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 w zakresie zdolności

- **tryb FSM** - tryb pracy systemu HVDC, w którym przesyłana moc czynna zmienia się w zależności od zmian częstotliwości systemu w sposób wspomagający przywrócenie częstotliwości docelowej

Spis treści

Spis treści 2
1. Cel i zakres opracowania 3
2. Skróty stosowane w dokumencie 3
3. Parametry techniczne testowanego systemu HVDC 3
4. Ogólne zasady przeprowadzenia testu 4
5. Wymagane warunki w czasie realizacji testu 4
6. Wielkości mierzone w czasie realizacji testu 4
7. Wielkości wejściowe (wymuszające) 5
8. Wielkości wyjściowe (odpowiedź układu) 5
9. Sposób i zakres przeprowadzenia testu 5
9.1. Określenie niewrażliwości układu regulacji 5
9.2. Określenie odpowiedzi częstotliwościowej mocy czynnej na skokową zmianę częstotliwości 6
9.3. Określenie zakresu możliwego nastawiania statyzmu i strefy nieczułości układu regulacji 6
10. Kryteria oceny testu zgodności 6

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 Procedurze testowania, symulacji i certyfikacji systemu HVDC, a niniejszy dokument jest ściśle z nim powiązany i stanowi jego uszczegółowienie w zakresie przeprowadzenia testów potwierdzających zdolność systemów HVDC do pracy w trybie FSM zgodnie załącznikiem II w zw. z art. 71 ust. 6 NC HVDC.

2. Skróty stosowane w dokumencie

Sformułowania występujące w niniejszym dokumencie są zgodne z definicjami określonymi w NC HVDC oraz w dokumentach związanych wynikających z zapisów NC HVDC

Wykaz stosowanych skrótów:

- **P_{min} –** minimalna zdolność przesyłowa mocy czynnej HVDC zgodna z definicją w NC HVDC,
- **P_{max}** – maksymalna zdolność przesyłowa mocy czynnej HVDC zgodna z definicją w NC HVDC,
- **P_{SP}** – wartość zadana mocy czynnej w układach regulacji systemu HVDC,
- **Procedura testowania, symulacji i certyfikacji systemu HVDC** – dokument pt. „*Procedura testowania systemów HVDC wraz z podziałem obowiązków między właścicielem systemu HVDC a właściwym operatorem systemu na potrzeby testów oraz warunki i procedura dotyczące wykorzystania odpowiednich certyfikatów sprzętu*”,
- **f_{SP}** – wartość zadana częstotliwości w układach regulacji systemu HVDC,
- **Δf** – odchyłka częstotliwości – różnica pomiędzy mierzoną lub symulowaną wartością częstotliwości, a jej wartością zadaną f_{SP},
- **ΔP(Δf)** – odpowiedź częstotliwościowa – zmiana mocy czynnej przesyłanej przez system HVDC wywołana odchyłką częstotliwości Δf.

3. Parametry techniczne testowanego systemu HVDC

Minimalne wymagania co do zakresu informacji technicznych o testowanym systemie HVDC, które należy przedstawić w szczegółowym programie testu zdolności do pracy w trybie FSM, powinny obejmować ogólny opis techniczny obiektu zawierający m. in.:

a) informacje na temat punktów przyłączenia systemu HVDC,
b) informacje na temat technologii zastosowanej w systemie HVDC,
c) lokalizacje stacji przekształtnikowych,
d) podstawowy opis układu elektroenergetycznego systemu HVDC, w tym schemat układu wraz z wyprowadzeniem mocy,

e) zestawienie nastawionych parametrów układu regulacji FSM systemu HVDC,

f) zestawienie wybranych wartości granicznych punktów pracy systemu HVDC: P_{max} i P_{min},

4. Ogólne zasady przeprowadzenia testu

Podstawowym sposobem weryfikacji spełnienia wymagań w zakresie zdolności systemu HVDC do odpowiedzi częstotliwościowej mocy czynnej w trybie FSM poprzez dostosowywanie poziomu przesyłanej mocy czynnej nadążnie do zmian częstotliwości w sieci prądu przemiennego, w sposób wspomagający przywrócenie docelowej wartości częstotliwości w tej sieci, jest przeprowadzenie testu obiektowego systemu HVDC.

Warunki przeprowadzania testu powinny być zgodne z ogólnymi wymaganiami określonymi w ramach Procedury testowania, symulacji i certyfikacji systemu HVDC oraz uwzględniać technologię zastosowaną w systemie HVDC. Docelowe rozstrzygnięcia w tym zakresie powinny być zawarte w programie szczegółowym.

5. Wymagane warunki w czasie realizacji testu

Dla przeprowadzenia testu niezbędne jest:

a) przygotowanie przez właściwych OS zasobów wytwórczo-odbiorczych mocy czynnej w sieci prądu przemiennego w otoczeniu punktów przyłączenia systemu HVDC umożliwiających przeprowadzenie testów tego systemu,

b) kontrolowanie i utrzymanie wartości częstotliwości w sieci prądu przemiennego oraz obciążenia obiektów w sieci prądu przemiennego w otoczeniu punktów przyłączenia w dopuszczalnych granicach.

6. Wielkości mierzone w czasie realizacji testu

Szczegółowy zakres podstawowych wielkości mierzonych powinien zostać określony na poziomie programu szczegółowego. Minimalny zakres pomiarów w punktach przyłączenia systemu HVDC powinien obejmować co najmniej wielkości:

a) częstotliwości,

b) mocy czynnej w układzie 3-fazowym,

c) napięć fazowych i/lub międzyfazowych,

d) prądów fazowych.

