



GENERATOR ROTORINING AYLANISH TEZLIGINI AVTOMATIK ROSTLASH TIZIMINI TADQIQ QILISH.

Safarov Xoliyor Sayyid
Safar o'g'li,

(Qarshi Muhandislik Iqtisodiyot instituti)
Tel: +998 90 887 5644

Annotatsiya

Maqolada energetika tarmoqlarida generatsiya taqsimoti (GT) qurilmalarida ishlatiladigan sinxron generatorning roslash regulyatorlari- quzg'atishni avtomatik roslash (QAR) hamda rotorning aylanish tezligini avtomatik roslash (TAR) tizimlarini o'rnatmalarini optimal tanlash orqali generatorning izolyatsiyalangan tizimida alohida barqaror ishlash rejimlari ko'rib chiqilgan. Bunda roslash o'rnatmalari har xil yo'llar orqali o'zgartirilib optimal qiymatlari aniqlangan.

Kalit so'z

Quzg'atishni avtomatik roslash (QAR), tezlikni avtomatik roslash (TAR), generatsiya taqsimoti (GT), muqobil energiya manbalari, regulyatorlar o'rnatmalari

Kirish (Introduction): Generatsiya taqsimoti (GT) bu kichik generatsiya qurilmasi bo'lib u odatda energetika tizimida, podstantsiyalarni taqsimlovchi fiderlarida yuklama tugunlarida o'rnatiladi. GT uncha katta bo'lmagan elektr energiya ishlab chiqaruvchi modulni texnologik jarayon kabi ishlatadi, uni energiyani saqlash va boshqarish tizimi bilan birlashtirish mumkin. U oxirgi foydalanuvchi yoki uning yaqinidagi elektr ta'minot tizimini ish faoliyatini yaxshilash uchun ishlatiladi.

Ushbu tizimlar elektr tarmog'iga ulangan yoki ulanmagan bo'lishi mumkin. Taqsimlangan energiya ishlab chiqarish an'anaviy markazlashgan ishlab chiqarish modelidan tubdan farq qiladi, chunki u sanoat hududida, aholi punktlari yaqinida, bino ichiga oxirgi foydalanuvchilar yaqinida joylashgan bo'lishi mumkin.

So'ngi yillarda unga bo'lgan qiziqishi ortib borayotganligi sababli generatsiya taqsimoti uskunalarining har xil turlari ishlab chiqarilmoqda. Taqsimlangan generatsiya uskunalariga tabora ko'proq e'tibor qaratilmoqda. Bu asosan, taqsimlash tizimidagi energiya isrofini kamaytiradi, kuchlanish tebranishini chegaralaydi, ishonchlilikni oshiradi, elektr energiya sifatini yaxshilaydi, energiya xarajatlarini kamaytiradi va oqibatda energiya iste'molchilarining talabini qondirish kabi afzalliklarga ega.

Adabiyotlar tahlili (Literature review): Muqobil energiya manbalari texnologiyalarining jadal rivojlanishi [1] texnologik nuqtai nazardan iqtisodiy effekt mavjud bo'lganda elektr ta'minotini tarqoqlashtirish imkoniyati yaratadi. Turar-joy

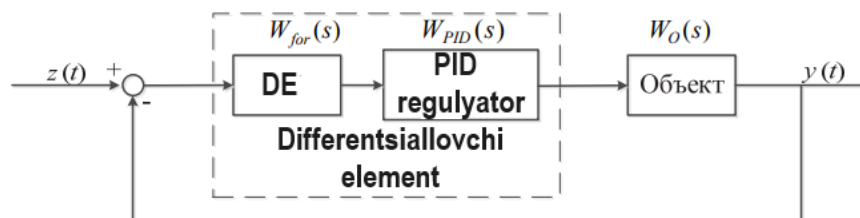
binolari va sanoatning elektr ta'minoti tizimlariga, taqsimlangan generatsiyani qo'llash ayniqsa samarali [2] chunki ishlab chiqaruvchi qurilmalarning issiqlik yo'qotilishi isitish uchun ishlatilishi mumkin, bu esa energiya resurslaridan foydalanishda samaradorlikni sezilarli darajada oshiradi [3].

