

**ELEKTR TARMOG'IDAGI AKTIV VA REAKTIV QUVVATLARNI ELEKTR SISTEMASIGA TA'SIRI**

B. B. Abdurahimov

Islom Karimov nomidagi Toshkent davlat texnika universiteti, Qo'qon filiali

abdurahimovbotirjon@yandex.ru

**Annotatsiya:**

Ushbu maqolada muallif tomonidan bugungi kunda elektr tarmog'idagi aktiv va reaktiv quvvatlarni elektr sistemasiga ta'siri natijasida yuzaga keladigan salbiy va ijobiy oqibatlarini yuzasidan jarayondalarda uchrayotgan muammolar borasida fikr yuritilgan.

**Kalit so'zlar:** sinusoidal kuchlanish, chastota, elektr tarmog'i, aktiv va reaktiv quvvat, tok.

**Abstract:**

This article reflects on the problems encountered in the processes by the author today over the negative and positive consequences caused by the impact of active and reactive power on the electrical system in the electrical network.

**Keywords:** Synusoidal voltage, frequency, power grid, active and reavant power, vine.

Faraz qilaylik elektr energiyasini qabul qiluvchisi sinusoidal kuchlanish  $U = \sqrt{2}U \sin \omega t$  bo'lgan manbaga ulangan bo'lsin va faza bo'yicha kuchlanishga nisbatan burchak  $\varphi$  ga farq qiluvchi sinusoidal tok  $i = \sqrt{2} \sin(\omega t - \varphi)$  ni iste'mol qilayotgan bo'lsin.

Iste'molchining bo'g'inlaridagi laxzalik quvvat qiymati quyidagi ifoda orqali

$$P = UI = 2UI \sin(\omega t) \sin(\omega t - \varphi) = UI \cos \varphi + UI \cos(2\omega t - \varphi) \quad (1)$$

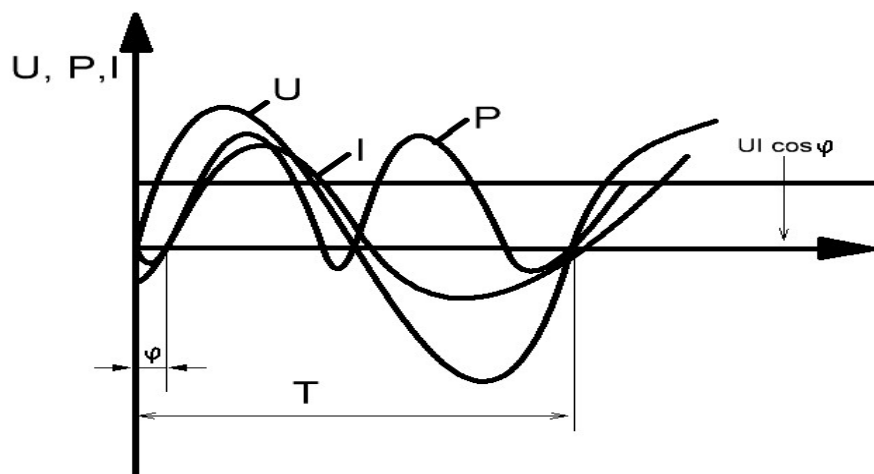
aniqlanib, biri vaqt bo'yicha o'zgarmas bo'lgan, ikkinchisi esa ikkilamchi chastota bilan pulsatsiyalanadigan ikkita kattalikning yig'indisidan iborat.

Oziqlanayotgan kuchlanishning davri T uchun lahzalik quvvatning o'rtacha qiymati P to'la-to'kis birinchi qo'shiluvchi orqali aniqlanadi. Xaqiqatdan ham,

$$P = \frac{1}{T} \int_0^T [UI \cos \varphi + UI \cos(2\omega t - \varphi)] dt = UI \cos \varphi + O.$$

Bu kattalik, keyinchalik aktiv quvvat deb atalib, foydali ishni bajarish uchun vaqt birligi ichida ajralib chiqqan energiyani ifodalaydi, masalan, aktiv qarshiligi P bo'lgan energiya qabul qiluvchisidagi issiqlik ko'rinishidagi quvvat

$P = UI \cos \varphi = I^2 R$  kabi.



