

Aprobat,

Reprezentant legal
Mateiu Sergiu Cristinel

Director proiect,
Costin Cepișcă

Nr. contract de finanțare: 260/ 17.06.2020

Axa prioritară 1 - Cercetare, dezvoltare tehnologica si inovare (CDI) în sprijinul competitivității economice și dezvoltării afacerilor

Ațiunea 1.2.1 Stimularea cererii întreprinderilor pentru inovare prin proiecte de CDI derulate de întreprinderi individual sau în parteneriat cu institutele de CD și universități, în scopul inovării de procese și de produse în sectoarele economice care prezintă potențial de creștere

Titlul proiectului: Instalație inovatoare pentru cimentare și operațiuni speciale la sondă destinată eficientizării extragerii resurselor energetice convenționale - INOCEM

ID: -

MySMIS: 120032

RAPORT INTERMEDIAR 4

Perioada 1 martie 2021 – 31 mai 2021

Activitate:

- A1.2. Proiectare subansambluri acționare electrica, antrenare mecanica si componente de uzura pompa

Lider S.C. PETAL S.A.Husi

Partener ICPE CA – grup cercetare IPCUP

CUPRINS

	Pag.
A. Obiectivele proiectului	4
B. Obiectivele activității A 1.2	5
C. Rezumatul subactivității A 1.2	
C.1. Raportarea 17 septembrie 2020 – 30 noiembrie 2020	6
C.2. Raportarea 1 decembrie 2020 – 28 februarie 2021	7
C.3. Raportarea 1 martie 2021 -31 mai 2021	10
D. Descrierea științifică și tehnică a activităților din perioada pentru care se realizează predarea 1 martie 2021 – 31 mai 2021	16
Capitolul 1. Proiectare subansambluri de uzură pompă	16
1.1. Obiectivele proiectării	16
1.2. Proiectare soluție scaun supapă	18
1.3. Proiectare înălțimea de ridicare a supapei	23
1.3.1. Calculul vitezei fluidului	23
1.3.2. Înălțimea de ridicare a supapei	25
1.3.3. Verificarea finală a scaunului supapei	26
1.3.4. Calculul înălțimii camerei corpului hidraulic în care se montează supapa	28
1.4. Dimensionare taler și garnitură	29
1.5. Integrarea elementelor inovative	33
1.6. Proiectarea și calculul conductei/colectorului de aspirație	34
1.7. Proiectarea diametrului conductei de refulare	39
1.8. Calculul forțelor în plunger/ bielă. Verificare putere pompă	41
1.9. Calculul de verificare al arborelui cotit	55
1.10. Calculul de verificare a bielei	76
1.11. Proiectare fremă	90
Capitolul 2. Proiectare subansambluri acționare electrică	92
2.1. Elemente tehnice necesare pentru proiectare acționare electrică	92
2.2. Proiectare pentru motorul electric asincron	97
2.2.1. Alegerea turației motorului asincron cu rotorul în scurtcircuit	97
2.2.2. Alegerea puterii motorului asincron cu rotorul în scurtcircuit	98
2.3. Proiectarea convertizorului c.a/c.a pentru alimentarea motorului asincron	100
2.3.1. Date inițiale de proiectare	100
2.3.2. Schema bloc a convertizorului de frecvență	100
2.3.3. Proiectarea redresorului cu diode	101
2.3.4. Proiectarea condensatorului din circuitul intermediar	103
2.3.5. Proiectarea invertorului	104

2.3.6. Proiectarea protecției la supratensiuni a convertorului c.a/c.a	104
2.4. Proiectare circuite de comandă și reglare pentru convertorul ca/cc	106
2.5. Caracteristicile mecanice ale acționării cu convertizor c.a/c.a.	109
2.6. Varianta finală proiectată pentru acționare electrică	114
2.6.1. Alegere motor asincron	114
2.6.2. Proiectarea convertorului c.a/c.a	123
2.6.3. Specificații tehnice modul alimentare	127
2.6.4. Schema generală a acționării electrice	129
2.7. Funcții proiectate pentru sistemul de alimentare convertor c.a/c.a -motor asincron	131
2.8. Protecții proiectate pentru acționarea electrică	133
2.9. Proiectare pentru sistemul de monitorizare comenzi și supraveghere la distanță a instalației	135
2.10. Proiectare circuite de optimizare energetică	136
2.11. Optimizare adaptivă prin proiectare a funcționării sistemului de acționare motor-pompă	139
2.12. Specificații Panou operator	140
Bibliografie	143
Anexa desene	

A. OBIECTIVELE PROIECTULUI

Obiectivul general al proiectului constă în realizarea unui produs inovativ complex, destinat exploatării eficiente a resurselor energetice convenționale, având caracteristici funcționale semnificativ îmbunătățite prin schimbări esențiale ale specificațiilor tehnice și ale componentelor și materialelor și printr-un proces inovativ de realizare.

Integrată domeniului de specializare inteligentă *ENERGIE, MEDIU ȘI SCHIMBĂRI CLIMATICE*, subdomeniul 3.1. *Energie*, respectiv 3.1.2. *Resurse energetice convenționale, neconvenționale și regenerabile*, instalația destinată operației de cimentare și altor operațiuni speciale la sondele de petrol și gaze naturale, cu performanțe unice pentru producția unui asemenea echipament în România, ce asigură exploatarea superioară a acestor resurse convenționale de energie, cu păstrarea mediului ambiant și care va contribui la creșterea calității și la diversificarea ofertei de produse moderne a liderului de proiect pe piața echipamentelor complexe destinate extracției de resurse de petrol și gaze.

Obiectivele specifice ale proiectului sunt:

1. Obținerea prin cercetare industrială de metode inovative pentru echipamentul de cimentare și operații speciale la sonde și stabilirea specificațiilor pentru subansambluri și echipamente;
2. Realizarea și testarea subansamblurilor inovative privind acționarea electrică în curent alternativ, antrenarea mecanică și componente de uzură ale pompelor;
3. Realizarea, pe baza documentației tehnice întocmite, a echipamentului pilot utilizabil comercial și testarea în medii reprezentative;
4. Investiții în vederea introducerii în producție a rezultatelor CD, prin achiziții de active corporale și necorporale;
5. Pregătirea fluxului de fabricație și a documentației de punere în fabricație;
6. Crearea a 4 noi locuri de muncă pe durata implementării proiectului, dintre care 2 femei.

B. OBIECTIVELE ACTIVITĂȚII A 1.2

Subactivitatea A1.2 „Proiectare subsansambluri acționare electrica, antrenare mecanica si componente de uzura pompa ” are ca obiectiv proiectarea subsansamblurii instalației de cimentare si operații speciale la sonde ce conțin elementele inovative descrise în studiul realizat la A 1.1., referitor la:

- acționarea electrică cu motor asincron de curent alternativ trifazat acționat prin convertizor de frecvența cu comanda vectorială si scalara: adaptarea caracteristicii mecanice a ansamblului de acționare electrica la caracteristica mecanică a pompelor triplex ale instalației, adaptarea reglării turației în limite largi, protecții necesare privitoare la întregul ansamblu electric, integrarea motorului într-o buclă de control automat, proiectarea convertizorului cu variator de frecvență, soluția de introducere a sistemului de acționare electric într-un container montat pe șasiul instalației, automatizarea funcționării optime a echipamentului bazată pe sisteme de senzori inteligenți, achiziții de date și comunicații la distanță, ce asigură păstrarea turației optime și calitatea amestecului de cimentare și presiunea și debitul pompelor.
- piese si subsansambluri din compunerea sistemului de pompe triplex de înaltă presiune care să asigure inovarea funcțională si cea tehnologică pentru piesele de mare uzură: plungere, tijele plungerelor, supape si etanșări, cămăși.

C. REZUMATUL subactivității A 1.2

C.1. Raportarea 17 septembrie 2020 – 30 noiembrie 2020

Etapa 17 septembrie 2020 – 30 noiembrie 2020, conține rezultatele activităților desfășurate de colectivele de implementare ale SC PETAL SA și Partenerul de cercetare INCDI ICPE-SA referitoare la proiectarea realizată pentru unele din subansamblurile de acționare electrică, antrenare mecanică și componente de uzură pompă.

Livrabilul predat conține descrierea științifică și tehnică a activităților desfășurate, astfel:

- Capitolul 1: indicarea problemelor de proiectare a echipamentului inovativ de cimentare.
- Capitolul 2: elemente de proiectare pentru soluția constructivă inovativă pentru echipamentul destinat operațiunilor speciale și de cimentare la sondele în exploatare referitoare la principiul constructiv și cel funcțional al echipamentului, proiectarea schemelor cinematice și a celor funcționale pentru soluțiile cu una sau două pompe.
- Capitolul 3: elemente de proiectare și dimensionare în vederea asigurării caracteristicilor mecanice inovative incluse în echipament referitoare la pompa triplex: metodologia proiectării, calcule și dimensionări privind puterea hidraulică a pompei și pentru alte elemente ale lanțului tehnologic: plingere, habă, pompă apă etc.
- Capitolul 4: proiectarea elementelor de antrenare mecanică prin indicarea desenelor subansamblurilor proiectate de către colectivele ICPE -CA și PETAL SA și care sunt incluse în Anexa 1.
- Capitolul 5: elemente ale proiectării unor componente de uzură pompă. Desenele elaborate pentru componente uzură pompă sunt prezentate în Anexa 2 și reprezintă variante în lucru.
- Capitolul 6: elemente de proiectare pentru partea electrică reprezentată de sistemul de acționare electric: soluția de sistem monitorizare, control și protecții
- Capitolul 7: metodologia de proiectare a alegerii motorului asincron trifazat pentru acționarea echipamentului de cimentare.

În livrabil se prezintă contribuția partenerilor la activitățile de cercetare aferentă proiectării din această etapă de raportare.

A existat o colaborare continuă a celor două colective de cercetare pentru obținerea soluțiilor tehnice optime. Schițele și desenele au fost definitive prin colaborarea celor două colective de cercetare.

C.2. Raportarea 1 decembrie 2020 – 28 februarie 2021

Etapă pentru care se prezintă acest livrabil, 1.12.2020 – 28.03.2021, conține rezultatele activităților desfășurate de colectivele de implementare ale SC PETAL SA și Partenerul de cercetare INCDI ICPE-SA referitoare la activitatea A1.2 ce continuă proiectarea pentru subsansambluri de acționare electrică, antrenare mecanică și componente de uzură pompă.

În cadrul Raportului sunt abordate principalele activități derulate pentru atingerea obiectivului. Prima parte conține o sinteză a cadrului general în care se desfășoară activitatea de proiectare a agregatului propus spre asimilare la SC PETAL SA Huși, proiectarea principiului constructiv și a celui funcțional al echipamentului, scheme cinematice și funcționale pentru soluțiile cu una sau două pompe, elementele proiectate pentru pompa triplex: calcule și dimensionări privind puterea hidraulică a pompei și pentru alte elemente ale lanțului tehnologic: plungere, habă, pompă apă etc., proiectarea elementelor de antrenare mecanică, desene subsansamblurilor proiectate.

