

Wdrożenie wymogów wynikających z zapisów IRIESP, IRiESD oraz Rozporządzenia systemowego w sprawie szczegółowych warunków funkcjonowania systemu elektroenergetycznego w zakresie wymagań technicznych dla magazynów energii elektrycznej przyłączanych lub przyłączonych do sieci dystrybucyjnej

Program ramowy testu w zakresie zdolności:

LFSM – U (R) trybie wprowadzania mocy do sieci właściwego OS, w którym wprowadzana moc czynna zwiększa się w następstwie spadku częstotliwości systemu powyżej określonej wartości

PODSTAWOWE INFORMACJE O DOKUMENCIE	
Właściciel dokumentu	PTPiREE
Numer dokumentu	-
Status dokumentu	Do przekazania Zarządowi PTPiREE
Numer wersji dokumentu	1.0
Data publikacji	XX.XX.2026
Dokument obowiązuje od	XX.XX.2026

Program ramowy testu w zakresie zdolności: LFSM – U (R) trybie wprowadzania mocy do sieci właściwego OS, w którym wprowadzana moc czynna zwiększa się w następstwie spadku częstotliwości systemu powyżej określonej wartości



Spis treści

1. Wykaz definicji, skrótów i oznaczeń stosowanych w programach ramowych	3
2. Cel testu	3
3. Ogólne zasady przeprowadzania testów	3
4. Wymagane warunki w czasie realizacji testu.....	3
5. Wielkości mierzone.....	3
5.1 Wielkości wejściowe (wymuszające).....	4
5.2 Wielkości wyjściowe (odpowiedź układu).....	4
6. Sposób i zakres przeprowadzenia testu	4
6.1 Próba 1 – sprawdzenie możliwości zmiany nastawy statyzmu i strefy nieczułości odpowiedzi częstotliwościowej (strefy martwej)	4
6.2 Próba 2 – sprawdzenie możliwości blokowania LFSM – U (R).....	4
6.3 Próba 3 – sprawdzenie nieczułości w zakresie odpowiedzi częstotliwościowej MEE	5
6.4 Próba 4 – odpowiedź częstotliwościowa MEE w reakcji na symulowaną zadaną odpowiedź częstotliwościową przy różnych ustawieniach statyzmu	5
6.5 Próba 5 – sprawdzenie odpowiedzi częstotliwościowej przy zmianach strefy nieczułości odpowiedzi częstotliwościowej (strefy martwej), statyzmu oraz odchyłki częstotliwościowej	7
6.6 Próba 6 – sprawdzenie odpowiedzi częstotliwościowej przy zmianach mocy bazowej $P_{MIN_W} \rightarrow P_{MAX_W}$	8
6.7 Próba 7 – sprawdzenie odpowiedzi częstotliwościowej przy zmianach mocy bazowej $P_{MAX_W} \rightarrow P_{MIN_W}$	9
6.8 Próba 8 – sprawdzenie odpowiedzi częstotliwościowej wymuszającej zmiany mocy o wartości 10% P_{MAX_W}	9
6.9 Próba 9 – sprawdzenie odpowiedzi częstotliwościowej wymuszającej zmiany mocy o wartości 10% P_{MAX_W}	10
7. Kryteria oceny testu zgodności	10

Program ramowy testu w zakresie zdolności: LFSM – U (R) trybie wprowadzania mocy do sieci właściwego OS, w którym wprowadzana moc czynna zwiększa się w następstwie spadku częstotliwości systemu powyżej określonej wartości



1. Wykaz definicji, skrótów i oznaczeń stosowanych w programach ramowych

Definicje, skróty i oznaczenia występujące w niniejszym dokumencie są zgodne z definicjami określonymi w „Procedurze testowania magazynów energii elektrycznej wraz z podziałem obowiązków między właścicielem magazynu energii elektrycznej a operatorem systemu na potrzeby testów”.

2. Cel testu

Celem testu jest potwierdzenie zdolności do trybu pracy MEE podczas rozładowywania, w którym wprowadzana moc czynna zwiększa się w następstwie spadku częstotliwości systemu poniżej określonej wartości.

W przypadku zdolności, dla których weryfikacji jest wymagane przeprowadzenie testów zgodności, nie dopuszcza się wykorzystania certyfikatów, jako potwierdzenia danej zdolności.

3. Ogólne zasady przeprowadzania testów

Warunki przeprowadzania testu powinny być zgodne z ogólnymi wymaganiami określonymi w ramach „Procedury testowania” oraz uwzględniać technologię magazynowania MEE.

