

Сонячний насос на ПЧ

з MPPT від Delta Electronics



Зміст

Вступ	3
Підключення	7
Робота сонячного насоса	10
Опис параметрів сонячного насоса.....	10
Екран панелі оператора	13
Опис робочого процесу	14

Вступ

Розглянемо систему, як зображено на Малюнку 1, в яку інтегровані сонячна панель, контролер. Така система використовується для водозабору, наприклад, для зрошення і широко застосовується в районах, де важкодоступна/відсутня мережа електроенергії, або вартість електроенергії висока.

При наявності сонячного освітлення сонячна панель конвертує сонячну енергію в електричну і передає її до контролеру живлення. Контролер активно відстежує точку максимальної потужності (maximum power point tracking — MPPT) відповідно до інтенсивності сонячного світла, щоб використовувати максимальну потужність сонячної панелі для перекачки.

У цьому прикладі в якості контролера використовується перетворювач частоти (інвертор) Delta лінійки MS300 який разом із сонячною панеллю та насосом створюють систему сонячного насоса. Ця система складається з сонячної панелі потужністю 7200Вт, насоса з асинхронним двигуном потужністю 7,5кВт. та перетворювача частоти потужністю 7,5кВт.



Малюнок 1 — Система сонячного насоса.

При побудові системи сонячного насоса в першу чергу оцінюється місце розміщення, площа і тип сонячної панелі; потім — обирається насос, перетворювач частоти і конкретна сонячна панель відповідно до необхідної потужності насоса.

В цьому прикладі використовується асинхронний двигун 7,5кВт 380В 16А з перетворювачем частоти 7,5кВт 460В (Таблиця 1, VFD17AMS43ANSAA) та мережа постійного струму з 24-х сонячних панелей по 300Вт.

Таблиця 1. Технічні характеристики лінійки MS300

460В 3ф											
Габарит	A/B		B	C		D		E		F	
кВт	0,4	0,75	1,5	2,2	3,7	5,5	7,5	11	15	18,5	22
к.с.	0,5	1	2	3	5	7,5	10	15	20	25	30
Номинальний струм для важкого режиму роботи	1,5	2,7	4,2	5,5	9	13	17	25	32	38	45
Номинальний струм для нормального режиму роботи	1,5	3	4,6	6,5	10,5	15,7	20,5	28	36	41,5	49

Основні технічні характеристики сонячних панелей наведені в Таблиці 2: P_{max} , V_{mp} , I_{mp} , V_{oc} , I_{sc} тощо.

P_{max} : Максимальна пікова вихідна потужність сонячної панелі в нормальних умовах роботи, є добутком пікової напруги і пікового струму.

V_{mp} : Робоча напруга сонячної панелі у точці максимальної потужності.

I_{mp} : Робочий струм сонячної панелі у точці максимальної потужності.

V_{oc} : Напруга розімкненого кола панелі (позитивний і негативний полюси сонячної панелі не з'єднані з навантаженням, так що I дорівнює 0).

I_{sc} : Струм короткого замикання панелі (коротко замкнутий позитивний і негативний полюси сонячної панелі так, що V дорівнювало 0).

Таблиця 2. Характеристики сонячних панелей.

Електричні характеристики сонячних панелей (СУВ*)

Параметр/Модуль	260Wp	270Wp	280Wp	290Wp	300Wp
Максимальна пікова потужність, P_{max} (Вт)	260	270	280	290	300
Максимальна пікова напруга, V_{mp} (В)	36,43	36,43	36,72	37,29	37,72
Максимальний піковий струм, I_{mp} (А)	7,12	7,39	7,62	7,83	7,94
Напруга розімкненого кола, V_{oc} (В)	44,13	44,13	44,42	44,85	45,21
Струм короткого замикання, I_{sc} (А)	7,92	8,12	8,22	8,53	8,62
Максимальна напруга системи (В)	1000	1000	1000	1000	1000
ККД (%)	13,47	13,99	14,5	15,02	15,54
* - P_{max} , V_{oc} , I_{sc} , V_{mp} і I_{mp} тестовані при СУВ (Стандартні Умови Випробувань, Standard Test Condition), що визначаються як опромінення 1000 Вт/м ² при АМ 1,5 сонячному спектрі $25 \pm 20^\circ$					

