

FOTOELEKTR (PV) PANELLARI BILAN O‘RNATILGAN VA PAST  
KUCHLANISHLI TARMOQQA ULANADIGAN (SUNFLOWER) TIZIM

*Babajanova Yulduz Faxriddin qizi*

*Urganch davlat universiteti Texnika fakulteti Elektrotexnika va energetika kafedrası  
magistranti*

**Annotatsiya:** Elektr energiyasi kundalik jamiyatda muhim omil bo'lib, bu iste'mol tobora ortib bormoqda. Bundan tashqari, elektr energiyasini ishlab chiqarishning joriy tizimidan kelib chiqadigan atrof-muhitga ta'siri ham tashvishga solmoqda. Quyosh, qayta tiklanadigan va toza energiya uchun tizimlar butun dunyo bo'ylab eng ko'p qo'llaniladigan va joriy etilgan tizimlardan biridir. Sunflower nomli Grid Tie past kuchlanishini ulash uchun fotovoltaik (PV) panellar bilan o'rnatilgan quyosh energiyasini kuzatish tizimi taklifi keltirilgan. Ushbu tadqiqotning asosiy mazmuni kungaboqarning ishlash tamoyillariga, shuningdek, qisqartirilgan miqyosda kungaboqar prototipini ishlab chiqishga qaratilgan. Asosiy eksperiment quyoshni kuzatish samaradorligini solishtirish uchun Sunflower prototipi va fotovoltaik (PV) panellar o'rtasidagi sinovlarga qaratilgan. Tadqiqot sinovlariga asoslangan natijalar kungaboqar prototipi fotovoltaik (PV) panelga qaraganda samaraliroq ekanligini tasdiqlaydi.

**Kalit so'zlar:** Fotovoltaik, kuzatish, turar-joylar

**Kirish:** Hozirgi kunda qayta tiklanadigan energiya manbalari dunyo energiyasining taxminan 8 foizini (agar biomassadan barcha foydalanishni hisobga olsak, 22 foizdan oshadi) ta'minlaydi, dunyoning ko'p qismlarida bu foiz sezilarli darajada oshib bormoqda. Shamol energiyasi dunyoda tez sur'atlar bilan foydalaniladigan energiya manbai hisoblanadi. Ba'zi so'nggi tadqiqotlar shuni ko'rsatadiki, qayta tiklanadigan manbalar atrof-muhit muammolari, ayniqsa iqlim o'zgarishi bilan bog'liq bo'lgan davlat siyosatida global sa'y-harakatlarni nazarda tutgan holda, 2050 yilda jami manbalarning ulushini 30% dan 40% gacha oshirishi kerak [6], [9].

#### Matematik model va metodologiya

Fotovoltaik (PV) tizimlar modullar, inverterlar, himoya qurilmalari, mahkamlagichlar tizimi va kabeldan iborat. Fotovoltaik (PV) tizimining odatiy komponentlariga qo'shimcha ravishda, kungaboqar o'zining mantiqiy kuzatuv tufayli chiziqli aktuator, yordamchi o'rni, dasturlashtiriladigan mantiqiy boshqaruvchi (PLC), quvvat manbai, bir qutbli o'chirgichlar va boshqa xususiyatlarga ega.

Turar joy uchun fotovoltaik (PV) tizimining o'lchamlari iste'mol qilinadigan elektr energiyasining bir qismini yoki to'liq qismini ishlab chiqarish uchun amalga oshiriladi. Agar energiya istemoldan oshib ketsa uni tarmoqqa uzatadi.[1].