Proiectarea elementelor de antrenare mecanică și hidraulică prezentată în raportul de față se referă la pompa triplex cu simplu efect cu plungere care va echipa agregatul de cimentare- fisurare inovativ. Se propune o pompă triplex ale cărei caracteristici au fost calculate pe baza curbelor de performanță debit-presiune, având informații pentru debitul teoretic pe cursă, debitul teoretic maxim, puterea la intrare în pompă, puterea necesară, momentul la intrare în pompă, în variantele cu plungere de diametru 85 mm, 100 mm și respectiv 115 mm.

Sunt prezentate în detaliu elemente de proiectare a unor componente de uzură ale pompei triplex cu plungere:

- ▶ Calcule de verificare a plungerelor pompei triplex (pentru diametre de 80, 100 și 115 mm):
Calculul de rezistență a plungerului la presiune exterioară; Calculul de verificare a plungerului la flambaj; Creșterea rezistenței plungerelor la coroziune și abraziune prin procedee specifice;
- ▶ Calcul de dimensionare a pachetului de etanșare și determinarea numărului de garnituri dintr-un pachet.;
- ▶ Calculul corpului hidraulic al părții hidraulice la presiunea de lucru de 700 bar, respectiv 1050 bar: Verificarea la tracțiune; Verificarea filetelui la încovoiere;
Verificare la presiunea de contact;
- ▶ Calculul supapei;
- ▶ Înălțimea camerei corpului hidraulic;
- ▶ Proiectare taler și garnitură;
- ▶ Predeterminare diametru conductă /colector de aspirație;
- ▶ Calculul de predeterminare diametru conductă de refulare.

Pentru proiectarea modului de conectare a pompei triplex la motorul electric s-a realizat o activitate de proiectare inițială care a permis cunoașterea caracteristicilor diverselor pompe triplex, legate de debit, turație și putere mecanică. Aceste informații asigură legătura cu caracteristica funcțională a motorului electric pentru optimizarea transmisiei puterii mecanice pe întreg intervalul de variație al mărimilor de intrare/ieșire cerute de procesul tehnologic.

S-a realizat proiectarea pentru alte subsansambluri mecanice din compunerea instalației de cimentare precum sanie de poziționare.

Cele 68 desene de execuție realizate pentru componente și partea hidraulică – ansamblu sunt prezentate în Anexa.

Referitor la contribuția partenerilor la activitățile de cercetare aferentă proiectării din această etapă de raportare:

→ PETAL SA a realizat:

- Colaborare la proiectarea principiului constructiv și cel funcțional al echipamentului, scheme cinematice și funcționale pentru soluțiile cu una sau două pompe, elementele proiectate pentru pompa triplex;
- Colaborare la proiectarea elementelor de antrenare mecanică;

- Verificări pentru elementele proiectate la flambaj, la tracțiune și la presiunea de contact;
- Colaborare la alegerea tipului de pompă triplex funcție de cerințele procesului tehnologic, al condițiilor de mediu și al tehnologiilor inovative de evitare a uzurii suprafețelor;
- Analiza elementelor proiectate pentru partea mecanică și cea hidraulică și indicații pentru finalizarea soluțiilor la camera corpului hidraulic, supape, conducte refulare/admisie;
- Proiectare conectare pompă triplex la motorul electric de antrenare: analiza aplicativă de proiectare pentru instalațiile de cimentare, analiza aplicativă de proiectare pentru pompe triplex, experimentări privind caracteristica funcțională a pompei triplex necesară pentru proiectare;
- Proiectare manifold
- Proiectare inițială platforma pentru sanie poziționare ansamblu;
- Schițe și desene de lucru pentru elementele de antrenare mecanică

INCDIE ICPE-CA a realizat:

- Colaborare la proiectarea principiului constructiv și a celui funcțional al echipamentului, scheme cinematice și funcționale pentru soluțiile cu una sau două pompe, elementele proiectate pentru pompa triplex
- Colaborare la proiectarea elementelor de antrenare mecanică: proiectare ansamblu general, subansambluri principale, mecanism de transmisie, angrenaj motor;
- Studiu de caz pentru proiectarea pompei necesare instalației de cimentare inovativă;
- Calcule de verificare a plungerelor pompei triplex (diametre de 80, 100 și 115 mm);
- Calcul de dimensionare a pachetului de etanșare și determinarea numărului de garnituri dintr-un pachet;
- Calculul corpului hidraulic al părții hidraulice la presiunea de lucru de 700 bar, respectiv 1050 bar;
- Calcul preliminar scaun supapei;
- Înălțimea camerei corpului hidraulic în care se montează supapele;
- Dimensionare inițială taler și garniture;
- Calculul preliminar diametru conductei/colectorului de aspirație;
- Calculul preliminar diametru conductă de refulare;
- Schițe și desene de lucru și de execuție pentru componentele mecanice și hidraulice

C.3. Raportarea 1 martie 2021 – 31 mai 2021

Etașa pentru care se prezintă acest livrabil, 1.03.2021 – 31.05.2021, conține rezultatele activitășilor desfășurate de colectivele de implementare ale SC PETAL SA și Partenerul de cercetare INCDI ICPE-SA referitoare la activitatea A1.2 privitoare la proiectarea pentru subansambluri de acșionare electrică, antrenare mecanică și componente de uzura pompă.

În cadrul Raportului sunt abordate principalele activități derulate pentru atingerea obiectivului.

Proiectarea elementelor de antrenare mecanică și hidraulică prezentată în raportul de față se referă la pompa triplex cu simplu efect cu plungere care va echipa agregatul de cimentare- fisurare inovativ.

Calculul scaunului supapei determină diametrul scaunului supapei cu ajutorul ecuașiei de continuitate, în funcție de diametrul maxim al plungerului, cursa plungerului, viteza fluidului, turașia pompei.

În legătură cu proiectarea înălșimii de ridicare a supapei s-au calculat: viteza lichidului la mijlocul secșionii de trecere, înălșimea de ridicare a supapei, comportarea scaunului supapei la presiunea critică la care este supus în timpul funcșionării.

Proiectarea înălșimii camerei corpului hidraulic în care se montează supapa a permis determinarea diametrului canalului de evacuare spre colectorul de refulare ($D_c = 68 \text{ mm}$) și a înălșimii camerei supapei (85 mm).

Breviarul de calcul pentru dimensionare taler și garnitură supapă a condus la calculului grosimii talerului și a garniturii în funcție de dimensiunile scaunului supapei și de unghiul de înclinare a suprafeșei conice a acestuia.

Diametrul conductei de aspirașie a fost calculat pentru debitul maxim în funcție de viteza fluidului în conducta de aspirașie și folosind material S355J2 conform EN 10025-2/2019, cu rezistența admisibilă la curgere $\sigma_c = 355 \text{ N/mm}^2$.

Diametrul conductei de refulare s-a calculat pentru presiunea maximă și debitul corespunzător în funcție de viteza fluidului în conducta de refulare, cu prevederea unui material 34CrMo4 cu rezistența admisibilă la curgere $\sigma_c = 450\text{N/mm}^2$.

Calculul forțelor din bielă / plunger și verificarea puterii pompei a condus la o forță în bielă de 589066 N. Forța din plunger depinde de forța din bielă și unghiurile dintre bielă și manivelă. Aceasta este calculată cu ajutorul programului Excel și prezentată tabelar.

Calculul de verificare a puterii necesare atestă capabilitatea grupului de a asigura performanțele pompei.

Proiectarea subsansamblurilor acționării electrice a constat inițial în alegerea motorului asincron trifazat și a alimentării cu convertizor c.a/c.a. astfel încât performanțele pompei triplex antrenate să fie minim similare cu cele de la acționarea cu motor Diesel. Pornind de la varianta inițială de motor asincron trifazat 600kW, 1500 rot/min, pe baza cunoștințelor privitoare la proiectarea acționării electrice achiziționate prin licitație, s-a realizat calculul parametrilor motorului și a etajelor convertorului c.a/c.a. Calculele hidraulice referitoare la debitele și presiunile realizate de către pompa dotată cu cele 3 tipuri de plungere a indicat că se realizează debitele necesare de fluid dar presiunile sunt mai mici decât cele dorite. S-a reluat proiectarea pe baza unui motor asincron trifazat 750 kW, 1000 rot/min, urmărind același breviar de calcul și s-a constatat că performanțele de debit și presiune sunt corespunzătoare, echipamentul de acționare având posibilitatea creerii unor parametri tehnici superiori față de acționarea mecanică Diesel. În plus, nu se mai folosește o cutie de viteze și un convertor de cuplu, reglajul de turație fiind simplu și optimizabil din partea electronică a convertizorului c.a/c.a. S-a proiectat schema generală a acționării și se indică caracteristicile necesare pentru: motor asincron trifazat, convertor c.a./c.a cu componentele sale, modulul de alimentare. S-au proiectat: modulul de alimentare și circuitele de optimizare energetică, optimizarea adaptivă a funcționării sistemului de acționare motor-pompă și sistemul de monitorizare comenzi și supraveghere la distanță a instalației.

Sintetizând, sunt prezentate în detaliu elemente de proiectare ale unor componente hidraulice și mecanice de uzură ale pompei triplex cu plungere:

- ▶ Proiectarea soluției finale a scaunului supapei;
- ▶ Înălțimea de ridicare a supapei: proiectarea prin calcul a vitezei fluidului, înălțimea de ridicare a supapei, verificarea scaunului supapei, înălțimea camerei corpului hidraulic în care se montează supapa;
- ▶ Calcule de dimensionare pentru taler și garniturii;
- ▶ Integrarea elementelor inovatoare pentru micșorarea uzurii în soluțiile proiectate;
- ▶ Proiectarea conductei/ conductorului de aspirație;
- ▶ Proiectarea diametrului conductei de refulare;
- ▶ Calculul forțelor în plunger/bielă și verificare putere pompă;
- ▶ Proiectarea arborelui cotit, calculul de verificare;
- ▶ Proiectarea bielei, calculul de verificare bielă.
- ▶ Proiectarea fremei sudate
- ▶ Desene de execuție pentru componente și partea hidraulică prezentate în Anexe:

Anexa 1. Angrenaj mecanism motor

Anexa 2. Mecanism motor

Anexa 3 . Reprezentări 3D componente pompă triplex proiectate

Anexa 4. Frema

Proiectarea subansamblurilor acționare electrică justifică alegerea sursei de alimentare a motorului, a convertizorului de frecvență c.a/c.a, prin caracteristicile obținute pe întreaga gamă de turație a pompei.

▶ Este proiectată schema convertizorului c.a/c.a, redresorul cu diode, condensatorul din circuitul intermediar precum și inverterul ce asigură la ieșire tensiunea alternativă necesară motorului asincron.

► Sunt proiectate protecțiile de supratensiune și scurtcircuit precum și toate protecțiile necesare convertorului c.a/c.a.

