



## MODELING IN THE MATLAB / SIMULINK APPLICATION PACKAGE TO ACHIEVE ENERGY EFFICIENCY BY REACTIVE POWER COVERAGE IN WIND POWER PLANTS

Mirzoyev Narzullo Nuriddinovich<sup>1</sup>, Ikromov Anvar Ma'ruf o'g'li<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Senior Lecturer, Department of Energy Audit, Bukhara Institute of Engineering and Technology

<sup>2</sup>Master of M3-20 ETA group of Bukhara Institute of Engineering Technology

<https://doi.org/10.5281/zenodo.4764119>

### ARTICLE INFO

Received: 1<sup>st</sup> May 2021

Accepted: 5<sup>th</sup> May 2021

Online: 10<sup>th</sup> May 2021

### KEY WORDS

wind power plants, reactive energy, active power, capacitors, wind energy, wind turbines.

### ABSTRACT

*This article provides an overview of models for maintaining voltage quality using a reactive power source for wind turbine installations.*

## SHAMOL ELEKTR STANSIYALARIDA REAKTIV QUVVATNI QOPLASH ORQALI ENERGIYA SAMARADORLIGIGA ERISHISHNI MATLAB/SIMULINK AMALI PAKETIDA MODELLASHTIRISH

Mirzoyev Narzullo Nuriddinovich<sup>1</sup>, Ikromov Anvar Ma'ruf o'g'li<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Buxoro muxandislik texnologiya instituti Energoaudit kafedrasida katta o'qituvchisi

<sup>2</sup>Buxoro muxandislik texnologiya instituti M3-20 ETA guruh magistri

### MAQOLA TARIXI

Qabul qilindi: 1-May 2021

Ma'qullandi: 5-May 2021

Chop etildi: 10-May 2021

### KALIT SO'ZLAR

shamol elektr stantsiyalar, reaktiv quvvat, aktiv quvvat, kondensator, shamol energiyasi, shamol turbinalari

### ANNOTATSIYA

*Ushbu maqolada shamol elektr stantsiyalarida reaktiv quvvatni qoplash orqali kuchlanishning sifat ko'rsatkichlarini ta'minlash modellari to'g'risida ma'lumotlar berilgan*

An'anaviy elektr stantsiyalari singari shamol elektr stantsiyalari ham ularga ulangan energiya ta'minoti tizimlarining barqarorligi va ishonchligini ta'minlash va tarmoqqa ulangan iste'molchilarning ehtiyojlarini qondirish uchun zarur bo'lgan elektr energiyasining sifatini ta'minlashi kerak. Shamol energetikasini rivojlanishi natijasida

ularning quvvati birdan 10 MVtgacha yetdi va har bir elektr stantsiyasida shamol generatorlarining soni 100 dan kam emas. Shu sababli, shamol elektr stantsiyalarining tarmoqqa ta'siri juda kichik edi va bunday stantsiyalar tomonidan yuzaga kelgan har qanday buzilishlar shovqin darajasiga mos keladi deb hisoblandi [1].



So'nggi 30 yil ichida shamol turbinalari va shamol elektr stansiyalari hajmi sezilarli darajada oshdi. Shu bilan birga, shamol energetikasi rivojlanishining boshida qoidalar, standartlar va yo'riqnomalarning yo'qligi sababli shamol elektr stantsiyasi ulangan tarmoqlarda elektr energiyasining barqarorligi va sifatiga katta e'tibor berilmoqda [2]. Bugungi kunda ko'plab yangi shamol elektr stansiyalari zamonaviy texnologiyalar bilan jihozlangan, bu ularga optimal ishlashni ta'minlash va yuqori sifatli elektr energiyasini etkazib berish imkonini beradi. Kuch elektronikasining yutuqlari elektr ta'minoti tizimlarining moslashuvchanligini va tartibli boshqarilishini ta'minlaydi. Zamonaviy shamol elektr stansiyalarida reaktiv quvvatni qoplash, statik yuklama almashtirish uskunalari, energiyani zaxiralash va chastotani sozlanishi kabi funktsiyalarga ega.

Shamol elektr stansiyalarini ishlashi bilan bog'liq ko'plab jihatlar, shu jumladan elektr energiyasining sifati mavjud. Shamol elektr stansiyalarini tarmoqqa ulashda elektr energiyasi sifatiga ta'sir qiluvchi manbai nima ekanligini tushunish juda muhimdir. Umuman olganda, kuchlanish va chastotani iloji boricha barqaror saqlash kerak. Bundan tashqari, biz garmoniklar natijasida yuzaga kelgan kuchlanish va tokning sifat ko'rsatkichlarini buzilishini, shuningdek, tarmoqdagi energiya isroflarini yo'qolishini shamol generatorlarini ishga tushirish tufayli kelib chiqish ehtimolini ko'rib chiqamiz.

