

Optimizarea sistemului de acționare al instalațiilor de foraj cu TopDrive

Marius Stan

Dr.ing. Universitatea Petrol-Gaze din Ploiesti, mstan@upg-ploiesti.ro

Optimization of The System Drive for Drilling Rigs Top Drive

Marius Stan

Dr.ing. Universitatea Petrol-Gaze din Ploiesti, mstan@upg-ploiesti.ro

ABSTRACT

Platformele petroliere cu sistem de acționare top drive pentru foraj destinate lucrărilor on/off-shore de foraj sunt structurate în funcție de acționările utilizate. Analiza lor se concentrează pe găsirea de noi modalități de consolidare a cailor de reducere a consumului de energie și creșterea performanțelor de fiabilitate și de reducere a riscurilor tehnice care pot apărea în timpul funcționării. Optimizarea structurii depinde de metoda de foraj în legătură cu sistemele de operare care îndeplinesc funcțiile necesare pentru procesul tehnologic. Din acest punct de vedere, analiza structurală are drept scop identificarea modului în care un sistem electric funcționează. Aceasta depinde și de modul în care sistemele principale și auxiliare de operare sunt grupate. În scopul de a identifica unele modele destinate simulării diferitelor condiții de lucru sunt folosite metodele de analiză a structurii sistemului. Datorită acestor metode pot fi efectuate analize pentru un număr relevant de situații întâlnite în practică.

1. Scurtă analiză a factorilor care influențează durata operației de manevră

Manevrarea garniturii de foraj reprezintă o operație complexă în desfășurarea căreia intră multe operații auxiliare necesare atât la operația de extragere cât și la operația de introducere a sarcinii. Operația de extragere a

ABSTRACT

Oil rigs with top drive system for drilling and drawing destined to ground and off-shore oil recovery are structured according to the appropriate technological processes. Their analysis focuses on finding new ways of enhancing their energy and reliability performances and of preventing technical risks that may occur during oil recovery.

The optimization structure depends on the drilling method used and on the operating systems which perform the functions necessary for the technological process.

From this point of view, the structural analysis is aimed at identifying the way a plant electrical drawing works. This shows the way in which main and auxiliary operating systems are grouped. In order to identify some models destined to the simulation of various working conditions there are used the methods of analysing system structure and plant compounds. Due to these methods there can be carried out the logistic analysis of a relevant number of situations encountered in practice.

1. Brief analysis of factors influencing maneuver during operation

Handling of the drilling are a complex operation in conducting many operations necessary auxiliary entering both extraction operation as input and the load operation. Operation of the drilling extraction consists in

garniturii de foraj constă în descompunerea ei în pași de o anumită lungime și depozitarea lor în stivă. Deși operațiile de extragere a garniturii de foraj, la fel ca cele de introducere, ocupă un procent însemnat din timpul total de manevră, deci de funcționare a instalației de foraj, ele sunt în sine operații neproductive și timpul în care se desfășoară o astfel de operație se numește *timp auxiliar* (TA). De aici rezultă dezideratul major, care a condus la apariția instalațiilor de foraj și intervenție moderne, ca timpul auxiliar să fie minim, dacă este posibil chiar zero, ceea ce înseamnă ca viteza de manevră să aibă în permanentă valoarea maximă posibilă dictată de procesul tehnologic deservit și capacitatea de rezistență a structurii de rezistență a instalației. Pornind de la relația generală a timpului total de manevră (T_m) (exemplu extragerea garniturii de foraj de la adâncimea H), [8], se pot desprinde concluzii:

$$T_m = \frac{H}{V_r} + \frac{H}{l_p} \cdot \left(\frac{t_1 + t_3}{2} + t_4 \right) \quad (1)$$

T_m - este timpul total de manevră la extragere;
H - adâncimea maximă;
 V_r - viteza cârligului în perioada regimului stabilizat;
 t_1 - durata regimului tranzitoriu la pornire;
 t_3 - durata regimului tranzitoriu la oprire;
 t_4 - durata operațiilor auxiliare (în text este notat TA);
 l_p - lungimea unui pas.