Вибір сонячних панелей залежить від необхідної Максимальної пікової напруги V_{mp} (у

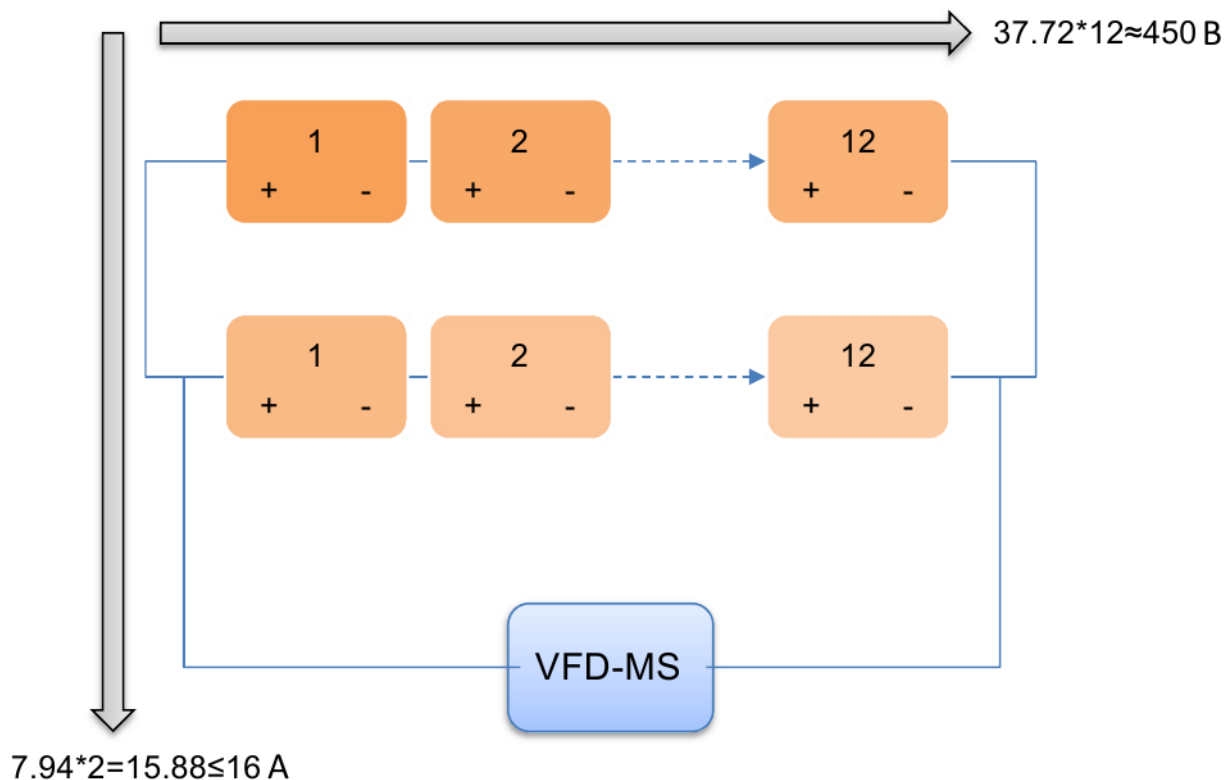
точці максимальної напруги). У наведеному прикладі, розрахункова напруга системи повинна досягати напруги 450 Vmp постійного струму, яка подається на вхід перетворювача частоти для керування роботою насоса. У разі вибору моделі сонячної панелі 300Wp потужністю 300 Вт (Малюнок 2), потрібно з'єднати послідовно щонайменше 12 модулів.

