

SISTEM DE MONITORIZARE, COMANDĂ ȘI CONTROL LA UN BARAJ HIDROENERGETIC

VASILE LILIANA, CIOBANU CONSTANTIN, CHELU CRISTIAN

AUTOMATIC SYSTEMS CRAIOVA

Rezumat: Reabilitarea din motive de siguranță are caracter prioritar și se impune în toate situațiile în care starea unor instalații componente ar putea conduce la avarii grave, având drept consecință pagube umane și materiale proprii sau la terți. Este mai ales cazul barajelor și a echipamentelor acestora.

Necesitatea reabilitării prin realizarea unui sistem de supraveghere, urmărire și control al unui baraj devine iminentă în situația în care starea echipamentelor unei amenajări hidroelectrice conduce la o indisponibilitate majoră de timp sau de capacitate de producție, prin urmare la pierderi financiare însemnate, având ca scop atât eliminarea riscului unei avarii iminente atât pentru populație cât și pentru mediu, precum și prelungirea duratei de viață a obiectivului prin reconstituirea sau îmbunătățirea performanțelor inițiale din proiect. Baraj hidroenergetic, apă, debite deversate, rețehnologizare, control, siguranță

Cuvinte cheie: system de monitorizare, baraj hidroenergetic

1. INTRODUCERE

Instalațiile industriale moderne se caracterizează printr-o creștere tot mai accentuată în complexitate, însoțite de cerințe de calitate din cele mai severe. Aceasta implică introducerea pe scară largă a automatizării, ca o condiție indispensabilă pentru obținerea unor rezultate satisfăcătoare atât sub raport tehnologic, cât și economic.

Amenajarea hidroenergetică a unui râu presupune existența unei hidrocentrale ce este dotată cu câte 2-4 grupuri energetice, hidroagregate ce pot fi de tip Kaplan, Francis, Pelton sau Bulb, în funcție de capacitate, amplasare teritorială, cerințe energetice.

O amenajare energetică complexă presupune obținerea următoarelor folosințe:

- energie electrică
- alimentare cu apă
- irigarea unei suprafețe
- protecția teritoriului limitrof împotriva apelor mari
- navigație pe sectorul delimitat
- piscicultură și agrement



Îndeplinirea principalelor funcțiuni și anume obținerea de energiei electrice se realizează prin exploatarea potențialului oferit de lacul de acumulare, obținut prin realizarea unui baraj hidroenergetic.

Un baraj hidroenergetic trebuie să îndeplinească funcțiile:

- Realizarea cotei de retenție în lacul de acumulare
- Evacuarea surplusului de stoc în perioada de viitură;
- Reglarea debitelor;
- Asigurarea căderii nete optime pentru funcționarea

hidroagregatului;

- Asigurarea debitului uzinat pentru producerea de energie electrică,
- Asigurarea siguranței amenajării hidroenergetice în perioadele de viitură,

Sistemul trebuie să asigure ca funcție principală un nivel constant în lacul de acumulare format în amonte baraj, măsurarea și monitorizarea mărimilor specifice, asigurarea siguranței în cazul viiturilor.

Reglarea nivelului în lacul de acumulare se face prin varierea în trepte a debitului evacuat, corespunzătoare debitului maxim admis pe o deschidere.

Există anumite restricții hidrologice care sunt impuse de limitarea debitului maxim deversat printr-o deschidere a barajului, precum și de succesiunea de folosire a deschiderilor.

Considerăm cazul unui baraj format din 5 deschideri, patru deschideri fiind echipate cu stavile segment cu clapetă și o deschidere echipată cu vane pentru goliri de fund.

Stavilele segment cu clapetă sunt folosite pentru realizarea cotei de retenție în lacul de acumulare și evacuarea surplusului de stoc în perioada de viitură. Cu ajutorul lor se realizează:

- reglajul debitelor și nivelelor,
- evacuarea corpurilor plutitoare și ghețurilor,
- în perioada în care centrala nu funcționează tranzitează către aval debitul.

În acest caz stavilele sunt echipate la partea superioară cu clapetă.

Conform reglementărilor în domeniu, nivelul apei în lac, în situația în care clapetele sunt ridicate, nu trebuie să depășească cu mai mult de 20 cm cota maximă a muchiei clapetei. În situația când clapetele sunt coborâte nivelul maxim admisibil nu trebuie să depășească cu mai mult de 2.20 m cota axului clapetei.

