

Temat: Falowniki w instalacji PV – charakterystyka. Montaż falowników.

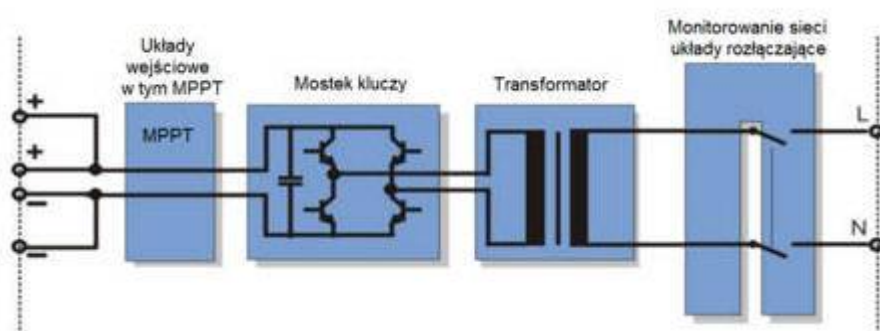
Stopień ochrony IP. Podsumowanie wiadomości – test.

Zapoznaj się z notatką dotyczącą falowników oraz stopni ochrony. Pod spodem, w ramach powtórzenia, jest do rozwiązania test (link).

Falowniki

Są urządzeniami mającym za zadanie zamianę energii z modułów fotowoltaicznych, która jest w postaci prądu i napięcia stałego, na prąd i napięcie przemienne o częstotliwości dopasowanej do pracujących urządzeń elektrycznych. Współcześnie falownik pełni też funkcje urządzenia rejestrującego przepływ energii. Głównym elementem (sercem) każdego falownika jest układ mostkowy tranzystorowy (tzw. "mostek kluczy") zamieniający prąd stały na sinusoidalny o stałej częstotliwości i napięciu, niezależnie od parametrów wejściowych ze strony paneli fotowoltaicznych.

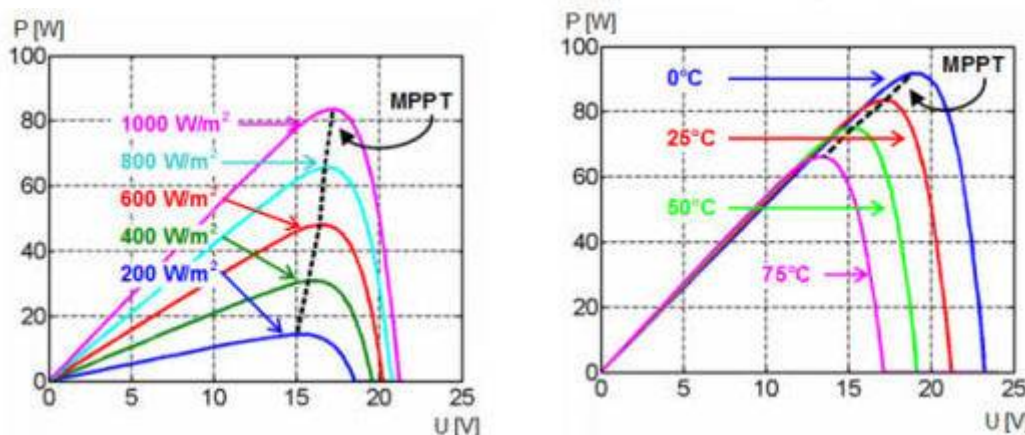
Rys. Schemat wewnętrznej budowy falownika transformatorowego



Dodatkowo falownik posiada układy:
- wejściowe - dominują w nich układy stabilizacji napięcia

wyposażone w kondensatory oraz układy śledzenia **MPPT** (Maximum Power Point Tracking).

MPPT to zaawansowany układ śledzenia maksymalnego punktu mocy, który może zwiększyć ilość uzyskanej energii nawet o 20% (w relacji do falownika bez układu MPPT). Wszystkie nowoczesne falowniki mają przynajmniej jeden taki układ, warto więc wiedzieć, do czego on służy. Moduły fotowoltaiczne nie mają pojedynczego punktu mocy maksymalnej (MPP). Zmienia się on w zależności od natężenia promieniowania i temperatury, ponieważ zmienia się kształt charakterystyki mocy w funkcji napięcia. Zadaniem układu MPPT jest „śledzenie” tego punktu i jak najszybsze dopasowanie się do nowej jego wartości. Od szybkości i sprawności działania układu MPPT zależy wartość przetworzonej energii, dlatego układ ten jest tak istotny.



Rys. Zmiana położenia punktu MPPT w zależności od nasłonecznienia i temperatury modułu.