- Este proiectat modulul de alimentare și circuitele de optimizare energetică
- Este proiectată schema de funcționare adaptivă a sistemului de acționare
- Este definitivată schema generală a acționării electrice
- Este proiectat sistemul de monitorizare comenzi și supraveghere la distanță a instalației

Proiectarea a condus la o soluție de antrenare electrică cu motor asincron trifazat de putere 750 kW, turație nominală 1000 rot/min, alimentat prin convertor de frecvență c.a/c.a. ce asigură funcționarea în domeniul de turație 0-2100 rot/min cât necesită pompa triplă. Până la 1000 rot/min se asigură cuplul constant iar peste această valoare se asigură putere constantă. Calculele de proiectare și reprezentările grafice indică acoperirea tuturor cerințelor tehnice de debit și presiuni, comparația cu antrenarea mecanică fiind edificatoare în acest sens. Se elimină cutia de viteze și convertorul de cuplu din soluția mecanică, conectarea motorului asincron la pompă realizându-se direct prin ax cardanic.

Referitor la contribuția partenerilor la activitățile de cercetare aferente proiectării din această etapă de raportare:

→ PETAL SA a realizat:

- Colaborare la proiectarea schemelor cinematice și funcționale pentru soluțiile proiectate pentru pompa triplex;
- Colaborare la proiectarea elementelor hidraulice: supapă, taler;
- Verificări pentru corectitudinea proiectării scaunului supapei;
- Colaborare la alegerea tehnologiilor inovative de evitare a uzurii suprafețelor;
- Analiza elementelor proiectate pentru partea mecanică și cea hidraulică și indicații pentru finalizarea soluțiilor la camera corpului hidraulic, supape, conducte refulare/admisie;
- Schițe și desene de lucru pentru elementele de antrenare mecanică și hidraulice

- Colaborare la realizarea desenelor pentru mecanismul motor și angrenaj mecanism motor pompă
- Proiectarea alegerii motorului asincron, a alimentării prin convertizor de frecvență c.a/c.a și circuite de optimizare energetică
- Calcule de debite și turații pentru pompa antrenată de acționarea electrică
- Proiectarea unor soluții de protecție la supratensiune și scurtcircuit
- Proiectarea unor circuite de comandă a convertizorului c.a/c.a
- Colaborare la realizarea desenelor de execuție, prezentare date tehnologice necesare proiectării
- Schema generală a acționării electrice.
- Proiectarea modului de alimentare și a circuitelor de optimizare adaptivă a acționării electrice
- Specificații tehnice pentru toate elementele constitutive ale acționării electrice.

INCDIE ICPE-CA a realizat:

- Breviar de clacul pentru partea hidraulică a pompei triplex
- Proiectarea finală a scaunului supapei;
- Proiectare și colaborare calcule pentru înălțimea de ridicare a supapei;
- Calculul vitezei fluidului în sistemul hidraulic al pompei,
- Proiectare, breviar de calcul și colaborare la verificarea scaunului supapă,
- Colaborare la calculul înălțimii camerei corpului hidraulic în care se montează supapa;
- Calcule de proiectare și colaborare pentru dimensionarea talerului și a garniturii;
- Integrarea elementelor inovatoare pentru micșorarea uzurii la componente proiectate;
- Breviar de calcul și colaborare pentru proiectarea conductei/ conductorului de aspirație;
- Breviar de calcul și colaborare pentru proiectarea diametrului conductei de refulare;

- Breviar de calcul și colaborare la calculul forțelor în plunger/bielă și verificare putere pompă.
- Calculul de verificare al arborelui cotit
- Calculul de verificare al bielei
- Proiectarea fremei sudate
- Colaborare la proiectarea acționării electrice conform cerințelor tehnice ale pompei triplex
- Schițe și desene de lucru și de execuție pentru componentele mecanice și hidraulice
- Reprezentări 3D componente pompă triplex
- Colaborare la alegerea motorului electric funcție de caracteristicile pompei triplex
- Desenele prezentate în Anexe.

A existat o colaborare continuă a celor două colective de cercetare pentru obținerea soluțiilor tehnice optime. Schițele și desenele de execuție au fost finalizate prin colaborarea celor două colective de cercetare.

D. DESCRIEREA ȘTIINȚIFICĂ ȘI TEHNICĂ A ACTIVITĂȚILOR DIN PERIOADA PENTRU CARE SE REALIZEAZĂ PREDAREA

1 martie 2021 – 31 mai 2021

Capitolul 1. Proiectare subansambluri de uzură pompă

1.1. Obiectivele proiectării

Proiectarea, realizarea și exploatarea echipamentelor destinate executării operațiilor speciale se face, potrivit concluziilor obținute în cadrul Studiului din etapa A1.1, în funcție de anumite condiții specifice pe care acestea trebuie să le îndeplinească și anume:

- Presiunea de fisurare și debitul - sunt parametrii definitorii pentru alegerea agregatului deoarece, în funcție de presiunea și de debitele necesare la pomparea fluidelor la adâncimea la care trebuie efectuată operația de cimentare / fisurare, se calculează puterea necesară pentru grupul de acționare, se întocmește schema cinematică a agregatului și se stabilesc caracteristicile pompei agregatului;

- Tipurile de fluide de cimentare/fisurare /acidizare vehiculate - deoarece un amestec de cimentare / fisurare eficient presupune îndeplinirea anumitor condiții, precum utilizarea de elemente adecvate procesului, nisipul ca material de susținere și soluțiile acide ca elemente de rupere sau spălare, *elemente care au o influență majoră asupra comportării la uzură a componentelor echipamentelor destinate operațiilor de acidizare;*

În cazul în care echipamentul este destinat în mod special preparării amestecurilor de fisurare care constau în sisteme de nisip cuarțos, ceramică, acestea au o influență majoră asupra comportării materialelor din care sunt construite șnecurile de transport, șnecurile dozatoarelor de aditivi și vasul de amestec care, datorită contactului cu nisipul cuarțos, sunt supuse unui permanent efect de uzură de abraziune.

În cazul în care echipamentul este destinat în mod special preparării amestecurilor de acidizare care sunt pe bază de acizi, acestea vor avea o influență majoră asupra comportării materialelor din care sunt construite elementele de pompare (componentele pompei triplex de înaltă presiune), manifoldurile de transport, elemente care sunt supuse unui puternic efect de coroziune.

Subansamblul cel mai supus uzurii este „ Partea hidraulică ” . Ea se compune din trei corpuri hidraulice independente, care se fixează pe frema pompei prin șuruburi de prindere și sunt unite între ele prin două colectoare: unul de aspirație de joasă presiune și unul de refulare de înaltă presiune, cu supape și camere supapă în construcție API.

În fiecare Corp hidraulic se montează câte un Corp presetupa care se fixează prin intermediul elementului manșon corp presetupă înfiletat în corpul hidraulic.

În fiecare corp presetupă se montează câte un pachet de etanșare în interiorul căruia culisează plungerul. Strângerea pachetului de etanșare se realizează prin intermediul elementul Capac presetupă.

Aspirația fluidului în corpul hidraulic se realizează la cursa înapoi a plungerului prin colectorul de aspirație și supapa de aspirație.

Refularea fluidului se realizează la cursa înainte a plungerului prin supapa de refulare și colectorul de refulare, simultan cu închiderea automată a supapei de aspirație.

Aspirația și refularea se realizează prin intermediul unor supape de aspirație și refulare fixate în corpul hidraulic. Supapa de aspirație este plasată la partea inferioară a corpului, iar supapa de refulare este plasată la partea superioară a corpului hidraulic.

În timpul aspirației, sub efectul fluidului, scaunul supapei se ridică permițând fluidului să pătrundă în camera cilindrului, unde se creează o presiune, sub efectul căreia, la un moment dat, scaunul supapei de refulare se va ridica permițând evacuarea fluidului de lucru.

Supapa de aspirație se închide prin propria greutate și prin forța arcului supapei și supapa de evacuare/refulare se deschide, fluidul fiind împins spre sistemul de presiune.

În timpul celor două mișcări are loc un proces dinamic când pot apărea turbulențe, iar la finalul procesului, practica a arătat că se înregistrează modificări continue, neregulate, ale parametrilor hidraulici – presiune, viteză.

Accesul la piesele de mare uzură este relativ ușor, corpul fiind prevăzut cu capace cu filete trapezoidale, iar tija plungerului legată de tija intermediară prin intermediul unor clampuri.

Partea hidraulică este fixată pe frema pompei prin intermediul unor prezoane care trebuie să reziste simultan la forțele de tracțiune de montaj, forțele generate de presiunea de pe fata plungerului, temperatura și ostilitatea mediului ambiant.

În cadrul subactivității A1.2, dintre soluțiile inovative identificate în Studiu, au fost integrate soluțiile pentru pachetul de etanșare al plungerului și reperatele aferente și plunger. Reperatele subansamblului Pachet de etanșare sunt soluții noi și se constituie drept elemente inovative.

De asemenea, au fost integrate materiale moderne identificate în studiu pentru piesele de uzură ridicată.

Proiectarea părții hidraulice a fost începută și predată în rapoartele intermediare anterioare, capitolele 1,2,3,4, 5.1....5.4.

În acest raport prezentăm rezultatele obținute pentru proiectarea realizată în continuare la partea hidraulică, finalizând unele calcule prezentate anterior și continuând cu alte componente ale sistemului hidraulic.

1.2. Proiectare soluție scaun supapă

Pompa triplex cu plungere este prevăzută cu „Supapă mărimea 4L”.

În principal, supapa (figura următoare) este alcătuită din:

- poz 1 - Scaun supapă
- poz 2 – taler
- poz 3 - garnitură supapă

$n = 239$ cd/min

$D1 = 79$ mm;

$n = 352$ cd/min (debit maxim)

$D1 = 96$ mm;

Conform API 7K , pentru supapa mărimea 4, $D_{\min} = 79$ mm.

Se observă că la debitul maxim valoarea aferenta diametrului minim de trecere prin scaunul supapei este mai mare decat cea recomandata de API.

Testarea pompelor triplex cu plungere cu diferite tipuri de supape precum si utilizarea in exploatare a evidentiat în timp că funcționarea pompei în conditii optime este asigurată până la o anumită turație, mai mică decât cea la care se obține debitul maxim al pompei. Pentru atingerea debitului maxim dat de performanta pompei (în functie de necesarul de debit impus de tipul operației de cimentare/fisurare) se utilizează, in majoritatea cazurilor, supraalimentarea.

In aceste condiții s-a admis, pentru breviarul de calcul de verificare, ca turația de funcționare a pompei pentru calcul, să fie aceea la care se obține din calcul diametrul supapei corespunzător diametrului recomandat de API , pentru tipul de supapă utilizat.

Dupa cum a fost precizat pentru supapa marimea 4, $D_{\min} = 79$ mm.

In consecință, pentru condiții optime de funcționare se adoptă pentru calcul $n = 239$ rot/min, turație care va fi utilizată și în calculele următoare.

1.5. Integrarea elementelor inovative

➤ Ultimile tendine în domeniul tratamentelor de creștere a durabilității pentru elementele cheie ale supapelor sunt acoperirile ceramice.

Firma Plasma Jet Romania recomandă acoperirea ceramică sub jet de plasma [11].

Discutiile cu firma Plasma Jet au fost de principiu, pentru stabilirea condițiilor specifice de acoperire. Pe baza desenelor de execuție și a cerințelor specifice se poate contacta firma.

➤ În cadrul documentării efectuate, Studiu activitatea A1.1, au fost identificate Supapele Durabla[®] care se recomandă pentru o funcționare eficientă și versatilitate, ceea ce înseamnă că pot fi utilizate în majoritatea mărcilor și modelelor de pompe cu plunger (cu excepția aplicațiilor în care există o abraziune ridicată).

