Заряд акумулятора від генератора через сонячний вхід інвертора: схема з діодним мостом

Світла немає, сонця мало, а генератор є, але інвертор його «не бачить», заряд скаче або перемикання клацають кожні пів хвилини. Є простий інженерний прийом: випрямити напругу генератора діодним мостом і подати її на **сонячний (PV) вхід** гібридного інвертора. Інвертор сприйме генератор як дуже потужну сонячну панель і спокійно зарядить акумулятор через свій MPPT-контролер. Нижче розбираємо, як це працює, яку схему зібрати, які деталі купити, як налаштувати інвертор і де головні ризики.

> **Коротко.** 230 В змінної напруги після діодного мосту дають близько **300–330 В постійної**. Більшість гібридних інверторів на 24 і 48 В приймають на PV-вхід до 450–500 В, тож запас достатній. Обов'язкові умови: тільки **одна фаза 230 В**, обмеження струму заряду під потужність генератора, перемикач «Сонце / 0 / Генератор», запобіжники, DC-автомат і правильне заземлення.

Як це працює

Генератор видає змінну напругу 230 В, тобто її пікове значення становить 230 × 1,414 ≈ **325 В**. Діодний міст (чотири діоди, з'єднані ромбом) пропускає обидві півхвилі в один бік, і на виході виходить напруга одного знака. Вхідні конденсатори інвертора згладжують пульсації, і MPPT-контролер бачить майже рівну напругу близько 300–325 В, ніби до нього під'єднали рядок із 7–8 сонячних панелей.



Форма напруги до мосту, після мосту і на вході інвертора

Далі MPPT робить те саме, що й із панелями: знижує напругу до рівня АКБ і заряджає її, а заодно живить навантаження. Інверторові не потрібно синхронізуватися з генератором за частотою і фазою, тому йому байдуже, наскільки «чиста» синусоїда в генератора і чи плаває частота.

