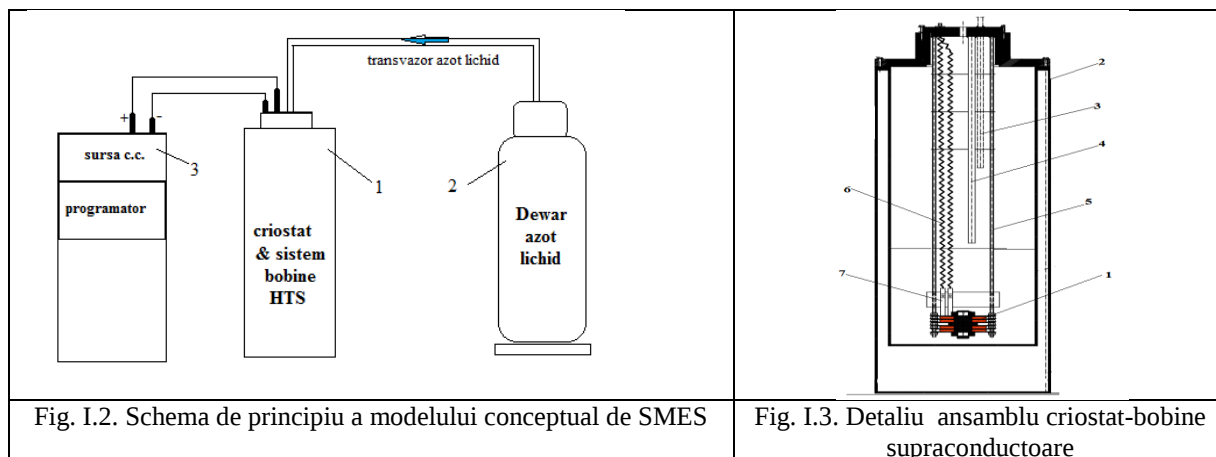
Un Sistem Supraconductor de Stocare a energiei in camp Magnetic (SMES) este alcătuit principial din următoarele parti componente:

- Bobinele supraconductoare (L)
- Întrerupătorul de regim persistent (IRP)
- Sursa programabilă de c.c. (Scc)
- Întrerupător (K)

Schema subliniază că atât bobina supraconductoare cât și întrerupătorul de regim persistent sunt plasate în zona temperaturilor joase datorită faptului că ambele sunt supraconductoare și necesită temperaturi criogenice.

Modelul conceptual de stocator supraconductor de energie in camp magnetic.

Acesta are următoarele parti componente (fig.I.2):



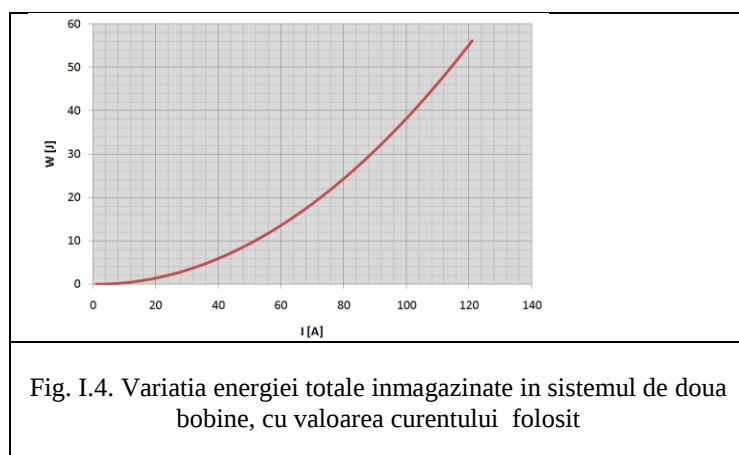
1. Ansamblul criostat- bobine supraconductoare, 2.Dewar azot lichid, 3.Sursa programabila de c.c
Ansamblul criostat – bobine supraconductoare, este alcatuit dintr-un criostat pentru azot lichid (capacitate 60l), cu pereti vidati pentru minimizarea pierderilor de azot lichid. Acesta este descris in detaliu in Fig. I.3. Acesta este alcatuit din urmatoarele parti principale 1. Ansamblu bobine HTS 2. Criostat 3,4. Tevi alimentare azot lichid/evacuare azot gaz. 5. Suporti ansamblu bobine HTS 6. Conductori cupru pentru alimentarea bobinelor HTS 7. Jonctiuni Cu-Cu.