$$450\text{Vmp} / 37,72\text{Vmp} = 12 \text{ модулів.}$$

RADIANT SOLAR	
Model	Photovoltaic Module
Rated Maximum Power (Pm)	RS300P-72
Tolerance	300Wp
Voltage at Pmax(Vmp)	0 to 5w
Current at Pmax(Imp)	37.72V
Open-Circuit Voltage(Voc)	7.94A
Short-Circuit Current (Isc)	45.21V
Nominal Operating Cell Temp (NOCT)	8.62A
Maximum System Voltage	47±2°C
Maximum Series Fuse Rating	1000VDC
Operating Temperature	15A
Application Class	-40°C to +85°C
Cell Technology	Class A
Weight	Poly-Si
Dimension (mm)	24.5Kg
	1955 X 990 X 40
 WARNING : Solar PV Modules generate electricity as soon as they are exposed to light and possess a danger of electric shock	
Test Conditions : Air Mass AM1.5, Irradiance 1000W/m ² , Cell Temperature 25°C Manufactured by : Radiant Solar Private Limited An ISO 9001:2008 Certified Company No. 15, Fabcity SEZ, Raviryal Village, Maheswaram Mandal, R.R. District, Hyderabad - 501510, India E-mail : info@radiantsolar.us Visit us at : www.radiantsolar.us	

Малюнок 2. Технічні характеристики сонячної панелі.

Оскільки 12-ть модулів сонячних панелей виробляють струм 7,94А - що менше номінального струму насоса 16А - сонячні панелі необхідно з'єднати паралельно двома групами по 12 підключених послідовно модулів для досягнення розрахункових значень напруги і струму, як показано на Малюнку 3.



Малюнок 3. Схема підключення модулів сонячних панелей.

Ймовірно, основні напівпровідникові компоненти сонячних панелей з часом будуть змінюватися, як і потужність сонячних панелей, вироблених у різні періоди. Також потужність може відрізнятися в залежності від виробника. Тому особливу увагу необхідно звернути на детальну специфікацію сонячної панелі перед покупкою.

Цей приклад побудований з метою демонстрації продуктивності і ефективності. Тому потужність перетворювача частоти та насоса співвідносяться як 1:1, тобто ідентичні — 7,5кВт. Якщо вимогою є швидкість відкачування, рекомендується збільшити кількість сонячних панелей, збільшивши вихідну напругу, або зменшити потужність насоса, наприклад до 5,5кВт.

Підсумуємо послідовність вибору системи сонячного насоса, як показано на Малюнку 4. Першим кроком є підтвердження продуктивності насоса та його технічних характеристик, необхідних для конкретного випадку. Другий крок — вибір сонячних панелей з відповідними до насоса технічними характеристиками. Третій крок — визначити необхідну номінальну напругу V_{mp} , номінальний струм I_{mp} і нарешті отримати необхідну кількість сонячних панелей.