Opcjonalnie w układach wejściowych mogą się też znajdować ograniczniki przepięć, bezpieczniki, rozłączniki.

- wyjściowe - w skład, których wchodzi głównie układy filtrujące, dławiki, które mają za zadanie zapewnić prąd wysokiej jakości i stabilności.

Podział falowników

Inwertery zależnie do sposobu pracy dzielą się na trzy zasadnicze grupy:

– „**off-grid**” – pracuje niezależnie od zewnętrznej sieci energetycznej i tym samym wymagają budowy instalacji tzw. wyspowych (odseparowanych od zewnętrznej sieci energetycznej), nadają się do współpracy z baterią akumulatorów



Fot. falowniki po lewej - wyspowy (off grid), po prawej - sieciowy (on grid)

– „**on-grid**” – pracuje w ścisłym powiązaniu z zewnętrznym systemem energetycznym, stale dopasowując podstawowe parametry pracy (amplituda, faza oraz częstotliwość napięcia) do parametrów zewnętrznej

sieci energetycznej. W przypadku zaniku napięcia w sieci zewnętrznej następuje automatyczne wyłączenie inwertera. Inwertery sieciowe nie mogą współpracować z akumulatorami

- "**hybrydowy**" - może pracować tak jak sieciowy i wyspowy. W odróżnieniu do poprzednich rozwiązań potrafi jednocześnie zasilać energią i odbiorniki prądu przemiennego, sieć publiczną jak i ładować baterie akumulatorów. Jest dużo droższy od wyspowych i sieciowych, ale zapewnia najwyższą sprawność pozyskiwania i przetwarzania energii solarnej. Falowniki hybrydowe dzięki swojej unikalnej konstrukcji i zasadzie działania mogą posiadać w budowie dodatkowo baterie akumulatorów pełniąc funkcje inwertera i domowego magazynu energii.

Układ hybrydowy w przypadku małego zapotrzebowania na energię w budynku gromadzi jej nadmiar w baterii akumulatorów. Jeśli pobór energii rośnie część pobierana jest z paneli PV, a część pokrywana z akumulatora. Przy bardzo dużym zapotrzebowaniu na energię brakująca ilość pobierana jest z sieci. Podobnie przy przeładowanych akumulatorach (np. okres urlopowy) falownik może pracować jako sieciowy i przesyłać energię bezpośrednio do sieci EE (elektroenergetycznej). Rozwiązanie takie pozwala zabezpieczyć potrzeby energetyczne mieszkańca nawet w 99%. Dla porównania, falownik typu on grid pozwala na wykorzystanie maksymalnie do 30% wyprodukowanej energii. Reszta oddawana jest do sieci, co przy niskich stawkach za kWp jest często nieopłacalne.

Wszystkie falowniki typu on grid mają tzw. zabezpieczenie wyspowe i przy braku prądu z sieci nie będą pracowały (zostaną automatycznie odłączone). Sytuacja taka związana jest z jednej strony z częstotliwością pobieraną przez falownik z sieci, z drugiej strony stanowi dodatkowe zabezpieczenie przeciwporażeniowe (wyłączenie prądu z innych potencjalnych źródeł, czyli separacja sieci, chroni elektryka dokonującego naprawy sieci przed przypadkowym porażeniem prądem).

Ze względu na wielkość falowniki można dalej dzielić na:

- **mikroinwertery** - współpracujące tylko z jednym modułem fotowoltaicznym. UWAGA - na rynku są też podobne urządzenia zwane Power Optimizer (optymalizatory mocy), które mają za zadanie poprawić

wydajność modułu PV, ale nie zamieniają prądu stałego na przemienny. Ich zastosowanie w instalacji nie wyklucza tradycyjnego falownika stringowego, ale pozwala uzyskać większą moc pojedynczych paneli.



Fot. Mikroinwerter Sunny Boy 240.

Rys. Przykładowe przyłączenie trzech paneli przy użyciu mikrofalowników

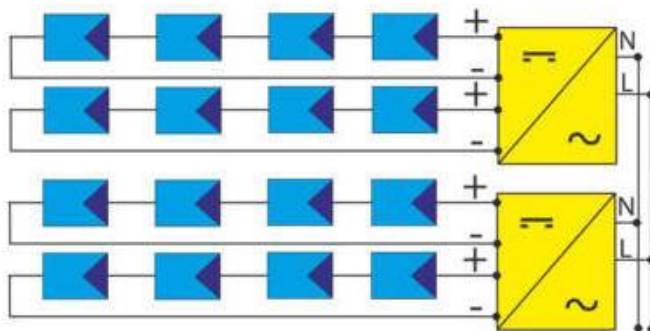


Rys. Instalacja trzech paneli z optymizatorami mocy. Po prawej pojedynczy optymizer firmy SolarEdge

- **inwertery stringowe** - obsługujące w zależności od wielkości instalacji fotowoltaicznej wszystkie panele lub tylko część instalacji (jeden string). Na rynku zwane są też falownikami szeregowymi.