Loyihalashtirilayotgan tizimni baholashning eng qulay vositalardan biri bu uning simulyatsiya modellarini yaratishdir [4]. Adabiyotlar tahlili shuni ko'rsatadiki elektr ta'minoti tizimlarining taqsimlangan generatsiyasi simulyatsion modellari juda ko'p marta yaratilgan va qo'llanilgan. [5] chi ishda elektr tizimini modellashtirish Matlab/Simulink dasturiy ta'minot paketida amalga oshirilgan. Xarakterli elektr qabul qiluvchilarining yuklamalari grafigi ko'rib chiqilgan. Uch fazali tizimda chiziqli bo'lmagan yuklamalarning elektr energiyasi sifat ko'rsatkichlarga ta'siri [6] batafsil ko'rib chiqilgan. Taqsimlangan generatsiya tizimlari kelajakda energiyaga bo'lgan global talabni o'sib borishini qondirishi bilan bir qatorda hayotiy masalalarni hal etishda muhim rol uynaydi.

Metodlar (Methodology): Rotorni aylanish chastotasi rostlagichini ishlash printsipli. Tezlikni avtomanik rostlash (TAR) regulyatori (rasm. 1) ikkita segmentni o'z ichiga oladi, bo'lar asosan: differentsial elementni uzatish funktsiyasi $W_{for}(s)$ bilan, proporsional-integral-differentsial (PID) qonuniyat asosida ishlaydigan regulyator va uning uzatish funktsiyasi $W_{PID}(s)$. Rostlanadigan kattalikni ikkita qiymat bo'yicha aniqlaymiz ya'ni, oddiy chiziqli differentsial qiymat va joriy qiymatlar bo'yicha, unda – joriy qiymat $y(t)$ hamda joriydan oldingi $y(t-\Delta t)$ qiymat bo'ladi va qo'yidagi ifoda bilan aniqlanadi.

$$W_{for}(s) = T_p s + 1;$$

Bunda T_p – doimiy vaqt momentining chiziqli zvenosi, s-Laplas operatori.



1-rasm. Differentsial rostlagich bilan avtomatik boshqaruv tizimini yopiq sxemasi.

Shunday qilib, ma'lum bir ob'ekt uchun differentsial zvenoning doimiy vaqtini aniqlash vazifasi paydo bo'ladi. Bu ishda eng yaxshi differentsiallash vaqtini belgilash, 0.1 davrni tashkil etadi. [7],[9] ishlarda ta'kidlanishicha, differentsiallashning eng yaxshi vaqti, tarkibi optimal sozlangan yopiq tizimning xususiy tebranishlari 0.1 davrini tashkil qiladi va bu uning dinamik xususiyatlarini aniqlashni talab qiladi. Turli chastotada hosil bo'lgan xususiy tebranishlarda elektromagnit va elektromexanik tashkil etuvchilardan elektr ta'minot tizimining (ETT) dinamik xususiyati aniqlanadi.

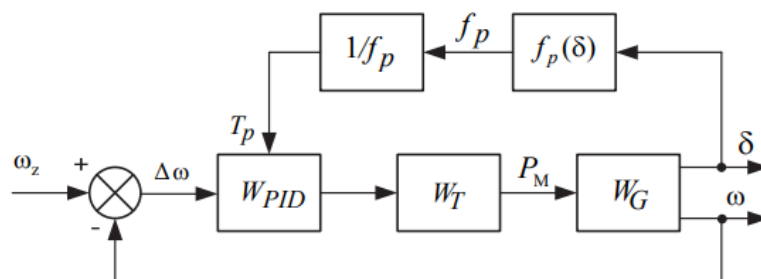
GT qurilmalari xususiy tebranishlarining chastotasini hisoblash quyidagi ifoda bilan aniqlanishi mumkin:

$$f_p = \frac{\sqrt{\frac{\partial P_g \cdot \omega_0}{\partial \delta_g \cdot T_{je}}}}{2\pi} = \frac{\sqrt{\frac{E_q U_g}{X_d} \cos \delta \frac{\omega_0}{T_{je}}}}{2\pi} \quad (1)$$

bu erda f_p - modul va uning shinalaridagi kuchlanish vektori burchagi o'zgarmagan holdagi generator rotorining xususiy tebranishlari chastotasi. Ya'ni, uni har tomonlama tavsiflovchi generator parametri bo'lgan chastota va ETT bilan ular orasidagi aloqaning inertsiyasi va qat'iyligini ko'rsatuvchi kattalik hisoblanadi.