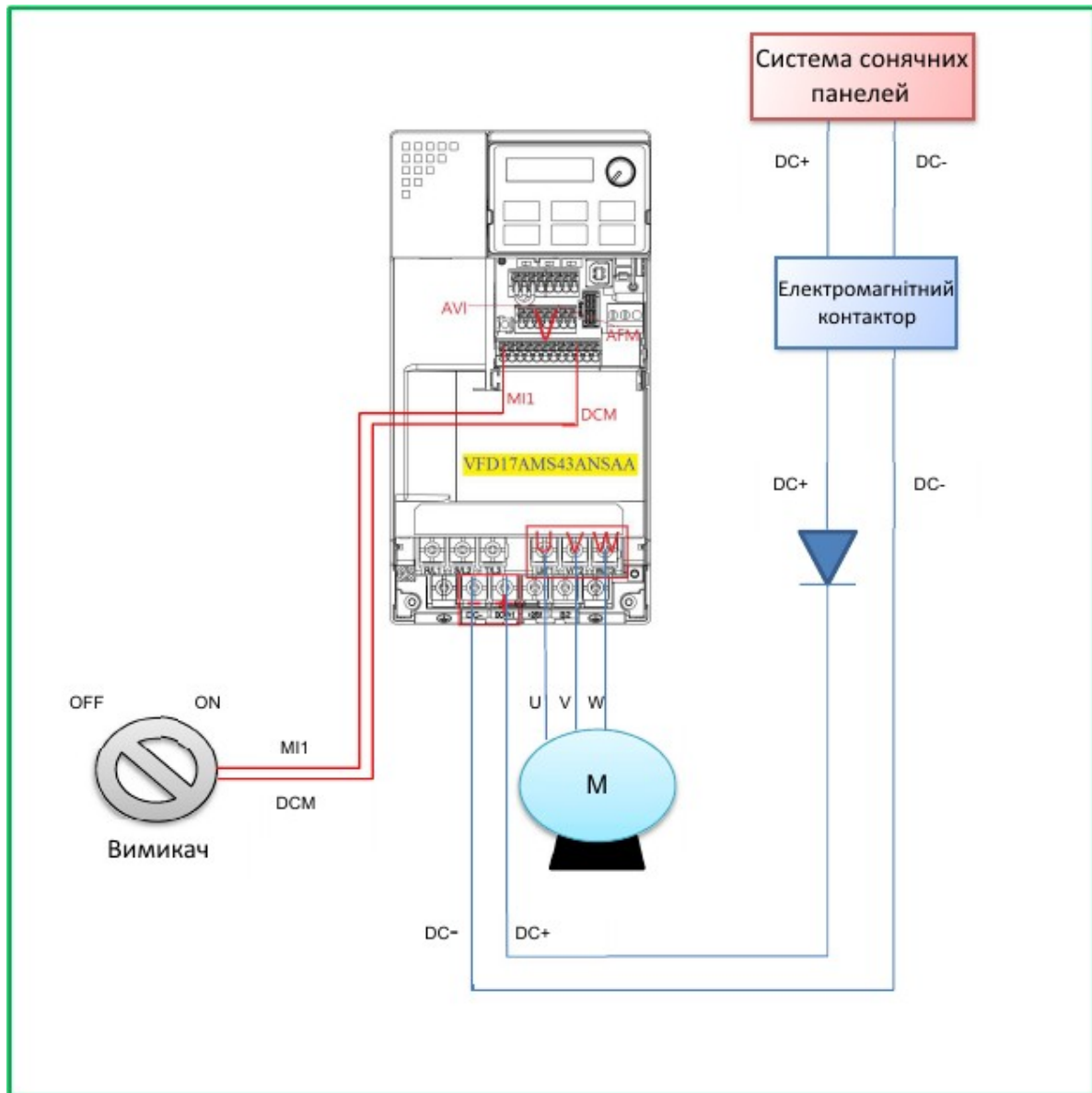


Малюнок 4. Вибір системи сонячного насоса.

Підключення

Будь ласка, виконуйте підключення згідно з Малюнком 5 та інструкціями.

- Клеми AVI та AFM перетворювача частоти мають бути коротко замкнені.
- Підключіть клеми MI1 і DCM перетворювача частоти до зовнішнього вимикача.
- Після підключення необхідної кількості сонячних панелей їх вихідні клеми підключаються на вхідні клеми електромагнітного контактора. Після того, як позитивний полюс вихідної клеми електромагнітного контактора пройде через діод, він підключається до позитивної клеми шини постійного струму перетворювача частоти, а негативний полюс - до негативної клеми шини постійного струму перетворювача частоти.
- Вихідні клеми UVW перетворювача частоти, підключаються до відповідних клем двигуна насоса.



Малюнок 5. Схема підключення перетворювача частоти.



