

# SISTEM DE MONITORIZARE CU ARHITECTURĂ CLIENT-SERVER PENTRU AMENAJARE HIDROENERGETICĂ

Costin Cepișcă\*, Cristian Pîrvu\*\*, Ionuț Angelescu\*\*

\*Universitatea Politehnica București, \*\*S.C. Hidroelectrica S.A, Sucursala Hidrocentrale Slatina.

## Abstract:

*The paper presents a computerized measuring system, based on up-to-date method, for surveying and monitoring of the hydroelectric power stations HPS. At present hydroelectric power stations are undergoing a modernization process for operating optimization. One of the main ways to improve a hydropower development (hydropower station) is to equip it with SCADA-type acquisition and control systems. The system is based on an architecture distributed an three hierarhical levels: the process, local (located in the HPS) and the territorial dispatching level (located in Hydropower Dispatcher level). The system includes programable automatic equipments, intelligent electronic devices, data transmission system and computers. The monitoring system connects three distinctly different environments. The substation, where it measures, monitors, controls and digitizes; the Control Room, where it collects, stores, displays and processes substation data; the Dispatcher Center, where it stores and displays incoming data. A communications pathway connects the three environments. Central computer of the data acquisition system, located in the hydro power plant, provides measurements performance according to a preset program, the instrumentation existing at this time and remote communications by RS485 bus, using Master-Slave architecture and IEC1170, Modbus RTU, ASCII protocols. The system includes measurements of the water levels, temperatures and main electrical parameters of the hydrogenerator. The system operator views data and messages through a display on "view station". Besides these basic functions the Control Room computer archives data and displays selected data sets, such as logs in special ways for the operators. Complete or partial measurement sets may be ordered automatically from the control computer. Computer program has more functions among which data processing using preset procedures, drawing up tables and charts for main parameters in time variation, storing in database. The system monitors the incoming stream of analog variables that are outside prescribed limits with warnings and alarms to alert the system operator to potential problems. Data is screened for "bad" (out of reasonablity limits) data as well. The remote communication server gathers the information from the hydro power plants connected by means of modems over GSM or phone lines. The dispatcher level is in charge of collecting and archiving the data coming from the hydro power plants and presenting this data to the dispatchers. These are real and reactive power flow (watts and vars) voltages and currents and other measurements, like water levels. Analog data is refreshed periodically so that the operator can be assured the data on his screen is relevant. A modern information technology architecture distributes the computing resources into clients and servers. Winsock control comes with Visual Basic 6 and is used to create flexible applications that access the low-level functions of the Transmission Control Protocol/Internet Protocol (TCP/IP). There are two separate applications, one of which is a server and the other is a client. Both client and server interact with each other to exchange data on-line. Client sends a request to the server and the server which is connected to a database retrieves the information requested by the client from the database and returns the requested information back to the client. Database is located in the HPS, on a machine different from the one that hosts the client application, located in Hydropower Dispatcher level. Benefits when developing such computerized measuring system are being highlighted.*

## 1. INTRODUCERE

Într-o amenajare hidroenergetică, punctele de măsurare sunt amplasate grupat, dar la distanță mare de locul în care se amplasează centrul de comandă de la dispecer. Acest fapt impune

concentrarea locală a datelor pentru măsurile măsurate în același perimetru. Un astfel de sistem are inevitabil o structură ierarhică.

Această structură permite funcționarea independentă a diferitelor ansambluri funcționale, la nivelul superior fiind transmise doar datele strict necesare. O arhitectură care adaugă la nivelul centralelor hidroelectrice o stație industrială, cum se poate observa în **figura 1**, decuplează informațional stația centrală de la dispecerul de hidroamenajare de informația la nivelul camerei de comandă din centrala hidroelectrică. Acest lucru permite preluarea la nivelul hidrocentralelor a unor cantități de date referitoare la funcționarea acestora, date necesare personalului de supraveghere din centrale și care nu mai trebuie transmise la nivel de dispecer. Informațiile disponibile la fiecare nivel de conducere sunt strict cele necesare procesului de decizie specific.