Lanțul cu eclise este fixat în partea inferioară a stavilei segment cu clapetă prin intermediul captorului dinamometric de bolțul de fixare lanț stavila, iar clapeta este fixată cu ajutorul bolțului de fixare lanț-clapetă.

Pentru situații deosebite (lipsă alimentare cu energie electrică etc.), fiecare mecanism de acționare este prevăzut cu acționare manuală, care se cuplează la axul melcat. La cuplarea mecanismelor de acționare manuală a stavilelor clapeta, se blochează posibilitatea alimentării cu energie electrică prin acționarea limitatorilor aferenți.

De la angrenajul deschis, momentul rezistent este preluat de reductorul melcat autofrânat care este cuplat cu grupul motor de antrenare și cu o frână electrohidraulică de siguranță. Grupurile motoare de antrenare ale mecanismelor cu lanț stânga și dreapta, au în componența lor câte un motor principal de antrenare și un motor auxiliar de sincronizare. Motoarele auxiliare au rolul de a realiza axul electric pentru sincronizarea acționării bilaterale a stavilei și clapetei.

2. SITUAȚIE EXISTENTĂ ÎN ÎNȚĂL

Echipamentele electrice aferente barajului prezintă o uzură fizică pronunțată după o exploatare de mai bine de două decenii. În acest timp au fost numeroase incidente la instalații din cauza deteriorării rezistenței de izolație la echipamente, corodarea contactelor electrice ale releelor, contactoarelor, șirurilor de cleme și mărirea rezistenței de contact dintre papucii capetelor terminale ale cablurilor și echipamente, ceea ce implică

- risc de accidentare a personalului;
- siguranță scăzută la manevrele ce trebuie efectuate la viituri când timpul de intervenție este relativ critic;
- număr mare de persoane pentru efectuarea manevrelor;

Defecțiunile apărute în ultimii ani au dus la creșterea numărului de intervenții la echipamente, ducând la concluzia că echipamentele actuale nu mai pot prezenta siguranță în exploatare.

Probabilitatea de apariție a unor defecțiuni în viitor se menține, iar frecvența lor va crește ca urmare a reducerii rezistenței de izolație în timp a materialelor componente ale echipamentelor electrice.

Aceste defecte duc la mărirea numărului de intervenții ale echipelor de întreținere și micșorarea siguranței în exploatare ale echipamentelor aferente barajului.

Instalațiile electromecanice de acționare cu lanț pentru cele 4 stavile sunt comandate de la dulapurile de comandă, protecție și automatizare situate în pilele barajului - câte unul pentru fiecare stavilă. Comanda de la distanță - din camera de comandă situată în sala mașini - la aproximativ 200m, nu funcționează, exploatarea barajului făcându-se prin comandarea locală manuală și urmărirea directă instalațiilor de către personalul de exploatare al centralei.

Instalația de automatizare în prezent nu mai asigură funcționarea automată a mecanismului de acționare ci doar comanda de pornire, oprire motoare electrice și funcția de arbore electric.

Aceste defecte duc la o indisponibilitate de lungă durată a vanelor segment și stavilelor clapetă deoarece pentru remedierea defectelor este necesară intervenția unor echipe specializate la fața locului, înlocuirea echipamentelor defecte și probele funcționale, toate acestea ducând la costuri considerabile.

3. ARHITECTURA SISTEMULUI – PENTRU O FOLOSIRE EFICIENTĂ

Reabilitarea din motive de siguranță are caracter prioritar și se impune în toate situațiile în care starea unor instalații componente ar putea conduce la avarii grave, având drept consecință pagube umane și materiale proprii sau la terți. Este mai ales cazul barajelor și a echipamentelor acestora.

Necesitatea reabilitării devine iminentă în situația în care starea echipamentelor unei amenajări hidroelectrice conduce la o indisponibilitate majoră de timp sau de capacitate de producție, prin urmare la pierderi financiare însemnate, având ca scop atât eliminarea riscului unei avarii iminente, cât și prelungirea duratei de viață a obiectivului prin reconstituirea sau îmbunătățirea performanțelor inițiale din proiect.

