Wdrożenie wymogów wynikających z zapisów Rozporządzenia Komisji (UE) 2016/1447 z dnia 26 sierpnia 2016 r. ustanawiające kodeks sieci określający wymogi dotyczące przyłączenia do sieci systemów wysokiego napięcia prądu stałego oraz modułów parku energii z podłączeniem prądu stałego

Program ramowy testu zgodności
modułu parku energii z podłączeniem prądu stałego
w zakresie

- **pracy w trybie regulacji współczynnika mocy**

Spis treści

1. Cel i zakres opracowania 3
2. Definicje i skróty stosowane w dokumencie 3
3. Parametry techniczne testowanego modułu 4
4. Ogólne zasady przeprowadzenia testu 4
5. Wymagane warunki w czasie realizacji testu 4
6. Wielkości mierzone w czasie realizacji testu 5
7. Wielkości wejściowe (wymuszające) 5
8. Wielkości wyjściowe (odpowiedź układu) 6
9. Sposób i zakres przeprowadzenia testu 6
   9.1. Określenie dokładności układu regulacji 6
   9.2. Sprawdzenia wymaganego skoku i zakresu nastaw 6
   9.3. Sprawdzenie odpowiedzi mocy biernej na skokową zmianę mocy czynnej 7
10. Kryteria oceny testu zgodności 7

1. Cel i zakres opracowania

Celem niniejszego dokumentu jest uszczegółowienie wymagań dotyczących testowania zgodności oraz sposobu ich przeprowadzania, na podstawie zapisów Rozporządzenia Komisji (UE) 2016/1447 z dnia 26 sierpnia 2016 r. ustanawiającego kodeks sieci określający wymogi dotyczące przyłączenia do sieci systemów wysokiego napięcia prądu stałego oraz modułów parku energii z podłączeniem prądu stałego (dalej: **NC HVDC**) oraz dokumentów związanych wynikających z zapisów rozporządzenia.

Ogólne zasady przeprowadzania testów określono w dokumencie *Procedura testowania, symulacji i certyfikacji PPM DC*, a niniejsze dokument jest ściśle z nim powiązany i stanowi jego uszczegółowienie w zakresie przeprowadzenia testów potwierdzających zdolność PPM DC do pracy w trybie regulacji współczynnika mocy zgodnie z art. 72 ust. 6 w zw. z art. art. 21 ust. 3 lit. d) rozporządzenia (UE) 2016/631 (NC RfG);

2. Definicje i skróty stosowane w dokumencie

Sformułowania występujące w niniejszym dokumencie są zgodnie z definicjami określonymi w NC HVDC oraz w dokumentach związanym z NC HVDC:

Wykaz stosowanych skrótów:

- **NC HVDC** – Rozporządzenie Komisji (UE) 2016/1447 z dnia 26 sierpnia 2016 r. ustanawiające kodeks sieci określający wymogi dotyczące przyłączenia do sieci systemów wysokiego napięcia prądu stałego oraz modułów parku energii z podłączeniem prądu stałego;
- **NC RfG** – Rozporządzenie Komisji (UE) 2016/631 z dnia 14 kwietnia 2016 r. ustanawiające kodeks sieci dotyczący wymogów w zakresie przyłączenia jednostek wytwórczych do sieci;
- **Pmin** – minimalna zdolność przesyłowa mocy czynnej HVDC zgodna z definicją w NC HVDC;
- **Pmax** – maksymalna zdolność przesyłowa mocy czynnej HVDC zgodna z definicją w NC HVDC;
- $\mathbf{Q_{maxp}}$ – moc maksymalna bierna w kierunku wprowadzania zgodna z profilami P-Q/Pmax z 21 NC RfG,
- $\mathbf{Q_{maxz}}$ – moc maksymalna bierna w kierunku odbioru zgodnie profilem P-Q/Pmax z art. 21 NC RfG,
- $\mathbf{P_{SP}}$ – wartość zadana mocy czynnej w układach regulacji modułu parku energii z podłączeniem prądu stałego,
- $\mathbf{cos\varphi_{SP}}$ – wartość zadana współczynnika mocy w układach regulacji modułu parku energii z podłączeniem prądu stałego,
- **cos φ -** współczynnik mocy rozumiany, jako stosunek mocy czynnej do mocy pozornej
- **moduł parku energii z podłączeniem prądu stałego** – moduł parku energii przyłączony za pomocą jednego lub więcej przyłączy HVDC do jednego lub więcej systemów HVDC;

- **maksymalny prąd PPM DC** – największy prąd fazowy skojarzony z punktem pracy wewnątrz profilu U-Q/Pmax modułu parku energii z podłączeniem prądu stałego przy maksymalnej zdolności generacji mocy czynnej zgodnie z definicją z NC HVDC.