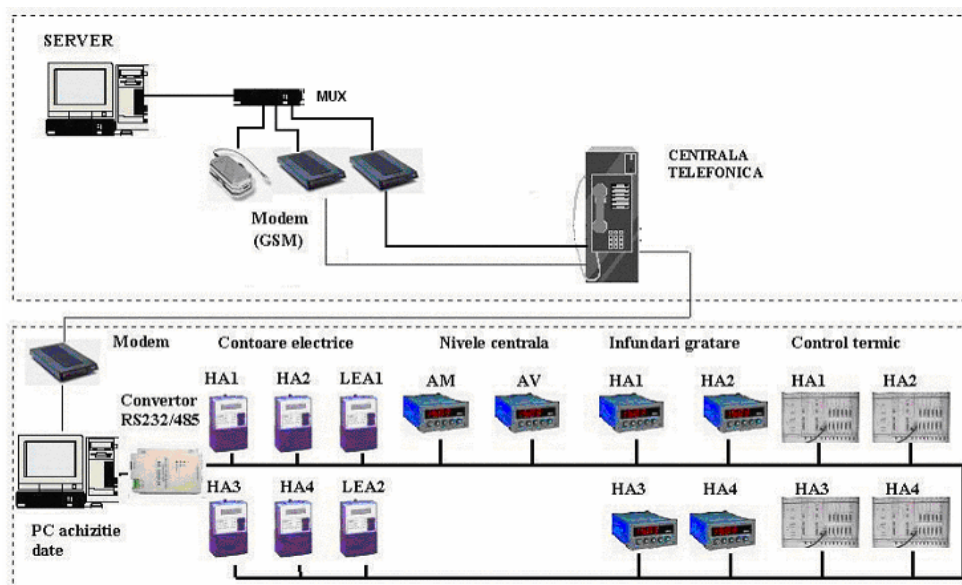


Fig. 1. Schema de legături

Vizualizarea datelor de către dispecerul de hidroamenajare se va realiza în mod obișnuit la nivel de cascadă, dar și la nivel de centrală, în situații care impun aceasta.

## 2. STRUCTURA HARDWARE

### 2.1. Subsistemul de măsurare la nivel de centrală

Sistemul este realizat în jurul unei rețele multipunct **RS 485/422** la care sunt conectate dispozitivele inteligente I/O existente în centrale: centrale de control termic **CPT60**, de fabricație I.C.E. Felix, contori energetici **Prometer** (CEWE) și blocuri electronice indicatoare **DMP 240**, de la Penny & Giles.

Calculatorul din camera de comandă înglobează funcțiile următoare: server-ul de proces (utilizat pentru achiziția de date de la dispozitivele de câmp), consolă operator (**HMI - Human Machine Interface**, asigură funcțiile de monitorizare și alarmare), server de aplicații (prelucrarea datelor, baze de date istorice, configurarea rețelei industriale), server-ul de comunicație (asigurând schimbul de date cu centrul de control).

Transmiterea la nivelul dispecer a datelor se realizează prin intermediul unui modem cuplat la o linie telefonică sau la o rețea GSM.

## 2.2. Subsistemul de dispecerizare

Prin intermediul unei plăci seriale multiport, a modem-urilor cuplate la linii telefonice închiriate sau comutate, aplicația ce rulează pe stația centrală colectează simultan informații în timp real de la toate centralele din componența amenajării hidroenergetice.

Comunicația între punctul de dispecer și centralele din subordine se poate asigura și prin modem-uri GSM. Pentru reducerea costurilor, transferul bazelor de date proprii centralelor, care conțin datele preluate la intervale orare, se face doar la cerere.

## 3. STRUCTURA SOFTWARE

Aplicația software este un pachet de programe care permite gestionarea interfețelor de comunicație, afișarea parametrilor reali de funcționare, realizarea unei bănci de date.

Este o arhitectura deschisă de tip client-server. Avantajele structurii client-server sunt, printre altele, integritatea datelor și vizualizarea datelor în timp real. Este o aplicație orientată pe obiect, condusă de evenimente, ce rulează pe platforma Windows 2000, un mediu de operare multitasking. Programele au fost dezvoltate în Microsoft Visual Basic.

