

MONITORIZAREA UNUI AGREGAT DE POMPARE UTILIZAT PENTRU EVACUAREA APELOR ÎN CARIERA ROȘIA

Prof. Univ. Dr. Ing. Popescu Luminița
Georgeta,
Universitatea “Constantin Brâncuși” din
Târgu jiu, România

REZUMAT: In this paper presents a model of experimental control of pumping units used to evacuate the water collected in a collector jomp from Rosia career. This model supposes to realize a system that takes the data from aggregates (ensemble pump - engine) jomp water level, sending them to the computer for process PXI, found in house electrical and communication with the dispatcher further career.

Cuvinte cheie: carieră , agregat de pompare, sistem informatic, interfață dispecer

1. INTRODUCERE

În carierele de lignit din bazinul Olteniei apar probleme deosebite datorită cantităților mari de apă provenite atât din infiltrații cât și din precipitații. Pentru evacuarea acestor cantități mari de apă se utilizează agregate de pompare al căror număr depinde de suprafața carierei și de cantitatea de apă estimată a fi evacuată din cariera respectivă. În figura 1 este prezentată o vedere a unui jomp (bazin de colectare a apelor).

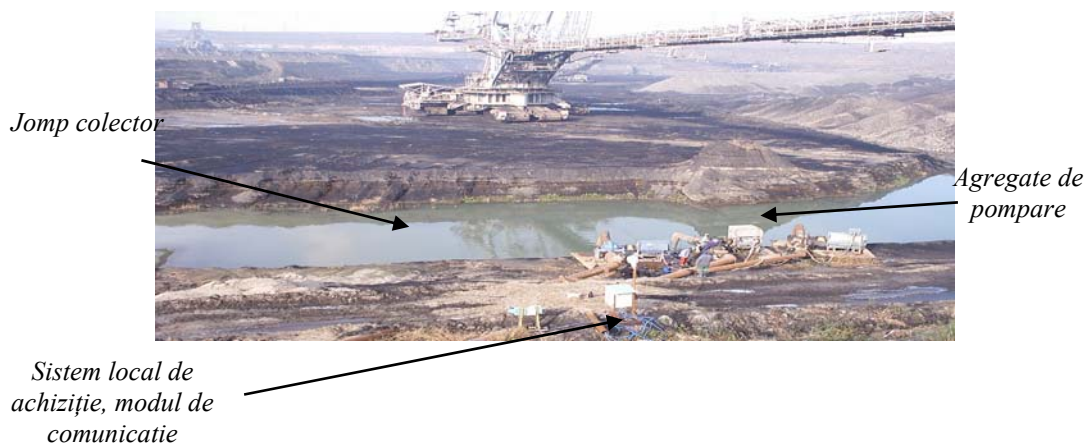


Fig. 1. Jomp colector (bazin colector)

MONITORING A PUMPING AGGREGATE USED FOR WATER DRAIN IN ROȘIA MINING PIT

Prof. PhD. Eng. Popescu Luminița
Georgeta,
Constantin Brâncuși University From Târgu
Jiu, România

ABSTRACT: In this paper presents a model of experimental control of pumping units used to evacuate the water collected in a collector jomp from Rosia career. This model supposes to realize a system that takes the data from aggregates (ensemble pump - engine) jomp water level, sending them to the computer for process PXI, found in house electrical and communication with the dispatcher further career.

Keywords: mining pit, pumping aggregate, informatic system, dispatcher interface

1. INTRODUCTION

In lignite mining pits from Oltenia's coal basin appear different problems because of the high amount of water resulted from infiltrations and rain. To drain these amount of water there are used pumping aggregates whose number depends on the area of the pit and of the estimated quantity of water from that pit. In figure 1 there is a view of a jomp (water collector basin).

Fig. 1. Jomp colector (collector basin)

Pentru a reduce consumul de energie electrică, este necesară în primul rând o corelare a parametrilor energetici (curenți absorbiți, factor de putere $\cos \varphi$ etc.) ce caracterizează motoarele electrice care acționează pompele de evacuare, cu parametrii tehnologici (nivelul apei în bazinul de colectare, nivelul de avertizare al apei din bazinul de colectare, nivelul de colmatare din jomp, depresiunea din coloana de aspirație a pompelor, presiunea din coloana de refulare etc.).