Aceste supape sunt concepute astfel încât să se deschidă liber în timpul în care plungerul pompează lichidul pe conducta de descărcare și să se închidă rapid și etanș în timp ce plungerul revine pentru următoarea umplere cu lichid. Producătorul asigură că atunci când sunt instalate corespunzător și cu o mentenanță rezonabilă, acestea vor asigura mulți ani de funcționare eficientă în condiții de lucru foarte variate.

În baza *dialogului purtat cu reprezentatii firmei TRIANGLE, a fost identificata pentru aplicatia care face obiectul prezentului proiect, tipul WG Sphera* care reprezintă o varietate de supape fabricate de TRIANGLE pentru aplicații care includ și medii abrazive și corozive.

S-a solicitat o recomandare pentru aplicatia: *pompa cu plunger de 700 bar, pentru plungere de diametre pana la 130 mm si temperaturi cuprinse intre -20 °C si +40 °C.*

Firma TRIANGLE a recomandat Supapa WG Sphera, prezentata în Fig. 1.9.

Dupa cum s-a precizat, arborele este o grindă discontinuă formată din trei caturi (fusuri maneton), fiecare cot fiind o grindă simplu rezemată la capete.

Calculul de verificare se face prin izolarea cotului cel mai solicitat conform tabelului de variație a eforturilor.[14]

Schema de încărcare a unui cot - fus maneton este prezentată în Fig. 1.26.

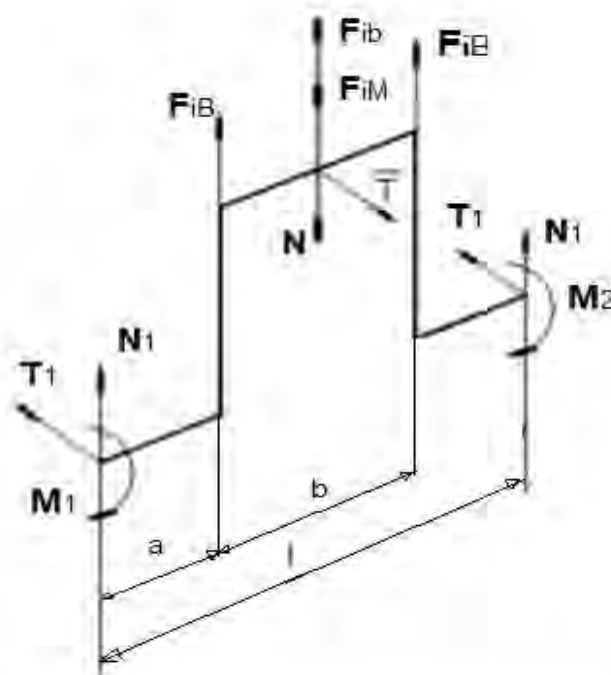


Fig. 1.26. Schema de încărcare a unui cot

Se observa că în timpul mișcării de rotație a arborelui, câte două plungere, respectiv biela, manetoane sunt implicate simultan în operația de refulare astfel ca butoanele manetanelor sunt supuse simultan eforturilor radiale și tangențiale N și T corespunzătoare forțelor din biela.

În intervalul $180^\circ - 240^\circ$ pentru plungerul 1 începe operația de refulare și în intervalul $300^\circ - 360^\circ$ plungerul 2 este simultan implicat și el în operația de refulare pentru o scurtă perioadă de timp. În acest interval se considera ca arborele are încărcarea maximă, iar eforturile aferente reprezintă baza de verificare a arborelui.

Se observă că la un unghi de 180° efortul N_1 are valoarea maximă de 592053N. Corespunzător, valoarea lui T_1 este 0. Dacă ne deplasăm cu 10° eforturile au valorile $T_1 = 82547$ N și $T_2 = 512541$ N.

Izolând cotul „1” care în intervalul discutat este cel mai sollicitat, manetonul corespunzător 1 va fi supus următoarelor eforturi:

- $N = N_1$ care pe parcursul operației de refulare, conform Tabelului 4 va avea valoarea maximă de - 592053N și valoarea minimă de - 14326N.

- F_{ib} – forța de inerție a masei bielei aferentă mișcării de rotație;

- F_{iM} - forța de inerție a masei manetonului aflat în mișcare de rotație;

- F_{iBr} – forța de inerție a unui braț;

- M_1 – momentul de torsiune la palierul manetonului. Plecând de la stanga la dreapta arborelui, se observă din Tabelul 5.4 că în intervalul discutat, în manetonul 3 nu avem eforturi, deci momentul de torsiune la intrare în cotul „2” este „0”, caz în care momentul de torsiune la intrare în cotul „1”, M_1 , este dat de efortul T_2 .

Relațiile de calcul aferente acestor eforturi sunt:

$$F_{ib} = -m_b \cdot r \cdot \omega^2$$

$$F_{iM} = -m_M \cdot r \cdot \omega^2$$

$$F_{iBr} = m_{Br} \cdot r \cdot \omega^2$$

$$M_1 = T_2 \cdot r$$

unde:

- elementele constructive au fost definite anterior ;

- ρ – densitatea materialului din care este realizat arborele cotit, $[\text{kg}/\text{dm}^3]$

$\rho = 7,8 \dots 7,85 \text{ kg}/\text{dm}^3$ pentru oțel

- m_b – masa bielei, $m_b = 30\text{kg}$
- m_M – masa manetonului;
- m_{Br} - masa unui brat ;
- ω – viteza unghiulara aferenta turatiei la care se atinge presiunea maxima

$$\omega = \pi n/30 = 7 \text{ rad/s}$$

$$m_M = \frac{\pi}{4} \cdot 10^{-3} \rho (d_M^2 - d_{Mi}^2) l_M$$

$$m_M = \frac{\pi}{4} \cdot 7,85 \cdot (2,20^2 - 0,9^2) \cdot 1,46 = 36\text{kg}$$

$$m_{Br} = \frac{\pi}{4} \cdot \rho \cdot D_{Br}^2 \cdot g_{Br}$$

$$m_{Br} = \frac{\pi}{4} \cdot 7,85 \cdot (2,35^2 \cdot 0,324 + 4,2^2 \cdot 0,007) = 12 \text{ kg}$$

Din relațiile de mai sus rezultă:

$$F_{ib} = 30 \cdot 0,0875 \cdot 7^2 = 130 \text{ N}$$

$$F_{iM} = 36 \cdot 0,0875 \cdot 7^2 = 160 \text{ N}$$

$$F_{iBr} = 12 \cdot 0,0875 \cdot 7^2 = 52 \text{ N}$$

In aceste condiții forța din planul radial N_{tot} va avea relația:

$$N_{tot} = N_1 - F_{ib} - F_{iM}$$

Dupa cum a fost precizat, pe parcursul operatiei de refulare N_1 va avea valoarea maximă de 592053N si valoarea minimă de 14326N.

In acest caz :

$$N_{tot \max} = 592053 - 130 - 160 = 591763 \text{ N}$$

$$N_{tot \min} = 14326 - 130 - 160 = 14036 \text{ N}$$

$$c_{m\sigma} = \frac{258}{\frac{1}{0,5 * 0,8} * 20 + 0,17 * 37} = 4,6 \frac{N}{mm^2}$$

Coeficientul global de siguranță la oboseală corespunde valorilor recomandate.

1.11. Proiectare fremă

S-a proiectat frema sudată ce asigură soluția de prindere pentru toate componentele părții hidraulice a pompei triplex.

Sunt atașate în ANEXA 4 desenele de execuție pentru fremă, cu toate compoanentele specifice acesteia - 31 desene.

2. Proiectare subansambluri acționare electrică

Specificația tehnică inițială pentru motorul electric a fost dezvoltată în cadrul etapei A1.1 ”Studiu pentru obținerea unor metode inovative de optimizare a echipamentului destinat operațiunilor speciale și de cimentare la sondele în exploatare și stabilirea specificațiilor tehnice pentru subansambluri și echipament”, prezentată în documentația etapei respective. Elementele conținute în această specificație au fost obținute din analiza instalațiilor similare studiate și a necesităților de asigurare a condițiilor tehnice optime de funcționare pentru pompa triplex din dotarea instalației ce se va proiecta.

În cadrul etapei A1.2. ”Proiectare subansambluri acționare electrica, antrenare mecanica si componente de uzura pompa” s-a realizat soluția de conectare pompă triplex la motorul electric de antrenare, fundamentată pe cerințele tehnice provenite de la pompa triplex proiectată.

Pompa triplex se conectează direct la motorul electric asincron, fapt ce a impus cunoașterea caracteristicilor funcționale ale ambelor componente pentru o optimizare constructivă a funcționării ulterioare. În această etapă, în cap.6, s-a prezentat o analiză aplicativă a instalațiilor de cimentare din portofoliul de proiectare al ICPE-CA, al PETAL SA și al altor producători, pentru stabilirea caracteristicilor funcționale ale pompelor triplex de luat în considerare la proiectarea motorului electric de acționare conform specificațiilor obținute anterior. Caracteristicile funcționale ale pompei triplex vor fi folosite în calculul de proiectare al acționării electrice cui motor asincron.

2.1.Elemente tehnice necesare pentru proiectare acționare electrică

În cadrul studiului realizat în etapa A.1.1, cap.6, s-au analizat posibilitățile de antrenare mecanică cu motor de curent alternativ și s-a prezentat o specificație inițială a soluției de acționare electrică. S-au folosit elemente tehnice privitoare la cinematica acționărilor electrice, ecuațiile fundamentale ce stau la baza modelării mișcării și informații necesare proiectării alegerii motorului asincron funcție de caracteristicile specifice ale acestuia, inclusiv caracteristica mecanică care se ia în considerare împreună cu cea a pompei triplex, obținute prin materialul tehnic primit în urma licitației de cunoștințe tehnice pentru acționarea electrică.

2.2. Proiectare pentru motorul electric asincron

2.2.1. Alegerea turației motorului asincron cu rotorul în scurtcircuit

Având în vedere că turația maximă la intrarea agregatului cimentare este 2100 rot/min și că turațiile de sincronism ale unui motor asincron în jurul acestei valori sunt:

- Pentru motor asincron cu $p=1$ (o singură pereche de poli), $n_1 = 3000$ rot/min
- Pentru motor asincron cu $p=2$ (două perechi de poli), $n_1 = 1500$ rot/min
- Pentru motor asincron cu $p=3$, $n_1 = 1000$ rot/min.

Alegerea soluției tehnice optime se realizează pe baza următoarelor considerații:

→ *Varianta a*): $n_1 = 1500$ rot/min

Există o zonă de turație (2100...3000) rot/min nefolosită, ceea ce face ca această soluție să nu aibă eficiența tehnico-economică în parametrii admisibili.

→ *Varianta b*): $n_1 = 1500$ rot/min

Există o zonă de turație (1500...2100) rot/min în care se poate alege un convertizor care va asigura un cuplu constant până la 1500 rot/min, urmând ca în zona:

1500 rot/min ... 2100 rot/min

să funcționeze în regim de putere constantă și cuplu liniar scăzător;

→ *Varianta c*): $n_1 = 1000$ rot/min,

are dezavantajul unei zone prea largi de turație (1000...2000)rot/min în care va funcționa similar cu soluția din varianta 2.