$\frac{\partial P_g}{\partial \delta_g}$ - generatorning sinxronlovchi quvvati, ω_0 – 314 rad/sek., generator rotorining nominal aylanish chastotasi; T_{je} – generator mexanik inertsiyasining ekvivalent doimiysi, U_g – generatorning nominal kuchlanishi, δ_g – U_g va E_q orasidagi burchak.

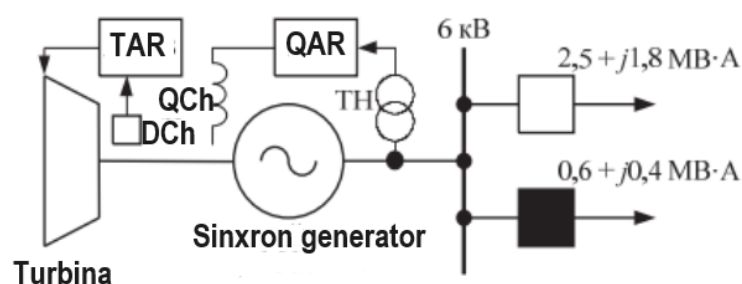
Shuni ta'kidlash kerakki, f_p funktsiyasi agregatlarning parametrlariga bog'liq va turli xil GT qurilmalari uchun bir biridan farq qiladi.



2-rasm. Generator rotorini tezligini rostlash (TAR) ning blok sxemasi.

W_G -generatorning uzatish funktsiyasi; W_T -turbinaning uzatish funktsiyasi; W_{PID} -TARning uzatish funktsiyasi

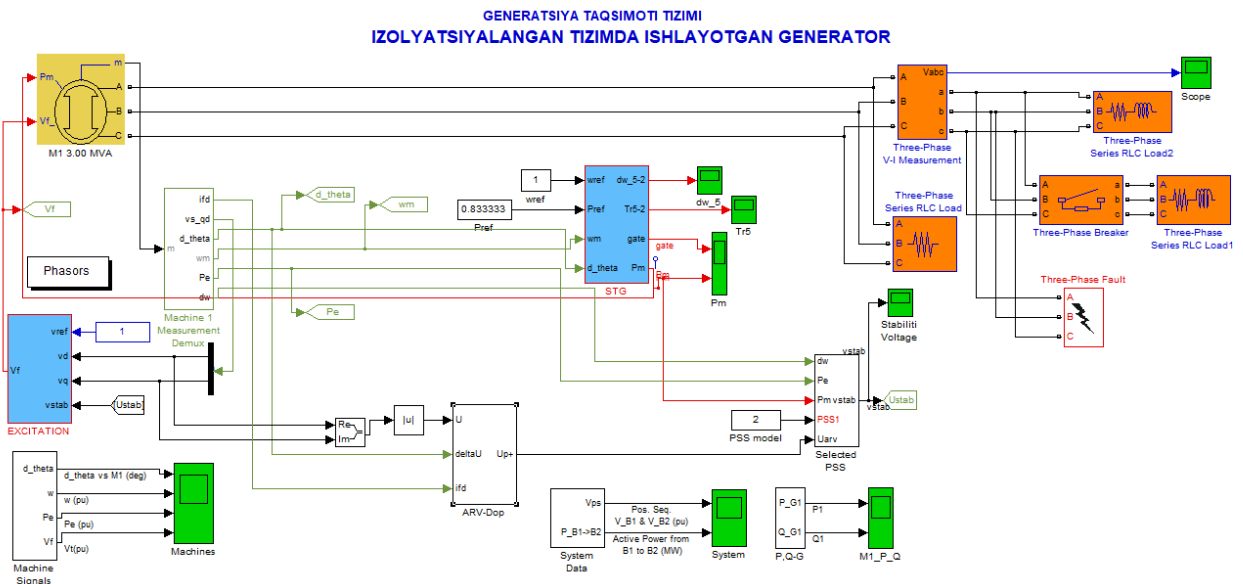
Kompyuter modeli. Modellashtiriladigan elektr tizimning umumiy ko'rinishi 3-rasmda keltirilgan, bunda izolyatsiyalangan rejimda ishlaydigan ETTning ekvivalent elektr sxemasi keltirilgan.



