

GIBRID ELEKTR STANSIYASINI ENERGIYA SAQLOVCHI TIZIMSIZ ELEKTR TARMOQQA ULASH.

Rajabov Jamoliddin Baxtiyar o'g'li

O'zbekiston Respublikasi Energetika vazirligi huzurida Qayta tiklanuvchi energiya manbalari
milliy ilmiy tadqiqot instituti tayanch doktranti

E-mail: rajabovjamoliddin039@gmail.com

<https://doi.org/10.5281/zenodo.17863077>

Anotatsiya: Ushbu ishda 3-6.2 kW quvvatga ega quyosh fotoelektr stansiyasini mahalliy elektr tarmog'iga ulash bo'yicha texnik va muhandislik yechimlari o'rganildi. Quyosh energiyasidan samarali foydalanish, qayta tiklanuvchi energiya manbalarini integratsiyalash hamda ekologik barqarorlikni ta'minlash maqsadida kichik quvvatli fotoelektr tizimlarning ahamiyati ortib bormoqda. Tadqiqot davomida quyosh panellari, invertor, muhofaza vositalari va ulash uskunalari tanlovi, shuningdek, Gibrid FES ni on-grid tizimida ulab ishga tushurish va ortiqcha energiyani elektr tarmoqqa uzatish yo'llari keltirilgan.

Kalit so'zlar: gibrid quyosh fotoelektr stansiyasi; energiya saqlovchi tizimsiz on-grid ulanish; MUST PH 18-5248 PRO invertori; Restar RTPSIT 6.2 kW invertori; ortiqcha energiyani elektr tarmoqqa uzatish; taqsimlangan energiya manbalari; quvvat sifati va chastota barqarorligi; muhofaza va signalizatsiya tizimlari.

ПОДКЛЮЧЕНИЕ ГИБРИДНОЙ ЭЛЕКТРОСТАНЦИИ К СЕТИ БЕЗ НАКОПИТЕЛЯ ЭНЕРГИИ.

Аннотация: В данной работе рассматриваются технические и инженерные решения для подключения солнечной фотоэлектрической станции мощностью 3–6,2 кВт к локальной электросети. Значение малых фотоэлектрических систем возрастает для эффективного использования солнечной энергии, интеграции возобновляемых источников энергии и обеспечения экологической устойчивости. В исследовании представлен выбор солнечных панелей, инверторов, устройств защиты и оборудования для подключения, а также способы подключения и эксплуатации гибридной ФЭС в составе сетевой системы и передачи избыточной энергии в сеть.

Ключевые слова: гибридная солнечная фотоэлектрическая станция; подключение к сети без накопителя энергии; инвертор MUST PH 18-5248 PRO; инвертор Restar RTPSIT мощностью 6,2 кВт; передача избыточной энергии в сеть; распределенные источники энергии; качество электроэнергии и стабильность частоты; системы защиты и сигнализации.

CONNECTING A HYBRID POWER PLANT TO THE GRID WITHOUT AN ENERGY STORAGE SYSTEM.

Abstract: This work studies technical and engineering solutions for connecting a 3-6.2 kW solar photovoltaic power plant to the local power grid. The importance of small-scale photovoltaic systems is increasing in order to effectively use solar energy, integrate renewable energy sources, and ensure environmental sustainability. The study presents the selection of solar panels, inverters, protection devices, and connection equipment, as well as ways to connect and operate a hybrid FES in an on-grid system and transfer excess energy to the grid.

Keywords: hybrid solar photovoltaic power plant; on-grid connection without an energy storage system; MUST PH 18-5248 PRO inverter; Restar RTPSIT 6.2 kW inverter; transfer of

excess energy to the grid; distributed energy sources; power quality and frequency stability; protection and signaling systems.

KIRISH

Tom ustiga o'rnatiladigan quyosh fotoelektr (PV) tizimlari kabi taqsimlangan energiya manbalarining joriy etilishi butun dunyo bo'ylab kengayib bormoqda. Taqsimlash tarmoqlariga PV tizimlarining tezkor ulanishi bu tizimlarni rejalashtirish va boshqarishda qator muammolarni keltirib chiqarmoqda [1]. Bundan tashqari, PV elektr stansiyalarining beqaror ishlab chiqarishi elektr tarmog'idagi chastota boshqaruviga ham ta'sir ko'rsatishi mumkin [2].