Concluzie: motorul asincron ales va avea turația de sincronism $n_1 = 1500$ rot/min

Organigrama calculului de proiectare pentru acționarea cu motor asincron este prezentată în continuare, luând în considerare caracteristicile mecanice ce trebuie asigurate pentru funcționarea optimă a pompei triplex.

2.5. Caracteristicile mecanice ale acționării cu convertizor c.a./c.a.

Soluția de acționare electrică a pompei triplex trebuie să corespundă cerințelor mecanice și hidraulice ale instalației de cimentare.

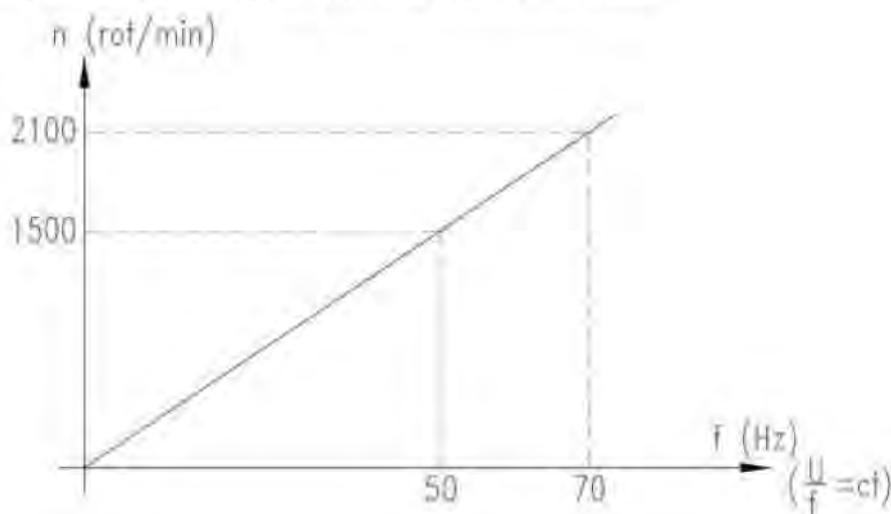
Mărimile ce trebuie reglate la cerințele pompei triplex sunt:

- Debitul
- Presiunea

acestea fiind dependente de:

- a) turația axului antrenat de motorul electric

Alimentarea motorului asincron prin intermediul convertizorului c.a./c.a. conduce la următoarea variație a turației funcție de comanda convertizorului.



Caracteristica turație- tensiune de alimentare pentru motorul asincron alimentat prin convertorul c.a./c.a.

Viteza se poate varia liniar doar din sistemul de comandă al convertizorului c.a./c.a., ceea ce face posibilă eliminarea cutiei de viteze existentă la soluția cu motor Diesel, element inovativ important al noii soluții de antrenare pe cale electrică a instalației de cimentare.

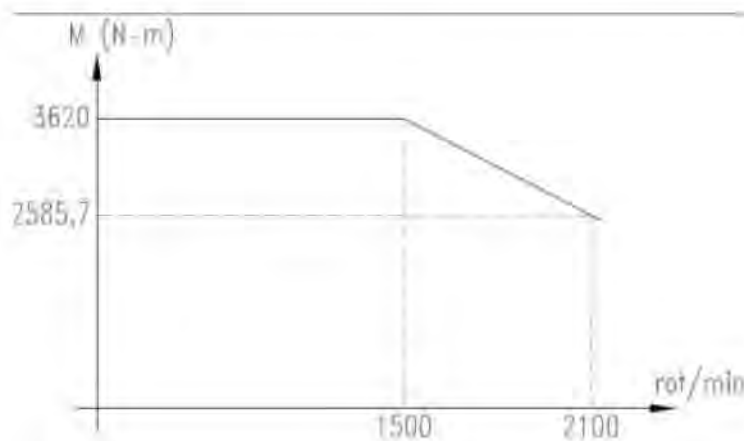
b) momentul activ la ax :

Momentul nominal al motorului asincron de 600kW , 1500rot/min se determină ca fiind:

$$M = \frac{9050 P(kW)}{n (rot/min)}$$

$$M = 3620 \text{ Nm}$$

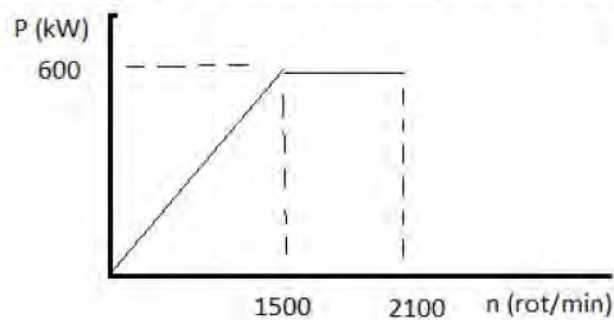
Convertizorul de c.a/c.a asigură funcționarea la $M = ct$ până la turația nominală și apoi la $P=ct$.



Caracteristica moment-turație pentru motorul asincron alimentat prin convertor c.a./c.a.

c) puterea furnizată de motorul asincron de antrenare.

Datorită alimentării motorului prin convertizorul c.a/c.a cu reglaj vectorial puterea crește liniar până la turația nominală a motorului și apoi rămâne constantă până la 2100 rot/min.



Caracteristica putere-turație la alimentarea motorului cu convertizor c.a/c.a

2.6. Varianta finala proiectată pentru acționare electrică

5.1. Alegere motorului asincron

Observatii:

► Presiunile obținute sunt mai mici decât cel specificate în tema de proiect în domeniul debitelor mici (turații mici).

► Realizarea funcționării corecte a acționării pompei depinde și de momentul maxim la intrarea pompei, acesta fiind cel care stabilește forța de împingere piston la realizarea presiunii. Valoarea necesară este de aproximativ 9800Nm însă valoarea ce se obține de la motor este mai mică.

Concluzie:

Este necesară înlocuirea motorului asincron ales inițial cu un motor cu caracteristicile:

Putere nominală = 750kW

Tensiune nominală = 3x660 V

Turația nominală n = 1000 rot/min

Domeniul de reglaj al turației:

-la cuplu constant

0-1000 rot/min (50Hz)

-la putere constanta

1000-2100 rot/min (50-105Hz)

Calculule de proiectare în această situație conduc la rezultatele:

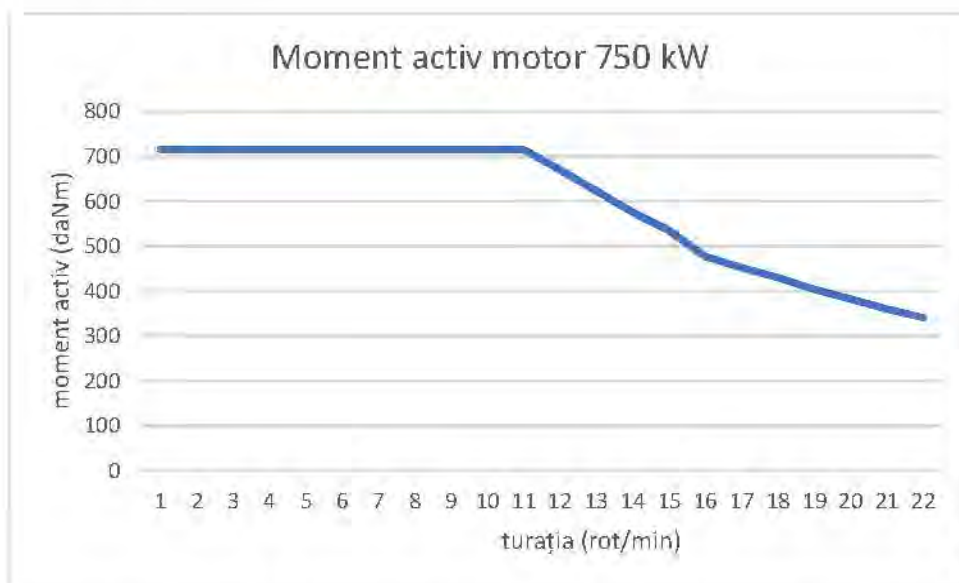
- a) Momentul activ dezvoltat la turația de sincronism $n_1 = 1000$ rot/min este:

$$M = 716 \text{ daNm}$$

Momentul activ al motorului asincron este practic constant prin alimentarea cu convertizor de frecvență până la turația de sincronism 1000 rot/min și scade apoi liniar până la 2100 rot/min.

b) Momentul activ dezvoltat la turația de 2100 rot/min este:

$$M = 341 \text{ daNm}$$



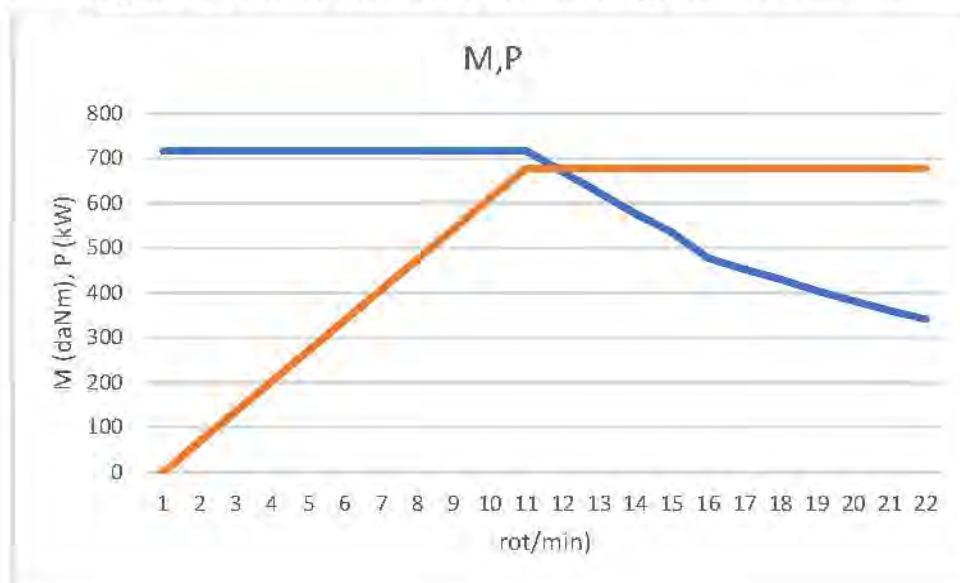
Variația momentului activ la acționarea cu convertizor c.a/c.a -motor asincron 750 kW

Calculul momentelor și a puterilor asigurate pe întreg domeniul de variație al turației motorului este prezentat în tabelul următor.

Turație rpm	Moment dNm	Putere ME kW	Putere utila la pompa (kW)
0	716	0	0
100	716	75	68
200	716	150	136
300	716	225	204
400	716	300	271
500	716	375	339
600	716	450	407
700	716	525	475
800	716	600	543
900	716	675	611
1000	716	750	678
1100	670	750	678

1200		623	750		678
1300		576	750		678
1400		535	750		678
1500		477	750		678
1600		452	750		678
1700		430	750		678
1800		404	750		678
1900		382	750		678
2000		360	750		678
2100		341	750		678

Reprezentarea grafică a variației puterii și a momentului activ este cea din figura de mai jos. Datorită alimentării motorului asincron prin convertizor de frecvență momentul este constant până la turația nominală și scade liniar până la turația maximă ce poate fi atinsă de pompă iar puterea crește liniar cu turația până la valoarea nominală a acesteia și apoi rămâne constantă.