### 3.1. Aplicația de centrală

Programul conține driverele pentru *comunicarea cu echipamentele locale* utilizând diferite protocoale standard sau “de facto”, **MODBUS RTU**, **IEC 1170**, **ASCII**, protocoale specifice automatelor programabile și echipamentelor RTU existente în instalație. Schimbul de date între IED-uri (dispozitive electronice inteligente) și calculator este realizat prin procedura **master/slave**. Calculatorul controlează traficul de date prin interogarea secvențială a IED-urilor (*polling*). În acest caz, calculatorul este *master*-ul care inițiază transferul de mesaje, în timp ce IED-urile sunt stațiile *slave* care pot transmite doar când sunt interogate. Pentru verificarea erorilor de transmisie se utilizează mai multe metode: verificarea la nivel de caracter, verificarea la nivel de cadru de transmisie (verificarea longitudinală a redundanței LRC, verificarea ciclică a redundanței CRC).

Mărimile monitorizate sunt mărimi ce condiționează starea de ansamblu a instalațiilor:

- puterea activă P și puterea reactivă Q pe grupuri și LEA de racord
- tensiunile pe barele centralei
- curentul și tensiunea din statoarele generatoarelor
- temperaturile pentru lagăre (lagăr turbină, lagăr axial, lagăr radial), ulei ungere, apă de răcire, înfășurări generator, fier stator, aer de răcire la intrarea și ieșirea din răcitoare
- nivel apă amonte, aval și înfundări de grătare

Operatorul este informat în permanență cu privire la starea sistemului de măsurare, eventuale defecte ale echipamentelor de achiziție și transmisie de date.

*Funcția de prelucrare a datelor* constă în efectuarea unor calcule în timp real cu datele preluate de la IED-uri, de tipul: operații aritmetice, operații logice, calcule de mărimi derivate. Se determină prin calcul mărimile: căderea pe centrală și pe grupuri, debitul turbinat, factorul de putere

Prelucrarea datelor analogice include eliminarea erorilor și verificarea plauzabilității. Valorile de temperatură corespunzătoare canalelor valide de măsurare (luate în considerare pentru funcția de protecție), se compară *on line* cu limitele prestabilite de semnalizare și alarmare, achiziționate concomitent de la echipamentul de control, iar dacă una dintre limite a fost depășită se generează o alarmă, punându-se în evidență pe ecran prin modificarea stilului de afișare a mărimii.

La intervale de timp definite de utilizator, de regulă orare, se realizează actualizarea și completarea bazelor de date istorice. Baza de date, de tip **Microsoft Access**, este depozitarul central pentru informații. Se stochează astfel orar date privind:

- energiile active și reactive pe grupuri și pe linii
- temperaturile și evenimentele curente pentru canalele de măsurare
- nivelele apei în amonte, aval de centrală și pierderile de presiune pe grătare

Se înregistrează, de asemenea, în timp real evenimentele centralei de control termic, depășirile de limite admise, pornirile și opririle de grup, cu atașarea unei informații de timp.

În exploatare, este importantă urmărirea tendințelor de variații ale mărimilor. Jurnalizarea datelor se folosește în scop predictiv. Pe baza acestor analize ulterioare se pot depista și unele probleme de administrare sau erori de operare. Din acest motiv se impune și existența unui istoric care conține toate comenzile date de operator.

*Afișarea datelor*, prin indicatoare de tip numeric, și a elementelor de comandă, butoane, comutatoare, împreună cu programele ce deservește aceste funcții, asigură interfața de operare. Aplicația oferă un ecran principal (**figura 2**), cu o imagine de ansamblu, cât mai completă, asupra sistemului hidroenergetic, a evenimentelor din proces.