Ansamblul de bobine supraconductoare poate consta in doua bobine (un galet dublu) sau un multiplu de doi ($n=2m$). In cazul unui ansamblu de m grupe a cate doua bobine (sau m galeti dubli), acestea sunt inseriate in scopul alimentarii unice a sistemului.

Constructia bobinelor supraconductoare se va efectua din material HTS de tip YBCO, sub forma de banda, de 6mm latime si 0,1 mm grosime, produsa de firma Superpower Inc.,

Bobinele supraconductoare vor fi realizate cu urmatoarele caracteristici geometrice: Diametrul exterior: 90 mm; Diametrul interior: 30mm; Grosime galet: 15 mm; Numar de spire/bobina: 215.

Calculul energiei inmagazinate in sistemul de bobine HTS



Energia inmagazinata in sistemul de bobine supraconductoare HTS este calculata cu relatia:

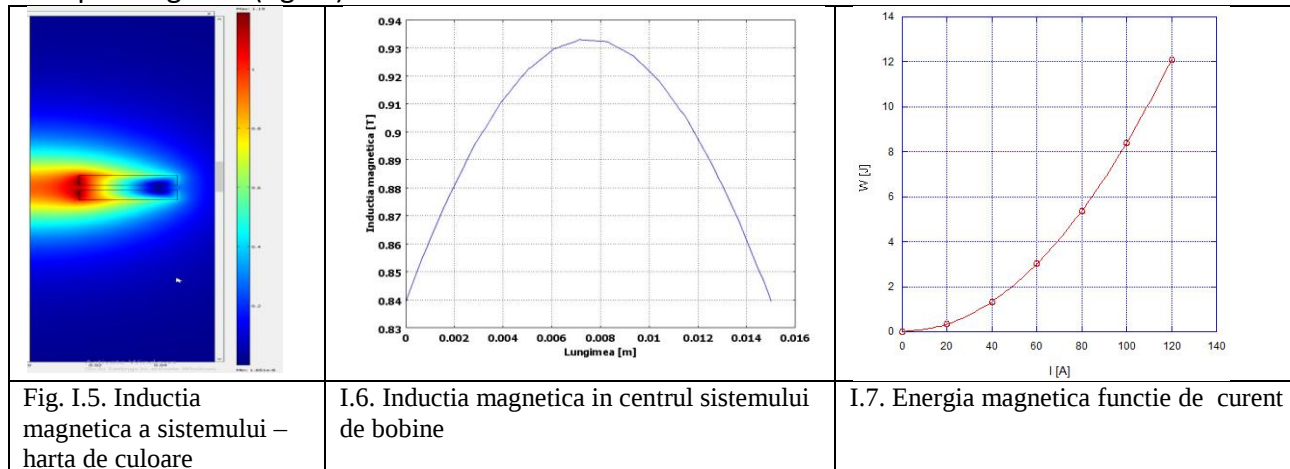
$$W = \frac{1}{2} L_1 I_1^2 + \frac{1}{2} L_2 I_2^2 + M I_1 I_2$$

Unde L_1 si L_2 sunt inductantele individuale a le celor doua bobine iar M inductanta mutuala a acestora. A fost calculata energia inmagazinata pentru valori ale curentului din bobine ciuprins intre 0--120A. rezultatele sunt prezentate in figura I.4.