Concluzia care se desprinde este aceea că pentru lungimea optimă a pasului l_{p0} , rezultată dintr-un calcul tehnico-economic [8], care uzual are valoarea $l_{p0} = 27 \text{ m}$, valoarea minimă a timpului total de manevră se obține pentru timpul auxiliar minim. În mod asemănător, studiul variației puterii (P_m) consumată la

decomponând-le în pași de o anumită lungime și stivuirea lor.

Deși operațiile de extragere a garniturii de foraj, la fel ca cele de introducere, ocupă un procent însemnat din timpul total de manevră, deci de funcționare a instalației de foraj, ele sunt în sine operații neproductive și timpul în care se desfășoară o astfel de operație se numește *timp auxiliar* (TA). De aici rezultă dezideratul major, care a condus la apariția instalațiilor de foraj și intervenție moderne, ca timpul auxiliar să fie minim, dacă este posibil chiar zero, ceea ce înseamnă ca viteza de manevră să aibă în permanentă valoarea maximă posibilă dictată de procesul tehnologic deservit și capacitatea de rezistență a structurii de rezistență a instalației. Pornind de la relația generală a timpului total de manevră (T_m) (exemplu extragerea garniturii de foraj de la adâncimea H), [8], se pot desprinde concluzii:

T_m , is the total time to handle the draw;
H - maximum depth;
 V_r - hook during steady speed;
 t_1 - time transient at startup;
 t_3 - time to stop transient;
 t_4 - duration auxiliary operations (the text is denoted TA);
 l_p - the length of a step.

The conclusion is that the optimal stride length LPO, resulting in a technical-economic calculation [8], which usually has a value of $LPO = 27 \text{ m}$, the minimum total time during auxiliary maneuver to obtain minimum. Similarly, variation study power (P_m) consumed to maneuver and during steady

manevră și a vitezei cârligului în perioada regimului stabilizat V_r , conduc la concluzii similare cu privire la valoarea pe care trebuie să o aibă timpul auxiliar.

Într-o abordare unitară se desprinde ca o concluzie de importanță deosebită faptul că timpul total de manevră T_m este minim atunci când timpul auxiliar este minim (dacă este posibil chiar zero). Această condiție corelată cu influențele l_p , P , V_r arată că este posibil ca o instalație destinată forajului să realizeze operații de manevră, eficiente, cu lungimi mici de pas, la puteri ale sistemului de manevră relativ mici, iar manevrarea sarcinii să fie făcută cu viteze de valori scăzute. Aceasta este evoluția în sensul modernizării și chiar al schimbării radicale a sistemelor de lucru ale IFI pe plan mondial cu finalitate în proiectarea și construcția unor instalații cu structură diferită de imaginea clasică [10].

2. Evoluția modernizarea și optimizarea sistemelor complexe

Dezvoltarea unor metode de foraj neconvenționale, la care conducerea proceselor de lucru este făcută cu ajutorul calculatorului de proces, utilizând ca variantă structura descrisă anterior, cu elementul său de importanță maximă (SG), Figura 1.

Cresterea gradului de mecanizare și automatizare a operațiilor ce se execută la platforma de lucru a instalației și la podul podarului, prin introducerea unei structuri de ghidare (SG) a ansamblului mobil pe care se află capul hidraulic motor (TOP DRIVE).

speed V_r hook, lead to similar conclusions about the value must have auxiliary time.

A unified approach emerges as a conclusion of importance that the total T_m maneuver is minimal when time is minimal auxiliary (zero if possible). This condition influences correlated with l_p , P , V_r show that it is possible for a facility to conduct drilling operations intended to handle, efficient, low step lengths, the power system to handle relatively small, and handling task to be done with speed low values. This is evolution in the sense of modernization and even radical change IFI systems working worldwide with the ultimate in design and construction of systems with different structures of classical image [10].

2. Evolution of modernization and optimization of complex systems

Development of unconventional drilling methods in which management processes is done by computer process using the previously described structural variants, with its element of most importance (SG), Figure 1.

Increasing mechanization and automation of operations to be executed on the platform of the bridge facility and Podar, by introducing a guiding structure (SG) cell assembly that is hydraulic head engine (TOP DRIVE).