3-rasm. Izolyatsiyalangan rejimda ishlaydigan ETTning ekvivalent elektr sxemasi.

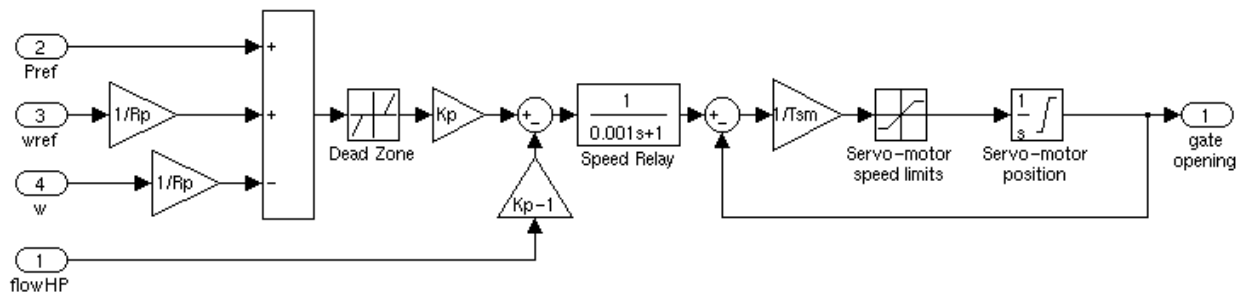
- TAR – tezlikni avtomatik rostlash,
- QAR – quzg'atishni avtomatik rostlash,
- DCh - aylanish chastota datchiki,
- QCh - qo'zg'atish cho'lg'am
- TH - ulchov kuchlanish transformatori

3-rasmni Matlab/Simulink dasturlash tizimida modellashtirilgan ko'rinishi 4-rasmda keltirilgan.



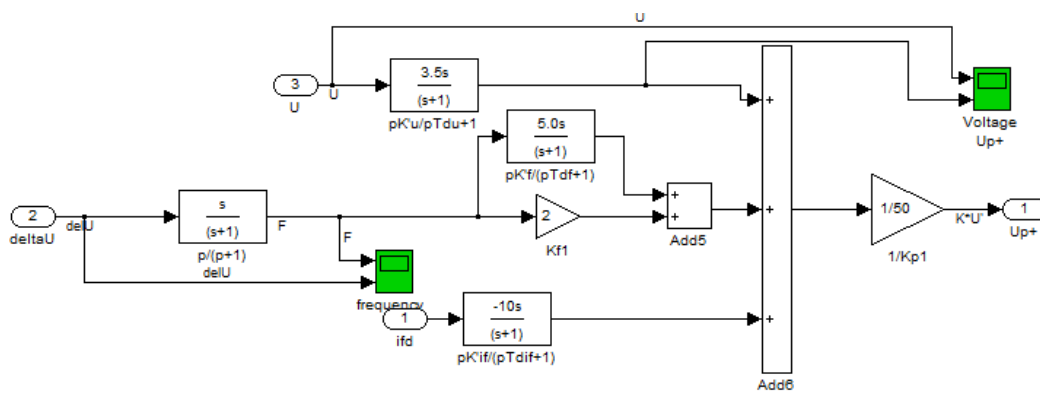
4-rasm. Matlab dasturlash tizimi asosida tadqiq qilingan sxema.

4-rasmda keltirilgan model sxemasida qo'zg'atishni rostdash imkoniyati nazarda tutilgan bo'lib bu modelda aktiv- induktiv xarakterdagi 0.6 + j0.4 MVA yuklamani qushib-o'chirish mumkin, modelda bu ishni kalit (Breaker) bloki bajaradi. Bundan tashqari yuklamalar shinasida uch fazali qisqa tutashuv (QT) jarayonini Three-Phase Fault bloki yordamida imitatsiya qilish mumkin, bunda QT vaqti 0.5 sek. deb qabul qilingan. Bug' turbinasi orqali aylantiriladigan turbogenerator SymPowerSystemsda, Synchronous Machine paketining standart bloki bilan modellashtirilgan. Bug' turbinasi modeli (Steam turbine bloki) oraliq bug' ajralishini hisobga olgan holda amalga oshiriladi. Steam turbine blokining blok sxemasi 5-rasmda keltirilgan.