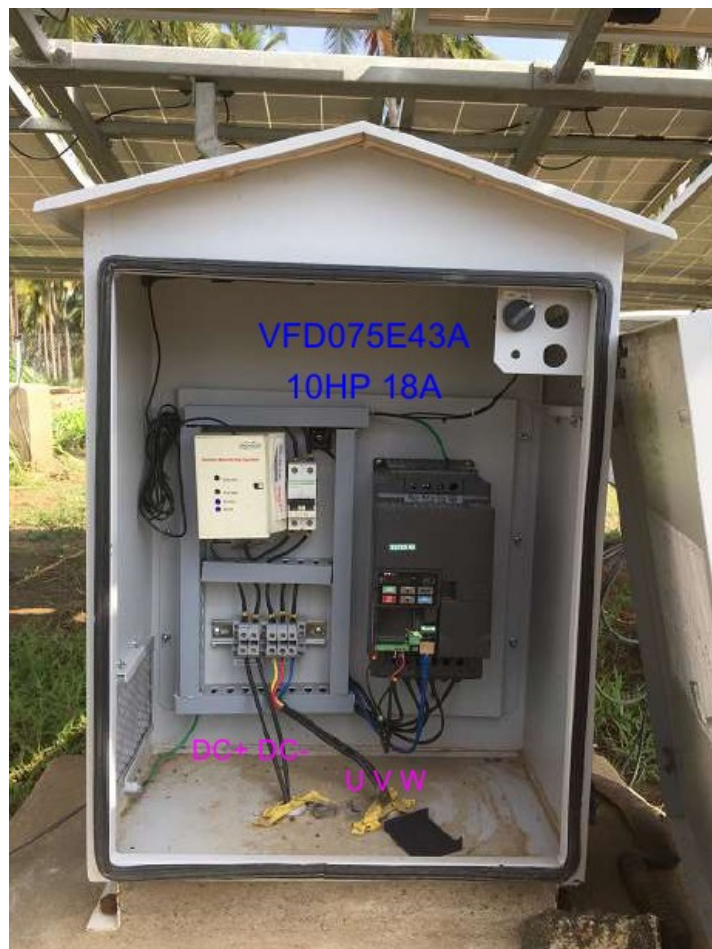
Малюнок 6. Зображення рекомендованої системи.



Малюнок 7. Зовнішній вигляд шафи.



Малюнок 8. Рекомендована установка сонячних панелей.



Малюнок 9. Шафа керування насосом.

Робота сонячного насоса

Генерована сонячною панеллю електрична енергія передається до перетворювача частоти. Перетворювач частоти отримуватиме змінний рівень напруги живлення від сонячної панелі в залежності від освітлення. Коли напруга живлення достатня, перетворювач частоти вмикається, насос починає працювати; і навпаки, коли напруга недостатня, перетворювач частоти вимикається, насос перестає працювати.

Для генерації постійно струму сонячна система оптимально використовує змінну інтенсивність сонячного світла. Коли напруга нижче встановленого коефіцієнта V_{mp} , завдання частоти зростатиме; і навпаки, коли напруга вище встановленого коефіцієнта V_{mp} , завдання частоти знижуватиметься.

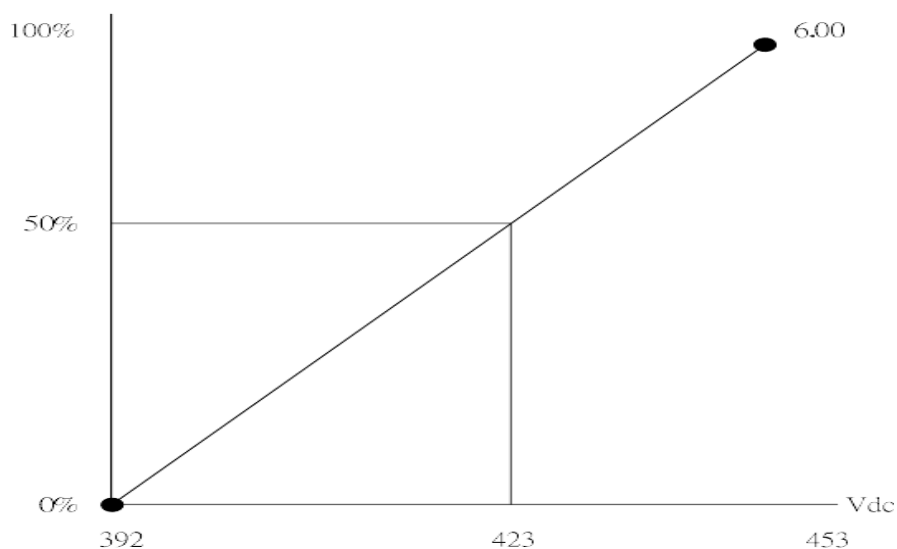
Опис параметрів сонячного насоса

Належні значення параметрів можна знайти у відповідній інструкції з експлуатації.