Caracteristici pentru motorul 750 kW turație nominală = 1000 rot/min
alimentare prin convertizor de frecvență c.a/c.a

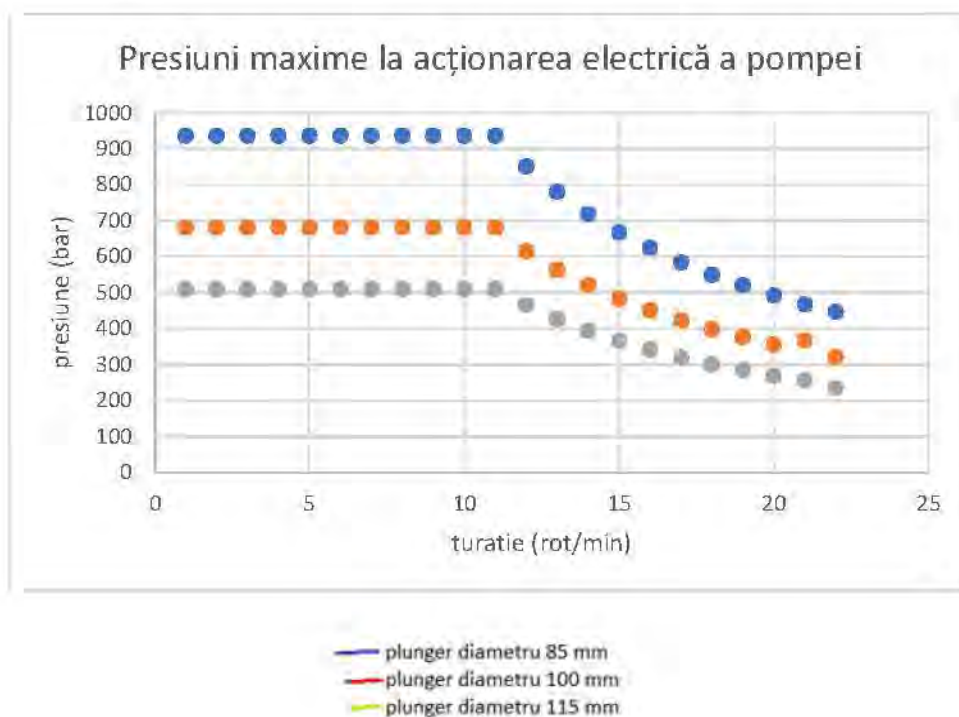
Calculul presiunii create de pompă s-a realizat pentru aceleași debite Q ca în cazul anterior. Datele rezultate sunt cuprinse în tabelul următor pentru cele trei diametre de plungere:

85 mm, 100 mm, 115 mm.

Concluzii:

- Debitelor obținute prin acționarea electrică a pompei triplex sunt similare cu cele obținute prin antrenarea cu motor Diesel și cutie de viteze.
- Presiunile obținute prin acționare electrică sunt superioare celor din antrenarea Diesel pe cea mai mare parte a intervalului de turații de lucru ale popei triplex (500...2100) rot/min
- În zona sub 500 rot/min este necesar a crește performanțele obținute prin acționare electrică. Realizarea este simplă, nu implică nimic suplimentar, deoarece acționarea convertizor c.a/c.a -motor electric permite o suprasarcină proiectată de 120%, acționarea fiind intermitentă și durata de lucru fiind redusă, ea fiind limitată de capacitatea rezervorului de fluid și de valoarea debitelor.

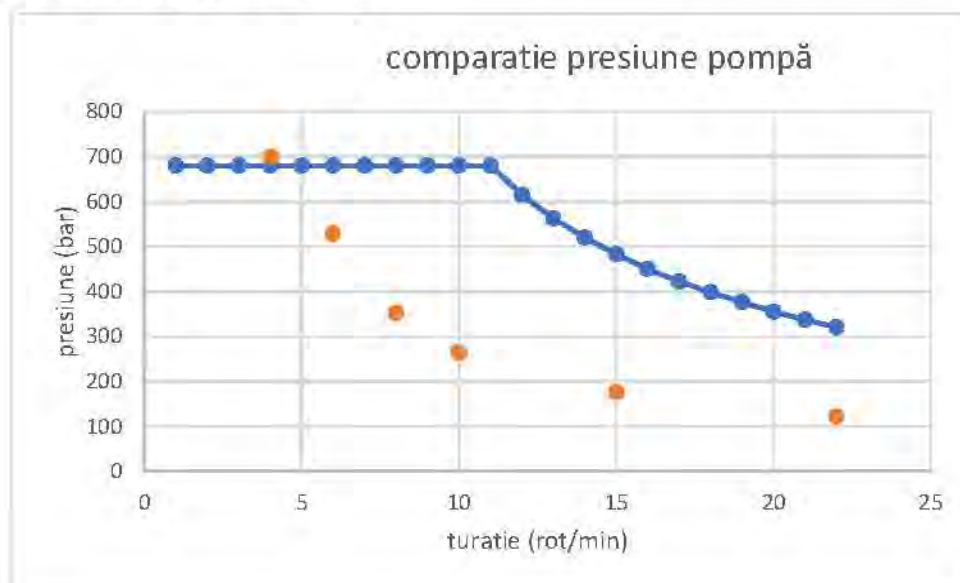
S-au realizat calculele de proiectare pentru situația în care sistemul convertizor c.a/c.a - motor asincron are o suprasarcină de 120% și s-au reprezentat rezultatele în figura de mai jos.



Presiunea obținută la suprasarcină 120%

Caracteristica de debit este aceeași ca cea prezentată anterior.

Pentru plungerul cu diametrul 100 mm rezultatul comparației antrenare electrică / antrenare Diesel este prezentat în figura următoare.



- Motor electric
- Motor Diesel

Se constată că s-a obținut o presiune similară între cele două tipuri de acționări la turații joase, iar la turații peste 400 rot/min creșterea de presiune este semnificativă, de exemplu, 680 bar față de 280 bar.

Concluzii proiectare alegere acționare electrică motor asincron-converizor c.a/c.a.a:

- Rezultatele indică performanțe tehnice superioare la antrenarea pompei, sporind eficiența acesteia în decursul procesului de cimentare la sonde.
- Soluția inovativă de acționare electrică a pompei triplex cu motor asincron și convertor de c.a/c.a se dovedește viabilă și oferă caracteristici tehnice superioare față de antrenarea mecanică.

Pentru acționarea electrică proiectată caracteristicile motorului asincron prevăzut pentru acționarea electrică sunt cele indicate în tabelul următor.

Tensiune intrare:	3x660VAC(+10%/-20%)
Frecvența tensiune alimentare:	50Hz (±10%)
Putere nominală:	750kW
Temperatura de funcționare:	-20...40°C
Temperatura de stocare:	-25...+70 °C
Altitudine maximă:	<1000m
Conexiune stator	Stea
Ventilație	Forțată
Tip lagăre	Rulmenți
Lagăr POT	Izolată
Clasa de izolație	H
Regimul de funcționare	S1
Randament la % încărcare	*96
Cuplu maxim la 100% încărcare	*2.5
Accesorii	6 termorezistente Pt 100ohmi la °0C (2/faza)
	2 termorezistente Pt 100ohmi la °0C (1/lagăr)
	Rezistența încălzire 2x500 W, 220V a.c.
	Relevu diferențial presiune, DWYER 1950G-5-B-120-AT (120V)
	Encoder digital
Tipul de protecție anti explozivă	EExeIIT3, zona2
Domeniul de reglaj al turației:	
-la cuplu constant	0-1000 RPM (50Hz)
-la putere constantă	1000-2100 (50-105Hz)

2.6.2.3. Caracteristicile minime ce trebuie să îndeplinite de Modulul redresor:

Tensiunea de alimentare (Vca)	3 AC 500 ... 690 ±10 % (- 15 % < 1 min)
Frecvența tensiunii de alimentare (Hz)	47 ... 63
Tensiunea auxiliara de comanda (Vca)	230 ±10 % (- 15 % < 1 min)
Puterea nominala (kW)	900
Tensiunea de ieșire (Vcc)	675 ... 930
Tensiune maxima (Vcc)	1050 ± 2 %
Tensiune minima (Vcc)	650 ± 2 %
Curent de intrare (Aca)	800
Curent de ieșire (Acc)	1000
Putere disipata (W)	5400
Capacitati circuit de curent continuu (uF)	11600
Circuit de preîncărcare condensatori	Da
Randament	0,99
Tip ventilație	Fortata
Capabilitate multi-drive	Da
LED-uri de stare echipament	Da
Dimensiuni maxime (HxWxD)	2200x800x600
Masa maxima (kg)	600
Temperatura funcționare (°C)	0 ... +40 °C (55°C cu detarare)
Temperatura stocare (°C)	-40 ... +70 °C

2.6.2.4. Specificații tehnice invertor

Calculul a condus la specificațiile prezentate în tabelul următor.

Tensiunea de alimentare (Vcc)	675 ... 930
Frecvența tensiunii de ieșire (Hz)	0 ... 105
Tensiunea auxiliara de comanda (Vcc)	24 (20.4 ... 28.8)
Puterea nominala (kVA)	750
Tensiunea de ieșire (Vca)	0 ... 660Vcc
Tensiune maxima (Vcc)	1050 ± 2 %
Tensiune minima (Vcc)	650 ± 2 %
Curent de intrare (Acc)	805
Curent de ieșire (Aca)	656
Curent de ieșire maxim (Aca)	840
Putere disipata (W)	10000
Randament	0,985
Capacitate circuit de curent continuu (uF)	14400
Frecvența de comutație maxima (kHz)	5
Tip ventilație	Fortata

Comunicație	Drive-CliQ (sau echivalent), 3 interfețe
Senzor temperatura	Pt1000, PTC, KTY-84, Pt100
Posibilitate de conectare rezistenta de frânare	Da
Siguranțe in circuitul de curent continuu	2x500A, 1000Vcc, aR, 200kA
Capabilitate multi-drive	Da
LED-uri de stare echipament	Da
Temperatura functionare (°C)	0 ... +40 °C (55°C cu detarare)
Temperatura stocare (°C)	-40 ... +70 °C

Se folosește aceeași protecție la supratensiuni și circuite de comandă și reglare convertizor c.a/c.a din soluția proiectată inițial.

Concluzii:

Convertizorul c.a/c.a trebuie să conțină următoarele componente :

- redresor, 1000A;
- invertor, 750kW;
- condensatori circuit intermediar;
- intreruptor principal, 800A;
- sigurante ultrarapide, 800A;
- reactanta de comutatie, 660A;
- rezistenta anticondens;
- transformator de comenzi;
- panou operator;
- ventilatie dulap;
- circuite de protectie si semnalizari;
- circuit evaluare encoder;
- echipament de automatizare.