Masalan, shamol generatorlari shamol kuchi o'zi uchun mo'ljallangan infratuzilmaning ehtiyojidan kelib chiqib tanlanadi. Agar shamol kuchi tez bo'lsa, infratuzilma kichik va tarqoq shamol generatorlari bilan ishlash uchun mo'ljallangan bo'ladi. Shamol elektr stansiyalari kichik bo'lgani sababli, elektr energiya ishlab chiqarishni tartibga soluvchi

qoidalar qat'iy rivoya qilinmaydi. Masalan, shamaol generatorlarini soni kam bo'lsa har bir generatorda reaktiv quvvatni qoplash uchun faqat kompensatsion kondansator talab qilinadi. Shamol generatorlarining soni ortib borishi bilan va shamol energetikasi foydalanish qoidalar, standartlar va qoidalarning o'zgarishiga olib keladi, shu bilan birga shamol elektr stantsiyasiga ulangan tarmoqdagi elektr energiyasining barqarorligi va sifatiga katta e'tibor beriladi.

Shamol elektr stansiyalari, reaktiv quvvat kompensatsiyasi va elektr ta'minoti tarmog'ining o'zaro ta'sirini tahlil qilish uchun turli elektr ta'minoti sxemasi ishlatiladi, hozirda kelib bunday modellashtirish sxemalari natijalari hozirgi talablarga javob bermasligi mumkin. Hozirgi paytda shamol elektr stansiyalari bilan muvofiqlikni yaxshilash uchun elektr ta'minoti tizimi takomillashtirildi.

Shamol elektr stansiyalarining yuklamasini kun davomida o'zgarib turishi sababli, normal kuchlanish darajasini saqlab qolish uchun eng yaxshi echim reaktiv quvvat kompensatsiyasidan foydalanish hisoblanadi. Reaktiv quvvatni qoplash elektr ta'minoti tizimiga ta'sir qiladigan reaktiv quvvat nomutanosibligini kamaytirishi mumkin[3].

Shamol elektr stansiyalari elektr energiyani uzatish elektr tarmog'iga qanday ta'sir qiladi va shamol o'zgaranda uzatish reaktiv quvvat kompensatsiyasi qanday bo'ladi? Ushbu savollarga javob berish uchun bir necha shamol elektr stansiyalari modellashtirishni ko'rib chiqamiz.

Shunday qilib, modellashtirish jarayonida elektr uzatish tarmog'iga ulangan 1 dan 70 MVt quvvatga ega 24 shamol elektr stansiyalari ulangan. Har bir shamol elektr stansiyalari quyidagi xususiyatlar bilan ifodalanadi:

Shamolning xususiyatlari (turbulentlik darajasi, o‘rtacha tezlik, havo zichligi va boshqalar)

Har bir shamol elektr stansiyalarining hududidagi joylashishiga qarab shamol tezligidagi farqlar;

Shamol generatorlari (Cp-TSR) va asinxron generatorning xususiyatlari;

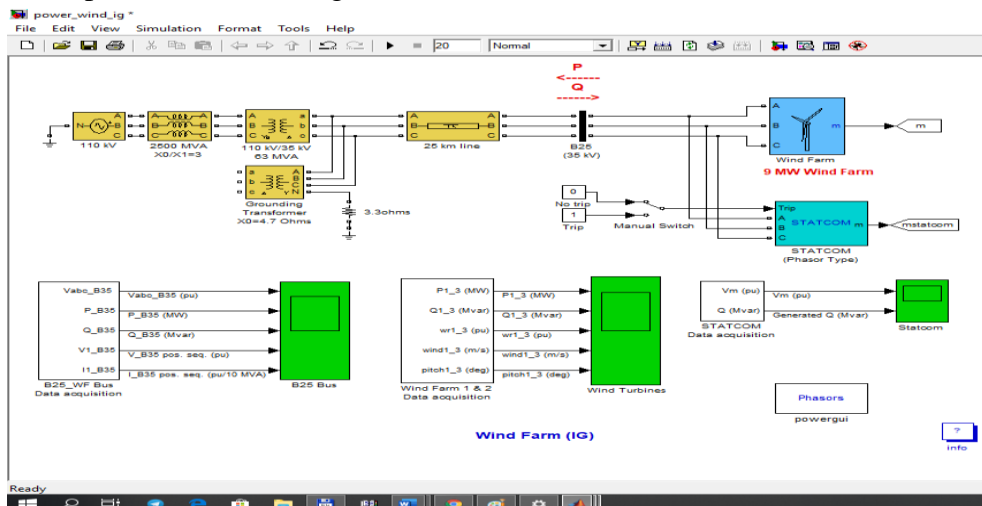
Har bir shamol elektr stansiyalarining P-Q xarakteristikasi (aktiv va reaktiv quvvati).