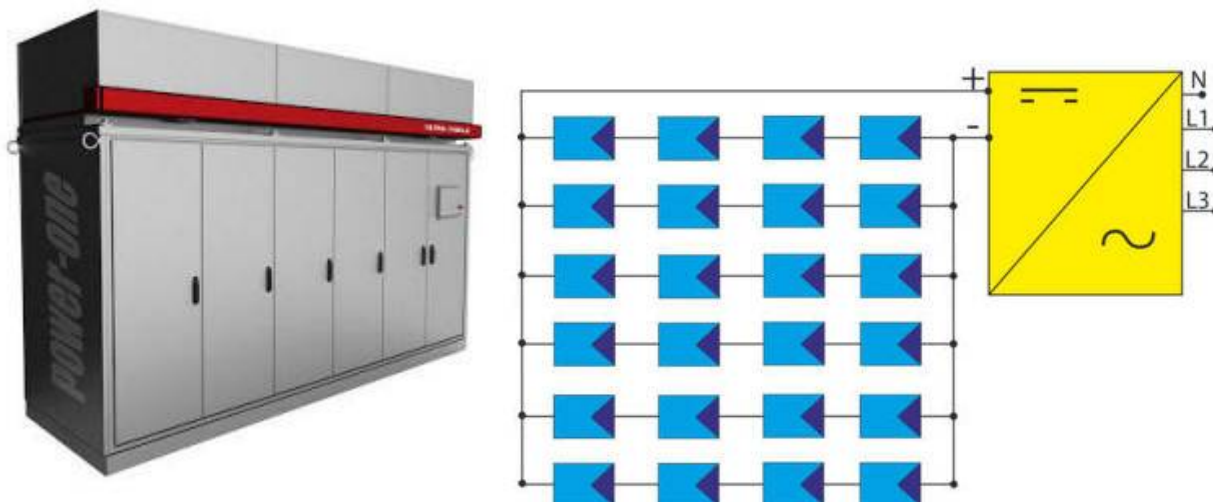
Fot. Falownik stringowy do małych instalacji → fotowoltaicznych.

Falowniki szeregowy mają na ogół moce od 1-30kW.



Rys. Schemat podłączenia dwóch stringów do osobnych falowników szeregowych (rys. Solaris).

Falowniki centralne - mają zastosowanie w dużych i bardzo dużych instalacjach solarnych i farmach solarnych, gdzie moce wahają się od kilkuset do nawet kilku MW. Przy takim rozwiązaniu moduły fotowoltaiczne łączone są najpierw szeregowo w stringi a następnie wszystkie stringi połączone są równolegle do jednego głównego falownika.



Fot. Falownik centralny, po prawej idea pracy (Solaris)

W praktyce stosowanie na jednej farmie falowników centralnych jest dość rzadkie. W tego typu dużych instalacjach projektuje się kilkadziesiąt, a nawet kilkaset falowników szeregowych, co jest droższe, ale zapewnia:

- większą niezawodność instalacji, jeśli uszkodzi się pojedynczy falownik, wyłączeniu podlega tylko fragment systemu
- łatwiej zaprojektować jest jeden falownik do określonej sekcji paneli, łatwiej jest go serwisować
- przy bardzo dużych farmach nie wszystkie ogniwa pracują z jednakową sprawnością, podzielenie całego pola na mniejsze sekcje zarządzane przez pojedyncze falowniki jest bardziej optymalne
- niższe koszty okablowania po stronie DC

Zalety systemu centralnego to oczywiście niższy koszt samego falownika, możliwość zabezpieczenia falownika poprzez umieszczenie go w wydzielonym pomieszczeniu w budynku, niższe koszty okablowania po stronie AC.

Ze względu na izolację falowniki można dzielić na:

- transformatorowe
- beztransformatorowe

Falowniki beztransformatorowe zdominowały obecnie rynek instalacji fotowoltaicznych. Na tle konstrukcji transformatorowych są zdecydowanie lepsze oraz mają lepszą sprawność w szerokim zakresie obciążenia. Z kolei falowniki transformatorowe jak sama nazwa wskazuje posiadają transformator pozwalający na galwaniczne oddzielenie strony DC od strony AC, ta cecha jest niezbędna przy instalacji pewnych typów modułów PV.