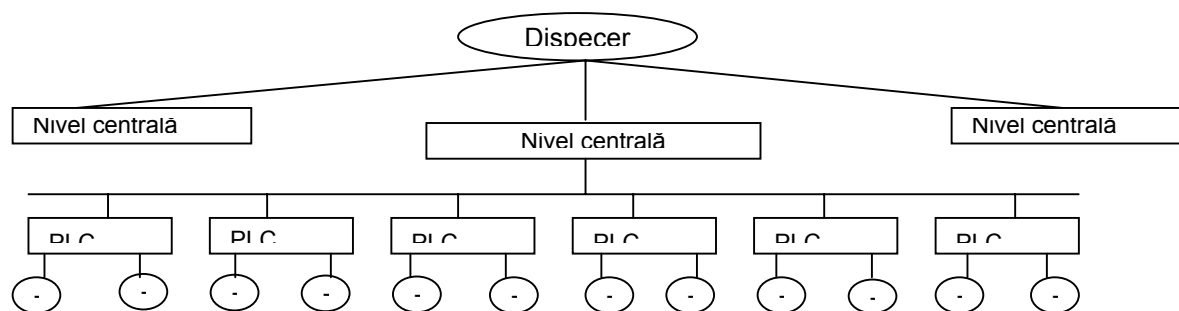
Realizarea unui sistem de supraveghere, urmărire și control al unui baraj are ca scop principal automatizarea procesului tehnologic, ce implică reducerea personalului de exploatare, realizarea măsurii și reglării nivelului în lacul de acumulare și implicit măsura și controlul debitului deversat, pentru o folosire eficientă a potențialului apei.

Aducerea la parametri tehnico-funcționali a echipamentului hidromecanic ce deservește barajul, precum și modernizarea instalațiilor de acționare a acestuia, presupune realizarea unui sistem de supraveghere, urmărire și control, care presupune în primul rând realizarea măsurilor primare a mărimilor tehnologice, determinarea algoritmilor de conducere secvențială pentru:

- ♦ rentabilizarea procesului de exploatare și producere a energiei electrice prin utilizarea optimă a potențialului hidroenergetic al acumulării.
- ♦ determinarea în timp real și informatizarea la distanță asupra variațiilor nivelului și a potențialului energetic în acumulare
- ♦ asigurarea debitului de servitute pentru comunitățile din aval în limitele prevăzute

Sistemul de conducere al unui acumulări energetice poate fi realizat ca un sistem distribuit pe mai multe nivele, care pot fi definite astfel:

- ✓ *Nivel dispecer bazin*
- ✓ *Nivel centrală*
- ✓ *Nivel baraj*



4. STRUCTURA SISTEMULUI DE SUPRAVEGHERE ȘI CONDUCERE

Sistemul propus are o structură distribuită pe nivele ierarhice ce presupune existența și interdependența mai multor sisteme:

Sistemul de măsurare și acționare

Sistemul presupune determinarea mărimilor care caracterizează barajul, nivelul în lac, debitul deversat, pozițiile deversorilor, precum și determinarea mărimilor tehnologice secundare electrice și neelectrice.

Sistemul de măsură

Măsură nivel lac

Pentru măsurarea nivelului în lacul de acumulare atât în aval cât și în amonte sunt necesari traductori submersibili în domeniul 0-10m, respectiv 0-4m, având semnal de ieșire 4-20mA, eventual cu posibilitate de transmisie serială sau afișaj. Pentru a realiza o măsură corectă trebuie îndeplinite două condiții, și anume alegerea traductorului și alegerea corespunzătoare a locului de montare, ferit de perturbații care ar putea influența măsura.

Măsură unghi deschidere deversor

Pentru măsurarea deschiderii clapetei, respectiv a stavilei sunt necesari traductori inteligenți de unghi, în construcție compactă și extrem de robustă care să permită utilizarea în amenajări de ape. Senzorul poate fi de tip rezistiv sau optic, mișcarea fiind convertită într-un semnal electric de ieșire de 4-20mA, alimentare 24Vcc, eventual clasă de protecție IP68. Principiul de măsură este al pendului gravitațional pentru a măsura unghiul absolut pentru diferite elemente.