Odatda, uni quyidagicha kontseptsiyalash mumkin:

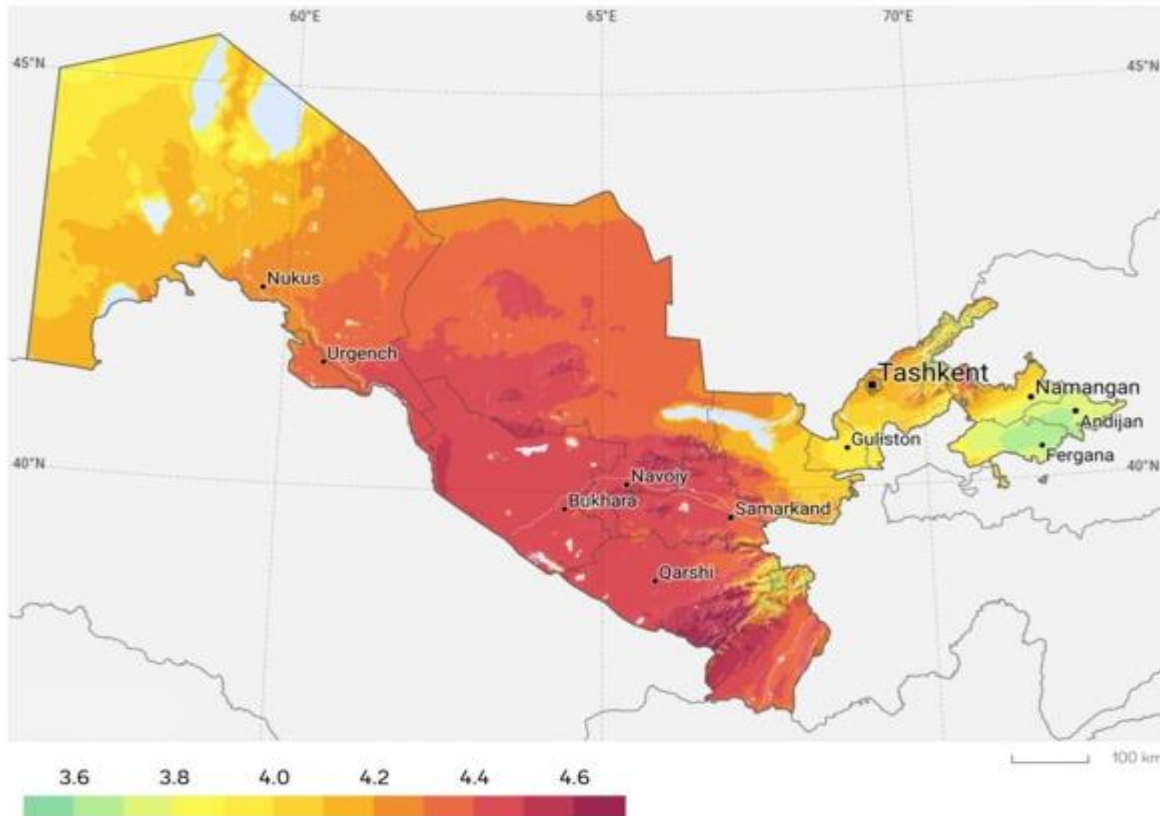
- Turar joy fotovoltaik (PV) tizim ishlab chiqaradigandan ko'proq iste'mol qilsa, iste'molning yetishmayotgan qismi elektr tarmog'i orqali ta'minlanadi.
- Fotovoltaik (PV) tizim turar joy tomonidan iste'mol qilinadiganidan ko'proq ishlab chiqarsa, ortiqcha energiya avtomatik ravishda tarmoqqa yuboriladi. Hisoblagich ushbu energiyani qayd qiladib boradi. [9].

Quyosh fotoelektr tizimlarining (PV) barcha O'zbekiston xonadonlarida qo'llanilishi energiya taqchilligini kamaytirishi va kelgusi yillarda O'zbekiston sanoatining o'sishini ta'minlashi mumkin. Chunki xonadonlar kunduzi, ya'ni uy-joy iste'moli past bo'lgan va sanoatning energiyaga talabi yuqori bo'lgan vaqtda elektr energiyasi ishlab chiqarishi mumkin [6], [9].

### **O'zbekiston Quyosh Nurlanishi Potensial**

O'zbekiston va Markaziy Osiyo uchun quyosh nurlanishi xaritalari O'zbekistonda quyosh energiyasi resurslari bo'yicha tadqiqot olib borgan O'zbekiston Respublikasi Innovatsion Rivojlanish Vazirligi va tegishli ilmiy markazlar tomonidan ishlab chiqilgan. Ushbu tadqiqotlarning asosiy maqsadi tanlab olingan davlatlarning energiya tizimiga qayta tiklanadigan energiya manbalarini qo'shishni qo'llab-quvvatlashdir. O'zbekistondagi tadbirlarni muvofiqlashtirish O'zbekiston Respublikasi Hidrometeorologiya Xizmati markazi (Uzgidromet) tomonidan amalga

oshirilgan.



