

STUDIUL PRIVIND RECONSTRUCȚIA STAȚIEI NR.12 DE POMPARE A AGENTULUI TERMIC ÎN VEDEREA OPTIMIZĂRII PROCESULUI TEHNOLOGIC

Alexandru Guțuleac, Tudor Radilov

Abstract: Un oraș modern presupune încălzire centralizată. Întrucât orașul Chișinău este amplasat pe 7 coline, asigurarea parametrilor hidraulici ai agentului termic este posibilă datorită celor 17 stații de pompare. Acestea fiind dotate cu pompe asigură debitul și presiunea necesară pentru consumatorii conectați la sistemul centralizat de încălzire. Întrucât consumul de agent termic nu este constant parametrii de regim trebuie reglați continuu. Metodele vechi de reglare, cu ajutorul reglatoarelor mecanice determină randamente mici și reglări grosolane. În vederea optimizării consumului de energie electrică și evitarea avariilor, se caută metode noi și inovative de reglare a parametrilor de regim.

Cuvinte cheie: Presiune, debit, frecvență, convertizor de frecvență, undă de tensiune, modul de putere, THDU.

1. Punere de problemă

Analizând datele colectate de către sistemul de transmitere de date Lovati s-au depistat variații mari ale debitelor și variații mici ale sarcinii electrice cum este prezentat în Figura 1 la stațiile unde parametrii hidraulici se reglează cu regulator mecanic, ceea ce determină randamente mici de aproximativ 0,45

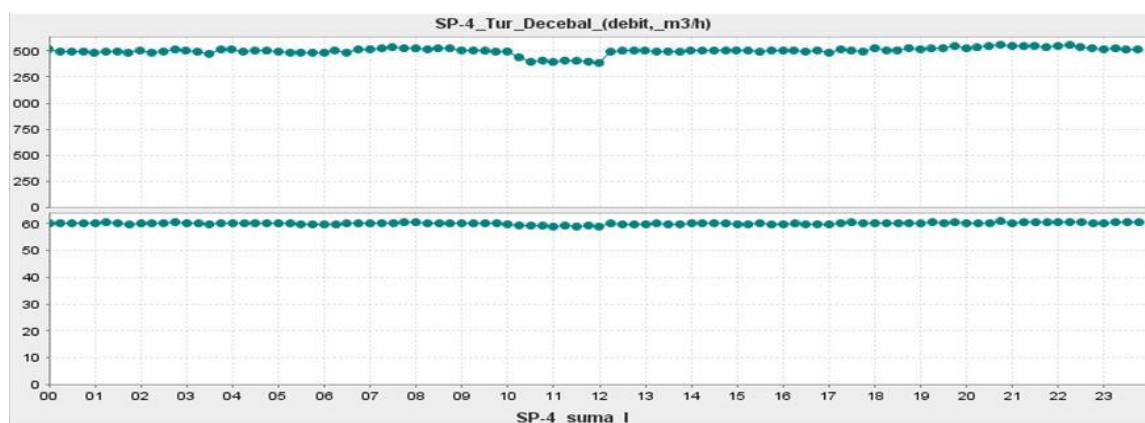


Fig. 1 Dependenta sarcinii electrice de debitul agentului termic.

Analizând parametrii care pot fi modificați la un motor electric și influența lor asupra parametrilor hidraulici, s-a depistat că este necesar de aplicat o tensiune cu variabilă cu frecvență variabilă odată ce dependența debitului de frecvență este o funcție pătratică, iar dependent debitului de putere este o funcție liniară.

2. Principiul de funcționare a convertizorului de frecvență

Tensiunea variabilă poate fi aplicată prin mai multe metode, însă frecvența variabilă poate fi obținută doar cu ajutorul convertizorului de frecvență.

Convertizorul de frecvență este un aparat electric care are la intrare tensiune și frecvență constantă, iar la ieșire unde este conectată sarcina este aplicată o tensiune și o frecvență variabilă în funcție de necesitate.

Convertizoarele de frecvență sunt compuse din 3 părți principale: redresorul, filtrul și inverterul. Principiul de funcționare: se aplică tensiune alternativă redresorului care generează curent electric redresat, apoi filtrul nivelează pulsațiile, iar inverterul pe bază de tranzistoare IGBT, (Insulated Gate Bipolar Transistor) controlate de un microprocesor la o frecvență de aproximativ 10-20 kHz, și prin metoda modulării lățimii pulsurilor (în engleză **PWM** - Pulse Width Modulation), asigură tensiune și frecvență variabilă. În Figura 2 este prezentată schema de principiu a convertizorului de frecvență.

