

**MINISTERUL EDUCAȚIEI, CULTURII ȘI CERCETĂRII
AL REPUBLICII MOLDOVA**

**Universitatea Tehnică a Moldovei
Facultatea Energetică și Inginerie Electrică
Departamentul Energetică**

Admis la susținere

Șef departament:

HLUSOV Viorica, conf. univ., dr.

„_____” _____ 2019

**Studiul privind utilizarea conceptului de cuasiputere
pentru identificarea puterilor maxime tranzitate prin
elementele rețelelor electrice**

Teză de master

Student: _____ **GHERVAS Adrian,**
gr. EE-18M

Conducător: _____ **RADILOV Tudor,**
conf. univ., dr.

Chișinău, 2019

ADNOTARE

Aceasta lucrare este realizată în scopul obținerii titlului de master pentru dm. Ghervas Adrian. Tema lucrării fiind: ”Studiul privind conceptului de cuasiputere pentru identificarea puterilor maxime tranzitate prin elementele rețelelor electrice”. Conținutul fiind din 3 capitole, unde în primul capitol se explică ce este regimul permanent, modalitățile de afișare a regimului, când este considerat cunoscut regimul și ce ne oferă dacă îl cunoaștem. În capitolul 2 se aplică conceptul de cuasiputere calculând preventiv regimul permanent al unei scheme de principiu constituită din două noduri, valoarea cuasiputerii inițial a fost obținută utilizând bilanțul puterilor nodale în varianta rectangulară de exprimare a tensiunii după care a fost confirmată utilizând bilanțul puterilor nodale în varianta polară de exprimare a tensiunii. În capitolul 3 a fost pus accentul pe metodele de compensare a puterii reactive însă într-un mod detaliat a fost exprimat compensatorul static de putere reactivă pentru a satisface condițiile impuse din capitolul 2.

ADNOTARE

This work is done in order to obtain the master's degree for dm. Ghervas Adrian. The theme of the paper is: "The study regarding the concept of quasi-power for identifying the maximum powers transited through the elements of the electrical networks". The content is from 3 chapters, where the first chapter explains what the permanent regime is, the modalities of displaying the regime, when the regime is considered known and what it offers us if we know it. In chapter 2 the concept of quasi-power is applied by calculating the permanent regime of a principle scheme consisting of two knots preventively, the value of the quasi-power initially was obtained using the balance of nodal powers in the rectangular variant of expressing the voltage, after which it was confirmed using the balance of nodal powers in the variant polar expression of tension. In chapter 3 the emphasis was placed on the reactive power compensation methods but in a detailed way the static reactive power compensator was expressed to meet the conditions imposed in chapter 2.

CUPRINS

INTRODUCERE	7
1. CALCULUL REGIMULUI PERMANENT DE FUNC'IONARE AL SISTEMULUI ELECTROENERGETIC	9
1.1. Aspecte generale	9
1.2. Alcătuirea sistemului ecuațiilor de stare (nodale)	11
1.3. Formele de scriere ale ecuațiilor nodale	15
1.4. Soluționarea sistemului de ecuații nodale utilizând metoda Newton – Raphson	17
1.5. Bilanțul puterilor folosind varianta polară de exprimare a tensiunilor utilizând metoda Newton – Raphson	18
1.6. Considerarea transformatoarelor cu rapoarte complexe de transformare în calculul regimului permanent de funcționare al SEE	21
1.7. Reprezentarea sarcinilor în calculul regimurilor permanente de funcționare ale rețelelor electrice	22
2. ANALIZA REGIMURILOR ȘI IDENTIFICAREA PUNCTE SLABE A SISTEMULUI ELECTROENERGETIC	28
2.1. Puterea limită a nodurilor în care se impune puterea activă și reactivă	28
2.2. Puterea limită a nodurilor utilizând bilanțul puterilor în varianta dreptunghiulară de exprimare a tensiunilor	28
2.3. Puterea limită a nodurilor utilizând bilanțul puterilor în varianta polară de exprimare a tensiunilor	34
2.4. Puterea limită a nodurilor în care se impune modulul tensiunii	37
3. SISTEME FLEXIBILE ÎN REȚELELE ELECTROENERGETICE	39
3.1. Generalități	39
3.2. Compensatoare statice	40
3.3. Compensatorul static de putere reactivă (SVC)	41
3.4. Modelarea compensatorului static de putere reactivă (SVC)	45
CONCLUZIE	53
BIBLIOGRAFIE	54