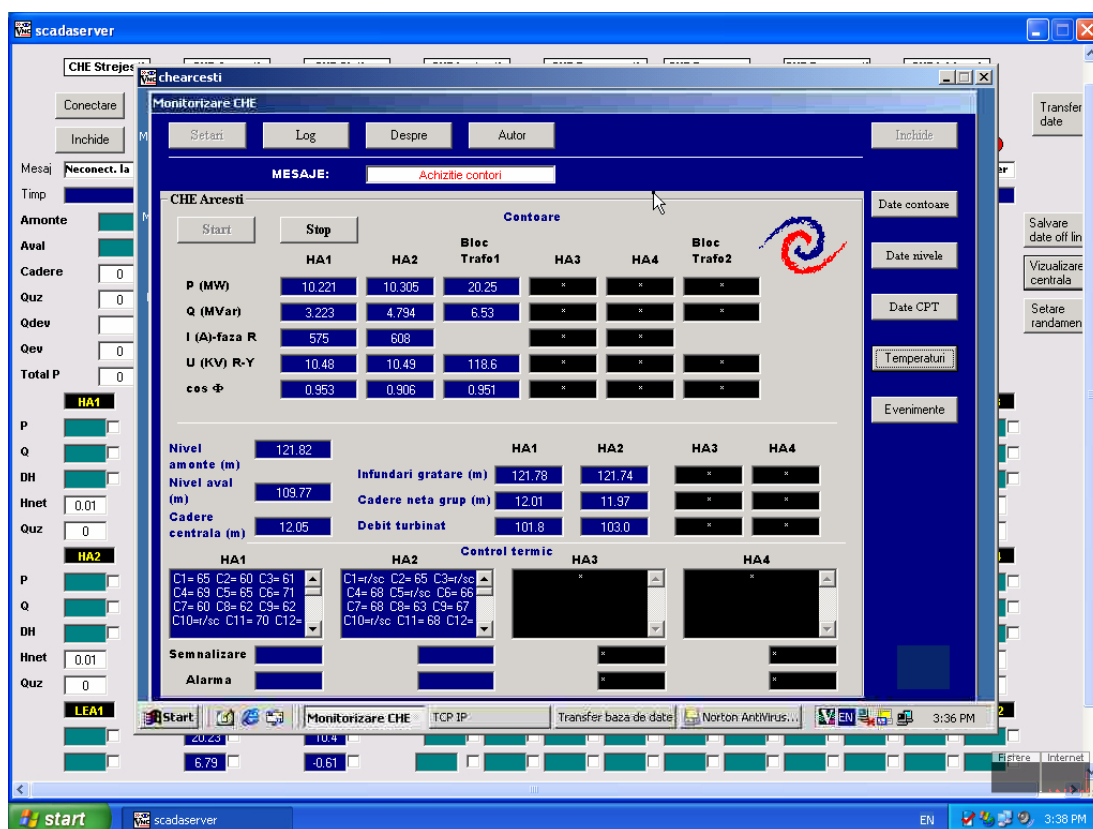


Fig. 2. Ecranul principal al aplicației din centrală

Pentru centralele de control termic se poate face, la cererea utilizatorului, o prezentare cantitativă, pentru a permite detalierea informațiilor: denumirile canalelor de măsurare, valori de temperatură, canale valide, semnalizări, alarme.

Pentru *schimbul de date* cu centrul dispecer se stabilește o conexiune de tip client-server. Controlul **Winsock**, furnizat de Visual Basic, permite gestiunea unui flux de date cu ajutorul protocolului TCP. Pe calculatorul din camera de comandă a centralei rulează două aplicații server, pentru transmiterea datelor în timp real și, respectiv, interogarea bazei de date proprii centralei.

Anterior stabilirii conexiunii client-server, este necesară, evident, stabilirea unei legături de tip *dial-up* între calculatoare, pentru liniile telefonice în comutație.

### 3.2. Aplicația de dispecer

Vizualizarea datelor de către dispecerul de hidroamenajare se realizează la nivel de cascadă (figura 3).