2. FUNCȚIONAREA SISTEMULUI

Corelarea funcțională a parametrilor enumerați mai sus (și a altora) se poate realiza printr-un sistem informatic complex, care presupune achiziția datelor, controlul procesului și elaborarea de comenzi. În figura 2 și respectiv figura 3 se prezintă mărimile ce trebuie preluate de către sistemul de achiziție.

In order to reduce the electrical energy waste, we first need a correlation between the energetic parameters (absorbed currents, power factor - $\cos \varphi$ etc) which characterize the electrical engines which operate the evacuation (drain) pumps and the technological parameters (water level in the collector basin, warning level of the water in the basin, clogging level, depressurization from the breathe in column of the pumps, pressure from the breathe out column etc.).

2. THE OPERATING OF THE SYSTEM

The functional correlation of the parameters above (and others) can be realized through a complex informatics system, which assumes data acquisition, process control and elaboration of commands. In figure 2 and 3 there are presented the quantities which must be taken over by the acquisition system.

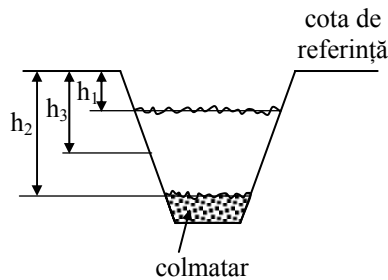


Fig. 2. Reprezentarea simplificată jomp

Fig. 2. Simplified representation of a jomp

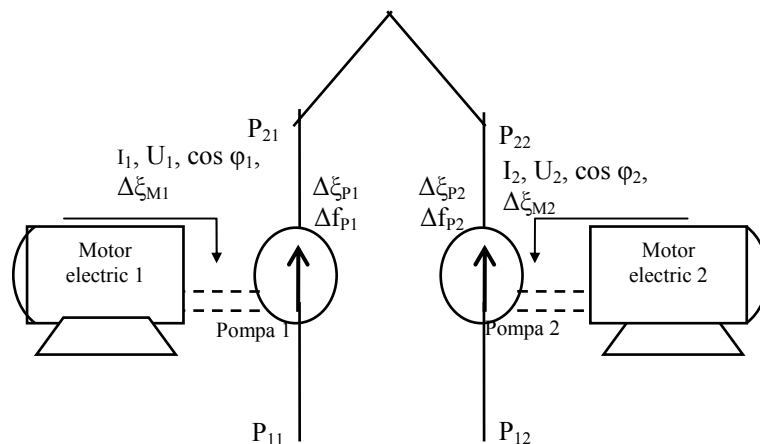


Fig. 3. Reprezentare simplificată agregat pompare

Fig. 3. Simplified representation of pumping aggregates

Având în vedere datele anterior prezentate, acest model experimental își propune următoarele obiective:

1. funcționarea pompelor în regim automat în funcție de cantitatea de apă necesară de evacuat;
2. monitorizarea regimului energetic de funcționare al motoarelor electrice de acționare a pompelor;
3. controlul stării tehnice a agregatelor de pompare.

2.1. Funcționarea pompelor în regim automat

La acest punct s-a urmărit corelarea regimului de funcționare al pompelor cu nivelul apei din jomplul colector. Pentru acestea s-au măsurat:

1. nivelul apei în jomp – h_1 [m];
2. nivelul de depunere (aluvionare, colmatare) în jomp – h_2 [m];
3. nivel de avertizare (definit ca nivel minim al apei din jomp la sorbul fiecărei pompe) h_3 [m]
4. depresiunea în coloana de aspirație a pompei 1 p_{11} [bar];
5. depresiunea în coloana de aspirație a pompei 2 p_{12} [bar];
6. presiunea în coloana de refulare a pompei 1 p_{21} [bar];
7. presiunea în coloana de refulare a pompei 2 p_{21} [bar];
8. debitul evacuat măsurat pe coloana de refulare a pompei 1 Q_1 [mc/h];
9. debitul evacuat măsurat pe coloana de refulare a pompei 2 Q_2 [mc/h].

Pentru realizarea acestor obiective este necesar un sistem de achiziție de date la nivelul agregatelor de pompare (cofret) și un alt sistem de achiziție la nivelul casei electrice, cu rol de a prelua și prelucra date, și de a le transmite unităților decizionale.