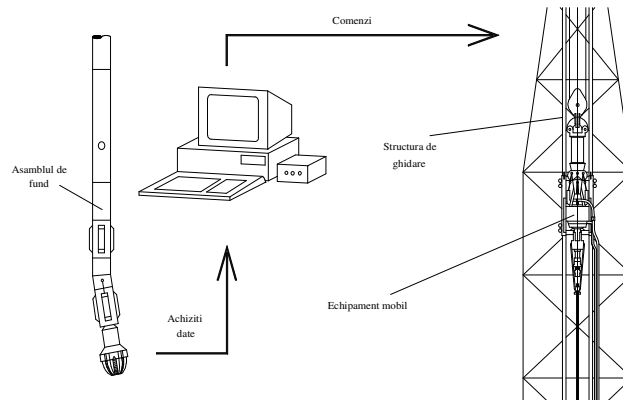


Figura. 1 Instalație de foraj cu structura de ghidare automatizată, destinată forajului dirijat

Cresterea gradului de mecanizare si automatizare a operatiilor ce se execută la platforma de lucru a instalației si la podul podarului, prin introducerea unei structuri de ghidare (SG) a ansamblului mobil pe care se află capul hidraulic motor (TOP DRIVE) cu posibilitatea unei manevrări de ridicare / coborâre păstrând coaxialitatea axei fusului capului hidraulic cu axa sondei (Figura 2) si automatizarea integrală a operatiilor de însurubare / desurubare filet, adăugare sau asezare de pasi din / în stivă cu ajutorul manipuloarelor sau robotilor;

Fundamentarea unor metode noi de foraj, de exemplu forajul cu tub flexibil (*COILED TUBING*), la care TA este zero, manevra de introducere sau de extragere făcându-se continuu, iar manevra de ridicare, respectiv de coborâre a capului injector (I) realizându-se tot cu ajutorul unei structuri de ghidare a mișcării, Figura 3. Cea mai spectaculoasă, poate, dintre evolutiile instalatiilor de foraj moderne o constituie conceptia si constructia instalatiilor pentru forat sonde de diametre mari (IFDM), însă, faptul că si la aceste tipuri de instalatii noutatea solutiei constructive constă în

Increasing mechanization and automation of operations to be executed on the platform of the bridge facility and Podar, by introducing a guiding structure (SG) cell assembly that is hydraulic head engine (TOP DRIVE) with the possibility of handling the lifting / lowering hydraulic head spindle axis while preserving coaxial probe axis (Figure 2) and integrated automation operations screw / unscrewing threaded Add or place steps from / to stack with manipulators and robots;

Substantiation new drilling methods, eg tubing drilling (*COILED TUBING*), where TA is zero insertion maneuver or by becoming continuous extraction and lifting handle, or lowering the head injector (I) achieving all the structures using a motion guide, Figure 3. The most spectacular, perhaps, of modern drilling rigs developments is the design and construction of facilities for drilling large diameter wells (IFDM), however, that these types of installations and novelty consists in the introduction SG constructive solution that element guide Movement mobile assembly.

introducerea SG ca element de ghidare a mișcării ansamblului de mobil.