### 1-rasm. Tok, kuchlanish va quvvatning lahzalik qiymatlari noxiziqli

Lahzalik quvvat (1)ning ikkinchi qo'shiluvchisidagi olingan o'rtacha qiymat vaqt  $T$  ning oralig'ida nolga teng. Ya'ni uni bunyodga keltirish uchun hech qanday moddiy sarf-xarajat zarur emas, shuning uchun u foydali ish bajarmaydi. Bu qo'shiluvchining mavjudligi manba bilan iste'molchi o'rtasida energiya almashinuvi o'rin tutishini ko'rsatadi. Foydali ish bajarilishi esa faqatgina maxsus reaktiv elementlar bor bo'lganda amalga oshiriladi. Reaktiv elementlar bu, sig'im va induktivlikdan tashkil topib, elektromagnit energiyani to'plashga va berishga qodirdir.

Shunday qilib, iste'molchining bo'g'inlaridagi to'la quvvatni kompleks shaklda quyidagicha ifodalash mumkin:

$$S = \dot{U} I^* = UI e^{j\varphi} = UI \cos \varphi + jUI \sin \varphi = P + jQ \quad (2)$$

bu yerda  $\dot{U}$  – kompleks kuchlanish;  $I^*$  – tokning bog'langan kompleksi;  $Q = UI \sin \varphi$  – reaktiv quvvat.

Reaktiv quvvat uchun ishlab chiqarish, iste'mol qilish, uzatish, yo'qotish, muvozanat kabi tushunchalar qabul qilingan. Agar, bordiyu, tok kuchlanishdan faza bo'yicha chiqayotgan bo'lsa (yuklamaning induktiv tavsifi), u holda reaktiv quvvat iste'mol qilinadi (tarmoqda) va musbat ishoraga ega bo'ladi. Aksincha jarayon o'rin tutganda, ya'ni tok kuchlanishdan faza bo'yicha ilgari ketadi. Reaktiv quvvat ishlab chiqariladi (generatsiyalanadi) va manfiy ishoraga ega bo'ladi. Aktiv va reaktiv quvvatlar o'rtasida energiyani ishlab chiqarish iste'mol qilish nuqtai nazaridan anchagina tafovut bor. Agar bordiyu aktiv quvvatning anchagina qismi qabul qiluvchilar tomonidan iste'mol etayotgan bo'lib faqatgina bir qismi tarmoq elementlari va elektr jixozlarida yo'qalayotgan bo'lsa, u holda tarmoq elementlaridagi reaktiv quvvatni yo'qotishlarini elektr energiyasi iste'molchilari tomonidan olinayotgan reaktiv quvvat bilan o'lchash mumkin. Aktiv quvvat elektrostansiyalarda ishlab chiqariladi, reaktiv quvvat esa elektrostansiyalar generatorlari, sinxron kompensatorlar, sinxron dvigatellar, kondensator batareyalari, reaktiv quvvatning tiristorli manbalari va chiziqlar orqali ishlab chiqariladi.

Reaktiv quvvat qurilmalarini va ishlab chiqarishni bir joyga to'plash quyidagi sabablarga ko'ra maqsadga muvofiq emas:

1. Katta quvvatlardagi reaktiv quvvatni uzatish jarayonida elektr ta'minoti tizimining barcha elementlarida aktiv quvvatni va elektr energiyasini qo'shimcha ravishda yo'qolishi o'rin tutadi. Bu yo'qotishlar ularga reaktiv quvvatni yuklanishi natijasida ro'y beradi. Masalan, qarshiligi  $P$  bo'lgan elektr ta'minoti tizimi elementidan aktiv  $P$  va reaktiv  $Q$  quvvatlarni uzatishda aktiv quvvat yo'qolishi

$$\Delta P = \frac{P^2 + Q^2}{U^2} R = \frac{P^2}{U^2} R + \frac{Q^2}{U^2} R = \Delta P_a + \Delta P_p \quad (3)$$

Reaktiv quvvat Q ning oqib o'tishi bilan bog'liq bo'lgan aktiv quvvatni qo'shimcha yo'qolishi  $\Delta P_r$  uni kvadratiga to'g'ri proporsional. Shuning uchun, ko'pchilik hollarda, reaktiv bo'ladi.

Quvvatni elektrostansiya generatorlaridan iste'molchilarga uzatish, uni ishlab chiqarilishiga sarflanadigan arzon solishtirma sarf-xarajatlariga qaramay, maqsadga muvofiq emasdir.