2.2. Monitorizarea regimului de funcționare

La acest punct s-a urmărit obținerea unui randament energetic maxim la agregatele de pompare. Pentru aceasta s-au măsurat:

1. Curenți absorbiți ai motoarelor de

With the data presented, this experimental model proposes the following objectives:

1. performance of the pumps in automated regime considering the quantity of water to be evacuated;
2. monitoring the energetic regime of functioning for the electrical engines which operate the pumps;
3. control of the technical state of the pumping aggregates.

2.1. Performance of the pumps in automated regime

At this point it has been followed the performance of the pumps with the water level in the collector basin. For this, we measured:

1. water level in the basin – h_1 [m];
2. clogging level in the basin – h_2 [m];
3. warning level (defined as minimal level of the water in the basin at the breathe in of each pump) h_3 [m]
4. depressurization in the breathe in column of the pump 1 p_{11} [bar];
5. depressurization in the breathe in column of the pump 2 p_{12} [bar];
6. pressure in the breathe out column of pump 1 p_{21} [bar];
7. pressure in the breathe out column of pump 2 p_{21} [bar];
8. evacuated volume measured on the breathe out column of pump 1 Q_1 [mc/h];
9. evacuated volume measured on the breathe out column of pump 2 Q_2 [mc/h].

To realize these objectives we need a data acquisition system at the level of the pumping aggregates (electric box) and another acquisition system at the level of the electrical house, which takes over and processes the data and transmits them to the decisional units.

2.2. Monitoring the functioning regime

At this point we try to obtain a maximum energetic effective power at the pumping aggregates. For this, we measured:

- acționare a pompelor i_1 [A], i_2 [A].
2. Tensiuni de alimentare a motoarelor de acționare U [V].
 3. Defazajul dintre curent și tensiune, $\cos \varphi$.

Acești parametri sunt mășurați, gestionați, și transmiși către calculatorul de proces de către modulul de achiziție și protecție SEPAM 1000.

Totodată s-a realizat identificarea stării echipamentelor de comutație: întreruptoare, separatoare, siguranțe fuzibile, contactoare:

- separatoare:
 - separator general **SG**
 - separator întreruptor **S_{IO}**
 - separatoare motoare **S_{m1}, S_{m2}**
- întreruptor general stație **IO**
- siguranțe fuzibile: **Sig_{m1}, Sig_{m2}** (la cele 2 motoare de acționare)
- contactorul cu vid: **C_{m1}, C_{m2}** (la cele 2 motoare de acționare).

Pentru poziția închis s-a atribuit valoarea „1” logic, iar pentru poziția deschis s-a atribuit valoarea „0” logic.

- contact – prezență tensiune, cu „1” logic pentru prezență tensiune și „0” logic pentru lipsa tensiunii;
- starea protecțiilor.

Deasemenea s-au mai monitorizat condițiile de mediu ambiant, pentru aceasta instalându-se următorii senzori:

1. Senzor de temperatură mediu ambiant în cofret
2. Senzor temperatură exterioară, în funcție de care se inițiază regimul antiîngheț
3. Senzor de nivel al precipitațiilor .

3. Sistemul de achiziție a datelor

Prezentarea generală a sistemului de achiziție a datelor precum și modul în care este structurată aplicația informatică se prezintă în figura 5. Sistemul de achiziție și comandă este realizat pe trei nivele ierarhice:

Nivel 1 – Tablou local (cofretul de lângă pompe)

La acest nivel se găsesc echipamentele de

1. absorbed current of the engines which operate the pumps, i_1 [A], i_2 [A].
2. supply voltage of the operating engines U [V].
3. phase difference between current and tension, $\cos \varphi$.

These parameters are measured, administrated and transmitted to the process computer by the acquisition and protection module SEPAM 1000.

Also, we identified the state of the switching equipments: switches, separators, fuses, contractors:

- separators:
 - general separator **SG**
 - interrupt separator **S_{IO}**
 - motive separators **S_{m1}, S_{m2}**
- station general interrupt **IO**
- motor fuses: **Sig_{m1}, Sig_{m2}** (at both operating engines)
- void contactor: **C_{m1}, C_{m2}** (at both operating engines).

For off position we have logical „1” and for on position logical „0”.

- contact – tension presence, with logical „1” for presence and logical „0” for absence;
- state of protections.

Also there are monitored the environmental conditions with the following sensors:

1. temperature sensors inside electric box
2. temperature sensor for exterior temperature-initializes the anti freezing regime
3. sensor level for precipitations.

