



A X-a Conferință Națională multidisciplinară - cu participare internațională,
"Profesorul Dorin PAVEL - fondatorul hidroenergiei românești",
SEBEȘ, 2010

PRINCIPII DE AUTOMATIZARE MODERNĂ A MICROHIDROAGREGATELOR

Basarab Dan GUZUN, Ioniță DĂESCU, Elena ANGHEL, Daniel MORAR

PRINCIPLES OF MODERN AUTOMATION REGARDING SMALL HYDRO POWER UNITS

Small Hydro Power Plants – SHPP are considered among the simplest power energy conversion installations in relation with their technological process; however, by taking into account the risks of an unbalanced operation and the ambition to be remote completely controlled without permanent operational personnel, the specific required system of automation herewith implemented, has to be one with higher performances, microprocessors based.

Cuvinte cheie: scheme electrice de conexiuni, microhidrocentrale electrice MHC, servicii proprii, acționări variabile, economie de energie, convertoare de frecvență, soft-startere

1. Considerații introductive

Dezavantajul microhidroagregatelor MHA echipate cu generatoare asincrone este consumul important de energie reactivă din rețea, energie necesară pentru magnetizarea atât a statorului cât și a rotorului. Acest dezavantaj compensează curent prin utilizarea unor baterii de capacități, conectate pe barele de 0,4 kV sau, prin schimbarea tipului de generator de inducție cu unul sincron - clasic, respectiv - modern, cu magneți permanenți. Ultimele variante sunt mai scumpe.

Puterea unitară a MHA nu depășește 2 MW. Tensiunea la borne de 0,4 kV, este completată cu tensiunea operativă de 24 Vc.c. Pentru păstrarea legăturii cu rețeaua de racord, la eventuale șocuri, MHA sunt prevăzute cu un volant, montat pe arbore și care complică schema electromecanică, dar împiedică ambalarea de moment. Acționarea aparatului director AD se face electric sau hidraulic.

De la caz la caz, funcție de condițiile concrete ale centralei sau ale microhidroagregatului MHA, acestea sunt prevăzute cu instalații de servicii proprii, ca de exemplu: control termic; ungerea lagărelor; răcire cu apă a lagărelor; încărcare automată a bateriilor de acumulare; evacuare a apei infiltrată în centrală etc.

Instalațiile menționate funcționează așa cum se cunoaște din descrierea unor CHE obișnuite. Bateriile de capacitoare sunt prevăzute cu sisteme de corectare automată a factorului de putere, prin care se comandă cuplarea/decuplarea automată a tranșelor de baterie.

În vederea cuplării automate la rețea, este necesar ca microhidroagregatul să fie prevăzut cu traductor de turație.

În vederea *pornirii*, având condițiile de pornire și de funcționare îndeplinite, se deschide vana rapidă, așa cum s-a indicat, și apoi se comandă deschiderea aparatului director. Când turația MHA a depășit $0,8 n_n$, se dă comanda de închidere a întreruptorului de borne, aparatul director continuând să se deschidă până la maxim. Gama de turații permisă pentru realizarea cuplării la rețea este $(0,8 \dots 1,05)n_n$.

Pentru *oprire normală*, se începe închiderea aparatului director, când puterea debitată a scăzut sub valoarea de $0,05 P_n$, se dă comanda de deschidere a întreruptorului de borne, aparatul director continuând să se închidă până la minim. Ulterior se comandă și închiderea vanei rapide.

La *oprirea în caz de avarie*, se comandă deschiderea întreruptorului de borne și, simultan, se comandă închiderea aparatului director AD, la minim. Ulterior se comandă închiderea vanei rapide VR.

Considerațiile făcute pentru hidroagregatele de puteri mari, sincrone, sunt valabile și în cazul microhidroagregatelor, cu particularitățile care se vor detalia în continuare.

În cadrul procesului automat de pornire-oprire, avem de-a face cu o automatizare de tip secvențial, automatizare care: urmărește ca instalația tehnologică să ajungă în starea curentă, specifică; verifică realizarea tuturor condițiilor tehnice care caracterizează această stare; informează nivelul ierarhic superior atingerea stării considerate; comandă trecerea instalației tehnologice în starea următoare; dacă,

după depășirea unui interval de timp de așteptare, condiția nu se realizează, se comandă automat, *oprirea în avarie* a MHA.

