

STUDIUL PRIVIND UTILIZAREA ECHIVALENȚILOR ENERGETICI LA AMPLASAREA OPTIMĂ A SURSELOR DE COMPENSARE

Elena VASILOS

Universitatea Tehnică a Moldovei

Abstract: Studiul prezentat în această lucrare este realizat cu scopul de a determina valoarea optimă a echivalentului economic.

Cuvinte cheie: putere reactivă, echivalent energetic, factor de putere.

Pentru a determina pe consumatorii de energie electrică să adopte măsuri care să conducă la îmbunătățirea factorului de putere, întreprinderile de distribuție au decurs, în primul rând la anumite tarife ale energiei electrice care să țină seama de valoarea factorului de putere a consumatorului.

Prin aceste tarife costul energiei electrice consumate a fost mărit într-o anumită proporție, stabilită principial astfel încât să compenseze într-o oarecare măsură efectele daunătoare pe care le antrenează pentru întreprinderile energetice, producerea și transportul puterii reactive.

Deși sistemul de tarifare constituie un factor important în acțiunea de îmbunătățire a factorului de putere, el nu trebuie considerat ca un criteriu decisiv în adoptarea măsurilor de îmbunătățire a factorului de putere sau în alegerea mijloacelor optime în acest scop.

În consecință este rațional ca adoptarea măsurilor de îmbunătățire a factorului de putere să fie condiționată de un calcul de rentabilitate, bazat în mod real pe evaluarea efectelor daunătoare ale puterii reactive. Stabilirea unei evidențe precise a tuturor factorilor care poate interveni într-un asemenea calcul de rentabilitate constituie, însă, o problema foarte complicată și dificilă.

De aceea, se preferă de a nu se face uz de calcule detaliate, ci a se folosi procedee mai simple, având la bază așa-numitul *echivalent energetic (economic)* al puterii reactive.

Echivalentul energetic al puterii reactive (EEPR) într-un punct al rețelei de alimentare, se exprimă în kW/kvar și reprezintă puterea activă consumată pentru producerea și transportul unității de putere reactivă, din centrală (sursă) pînă în acel punct.

Considerăm o instalație de compensare K plasată în acel punct, care produce o putere reactivă Q, echivalentul energetic k_e reprezintă diferența ΔP dintre pierderile în generatoare(sursă) și în rețeaua de alimentare, de la generat pînă în punctul considerat, înainte și după aplicarea măsurilor de compensare, raportată la puterea reactivă Q, adică $k_e = \Delta P / Q$. În virtutea principiului separării pierderilor, prin intervenția puterii reactive Q în punctul considerat K, pierderile de putere activă rămîn aceleași. Pierderile totale variază numai datorită pierderilor produse de puterea reactivă, care trec de la valoarea ΔP_1 , corespunzătoare puterii reactive inițiale Q_1 , la valoarea ΔP_2 , corespunzătoare puterii reactive finale Q_2 .

Daca se noteaza cu I_{r1} și I_{r2} curenții corespunzători puterilor reactive Q_1 și Q_2 , și cu R rezistența conductoarelor de alimentare, de la generator pînă la receptor, considerăm că transportul energiei se face în sistem trifazat sub o tensiune U, fără transformări intermediare se poate scrie:

$$\Delta P = \Delta P_1 - \Delta P_2 = 3 \cdot R \cdot (I_{r1}^2 - I_{r2}^2) = \frac{R}{U^2} (Q_1^2 - Q_2^2)$$

Deoarece $Q_2 = Q_1 - Q$, rezultă
$$\Delta P = \frac{R}{U^2} (2Q_1Q - Q^2)$$

În consecință:

$$k_e = \frac{\Delta P}{Q} = \frac{R}{U^2} (2Q_1 - Q)$$

Rezultă că valoarea echivalentului energetic al puterii reactive variază cu valoarea puterii reactive Q care servește pentru compensare. Pentru a stabili o valoare absolută a echivalentului energetic, într-un ounct dat al rețelei, se poate considera că puterea reactivă de compensare are o valoare infinit mică dQ , deci neglijabilă în raport cu puterea reactivă Q_1 . În consecință diferența dintre pierderi va avea o valoare infinit mică $d(\Delta P)$, deci echivalentul energetic k_e va fi dat de formula:

$$k_e = \frac{d(\Delta P)}{dQ} = \frac{R}{U^2} 2Q_1,$$

deoarece

$$Q_1 = \sqrt{3}UI_{r1} = \sqrt{3}UI \sin \varphi.$$

Unde I și φ reprezintă curentul și unghiul de defazaj în rețea, în punctul considerat, deci prin urmare rezultă:

$$k_e = \frac{2R\sqrt{3}UI \sin \varphi}{U^2} = \frac{2\sqrt{3}RI}{U} \sin \varphi$$

Din relația dată rezultă:

-valoarea echivalentului energetic al puterii reactive este cu atât mai mare cu cât transmiterea puterii comportă o cădere de tensiune mai mare, adică un număr mai mare de stații de transformare și de linii de transport intermediare;

-pentru aceeași valoare a căderii de tensiune relative, k_e crește odată cu factorul $\sin \varphi$, și în consecință cu unghiul de defazaj.

Prin urmare compensarea puterii reactive este cu atât mai avantajoasă cu cât valoarea factorului de putere este mai mică.

Spre exemplu, dacă în cadrul unei rețele care funcționează cu un anumit factor de putere și alimentează mai mulți consumatori, o parte din aceștia folosesc dispozitive de compensare a puterii reactive, prima instalație de compensare are eficacitatea cea mai mare în reducerea pierderilor, adică valoarea cea mai mare a echivalentului energetic. Pe măsură ce numărul și puterea instalațiilor de compensare cresc, factorul de putere îmbunătățindu-se, eficacitatea instalațiilor care se introduc ulterior scade.

Dacă înmulțim expresia (2) la $\sqrt{3}I \cos \varphi$, obținem:

$$k_e = \frac{3RI^2 2\sin \varphi \cdot \cos \varphi}{\sqrt{3}UI \cos \varphi} = \frac{\Delta P}{P} \sin 2\varphi$$

Prin urmare obținem că echivalentul energetic al puterii reactive este proporțional cu pierderea de putere relativă în rezistența circuitului de alimentare. Acest fapt se explică prin aceea că pierderile produse de puterea reactivă absorbită de un consumator nu depinde numai de putere, ci și de puterea reactivă transportată, prin aceleași conductoare și celorlalți consumatori.

Valorile medii ale echivalentului energetic al puterii reactive, pentru diferite scheme de alimentare, ținând seama de numărul de transformări și de valorile tensiunilor de transport, sunt indicate în tab.1. Toate aceste valori ale k_e se referă la cazul când energia este debitată consumatorului sub înaltă tensiune (6-10kV).

Bibliografie:

1. Gheorghe Petresu – Factorul de putere în rețelele electrice. Editura Tehnică. București, 1957.
2. Л. В. Литвяк Повышение коэффициента мощности на промышленных предприятиях Москва 1957. ЭЭ-5/4-3.