

## **Etapa IV: Studii experimentale pe modelul realizat**

**Valoare etapa: 69.276 lei**

**Institutiile participante:**

**CO – ICMET Craiova**

Pentru realizarea etapei IV s-au desfasurat urmatoarele activitati:

- Elaborarea programului de probe pentru modelul industrial al sistemului de excitatie;
- Realizarea standului de probe – partea de motor pentru simularea turbinei hidraulice.

### **1. Obiectivele fazei de executie**

Obiectivele fazei IV de executie – Studii experimentale pe modelul realizat – sunt urmatoarele:

- Elaborarea programului de probe pentru modelul industrial al sistemului de excitatie;
- Realizarea standului de probe – partea de motor pentru simularea turbinei hidraulice.

Programul de probe se refera la testarea functionala pe componente a sistemului de excitatie realizat ca model industrial si anume:

- testarea functionala a Unitatii centrale de comanda, reglare si protectie realizata cu sistemul de dezvoltare cu DSP tip MCSK 2407;
- testarea functionala a interfetei de achizitie si comanda Superex;
- testarea functionala a panoului operator prevazut cu display alfanumeric cu 2 x 16 caractere si 6 butoane de comanda pentru: un comutator (selector) REGIM DE FUNCTIONARE, un comutator (selector) FUNCTIONARE MANUALA si un comutator FUNCTIONARE ECHIPAMENT;
- testarea functionala a sistemului de excitatie avand interconectate toate elementele componente si lucrand in diferite regimuri de functionare pe un element de executie de tip punte redresoare complet comandata cu tiristoare. Redresorul comandat alimenteaza excitatia hidrogenatorului din cadrul standului de probe format din generator sincron cu poli aparenti (hidrogenator) si un motor asincron asociat cu un convertizor static de frecventa cu control vectorial care simuleaza turbina hidraulica.

In aceasta etapa a proiectului s-au realizat in cadrul standului urmatoarele activitati:

- montarea grupului de masini generator sincron – motor asincron;
- alimentarea motorului asincron de la un convertizor de frecventa cu control vectorial in vederea simularii turbinei hidraulice;
- simulator de proces format din automat programabil si display inteligent tip touch panel.

### **2. Rezumatul fazei**

Etapa numarul IV “Studii experimentale pe modelul realizat” este structurata in doua activitati, dupa cum urmeaza:

Activitatea IV.1. Elaborare program de probe;

Activitatea IV.2 Realizare stand de probe – parte motor pentru simularea turbinei hidraulice

In urma finalizarii etapei a fost realizat un material structurat in doua capitole:

Capitolul I: Program de probe pentru modelul industrial al sistemului de excitatie;

Programul de probe se refera la testarea functionala pe componente si in ansamblu a sistemului de excitatie realizat ca model industrial. Sistemul permite realizarea tuturor functiunilor impuse sistemelor de productie a energiei in hidrocentrale

Programul de probe cuprinde:

- testarea functionala a ununitatii centrale;
- testarea functionala a panoului operator;
- testarea functionala a modelului industrial al sistemului de excitatie pentru

hidrogeneratoare;

- teste functionale electrice;
- verificari tehnice generale;
- teste de compatibilitate electromagnetica.

Capitolul II: Stand de probe – parte motor pentru simularea turbinei hidraulice;

Pentru simularea functionarii turbinei hidraulice s-a ales varianta actionarii cu motor asincron cuplat cu hidrogeneratorul sincron.

Sunt descrise caracteristicile functionale ale motorului asincron de actionare, dispozitivul de comanda al motorului, schema de conectare si standul de probe.

#### **4. Descrierea tehnica si stiintifica**

Preocuparile de dezvoltare a solutiilor cu excitatie statica pentru generatoarele sincrone din hidrocentrale sunt relativ recente. Este cunoscut faptul ca excitatiile statice au un impact pozitiv major asupra hidrogeneratoarelor si sistemelor energetice in care acestea sunt conectate, mentionandu-se urmatoarele aspecte principale:

- cresterea randamentului generarii de energie electrica in hidrocentrale;
- automatizarea hidrocentralelor;
- monitorizarea functionarii hidrogeneratoarelor;
- posibilitatea diagnozei la distanta si a identificarii on-line a parametrilor;
- imbunatatirea stabilitatii in regimuri tranzitorii si cresterea eficientei sistemelor de automatizare.