Falownik
Beztransformatorowy



Falownik
Transformatorowy

Zalety falowników z transformatorem:

- wyższy stopień bezpieczeństwa (izolacja galwaniczna)
- mniej elementów wewnątrz falownika
- lepsza jakość generowanego napięcia / mniejsza emisja promieniowania (zakłócenia w otoczeniu) i mniej “śmieci” przedostaje się do sieci energetycznej
- zgodność z wszystkimi typami modułów PV
- brak efektu PID

Wyższy stopień bezpieczeństwa wynika przede wszystkim w izolacji galwanicznej (oddzielenie strony DC czyli modułów PV od strony AC sieciowej. W falownikach beztransformatorowych jest znacznie więcej komponentów, układów pomiarowych i elektroniki, które głównie odpowiadają za bezpieczeństwo, np. układ różnicowoprądowy. Więcej komponentów oznacza więcej potencjalnych przyczyn awarii.

Uziemienie modułu jest możliwe z falownikami transformatorowymi.

Właściwości pracy falowników - **Mikrofalowniki**

Mikrofalowniki zamieniają prąd stały na przemienny na poziomie jednego modułu fotowoltaicznego. Rozwiązanie takie umożliwia uzyskanie maksymalnej mocy i sprawności z każdego modułu PV, co przy kilkunastu modułach w instalacji może dawać duże zyski energii. Mikroinwerter nie na darmo nazywa się optymistą mocy, bowiem optymalizuje pracę panelu starając się wyciągnąć z niego maksymalną moc zgodnie z punktem MPP, przy czym praca sąsiednich modułów nie ma na nią wpływu. Montaż paneli PV na dachu, czy na gruncie w taki sposób, aby każdy z nich pracował na identycznych parametrach jest bardzo trudny, a w wielu przypadkach wręcz niemożliwy. Decyduje o tym wiele czynników, jak:

- nachylenie w stosunku do poziomu – azymut - chwilowe zacienienie, zakurzenie - różnice w wielu paneli
- różnice w wymiarach, itp.

Wszystkie te czynniki powodują, że w tej samej instalacji PV jeden panel może mieć moc chwilową 180W, drugi 190W, trzeci 220, etc. **Jeśli wszystkie podłączone są do jednego inwertera, to moc stringu będzie zależna od najsłabszego ogniwa.**

Najlepiej to widać na zamieszczonej ilustracji: Przy czterech panelach o mocy np. 100W każdy, z których jeden jest chwilowo przysłonięty i ma tylko 50% mocy, moc łańcucha w przypadku klasycznego inwertera stringowego przy założeniu jego sprawności 95% wyniesie:

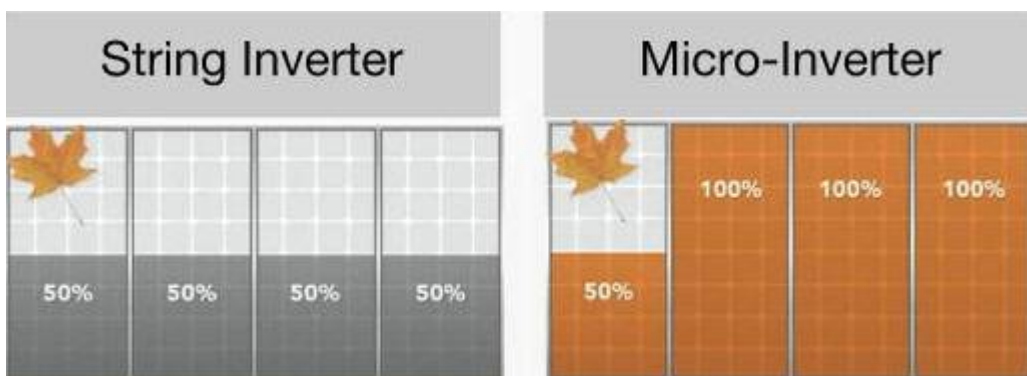
$$4 \times 0,5 \times 0,95 \times 100W = 190W$$

W tej samej instalacji ale z panelami podłączonymi do mikroinwerterów o tej samej sprawności moc instalacji wyniesie:

$$(1 \times 0,5 \times 100 + 3 \times 100) \times 0,95 = 332,5W.$$

Mikroinwertery są bardzo wygodnym rozwiązaniem:

- w małych instalacjach, w których co najmniej jeden panel w ciągu dnia podlega okresowemu zacienieniu
- w instalacjach podlegających stałej rozbudowie, gdzie inwestor dodaje nowe panele (nowe jednostki nawet tego samego producenta będą się zawsze różnić minimalnie mocą)
- instalacjach, w których poszczególne panele są w różnym stopniu nachylone lub leżą na różnych połaciach dachu (inny azymut).