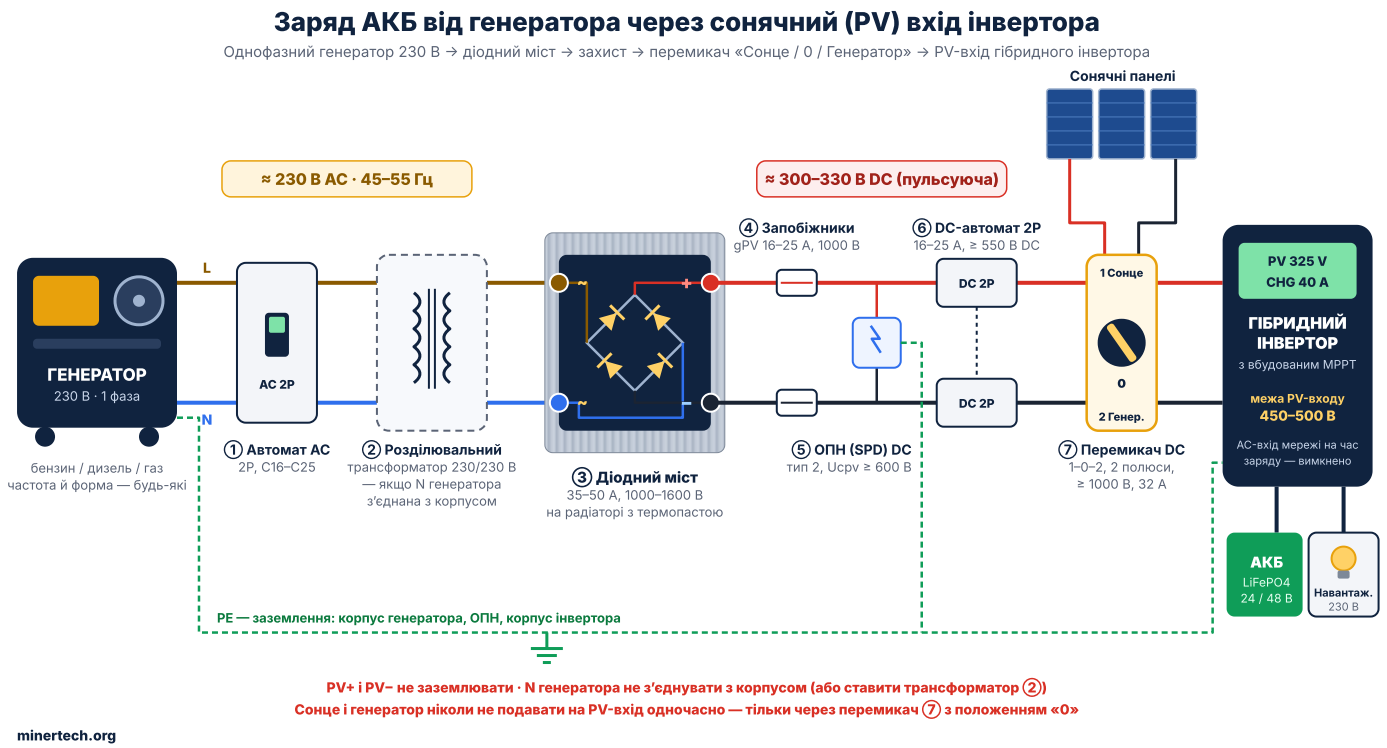
Навіщо це, якщо є AC-вхід

Штатний спосіб заряджати від генератора — подати 230 В на AC-вхід інвертора (бажано в режимі «Генератор» / APL). Якщо генератор якісний, так і робіть. Схема з мостом виручає тоді, коли штатний

спосіб не працює добре.

	Через AC-вхід (штатно)	Через міст на PV-вхід
Нестабільна частота, «брудна» синусоїда	Інвертор відкидає генератор, клацає реле, «Fault»	Без різниці: працює з будь-якою частотою і формою
Просідання напруги генератора	Інвертор відключається від входу	MPPT просто бере трохи менше потужності
Що бачать споживачі	У режимі байпасу — напругу генератора	Завжди чисту синусоїду інвертора
AC-вхід	Зайнятий генератором	Вільний
Максимальна потужність заряду	Обмежена зарядним від мережі	Обмежена MPPT (його струмом заряду)
Сонячні панелі	Працюють паралельно	На цей час відключені (перемикач)
Втрати	Мінімальні	+2–3 % на мості, міст гріється
Гарантія інвертора	Штатний режим	Нештатне використання PV-входу

Схема підключення



Принципова схема: генератор → автомат → (трансформатор) → діодний міст → запобіжники → ОПН → DC-автомат → перемикач → PV-вхід

1. **Автомат AC 2P** на виході генератора (C16 для 2–3 кВт, C25 для 4–6 кВт). Захищає проводку до мосту і дає змогу відключити генератор.
2. **Розділювальний трансформатор 230/230 В** — тільки якщо нейтраль генератора з'єднана з його корпусом або із заземленням (див. розділ «Заземлення»). Для більшості переносних генераторів не потрібен.
3. **Діодний міст** на 35–50 А і 1000–1600 В, прикручений до алюмінієвого радіатора через термопасту.

4. **Запобіжники gPV** на 16–25 А і 1000 В DC у плюсі й мінусі (тримачі на DIN-рейку).
5. **ОПН (SPD) постійного струму**, тип 2, Ucpv ≥ 600 В — гасить сплески напруги, які генератор дає при скиданні навантаження.
6. **DC-автомат 2P** на 16–25 А і щонайменше 550 В DC (краще 1000 В). Саме ним вмикають і вимикають заряд.
7. **Перемикач DC «1–0–2»**, два полюси, від 1000 В і 32 А: положення 1 — сонячні панелі, 0 — усе відключено, 2 — генератор. Панелі і генератор не можна з'єднувати паралельно.

Перевірка напруги: чи витримає інвертор

```
Пікова напруга = U_AC × 1,414 − 2 × 1 В (падіння на діодах)
Генератор 230 В → 230 × 1,414 − 2 ≈ 323 В норма
Генератор «завищує» до 250 В → 352 В норма
Без навантаження, ривок до 265 В → 373 В норма, запас до 450–500 В
Трифазний, між двома фазами 400 В → 564 В ЗАБОРОНЕНО — спалить вхід
```

> **Тільки фаза і нуль 230 В.** Трифазний генератор підключайте лише однією фазою і нулем (L–N). Напруга між двома фазами (400 В) після мосту дає близько 565 В, а це вище межі PV-входу будь-якого з наших гібридних інверторів. Так само не можна брати трифазний міст на трифазний генератор.

Які інвертори підходять

Перевірили всі гібридні інвертори з каталогу minertech.org за їхніми технічними даними. Головне — максимальна напруга PV-входу та діапазон MPPT: напруга 300–330 В має бути всередині діапазону, а 375 В (ривок генератора) — нижче максимуму.

