

INVESTITSIYA NAZARIYASI ASOSIDA BOSHQARILADIGAN ELEKTR TIZIMNING STATIK TURG‘UNLIGINI TEKSHIRISH

Maxmudov Toxir Farxadovich

Toshkent davlat texnika universiteti dotsenti (PhD)

Mo‘minova Mohinur Asrorbek qizi

Toshkent davlat texnika universiteti magistri

e-mail: muminova_mohinur@mail.ru

ANNOTATSIYA

Maqolada fanda ma’lum kiritish nazariyasi tenglamalari asosida boshqariladigan elektr tizimining turg‘unligini tekshirish tadqiq etiladi. Bu tizimni joriy etishda qo‘llaniladigan tenglamalar tartib bilan berilgan. Shuningdek, o‘rganilayotgan tizimning grafik tasviri keltiriladi. Tavsiya etilgan tenglamalar asosida olinadigan natijalar klassik usulda olinadigan natijalarga mos kelishi isbotlangan.

Kalit so‘zlar: elektr energetika tizimlari (EET), qo‘zg‘atishni avtomatik rostlagichlaridan (QAR), statik turg‘unlik, matritsa, ayniyat, sinxron generator.

Zamonaviy elektr energetika tizimlari (EET) yuqori texnologiyali boshqaruv moslamalari bilan jihozlangan yuqori samarali sinxron generatorlardan, shu jumladan turli xil yuqori tezlikda qo‘zg‘atishni avtomatik rostlagichlaridan (QAR) iborat. Kuchli QARlarning samaradorligi ular sinxron generatorning tabiiy turg‘unlik chegarasidan ancha uzoqda ishlashini ta’minlashi, turg‘unlik chegaralarini oshirishi, rejim parametrlarining o‘zgarishini sekinlatishi va tizim stabilizatori sifatida xizmat qilishi va hokazolar bilan izohlanadi [1-4].

Elektr tizimining turg‘unligini, shu jumladan statik tizimning turg‘unligini ta’minlashda QARning ahamiyati energiyani boshqarish bo‘yicha bozor asoslarini joriy etish sharoitida EET strukturasi murakkablashishi, kutilmaganda tez-tez sodir bo‘lishi tufayli ortib bormoqda.

Elektr tizimining statik turg‘unligini o‘rganishning samarali usuli sifatida tizimni joriy etish texnologiyasini qo‘llash quyida ko‘rsatilgan [2].

Tizimlarni joriy etish texnologiyasi – bu qisman algebraning zamonaviy yutuqlariga asoslangan tizimlar nazariyasining aksariyat muammolarini hal qilishning universal usullari va usullari to‘plami. Kiritish tizimlari texnologiyasi uch bosqichning ketma-ket bajarilishini o‘z ichiga oladi [5-7].

Birinchi bosqichda o'rganilayotgan yoki sintez qilinayotgan tizimning umumiy tuzilishi rasmiylashtiriladi. Bu barcha tizimlarning matematik modellarini maxsus konstruktsiyaga – yechilayotgan masalaning pro-matritsasi $\Omega(p)$ ga qisqartirish orqali amalga oshiriladi.

Ikkinchi bosqichda o'rganilayotgan tizim ma'lum yoki kerakli xususiyatlar to'plamiga ega bo'lgan boshqa tizim $\omega(p)$ ning tanlangan ekvivalentligini o'rnatadigan identifikatsiya deb ataladigan ayniyat shakllanadi.

Uchinchi bosqichda investitsiya ayniyatidan hisoblash formulalariga o'tish amalga oshiriladi. Bunda ikkita variant mavjud. Agar tasvir skalyar kasr-polinomli funksiya bo'lsa, quyidagi

$$\omega(p) = f(p) = \frac{b(p)}{a(p)} \quad (1)$$

maxsus deterministik identifikatsiyalar qo'llaniladi. Yana bir umumiy variant kasrli polinom matritsa ko'rinishidagi tasvir bilan bog'langan.

$$\omega(p) = \frac{1}{a(p)} [b_{ij}(p)]_{m \times s} \quad (2)$$

Yaratilgan tizimni joriy etish texnologiyasining markaziy bosqichi o'rganilayotgan tizimning pro-matritsasini $\Omega(p)$ ni, ikkita $\alpha(p)$ va $\beta(p)$ joriy etish matritsalarini rasmiy ravishda bog'laydigan o'rnatilgan identifikatsiya deb ataladigan ayniyat qurish va ishlatishdir [5-7].

Umumlashtirilgan tenglamasi [5] ko'rinishga ega bo'lgan tizimni ko'rib chiqamiz:

$$\Omega(p) Y(p) = U(p), \quad (3)$$

bu yerda $U(p) = \begin{vmatrix} x_0(p) \\ \delta(p) \\ u(p) \end{vmatrix}$ – umumlashtirilgan kirish va

$Y(p) = \begin{vmatrix} x(p) \\ y(p) \\ u(p) \end{vmatrix}$ – umumlashtirilgan chiqish.