Mikroinwertery podłącza się po stronie AC od razu do sieci. Do jednej fazy można podłączyć do 12 mikroinwerterów.

Stopień ochrony (współczynnik IP falownika)

Każde urządzenie elektryczne ma dzisiaj ustalany tzw. **International Protection Rating** znany w skrócie jako **IP** urządzenia. Współczynnik ten określa wytrzymałość urządzenia na:

- wpływ wilgoci
- dostęp do niebezpiecznych części wewnątrz obudowy
- wnikaniem do obudowy ciał obcych, np. kurzu, pyłków roślin, itp

- pierwsza cyfra charakterystyczna – oznacza, że obudowa zapewnia ochronę ludzi przed dostępem do niebezpiecznych części umieszczonych wewnątrz, i równocześnie zapewnia ochronę przed wnikaniem obcych ciał stałych,
- druga cyfra charakterystyczna – oznacza, że obudowa zapewnia ochronę przed skutkami wnikania wody,
- litera dodatkowa (nieobowiązkowa) – oznacza, że obudowa zapewnia ochronę ludzi przed dostępem do niebezpiecznych części. Stosuje się ją gdy:
 - ochrona przed dostępem do niebezpiecznych części jest wyższa niż wynika to z oznaczenia pierwszą cyfrą charakterystyczną,
 - oznaczana jest ochrona tylko przed dostępem do części niebezpiecznych – wówczas pierwsza cyfra charakterystyczna zastępowana jest literą X.

Pierwsza cyfra charakterystyczna (zgodnie z PN-EN 60529:2003)

Cyfra	Stopień ochrony
0	bez ochrony
1	• ochrona przed dostępem do części niebezpiecznych wierzchem dłoni • ochrona przed obcymi ciałami stałymi o średnicy 50 mm i większej
2	• ochrona przed dostępem do części niebezpiecznych palcem • ochrona przed obcymi ciałami stałymi o średnicy 12,5 mm i większej
3	• ochrona przed dostępem do części niebezpiecznych narzędziem • ochrona przed obcymi ciałami stałymi o średnicy 2,5 mm i większej
4	• ochrona przed dostępem do części niebezpiecznych drutem • ochrona przed obcymi ciałami stałymi o średnicy 1 mm i większej
5	• ochrona przed dostępem do części niebezpiecznych drutem • ochrona przed pyłem
6	• ochrona przed dostępem do części niebezpiecznych drutem • ochrona pyłoszczelna

Druga cyfra charakterystyczna

Cyfra	stopień ochrony
0	bez ochrony
1	ochrona przed padającymi kroplami wody
2	ochrona przed padającymi kroplami wody przy wychyleniu obudowy o dowolny kąt do 15° od pionu w każdą stronę
3	ochrona przed natryskiwanym wodą pod dowolnym kątem do 60° od pionu z każdej strony
4	ochrona przed bryzgami wody z dowolnego kierunku
5	ochrona przed strugą wody (12,5 l/min) laną na obudowę z dowolnej strony
6	ochrona przed silną strugą wody (100 l/min) laną na obudowę z dowolnej strony
7	ochrona przed skutkami krótkotrwałego zanurzenia w wodzie (30 min na głębokość 0,15 m powyżej wierzchu obudowy lub 1 m powyżej spodu dla obudów niższych niż 0,85 m)
8	ochrona przed skutkami ciągłego zanurzenia w wodzie (obudowa ciągle zanurzona w wodzie, w warunkach uzgodnionych między producentem i użytkownikiem, lecz surowszych niż według cyfry 7)

Falowniki mają ochronę IP 54 ÷ IP 65

Montaż falowników

Pod podanym linkiem są podane informacje na temat montażu falowników. Zwróć tylko uwagę na zasady montażu napisane na początku rozdziału oraz na miejsce montażu (piktogramy i ich opis).

<http://www.instsani.pl/1017/montaz-falownikow>

Test podany jest pod linkiem:

<https://arkusze.pl/zawodowy/b21-2020-styczen-egzamin-zawodowy-pisemny.pdf>

Po wykonanym teście możesz sprawdzić swoje odpowiedzi:

<https://arkusze.pl/zawodowy/b21-2020-styczen-egzamin-zawodowy-pisemny-odpowiedzi.pdf>

Źródło: instsani.pl

Paulina Midera