Măsură turație

Pentru măsurarea turației motorului se folosește un senzor de proximitate cu domeniul 0-8mm cu ieșire în impuls de frecvență 500Hz, impuls preluat de un convertor frecvență curent ce convertește semnalele de intrare în plaja 0.001Hz-9999Hz sau viteză în plaja 0.02 min⁻¹ ... 9999 min⁻¹ în semnal corespunzător în mA.

Sistemul acționare

Instalația de acționare a echipamentului hidromecanic dintr-un câmp deversor trebuie să asigure deschiderea (închiderea) clapetei (stavilei) în condiții de siguranță, fără inducerea de eforturi mecanice în structura de rezistență a acestuia.

Pentru aceasta, se va asigura un echipament de comandă și alimentare a motoarelor electrice, care să permită pornirea lentă a lor și funcționarea sincronă a mecanismelor de acționare de pe cele două lanțuri (stânga – dreapta) cu urmărirea deplasării liniare a lanțurilor de acționare cu sincronizare, astfel încât să se asigure o eroare maximă de deplasare de 1 cm.

Stavilele segment cu clapeta din deschiderile 1, 2, 4 și 5 au dimensiuni considerabile de ordinul a câțiva metri ele fiind acționate printr-un angrenaj care să asigure executarea corespunzătoare și în siguranța a manevrelor. Angrenajul este format din motoare electrice asincrone cu rotorul în scurtcircuit cu pornire lentă, mecanism de reducere a turației, mecanism de acționare a lanțului, sistem de ghidare pentru stavilă și calpetă.

Stavilele segment cu clapetă sunt acționate succesiv, mai întâi clapeta și apoi stavila în cazul deschiderii și invers la închidere, respectiv mai întâi stavila și apoi clapeta.

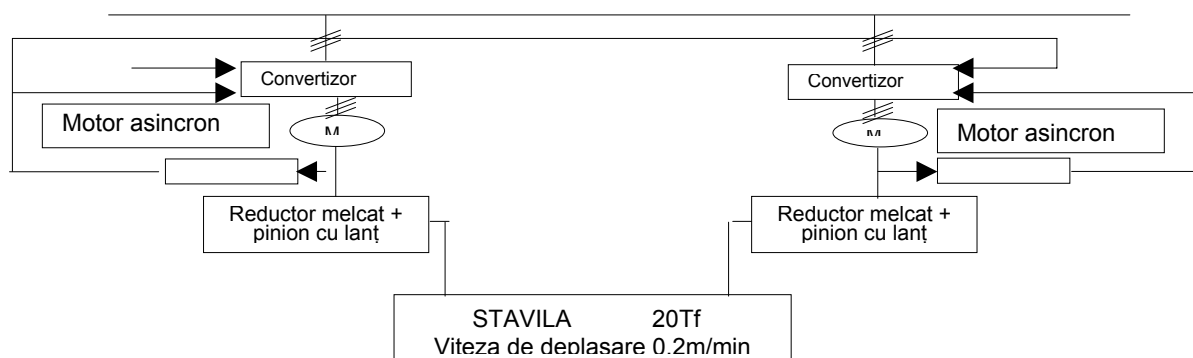
Sincronizarea stânga-dreapta pentru stavilele segment cu clapeta

Pentru eliminarea dezavantajelor arborelui electric legate de pornirea cu șoc ce cauzează dezechilibre ale mecanismului de acționare, se preferă o pornire lentă a motoarelor și implicit a mecanismelor de acționare a stavilelor, fără tensiuni și dezechilibre. O posibilă soluție este comanda motoarelor electrice principale cu convertizoare de frecvență și eliminarea motoarelor electrice auxiliare.

Realizarea sincronizării utilizând convertizoare de frecvență se face prin intermediul unui sistem automat de urmărire care are drept mărimi de intrare turațiile celor 2 motoare. Aceste turații sunt măsurate on line prin intermediul a 2 traductoare de turație compuse fiecare din câte un senzor inductiv de proximitate și un convertor frecvență-curent.