Autorii au proiectat soluția tehnică, punând în funcțiune sisteme de automatizare moderne a procesului tehnologic de pornire-oprire-frânare automată, la MHC Munteni II, de putere tipică 0,16...0,63 MW.

Sistemul de automatizare poate fi realizat în variantă clasică, cu relee electromagnetice, sau modern, cu ajutorul tehnicii de calcul.

Un hidroagregat pentru a fi considerat disponibil trebuie să îndeplinească o serie de "condiții de funcționare", atât în timpul funcționării cât și în timpul staționării sale. În plus, în timpul staționării, un hidroagregat disponibil, trebuie să îndeplinească și o serie de "condiții de pornire". "Condițiile de funcționare" se referă la corecta funcționare a proceselor tehnologice secundare, toți parametrii funcționali trebuind să fie în diapazonul *de lucru*, în timp ce "condițiile de pornire" se referă la îndeplinirea unor restricții numai în perioada premergătoare pornirii, îndeplinirea lor ulterioară nemaifiind obligatorie.

Precizăm că procesul automat este diferit de la o MHC la alta, funcție de tipul acesteia și de condițiile concrete de exploatare. Mai jos se prezintă o situație reprezentativă, MHA fiind echipat cu vană rapidă și instalație de răcire cu apă a lagărelor (încărcate în plus, de volant).

2. Procesul tehnologic de pornire

În momentul în care sunt realizate atât "condițiile de funcționare", cât și "condițiile de pornire", se consideră că hidroagregatul este în starea "gata de pornire".

Procesul tehnologic care are loc începând din acest moment, este descris în continuare.

"Condițiile de funcționare" sunt: instalația apă de răcire să fie în funcțiune la parametri normali; instalația generală de epuizmente¹ să funcționeze normal; temperaturile să fie în limite normale; nivelul de ulei din lagăre să fie cel normal sau, după caz, instalația de ungere forțată a lagărelor - în funcțiune; presiunea apei în conducta forțată, suficient de mare, respectiv nivelul din lac, corespunzător; sistemul protecțiilor electrice SPR - în stare de funcțiune, neacionate; AD să aibă bolțurile valide; tensiunile operative (3x0,4 kV și 24 Vc.c.) - prezente; dispozitivul de acționare al AD-funcțional (fie hidraulic, fie cu electromotor alimentat în siguranță la 24 Vcc).

¹ **EPUIZMENT** s. n. 1. epuizare. 2. evacuare cu pompele a apei dintr-o săpătură, dintr-un batardou. (< fr. *épuisement*).

Dacă una din "condițiile de funcționare" nu mai este îndeplinită în timpul funcționării MHA, se comandă oprirea automată a acestuia.

"Condițiile de pornire" sunt: întreruptorul de borne - deschis; AD - deblocat și închis. Dacă sunt îndeplinite simultan "condițiile de funcționare" și "condițiile de pornire", atunci MHA este "gata de pornire". Comanda de pornire propriu-zisă se poate da local, din centrală sau de la distanță, prin dispecerat. Comanda de pornire nu se poate da în condițiile în care este activă comanda de oprire. În schimb, comanda de oprire este prioritară ! Un element important în derularea ciclului p/o, este dispozitivul de măsurare a vitezei de rotație. Organigrama procesului tehnologic de pornire automată este prezentată în figura 1.