I.2. Modelari numerice

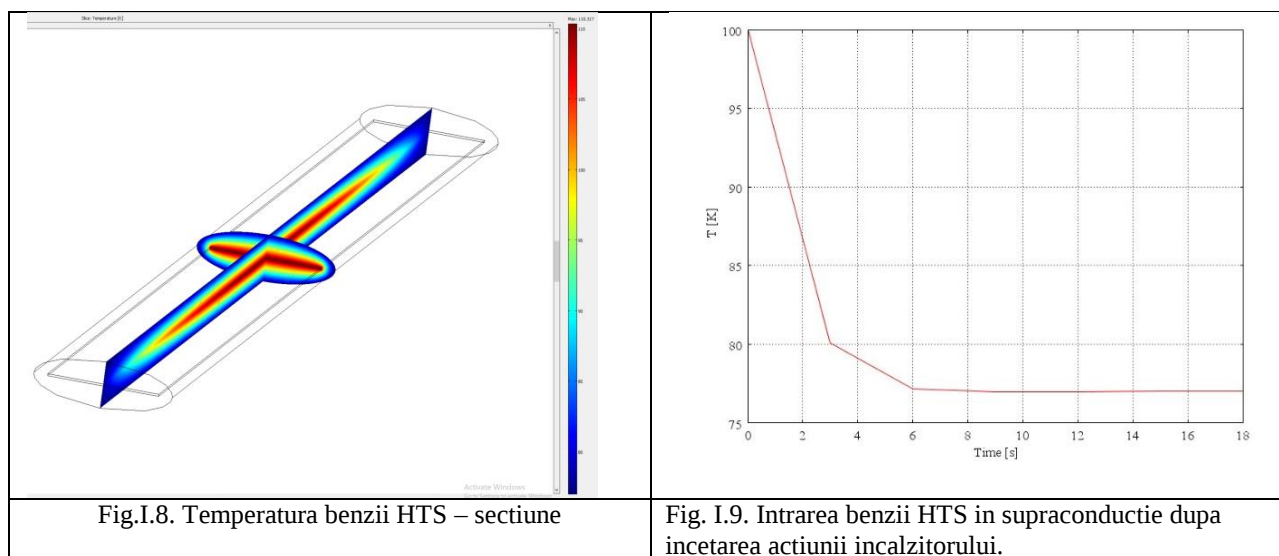
Campul magnetic generat de ansamblul de doua bobine HTS

A fost utilizat software-ul Comsol Multiphysics pentru modelarea numerica a campului magnetic generat de un ansamblu de doua bobine (fig. 1.5 si I.6) precum si calculul energiei inmagazinate in campul magnetic (fig.I.7)



Modelarea termica a intrerupatorului de regim persistent

Modelarea numerica consta intr-o problema de transfer termic pentru dimensionarea incalzitorului electric folosit pentru ridicarea temperaturii benzii supraconductoare HTS de la temperatura azotului lichid (77 K- stare supraconductoare) pana la temperatura de tranzitie a starii supraconductoare (~100 K) pentru banda HTS de tip YBCO.



In fig.I.8. si I.9 sunt prezentate rezultatele modelarii termice, profilul termic al intrerupatorului de regim persistent si respectiv curba de racire a acestuia dupa incetarea actiunii incalzitorului.

I.3. Desene de executie ale modelului experimental de stocator supraconductor de energie in camp magnetic.

Tabel1. Lista desenelor de executie ale ME de stocator supraconductor de energie

Nr.crt No.	Nr.desen / STAS	Denumire	Observatii	Format pg.
1	SSECM-00.00	Ansamblu general	-	A3
2	SSECM-02.00	Subansamblu de fixare bobine	-	A3
3	SSECM-02.01	Flansa A	-	A4
4	SSECM-02.02	Ecran	-	A4
5	SSECM-02.06	Suport bobine	-	A4
6	SSECM-02.14	Piesa centrare	-	A4
7	SSECM-02.15	Piulita teflon	-	A4
8	SSECM-03.00	Flansa 1	-	A4
9	SSECM-05.00	Flansa 2	-	A3
10	SSECM-07.00	Flansa 3	-	A4
11	SSECM-11.00	Subansamblu conexiune	-	A4
12	SSECM-11.03	Cupla	-	A4

