Uszkodzenia falowników fotowoltaicznych i degradacja modułów

Polska wersja materiału Bajog electronic z uwagami redakcyjnymi.

Materiał archiwalny. Opisane przypadki, ceny, prognozy i odniesienia do norm dotyczą czasu powstania źródła. Nie stanowią aktualnej specyfikacji wszystkich produktów.

Tło problemu

Autor opisuje liczne doniesienia z trzech lat poprzedzających publikację o zakłóceniach, awariach, wymianach i akcjach przywoławczych falowników fotowoltaicznych znanych producentów. Wspomina zdarzenia z wiosny 2013 roku, w których uszkodzenia kondensatorów wiązano z eksplozją i pożarem urządzenia.

Jako przykłady wskazano dyskusję na portalu Photovoltaikforum oraz stanowisko niemieckiego związku straży pożarnych dotyczące instalacji PV. Gaszenie takich pożarów opisano jako szczególnie niebezpieczne.

Dla właściciela awaria oznacza stratę finansową i konieczność usunięcia usterki. Instalacje bywają finansowane kredytem, którego spłatę planuje się w oparciu o przewidywaną produkcję energii. Dodatkowe koszty przestoju nie zawsze są uwzględnione w takim rachunku ani objęte ubezpieczeniem.

Przyczyny awarii falownika

Falowniki są narażone na znaczne zmiany temperatury i wilgotności. Autor zwraca szczególną uwagę na kondensatory. Uważa, że założenia badań kondensatorów X2 i Y2 powstały w latach 70. i 80., gdy dominowały odbiorniki liniowe, a późniejszy rozwój tranzystorów mocy, IGBT i sterowania tyrystorowego zmienił charakter zakłóceń w sieci.

W artykule postuluje się dostosowanie badań elementów do tych obciążeń. Autor odsyła do materiałów Bajog o uszkodzeniach kondensatorów X2/Y2 i potrzebie zmian normalizacyjnych. Ocena norm odzwierciedla stan i stanowisko autora w okresie publikacji.

Oddziaływanie na moduły PV

Według Bajog odpowiednio dobrane filtry po stronie sieci AC i obwodu DC powinny ograniczać zakłócenia pochodzące zarówno z sieci, jak i z falownika. Dobór musi uwzględniać oddziaływania w obu kierunkach i sprzężenia pojemnościowe.

Autor zauważa, że ze względów kosztowych filtr DC bywa pomijany lub dobierany niewłaściwie, a filtr AC realizowany na płytce drukowanej. Przy niewystarczającej filtracji napięcia zakłócające falownika przedostają się na przewody DC. Moduły i przewody mogą wtedy uczestniczyć w promieniowaniu zakłóceń jak antena.

W źródle powiązano obciążenie prądami asymetrycznymi z przyspieszoną degradacją modułów. Przywołano opracowanie Hochschule Albstadt-Sigmaringen dotyczące promieniowania instalacji PV. Jest to przedstawiony przez autora mechanizm i interpretacja; nie oznacza, że każda utrata wydajności modułu ma tę przyczynę.

Zestawienie przyczyn i skutków

Zakłócenia sieciowe i stromości napięcia dochodzące w opisanych przypadkach do 10 kV/µs mogą obciążać elementy falownika. Autor wskazuje, że w miastach i obszarach przemysłowych wpływ harmonicznych, impulsów i stanów przejściowych bywa większy niż na terenach wiejskich.

Niedostosowane filtry AC na płytce, standardowe kondensatory X2/Y2 i filtry DC mogą ulegać degradacji. Artykuł wiąże to z awariami falowników i przyspieszonym starzeniem modułów.

Trzecim wskazanym czynnikiem jest niedostosowanie ówczesnych badań elementów do rzeczywistych zaburzeń sieciowych.

Zalecenia i postulaty producenta

Bajog zaleca odpowiednio dobrane filtry AC i DC w obudowie. Dla filtra AC wymienia: wysokie tłumienie w zakresie 1-500 kHz; brak niepożądanego nasycania przy dużych prądach asymetrycznych; stabilne właściwości po 15 latach pracy w temperaturach dodatnich i ujemnych; odporność na dU/dt. Podobne wymagania wskazuje dla filtra DC.

Autor postuluje współczesne badania filtrów do falowników fotowoltaicznych i przemienników częstotliwości, oceniając, że samo odniesienie do EN 133200 nie wystarcza.

W propozycji badań kondensatorów wymienia różne temperatury, do 85°C, wilgotność względną 85%, prąd znamionowy oraz impulsy co najmniej 2 kV/µs, występujące 10 razy w ciągu 500 godzin. Zapis źródłowy dotyczący temperatur dodatnich i ujemnych nie podaje kompletnego cyklu badania; powyższe dane nie są samodzielną procedurą testową.

Postulowana zmiana EN 55011-55022 obejmuje rozszerzenie pomiarów napięć zakłócających z 150 kHz-30 MHz na 1 kHz-30 MHz. Autor proponuje maksymalnie 80 dBµV w paśmie 1-10 kHz i 60 dBµV w paśmie 10-150 kHz.

Celem tych propozycji jest ograniczenie wzajemnego zakłócania urządzeń, poprawa komunikacji PLC inteligentnych liczników w paśmie CENELEC oraz stworzenie warunków niezawodnej pracy sieci Smart Grid. Są to postulaty z artykułu, nie zestaw obowiązujących obecnie limitów.

Źródło i kontakt

Bajog electronic GmbH. Dokument źródłowy: DT_03_Solarwechselrichter_Englisch.pdf.

Polskie opracowanie: Maschek Polska. Pytania o dobór rozwiązań: s.stepa@maschekpolska.pl, tel. +48 663 365 904. www.maschekpolska.pl