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 LFSM-U** - tryb pracy systemu HVDC, w którym generowana moc czynna zwiększa się (dotyczy mocy importowej) lub zmniejsza się (dotyczy mocy eksportowej) w następstwie spadku częstotliwości systemu poniżej określonej wartości

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 **6**
9.2 Określenie odpowiedzi częstotliwościowej mocy czynnej na znaczy wzrost częstotliwości **6**
9.3 Określenie zakresu możliwego nastawiania statyzmu i strefy nieczułości układu regulacji **6**
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 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 LFSM-U zgodnie z art. 71 ust. 8 w zw. z załącznikiem II rozporządzenia 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 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 LFSM-U 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 LFSM-U poprzez zwiększanie mocy importowej lub zmniejszanie mocy eksportowej nadążnie do spadku częstotliwości w sieci prądu przemiennego poniżej określonej wartości (niższej niż znamionowa), 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:

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 1s. Nie przewiduje się zabudowy dodatkowego zewnętrznego urządzenia rejestrującego dane.

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* ΔP(Δf) systemu HVDC, wyliczone na podstawie wartości mocy czynnej zmierzonych w punktach przyłączenia systemu HVDC (patrz także punkt **Błąd! Nie można odnaleźć źródła odwołania.**).

9 Sposób i zakres przeprowadzenia testu

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

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

Poniżej zamieszczono opis minimalnego możliwego podejścia do weryfikacji powyższych cech układu regulacji LFSM-UO 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 LFSM-U.

9.1 Określenie niewrażliwości układu regulacji

Próbę należy przeprowadzić przy pracy systemu HVDC z załączonym trybem LFSM-U z wyjściową wartością zadaną częstotliwości f_{SP} = 50 Hz, wprowadzając najmniejszy możliwy spadek 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 znaczy wzrost częstotliwości

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

a) $\Delta f = – 0{,}5$ Hz,

b) $\Delta f = – 1{,}0$ Hz,

c) $\Delta f = – 1{,}5$ Hz,

d) $\Delta f = – 2{,}0$ Hz

e) $\Delta f = – 2{,}5$ Hz,

w zakresie zmian poziomu mocy czynnej przesyłanej przez system HVDC w granicach P_{min} i P_{max} (zależnie od kierunku przesyłania mocy czynnej przez system HVDC).

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 LFSM-U systemu HVDC należy przeprowadzić, porównując parametry techniczne układu regulacji LFSM-O z uzgodnionymi lub postanowionymi parametrami charakterystyki statycznej w zakresie tego trybu regulacji mocy czynnej, w ograniczeniu do:

a) statyzmu s4,

b) częstotliwości f_2 (próg uruchomienia regulacji).

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. 8 lit. c) NC HVDC, tj. jeżeli spełnione są następujące warunki:
   a) wyniki testu, zarówno w przypadku parametrów dynamicznych, jak i statycznych, spełniają postanowione wymogi,
   c) po odpowiedzi na skokową zmianę częstotliwości nie występują niewytłumione oscylacje,
2. szczegółowymi kryteriami określonymi przez właściwego OS w ramach programu szczegółowego.