Deschiderea și închiderea stavilei segment cu clapetă se face prin intermediul mecanismelor cu lanț stanga și dreapta, fiecare mecanism fiind activat de câte un motor comandat de câte un convertizor de frecvență. Convertizoarele de frecvență îndeplinesc funcțiile :

- reglează turația celor 2 motoare în așa fel încât cele 2 motoare să aibă în permanență aceeași turație (adică cele 2 mecanisme de acționare să aibă aceeași viteză) realizând astfel sincronizarea ;
- măsoară în permanență cuplul motoarelor;
- supraveghează on line sarcina pe cele 2 mecanisme pentru stabilirea situațiilor de suprasarcină sau lipsa sarcină.



Sistem reglare și sincronizare mecanism

Vanele de golire de fund 1,2 și 3 aflate în deschiderea 3 la baza barajului au ca regim de funcționare numai manual, acestea fiind manevrate numai cu ocazia efectuării verificărilor profilactice și/sau cu ocazia golirii totale a lacului pentru efectuarea de lucrări de mentenanță la diguri, baraj ale amenajării.

Deschiderea golirii de fund nu este permisă fără coborârea completă a clapetei, iar ridicarea stavilelor se face în trepte, până la maxim 3m, după care se comandă ridicarea completă a acestora.

Având în vedere că manevra vanelor de golire de fund se face manual, regulile de manevrare aparțin operatorului conform normelor de exploatare.

Sistemul de semnalizare, protecție și interblocare

Sistemul va asigura interblocarea electrică și eventual mecanică a cuplării întrerupătoarelor de alimentare a motoarelor electrice din cele două surse (bază și rezervă) pentru evitarea paralelului incompatibil.

Sistemul de reglare automată

Comanda mecanismelor de acționare se va realiza prin unități programabile tip PLC, care vor avea rolul de achiziție, prelucrare și reglare cât și prin echipamente de automatizare care să permită realizarea sincronizării mecanismelor în regim de funcționare, cu indicarea permanentă a poziției în unități de lungime și procentual pentru clapetă și stavilă.

Analiza sistemului va stabili modul în care se va determina debitul evacuat prin fiecare deschidere. Metoda clasică de determinare este dată de determinările pe baza diagramei evacuatorilor $Q=f(l,h)$, unde l este cota în lac, iar h este deschiderea evacuatorului.

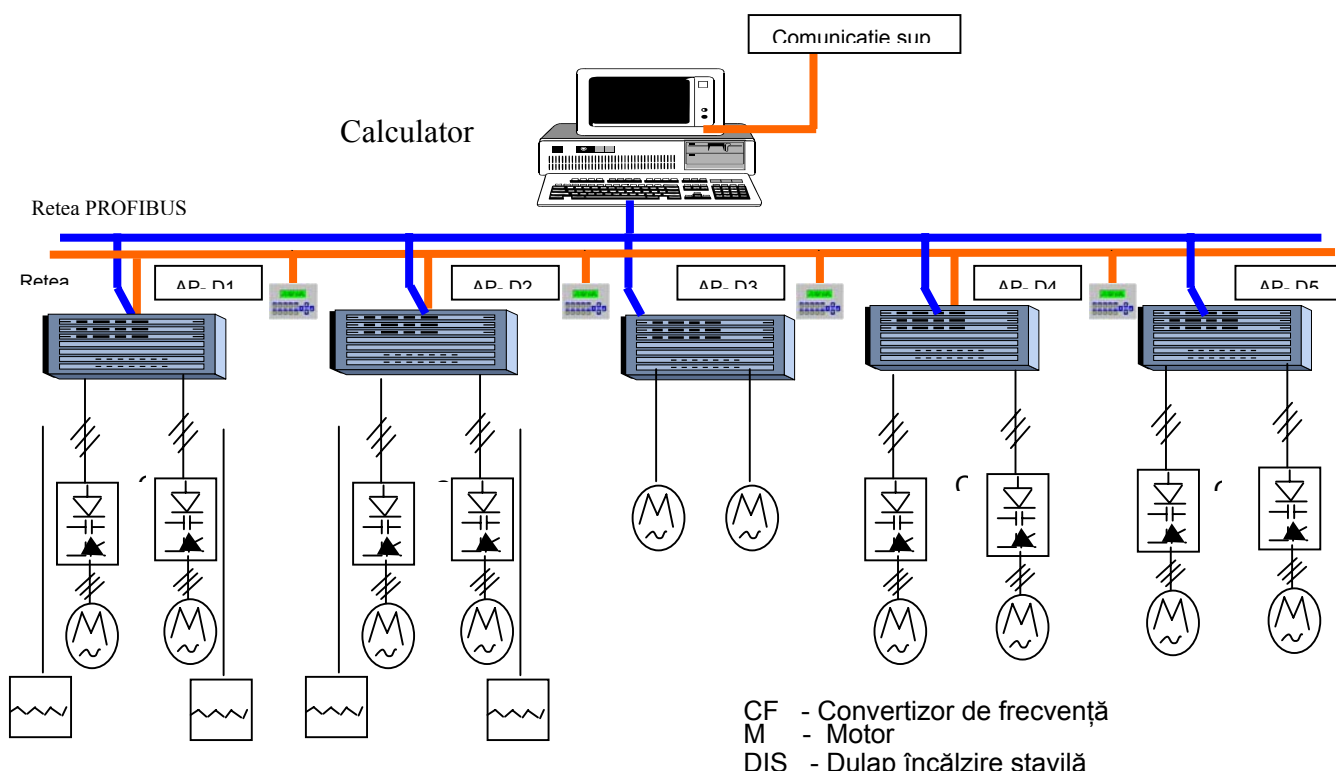
Instalațiile vor funcționa și în regim manual independent pe bază de comenzi date local sau de la distanță.