Параметри сонячного насоса	Опис параметра
Коефіцієнт Voc*	Коефіцієнт зворотного зв'язку Voc (див. Таблицю 3) вибирається відповідно до DC діапазону живлення сонячної панелі. Наприклад, вибір коефіцієнта 6.00 означає, що вхідна напруга буде менш 392В DC при рівні 0% зворотного зв'язку та 453В DC для рівня 100% зворотного зв'язку.
	Спосіб налаштування: На екрані KPC-CC01 натисніть F4, як показано на Малюнку 13. Після натискання F2 встановіть 6.00 і натисніть Enter.
Коефіцієнт Vmp*	Поріг збільшення/зменшення значення частоти. Відповідно до вибраного коефіцієнта Voc рекомендується встановити коефіцієнт Vmp приблизно 50% від відповідного значення напруги DC, наприклад 42,3 (423В DC). Коли сонячний насос почне працювати вранці, завдання частоти перетворювача частоти буде продовжувати зростати до максимального значення, поки напруга живлення сонячної панелі не досягне Vmp (423В DC). Протягом періоду, коли напруга зменшуватиметься відносно значення 423В DC, завдання частоти також зменшуватиметься поки не досягне значення 1 Гц.
Стартова частота	Налаштування завдання частоти. Коли сонячного світла достатньо для роботи перетворювача частоти, увімкніть Вимикач. На дисплеї буде показано завдання частоти, наприклад, 35.00 Гц. Спосіб налаштування: На екрані KPC-CC01 натисніть F4, як показано на Малюнку 13. Після натискання F3 встановіть 35.00 і натисніть Enter.

* — Коефіцієнт Voc/Vmp відрізняються від значень Voc/Vmp у розділі «Вступ», зверніть на це особливу увагу.

PID Feedback



Малюнок 11. MPPT

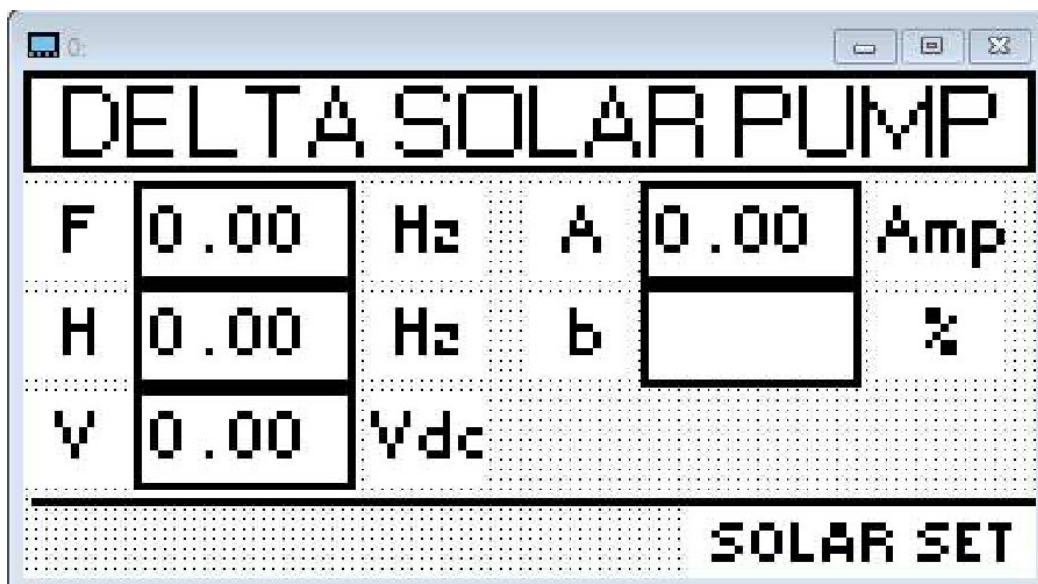
Таблиця 3. MPPT

Коефіцієнт Voc*	DC input (V DC)			Зворотній зв'язокPID
	0%	50%	100%	
2.30	150	162	174	
2.50	163	176	189	
2.70	176	190	204	
2.90	189	204	219	
3.00	196	211	227	
3.10	202	218	234	
3.20	209	225	241	
3.30	215	232	249	
3.40	222	239	257	
3.60	235	254	272	
3.80	248	268	287	
4.00	261	282	302	
4.20	275	296	317	
4.40	287	310	332	
4.60	300	324	347	
4.80	313	338	362	
5.00	327	352	378	