Pentru efectuarea unor cercetari experimentale, proiectul prevede realizarea unui model de laborator care sa permita simularea unor sisteme de excitatie statica. Pe acest model se preconizeaza cercetari in urmatoarele directii:

- determinarea influentei sistemelor de excitatie asupra randamentului conversiei de energie;
- determinarea influentei sistemelor de excitatie asupra calitatii energiei electrice;
- studiul impactului sistemelor de excitatie statica asupra sistemului;
- verificarea unor sisteme de excitatie particulare, adaptate unor situatii concrete existente in unele amenajari hidroenergetice; in astfel de cazuri este necesar sa se determine o solutie optima care va avea un caracter specific;
- studiul duratei de viata a hidrogeneratoarelor electrice (influentata semnificativ de sistemul de excitatie) – preocupare de mare actualitate la nivel european.

Scopul final al proiectului este realizarea unor modele functionale ale sistemului de excitatie concepute modular, complet digitale care sa permita efectuarea de studii si experimente in scopul optimizarii functiunilor impuse unor astfel de sisteme de producere a energiei electrice in hidrocentrale:

- functionarea cu regulator automat de tensiune;
- functionarea cu reglaj manual al tensiunii;
- comutarea automata din modul automat in modul manual de functionare;
- controlul regimului de pornire al agregatului turbina-generator (softstarter);
- protectia la curent maxim/ minim de excitatie;
- functionarea cu raport  $V/Hz=ct$  la turatii de antrenare sub valoarea nominala;
- limitarea curentului statoric;
- functionarea in regim de compensare a curentului reactiv;
- autoamorsarea generatorului pe baza remanentei magnetice sau cu sursa auxiliara de tensiune;
- descarcarea rezistiva liniara a campului de excitatie;
- panou operator local (display grafic si tastatura);
- porturi standardizate de comunicatie cu sistemul ierarhic superior (sistemul SCADA) tip RS 232, RS 485;
- posibilitatea de comanda de la distanta (remote control);
- capabilitati de diagnoza (autodiagnoza).

Modelul experimental al sistemului de excitatie in varianta de laborator permite realizarea urmatoarelor deziderate:

- *cercetari privind strategiile de excitatie;*
- dezvoltarea de programe de testare si modelare a sistemelor de excitatie pe platforma National Instruments – LabVIEW;
- *Cercetari, in vederea precizarii caracteristicilor sistemelor in ansamblu, de exemplu studiul caracteristicilor de frecventa ale acestora, comportarea reguletoarelor in cazul anumitor variatii de sarcina sau in schemele sistemului etc.;*
- *Cercetari in vederea precizarii solutiei constructive optime* corelate cu parametrii semnificativi pentru elementele componente ale sistemelor de automatizare;
- *Verificarea conditiilor teoretice* a premiselor si aproximatiilor adoptate in diferite metode de calcul;
- *Cercetari privind calculul stabilitatii statice*, stabilirea necesitatii considerarii anumitor parametrii ai reguletoarelor automate de excitatie la alcatuirea schemei bloc a instalatiei de reglaj automat. Pe model se pot realiza incercari privind conditiile pe care trebuie sa le indeplineasca sistemul de excitatie pentru a asigura o stabilitate corespunzatoare a functionarii hidrogenatorului in diverse regimuri;
- *Verificarea, acordarea, reglarea dispozitivelor si aparatelor de tip nou:* protectia, reguletoarele de excitatie, sistemele de comanda automata (AAR etc.) in conditiile normale si de avarie ale centralelor si statiilor electrice;
- *Cercetarea regimurilor si a proceselor tranzitorii* pentru unele sisteme concrete cu parametrii dati. In acest fel, prin incercari pe model se pot evalua supratensiunile dinamice care apar in cursul proceselor tranzitorii din generatoarele de putere mare;
- *Folosirea modelului in procesul de invatamant* permite demonstrarea diverselor procese tranzitorii si regimuri de avarii, efectuarea lucrarilor si a temelor de studiu privind lichidarea regimurilor de avarie reproduse pe model. In acest fel devine posibila

instruirea studentilor si a personalului de exploatare din centrale electrice precum si din retele in conditii cit mai apropiate de cele reale;

- *Instruire la ciclurile de master si doctorat.*

Rezultatele obtinute la incercarile pe modelul experimental pot fi folosite pentru elaborarea unor teze de doctorat sau comunicari stiintifice interne si internationale.