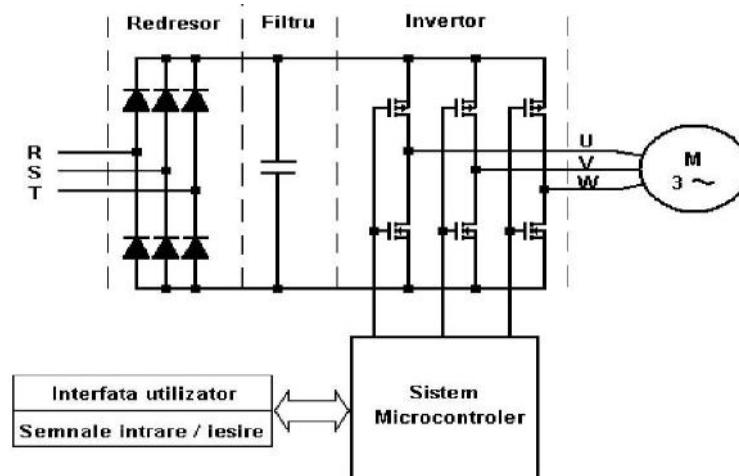


Fig 2. Schema principală a convertizorului de frecvență.

Întrucât regimul hidraulic presupune debite mari 600-1500 m³/h și înălțimea de pompare 40-80 m este nevoie de pompe de puteri care sunt antrenate de motoare cu puteri nominale corespunzătoare 400-630kW. Pentru așa puteri se fabrică motoare cu tensiunea nominală de 6 sau 10 kV. Întrucât actualmente nu există diode și tranzistoare care ar putea fi conectate la aceste tensiuni, convertizoarele ce antrenează motoare cu tensiunea nominală 6 sau 10 kV, au o construcție specifică.

3. Construcția convertizoarelor de frecvență de medie tensiune.

Tensiunea maximă pe care o putem aplica pe o diodă este de 750 V, pentru aceasta convertizorul are un transformator de izolare de construcție specială, înfășurarea secundară este divizată în 18 înfășurări, iar la bornele fiecăreia avem 610V. Această tensiune se aplică la bornele modulelor de putere care ca principiu de funcționare este un convertizor ce funcționează la tensiunea 610 V. La cele două borne de ieșire tensiunea și frecvența vor fi variabile. Fiind înseriate ieșirile a 6 module de putere obținem tensiunea unei singuri faze 3,5 kV sau 6 kV tensiune de linie. Precum este prezentat în figura 3 toate modulele de putere sunt comandate prin fibra optică de către un microprocesor care monitorizează parametri de ieșire, compară cu parametrii prestabiliți și organizează reacțiile corespunzătoare.