Інвертор	АКБ	Макс. PV	Діапазон MPPT	Макс. потужність PV	Підходить
EASUN SMS-6.5KP 6.5kW 48V WiFi	48 В	500 В	60–450 В	9000 Вт	Так
POWGROW SMS-6.5KP 6.5kW 48V	48 В	500 В	60–450 В	9000 Вт	Так
POWLAND SMS-6.5KP 6.5kW 48V WiFi	48 В	500 В	60–450 В	9000 Вт	Так
JSDsolar J6500HC 6.5kW 48V	48 В	500 В	60–450 В	9000 Вт	Так
GSIKE 6.2kW 48V WiFi	48 В	500 В	60–500 В	6500 Вт	Так
EASUN SMT-6.2KW 6.2kW 48V	48 В	500 В	60–500 В	8500 Вт	Так
GSIKE 11kW 48V WiFi	48 В	500 В	60–500 В	2 × 5500 Вт	Так на один із двох PV-входів
POWLAND SMS-12KW 12kW 48V WiFi	48 В	500 В	60–450 В	15 000 Вт	Так

JSDsolar J12000HC 12kW 48V WiFi	48 В	500 В	60–450 В	2 × 7500 Вт	**Так** на один із двох PV-входів
POWGROW SMS-5kW 24V	24 В	500 В	60–450 В	9000 Вт	**Так**
POWLAND SMS-5kW 24V WiFi	24 В	500 В	60–450 В	9000 Вт	**Так**
ECGSOLAX HVM 5kW 24V WiFi	24 В	500 В	60–450 В	9000 Вт	**Так**
Aninerel ANL-4200T 4.2kW 24V	24 В	500 В	60–500 В	5000 Вт	**Так**
ANENJI ANJ-4000 4.2kW 24V WiFi	24 В	500 В	60–500 В	4500 Вт	**Так**
JSDsolar J4000E 4kW 24V	24 В	500 В	40–450 В	5000 Вт	**Так**
EASUN SMT-4KW 24V	24 В	500 В	60–500 В	4000 Вт	**Так**
ECGSOLAX HVM 3.6kW 24V	24 В	500 В	40–450 В	5000 Вт	**Так**
POWGROW 3.6kW 24V	24 В	450–500 В	40–450 В	5000 Вт	**Так**
DATOU BOSS 3.3kW 24V	24 В	500 В	40–450 В	5000 Вт	**Так**
EASUN SMT-2KW 12V	12 В	500 В	30–500 В	2000 Вт	**Так, генератор до 2 кВт**
ECGSOLAX HVM 1.2kW 12V	12 В	115 В	17–115 В	800 Вт	**НЕ можна**
ECGSOLAX 1kW 12V	12 В	150 В	20–150 В	600 Вт	**НЕ можна**

Дані з технічних характеристик виробників. Перед підключенням звірте наклейку на корпусі саме вашого інвертора: якщо там написано інше значення «PV max», орієнтуйтеся на наклейку.

> **Моделі на 12 В з PV-входом 115–150 В** (ECGSOLAX HVM 1.2kW і ECGSOLAX 1kW) цю схему **не витримають**: 325 В миттєво виведуть з ладу вхід. Для них заряд від генератора — тільки через AC-вхід.

Головне правило: обмежте струм заряду

MPPT завжди шукає точку **максимальної** потужності. З панелями це добре, а з генератором небезпечно: контролер буде нарощувати струм, поки напруга не почне падати, тобто поки генератор не перевантажиться. Тому потужність, яку бере інвертор, треба обмежити вручну — параметром **«Максимальний струм заряду»** в меню інвертора.

Діодний міст із конденсаторами бере струм короткими імпульсами на вершинах синусоїди, тому генератор нагрівається сильніше, ніж від звичайного навантаження. Тримайте сумарну потужність (заряд + споживачі) в межах **60 % від номінальної потужності генератора**.

```
Струм заряду = 0,6 × P_генератора × 0,95 (ККД MPPT) ÷ напруга заряду
Напруга заряду: 28 В для АКБ 24 В, 56 В для АКБ 48 В
Приклад: генератор 3 кВт, АКБ 48 В → 0,6 × 3000 × 0,95 ÷ 56 ≈ 30,5 А → ставимо 30 А
```