Shamol tezligining o‘zgarishi va kompensatsiyalangan va kompensatsiyalanmagan tizimlar o‘rtasidagi taqqoslash bilan kuchlanishni o‘zgarishini ko‘rib chiqamiz. "Kompensatsiya qilingan" atamasi shamol elektr stansiyalarining kuchlanishni sifat ko‘rsatkichlarini yaxshilash uchun statik reaktiv quvvat kompensatsiyasidan foydalanishni anglatadi.

18 MVar qoplash kondansatorlari ShES uzatish podstansiyasida o‘rnatiladi (22-qator). Boshqa liniyalar reaktiv quvvatni qoplash 77,3 MVarni tashkil etadi. Mintaqadagi umumiy yuklama (atrofdagi kichik aholi punktlari bilan birga) taxminan

259 MVt yoki 46,4 Mvarni tashkil qiladi. Modellashtirish butun mintaqani qamrab olish uchun shamolning notekis tezligi uchun amalga oshirildi. Shamol energetikasi tizimlari uchun IEC 61400-21 standarti 10 daqiqali o‘lchash oralig‘ida uning tebranishlaridagi kuchlanish nominalga nisbatan  $\pm 5\%$  dan chiqmasligi kerakligini belgilaydi.

Oddiy reaktiv quvvat qoplash statik kondensatorlar, o‘zgartirilgan kondensator yoki statik kompensator yordamida amalga oshirilishi mumkin. Reaktiv quvvatni qoplashning eng oddiy usuli bu statik kompensator (SCRM). To‘g‘ri tanlangan induktiv va sig‘im qiymatlarini hisobga olgan holda, SCRM reaktiv quvvatni - Qdan + Qgacha ishlab chiqarishi mumkin. Masalan, 100 Mvar kondensator va 200 Mvar induktivlik bilan  $\pm 100$  Mvar oralig‘ida silliq boshqaruvga erishish mumkin. Agar manfiy ishorali reaktiv quvvat talab qilinmasa, 100 Mvar kondensator va 100 Mvar induktivlik kombinatsiyasi 0 dan + 100 Mvar gacha bo‘lgan oraligni ta‘minlaydi.