5-rasm. Oraliq bug' ajralishini hisobga oladigan bug' turbinasi modelining struktura sxemasi.

Tiristorli qo'zg'atgich (Exciter bloki) k_e - koeffitsienti, T_e vaqt konstantasi va kuchlanishni cheklash bloki bilan birinchi darajali aperiodik bog'lanish orqali modellashtirilgan. Modellashtirishda parametr qiymatlari quyidagicha qabul qilingan: $k_e = 1$; $T_e = 0,025$ s. Qo'zg'atgich modelini rostlagichi sifatida differentsial kattalikli QAR olingan, u mikroprocessorli proporsional-integral-differentsial (PID) qonuniyatli rostlagichini o'z ichiga oladi. Differentsial kattalikli QARning strukturali sxemasi 6-rasmda ko'rsatilgan. Blokda uzatish funksiyasi $\frac{K_a}{T_p s + 1}$ bilan elektron kuchaytirgich $T_r s + 1$ ni ketma-ket ulanishini hisobga olingan. Modellashtirishda quyidagi sonli parametrlarini qiymatlari $K_a = 1$, $T_s = 0,001$ sek qabul qilindi.

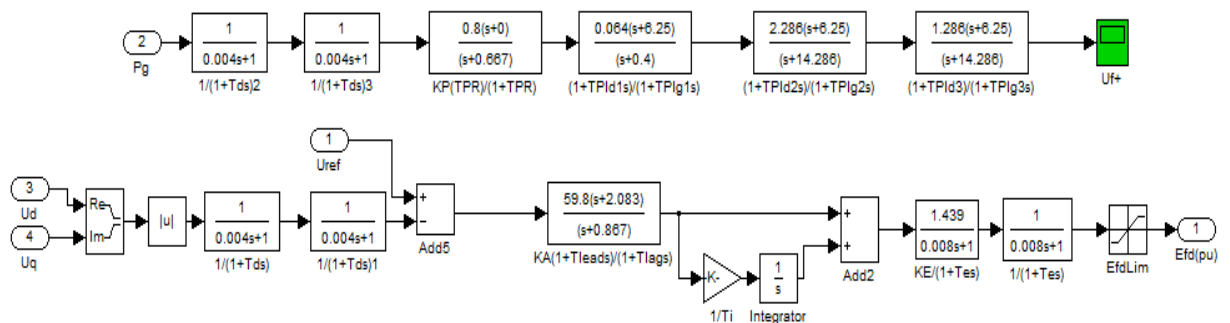


6-rasm. QAR strukturali modeli sxemasi

U_g - generator kuchlanishini joriy qiymati;

ΔU - generator kuchlanishini differentsial qiymati.

Kerakli modifikatsiyalarni hisobga olgan holda, differentsial qiymatli model ishlab chiqilgan bo'lib, uning blok diagrammasi 7-rasmda keltirilgan.



7-rasm. TAR ning strukturali modeli sxemasi

Bunda P_g – generatorning aktiv quvvati, U_d, U_q – generatorning d,q uqlari bo'yicha kuchlanishlari. U_{ref} – generator kirish kuchlanishini boshlang'ich qiymatli.

Tahlil va natijalar (Research and Results): Tavsiya etilgan differentsial regulyatorning ta'sirini o'rganish uchun avtonom elektr ta'minoti tizimida chastotani sifatli boshqarish bo'yicha quyidagi rejimlar ko'rib chiqildi:

- iste'molchining shinalarida uch fazali qisqa tutashuvning paydo bo'lishi va uni 0,5 s dan keyin rele himoyasi bilan o'chirib qo'yiladi, bu regulyatorlar o'rnatmalari rostlanmagan holat uchun.