Генератор (номінал)	Можна брати	Струм заряду, АКБ 24 В	Струм заряду, АКБ 48 В
2 кВт	1,2 кВт	40 А	20 А
3 кВт	1,8 кВт	60 А	30 А
5 кВт	3,0 кВт	100 А	50 А
6,5 кВт	3,9 кВт	макс. інвертора	60 А
8 кВт	4,8 кВт	макс. інвертора	80 А

Значення наведені для заряду **без** споживачів. Якщо під час заряду в будинку працюють прилади, MPPT живить і їх, тобто бере з генератора більше. На кожен 1 кВт споживачів зменшуйте струм заряду приблизно на **35 А** (АКБ 24 В) або **17 А** (АКБ 48 В). Потужні прилади (бойлер, обігрівач, духовка) на час заряду краще вимкнути.

> **Як перевірити на практиці.** На екрані інвертора дивіться напругу PV. З нормально навантаженим генератором вона тримається на рівні 290–325 В. Якщо падає нижче 270 В, а генератор «гуде» і просідає за обертами, зменште струм заряду на 10–20 А.

Підбір деталей

Деталь	Генератор до 3 кВт	Генератор 3–6,5 кВт	На що звернути увагу
Діодний міст	35 А, 1000 В (корпус KBPC3510)	50 А, 1000–1600 В (KBPC5010 або модуль 1600 В)	Запас за струмом 2× — через імпульсний характер струму
Радіатор	від 100 × 80 мм, ребристий	від 150 × 100 мм або з вентилятором	Міст розсіює 20–40 Вт тепла; термопаста обов'язкова
Кабель	2,5–4 мм²	4–6 мм²	На DC-стороні — сонячний кабель з подвійною ізоляцією
Автомат АС 2P	C16	C25	Не більше, ніж витримує розетка генератора
Запобіжники gPV	16 А, 1000 В	20–25 А, 1000 В	Саме gPV (для постійного струму), не побутові
DC-автомат 2P	16 А, ≥ 550 В DC	25 А, ≥ 550 В DC	Звичайний автомат змінного струму на 300 В DC не розірве дугу
ОПН (SPD)	DC тип 2, Ucpv 600–1000 В		Підключається до PE
Перемикач	DC «1–0–2», 2 полюси, 1000 В, 32 А		Обов'язково з положенням «0»

Усе, крім генератора, вміщається в невеликий пластиковий щиток на 12–18 модулів. Міст на радіаторі кріпиться в щитку з вентиляційними отворами або окремо, але так, щоб його клеми не можна було торкнутися рукою.

Конденсатор: ставити чи ні

У PV-вході інвертора вже стоять потужні конденсатори, і вони згладжують напругу після мосту. Додатковий великий електролітичний конденсатор **не потрібен і навіть шкідливий**: у момент увімкнення він дає великий кидок струму через міст, а під час роботи ще більше «загострює» імпульси струму і гріє генератор. Інвертор чудово працює і без нього.

Заземлення і безпека

Після мосту немає гальванічної розв'язки. Обидва дроти, і «+», і «−», мають небезпечну напругу відносно землі. Тому:

- **Не заземлюйте PV+ і PV−** ні на інверторі, ні на мості.
- **Нейтраль генератора не повинна бути з'єднана з його корпусом.** Перевірте мультиметром опір між контактом N розетки і корпусом при вимкненому генераторі. Якщо там 0 Ом (перемичка), то або приберіть перемичку (якщо генератор використовується тільки для цієї схеми), або поставте розділювальний трансформатор 230/230 В відповідної потужності.
- **На час заряду від'єднайте мережу від AC-входу інвертора** (вимкніть вхідний автомат). Інакше виникає замкнений контур через заземлену нейтраль мережі, діоди мосту і силову частину інвертора.
- **Корпуси** генератора, інвертора і щитка, а також клему PE на ОПН з'єднайте з контуром заземлення.
- Не торкайтеся клем мосту і DC-кабелів під напругою: 300 В постійного струму небезпечніші за 230 В змінного.

Перед першим запуском перевірте полярність мультиметром у режимі DC: плюс мосту має йти на PV+ інвертора. Перевірте також, що в положенні перемикача «2» панелі повністю відключені.

Налаштування інвертора

- **Максимальний струм заряду** — за таблицею вище, з поправкою на споживачів.
- **Пріоритет джерела заряду** — «Сонце першим» або «Тільки сонце», щоб інвертор не намагався заряджатися ще й з AC-входу.
- **Пріоритет живлення навантаження** — SBU або «Сонце першим»: тоді споживачі отримують енергію генератора через MPPT, а АКБ тільки доповнює.
- Параметри АКБ (тип, напруга заряду і відсічки) не змінюйте — вони однакові для сонця і генератора.