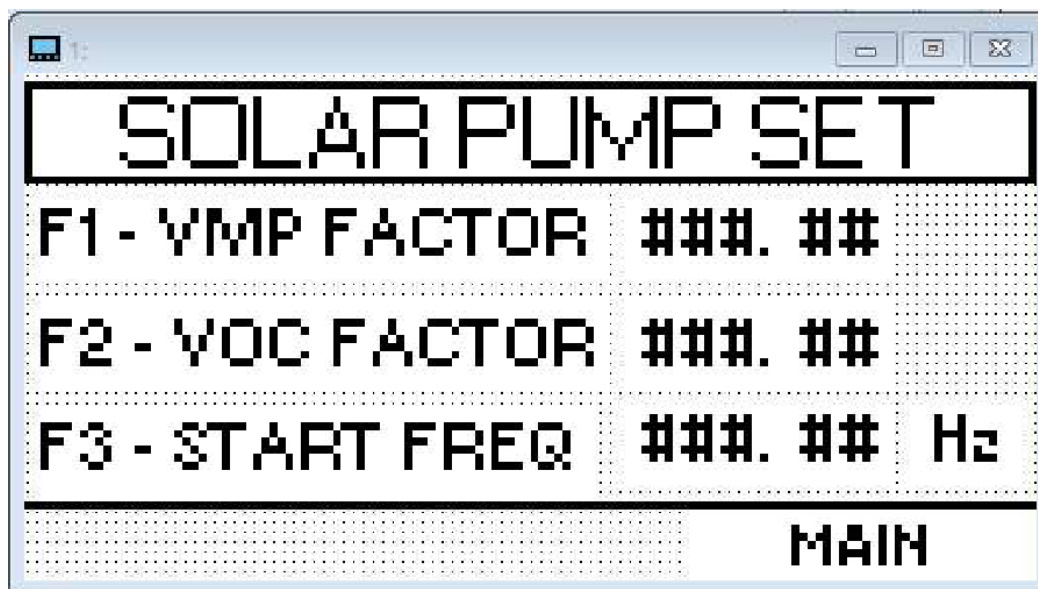
Коефіцієнт Voc*	DC input (V DC)			Зворотній зв'язокPID
	0%	50%	100%	
5.20	340	366	393	
5.40	353	380	408	
5.50	360	387	415	
5.70	373	402	430	
5.80	379	409	438	
6.00	392	423	453	
6.20	405	437	468	
6.40	418	451	483	
6.50	425	458	491	
6.60	432	465	498	
6.70	438	473	506	
6.80	445	479	513	
6.90	451	486	521	
7.00	458	493	528	
7.10	465	501	536	
7.20	471	508	544	
7.30	477	515	551	
7.40	484	522	559	
7.50	490	529	566	
7.60	497	536	574	
7.70	504	543	581	
7.90	517	557	596	
8.10	530	571	612	
8.50	556	599	642	

Екран панелі оператора

Використовуйте панель оператора KPC-CC01 (постачається опціонально), щоб розширити площу екрану панелі оператора для зручного налаштування параметрів та моніторингу стану (Малюнки 12 та 13).