Sistemul de informare, coordonare și conducere

Unitățile programabile pentru conducerea deschiderilor și pentru acționarea echipamentului hidromecanic vor funcționa în regim automat independent, coordonate de un calculator de proces coordonator la nivel superior de conducere.

Aici se realizează preluarea datelor de la traductoarele de mărimi specifice, traductoarele de măsură mărimi electrice și neelectrice și convertirea numerică a acestora pentru calcularea, supravegherea, urmărirea nivelului în lac, a debitelor uzinate, afișarea locală și transmiterea la distanță a acestora, configurarea și etalonarea locală a sistemului de achiziție a mărimilor de intrare.

Calculatorul supervisor va asigura funcționarea echipamentului hidromecanic aferent barajului, conform reglementărilor de funcționare și exploatare a acestuia, cu respectarea logicii de deschidere- închidere a echipamentului din diverse câmpuri deversoare și asigurarea deversării debitului comandat.



Calculatorul supervisor va avea funcția de înregistrare și arhivare a semnalelor măsurate precum și a semnalizărilor și avariilor.

Sistemul de conducere va asigura atât funcționarea pe automat în ansamblu a echipamentului hidromecanic al barajului, dar și comandarea independentă prin selecție aleatoare a echipamentului hidromecanic dintr-o anumită deschidere.

Sistemul de conducere evoluată

Sistemul poate fi urmărit și chiar condus de la un nivel ierarhic superior prin realizarea cerințelor de comunicare, a interfațării hardware și software. Acesta reprezintă un nivel decizional, coordonator cu posibilități privind evoluția statistică a fenomenelor, arhivare pe termen lung, previziuni și reglementări a politicilor de calitate și mediu.

La nivel dispecer centrala se realizează generarea cererii pentru preluarea datelor referitoare la nivelul lacului, afișarea locală și transmiterea la distanță la cerere, a anumitor mărimi caracteristice, diagnosticarea și semnalizarea locală sau la distanță a defectelor sistemului de măsurare, memorarea în fișiere istorice a parametrilor, prelucrarea statistică a datelor salvate și afișarea de grafice cu evoluția în timp, transformarea fișierelor proprii în fișiere de tip bază de date pentru prelucrări ulterioare, calcularea în funcție de cota lacului a volumului de apă din acumulare, a debitelor afluate, a debitelor uzinate și a energiei electrice produsă.

Prin acest sistem de control permanent se pot urmări obiectivele:

- *exploatarea eficientă a potențialului hidroenergetic*
- *protecția mediului*
- *diminuarea riscului producerii unor dezastre și mărirea timpului de avertizare prin urmărirea în timp real a modificărilor parametrilor aferenți acumulării*
- *controlul și siguranța deversării apei în cazul viiturilor naturale*
- *facilitarea măsurilor corective de întreținere a barajului prin monitorizarea continuă a procesului*
- *folosirea la maxim a potențialului apei în vederea obținerii energiei.*