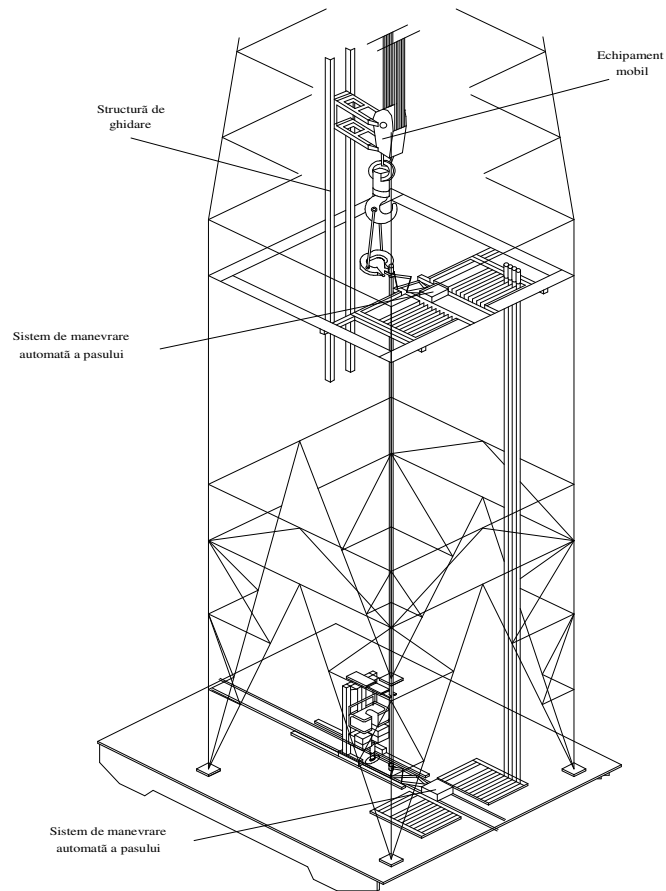


Figura 2 Schema de principiu a instalației de foraj

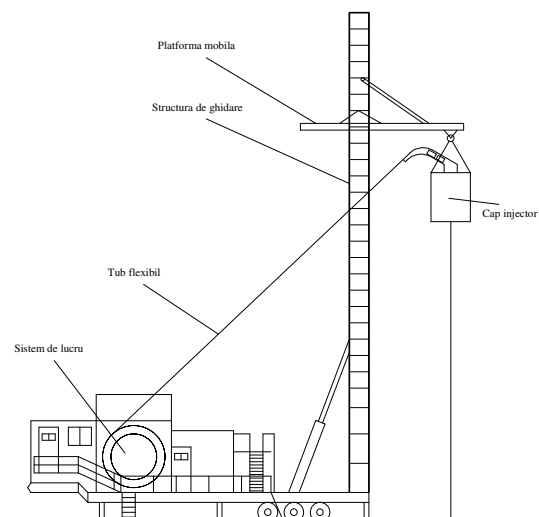


Figura 3 Schema de principiu instalatiei de foraj cu structură de ghidare destinată coiled tubing

De aici rezultă dezideratul major, care a condus la apariția instalațiilor de foraj și intervenție moderne, ca timpul auxiliar să fie minim, dacă este posibil chiar zero, ceea ce înseamnă ca viteza de manevră să aibă în permanentă valoarea maximă posibilă dictată de procesul tehnologic deservit și capacitatea de rezistență a structurii de rezistență a instalației. Sistemul TOP DRIVE este un motor hidraulic sau electric suspendat în sonda (catarg) a unei instalații de foraj, care oferă forța de rotație în sensul acelor de ceasornic pentru a facilita procesul de foraj. Folosind Sistemul TOP DRIVE prezentat în (Figura4.) se reduce cantitatea de muncă manuală și riscurile asociate, care au însoțit în mod tradițional această sarcină.

Hence the major desire, which has led to drilling rigs and modern intervention as auxiliary time is minimized, if possible zero, which means that the speed of maneuver will always have the maximum possible value dictated by the technological process served and resilience of the resistance structure of the plant. TOP DRIVE system is a hydraulic or electric motor suspended in probe (mast) of a drilling rig, which provides force clockwise rotation to facilitate the drilling process. Using TOP DRIVE system shown in (Figura4.) reduces the amount of manual labor and risks that have traditionally accompanied this task.



Figura 4 Sistemul TOP DRIVE

3. Sistemul de control și conducere optimală

Panoul sondorului PLC este comandat de către inverterul de frecvență. Acesta oferă o interfață între consola sondorului, a convertizorului de frecvență variabilă, și motorului asincron trifazat [11]. Acesta include următoarele componente: □ control logic pentru sistemul de blocare □ Suflantă și pompa de ulei demarare □ circuite de control pentru funcțiile manipulatorului de conducte □ Alimentare pentru motoarele asincrone trifazate, solenoizi și indicatori .

3. Optimal control and management system

Sondorului PLC panel is controlled by frequency inverter. It provides an interface between the console sondorului, variable frequency inverter and motor asincron trifazat [11]. It includes următoarele componente: □ □ logical lock blower and oil pump starters □ manipulator control circuits for functions □ supply pipeline for three-phase motors, solenoids, and indicators.