2.6.3. Specificații tehnice Modulul alimentare

Modulul de alimentare pentru gruparea convertizor c.a/c.a -motor asincron necesită următoarele elemente:

-Intreruptor trifazat - 1 buc

Tip intreruptor	ACB/debrosabil
Pozitii intreruptor	Conectat/Test/Deconectat
Tensiunea de alimentare (Vca)	3 AC 690Vca ±10 %
Curent nominal (A)	800
Domeniul de reglaj curent	0.5-1
Tip protectie	LSI
Frecventa tensiunii de alimentare (Hz)	50/60
Tensiunea auxiliara de comanda (Vca)	230
Tensiunea nominala de izolatie (Vca)	1000
Tensiune nominala de tinere la impuls caile principale de curent (kV)	12
Tensiune nominala de tinere la impuls circuite auxiliare (kV)	4
Tensiune nominala de tinere la impuls caile principale de curent (kV)	2.5
Pierderi maxime la curent nominal (W)	200
Timp maxim de conectare (ms)	80
Timp maxim de deconectare (ms)	80
Cicluri minime de comutare mecanica (fara intretinere)	10 000
Cicluri minime de comutare electrica (fara intretinere)	10 000
Frecventa de comutare la 690V (1/h)	45
Contacte auxiliare NO minim	4
Contacte auxiliare NC minim	4
Actionare cu motor	230Vca
Declansator de tensiune minima	230Vca
Temperatura functionare (°C)	-25 ... +70 °C
Temperatura stocare (°C)	-40 ... +70 °C

-Reactanța trifazată de comutație - 1 buc

Tensiunea de alimentare (Vcc)	3 AC 690Vca ±10 %
Frecvența tensiunii de alimentare (Hz)	50/60
Curent nominal (A)	660
Tensiune de scurtcircuit	4%
Tensiune de izolație minimă (A)	3 000
Grad de protecție minim	IP00
Material înfășurare	Cu (Al)
Bobinaj impregnat	DA
Standard execuție	SR EN 61558
Temperatura ambianță (°C)	40
Clasa de temperatură	B

-Siguranța fuzibilă cu soclu pentru protecția semiconductoarelor – 6 buc

Tensiunea de alimentare (Vcc)	690Vca ±10 %
Frecvența tensiunii de alimentare (Hz)	50/60
Curent nominal (A)	800
Caracteristică	aR, ultrarapidă
Tip	NH
Tip prindere	cutit
Soclu fuzibil	1P/3P
Capacitate de rupere (kA)	200
Standard	IEC 60269-4

Modul PLC

Tensiunea de alimentare (Vcc)	24 (20.4 ... 28.8)
Tensiunea de alimentare intrări/ieșiri	24 (20.4 ... 28.8)
Intrări digitale configurabile	Minim 30 (din care minim 6 HSC)
Ieșiri digitale configurabile	Minim 26 (minim 4 HSO, 100kHz)
Intrări analogice configurabile (diferențiale, 0-10V)	Minim 6
Ieșiri analogice configurabile (0-20mA)	Minim 2
Rezoluție conversie analogică	Minim 10 bit
Conexiune pentru encoder (2 fire)	Da
Curent de consum maxim (Acc)	0.5
Putere disipată maximă (W)	12
Tip ventilație	Naturală
Interfețe (minim)	2, RJ 45 (Ethernet)
Rata transfer Ethernet	100Mbit/s

Protocol	TCP/IP, SNMP, DCP, LLDP, Web server, Modbus, Profinet
Să permită extindere cu interfața RS485	Da
Memorie de program integrată	Minim 125 Kbyte
Memorie de date integrată	Minim 4 Mbyte
RTC	Da
Timp procesare instrucțiuni CPU	Maxim 0.08us/instrucțiune/bit Maxim 1.7 us/instrucțiune/word
Card de memorie	Da
Expandabil	Da
Număr de module comunicație extinse	Minim 3
Număr de module D I/O extinse	Minim 8
Număr de module extindere „on board”	Minim 1
Limbaje de programare	LAD, FBD, SCL
Grad de protecție	IP20
Temperatura funcționare (°C)	-20 ... +60 °C
Temperatura stocare (°C)	-40 ... +70 °C
Interfețe (minim)	RS485
Rata transfer Profibus	12Mbit/s
Protocol	Profibus
DPV1	Da
Număr dispozitive Slave	Minim 32

Observații constructive:

- Toate componentele vor fi asamblate în mai multe dulapuri cu gradul de protecție IP54.
- Dulapurile vor fi presurizate.
- Convertizorul va fi echipat cu module de intrări/ieșiri digitale, module de intrări/ieșiri analogice, module de evaluare termistor PTC, module de comunicație RS485 protocol PROFIBUS și CANopen.
- Echipamentul de acționare va dispune de un panou operator ce asigură o interfață simplă și prietenoasă pentru parametrizare și diagnoză.
- Convertizorul va dispune de mai multe funcții de reglare: reglare scalară și reglare vectorială, reglare în buclă deschisă sau în buclă închisă.
- Convertizorul vor fi parametrizat prin intermediul unui calculator portabil având instalată licență software pusă la dispoziție de producător.

2.6.4. Schema generală a acționării electrice

2.7. Funcții proiectate pentru sistemul de acționare convertizor c.a./c.a - motor asincron

Funcționarea optimă a sistemului de reglare a vitezei motorului cu convertizor c.a./c.a. implică proiectarea următoarelor funcții și circuite :

► Măsurarea parametrilor electrici și mecanici - utilizarea unei centrale de măsură și traductoare specifice, părți componente ale convertorului ca/ca:

- d) Factor de putere (FP) - prin măsurarea defazajului dintre componentele tensiunii trifazate de alimentare inverter ca/ca și curenții absorbiți de acesta;
- e) Tensiunea de alimentare trifazată convertor ca/ca, (U) în V;
- f) Curentul absorbit pe fiecare fază de către convertorul ca/ca (I), în A;
- g) Puterea aparentă absorbită de convertorul ca/ca (S), în VA

- Puterea activă absorbită de convertorul ca/ca (P) în W, $P = S \cdot FP$;

- Puterea reactivă absorbită de convertorul ca/ca (Q), în VAR

h) Tensiunea electromotoare la bornele motorului asincron (E) în V,
 $E = U - r_s \cdot I$;

i) Turația motorului asincron (n) în rot/min, $n = (U - r_s \cdot I) / K \cdot \psi_s$

j) Cuplul electromagnetic al motorului asincron (M) în N·m,
 $M = P(W) / n(rot/s)$

► Bilanțul de putere rețea-ieșire convertizor

$$\eta = \frac{\sum_{i=1}^3 U_{ies\ conv} i \cdot I_{ies\ conv} i}{\sum_{j=1}^3 U_{retea} i \cdot I_{retea} i}$$

► Posibilitate de identificare motor asincron ce acționează pompa triplex pentru optimizarea automată a regulatorului de turație.

Această funcție constă în alimentarea motorului asincron prin intermediul convertorului c.a./c.a. de la o sursă trifazată internă, de putere limitată în vederea determinării parametrilor motorului. Pe baza modelului matematic, microcontrolerul dedicat reglării automate vectoriale realizează optimizarea iar optimizarea manuală de către operator a buclei de turație rămâne o ajustare posibilă

► Sistem de prevenire a supratensiunii

► Măsurare temperatură stator și lagăre motor funcție de semnalele primite de la senzorii de temperatură (Pt 100 sau termistori) prezenți în motor. Se prevede o sursă de c.c. de 24V, 5A, care

alimentează continuu acești senzori iar valoarea temperaturii se deduce din caracteristica $R=f(\text{temperatura})$ prin măsurarea R pe baza căderii de tensiune la borne și a intensității curentului.

► Evaluare temperatură motor funcție de turație. Se realizează prin măsurarea temperaturii motorului și a puterii aparente S la ieșire convertor c.a/c.a și se păstrează caracteristica temperatura = $f(S)$, ce servește la acționarea ventilatorului.

► Supravegherea dinamică a pornirii motorului asincron

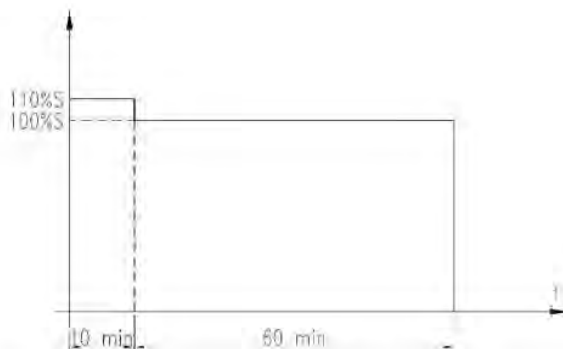
► Supraveghere frânare motor. Pentru pompele triplex din instalațiile de cimentare cuplul rezistent este suficient de mare încât frânarea liberă a motorului să se facă într-un timp scurt, max.5s.

► Funcționarea la suprasarcină.

Standardele de profil impun pentru regimul de suprasarcina următoarele:

- k) Pentru 110% suprasarcină, timpul de funcționare este 10 min, 60 min la sarcină nominală;

$$k_1 = \frac{S_{med}}{S_n} = \frac{11 + 60}{70} = 1,0143$$



- l) Pentru 150% suprasarcină, timpul de funcționare este de 1 min, 30 min la suprasarcină nominală.

$$k_2 = \frac{S_{med}}{S_n} = \frac{1,5 + 30}{31} = 1,05$$



- ▶ Asigurarea rampei de accelerare și decelerare motor

În schema de comandă se folosește un regulator de turație de tip P/D rampă cu panta caracteristicii $tg \alpha = 1$. Astfel, la pornire și la oprire rampa caracteristicii vitezei de rotație funcție de timp are panta egala cu 1.

- ▶ Repornire automată la scăderea tensiunii de alimentare și revenirea la turația nominală. În cazul unor goluri de tensiune revenirea este imediată datorită momentului mare de inerție a rotorului și prin memorarea în microcontroler a valorii impuse a turației.