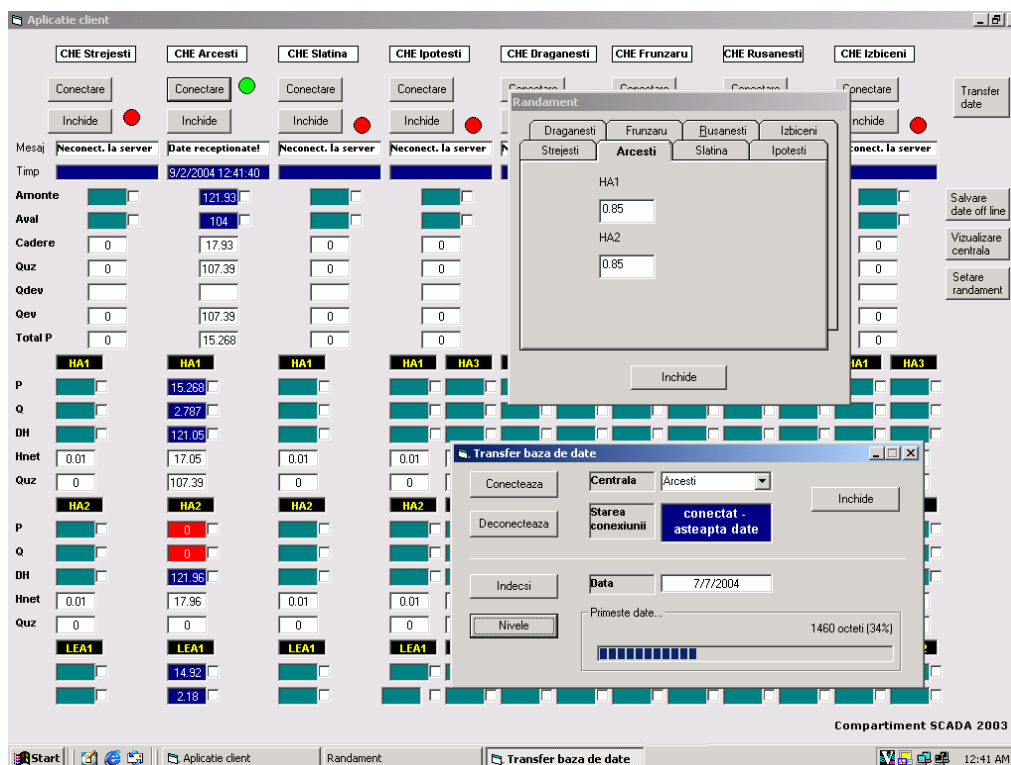


Fig. 3. Ecranul aplicației de dispecer

Fiecărei centrale hidroelectrice îi corespunde un control **Winsock**, configurat drept client. Un *timer* asociat, după stabilirea legăturii de tip *dial-up*, inițiază conexiunea client-server și apelează periodic metodele controlului pentru transferul datelor și subrutinele de prelucrare, afișare și salvare. Informațiile la nivelul dispecerului sunt doar cele necesare procesului de decizie. Datele recepționate, stocate într-o bază de date de timp real și afișate în indicatoare de tip numeric, sunt următoarele:

- puterea activă P și puterea reactivă Q pe grupuri și LEA de racord
- nivel apă amonte, aval și pierderi de presiune pe grătar

Dacă este necesar, operatorul poate înlocui manual o valoare analogică. Cât timp valoarea este introdusă manual, ea nu va fi schimbată cu valori recepționate din câmp. Această valoare este stocată de asemenea într-o bază de date și utilizată în calculele, executate în timp real, pentru mărimi derivate, pentru care nu există traductoare sau reprezintă indicatori de sinteză: căderea pe centrală și pe grupuri, debitul turbinat pe grupuri și pe centrală, puterea activă totală produsă pe centrală. Pentru determinarea debitului turbinat, în funcție de puterea activă și de căderea pe grup, se introduce într-o fereastră de configurare randamentul grupului.