Номери пунктів меню різні в різних моделях: шукайте їх в «Інструкції з використання» до вашого інвертора на сторінці товару на minertech.org.

Порядок увімкнення і вимкнення

Увімкнення

1. Автомати AC і DC вимкнені, перемикач у «0».
2. Від'єднайте мережу від AC-входу інвертора.
3. Заведіть генератор і дайте йому 1–2 хвилини прогрітися.
4. Увімкніть автомат AC.
5. Перемикач — у положення «2 Генератор».
6. Увімкніть DC-автомат. За 10–60 секунд інвертор почне заряд.
7. Перевірте на екрані напругу PV і струм заряду.

Вимкнення

1. Вимкніть DC-автомат.
2. Перемикач — у «0».
3. Вимкніть автомат AC.
4. Заглушіть генератор.
5. Поверніть перемикач у «1 Сонце» і за потреби знову підключіть мережу до AC-входу.

Не вмикайте і не вимикайте DC-лінію перемикачем під навантаженням, для цього є DC-автомат. І ніколи не глушіть генератор, поки інвертор бере від нього струм.

Ризики і гарантія

Виробники розраховують PV-вхід на сонячні панелі, тому живлення від генератора через міст — **нештатне використання**. Пошкодження PV-входу через перевищення напруги (трифазне підключення, модель із низьковольтним PV-входом), переплутану полярність, одночасне підключення панелей і генератора чи замикання через заземлення **не є гарантійним випадком**.

Якщо генератор якісний і інвертор його приймає, найпростіше заряджатися штатно, через AC-вхід у режимі «Генератор» (APL). Схему з мостом варто збирати, коли штатний спосіб не працює, і краще доручити це електрику.

Часті запитання

▼ Чи підійде інверторний генератор?

Так, і він підходить найкраще: стабільна напруга, тихий, а нейтраль зазвичай не з'єднана з корпусом. Обмеження потужності ті самі: не більше 60 % від номіналу.

▼ А генератор на 110–120 В?

Працюватиме: після мосту буде близько 160 В, це в межах MPPT більшості моделей. Але за тієї самої потужності струм удвічі більший, тож міст, кабель і запобіжники беріть із більшим запасом.

▼ Чи можна підключити генератор паралельно до панелей, без перемикача?

Ні. Напруга панелей (до 390–450 В) і генератора (близько 325 В) різна, струм піде з одного джерела в інше. Тільки перемикач із положенням «0».

▼ Інвертор із двома PV-входами — можна сонце на один, генератор на інший?

Технічно MPPT-канали незалежні, але генератор теж треба обмежувати струмом заряду, а цей параметр загальний для інвертора. Безпечніше використовувати перемикач на одному вході, а другий залишити панелям.

▼ Чи заряджається АКБ швидше, ніж через AC-вхід?

Не обов'язково. Межа — струм заряду MPPT вашого інвертора. Головна перевага схеми не швидкість, а те, що вона працює з генераторами, які інвертор через AC-вхід не приймає.

▼ Чи працює схема без акумулятора?

Ні. MPPT розраховано на роботу з АКБ, і вся схема має сенс тільки для заряду акумулятора та живлення споживачів через інвертор.

Чек-лист перед запуском

- ☐ PV-вхід інвертора — 450–500 В (не 115–150 В).
- ☐ Генератор підключено однією фазою 230 В (L–N), не між фазами.
- ☐ Нейтраль генератора не з'єднана з корпусом, або стоїть розділювальний трансформатор.
- ☐ Міст 35–50 А / 1000+ В на радіаторі з термопастою.
- ☐ Запобіжники gPV і DC-автомат 2P на ≥ 550 В DC, ОПН DC.
- ☐ Перемикач «1–0–2»: панелі й генератор ніколи разом.
- ☐ Полярність перевірена: «+» мосту на PV+.
- ☐ PV+ і PV− не заземлені, корпуси заземлені.
- ☐ Мережа від AC-входу на час заряду від'єднана.
- ☐ Струм заряду в меню обмежено: не більше 60 % потужності генератора.

Підготовлено **minertech.org**: гібридні інвертори, LiFePO4-акумулятори і готові комплекти для резервного живлення. Підберемо інвертор і акумулятор під ваш генератор і споживачів.