ASOSIY QISM

o'rnatilayotgan FES larning ko'p qismi on-grid bo'lib ular ishlab chiqarayotgan elektr energiyani birinchi bo'lib iste'molchiga yo'naltradi hamda iste'molchidan ortgan elektr energiyani elektr tarmoqqa uzatadi. Bu albatta yaxshi uzatilayotgan elektr energiya GES va IES lar uchun yengillik beradi ammo bu o'z navbatida bir necha muammolarni keltirib chiqaradi. FES larga tushadigan quyosh nurining to'silishi (soyalanish) natijasida, elektr tarmoqdagi kuchlanish o'zgarishlari chastotaning og'ishiga ta'sir ko'rsatadi [3].

MUST inverter. Gibrid tizimi biz bilamizki energiya saqlovchi tizimsiz ishlaydi ammo ba'zi inverterlar bor bundan mustasno. Misol uchun Must PH 18-5248 PRO 3.2 kW quvvatga ega gibrid inverteri.



Rasm.1. Must PH 18-5248 PRO inverteri

Ushbu invertorga 575 W bo'lgan 5 dona Trina solar panellari ulangan bo'lib umumiy quvvati 2.875 W ni tashkil etadi.



Rasm.2. Tom qismiga o'rnatilgan FES

Bizga ma'lumki odatda gibrin invertorning kirish (input), chiqish (output) hamda energiya saqlovchi tizim uchun (DC+ va DC-) qismi bo'ladi.



Rasm.3. Must PH 18-5248 PRO invertorning ulanish nuqtalari.

Ushbu rasmda ko'rinib turibdiki PV dan kirish ulangan, AC kirish qismi ulangan ammo batareya va AC chiqish qismlari ulanmagan ya'ni gibrin inverter on-grid qilib ulangan. Bunday holatda inverter xatolikni qayt etadi va signalizatsiya ishlab ketadi. Bunday holatda birinchi bo'lib signalizatsiya o'chiriladi.

24	Управление сигнализацией	По умолчанию Сигнализация включена [24]600	Сигнализация выключена [24]60F
----	--------------------------	--	-----------------------------------

Rasm.4. Must PH 18-5248 PRO invertorning signalizatsiyasini o'chirish

Ushbu amal bajarilgandan so'ng invertorni iste'moldan ortiqcha energiyani elektr tarmoqqa uzatish rejimi yoqiladi.

09	Подача излишков энергии от солнца или аккумулятора во внешнюю электросеть	По умолчанию Отключено [09]01d	Подачу энергии от солнца или аккумулятора в сеть отключить.
		Включено [09]01E	Подача энергии от солнца или аккумулятора в сеть разрешена. При работе в режиме «SUB» (программа 1) если мощность солнечной энергии выше нагрузки и напряжение АКБ выше уставки параметра 21 (если выбран параметр «BLU» программы 5) или выше уставки параметра 20 (если выбран параметр «LBU» программы 5), солнечная энергия будет

Rasm.5. Must PH 18-5248 PRO invertorning ortiqcha energiyani elektr tarmoqqa uzatish rejimi

Shundan so'ng inverter ishlay boshlaydi, agar yuqoridagi amallar bajarilmasa inverter ishlamaydi. Bu holat energiya saqlash tizimini sotib olishga imkoniyati yo'qlar uchun ajoyib yechim hisoblanadi ammo uzoq muddat invertorning bu holatda ishlashi mumkin emas. Sababi xatolik chirog'i uzoq vaqt yonib tursa himoya vositasini ishga tushurib yuboradi va inverter ish faoliyatini to'xtatadi.