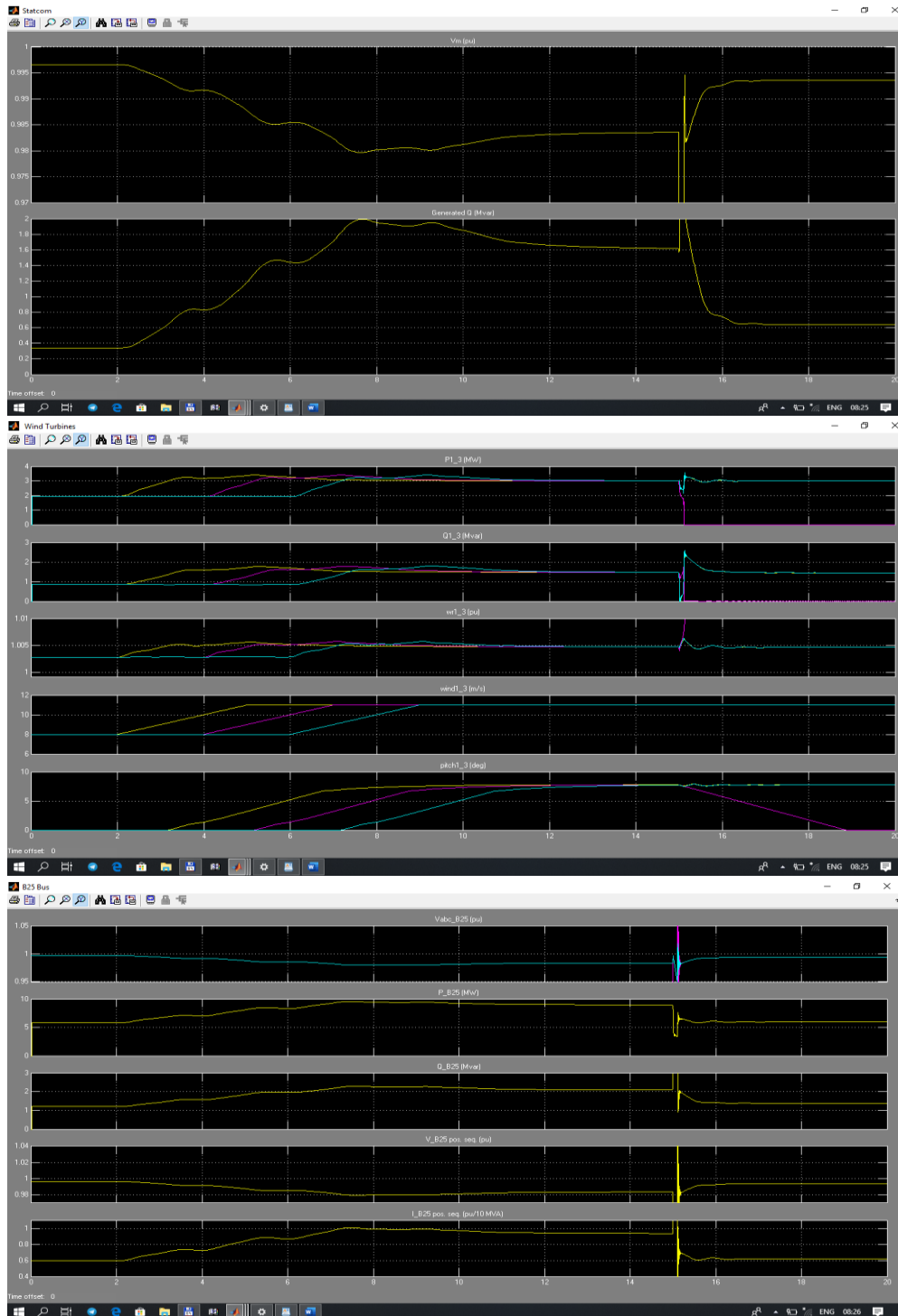


Oltita 1,5 MVt shamol turbinalaridan iborat shamol elektr stansiyasi 35 kV tarqatish tizimiga ulanadi va 35 kV kuchlanishli elektr uzatish tarmog‘i orqali 135 kV tarmoqqa uzatiladi. 9 MVt quvvatga ega shamol fermasi 1,5 MVt shamol turbinalarining uch jufti bilan

taqlid qilinadi. Shamol turbinalarida rotori qiska tutashtirilgan induksion generatorlari (IG) ishlatiladi. Stator to‘g‘ridan-to‘g‘ri 50 Gts tarmog‘iga ulanadi va rotor o‘zgaruvchan shamol turbinasi tomonidan boshqariladi. Generator chiqish kuchini nominal tezligidan

(9 m / s) oshib ketadigan shamollar uchun cheklash uchun boshqaruv burchagi boshqariladi. Quvvat ishlab chiqarish uchun IG tezligi sinxron tezlikdan biroz yuqoriroq bo‘lishi kerak. Tezlik hech bo‘lmaganda 1 pu

va to‘liq yuklanganida 1.005 pu orasida o‘zgarib turadi. Har bir shamol turbinasida kuchlanish, oqim va mashina tezligini kuzatadigan himoya tizimi mavjud.



Keyingi rasmda turbina va generator uchun belgilangan ikkita parametrlarni ko‘rib chiqdik. Har bir shamol turbinasi bloki ikkita 1,5 MVt turbinani anglatadi. Turbinaning

mexanik kuchi turbin tezligining funksiyasi sifatida shamol tezligi uchun 4 m / s dan 10 m / s gacha ko‘rsatiladi. Nominal mexanik quvvatni beradigan shamolning nominal



tezligi ( $1\text{ pu} = 3\text{ MVt}$ )  $9\text{ m/s}$  ni tashkil qiladi. Shamol turbinasi modeli va statkom modeli bu uzoq modellash vaqtlari bilan vaqtinchalik barqarorlik turlarini o'rganish imkonini beradigan modellardir.