INTRODUCERE

Utilizarea energiei electrice are un rol foarte important ce ține de dezvoltare. În acest context, este impus scopul de a satisface populația/uzinele cu necesarul de energie electrică. Însă, pentru ca energie electrică produsă să ajungă la consumatorul final este necesar de un sistem electroenergetic care la rândul său cuprinde compartimentele de producere, transport și distribuție a energiei electrice. Toate echipamentele care contribuie la transportul și distribuția energiei electrice în funcție de construcție sunt limitate în energia livrată.

În lucrarea respectivă a fost studiată puterea limită admisibilă pe care o poate transporta o linie electrică aeriană AC-120/19 cu o lungime de 50 km. În mod similar, conform acestui model matematic poate fi identificată puterea limită al unui sistem mai complex, acest calcul este posibil numai după ce se cunosc elementele pasive, după care se va elabora schema echivalentă, obținând astfel o schemă electrică echivalentă ca și în cazul prezentat în capitolul 2, care este constituit doar din nodul sursă și nodul de consum.

Pentru a identifica puterea limită a fost calculat regimul sistemului electroenergetic utilizând bilanțul puterilor în varianta rectangulară de exprimare a tensiunilor, în urma căruia a fost observat că valorile puterilor limită obținute din păcate au o valoare practică limitată, deoarece spre exemplu consumul maxim de putere activă are loc atunci când se generează puterea reactivă în nod și nu la consum. Respectiv a apărut necesitatea alegerii a unui criteriu care să permită utilizarea extremelor $w_p(U)$ și $w_Q(U)$ în același timp. Respectiv a fost introdus conceptul de “cuasiputere” care la rândul său reprezintă o sumă algebrică a puterii active și reactive. Această valoare a cuasiputerei a fost confirmată la calculul regimului utilizând bilanțul puterilor în varianta polară de exprimare a tensiunilor.

La studiul regimului sistemului electroenergetic a fost observat că limita puterii active care poate fi livrată prin intermediul unei linii electrice este limitată datorită prezenței puterii reactive. De aceea în scopul asigurării acestui maxim de putere activă este necesar de a utiliza în nodul consumator surse de putere reactivă, ceea ce duce la diminuarea circulației puterii reactive prin sistemul electroenergetic. Pentru a fi îndeplinită condiția impusă de a asigura circulația maximă a fluxului de putere activă, a fost decis ca în capitolul 3 să se explice sistemele flexibile în rețelele electroenergetice. Însă, a fost decis ca într-un mod mai detaliat să se prezinte compensatorul static

de putere reactivă care îndeplinește rolul reglării tensiunii într-un anumit domeniu prin efectuarea controlului reactanței sale.

În prezent există două modele de bază, utilizate pentru reprezentarea SVC în calculul regimului permanent:

- 1) modelarea SVC printr-o susceptanță variabilă. Susceptanța variabilă B_{SVC} reprezintă susceptanța echivalentă, determinată la frecvență fundamentală, a tuturor modulelor din care este constituit compensatorul;
- 2) modelul SVC prin intermediul unghiului de amorsare al tiristoarelor α_{SVC} . Reactanța X_{SVC} , care reprezintă o funcție cu parametrul – unghiul variabil de întârziere la intrarea în conducție a tiristoarelor α_{SVC} , este determinată prin combinarea în paralel a reactanței LCT și a reactanței bateriei de condensatoare necomandate. Acest model este cel mai reușit, oferind informația despre unghiul α_{SVC} , necesar pentru a menține tensiunea în nod la un anumit nivel dorit.