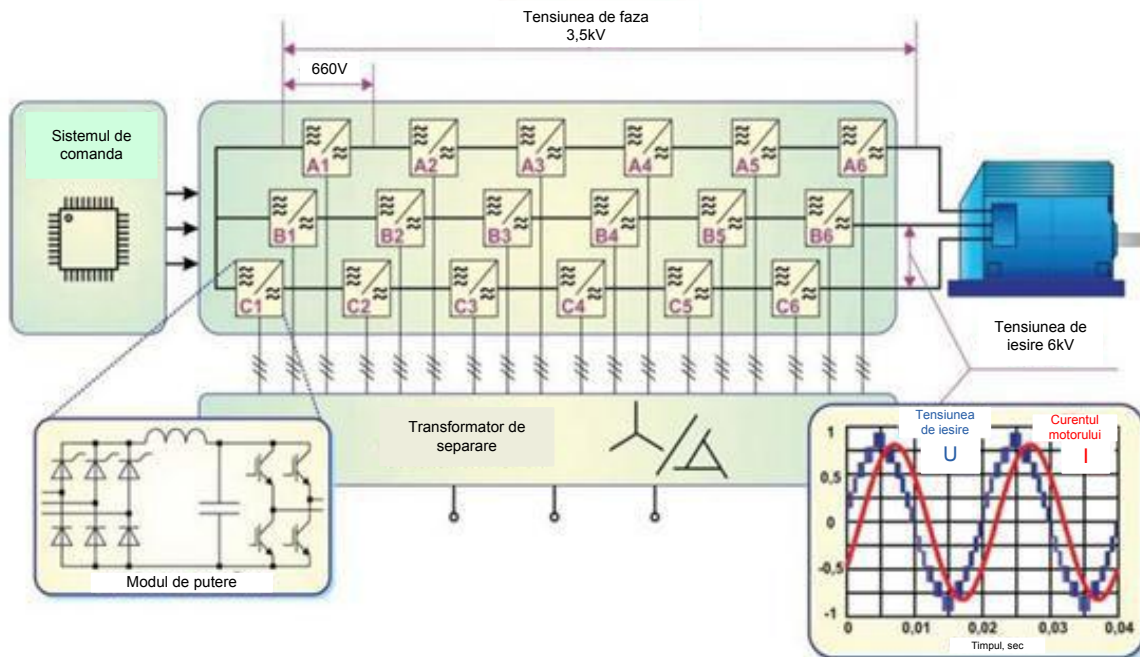


Fig.3 Construcția principală a convertizorului de medie tensiune

4. Formarea undei de tensiune

Analogic convertizoarelor de joasă tensiune cele de medie tensiune au la bază metoda PWM pentru formarea undei de tensiune. Modelând durata de timp a impulsurilor de tensiune de aceeași valoare se

construiește sinusoida. Cu cât avem mai multe pulsuri în intervalul unei semiperioade cu atât forma undei obținute este mai apropiată de sinusoidă. Numărul de pulsuri este limitat doar de vitezele de control al tranzistoarelor, viteza de creștere a tensiunii pe joncțiune, și pierderile la comutare. Convertizoarele de medie tensiune cu 18 module se programează pentru a construi sinusoida (o perioadă) din 36 de pulsuri. În figura 4 este prezentat formarea undei și comparații între forma undei obținută din diferit număr de pulsuri.

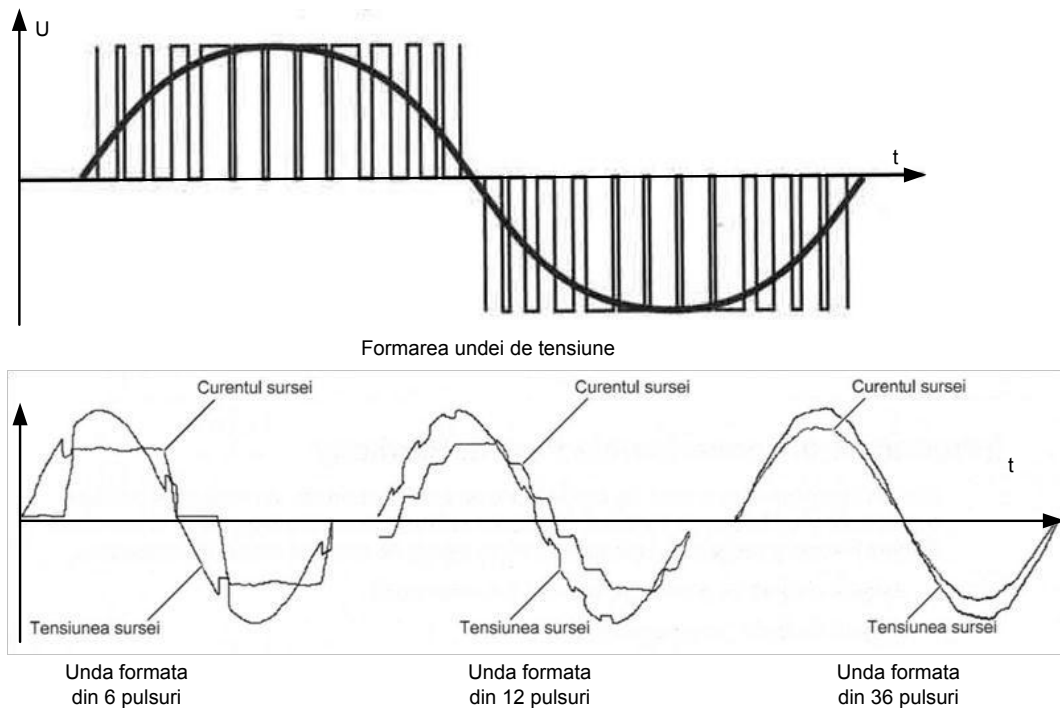


Fig.4 Distorsiunea undei de tensiune formată din diferit număr de pulsuri

Întrucât unda este aproape o sinusoidă perfectă, armonicile de ordin superior sînt de tensiune cît și de curent sînt puține și de o valoare neînsemnată. THD_U atinge aproximativ 3,5% pentru valoarea maximă admisibilă de 8% conform GOST 13109-97. Aceasta limitează pierderile în motor, corectează factorul de putere ($\cos \phi$), nu produce perturbații și respectă parametrii de calitate impuși de furnizorul de energie electrică.