Figura 5 Panoul sondorului

Intrările de la unitatea de frecvență variabilă sunt prin intermediul comunicațiilor seriale, care oferă viteza și intrări cuplu, iar pe revers, și de urgență intrări de oprire. În plus, orice modificări la funcțiile de alarmă sau de blocare nu au nici un efect asupra unității de frecvență. Modificările de funcții sunt puse în aplicare cu aceleași instrumente de programare folosite la sistemele standard de acționare.

Input variable frequency drive are using serial communication, which provides speed and torque inputs and on the reverse, and emergency stop inputs. In addition, any changes in alarm or locking functions have no effect on the frequency unit. Changes in functions are implemented in the same programming tools used in standard operating systems.

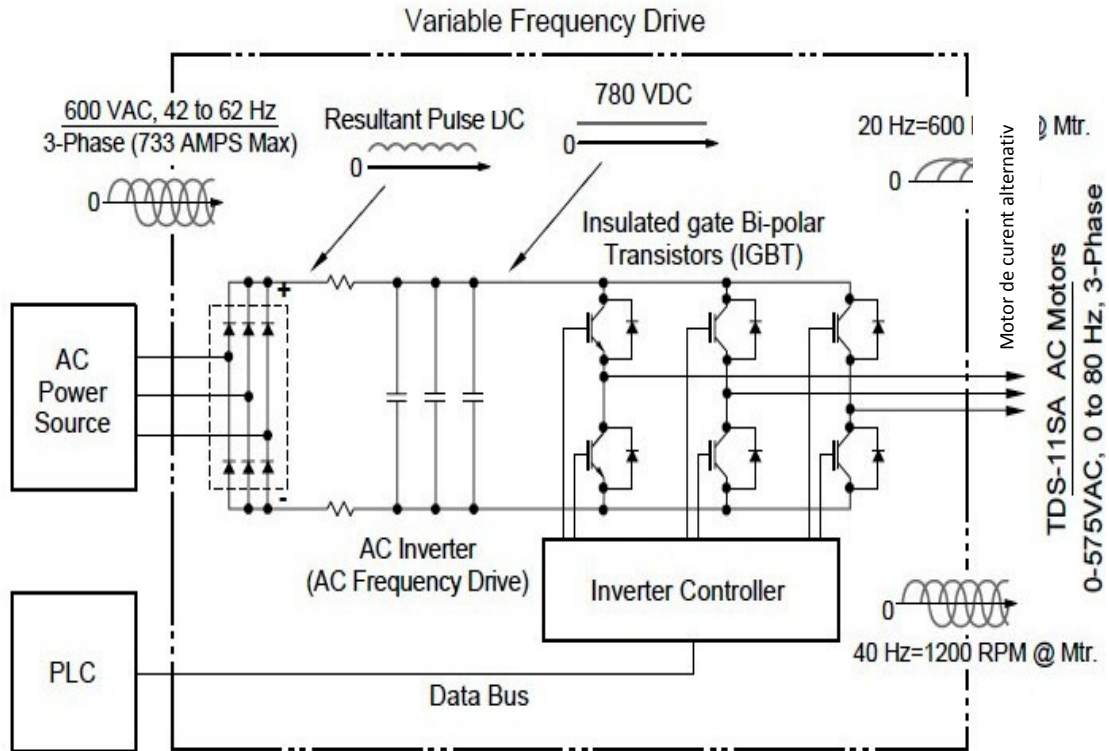


Figura 6 Unitatea de frecvență variabilă

Sistemul de control primește date de la controalele operatorului de pe consola sondorului și procesează această informație prin controlerul logic programabil (PLC). Acesta controlează răspunsurile motorului, sistemului de răcire, electrovalvelor, frânelor, funcțiilor prevenitorului de erupție (BOP), și senzorilor. Sistemul de control citește statutul de senzori și acționează ca un dispozitiv de interblocare pentru prevenirea accidentelor. Acesta notifică sondorul de starea operațională a sistemului și oferă un diagnostic al oricăror condiții de funcționare accidentale[4].