3. Data acquisition system

The general presentation of the data acquisition system and the module in which the informatics application is structured is presented in figure 5.

The system for acquisition and control is based upon three levels:

Level 1 – Local panel (the cofret near the pumps)

At this level there are the field equipments

câmp responsabile cu achiziția semnalelor analogice principale. Astfel Real-Time Fieldpoint (RT FP2015), va achiziționa semnalele analogice (4..20mA) de debit, presiuni, depresiuni, nivel, semnale ce vor fi convertite numeric pe 12 biți și transmise calculatorului de proces din casa electrică. Totodată acesta dispune de 16 canale digitale de ieșire și 16 canale digitale de intrare utilizate pentru diverse operații la nivelul grupului de pompare. De exemplu, se va aprinde intermitent o lampă montată pe capacul cofretului, ceea ce va indica pentru operatori faptul că partea de comunicație a tuturor echipamentelor distribuite este OK. În cazul în care lampa rămâne numai într-o stare aprins/stins înseamnă că sunt probleme cu comunicația și sistemul este posibil să nu mai funcționeze. Celelalte intrări digitale citesc starea butoanelor de oprire, pornire, etc. care ulterior vor fi folosite în baza de date pentru a vedea profilul de funcționare al pompei respective.

Tot în acest tablou local este poziționată și placa de vibrații, ce achiziționează bufferat 4 semnale de vibrații (2pompe+2motoare) cu frecvență de până la 50KHz. Aceste semnale sunt memorate în memoria plăcii și ulterior sunt transmise la cerere calculatorului de proces din casa electrică pentru prelucrare. S-a optat pentru plasarea plăcii de achiziție aproape de senzorii de vibrații, deoarece semnalul de vibrații poate fi ușor perturbat prin transmiterea în formă analogică la distanță.

responsible with the acquisition of the main analogical signals. So Real-Time Fieldpoint (RT FP2015) will take over the analogical signals (4..20mA) for flow, pressure, depressurization, level, signals which will be numerically converted on 12 bits and transmitted to the process computer from the electric house. Also, it has 16 digital output channels and 16 digital input channels used for different operations at the level of the pumping group. For example, a lamp mounted on the hood of the electric box will lit intermitten, which indicates the fact that the communication part of all distributed equipments is ok. In case the lamp remains in a state, on or off, it means that there are problems with the communication and the system is possible not to work anymore. The other digital inputs read the state of the off, on and other buttons, which will be used after in the data base to see the working profile of that pump.

In this panel is also positioned the vibration board, which takes over 4 signals of vibrations (2 pumps and 2 engines) in a buffer, with a frequency till 50kHz. These signals are memorized in the board memory and after that are transmitted at the process computer's (which is in the electric house) demand for processing. It was decided that the board to be placed close to the vibration sensors, because the vibration signal can be easily be perturbed through its analogical transmission at distance.