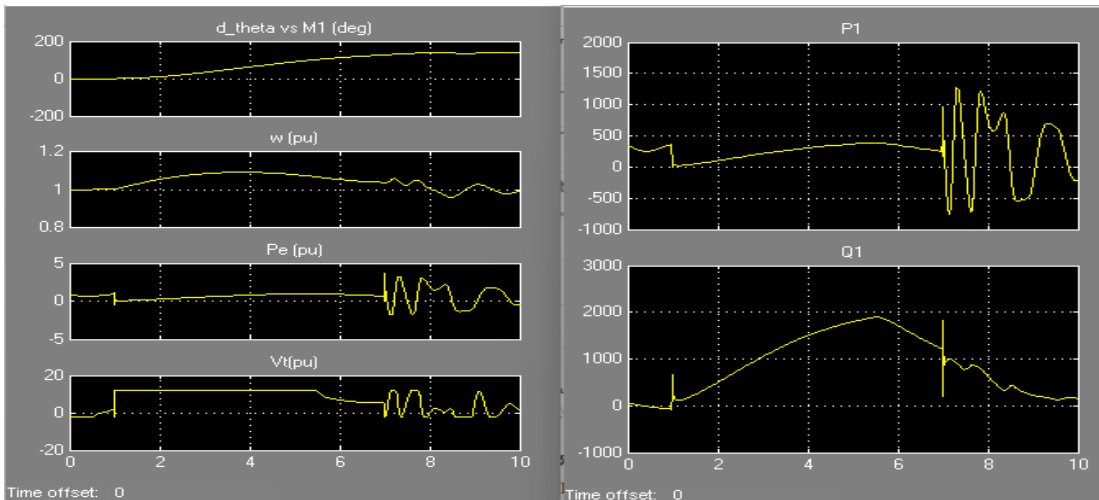
- iste'molchining shinalarida uch fazali qisqa tutashuvning paydo bo'lishi va uni 0,5 s dan keyin rele himoyasi bilan o'chirib qo'yiladi va regulyatorlar o'rnatmalari tanlab qo'yiladi.

Ushbu ishda generatorlarining QAR va TAR sozlamalarini optimallashtirish tartibi dasturiy hisoblash bilan bajarilmadi. Regulyatorlarni o'rnatma sozlash koeffitsientlari amaliy izlanishlar tajribasiga ko'ra tanlandi.

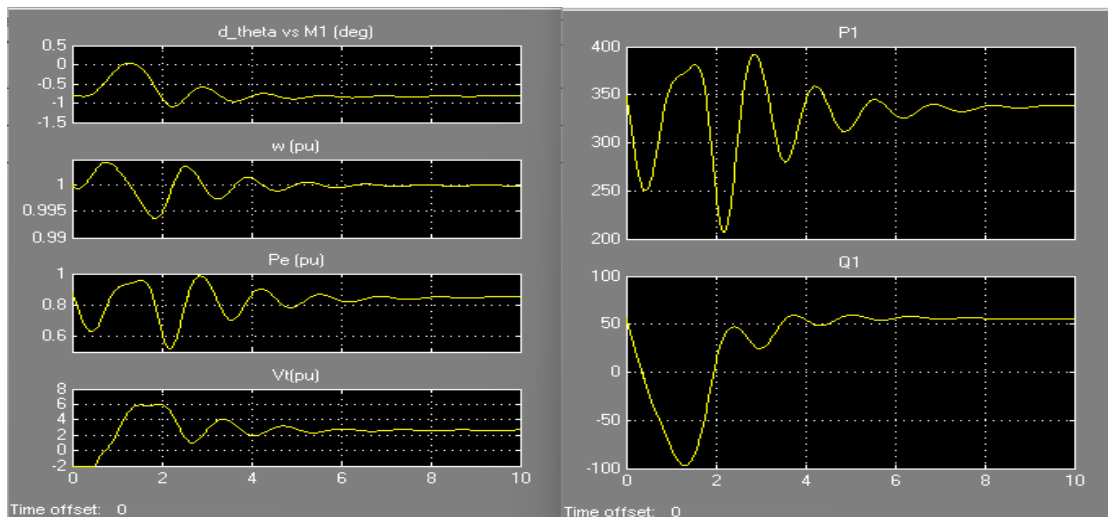
1. Qisqa tutashuv va uni rele himoyasi orqali o'chirilganda 8-rasm, tizimda katta buzilishlar holati yuzaga keladi, bu regulyatorlar o'rnatmalari rostlanmagan holat uchun.