În Figura 7 este reprezentată conectarea

The control system receives data from sondorului console operator controls and processes this information by programmable logic controller (PLC). It controls motor responses, cooling system, solenoid, brake, features blow-out preventer (BOP) and control senzorilor. Sistemul read the status of sensors and acts as an interlock to prevent accidents. This sondorul notify the operational status of the system and provides a diagnosis of any accidental operating conditions [4].

In Figure 7 is the connecting programmable logic controller (PLC) and in Figure 8, the controller

controlerului logic programabil (PLC), iar in
Figura 8, controlerul

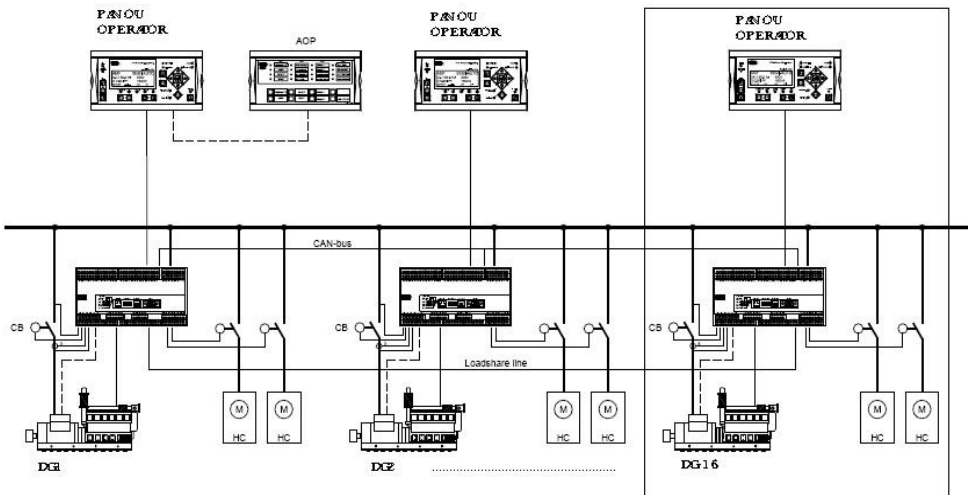


Figura 7 Conectarea controlerului logic programabil

PROGRAMMABLE LOGIC CONTROLLER (PLC)