2. Tuman elektr tarmog'ida katta ahamiyatga ega bo'lgan qo'shimcha kuchlanish yo'qolish yuzaga keladi. Masalan, P va Q quvvatlarni aktiv qarshiligi R va induktiv qarshiligi X bo'lgan elektr ta'minoti tarmog'idan uzatilganida kuchlanish yo'qolishi

$$\Delta U = \frac{PR + QX}{U} = \frac{PR}{U} + \frac{Q \cdot X}{U} = \Delta U_a + \Delta U_p \quad (4)$$

ni tashkil etadi.

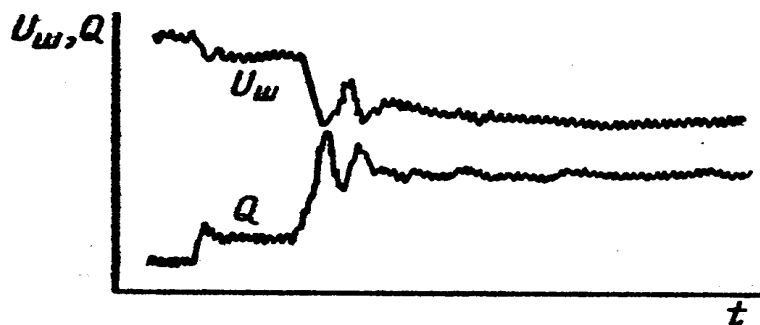
(4) da  $\Delta U_a$ –aktiv quvvat bilan bog'liq bo'lgan kuchlanish yo'qolishi;  $\Delta U_r$ –reaktiv quvvat bilan bog'liq bo'lgan kuchlanish yo'qolishi.

Uch fazali tarmoqdagi kuchlanish yo'qolishining nisbiy qiymati tarmoqning ko'rib chiqilayotgan nuqtasi  $S_k$  da asosan reaktiv quvvat bilan va qisqa tutashuv (QT) quvvati bilan aniqlanadi.

$$V(t) = \frac{PR + QX}{3U^2} = \frac{PR/X + Q}{3U^2/X} = \frac{PR/X + Q}{S_k} \quad (5)$$

2–rasmda quvvati katta bo'lgan ventilli o'zgartirgichning 10 kV li shinadagi reaktiv quvvati Q va kuchlanishini o'zgarish ossilogramasi namoyish etilgan.

Tarmoq elementlaridan uzatilayotgan reaktiv quvvatni muvozanati tushunchasi bilan uzviy bog'langandir. Reaktiv muvozanati deyilganida generatsiyalanayotgan va iste'mol qilinayotgan quvvatlarni elektr energiyasi iste'molchilardagi kuchlanishni og'ishi ruxsat etilgan oralig'larda bo'lgan paytdagi tengligi tushuniladi.



**2–rasm. Reaktiv quvvat va kuchlanishini o'zgarish ossilogramasi namoyishi**

3. Sanoat elektr ta'minoti tizimini va transformatorlarni reaktiv quvvat bilan yuksaltirish ularni o'tkazuvchanlik qobiliyatini pasaytirib, kabel va havo chiziqlari simlarining ko'ndalang qirqimlarini kattalashtirishni, podstansiya transformatorlarini sonini va quvvatini oshirishni talab qiladi.

Sanoat korxonalaridagi reaktiv quvvatning asosiy iste'molchilari bu–asinxron dvigatellar (umumiy iste'moldagi energiyani 60–65% ni tashkil etadi), transformatorlar (20–25%), ventilli o'zgartirgichlar, reaktorlar, havo elektr tarmog'i chiziqlari va boshqalardir (10%).

(2) dan ko'rinib turibdiki,

$$S = \sqrt{P^2 + Q^2}; \quad Q/P = \operatorname{tg}\varphi; \quad P/S = \cos\varphi \quad (6)$$