W przypadku, gdy rejestracja w punkcie/punktach 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 zastosowaną w systemie HVDC.

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 do regulatora jednostki przekształtnikowej HVDC lub stacji przekształtnikowej HVDC systemu HVDC należy wprowadzić sygnał symulowanej *odchyłki częstotliwości* Δf lub sygnał symulowanych zmian częstotliwości f. Natomiast punkty pracy systemu HVDC określane będą przez P_{SP}.

8. Wielkości wyjściowe (odpowiedź układu)

Wynikiem testu są wartości *odpowiedzi częstotliwościowej* $\Delta P(\Delta f)$ systemu HVDC, wyliczone na podstawie wartości mocy czynnej zmierzonych w punktach przyłączenia systemu HVDC (patrz także punkt 6).

9. Sposób i zakres przeprowadzenia testu

Szczegółowy sposób sprawdzenia zdolności systemu HVDC do odpowiedzi częstotliwościowej mocy czynnej w trybie FSM powinien zostać określony na poziomie programu szczegółowego i obejmować sprawdzenie:

a) niewrażliwości układu regulacji,
b) odpowiedzi częstotliwościowej mocy czynnej na skokową zmianę częstotliwości,
c) zakresu możliwego nastawiania statyzmu i strefy nieczułości regulacji.

Poniżej zamieszczono opis minimalnego możliwego podejścia do weryfikacji powyższych cech układu regulacji FSM systemu HVDC.

Przebieg testu należy udokumentować i przedstawić w sprawozdaniu w postaci wykresów czasowych poszczególnych zmierzonych wielkości oraz – określonych na ich podstawie – wyliczeń i/lub wykresów i/lub zestawień tabelarycznych pozwalających na jednoznaczną ocenę spełnienia lub niespełnienia wymaganych zdolności systemu HVDC do odpowiedzi częstotliwościowej mocy czynnej w trybie FSM.

9.1. Określenie niewrażliwości układu regulacji

Próbę należy przeprowadzić przy pracy systemu HVDC z załączonym trybem FSM z wyjściową wartością zadaną częstotliwości f_{SP} = 50 Hz, wprowadzając najmniejszą możliwą zmianę wartości zadanej f_{SP}, przy której zostanie wykonana zauważalna zmiana wartości mocy czynnej przesyłanej przez system HVDC, w celu określenia niewrażliwości układu regulacji.

Uwaga: pomiary obserwowanych wielkości i kolejne zmiany wartości zadanej f_{SP} należy dokonywać po ustabilizowaniu się warunków pracy systemu HVDC i sieci w otoczeniu punktu przyłączenia systemu HVDC – jest to niezbędne do poprawnego określenia badanego parametru układu regulacji systemu HVDC.

9.2. Określenie odpowiedzi częstotliwościowej mocy czynnej na skokową zmianę częstotliwości

Próbę należy przeprowadzić przy pracy systemu HVDC z załączonym trybem FSM z wyjściową wartością zadaną mocy czynnej $P_{SP} = P_{min} + (P_{max} – P_{min})/2$, wprowadzając odchyłkę częstotliwości:

a) $\Delta f = \pm$ 0,5 Hz,

b) $\Delta f = \pm$ 1,0 Hz,

c) $\Delta f = \pm$ 1,5 Hz,

d) $\Delta f = \pm$ 2,0 Hz,

e) $\Delta f = –$ 2,5 Hz,

w zakresie zmian poziomu mocy czynnej przesyłanej przez system HVDC w granicach Pmin i Pmax. Przedmiotowy test należy przeprowadzić dla wszystkich kierunków przesyłania mocy czynnej przez system HVDC, uzgodnionych z właściwymi OS w programie szczegółowym.

Uwaga: pomiary obserwowanych wielkości należy dokonywać po ustabilizowaniu się warunków pracy systemu HVDC i sieci w otoczeniu punktu przyłączenia systemu HVDC – jest to niezbędne do poprawnego określenia badanego parametru układu regulacji systemu HVDC.

9.3. Określenie zakresu możliwego nastawiania statyzmu i strefy nieczułości układu regulacji

Weryfikację możliwości nastawczych statyzmu i strefy nieczułości dla trybu FSM systemu HVDC należy przeprowadzić, porównując parametry techniczne układu regulacji FSM z uzgodnionymi lub postanowionymi parametrami charakterystyki statycznej w zakresie tego trybu regulacji mocy czynnej, w ograniczeniu do:

a) statyzmu s1 (regulacja w górę),

b) statyzmu s2 (regulacja w dół),

c) strefy nieczułości.

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

10. Kryteria oceny testu zgodności

Przedmiotowy test zgodności uznaje się za pozytywny, zgodnie z:

1. kryteriami określonymi w art. 71 ust. 6 lit. c) NC HVDC, tj. jeżeli spełnione są następujące warunki:

   a) w następstwie skokowej zmiany częstotliwości uruchomienie pełnej regulacji mocy czynnej następuje w czasie mieszącym się w granicy zgodnej z wartością postanowioną,

   b) po skokowej zmianie częstotliwości nie występują niewytłumione oscylacje,

   c) czas zwłoki początkowej mieści się w granicy zgodnej z wartością postanowioną,

d) zakres nastawy statyzmu jest zapewniany zgodnie z postulowanymi parametrami, a strefa nieczułości regulacji mieści się w granicy zgodnej z wartością postanowioną,
e) niewrażliwość odpowiedzi częstotliwościowej mocy czynnej mieści się w granicy zgodnej z wartością uzgodnioną,

2. szczegółowymi kryteriami określonymi przez właściwego OS w ramach programu szczegółowego.