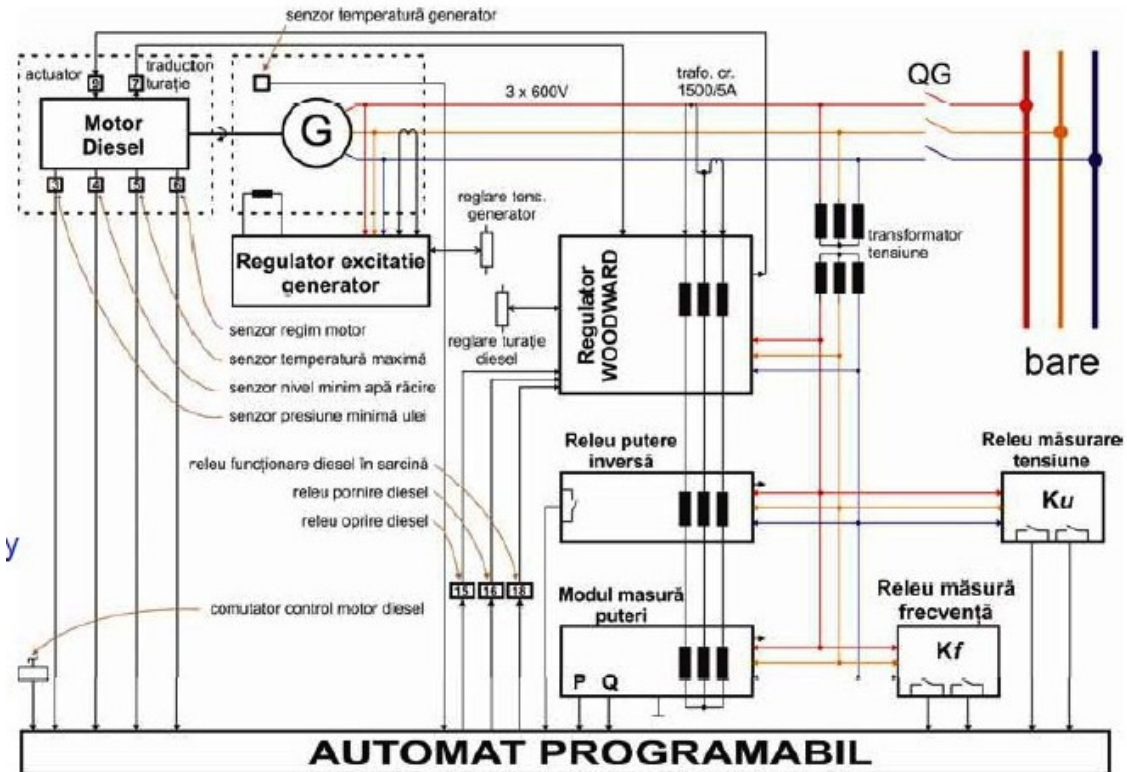


Figura 8 .Schema de conectare PLC

Concluzii

Evoluția instalațiilor de foraj în perioada ultimilor ani este spectaculoasă și cuprinde în fapt toată gama de instalații destinată procesului de foraj.

Această evoluție este lansată pe două direcții principale.

O primă direcție în evoluția modernizării instalațiilor de foraj o constituie introducerea sistemelor de acționare economice și fiabile dintre care, corespunzător nivelului actual de accesibilitate tehnologică, se evidențiază sistemele de acționare cu motoare electrice

Conclusions

Evolution of drilling rigs in the last years is actually spectacular and includes the full range of facilities designed drilling process.

This development is launched in two main directions.

A first course in the modernization of drilling is the introduction of economic and reliable operation of which the corresponding current level of technological accessibility, it shows the drives with three-phase asynchronous motors.

The second direction is manifested by

asincrone trifazate.

A doua direcție se manifestă prin soluțiile de creștere a gradului de mecanizare și automatizare a operațiilor specifice sistemelor de lucru, în special a reducerii duratei totale a timpului total de manevră, care înseamnă reducerea la minim (chiar la zero), a timpilor auxiliari.

Corespunzător celor două cerințe principale enunțate mai sus se constată că și evoluția utilajului petrolier este spectaculoasă, în unele cazuri schimbându-se radical imaginea “clasică” avută asupra structurii instalației.

Se constată că au fost aduse modificări la structura de rezistență a instalației prin asigurarea posibilității de ghidare a echipamentului mobil în scopul îndeplinirii ambelor cerințe enunțate mai sus, modificări care de cele mai multe ori sunt majore, iar structura poate fi numită după funcția pe care o îndeplinești, structură de ghidare.

În aceeași măsură și sistemele de acționare ale organelor de lucru au suferit modificări, obiectivele urmărite fiind legate de conducerea proceselor asistată de calculator și de reducerea consumului de energie în condițiile creșterii fiabilității și a siguranței în exploatare.

În concluzie apariția structurii de ghidare ca element de ghidare a mișcării ansamblului mobil, alcătuit dintr-o platformă mobilă pe care este fixat capul hidraulic motor, acționat de motoare electrice asincrone trifazate, devine elementul de noutate în configurația instalației de foraj conduse de computer și are rolul de a asigura precizia poziției elementului în mișcare, controlul vitezei sale de deplasare, preluarea forțelor și momentelor de reacție etc., necesare operațiilor de foraj și creșterea gradului de automatizare a operației de manevră în scopul reducerii timpului auxiliar.

solutions of increasing mechanization and automation of specific operations systems, notably reducing the total length of the total time to handle, which means minimizing (even zero), the auxiliary time.

Corresponding to the two main requirements outlined above and shows that evolution is spectacular oilfield equipment, in some cases radically changing the image of the "classical" plant planned structure.

It appears that changes have been made to the structure of plant resistance by providing the possibility to guide mobile equipment in order to meet both requirements mentioned above, changes which often are major, and the structure may be named after the function that meets guiding structure.