- elaborare proiect de executie a modelului experimental si a modelului industrial de Sistem Automat de Reglare a Excitatiei Hidrogeneratoarelor Sincrone (SAREHS) prin intermediul caruia sa se poata realiza cercetari experimentale privind optimizarea excitatiei hidrogeneratoarelor.

Solutia constructiva adoptata pentru modelul experimental permite modelarea functionarii hidrogeneratoarelor in diverse regimuri caracteristice ale acestora si validarea concluziilor teoretice prin teste. Se au in vedere urmatoarele regimuri de functionare:

- regimul de functionare in gol neexcitat;
- regimul de functionare in gol excitat;
- regimul de functionare in asincron;
- regimul de pregatire a sincronizarii cu retea;
- regimul de functionare in sarcina reactiva la  $\cos\varphi=0$  si  $P=0$ ;
- regimul de functionare in sarcina variabila;
- regimul de functionare in scurtcircuit simetric;
- regimul de functionare in scurtcircuit nesimetric;
- regim de aruncare din sarcina;
- regimuri tranzitorii de stingere, restabilire a câmpului in gol si scurtcircuit, etc.

Pe baza rezultatelor obtinute din probele de functionare in regimurile mai sus mentionate, exista posibilitatea intocmirea unor metodologii specializate de determinare a parametrilor de functionare a hidrogeneratoarelor si a caracteristicilor de sarcina ale acestora.

Schema electrica adoptata permite vizualizarea pe Touch panel a tuturor caracteristicilor de functionare a generatorului sincron. Se are in vedere aplicarea in perspectiva a rezultatelor cercetarii, in mediul industrial in sisteme existente in exploatare. In acest fel se pot elabora programe specializate prin intermediul carora se pot pune in evidenta performantele reale de functionare a hidrogeneratoarelor racordate la Sistemul Energetic National.

Schema adoptata permite in acelasi timp determinarea solicitarilor electrice din circuitul de excitatie al generatorului sincron care in anumite regimuri pot fi de natura sa compromita izolatia infasurarii rotorice. In acest fel, pe baza determinarilor experimentale, se pot elabora metode specifice de punere in evidenta a acestor solicitari in cazul hidrogeneratoarelor de mare putere. Exista in acelasi timp posibilitatea elaborarii unor scheme de protectie care sa asigure atenuarea rapida a supratensiunilor ce apar in infasurarile de excitatie.

Pentru atingerea acestui obiectiv se urmareste:

- modelul practic cu posibilitatea de aplicare directa la hidrogeneratoare de mare putere va fi realizat prin consultanta cu Hydroengineering UCM Resita, care a proiectat si fabricat peste 95% din hidrogeneratoarele existente in functiune in tara. Acest aspect permite asimilarea rapida a rezultatelor cercetarii in mediu industrial;

- studiul sistemelor de excitatie statica si a posibilitatilor de automatizare si monitorizare a proceselor din centralele hidroelectrice;

- realizarea in laborator a unui model cu instalatie completa de generare a energiei electrice, care sa permita studiul, asimilarea si perfectionarea unor sisteme moderne de excitatie statica. Modelul de laborator al instalatiei complexe de excitatie statica va ingloba prin integrare componente hard introduse recent si utilizate in UE in domeniul electronicii de putere dedicata si interfete de proces compatibile cu strategiile de automatizare din UE. Acest aspect creeaza premisele integrarii rezultatelor si echipei de cercetare in parteneriate la nivel european;

- scaderea indicelui kW/kg precum si a procentului de energie consumata de sistemul de excitatie si de microrare a pierderilor aferente solutiilor clasice;

- elaborarea unei propuneri de implementare la nivel industrial, intr-o hidrocentrala existenta a solutiei de excitatie din laborator (a se vedea scrisoarea de intentie din partea amenajarilor hidroenergetice).

Prin atingerea obiectivelor propuse in proiect se va realiza cu certitudine o acumulare de cunostinte, rezultate si experienta de valoare in acest domeniu. Spre exemplu, metoda de optimizare, cu caracter de originalitate, poate fi transferata si aplicata direct in sectorul intern al productiei de energie electrica si va avea un efect considerabil asupra cresterii eficientei si competitivitatii acestuia. De asemenea, proiectul permite dezvoltarea resurselor umane si materiale care vor asigura la nivel regional si national competenta in domeniul automatizarii si monitorizarii hidrogenatoarelor electrice. Toate acestea sunt conforme cu obiectivele si prioritatile programului.