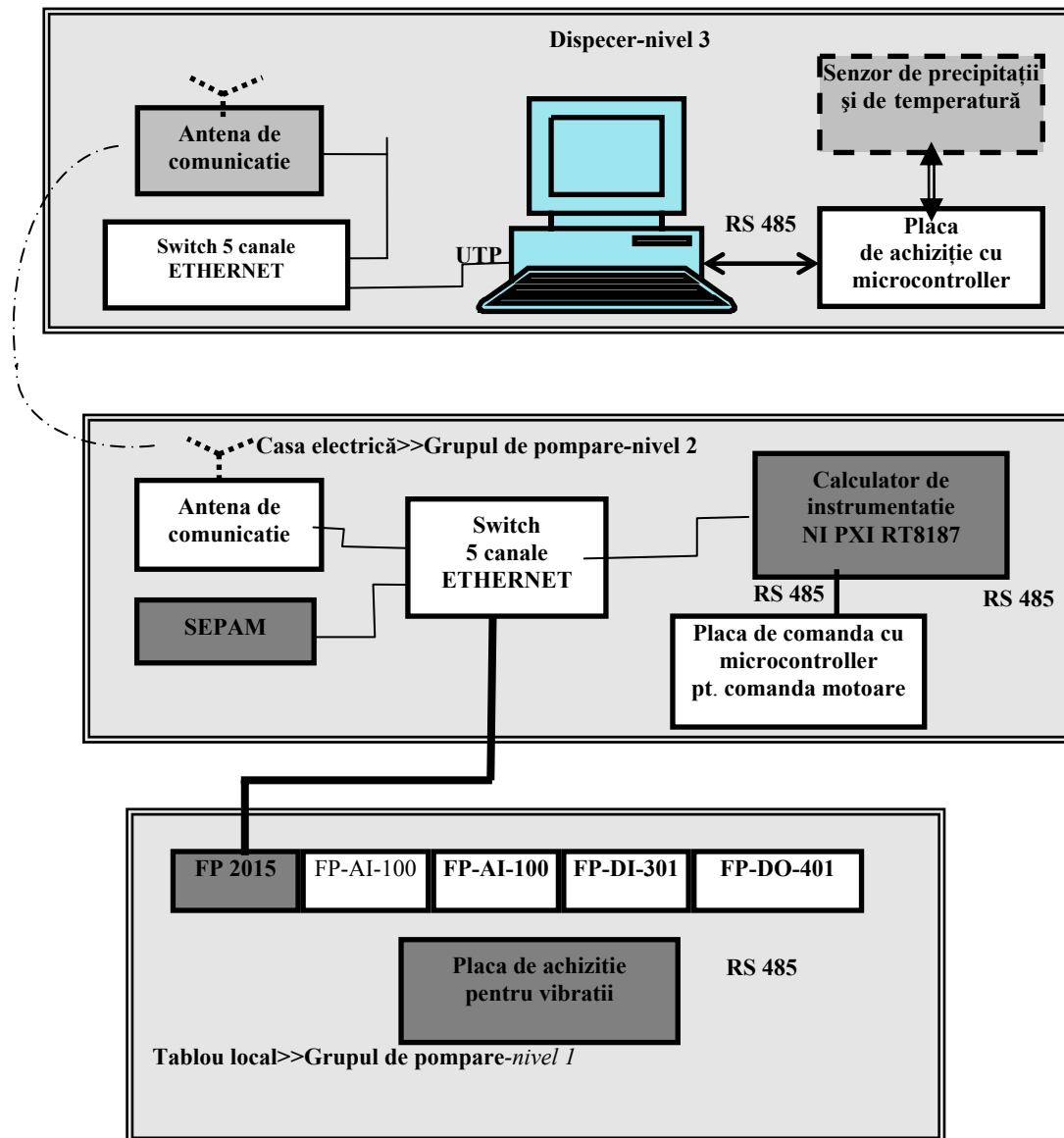


Fig. 5 Structura sistemului de achiziție și comandă

Fig. 5 The structure of the acquisition and control system

Nivelul 2 – Casa electrică

La acest nivel (casă electrică) este poziționat calculatorul de proces, care va comunica cu calculatorul de la dispecer prin sistem de comunicație radio folosind protocolul TCP/IP.

Calculatorul de proces din casa electrică este configurat ca master, ceea ce înseamnă că acesta trebuie să funcționeze încontinuu pentru gestiunea procesului. În situația în care calculatorul nu mai funcționează (din diverse motive), funcționarea procesului este realizată în continuare pe manual. La acest calculator sunt legate în rețea, printr-un switch cu 5 canale, echipamentul SEPAM,

Level 2 – Electrical house

At this level, the process computer is positioned. It will communicate with the computer at the dispatcher through radio communication system, using the TCP/IP protocol.

The process computer from the electrical house is configured as master, which means that it must function continuously for process administration. In the situation that the computer does not work from various reasons, the process functions are realized manually. At this computer there are connected through a 5 channel switch the following equipments: the SEPAM, the radio

antena radio și echipamentul de câmp Fieldpoint (FP 2015 care este plasat în cofretul de lângă pompe). Tot la acest calculator este legată printr-un port RS485 placa de achiziție cu 4 canale a vibrațiilor ce este plasată în cofretul de lângă pompe.

Calculatorul de proces din casa electrică (NI PXI RT8187) este un produs al firmei National Instruments, construit special pentru aplicații de timp real, și astfel, pe lângă configurația hardware pentru mediul industrial mai dispune și de un sistem de operare cu puternice facilități de timp real. Acesta nu este prevăzut să funcționeze cu monitor în cadrul aplicației, dar dispune de placă video și se poate atașa pentru testare un monitor. La acest calculator mai există o placa de achiziție și comandă realizată cu microcontroller, plasată în casa electrică, conectată printr-un port RS485 ce preia semnalele numerice de la stările siguranțelor, stările contactorilor și totodată comandă pornirea și oprirea celor 2 motoare ale pompelor.