1. Casy stabilizacji pomiędzy poszczególnymi próbami w ramach przedmiotowego testu są uzależnione od technologii magazynowania, przy czym zaleca się 2 min,
2. Dla wszystkich prób w ramach testu ustawiony w systemie sterowania MEE status regulacji FSM RP = OFF,
3. W przypadku aktywacji trybu LFSM-U (R) zmiana mocy bazowej powinna zostać zablokowana, o ile właściwy OS nie określi inaczej.

Docelowe rozstrzygnięcia w tym zakresie powinny być zawarte w programie szczegółowym.

4. Wymagane warunki w czasie realizacji testu

Dla przeprowadzenia testu niezbędne jest zapewnienie udziału wszystkich jednostek magazynujących wchodzących w skład MEE.

5. Wielkości mierzone

Szczegółowy zakres podstawowych wielkości mierzonych powinien zostać określony na poziomie programu szczegółowego i obejmować co najmniej:

1. odchyłka częstotliwości Δf ,
2. zadana odpowiedź częstotliwościowa $\Delta P_z(\Delta f)$,
3. odpowiedź częstotliwościowa $\Delta P(\Delta f)$,
4. strefa nieczułości odpowiedzi częstotliwościowej Δf_0 ,
5. statyzm s ,
6. parametry określające warunki zewnętrzne (środowiskowe) mające wpływ na zdolność pracy MEE,
7. moc czynna wprowadzana netto i brutto,
8. liczba pracujących jednostek magazynujących energię elektryczną MEE,
9. wartość zadanej mocy czynnej dla trybu LFSM - U (R) dla całego MEE,

Program ramowy testu w zakresie zdolności: LFSM – U (R) trybie wprowadzania mocy do sieci właściwego OS, w którym wprowadzana moc czynna zwiększa się w następstwie spadku częstotliwości systemu powyżej określonej wartości



10. aktywny tryb regulacji mocy czynnej MEE.

5.1 Wielkości wejściowe (wymuszające)

Dla zbadania odpowiedzi częstotliwościowej $\Delta P(\Delta f)$ wymagane jest korzystanie z poniższych wielkości:

1. strefa nieczułości odpowiedzi częstotliwościowej Δf_0 ,
2. statyzm s ,
3. odchyłka częstotliwości Δf .

Wielkości wymienione na poz. 1 i 2 są parametrami mającymi wpływ na zadaną odpowiedź częstotliwościową $\Delta P_z(\Delta f)$, niezależnie od wielkości odchyłki częstotliwości Δf , którą należy traktować jako główną wielkość wejściową. Zadawanie odchyłki częstotliwości powinno być realizowane przez specjalistę we właściwym miejscu struktury układu regulacji MEE. Odchyłka częstotliwości może być uzyskiwana poprzez symulowanie zmian częstotliwości lub też symulowanie samej odchyłki częstotliwości. Kształt zadawanej odchyłki częstotliwości Δf , w zależności od realizowanej próby, przedstawiono w dalszej części dokumentu.

5.2 Wielkości wyjściowe (odpowieź układu)

Wielkością wyjściową jest odpowiedź częstotliwościowa $\Delta P(\Delta f)$ MEE.

6. Sposób i zakres przeprowadzenia testu

6.1 Próba 1 – sprawdzenie możliwości zmiany nastawy statyzmu i strefy nieczułości odpowiedzi częstotliwościowej (strefy martwej)

Przebieg próby:

1. Sprawdzić możliwość zmiany ustawień:
 - a) próg częstotliwości aktywacji trybu LFSM – U (R) Δf_0 w zakresie: -200 ... -500 mHz (49,5 Hz–49,8 Hz),
 - b) statyzm s w zakresie: 2 ... 12%.

Kryteria oceny próby:

Wynik próby uznany zostanie za pozytywny, jeśli możliwa będzie zmiana ww. parametrów w podanych zakresach.

6.2 Próba 2 – sprawdzenie możliwości blokowania LFSM – U (R)

Sprawdzić możliwość blokowania działania LFSM – U (R)

Warunki początkowe:

- a) próg częstotliwości aktywacji trybu LFSM – U (R) $\Delta f_0 = -200$ mHz,
- b) statyzm $s = 5\%$,
- c) poziom mocy bazowej $P_B = P_{MIN_W} + (P_{MAX_W} - P_{MIN_W})/2$.

Przebieg próby:

1. Należy symulować odchyłkę częstotliwości Δf dla wartości -450 mHz dla statyzmu 5%,
2. Sprawdzić odpowiedź częstotliwościową.