Abaterea de tensiune în limitele admisibile și ce de frecvență la bornele de intrare a convertizorului nu influențează funcționarea motorului, astfel ajungem la parametrii nominali ai motorului sau puțin mai mari cu o abatere de tensiune de 10%.

În urma montării converzitoarelor de frecvență la stația de pompare Nr12 s-a observat remedierea problemei variației curentului în funcție de debit și creșterea randamentului, aceasta o confirmă graficul înregistrat de către sistemul de transmitere a datelor care este prezentat în figura 5.

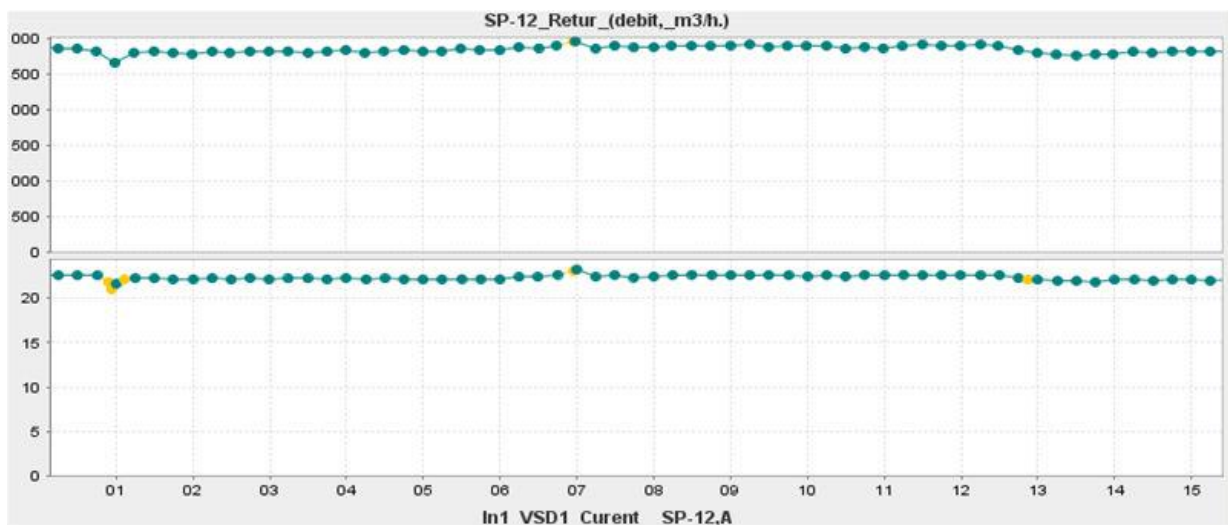


Fig.5 Dependența sarcinii electrice de debitul agentului termic la stația de pompare dotată cu convertizor de frecvență