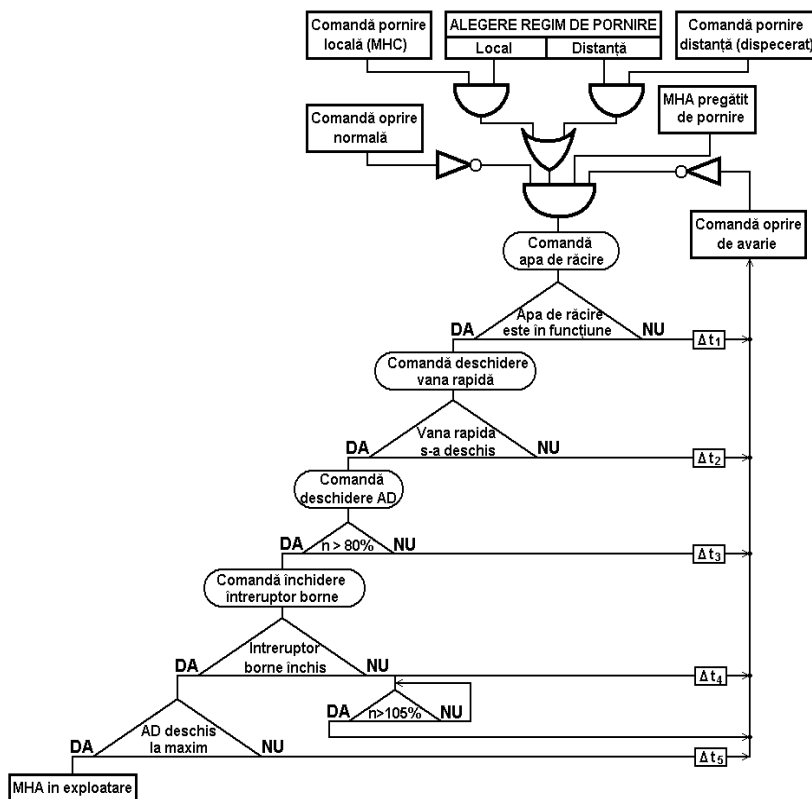


Fig.1 Organigrama pornirii automate a unui MHA

În condițiile în care hidroagregatul este pregătit pentru pornire, se poate da comanda de pornire de la fața locului, respectiv din centrală sau de la distanță, de la dispecerat. Selecția direcției de unde poate să sosească comanda de pornire se face la nivelul hidrocentralei.

Procesul automat de pornire începe cu demararea procesului tehnologic care asigură apa de răcire a hidroagregatului. Procesul tehnologic se consideră încheiat când presiunea pe distribuitorul hidroagregatului este corespunzătoare. Pornirii procesului tehnologic de apă de răcire pe hidroagregat i se alocă un interval de timp Δt_1 .

Urmează deschiderea vanei rapide, operațiune care se execută așa cum s-a arătat la capitolul respectiv. Deschiderii vanei rapide îi este alocat un interval de timp Δt_2 .

După ce vana rapidă este complet deschisă, se comandă începerea deschiderii aparatului director, această operație desfășurându-se continuu, până când aparatul director este complet deschis. În momentul când turația microhidroagregatului atinge valoarea de $0,8n_n$, se comandă închiderea întreruptorului de borne. Si acestei operații îi este alocat un interval de timp Δt_3 .

Dacă întreruptorul nu se închide, cu toate că s-a dat comanda corespunzătoare, înseamnă că există o defecțiune care poate să ducă la ambalarea hidroagregatului într-un mod periculos. De aceea, dacă s-a depășit turația de $1,05 n_n$, în condițiile în care întreruptorul de borne este deschis, se comandă oprirea de avarie a agregatului.

Aparatul director se deschide până la valoarea maximă permisă, încărcând generatorul cu putere activă. Deschiderea completă a aparatului director trebuie să se facă într-un interval de timp prestabilit, respectiv Δt_5 . Dacă acest timp este depășit, înseamnă că există un blocaj mecanic, deci o situație de avarie.

3. Detaliere - proces tehnologic de oprire normală/avarie

Pornind de la starea în care microhidroagregatul este în funcțiune, fiind încărcat cu putere activă, la valori nominale, se dorește aducerea sa în starea de oprit. MHA se consideră în starea oprit, când:

- staționează de cel puțin un minut;
- după caz, vana rapidă VR este închisă sau nu;
- circulația apei de răcire este oprită.

La unele microhidroagregate vana de închidere rapidă este acționată la fiecare pornire-oprire; la altele, în general de cădere și putere reduse, vana rapidă este menținută permanent în poziția deschisă. Închiderea ei se face numai în situații speciale.