Kryteria oceny próby:

Wynik próby uznany zostanie za pozytywny, jeśli:

- a) LFSM – U (R) pozostanie zablokowana,
- b) odpowiedź częstotliwościowa $\Delta P(\Delta f)$ nie będzie realizowana i nie będzie skutkować zmianą mocy wprowadzonej,

Program ramowy testu w zakresie zdolności: LFSM – U (R) trybie wprowadzania mocy do sieci właściwego OS, w którym wprowadzana moc czynna zwiększa się w następstwie spadku częstotliwości systemu powyżej określonej wartości



- c) po odpowiedzi na skokową zmianę częstotliwości nie występują niewytlumione oscylacje.

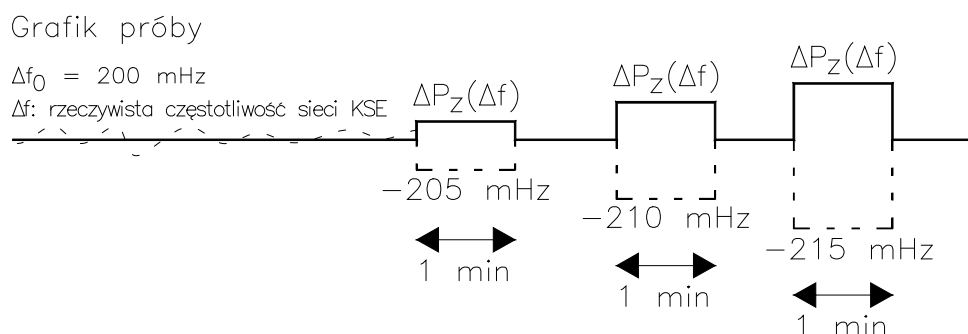
6.3 Próba 3 – sprawdzenie nieczułości w zakresie odpowiedzi częstotliwościowej MEE

Warunki początkowe:

- a) próg częstotliwości aktywacji trybu LFSM – U (R) $\Delta f_0 = -200$ mHz,
- b) statyzm $s = 5$ %,
- c) poziom mocy bazowej $P_B = P_{\text{MIN}_W} + (P_{\text{MAX}_W} - P_{\text{MIN}_W})/2$.

Przebieg próby:

Symulować odchyłki częstotliwości Δf , zgodnie z rys. nr 1.



Rys. 1 Sprawdzenie niewrażliwości odpowiedzi częstotliwościowej.

Kryteria oceny próby:

Wynik próby uznany zostanie za pozytywny, jeśli:

- zauważalna zmiana, we właściwym kierunku, mocy MEE wystąpi po zasymulowaniu odchyłki częstotliwości Δf nie większej od -210 mHz,
- po odpowiedzi na skokową zmianę częstotliwości nie występują niewytlumione oscylacje.

6.4 Próba 4 – odpowiedź częstotliwościowa MEE w reakcji na symulowaną zadaną odpowiedź częstotliwościową przy różnych ustawieniach statyzmu

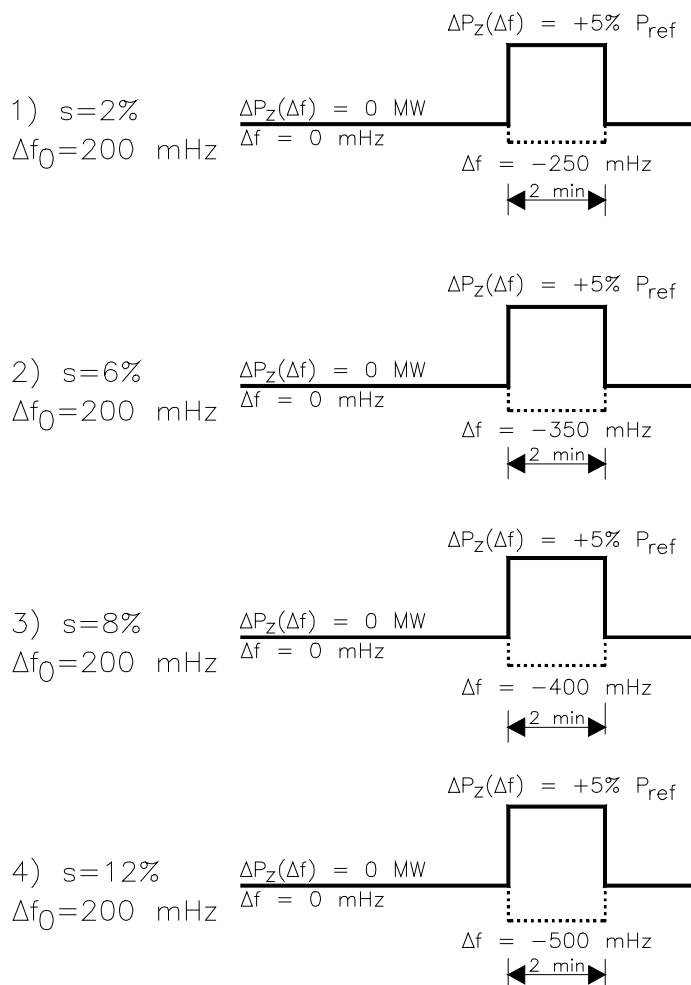
Warunki początkowe:

- a) próg częstotliwości aktywacji trybu LFSM – U (R) $\Delta f_0 = -200$ mHz,
- b) poziom mocy bazowej: $P_B = P_{\text{MIN}_W} + (P_{\text{MAX}_W} - P_{\text{MIN}_W})/2$.