[5-7] pro-matritsa $\Omega(p)$ bilan ifodalangan ixtiyoriy murakkablik tizimi (3) skalar tasvirga (1) o'rnatilgan bo'ladi, bunday holatda agar matritsalar $\alpha(p)$ va $\beta(p)$ holatda ko'rsatish mumkin bo'lsa, unda $\beta(p)\Omega^{-1}(p)\alpha(p) = f(p)$ bilan aniqlanadi.

1-rasm. Oddiy ekvivalent elektr tizimining diagrammasi.

Sinxron generatorga mutanosib yoki kuch ta'sirli avtomatik qo'zg'alish rostlagichlari mavjudligida eng oddiy EETning chiziqli tenglamalari [2] dan olingan.

Hisob-kitoblar boshlang'ich parametrlari bilan $F_x''(p)$ kirishdan holatga o'tkazish matritsasi uchun amalga oshiriladi: $\delta_0=30^0$, $U_c=1$, $P_d=3$ o.e., $x_d=2$, $x'_d=0.34$, $x_c=0.2$, $x_{d\Sigma}=2.2$, $x'_{d\Sigma}=0.54$, $T_j=8c$, $T_{d0}=6.45c$ va avtomatik boshqaruv tizimining quyidagi sozlash parametrlari bilan ifodalanadi – $k_{0u}=50$; $k_{0\delta}=5$; $k_{1\delta}=1$,

bu yerda k_{0u} , $k_{0\delta}$, $k_{1\delta}$ - kuchlanish va burchak kanallari uchun mos keladigan QAR hosilasi.

Biz hisoblashni QARning soddalashtirilgan hisobi bilan (vaqt konstantalarini hisobga olmagan holda) amalga oshiramiz, ya'ni $T_e=T_y=T_u=0$. Keyin EET tenglamalar tizimi [2] ko'rinishga keltiriladi:

$$T_j(d^2\Delta\delta / dt) = -P_d(d\Delta\delta / dt) - \Delta P, \quad (6)$$

$$T_{d0}(\Delta E'_q / dt) = \Delta E_{qe} - \Delta E_q. \quad (7)$$

E.yu.k og'ish uni shaklga keltiramiz:

$$\Delta E_q = k_{0\delta}\Delta\delta + k_{1\delta}\frac{d(\Delta\delta)}{dt} + k_{0u}\Delta U_r \quad (8)$$

Differensial tenglamani (7) quyidagicha qayta yozish mumkin [6]

$$T'_d(\Delta E_q / dt) = \Delta E_{qe} - \Delta E_q, \quad (9)$$

bu yerda T'_d - stator cho'lg'ami qisqa tutashgan sinxron generatorning qo'zg'atish cho'lg'aming vaqt doimiysi.

Biz quyidagi belgini kiritamiz

$$\Delta\delta=x_1; \frac{d\Delta\delta}{dt} = x_2; \Delta E_q=x_3.$$

Kiritilgan belgilarni, (8) va (9) ni hisobga olgan holda (7) va (8) tenglamalar quyidagi shaklga ega:

$$\begin{aligned}\frac{dx_1}{dt} &= x_2, \\ \frac{dx_2}{dt} &= -k_1x_1 - k_2x_2 - k_3\Delta U_\Gamma, \\ \frac{dx_3}{dt} &= -k_4x_3 + k_4\Delta E_{qe},\end{aligned}\tag{10}$$

bu yerda $k_1 = \frac{1}{T_j}(c_1 + b_1k_{0\delta})$, $k_2 = \frac{1}{T_j}(P_d + b_1k_{1\delta})$, $k_3 = \frac{1}{T_j}b_1k_{0u}$, $k_4 = \frac{1}{T_d}$.

Yuqoridagi tenglamani hisobga olib, quyidagilarni olamiz:

$$\begin{aligned}x &= Ax + Bu, \\ y &= Cx, \\ u &= u,\end{aligned}\tag{11}$$

bu yerda

$$A = \begin{bmatrix} 0 & 1 & 0 \\ -k_1 & -k_2 & 0 \\ 0 & 0 & -k_4 \end{bmatrix}, \quad B = \begin{bmatrix} 0 & 0 \\ -k_3 & 0 \\ 0 & k_4 \end{bmatrix}, \quad C = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix},$$

$$\dot{x} = \begin{bmatrix} \dot{x}_1 \\ \dot{x}_2 \\ \dot{x}_3 \end{bmatrix}, \quad y = \Delta E_q = \begin{bmatrix} \Delta\delta \\ \frac{d(\Delta\delta)}{dt} \\ \Delta E_q \end{bmatrix}, \quad u = \begin{bmatrix} \Delta U_\Gamma \\ \Delta E_q \end{bmatrix}.$$

O'rganilayotgan elektr tizimining promatritsasi quyidagi shaklga ega:

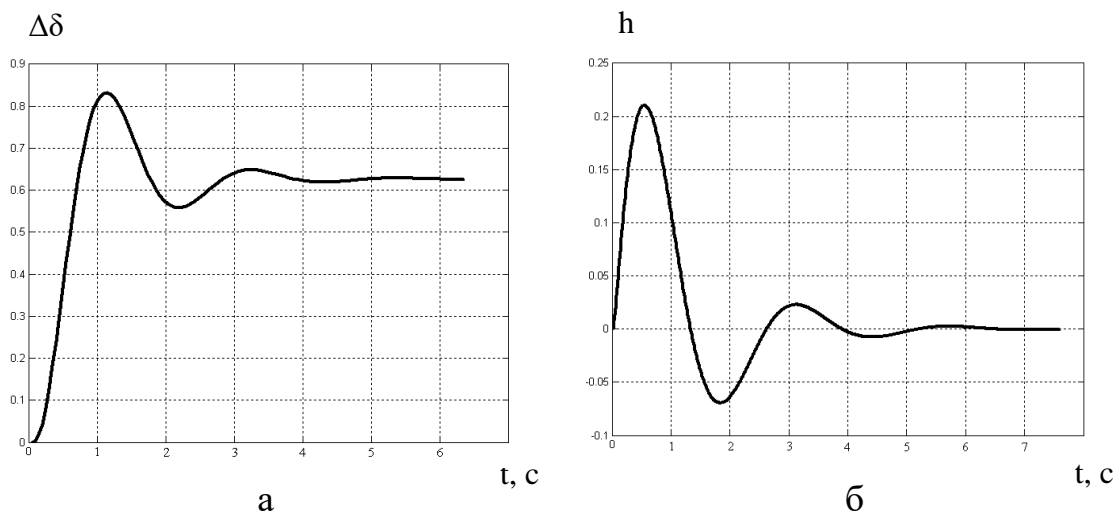
$$\Omega(p) = \begin{vmatrix} pI_3 - A & 0 & -B \\ -C & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{vmatrix},\tag{12}$$

va mos ravishda repromatritsa:

$$\Omega^{-1}(p) = \begin{vmatrix} (pI_3 - A)^{-1} & 0 & (pI_3 - A)^{-1}B \\ C(pI_3 - A)^{-1} & 1 & C(pI_3 - A)^{-1}B \\ 0 & 0 & 1 \end{vmatrix}.\tag{13}$$

Olingan formulalar asosida biz o'rganilayotgan tizimning matritsalarini uzatish funksiyalarini hisoblash tahlilini o'tkazamiz. Matritsani $\alpha=[1\ 0]^T$ va $\beta=[1\ 0\ 0]$, uzatish funksiyasining elementini aniqlash uchun (5) tenglamadan foydalanamiz.

Misol tariqasida, o'rnatish matritsalarini $a=[1\ 0]^T$ va $b=[1\ 0\ 0]$ ga teng bo'lgan holatni ko'rib chiqing, keyin (5) formuladan foydalanib hisob-kitoblarni amalga



oshiramiz:

$$f_{ij}(p) = \frac{-1.4203p - 8.355}{p^3 + 6.2289p^2 + 2.3102p + 1.5965} \quad (14)$$

bu yerda tizim qutblarga ega: $-5,8824$, $-0,1733 \pm 0,4913i$ va nol $-5,8838$.

O'rganilayotgan tizimning vaqtinchalik va impulsli xarakteristikalarini 2-rasmda ko'rsatilgan.

2-rasm. Oddiy elektr tizimining vaqtinchalik (a) va impulsli (b) xarakteristikalarini.

QAR o'rganilayotgan tizimning dinamik xususiyatlariga sezilarli ta'sir ko'rsatadi, o'tkinchi jarayon sekinlashtiruvchi xususiyatga ega. Tahlil shuni ko'rsatadiki, qo'zg'atish tokini yuklama burchagi hosilasi bilan tartibga solish juda samarali va kerakli o'tish davrini ta'minlashi mumkin [5].

XULOSA

Shunday qilib, kiritish texnologiyasi tizimdagi chiziqli statsionar kichik tebranishlarini o'rganish imkonini beradi, bu EET bo'lgan dinamik tizim. Olingan natijalar klassik usullar asosida aniqlangan ma'lum natijalar bilan to'liq mos keladi [1].

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO‘YXATI: (REFERENCES)

1. Аллаев К.Р., Мирзабаев А.М., Махмудов Т.Ф. Применение технологии вложения систем для исследования малых колебаний в регулируемой электрической системе // Проблемы энерго- и ресурсосбережения. 2014. № 1-2. С. 10-23.
2. Аллаев К.Р., Мирзабаев А.М. Малые колебания электрических систем. Т.: «Fan va texnologiya», 2011. 316 с.
3. Асанов А.З. Технология вложения систем и её приложения. Уфа: УГАТУ, 2007. 227 с.
4. Буков В.Н. Вложение систем. Аналитический подход к анализу и синтезу матричных систем. Калуга: Издательство Н.Ф. Бочкаревой, 2006. 720 с.
5. Жданов П.С. Вопросы устойчивости электрических систем. М.: Энергия, 1979. 456 с.
6. Мисриханов М.Ш., Рябченко В.Н. Алгебраические и матричные методы в теории линейных МИМО-систем // Вестник ИГЭУ. 2005. № 5. С.187-242.
7. Веников В.А. Переходные электромеханические процессы в электрических системах. М.: Высшая школа, 1985. 536 с.