2.8. Protecții proiectate pentru acționarea electrică

a) Protecția la suprasarcină – se realizează prin:

- Înterruptor trifazat
- Releu de curent pe ieșirea convertorului c.a/c.a spre motorul asincron

b) Protecția la scurtcircuit -se realizează prin:

- Înterruptorul trifazat
- Siguranțe ultrarapide la intrare convertor c.a/c.a

c) Protecția la supratemperatură motor – se realizează prin:

- Utilizarea releelor de monitorizare temperatură cu două praguri (atenționare și contact de decuplare întreruptor trifazat), rele ce monitorizează Θ de la senzorii de temperatură din interiorul motorului.
- Temperatură convertor c.a./c.a. prin utilizarea sondelor de temperatură montate pe radiatoarele folosite în redresor, respectiv în inverter pentru răcirea dispozitivelor semiconductoare.

d) Protecția la punere la pământ în circuitul motorului - se realizează prin utilizarea releelor de punere la pământ a înfășurărilor statorice.

e) Protecția la dezechilibru faze – se realizează prin utilizarea releelor specifice care evidențiază:

- Succesiunea fazelor
- Dezechilibrul fazelor
- Lipsă fază (faze) tensiune de alimentare

f) Protecția la supratensiune în circuitul intermediar de c.c. – se realizează prin utilizare releu tensiune maximă, reglaj variabil și prin ansamblu condensator C - rezistența de descărcare a condensatorului.

g) Supravegherea U_{retea}/f_{retea} – se realizează prin utilizarea unui multiplexor care monitorizează cele două mărimi inclusiv raportul lor care trebuie să rămână evasiconstant deoarece reglarea este vectorială, consecința acestui sistem de reglare.

h) Deviația de turație impusă se realizează prin utilizarea unui traductor de turație cu prag impus reglabil. Deviația este semnalizată prin lampă cu LED de culoare galbenă.

i) Protecția la motor calat – se realizează prin evidențierea a două mărimi:

- Turație zero
- Curent statoric mai mare decât valoarea reală măsurată prin releu de

curent. Rezultatul calării este tensiunea electromotoare nulă, ceea ce face ca valoarea curentului statoric care este proporțională cu valoarea (U-E), să crească foarte mult.

j) Protecția la scurtcircuit la circuitul de ieșire:

Orice scurtcircuit în circuitul de ieșire al convertorului c.a./c.a., adică un scurtcircuit la ieșirea invertorului din componența convertorului c.a./c.a. se face prin blocarea tranzistoarelor de tip IGBT ce-l compun. Acest lucru se realizează prin monitorizarea la nivelul modulului driver de comandă în baza tranzistorului a tensiunii C-E și B-E. În momentul unui scurtcircuit extern, cele două valori de tensiune pentru cele două joncțiuni scad instantaneu și modulul de comandă le scoate din conducție. În același moment în circuitul intermediar de cc apare o supratensiune sesizată de releul care va comanda deschiderea întreruptorului Q.

k) Protecția la suprasarcină - protejare selectivă prin relee de curent cu timp de declanșare diferit și anume:

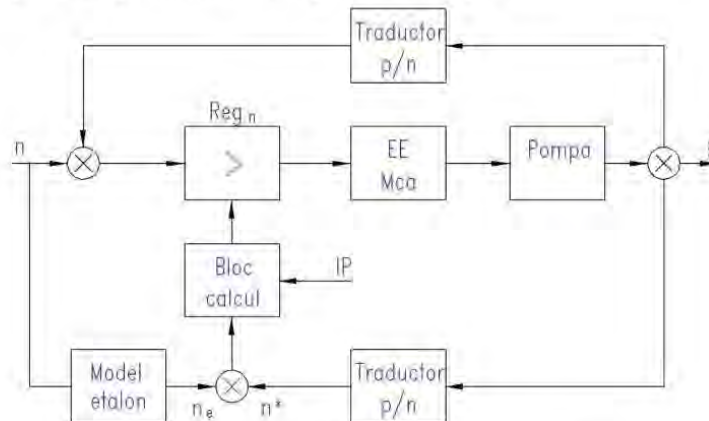
- suprasarcină 110% - 10 min
- suprasarcină 150% - 1 min
- suprasarcină $\geq 150\%$ - instantaneu

2.11. Optimizare adaptivă prin proiectare a funcționării sistemului de acționare motor-pompă

Sistemul de reglare vectorial proiectat a fost integrat în conceptul de utilizare autoadaptivă, acest lucru presupunând o flexibilitate maximă între regimurile proporționale, integratoare și derivative și combinațiile dintre ele.

Un sistem adaptiv de comandă și reglare este acela care identifică în mod automat procesul din punct de vedere funcțional și funcție de rezultatul identificării și în conformitate cu programul impus, generează comanda corespunzătoare desfășurării acestuia cu satisfacerea criteriilor de performanță dorite.

Schema sistemului de reglare adaptiv pentru optimizarea funcționării sistemului convertor c.a./c.a.-motor ca-pompă este prezentată în figura de mai jos



Schema sistemului adaptiv de comandă și reglare

Mărimea de intrare la nivelul sistemului adaptiv de comandă este turația impusă n , mărime care se aplică simultan și modelului etalon.

Modelul etalon reprezintă modelul sistemului de reglare pentru aplicația noastră, sistem cu parametri invariabili dar cu performanțe impuse.

Acțiunea modelului etalon face ca diferența dintre mărimea de ieșire n_e și mărimea corespunzătoare ieșirii sistemului n^* (numită eroare de adaptare), să fie introdusă în blocul de calcul și în funcție de indicele de performanță impus, acesta să corecteze funcționarea regulatorului de turație.

Se asigură:

- Posibilitatea reglării turației motorului în limite largi mai ales în zona frecvențelor apropiate de cifra 0;
- Eliminarea în integralitate a șocurilor mecanice și de curent la pornire, cu asigurarea unui cuplu de pornire în zona de frecvență zero.
- Posibilitatea frânării rapide în mod voit și mai ales în caz de defect.
- Posibilitatea limitării cuplului activ al motorului liniar cu eroare minimă.
- Posibilitatea monitorizării, optimizării funcționării și realizării comenzilor în timp real.
- Protecție combinată termică, tensiune minimă și maximă, punerii la pământ scurtcircuit, calare motor, etc.

2.12. Specificații Panou operator

a. Panou operator convertizor

Tensiunea de alimentare (Vcc)	24 (20.4 ... 28.8)
Tip display	LCD, monocolor
LED-uri de stare echipament	Da
Tastatura	Minim 7 (Start, Stop, Crește, Scade, Man/Auto, Reset, Esc, etc)
Card de memorie	Da
Montare pe usa	Da
Dimensiuni maxime (HxWxD)	120x80x40
Masa maxima (Kg)	0.2
Grad de protectie	IP55
Temperatura functionare (°C)	0 ... +50 °C
Temperatura stocare (°C)	-40 ... +70 °C

b. Panou operator PLC

Tensiunea de alimentare (Vcc)	24 (20.4 ... 28.8)
Consum curent maxim (Acc)	0.3
Putere disipata maxima (W)	3
Tip ventilatie	Naturala
Interfete (minim)	USB, RJ45 (2)
Rata transfer Etherne/IP	100Mbit/s

Protocol	Ethernet/IP, TCP/IP, DHCP, SNMP, DCP, LLDP, Modbus, Profinet
RTC	Da
Display	TFT, minim 7 inch diagonala
Color	Da, 65536 culori
Rezolutie	800 pixel
Tastatura	Da (minim 8 taste)
Ecran tactil	Da
Grad de protectie	IP20
Temperatura functionare (°C)	-0 ... +50°C
Temperatura stocare (°C)	-40 ... +70 °C

c. Pupitru operator sistem cimentare

Tensiunea de alimentare (Vca)	230
Consum curent maxim (Aca)	2
Putere disipata maxima (W)	3
Tip ventilatie	Naturala
Interfete (minim)	USB, RJ45 (2)
Rata transfer Etherne/IP	100Mbit/s
Protocol	Ethernet/IP, TCP/IP, DHCP, SNMP, DCP, LLDP, Profibus, Profinet
RTC	Da
Display	TFT, minim 10 inch diagonala
Color	Da, 65536 culori
Rezolutie	800 pixel
Tastatura	Da (minim 8 taste)
Comenzi	4 digitale, 2 analogice
Stop urgenta	Da
Ecran tactil	Da
Cutie	INOX
Dimensiuni	500x500x250
Grad de protectie	IP54
Functionare in zona potential exploziva	Da, Ex II 2G Ex ed IIC T6
Temperatura functionare (°C)	-0 ... +50°C
Temperatura stocare (°C)	-40 ... +70 °C

ANEXE

Anexa 1. Angrenaj mecanism motor – 17 desene

Anexa 2. Mecanism motor – 43 desene

Anexa 3 Reprezentări 3D componente pompă triplex proiectate – 41 desene:

Ansamblu Mecanism motor: arbore cotit, rulmenți -3 desene

Colector de refulare (vedere și secțiune) – 2 desene

colector de aspirație (vederi) – 2 desene

Roată dințată (vedere și secțiune) – 2 desene

Ansamblu Plunger $\phi 85\text{mm}$ (vedere și secțiune) – 2 desene

Capac (vedere și secțiune) – 6 desene

Distanțier (vedere și secțiune) – 2 desene

Arbore intrare pompă – 1 desen

Garnitură (vederi și secțiune) – 3 desene

Caseta (vedere și secțiune) – 2 desene

Corp presetupă (vedere și secțiune) – 2 desene

Capac (vederi și secțiune) – 3 desene

Flanșă de legătură ax intrare (vederi și secțiune)- 3 desene

Garnitură corp presetupă (vedere și secțiune) – 2 desene

Capac aerisitor (vedere și secțiune) – 2 desene

Ștuț (vedere și secțiune) – 2 desene

Piuliță specială (vedere și secțiune) – 2 desene

Anexa 4. Frema

Bibliografie

- [1] Gh Buzdugan ș.a., Culegere de probleme de rezistența materialelor, Editura Didactică și Pedagogică, București
- [2] N. Posea, Rezistența materialelor, Editura Didactică și Pedagogică, București, 1979
- [3] T. auf dem Brinke, Plasma-Assisted Nitriding Offers Production Flexibility, Industrial Heating, May 2001, <https://www.industrialheating.com/articles/84271-plasma-assisted-nitriding-offers-production-flexibility>
- [4] J. Vetter, Thermochemical Heat Treatment with Added Corrosion Protection and Wear Protection ICMCTF Conference, April 2003, San Diego, https://www.researchgate.net/publication/260035060_Thermochemical_Heat_Treatment_with_Added_Corrosion_Protection_and_Wear_Protection_-_invited_talk_ICMCTF_2003_San_Diego
- [5] J. Vetter, J. Crummenauer, T. auf dem Brinke, Corrosion Protection by Plasma Heat Treatment IONIT OX®, AMS/TMS Fall Meeting Conference, Columbus, Ohio, Oct. 2002, https://www.researchgate.net/publication/260016884_Corrosion_Protection_by_Plasma_Heat_Treatment_IO_NIT_OXR
- [6] [74] <http://www.confind.ro/hvof.html>
- [7] <https://plasmajet.ro/metalizare-h-v-o-f>
- [8] <https://www.youtube.com/watch?v=lmSl3iSQoJQ>
- [9] https://www.youtube.com/watch?v=cTPi_2ZlwqI
- [10] Costin, Utilaj Petrolier, Editura Didactică și Pedagogică, București, 1986
- [11] https://www.youtube.com/watch?v=DCBCqaMq_G8
- [12] http://www.steelnumber.com/en/steel_composition_eu.php?name_id=664
- [13] V Cristea, I Gradisteanu, N Peligrad ; Instalatii si utilaje pentru forarea sondelor; Editura tehnica Bucuresti 1985;
- [14] Manual de proiectare – Calculul arborelui cotit si al bielei; Universitatea Politehnica Timisoara;
- [15] Cunoștințe tehnice pentru proiectare acționare electrică echipament de cimentare , material obținut prin licitație.



utilaj petrolier & metalurgic

www.petal.ro



Te: 0040235/481781
Fax: 0040235/481342

Adresa: Huși-Vaslui, Str. A. I. Cuza nr.99, 735100 România
E-mail: office@petal.ro

ORC: J37/191/2003
CUI: RO841186
Capital social: 2.971.825 lei