Ansamblul general stocator de energie in camp magnetic este prezentat in fig.I.10:

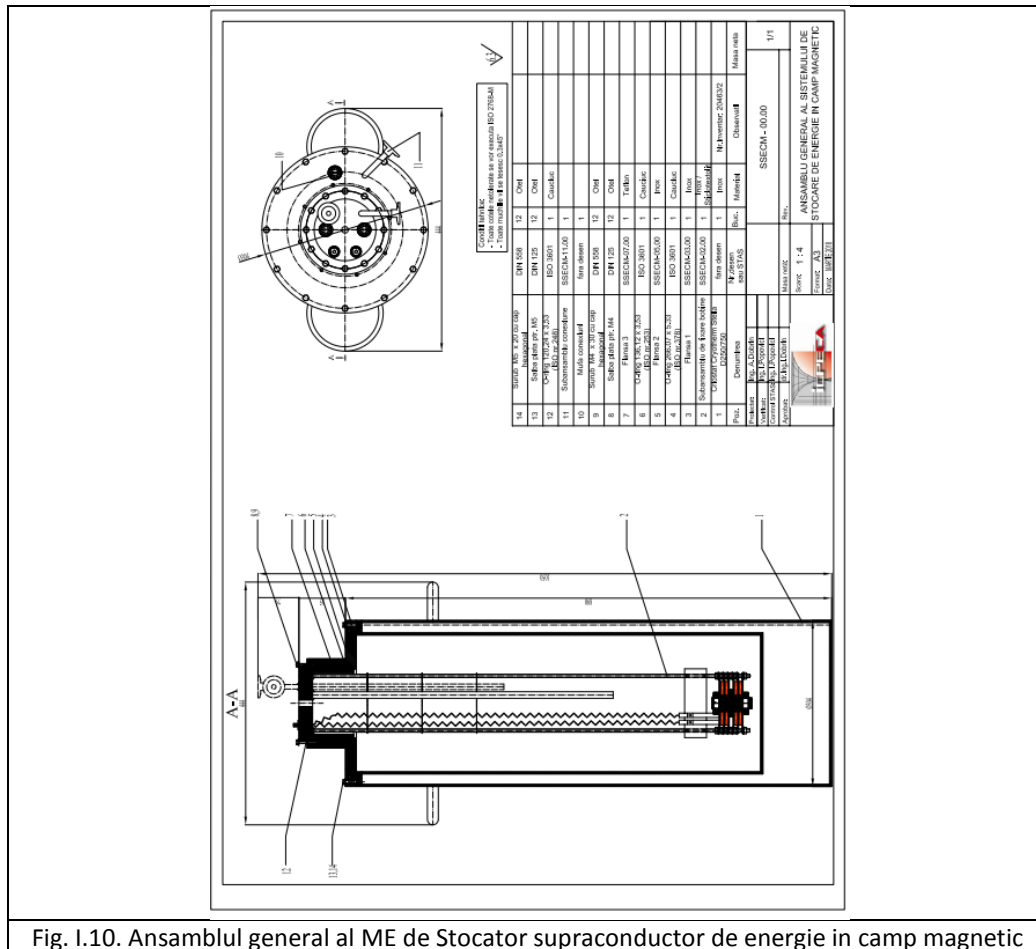


Fig. I.10. Ansamblul general al ME de Stocator supraconductor de energie in camp magnetic

II. ELABORARE CONCEPT MODEL EXPERIMENTAL DE PILA DE COMBUSTIE

II.1. INTRODUCERE

In conformitate cu Strategia de Dezvoltare Durabila a Uniunii Europene se impune reducerea nivelului emisiilor poluante (cu 80% pana in 2050) si utilizarea unor sisteme de conversie si stocare eficiente a energiei, precum si utilizarea surselor de energie neconvenționale nepoluante. In acest context, pilele de combustie sunt unul dintre cele mai bune modele de „tehnologii verzi”, ele sunt dispozitive care convertesc energia chimica direct in energie electrica si prezinta un randament

electric ridicat (50-70%), nu produc produse secundare nocive pentru mediu, nu genereaza poluare sonora (nu au componente in miscare).