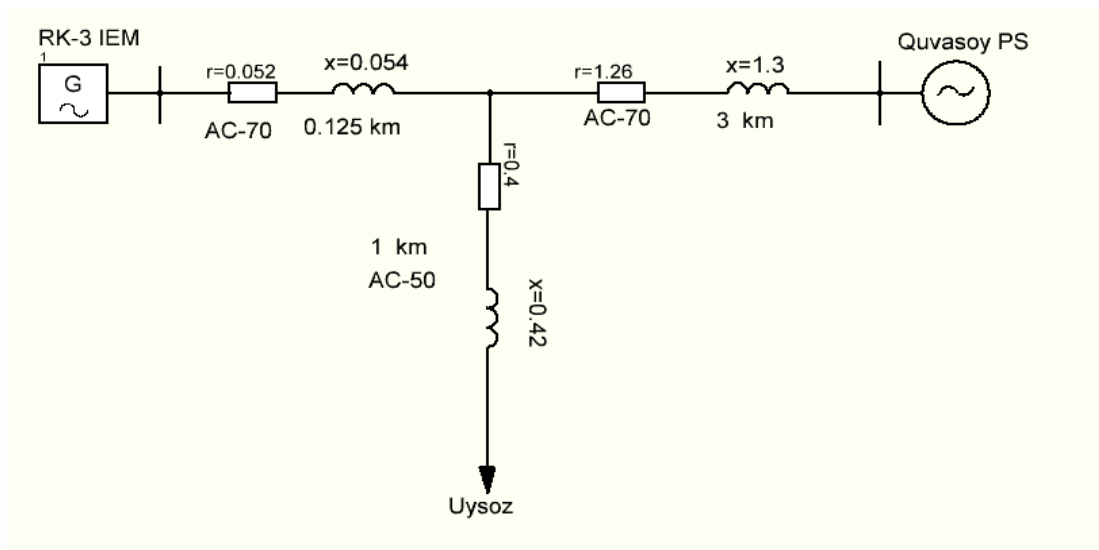
Yaqin vaqtlargacha reaktiv quvvatni tavsiflovchi asosiy normativ qo'rsatkich bo'lib quvvat koeffitsienti  $\cos\varphi$  sanalar edi. Sanoat korxonalarini oziqlantiruvchi kirishlarda bu koeffitsientning o'rtacha qiymati 0,92-0,95 ga teng bo'lishi kerak edi. Ammo P/S munosabatni tanlab olish reaktiv quvvatni o'zgarish dinamikasi xaqida aniq ma'lumot bermaydi. Masalan, quvvat koeffitsientini 0,95 dan 0,94ga o'zgarishi yuz bersa reaktiv quvvat 10% ga o'zgaradi, aynan shu koeffitsientni 0,99 dan o'zgarishi esa reaktiv quvvatni 42% ga o'zgarishiga olib keladi.

Hisoblash ishlarini amalga oshirishda  $K_{r,m} = Q/P = \operatorname{tg}\varphi$  munosabatga tayanish qulayroqdir.

Bu koeffitsient reaktiv quvvat koeffitsienti deb ataladi.

Reaktiv quvvatni qoplash bo'yicha qabul qilingan direktiv xujjatlar elektr ta'minoti tizimidagi energo tizim genratorlaridan tortib toki, elektr energiyasini qabul qiluvchilarga ish jarayonini samaradorligini ko'tarishga qaratilgandir. Unga yaxshi ko'rsatkich sanalmagan quvvat koeffitsienti reaktiv quvvat qiymatiga almashtirilgan bo'lib, u sanoat korxonasi energo tizimining tarmoqlari orqali uzatilishi mumkin. Kompensatsiyalovchi qurilmalarning quvvati, o'rnatish joyi va ish rejimi elektr energiyasi ishlab chiqish va taqsimlash uchun keltirilgan sarf-xarajatlarni minimal mezonlari bo'yicha texnik-iqtisodiy hisoblashlar bilan asoslanmog'i darkor.

### Aktiv va reaktiv quvvatning linyadagi isroflari, maksimal rejim uchun



### Aktiv quvvat isrofi P

$$(1.2) \quad \Delta P_1 = \frac{P_1^2 + Q_1^2}{U_n^2} * r_0 * l = \frac{7^2 + 2^2}{35^2} * 0.052 * 0.125 = 0.002$$

$$(2.3) \quad \Delta P_2 = \frac{P_1^2 + Q_1^2}{U_n^2} * r_0 * l = \frac{3.7^2 + 1.3^2}{35^2} * 0.04 * 1 = 0.005$$

$$\Sigma P_1 - (\Delta P_1 + \Delta P_2) = 7 - (0.002 + 0.005) = 6.993 - 3.7 = 3.293$$

$$(2.4) \quad \Delta P_3 = \frac{P_1^2 + Q_1^2}{U_n^2} * r_0 * l = \frac{3.29^2 + 0.7^2}{35^2} * 1.26 * 3 = 0.03$$