2020-yilda O‘zbekiston Respublikasi Innovatsion Rivojlanish Vazirligi tomonidan “Quyosh Energiya Atlasi” nashr etildi. Ushbu atlasda O‘zbekistondagi yillik o‘rtacha global quyosh nurlanishi ko‘rsatilgan. O‘rtacha kunlik nurlanish miqdori  $4,5 \text{ kVt}\cdot\text{soat}/\text{m}^2/\text{gacha}$ , kuzatilgan.

Bunday ko‘rsatkichlar O‘zbekistonning quyosh energiyasidan foydalanish salohiyati yuqori ekanligini tasdiqlaydi va qayta tiklanadigan energiya manbalarini rivojlantirish uchun katta imkoniyatlarni taqdim etadi.

### **Rivojlanish va Ishlash Prinsipi**

Sunflower tizimini yaratish uchun Yerning Quyosh atrofidagi elliptik orbitaga nisbatan aylanish o‘qining moyilligini hisobga olish zarur edi, bu taxminan  $23,45^\circ$  burchak hosil qiladi va sayyoraning orbitadagi holatiga qarab fasllarni aniqlaydi [2]. Sunflower o‘zining ishlash prinsipi orqali yuqori quyosh nurlanishi davrida kun davomida azimut burchagini to‘liq kuzatishni ta’minlaydi va mexanik boshqaruv tizimi orqali fasllar davomida (qishki quyosh turishidan yozgi quyosh turishigacha) quyosh deklinatsiyasini to‘g‘rilaydi. Bu 3-rasmda ko‘rsatilgan.



Panellar tomonidan ishlab chiqarilgan doimiy tok (DC) invertor yordamida o'zgaruvchan tokka (AC) aylantiriladi, bu esa tarmoqdagi tok bilan mos keladigan chastota va to'liq shaklida yetkazib beriladi [1]. Tizim xavfsizligi va ishonchligini ta'minlash uchun yuqorida keltirilgan uskunalar orasida bitta qutbli o'chirgich o'rnatilgan bo'lib, u tok yoki kuchlanish piklari invertorga zarar yetkazmasligini kafolatlaydi.

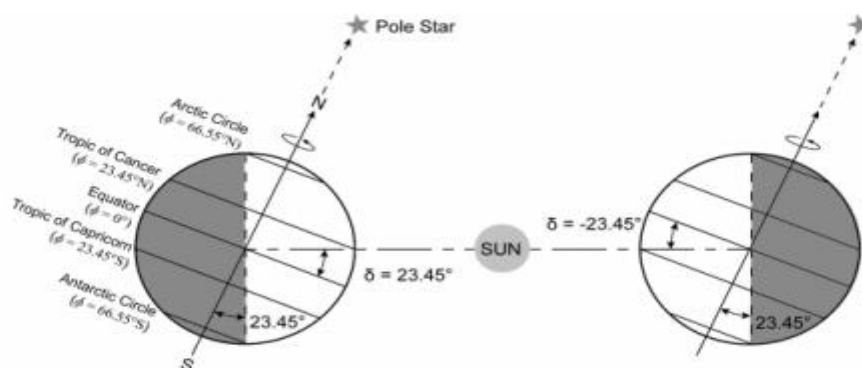
Invertorlar MPPT (Maksimal Quvvat Nuqtasini Kuzatish) algoritmgiga ega bo'lib, uskunaning ishlashini optimallashtiradi va quyosh fotoelektr (PV) panellarida maksimal quvvatga erishishni ta'minlaydi. Invertor ikki yo'nalishli elektr hisoblagichga bevosita ulanadi, bu esa iste'mol va ishlab chiqarish tizimini o'lchaydi [1], [9].