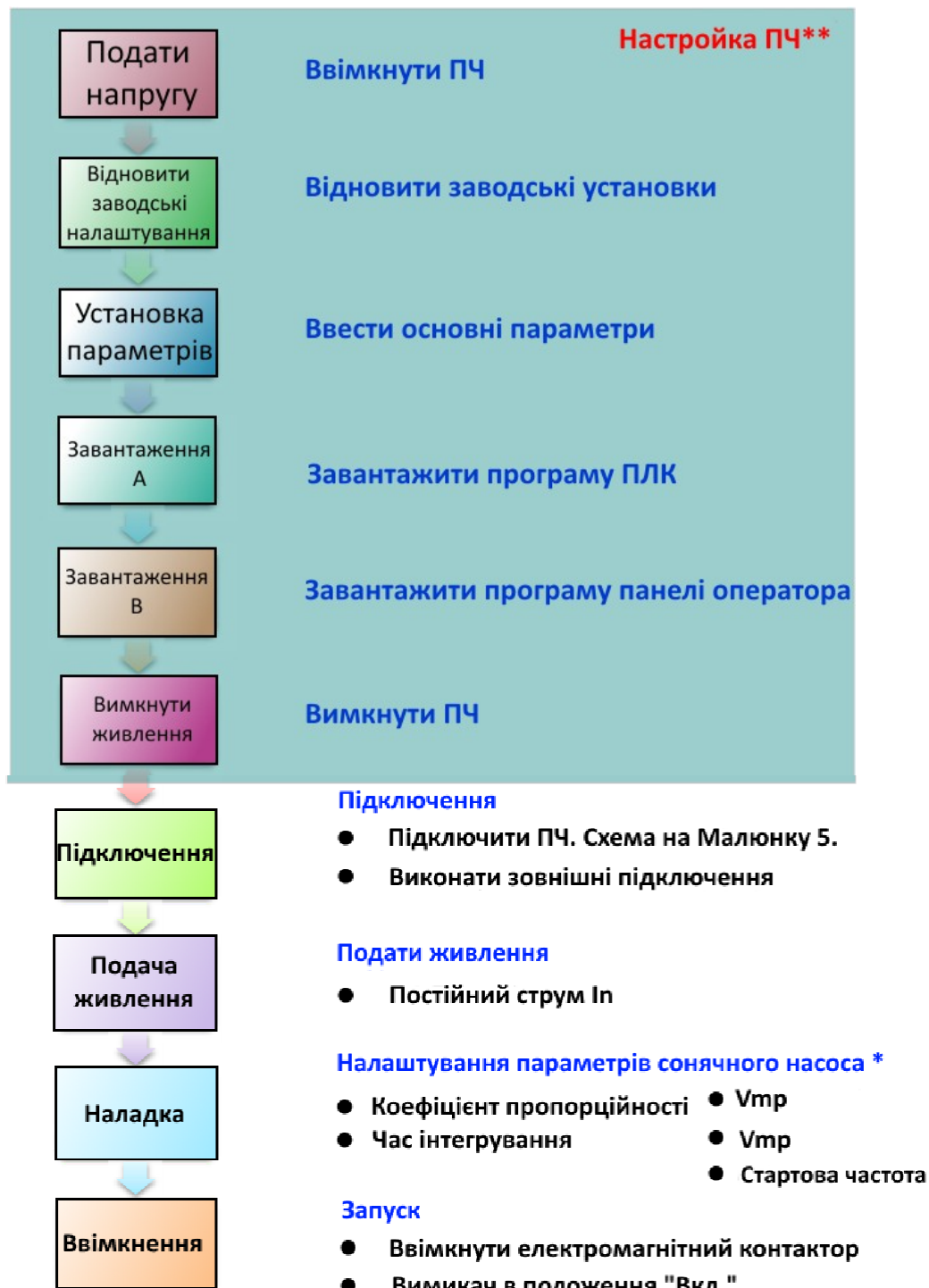
Малюнок 12. Екран моніторингу стану сонячного насоса.



Малюнок 13. Екран параметрів сонячного насоса.

Опис робочого процесу

Нижче наведені етапи вводу сонячного насоса в експлуатацію.



*Параметри сонячного насоса див. Таблицю 3. Крім того, Параметри PID задаються відповідно до конкретних вимог роботи системи.

** Остаточне коригування параметрів повинно здійснюватися відповідно до конкретних вимог роботи системи.