**Реактив quvvat isrofi Q**

$$(1.2) \quad \Delta Q_1 = \frac{P_1^2 + Q_1^2}{U_n^2} * x_0 * l = \frac{7^2 + 2^2}{35^2} * 0.054 * 0.125 = 0.003$$

$$(2.3) \quad \Delta Q_2 = \frac{P_1^2 + Q_1^2}{U_n^2} * x_0 * l = \frac{3.7^2 + 1.3^2}{35^2} * 0.42 * 1 = 0.005$$

$$\Sigma Q_1 - (\Delta Q_1 + \Delta Q_2) = 2 - (0.003 + 0.005) = 1.992 - 1.3 = 0.692$$

$$(2.4) \quad \Delta Q_3 = \frac{P_1^2 + Q_1^2}{U_n^2} * x_0 * l = \frac{3.3^2 + 0.692^2}{35^2} * 0.054 * 0.125 = 0.036$$

**Aktiv va reaktiv quvvatning linyadagi isroflari, minimal rejim uchun**

$$(1.2) \quad \Delta P_1 = \frac{P_1^2 + Q_1^2}{U_n^2} * r_0 * l = \frac{6^2 + 1^2}{35^2} * 0.052 * 0.125 = 0.001$$

$$(2.3) \quad \Delta P_1 = \frac{P_1^2 + Q_1^2}{U_n^2} * r_0 * l = \frac{3.1^2 + 1.1^2}{35^2} * 0.04 * 0.125 = 0.003$$

$$\Sigma P_1 - (\Delta P_1 + \Delta P_2) = 6 - (0.001 + 0.003) = 5.996 - 3.1 = 2.896$$

$$(2.4) \quad \Delta P_1 = \frac{P_1^2 + Q_1^2}{U_n^2} * r_0 * l = \frac{2.89^2}{35^2} * 1.85 * 3 = 0.037$$

**Реактив quvvat isrofi X<sub>0</sub>**

$$(1.2) \quad \Delta Q_1 = \frac{P_1^2 + Q_1^2}{U_n^2} * x_0 * l = \frac{6^2 + 1^2}{35^2} * 0.054 * 0.125 = 0.002$$

$$(2.3) \quad \Delta Q_2 = \frac{P_1^2 + Q_1^2}{U_n^2} * x_0 * l = \frac{3.1^2 + 1.1^2}{35^2} * 0.42 * 1 = 0.0037$$

$$\Sigma Q_1 - (\Delta Q_1 + \Delta Q_2) = 1 - (0.002 + 0.003) = 0.995 - 1.1 = -0.105$$

$$(2.4) \quad \Delta Q_3 = \frac{P_1^2 + Q_1^2}{U_n^2} * x_0 * l = \frac{2.9^2 + (-0.105)^2}{35^2} * 1.3 * 3 = 0.026$$

**Foydalanilgan Adabiyotlar**

1. Технико-экономическое обоснование проекта «Внедрение высокоэффективных когенерационных газотурбинных технологий на Ферганской ТЭЦ и Ферганской котельной РК-3» 1- Том
2. Распопов Е. В. Электрические системы и сети. Качество электроэнергии и его обеспечение: Конспект лекций. — Л.: СЗПИ, 1990.
3. Правила устройства электротехнических установок, М., «Энергия», 1985.
4. Справочник по проектированию электроэнергетических систем. Под ред. С.С. Рокотяна и И.М. Шапиро – М.: « Энергоатомиздат », 1985.
5. Оптимизация режимов электростанций и энергосистем, В.А. Веников, В.Г.Журавлев, Т.А. Филиппова....Москва энергоиздат 1981.
6. Фазылов Х.Ф., Насыров Т.Х. Расчеты установившихся режимов электроэнергетических систем и их оптимизация. Ташкент: Молия, 1999 -377.
7. Д.А. Арзамасцев, П.И. Бартоломей, А.М. Холян, АСУ И Оптимизация режимов энергосистем...Москва 1983 г.
8. +<https://bumotors.ru/uz>
9. <https://yato-tools.ru/>
10. [www.uzenergy.uzpak.uz](http://www.uzenergy.uzpak.uz)