Metall ramka 4-rasmda ko'rsatilganidek ishlab chiqilgan bo'lib, unda panellar va boshqa komponentlarni joylashtirish uchun bo'g'inlar va kasnaklar tizimi mavjud. Bu tizim quyoshning ko'rinma harakatini (shu jumladan quyosh deklinatsiyasini) kuzatish imkonini beradi [2], [3].

Oddiy qilib aytganda, kasnaklar harakati va aktuatorning ildiz yo'nalishini 5-rasmda ko'rish mumkin.

Struktura tahlillari quyidagi jihatlar asosida amalga oshirildi:

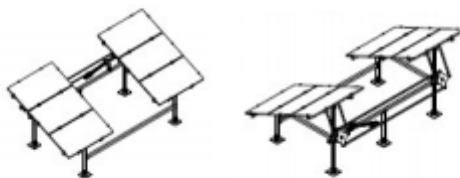
- Barcha profillarda ishlatilgan materiallar va o'lchamlar;
- Quyosh fotoelektr (PV) panellari va boshqa materiallarning massasi;
- NBR 6123 (1988) ga asosan shamol ta'siri;
- Shamol kuchining har bir PV panelga gorizonttal yo'nalishda qo'llanilishi.



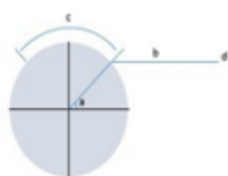
Yozgi kun

Qishki kun

3-Rasm. Quyosh nurining tushishi

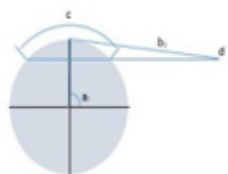


4-Rasm. Metall ramka



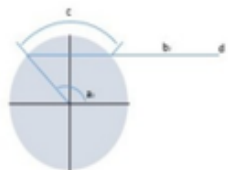
Boshlang'ich holat, bu yerda:

- a: boshlang'ich pozitsiya burchagi, panellar sharq tomonga quyosh chiqish tomon egilgan;
- b: dam olish holatidagi aktuator qo'lining uzunligi;
- c: aktuatorning shkv aylana bo'ylab bosib o'tgan umumiy yo'li;
- d: aktuatorning pozitsiyasi;



Ishlash holati, bu yerda:

- a: pozitsiya burchagi, panellar yo'nalishi sifatida;
- b: ishlash holatidagi aktuator qo'lining uzunligi;
- c: aktuatorning shkv aylana bo'ylab bosib o'tgan umumiy yo'li;
- d: aktuatorning pozitsiyasi.



Yakuniy holat, bu yerda:

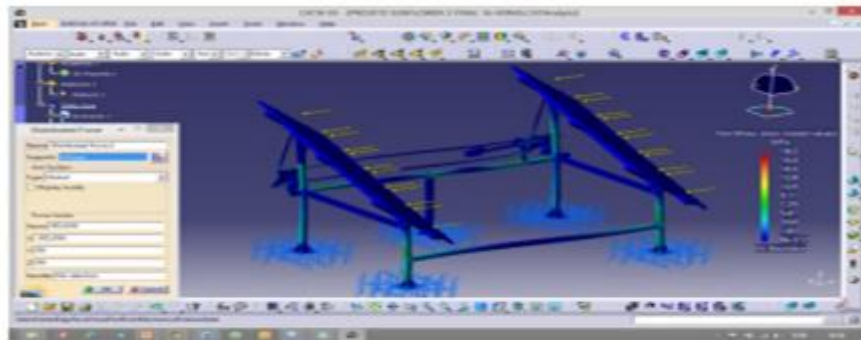
- a: yakuniy pozitsiya burchagi, panellar g'arb tomonga quyosh botishi tomon egilgan;
- b: yakuniy holatdagi aktuator qo'lining uzunligi;
- c: aktuatorning shkv aylana bo'ylab bosib o'tgan umumiy yo'li;
- d: aktuatorning pozitsiyasi.

5-Rasm.