Cu ajutorul acestui ecran se realizează, pe lângă testarea funcționării întregului ansamblu și calibrarea software a tuturor senzorilor. După realizarea unei calibrări tehnologice (electronice) este necesară ulterior realizarea unei calibrări transpuse software. Toate prelucrările datelor se fac la acest nivel cu scopul de a avea un număr mai mic de octeți ce trebuie transmiși la dispecer, și astfel să se micșoreze timpul de comunicație. Prin micșorarea timpului de comunicație cu calculatorul de la dispecer, se câștigă timp pentru prelucrări mai laborioase la nivelul calculatorului de proces și în același timp se crește fiabilitatea comunicației cu dispecerul.

Nivelul 3- Dispecer

Acest nivel îl reprezintă calculatorul din camera dispecerului, calculator care este conectat prin sistem de comunicație radio cu echipamentele din casa electrică a pompelor (*nivelul 2*). Tot la acest calculator sunt conectați direct prin portul serial RS232 placa de achiziție construită ca un nucleu cu microcontroller ce achiziționează semnalele

antenna and the Fieldpoint (FP 2015 which is placed in the electric box near the pumps). At this computer is also connected through a RS485 port the 4 channel acquisition board of the vibrations which is placed in the electric box near the pumps.

The process computer in the electrical house (NI PXI RT8187) is a product of the National Instruments, built especially for real time applications and so, besides the hardware configuration for the industrial environment it disposed of an operating systems with powerful real time facilities. It is not scheduled to operate with monitor within the application, but it has a video board and a monitor can be attached for testing.

At this computer there is another acquisition and control board, made with microcontroller, placed in the electrical house, and connected through a RS485 port which takes over the digital signals from the states of the fuses, states of the contactors, and also it controls the on and off states of the two engines of the pumps.

With the help of the screen, the good function of the whole assembly is tested and also, the sensors are calibrated through software, after the technological (electronic) calibration. All the data processing is made at this level with the purpose of having a smaller number of octets which must be sent to the dispatcher, and so the communication time to be reduced. In this way, the gained time is used for more complex processes at the level of the process computer and in the same time, the reliability of the communication with the dispatcher is increased.

Level 3 - Dispatcher

This level is represented by the computer in the dispatcher room, the computer which is connected through radio communication system with the equipments in the electrical house of the pumps (*level 2*). At this computer are also connected directly through the RS232 serial port the acquisition board built as a core with microcontroller which takes over the signals from the precipitation transducer and the environment temperature

de la traductorul de precipitații și de la traductorul de temperatură a mediului ambiant. Acești traductori au fost plasați la nivelul dispecerului pentru a avea informații globale valabile cu aproximație în toată cariera. În momentul de față se prezintă la dispecer sub formă de aplicație de monitorizare, toate mărimile achiziționate la nivelul întregii aplicații.

Calculatorul aflat la dispecer este organizat ca și client pentru calculatorul de pe nivelul 2, adică pentru calculatorul de proces aflat în casa electrică. În acest mod se dă o importanță mai mare procesului, dispecerul se poate conecta asincron la calculatorul de proces pentru a obține date, dar procesul controlat este prioritar.

4. CONCLUZII:

1. Principala interacțiune a operatorilor cu procesul automatizat este prin intermediul calculatorului de la dispecer. Prin intermediul acestuia se prezintă o interfață grafică organizată sub formă de schemă sinoptică foarte intuitivă, cu ajutorul căreia se prezintă toată informația achiziționată de la senzori.
2. Prin monitorizarea valorii debitului de către dispecer pentru o pompă se pot trage concluzii despre creșterea uzurii pompei respective, sau că a fost pornită și a doua pompă de pe aceeași coloană. Totodată, scăderea debitului poate fi datorată și colmatării pompei respective.
3. În cazul în care pompa este oprită și avem presiune de refulare, înseamnă că pompa poate fi amorsată doar prin deschiderea ventilului din amonte de ea. În caz contrar trebuie amorsată prin introducerea de apă manual.
4. Informația de nivel este folosită pentru calibrarea periodică de către operator. Acest lucru se folosește datorită faptului că poziția traductorului de nivel nu este fixă (se modifică arhitectura jompului, se modifică înălțimea sorbului, se mută sistemul de pompare în alt jomp) și nu este valabilă calibrarea inițială. Astfel, dispecerul poate să introducă periodic o referință “0”(referință valabilă numai la momentul respectiv) și ulterior să urmărească

transducer. These transducers have been placed at the dispatcher level to have valid global information in the whole pit. At the present moment, at the dispatcher, there are presented as a monitoring application, all the quantities measured at the level of the whole application.