Oprirea normală a unui hidroagregat se face reducând treptat puterea activă prin închiderea aparatului director, apoi se deschide întreruptorul de borne și, ulterior, se oprește sistemul de răcire.

Oprirea de avarie este, după cum îi arată și numele, o situație excepțională, nedorită și se efectuează fără descărcare de sarcină. La acest tip de oprire, mai întâi se deschide întreruptorul de borne, apoi se închide aparatul director până la zero. Energia hidraulică primită, până în acel moment, de hidroagregat, se va transforma în energie cinetică. Ca urmare, se va produce o creștere semnificativă a turației hidroagregatului. În caz că aparatul director nu se închide sau nu se închide suficient de repede, vor intra în funcțiune protecțiile la supraturare care vor comanda închiderea vanei cu închidere rapidă, vană aflată amonte de aparatul director.

Figura 2 prezintă organigrama subprocesului tehnologic de oprire normală. Comanda de oprire se poate iniția de la fața locului, respectiv din centrală sau de la distanță - dispecerat. Selecția comenzii de oprire se face la nivelul microhidrocentralei.

Procesul de oprire începe cu reducerea treptată a sarcinii, prin închiderea aparatului director, prin comanda corespunzătoare aplicată dispozitivului de acționare. Puterea activă este scăzută până la valoarea de 5 % P_n , când se dă comanda de deschidere a întreruptorului, aparatul director continuând să se închidă. Acestor etape ale procesului tehnologic de oprire normală, li se alocă câte un interval de timp, Δt_1 , respectiv Δt_2 .

La refuz-deschidere întreruptor (situație f. rar întâlnită), se comandă *oprirea în avarie a întregii centrale MHC*, cu deschiderea întreruptorului prevăzut pe partea de î.t. a transformatorului - ridicător.

După deschiderea întreruptorului de borne, pentru închiderea completă AD, se acordă un interval de timp, Δt_3 ; după închiderea aparatului director, se comandă și oprirea circulației de apă de răcire. Oprirea circulației apei de răcire, trebuie să se realizeze în timpul Δt_4 .

Funcție de situația concretă din hidrocentrală, după oprirea MHA, se poate efectua operațiunea de închidere a vanei rapide VR.

Comanda de *oprire de avarie* se poate iniția în orice moment și este prioritară altor comenzi (de pornire sau oprire normală).

Prima secvență care se execută, în cazul opririi de avarie, este deschiderea întreruptorului de la bornele hidrogeneratorului. În continuare, procesul se desfășoară similar cu procesul tehnologic în cazul opririi normale, cu deosebirea că se comandă și închiderea VR.

Organizarea organigramei procesului tehnologic de oprire-avarie este construită similar celei care descrie oprirea normală: se

inițiază numai de la nivel local, de către personalul de exploatare, fie ca urmare a acțiunii automate a uneia sau a mai multor protecții tehnologice, mecanice sau electrice; Se pleacă tot de la situația cu MHA în funcțiune, încărcat cu putere activă, la valoarea nominală etc.