Har bir turbinaga qo'llaniladigan shamol tezligi "Shamol 1" dan "Shamol 3" bloklarigacha boshqariladi. Dastlab shamol tezligi  $8\text{ m/s}$  tezlik bilan o'rnatiladi, keyin "Shamol turbinasi 1" uchun  $t = 2\text{ s}$  dan boshlanadi, shamol tezligi 3 sekundda  $11\text{ m/s}$  gacha ko'tariladi. Xuddi shu shamol shamoli turbinasi 2 va turbinasi 3 ga tegishli 2 sekund va 4 soniya kechikish bilan amalga oshiriladi. Keyin,  $t = 15\text{ s}$  da "Shamol Turbinasi 2" ning past kuchlanishli terminallarida ( $575\text{ V}$ ) vaqtinchalik nosozlik qo'llaniladi.

Modelda har bir turbinaning aktiv va reaktiv quvvatini, generator tezligini, shamol tezligini va burchagini kuzatib boruvchi "Shamol turbinalari" doirasidagi signallarni kuzatish imkoniyati mavjud. Har bir juft turbinada hosil bo'lgan aktiv quvvat taxminan 8 sekundda  $3\text{ MVt}$  quvvatiga erishish uchun (shamol tezligi bilan birga) asta-sekin o'sib boradi. Ushbu vaqt ichida turbinaning tezligi  $1.0028\text{ pu}$  dan  $1.0047\text{ pu}$  gacha ko'tariladi. Dastlab, turbinali paraklarini burchagi nol daraja. Chiqish quvvati  $3\text{ MVt}$  dan oshganda, chiqish quvvatini nominal qiymatiga qaytarish uchun burchagi 0 dan 8 darajaga ko'tariladi. Yig'ilgan reaktiv quvvat hosil

bo'lgan aktiv quvvatning oshishi bilan ortib borishini kuzatish mumkin. Nominal quvvatda har bir juft shamol turbinasi  $1,47\text{ Mvar}$  yutadi.  $11\text{ m/s}$  shamol tezligi uchun B35 shinasini bilan o'lchangan umumiy uzatish quvvati  $9\text{ MVt}$  ni tashkil qiladi va statkom  $1,62\text{ Mvar}$  ishlab chiqarishda  $0,984\text{ pu}$  kuchlanishni saqlaydi

Modellashtirishda himoya tizimining ishlashi quyidagicha  $T = 15\text{ s}$  da, shamol turbinasi 2 terminallarida faza fazasi qo'llaniladi, bu esa  $t = 15,11\text{ s}$  tezlikda turbinaning harakatlanishiga sabab bo'ladi. Agar siz "Shamol turbinasi himoyasi" blokining ichkarisiga qarasangiz, AC-ni himoyalash orqali boshlanganligini ko'ramiz. 2-turbina ishga tushgandan keyin 1 va 3-turbinalar har biri  $3\text{ MVt}$  ishlab chiqarishni davom ettirmoqda.

### **Xulosa**

IG tomonidan olingan reaktiv quvvat qisman har bir shamol turbinasi past kuchlanishli shinasiga ulangan kondansator banklari tomonidan qoplanadi ( $1,5\text{ MVt}$  turbinaning har bir juftligi uchun  $400\text{ kvar}$ ). B35 shinal pu ga yaqin bo'lgan  $35\text{ kV}$  kuchlanishni ushlab turish uchun zarur bo'lgan qolgan reaktiv quvvat  $3\%$  Mvar STATCOM tomonidan  $3\%$  tejamkorlik bilan ta'minlanadi.

### **Foydalanilgan adabiyotlar:**

1. Mirzoyev Narzullo Nuriddinovich. (2020). Analogical Model Development Methodology For Mathematical Modeling Of Energy Efficiency Control System. The American Journal of Engineering and Technology, 2(10), 55-61.
2. N.N. Mirzoyev. INTELLIGENCE DEVICES FOR MONITORING AND CONTROL OF ENERGY EFFICIENCY OF ENTERPRICES. Chemical Technology, Control and Management. Volume 2020. Issue 5 Special issue 5-6 Article 30. 11-20-2020
3. Makhmudov Makhsum Idrisovich, Kuziev Zafarbek Esanovich, Nurov Siroj Sobirovich, Sidikov Sanjar Siroj ugli. ASSESSMENT OF ENERGY SAVING CAPABILITIES IN AIR BLOWERS OF BIOLOGICAL WASTEWATER TREATMENT PLANTS. JOURNAL OF CRITICAL REVIEWS. VOL 7, ISSUE 11, 2020. pages 3058-3066