Restar inverter. RT-HY SERIES 5 kW gibrin inverteri 2024-yilning eng ko'p sotilgan va o'rnatilgan inverteri hisoblanadi shu jumladan O'zbekistonda ham qariyb 10255 dona 5-10 kW quvvatdagi inverterlar axoli honadonlariga o'rnatilgan. O'rnatilgan inverterlar mutahassislar tomonidan notog'ri dasturlash orqali 128 dona axoli honadonida qisqa tutashuv va yong'in

holatlari kuzatilgan. 5 kW quvvatdan yuqori bo'lgan Restar inverterlarini energiya saqlovchi qurilmalarsiz ham elektr tarmoqqa ulash funksiyasi mavjud bo'lib ammo undan deyarli hech qaysi honadon foydalanmagan va bunga ehtiyoj ham bo'lmagan. Ammo oradan 1 yil o'tgandan so'ng o'rnatilgan quvvati 5 kW bo'lgan 12V LiFePO4 100Ah Lithium Battery ishdan chiqqan.



6-rasm. Restar RTPSIT 6.2kW inverteri

Ushbu inverterni ham energiya saqlovchi tizimsiz ishga tushirish mumkin. Ammo uzoq muddatga emas sababi xafvsizlik tizimi ishga tushib signal berishni boshlaydi, 6 oydan so'ng esa tranzistorlar qizib kuyish ehtomoli kuzatiladi.

37	GRID-tie operation	Off grid (default)	Inverter operates only in off-grid mode. Solar energy provides power to the loads as first priority and charging second
		Hybrid	Inverter operates hybrid mode. Solar energy provides power to the loads as first priority and charging second Excess energy feed to grid.

7-rasm. Restar RTPSIT 6.2kW gibrid inverterini energiya saqlovchi tizimsiz ishga tushirish funksiyasi.

Shundan so'ng inverter ishlay boshlaydi, agar yuqoridagi amallar bajarilmasa inverter ishlamaydi. Bu holat energiya saqlash tizimini sotib olishga imkoniyati yo'qlar uchun ajoyib yechim hisoblanadi ammo uzoq muddat invertorning bu holatda ishlashi mumkin emas.

XULOSA

Ushbu ishda 3-6.2 kW quvvatga ega bo'lgan MUST va Restar gibrid quyosh fotoelektr stansiyasini elektr tarmoqqa energiya saqlovchi tizimsiz ulash imkoniyati texnik jihatdan o'rganildi. Tadqiqotda Must PH 18-5248 PRO va Restar RTPSIT 6.2kW modelidagi invertorning xususiyatlari tahlil qilinib, energiya saqlovchi qurilmalar on-grid rejimida ishlatish bo'yicha amaliy ko'rsatmalar berildi. Shuningdek, ortiqcha energiyani elektr tarmoqqa uzatish mexanizmi va invertorning signalizatsiya funksiyalarini sozlash tartibi batafsil ko'rib chiqildi. Olingan natijalar shuni ko'rsatadiki, ayrim gibrid inverterlar qisqa muddatli ishlashda energiya saqlovchi tizimlarsiz ham faoliyat yurita oladi. Bu esa ushbu texnologiyani energiya saqlash qurilmalariga mablag'i yetarli bo'lmagan foydalanuvchilar uchun ham qo'llash imkonini yaratadi. Biroq, invertorning uzoq muddat energiya saqlovchisiz ishlashi texnik nosozliklarga olib kelishi mumkinligi bois, bunday holatni faqat vaqtincha yechim sifatida tavsiya etish mumkin.

Foydalanilgan adabiyotlar

1. P. Anugrah, R. W. Pratama, M. Sholekan, and Z. A. Fikriyadi, “Evaluating Performance and Grid Impacts of On-Grid Rooftop PV System: Case Study of A Mosque,” *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, vol. 1344, no. 1, pp. 1–8, 2024, doi: 10.1088/1755-1315/1344/1/012012.
2. K. Rahimi, S. Mohajeryami, and A. Majzoobi, “Effects of photovoltaic systems on power quality,” in *NAPS 2016 - 48th North American Power Symposium, Proceedings*, Institute of Electrical and Electronics Engineers Inc., Nov. 2016. doi: 10.1109/NAPS.2016.7747955.
3. M. M. El-Sayed, A. A. Abou El-Ela, and R. A. El-Sehiemy, “Effect of photovoltaic system on power quality in electrical distribution networks,” in *2016 18th International Middle-East Power Systems Conference, MEPCON 2016 - Proceedings*, Institute of Electrical and Electronics Engineers Inc., Jan. 2017, pp. 1005–1012. doi: 10.1109/MEPCON.2016.7837019.