II.1.1. Stadiul actual in domeniul pilelor de combustie

Infiintarea de catre Comisia Europeana, la inceputul anului 2004 a Platformei Tehnologice pentru Hidrogen si Pile de Combustie (HFP) demonstreaza interesul acordat acestui domeniu. Obiectivul principal fiind pregatirea si implementarea unei strategii europene in vederea aducerii hidrogenului si pilelor de combustie la nivel de produse comerciale. Strategia prevede pana in anul 2050 o reducere cu 80% a emisiilor de CO₂. Celulele de combustie sunt, cele mai eficiente mijloace de conversie a diferitilor combustibili, în special a hidrogenului, in energie si caldura. Ele sunt eficiente pentru o gama larga de aplicatii legate de energie, inclusiv dispozitive portabile, in transportul rutier si non-rutier sau aplicatii stationare ca centrale termice (Fig.2)[5,6]. Randamentul energetic al unei pile cu electrolit solid SOFC este de cca. 50%, iar impreuna cu recuperarea de energie termica poate ajunge la cca. 80-85 %.

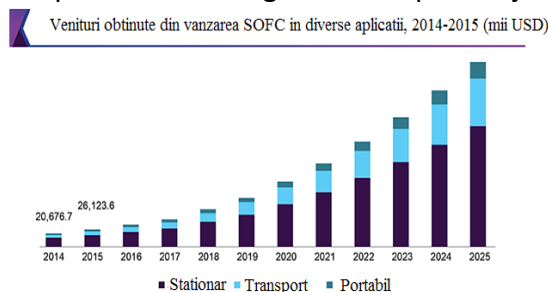


Fig. 2. Evolutia pietei pilelor de combustie cu electrolit solid (SOFC)

Sunt inca probleme tehnice ce impiedica comercializarea lor, legate de costurile investitiilor ridicate datorita temperaturii ridicate de functionare (900-1000 °C), precum și unele probleme legate de natura materialelor ceramice utilizate in realizarea componentelor pilei de combustie.

II.2. ELABORARE MODEL CONCEPTUAL DE PILA DE COMBUSTIE CU ELECTROLIT SOLID SOFC

Pilele de combustie cu electrolit solid - SOFC diferă de majoritatea altor tipuri de pile de combustie prin natura electrolitului si a conditiilor de functionare. Ele pot fi clasificate in functie de geometrie și în functie de temperatura la care functioneaza. In functie de geometrie, pot avea geometrie tubulara si plana, alte geometrii s-au dovedit a fi nesatisfacatoare.

Avantajul tehnologiei SOFC planare in comparatie cu cea tubulara, consta in usurinta de fabricare si de obtinerea a electrolitului cu pierderi ohmice mai mici si conductivitati electrice mai mari.

Modelul conceptual proiectat pentru *pila de combustie* va prezenta urmatoarele caracteristici fizice:

- pila de combustie planara cu forma disc
- suport de tip electrolit din oxid de ceriu dopat cu SrO, Y₂O₃ (SrO-Y₂O₃-CeO₂ sau CaO-SrO-Y₂O₃-CeO₂); cu urmatoarele caracteristici: Ø =11-24 mm si h = 1,0-1,5 mm, p_a < 1 %, σ_e > 10⁻² S.cm⁻¹, coeficient de dilatare termica compatibil cu a celorlalte componente (α = 14-18 x 10⁻⁶ K⁻¹);
- catod din cobaltit de lantan dopat cu strontiu si fier (La_{0,5}Sr_{0,5}Co_{0,8}Fe_{0,2}O₃) depus pe suportul de electrolit, cu urmatoarele caracteristici: h = 20 - 40 μm, p_a = 25-30%, coeficient de dilatare termica compatibil cu a celorlalte componente (α = 16 - 25 x 10⁻⁶ K⁻¹), σ = 10 - 2x10² S/cm;
- anod din nichel cu oxid de gadoliniu dopat cu ceriu (Ni-GDC) depus pe suportul de electrolit, cu urmatoarele caracteristici: h = 15 - 40 μm, p_a = 25-30%, coeficient de dilatare termica compatibil cu a celorlalte componente (α = 14-18 x 10⁻⁶ K⁻¹), σ = 10 - 2x10² S/cm.

II.3. EXPERIMENTARI PRELIMINARE DE PROCESARE MATERIAL CERAMIC PENTRU CATODUL SOFC

II.3.1. Mod de lucru

În această etapă s-a experimentat o compoziție de tipul $\text{La}_{1-x}\text{Sr}_x\text{Co}_{1-y}\text{Fe}_y\text{O}_3$ unde $x = 0,5$ și $y = 0,2$, notat LSCF. Compoziția LSCF a fost sintetizată prin reacții în stare solidă, pornind de la materii prime pe baza de oxizi cu grad puritate p.a. Materiile prime s-au dozat gravimetric și s-au omogenizat pe cale umedă, timp de 10 ore, cu viteză de 150 rot/min. Din pulberea obținută s-a presat uniaxial discuri cu dimensiunile $\phi 11 \times 2$ mm, care au fost sinterizate la temperaturi de 1150 °C și 1200 °C.

II.3.2. Caracterizarea compoziției pentru catod

D-a determinat densitatea și porozitatea aparentă prin metoda hidrostatică și din analiza rezultatelor obținute s-a constatat că o dată cu creșterea temperaturii de sinterizare are loc o scădere a porozității aparente și în același timp o creștere a contractiei probelor.

Prin analizele de difracție de raze X s-a determinat compoziția mineralogică a probelor sinterizate. Rezultatele măsurătorilor de difracție sunt prezentate în fig. II.1.a și b.

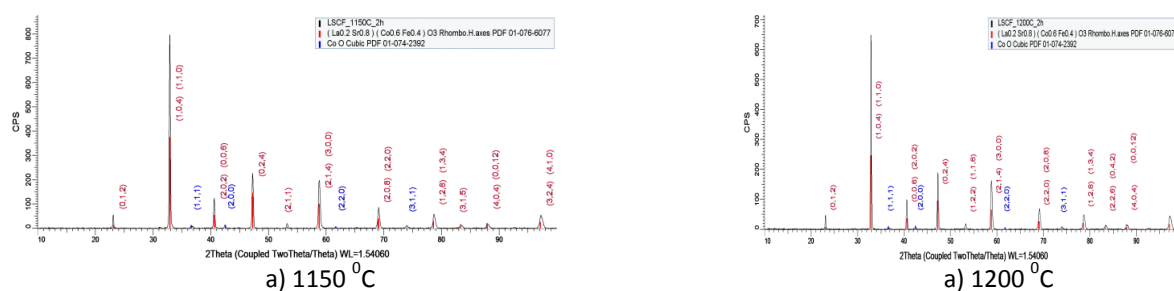


Fig. II.1. Difractograma compoziției LSCF

Din analiza difractogramelor respective se observă la ambele temperaturi prezența formării compusului LSCF și urme ușoare de CoO nerăcționat la aceste temperaturi.

În concluzie, lucrările etapei 1 la prezentul proiect au fost realizate integral și se propune continuarea lucrărilor cu etapa a 2-a., realizarea și testarea modelelor experimentale.

Responsabil proiect
Dr.ing. Ion Dobrin