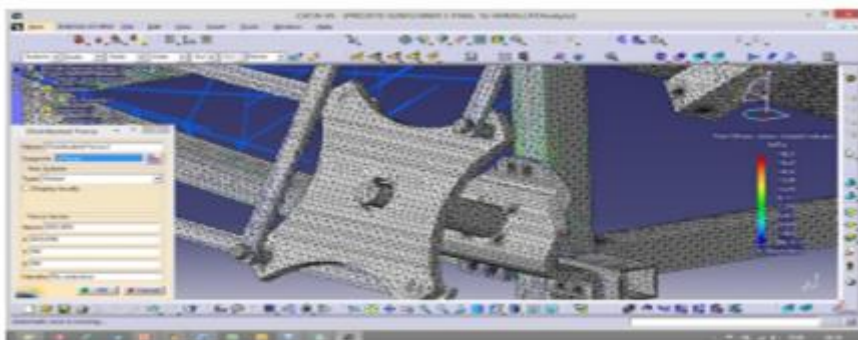
Von Mises grafigi (6-rasm va 7-rasm) orqali konstruksiyalar bardoshliligi 14,3 MPa yoki  $1,47e^7$  N/m<sup>2</sup> maksimal qiymatlar aniqlangan. Bu qiymatlar modul strukturasi uchun ishlatilgan materialning cho'zilish kuchidan (karbon po'lat va past qotishma uchun 210 MPa) pastdir. Quyoshni kuzatish avtomatlashtirish yordamida amalga oshiriladi. Ushbu tizim PLC (Programmable Logic Controller) asosida ishlaydi, u liniyali aktuatorni boshqarish vazifasini bajaradi. Liniyali aktuator esa bo'g'inlar va kasnaklar tizimini harakatga keltirish uchun javobgardir. Soat 10:00 dan 16:00 gacha

bo'lgan davrda, ya'ni eng yuqori quyosh nurlanishi va shuning natijasida eng ko'p energiya ishlab chiqarish davrida liniyali aktuatorni boshqarish ehtiyojini qondirish uchun vaqtni boshqarish dasturi ishlab chiqilgan [6], [2], [8].

Liniyali aktuatorni vaqt bo'yicha oldinga harakatlantirish uchun ishlab chiqilgan dastur quyidagi funksiyaga ega: PLC 6 soatlik ish davomida 90 ta vaqtga asoslangan buyruq uzatadi. Ushbu buyruqlar har 238,7 soniyada, 1,3 soniya davom etadigan impuls shaklida amalga oshiriladi. Bu shuni anglatadiki, har 4 daqiqada panellar 1 darajaga siljiydi. Jami aktuatorning siljishi 353,7 mm ni tashkil etadi, bu esa panellarni umumiy 90 daraja harakatlantirishni ta'minlaydi [8].



6-Rasm. Strukturaning kuchlanishini tahlil qilish



7-Rasm. Strukturaning kuchlanishini tahlil qilish

## Prototipni Rivojlantirish

Prototip uchun ishlash prinsipi Sunflower loyihasi konsepsiyasiga asoslanadi, ammo kichikroq masshtabda (har bir panelning quvvati 5 Vt). Yuklama qiymatlarini olish uchun invertorlardan foydalanilmadi; yuklama ishlashini simulyatsiya qilish uchun panellarning quvvatiga mos keladigan ventilyator ishlatildi. Sunflower prototipi va quyosh fotoelektr (PV) panellari (5 Vt) o'rtasida sinovlar o'tkazilib, 8-rasm va 9-rasmga muvofiq quyoshni kuzatish samaradorligi bo'yicha tahlil taqdim etildi.

## Natijalar

Olingan natijalarni taqqoslash orqali, Sunflower tizimi prototipi quyoshning ko'rinma harakati bilan butunlay perpendikulyar bo'lgan panellarning kuzatish tizimi samaradorligidagi farqni kuzatish mumkin. Bir nechta sinovlar o'tkazilgandan so'ng, Sunflower prototipi va quyosh fotoelektr (PV) panellari o'rtasida  $+ / - 0,8\%$  o'zgarish bilan  $31\%$  farqni kuzatdik.