The computer at the dispatcher is organized as client for the computer at level 2, which is the process computer in the electrical house. In this way, we give a higher importance to the process, and the dispatcher can connect asynchronously to the process computer to obtain data, but the controlled process is prior.

4. CONCLUSIONS

1. The main interaction of the operators with the automated process is through the computer from the dispatcher. There is a graphical interface organized under a very intuitive synoptic scheme. With the help of the interface is presented the whole information received from the sensors.
2. Through monitoring the value for the water flow for a pump by the dispatcher, conclusions may emerge about the increase of the pump's usage, or that pump 2 on the same column was started. Also, the decrease of water flow can be caused by the clogging in the pump.
3. In case that the pump is stopped and we have breathe out pressure, it means that the pump can be started only by the opening of the upstream vent. Otherwise, it must be started through manually input of water.
4. The level information is used by the operator to periodically calibrate. This thing is used because of the fact that the position of the level transducer isn't fixed (the architecture of the jomp is modified, the height of the sorb is modified, the pumping system is moved into another jomp) and the initial calibration is invalid. In this way, the dispatcher can periodically introduce a zero reference (reference valid only at that time) and after that to follow the increases and decreases of level comparing to that reference.

creșterile și scăderile de nivel față de acea referință.

5. Folosind informația de la traductorul de precipitații se pot porni anticipat mai multe pompe astfel încât să nu se aștepte creșterea nivelului și după aceea să se pornească pompele.

6. Folosind informația dată de senzorul de temperatură din cofret se pornește instalația de încălzire pentru a menține temperatura din cofret la o temperatură necesară funcționării componentelor din acesta în condiții de temperaturi scăzute

7. Folosind informația dată de senzorul de temperatură a mediului ambiant de la dispecer se poate porni modul de lucru antiîngheț ce presupune pornirea pompelor la anumite intervale de timp în funcție de temperatura mediului pentru a evita înghețarea acestora.

5. BIBLIOGRAFIE:

1. Popescu L., Olaru O., Vulpe I., Grofu F. *The automation of the water evacuation process from the lignite mining pit. 5th European Conference of Young Research and Science Workers in Transport and Telecommunications, 23 – 25 June 2003, Zilina, Slovak Republic.*
2. Popescu L., Olaru O., Popescu M., Grofu F., Gidei G., *Pumps function and electrical motors monitoring with vibrations transducer. Proceedings of 5th International Carpathian Control Conference ICCC' 2004, Zakopane Poland May, 25-28, 2004, pag.641-646.*
3. *The automation and dispatching of the water evacuation process from the lignite mining pit EM Rosia. Research Contract no. 276/C/2002 , National Lignite Company of Oltenia.*

5. Using the information from the precipitation transducer, more pumps can be started with anticipation so that the increase of the level isn't waited and after that the pumps to start.

6. Using the information given by the temperature sensor from the cofret, the heating installation is started to maintain the temperature in the cofret at low values, for the components to function.

7. Using the information given by the environment temperature sensor from the dispatcher, the anti freezing regime for work can be started and it assumes starting the pumps at some time intervals, function of the temperature of the environment to avoid their freezing.

5. REFERENCES

1. *Popescu L., Olaru O., Vulpe I., Grofu F. The automation of the water evacuation process from the lignite mining pit. 5th European Conference of Young Research and Science Workers in Transport and Telecommunications, 23 – 25 June 2003, Zilina, Slovak Republic.*
2. *Popescu L., Olaru O., Popescu M., Grofu F., Gidei G., Pumps function and electrical motors monitoring with vibrations transducer. Proceedings of 5th International Carpathian Control Conference ICCC' 2004, Zakopane Poland May, 25-28, 2004, pag. 641-646.*
3. *The automation and dispatching of the water evacuation process from the lignite mining pit EM Rosia. Research Contract no. 276/C/2002, National Lignite Company of Oltenia.*