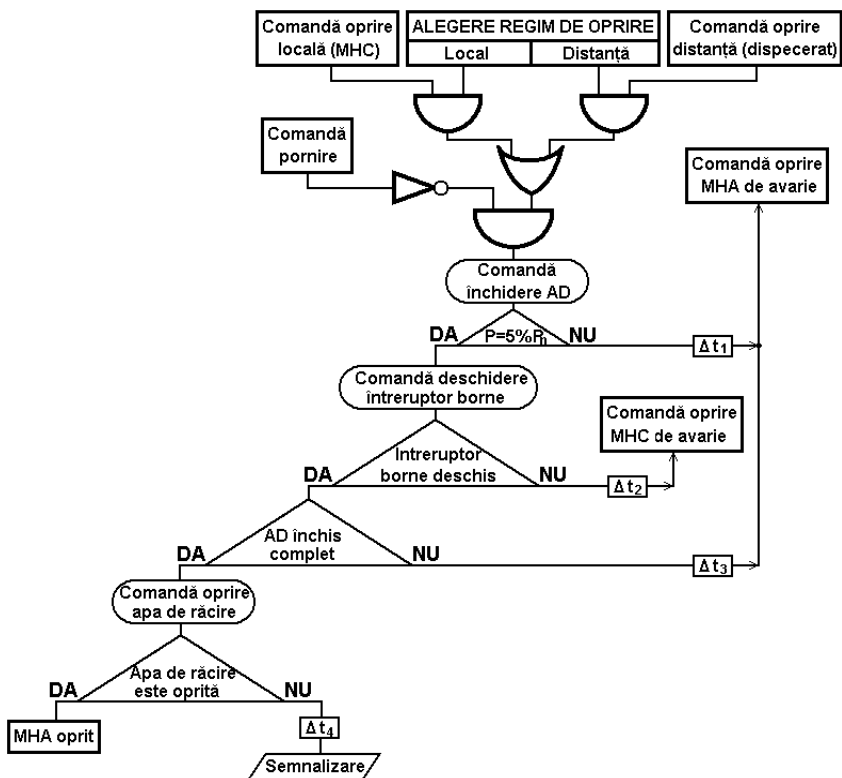


Fig. 2 Organigrama procesului de oprire normală a MHA

În fine, în cazuri de *avarie deosebit de gravă*, în care apare pericolul eminent de inundare a întregii săli a mașinilor din microhidrocentrala MHC, se inițiază măsuri speciale prin organigrama dedicată. Astfel, se execută, suplimentar, și închiderea vanei flutură VF de la nodul de presiune, la centrale echipate cu acest tip de vană (la nodul de presiune sunt două VF montate înseriate-una de lucru și alta de rezervă, ce se închide numai la refuzul vanei de lucru).

4. Concluzii

■ Microhidrocentralele MHC conțin hidroagregate HA cu puteri unitare instalate de până la 1.200 kW, în mod obișnuit, după cum le indică și numele; astfel suntem tentați a considera aceste sisteme de conversie hidro-electro-mecanice a energiei de importanță minoră, neglijând deliberat alte două aspecte;

■ Răspândite pe un areal extins, MHC valorifică de nivel superior prin însumare, microhidropotențialul țării, acolo unde terenul este inaccesibil, impropriu amplasării unor CHE de putere mai mare;

■ Supuse pericolului ambalării, grupurile MHA sunt de regulă suplimentar echipate cu un volant axial, ce complică la rândul-i exploatarea de rutină și încarcă suplimentar lagărele de fricțiune;

■ Pe de altă parte, există ambiția justificată a monitorizării de ansamblu dintr-un singur punct - dispecer hidroenergetic de amenajare DHA, a mai multor asemenea mici unități MHC, fiecare la rândul său operand fără personal permanent de exploatare;

■ În consecință, schema de automatizare completă a unei MHC se complică din aceste cauze specifice și, de aici rezultă necesitatea automatizării de nivel superior, bazată pe microprocesoare.

■ Acest sistem de automatizare urmărește întocmai organigrame de tipul celor prezentate în lucrare, verificate de autori în aplicații concrete, precum automatizarea MHC din *AH Munteni II*, echipată cu un MHA, 1·630 kW/0,4 kV.

BIBLIOGRAFIE

[1] Guzun, B.D., Mucichescu, C., Chiracu, A., *Automatizări în HidroEnergetică*. Editura tehnică, București, 1995, 272 pag.

[2] Dăescu, I., *Contribuții privind conducerea în regim automat a proceselor tehnologice din CHE*. Teza de doctorat, susținută public, dec. 2009, Cat. PUE, facultatea Energetică, UPB, 150 pag.

Prof.Dr.Ing. Basarab Dan GUZUN

e-mail: guzunbasarabdan@yahoo.com

Dr.Ing. Ioniță DĂESCU

e-mail: ionita.daescu@gmail.com

asist.Drd.Ing. Elena ANGHEL

e-mail: elaanghel@gmail.com

Drd.Ing. Daniel MORAR

e-mail: daniel.morar@transelectrica.ro

Catedra Producerea și Utilizarea Energiei, Facultatea de Energetică
Universitatea *Politehnica* din București