Ushbu natija quyidagi omillarni hisobga olgan holda hisoblangan:

- Invertorda DC dan AC ga o'tishdagi quvvat yo'qotishlari;
- O'rnatishdagi soya tushishi;
- Modullarda chang yoki axloqsizlikning to'planishi, bu esa nurlanishni yutilish imkoniyatini kamaytiradi;
- Kabeldagi yo'qotishlar (Omik), ham AC, ham DC tomonida;
- Tizimning quvvat iste'moli.

## Xulosa

Ushbu tadqiqot quyosh energiyasidan foydalanishning samaradorligini oshirish maqsadida Sunflower tizimi prototipini yaratish va sinovdan o'tkazishga qaratildi. Tadqiqot natijalari shuni ko'rsatadiki, Sunflower tizimi an'anaviy quyosh fotoelektr (PV) panellarga nisbatan yuqori samaradorlikka ega. Xususan, Sunflower tizimi prototipi yordamida  $31\%$  gacha samaradorlik ortishi kuzatildi, bu esa kuzatuv mexanizmining quyosh harakatini aniqroq ta'qib qilishi bilan bog'liqdir.

Sunflower tizimining mantiqiy boshqaruvi va mexanik kuzatuv tizimi quyosh energiyasidan foydalanish samaradorligini oshirishda muhim ahamiyatga ega ekanligini tasdiqlaydi. Tizimni yanada takomillashtirish va tijorat darajasida kengroq qo'llash imkoniyatlari mavjud. Shuningdek, ushbu texnologiyani O'zbekiston sharoitida qo'llash energetika resurslaridan samarali foydalanish va qayta tiklanadigan energiya manbalarini rivojlantirish uchun katta imkoniyatlar yaratadi.



Shu bilan birga, energiya yo'qotishlari (invertor, kabel va boshqa omillar bilan bog'liq) kamaytirish, panellarni muntazam tozalash va shovqinlarni minimallashtirish kabi chora-tadbirlar samaradorlikni yanada oshirishga yordam beradi. Ushbu tizimning keng ko'lamda joriy etilishi O'zbekistonning energiya ta'minoti bo'yicha mustaqilligini kuchaytirish va atrof-muhitga salbiy ta'sirni kamaytirishda muhim qadam bo'lishi mumkin.

### Adabiyotlar

- [1] BARBOSA, E. et al. Grid-connected system of Lampião Restaurant: NE/Brazil. In: X WREC. World Renewable Energy Congress: Glasgow: WREC, 2008.
- [2] BARKER, P. P. PHOTOVOLTAIC (PV)s support distribution feeder: Electric Light & Power, Vol 2, 1997.
- [3] BEER, F. P., JOHNSTON Jr., E. R. Mecânica vetorial para engenheiros e cinemática e dinâmica: Ed. Pearson Education do Brasil, São Paulo 2006.
- [4] CGEE. Centro de Gestão e Estudos Estratégicos. Energia solar fotovoltaica no Brasil: subsídios para tomada de decisão. Série Documentos técnicos 2 Brasília, DF: Centro de Gestão e Estudos Estratégicos, 2010.
- [5] CHIGUERU, Tiba. et al. Atlas Solarimétrico do Brasil: Banco de dados solarimetricos. 1ª ed. São Paulo: Ed. Universidade da UFPE, 2000.6].
- [6] HINRICHS, Roger A.; KLEINBACH, M.; REIS, Lineu B. Energia e Meio Ambiente: Inclui artigos que discutem a questão energética no Brasil. Tradução da 4ª ed. Norte Americana: ED. Cengage Learning, 2010.
- [7] KAMINSKI, P.C. Mecânica Geral para Engenheiros: Ed. Edgard Blücher Ltda. 1ª edição São Paulo, 2000.
- [8] MONTEIRO, F. A. M.; VILELA, O. C.; FRAIDENRAICH, N., (2005) Development of a low cost control system for a solar tracker. ISES 2005 Solar Word Congress, Orlando, Florida, USA, article 1462.
- [9] PERLOTTI, E. et al. Proposta para Inserção da Energia Solar Fotovoltaica na Matriz Elétrica Brasileira: Estudo do grupo setorial de sistemas fotovoltaicos da abinne. 1ª ed. São Paulo: Ed. Edgard Blücher Ltda, 2013