Transferul bazelor de date din centrale, care conțin înregistrări la intervale orare, se face doar la cerere. Fereastra pentru transfer conține, de asemenea, un control Winsock configurat în mod flexibil, în timpul execuției programului, drept client pentru un server specificat. Pentru a se reduce debitul de date, nu se transfera toată baza de date. Interogarea bazei de date proprii centralei, operație executată de aplicația server, folosește ca parametru data calendaristică

pentru care se dorește completarea bazei de date corespondente de la dispecer. Sistemul oferă posibilitatea depistării defecțiunilor din rețea și localizării acestora.

#### 4. CONTROLUL WINSOCK

Pentru a realiza transferul direct al datelor între calculatoare se utilizează un control ActiveX, care oferă acces la nivelul de jos către protocolul de rețea TCP.

Protocolul TCP/IP (Transmission Control Protocol/Internet Protocol) este limbajul comun utilizat de cea mai mare parte a calculatoarelor pentru comunicație. De fapt, TCP/IP este o specificație care definește o serie de protocoale utilizate pentru a standardiza modul în care calculatoarele schimbă informații unele cu altele. TCP/IP asigură comunicații în rețele care utilizează diverse arhitecturi hardware și sisteme de operare diferite. Protocoalele TCP/IP sunt aranjate într-o serie de nivele, cunoscute ca stivă de protocol. Fiecare nivel are propria sa funcționalitate.

Winsock este deasupra stivei de protocol TCP/IP din modelul ISO/OSI. Winsock, prescurtare de la Windows Sockets, este utilizat pentru a crea aplicații client-server. Winsock este un standard care este menținut de Microsoft. Standardul este în primul rând un set de proceduri care descriu comunicațiile către și de la stiva TCP/IP. Aceste rutine sunt rezidente într-o librărie de legătură dinamică DLL care rulează sub Windows.

#### 5. CONCLUZII

Alegerea structurii hardware și software se realizează pe baza determinării unui raport optim între costul sistemului și performanțele acestuia. Asigurarea cerinței ca sistemul să fie aliniat la tendințele tehnologice se obține prin respectarea standardelor.

Arhitectura hardware ține cont de cantitatea de date achiziționate, de distribuția geografică a echipamentelor, de interfețele de comunicație ale echipamentelor. Se impune ca arhitectura aplicației să fie distribuită și deschisă. Fiecare echipament dotat cu procesor propriu asigură prelucrarea primară a datelor și execuția unor funcții specifice. Se obține astfel o fiabilitate crescută, un trafic redus de date între echipamente și o mai slabă încărcare a server-elor. Prin introducerea în schemă a unui concentrator local de date la nivel de centrală, se obține un sistem de monitorizare pentru centrale hidroelectrice ierarhizat pe 2 niveluri, conducând la descentralizarea funcțiilor aplicației.

Echipamentele de la nivel de centrală funcționează în mod independent în absența conexiunii cu nivelul superior. Monitorizarea în timp real, realizată continuu la nivelul camerei de comandă și la dispecer, permite introducerea unor funcții suplimentare. Anumite puncte de monitorizare a stării constituie practic puncte “virtuale”, pentru care nu există conexiuni fizice.

Serviciul de sistem de achiziție de date implică existența unui serviciu de comunicație, la fel de reprezentativ. La centrale se acumulează informațiile care se transmit spre punctul dispecer. Colaborarea între punctul de dispecer și centralele din subordine se face printr-un dialog permanent, prin intermediul căruia informațiile se transmit în dublu sens. Winsock se dovedește a fi un control robust, ideal pentru comunicațiile între calculatoare, ce ajută la crearea unor aplicații extrem de flexibile.

#### BIBLIOGRAFIE

- [1] Alexis Rolland, *Le contrôle Winsock*, [www.vbasic.org](http://www.vbasic.org), Vbguides
- [2] [membres.lycos.fr/allvb/](http://membres.lycos.fr/allvb/), *Le contrôle Winsock*
- [3] S.S. Ahmed, *Developing Client-Server Applications*, <http://www.vbip.com/>
- [4] John Clark Craig, Jeff Webb, *Visual Basic 5.0, Manualul programatorului*, Editura Teora, 1998
- [5] <http://www.ewh.ieee.org>, *The Evolution – From SCADA to Automation*