- **Procedura testowania, symulacji i certyfikacji PPM DC –** dokument pt.: „*Procedura testowania modułów parku energii z podłączeniem prądu stałego wraz z podziałem obowiązków między właścicielem modułu parku energii z podłączeniem prądu stałego a właściwym operatorem systemu na potrzeby testów oraz warunki i procedura dotyczące wykorzystania odpowiednich certyfikatów sprzętu*"

3. Parametry techniczne testowanego PPM DC

Minimalne wymagania co do zakresu informacji technicznych o testowanym PPM DC, które należy przedstawić w szczegółowym programie testu zdolności do pracy w trybie regulacji współczynnika mocy powinny obejmować ogólny opis techniczny obiektu zawierający m. in.:

a) informacje na temat zastosowanych technologii wytwarzania energii PPM DC,
b) lokalizację PPM DC,
c) podstawowy opis układu elektroenergetycznego PPM DC, układów sterowania i regulacji mocy biernej i napięcia, w tym schemat układu wraz z wyprowadzeniem mocy oraz nastaw zabezpieczeń,
d) moc maksymalną – P_{max},
e) moc minimalną – P_{min},
f) moc maksymalna bierna w kierunku wprowadzania – Q_{maxp},
g) moc maksymalna bierna w kierunku odbioru – Q_{maxz},
h) informacje na temat punktu przyłączenia PPM DC do sieci.

4. Ogólne zasady przeprowadzenia testu

Podstawowym sposobem weryfikacji spełnienia wymagań w zakresie regulacji współczynnika mocy jest przeprowadzenie testu obiektowego całego modułu PPM DC.

Warunki przeprowadzania testu powinny być zgodne z ogólnymi wymaganiami określonymi w ramach Procedury testowania, symulacji i certyfikacji oraz uwzględniać technologię wytwarzania energii PPM DC. Docelowe rozstrzygnięcia w tym zakresie powinny być zawarte w Programie Szczegółowym.

5. Wymagane warunki w czasie realizacji testu

Dla przeprowadzenia testu niezbędne jest:

a) zapewnienie udziału wszystkich stacji przekształtnikowych wchodzących w skład badanego PPM DC,
b) utrzymanie w punkcie przyłączenia do sieci poziomu napięcia w dopuszczalnych granicach
c) praca PPM DC z obciążeniem mocą czynną na poziomie co najmniej
$P > 40\% P_{max} > P_{min}$.

6. Wielkości mierzone w czasie realizacji testu

Szczegółowy zakres podstawowych wielkości mierzonych powinien zostać określony na poziomie programu szczegółowego. Minimalny zakres pomiarów powinien obejmować w punkcie przyłączenia do sieci co najmniej pomiary wartości skutecznych następujących wielkości:

a) współczynnik mocy cosφ,
b) mocy biernej netto w układzie 3-fazowym, po stronie AC;
c) mocy czynnej netto w układzie 3-fazowym, po stronie AC;
d) napięć fazowych i/lub międzyfazowych, po stronie AC;
e) prądów fazowych.
f) prądu/prądów po stronie DC
g) napięć po stronie DC.

W przypadku, gdy rejestracja w punkcie przyłączenia jest technicznie niemożliwa, Właściwy OS decyduje na poziomie programu szczegółowego o innym rozwiązaniu w tym zakresie. Dodatkowo powinien zostać określony szczegółowy zakres dodatkowych wielkości mierzonych, uwzględniający technologię wytwarzania energii PPM DC.

Układy pomiarowe powinny zapewniać rejestrację mierzonych wielkości z możliwie największą dokładnością, tzn.:

a) przyrządy pomiarowe powinny rejestrować prąd i napięcie z rdzeni i uzwojeń pomiarowych przekładników o klasie 0,5 lub wyższej,
b) przyrządy pomiarowe powinny posiadać klasę wymaganą dla aparatury klasy A w rozumieniu normy PN-EN 61000-4-30,
c) wielkości mierzone powinny być archiwizowane z rozdzielczością czasową co najmniej 1 s.

7. Wielkości wejściowe (wymuszające)

Podczas realizacji testu zdolności do pracy trybu regulacji współczynnika mocy punkty pracy PPM DC określane będą przez:

a) $\cos\varphi_{SP}$ – wartość zadana współczynnika mocy,
b) P_{SP} – wartość zadana mocy czynnej.

8. Wielkości wyjściowe (odpowiedź układu)

Wynikiem testu są wartości zmierzone:

a) współczynnik mocy w punkcie\punktach przyłączenia cosφ,
b) mocy biernej netto Q (w kVAr lub MVAr),
c) mocy czynnej netto P (w kW lub MW),
d) napięcia w punkcie\punktach przyłączenia U (w kV).

9. Sposób i zakres przeprowadzenia testu

Szczegółowy sposób sprawdzenia w zakresie trybu regulacji współczynnika mocy powinien zostać określony na poziomie programu szczegółowego i obejmować sprawdzenie:

a) dokładności układu regulacji,
b) zakres nastawy oraz
c) odpowiedz mocy biernej na skokową zmianę generacji mocy czynnej.