5. Metode de bay pas

Vom analiza cazul cînd avem 5 celule de putere pe fază. În regim normal de funcționare avem 100% din celule funcționale, iar valoarea tensiunii de intrare poate fi aplicată la bornele de ieșire. Defazajul între vectorii tensiunilor de fază este 120 grade electrice. În regim de avarie cînd se defectează un modul de putere sau mai multe se pot baypasa același număr de module de pe celelalte faze. În cazul cînd s-au defectat 2 module și s-au mai baypasat câte 2 de pe celelalte faze, 87% din module sunt funcționale însă putem aplica la ieșire doar 60% din tensiunea de intrare. O soluție mai bună este baypasarea doar a modulelor defecte. În acest caz dacă defazajul rămîne 120 grade electrice, regimul este simetric însă pierdem o parte din puterea disponibilă. Întrucît neutrul fizic al stelei nu este conectat cu neutrul stelei înfășurărilor motorului, neutrul electric se poate deplasa astfel încît defazajul între faza cu module defecte și celelalte două devine 132,5 grade electrice, iar între cele două fără defect devine 95 grade electrice. Prin aceasta noi simetrizăm tensiunile de linie aplicate la bornele motorului. În acest caz avem 87% din module funcționale și putem aplica la ieșire 80% din tensiunea de intrare. Regimul este nesimetric, apar curenți de secvență inversă, care afectează regimul de funcționare a motorului și apar pierderi de putere și energie, însă avem o putere disponibilă mai mare decît în primul caz. La debite mici unde avem nevoie de o parte mică din puterea disponibilă este necesar de folosit prima metodă de baypas pentru a evita regimurile nesimetrice, însă cînd avem debite mari, pentru a putea asigura regimul hidraulic se admite funcționarea în regim nesimetric însă cu o putere disponibilă mai mare. În figura 6 este prezentată diagrama vectorială a tensiunilor în regim normal și în regim de baypas-are a 2 module de putere pe faza A.

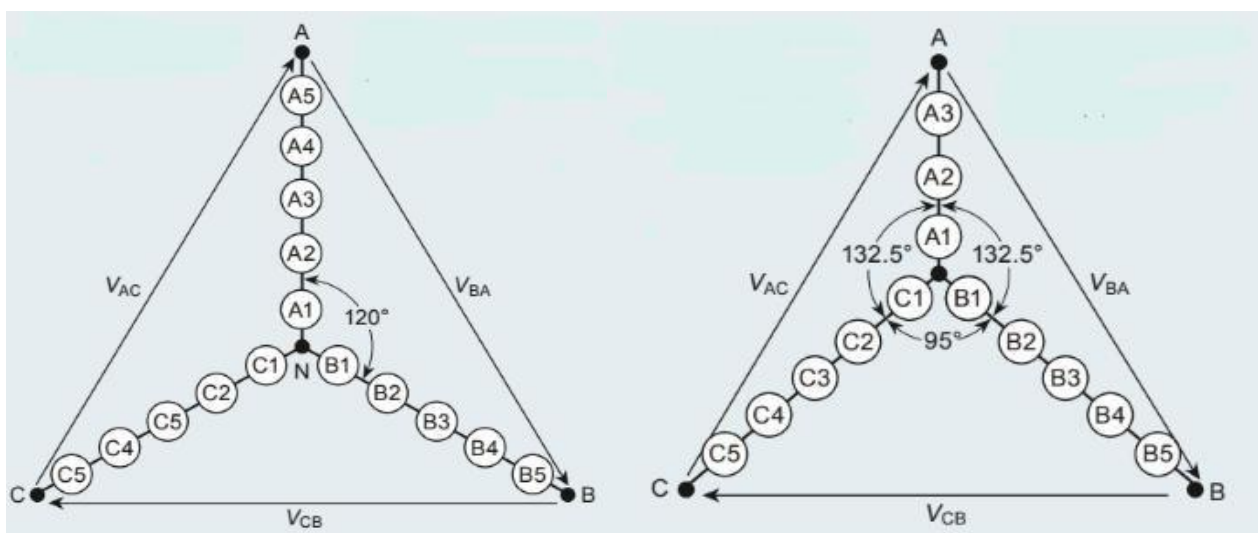


Fig.6 Diagrama vectorială în regim normal de funcționare și după baypas-are a 2 module

Concluzii: În urma montării convertizoarelor de frecvență la stațiile de pompare sau obținut o serie de rezultate pozitive:

- Reglarea fină a parametrilor hidraulic;
- Automatizarea procesului tehnologic;
- Economii de energie electrică;
- Extinderea duratei de viață a utilajului;
- $\cos \phi$ se încadrează în limitele impuse de furnizor;
- Sporirea siguranței de funcționare.

Bibliografie

- Sistemul de transmitere de date Lovati al Termoelectrica S.A
- SINAMICS PERFECT HARMONY GH180 Medium Voltage Air-Cooled Drives, Catalog D 15.3 • 2017 • USA Edititon
- Высоковольтный преобразователь частоты PowerFlex® 6000, Публикация 6000-UM001B-RU-P
- <http://www.siemens.com/robicon-perfect-harmony>
- ГОСТ 13109-97 Электрическая энергия. Совместимость технических средств электромагнитная. Нормы качества электрической энергии в системах электроснабжения общего назначения