2. Qisqa tutashuv va uni rele himoyasi orqali o'chirilganda 9-rasm, tizimdagi katta buzilishlar holati yuzaga keladi, bunda QAR hamda TAR regulyatorlarini o'rnatmalarini to'g'ri tanlab foydalanish, qurilmaning dempfer xususiyatlarini sezilarli

darajada yaxshilaydi va ob'ektning inertsiyasini kamaytiradi va rejim turg'nligi saqlab qolinadi.



8-rasm. Regulyatorlar o'rnatmalari rostlanmagan holat uchun.



9-rasm. Regulyatorlar o'rnatmalari tanlab rostlangan holat uchun.

Xulosa va takliflar (Conclusion): Hozirgi vaqtda elektr energiyani generatsiya taqsimoti qo'yidagi sohalarda qo'llanilishi tavsiya etilmoqda:

- birinchidan, mahalliy elektr ta'minoti muammolarini hal qilish uchun qishloq xo'jaligi kabi chekka xududlarga elektr energiyasini yetkazib beradi.
- ikkinchidan, tarmoq uzilganda yuqori ishonchlik talablariga ega bo'lgan yuklamalar uchun zaxira quvvat manbasi hisoblanadi.
- uchinchidan, u maksimal yuklamani kamaytirishga yordam beradi ya'ni maksimal yuklama davrida ta'minot beradi va maksimal yuklama bir tekis ta'minlanishiga yordam beradi.
- turtinchidan, turli xil yuklamalarni elektr energiya iste'molini qoplash va umumiy foydalanish samaradorligini oshirishda.
- beshinchidan, u kuchlanishni saqlab turadi, quvvat yo'qolishini kamaytiradi va quvvat koeffitsientini oshiradi.

Foydalanilgan adabiyotlar (MLA stilda)

Зиновьев Е. В., Мумладзе Д. Г., Бубенчиков А. А., Бубенчикова Т. В. Возможность применения альтернативных источников энергии в Омском регионе // *Международный научно-исследовательский журнал*. 2018. № 1 (67). С. 70–73. DOI: 10.23670/IRJ.2018.67.104.

2. Peht M., Cames M., Fisher C. [et al.]. *Micro Cogeneration: Towards Decentralized Energy Systems*. Heidelberg: SpringerVerlag, 2006. 346 p. ISBN 978-3-540-25582-6.

Slingerland S. Energy conservation and electricity sector liberalization in the Netherlands and UK: case studies on the development of cogeneration of heat and power, wind energy and demand-side management as energy conversation options // *International Journal of Global Energy Issues*. 2003. Vol. 19, № 1. С. 95–114. DOI: 10.1504/IJGEI.2003.002384.

Асиев А. Т. Автономные системы электроснабжения в отдаленных районах: обоснование целесообразности использования и методы оценки показателей качества электроэнергии на основе имитационного моделирования // *Прикаспийский журнал: управление и высокие технологии*. 2017. № 3 (39). С. 80–94.

Бастрон А. В., Коровайкин Н. В., Костюченко Л. П. Моделирование автономной системы электроснабжения многоквартирного сельского дома от микроГЭС // *Ползуновский вестник*. 2012. № 4. С. 78–82.

Tan R. H., Ramachandaramurthy V. K. A comprehensive modeling and simulation of power quality disturbances using MATLAB/Simulink // *Power quality issues in distributed generation*. InTech, Rijeka. 2015. P. 83–107. DOI: 10.5772/61209.

Rugthaicharoencheep N., Auchariyamet S. Technical and economic impacts of distributed generation on distribution system // *International Journal of Electrical, Computer, Energetic, Electronic and Communication Engineering*. – 2012. – Vol. 6, N 4. – P. 385–389.

17. Игнатъев И.В., Булатов Ю.Н. Модели и методы настройки систем регулирования возбуждения генераторов на основе экспериментальных данных. – Братск: Изд-во БрГУ, 2016. – 278 с.

7. Mahmoud M.S., AL-Sunni F.M. *Control and optimization of distributed generation systems*. – Cham: Springer, 2015. – 578 p.