Przebieg testu należy udokumentować i przedstawić w sprawozdaniu w postaci wykresów poszczególnych zmierzonych wielkości w czasie, a także na podstawie zarejestrowanych wartości netto współczynnika mocy i mocy biernej wyznaczyć dokładność ich utrzymywania a wyniki przedstawić w postaci tabelarycznej.

9.1. Określenie dokładności układu regulacji

Próbę należy przeprowadzić dwukrotnie podczas pracy PPM DC z załączonym trybem regulacji współczynnika mocy z wyjściowymi wartościami zadanymi:

a) $\cos\varphi_{SP} = 0{,}99$ i
b) $\cos\varphi_{SP} = -0{,}99$

wprowadzić najmniejszą możliwą zmianę wartości zadanej $\cos\phi_{SP}$ przy której zostanie wykonana zauważalna zmiana wartości współczynnika mocy, tj. przy której zmiana współczynnika mocy będzie większa od wymaganej minimalnej dokładności.

Uwaga: kolejne zmiany wartości zadanej $\cos\varphi_{SP}$ wprowadzać po ustabilizowaniu się wartości współczynnika mocy i wykonaniu pomiaru dokładności jego utrzymywania w zadanym punkcie pracy.

9.2. Sprawdzenia wymaganego skoku i zakresu nastaw

Próbę należy wykonać przy pracy PPM DC z załączonym trybem regulacji współczynnika mocy i obejmować kolejno zmienianą wartością zadaną:

a) $\cos\varphi_{SP} = 1$,

b) $\cos\varphi_{SP} = 0{,}99$,

c) $\cos\varphi_{SP} = \cos\varphi_{mx}$,

d) $\cos\varphi_{SP} = 1$,

e) $\cos\varphi_{SP} = -0{,}99$,

f) $\cos\varphi_{SP} = -\cos\varphi_{mx}$

gdzie: $\cos\varphi_{mx}$ – to współczynnik mocy odpowiadający generacji mocy czynnej o wartości P_{max} i mocy biernej o wartości Q_{maxp} oraz analogicznie Q_{maxz} zgodnie z równaniem:

$$cos\varphi_{mx} = \frac{1}{\sqrt{1+\left(\frac{Q_{max}}{P_{max}}\right)^2}}.$$

Uwaga 1: kolejne zmiany wartości zadanej $\cos\varphi_{SP}$ wprowadzać po ustabilizowaniu się przesyłu mocy biernej i wykonaniu pomiaru dokładności jej utrzymywania w zadanym punkcie pracy.

Uwaga 2: zgodnie z wymaganiami NC HVDC jednostkowa skokowa zmiana wartości zadanej współczynnika mocy nie powinna przekraczać wartości $\Delta\cos\varphi_{SP} = 0{,}01$. Wymaganie to powinno być realizowane przez układ regulacji PPM DC w taki sposób, aby dojście do wartości docelowej odbywało się sekwencyjnie, w kolejnych krokach o wartości do 0,01, realizowanych po ustabilizowaniu się parametrów pracy stacji przekształtnikowych na poprzednim poziomie.

Uwaga 3: Test może zostać zastąpiony dedykowanym certyfikatem sprzętu, wydanym przez akredytowany w tym zakresie podmiot certyfikujący.

9.3. Sprawdzenie odpowiedzi mocy biernej na skokową zmianę mocy czynnej

Przy załączonym trybie regulacji współczynnika mocy kolejno z wartością zadaną:

a) $\cos\varphi_{SP} = 1$,

b) w kierunku produkcji równą $\cos\varphi_{SP}$ odpowiadającą Q_{maxp},

c) w kierunku zużycia równą $\cos\varphi_{SP}$ odpowiadającą Q_{maxz},

wprowadzić ograniczenie w generacji mocy czynnej P_{SP} o wartość $10\%P_{max}$ mniejszą od bieżącego poziomu generacji.

Uwaga: kolejne zmiany wartości zadanych wprowadzać po ustabilizowaniu się stacji przekształtnikowej w zadanym punkcie pracy.

10. Kryteria oceny testu zgodności

Przedmiotowy test zgodności uznaje się za pozytywny, zgodnie z

1. Kryteriami określonymi w ramach zapisów NC HVDC w art. 72 ust. 6 lit. c):
    a. Test uznaje się za zaliczony, jeżeli spełnione są następujące warunki:

i. zakres nastawy i przyrost współczynnika mocy są zapewniane zgodnie z art. 21 ust. 3 lit. d) NC RfG;

ii. czas uruchomienia mocy biernej w wyniku skokowej zmiany mocy czynnej nie przekracza wymogu wynikającego z art. 21 ust. 3 lit. d) NC RfG; oraz

iii. dokładność regulacji jest zgodna z wartością, a której mowa w art. 21 ust. 3 lit. d) NC RfG.

2. Szczegółowymi kryteriami określonymi przez Właściwego OS w ramach programu szczegółowego.