Equally drives and working bodies have changed, the objectives are related to computer aided process management and reduce energy consumption in the increasing reliability and safety in operation.

In conclusion occurrence guiding structure as an element of movement guidance cell assembly, comprising a mobile platform that is fixed hydraulic head engine, three-phase asynchronous electric motor driven, the novelty is in the configuration of your computer rigs and has led designed to provide precision position moving parts, control its speed of movement, taking the reaction forces and moments etc. necessary drilling operations and increasing automation shunting operation to reduce the auxiliary time.

A unified approach emerges as a conclusion of importance that the total maneuver is minimal when time is minimal auxiliary (zero if possible). This condition shows that it is possible for a facility to conduct drilling operations intended to handle,

Într-o abordare unitară se desprinde ca o concluzie de importantă deosebită faptul că timpul total de manevră este minim atunci când timpul auxiliar este minim (dacă este posibil chiar zero). Această condiție arată că este posibil ca o instalație destinată forajului să realizeze operații de manevră, eficiente, cu lungimi mici de pas, la puteri ale sistemului de manevră relativ mici, iar manevrarea sarcinii să fie făcută cu viteze de valori scăzute.

Aceasta este evoluția în sensul modernizării și chiar al schimbării radicale a sistemelor de lucru ale instalațiilor de foraj pe plan mondial cu finalitate în proiectarea și construcția unor instalații cu structură diferită de imaginea clasică.

efficient, low step lengths, the power system to handle relatively small, and handling task to be done with low speeds.

This is evolution in the sense of modernization and even radical change working systems worldwide drilling with the ultimate in design and construction of systems with different structures of classical image.

Bibliografie

1. Boyadief G.J., 1986, SPE Drilling Engineering *An overview of topdrive drilling system applications and Experience.*, V.1.
2. Bădulescu C. *Carnet Tehnic de utilaj petrolier*
3. Bourgoyne Jr. A.T., Millheim K.K., Chenevert M.E. and Young Jr. F.S. (1991). *Applied Drilling Engineering*. Richardson, TX 75083-3836, USA: Society of Petroleum Engineers.
4. Cavanaugh J.M. & Adams D.M., *Top drive Drilling System Evaluation*. SPE, Drilling Engineering 1988.
5. Grangr P., *Side drive reduces overheads*. The Oilman. 1987/3.
6. *General Catalogue Maritime Hydraulics Drilling Equipment Division*. 1996-97.
7. Gerwick Jr. B.C. (1986). *Construction of Offshore Structures*. Baffins Lane, Chichester, Sussex PO19 1UD, UK: John Wiley & Sons.
8. Gherghițoiu M., *Tehnologia forării sondelor*, Editura UPG, Ploiești, 1994
9. Stan M., *Metode avansate de proiectare a utilajului petrolier*- ed. UPG, 2005
10. Marinoiu V., *Construcția utilajului petrolier* Editura, București 2005

11. Szostak L., & Chrzaszcz W., *Rigs with Upper Drive System of Drilling Cable Column. Mining, Quarterly of Mining and Metallurgy Academy in Kraków.*
1 <http://www.Klockner Moeller>, *Programming instructions*
13. Gavris A.S., Munteanu R.jr., Zagar B., Iudean M.D., Munteanu M., Popovici D., *Controlling a DC and AC Motor*, Editura november 2008, Cluj-Napoca, Romania
14. Vladareanu L., *Controlul în timp real cu automate programabile . Studii și cercetari aplicative*, Ed. Bren, ISBN 973-648-432-7, pp.207, Bucuresti, 2005
15. Popovici D., Podea Z., Velea L. M., *Automatic Systems with PLC*, annual Symposium of the Institute of Solid Mechanics SISOM 2009, 2009 May 28-29, Bucharest
16. Velea L.M., Popovici D., Popovici O., Podea Z., *Measurement and Control Systems with Programmable SMC- PLC Automation Systems*, Conference Proceedings of The National Symposium of Theoretical Electrical Engineering SNET 09, Bucharest, 2009
17. <http://www.varco.com>, Top drive drilling system