Przebieg próby:

1. Dla różnych ustawień statyzmu s (2%, 6%, 8%, 12%), symulować odchyłki częstotliwości Δf , tak jak na przykładzie z rys. nr 2. Kolejne sprawdzenie odpowiedzi częstotliwościowej po zmianie statyzmu rozpocząć po ustabilizowaniu pracy MEE.

Program ramowy testu w zakresie zdolności: LFSM – U (R) trybie wprowadzania mocy do sieci właściwego OS, w którym wprowadzana moc czynna zwiększa się w następstwie spadku częstotliwości systemu powyżej określonej wartości



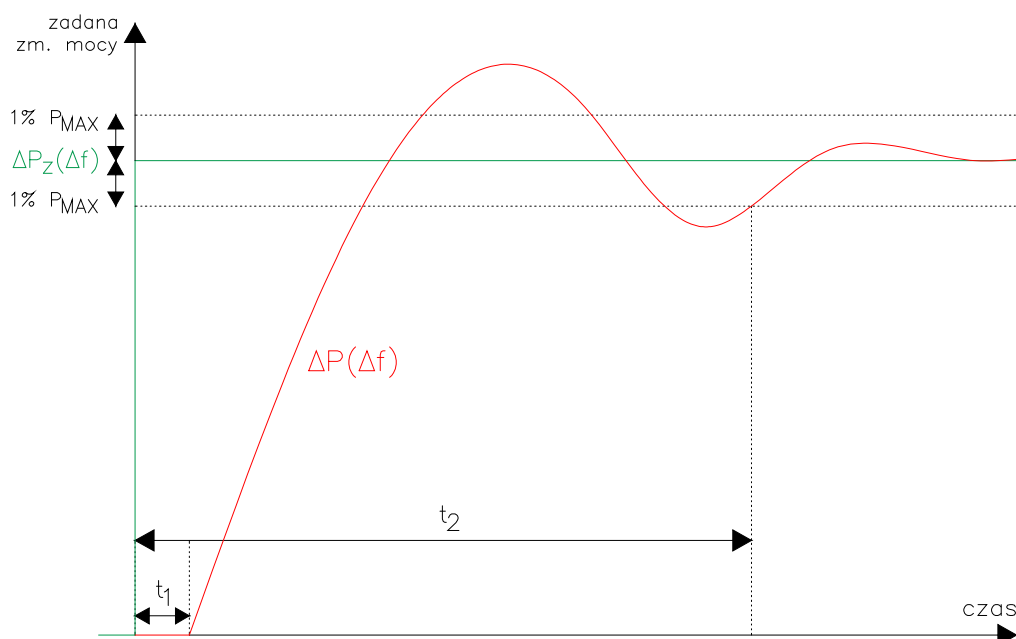
Rys. 2 Sprawdzenie odpowiedzi częstotliwościowej MEE w reakcji na symulowaną pełną zadaną odpowiedź częstotliwościową przy przykładowych ustawieniach statyzmu.

Kryteria oceny próby:

Wynik próby uznany zostanie za pozytywny, jeśli (zgodnie z oznaczeniami rys. 3):

- zwłoka czasowa odpowiedzi częstotliwościowej będzie $\leq t_1$,
- odpowiedź częstotliwościowa $\Delta P(\Delta f)$ w reakcji na symulowaną częstotliwość będzie równa $|\Delta P_{z1}(\Delta f)| = 5\% P_{Ref_W}$ zrealizowana zostanie w czasie $\leq t_2$,
- w stanie ustalonym (po upływie czasu t_2) względna odchyłka regulacji mocy δP nie będzie większa od dopuszczalnej względnej odchyłki regulacji mocy δP_M , tj. $\delta P \leq \delta P_M = 1\% P_{MAX_W}$.

Program ramowy testu w zakresie zdolności: LFSM – U (R) trybie wprowadzania mocy do sieci właściwego OS, w którym wprowadzana moc czynna zwiększa się w następstwie spadku częstotliwości systemu powyżej określonej wartości



Rys. 3 Kryterialne czasy oceny odpowiedzi częstotliwościowej.

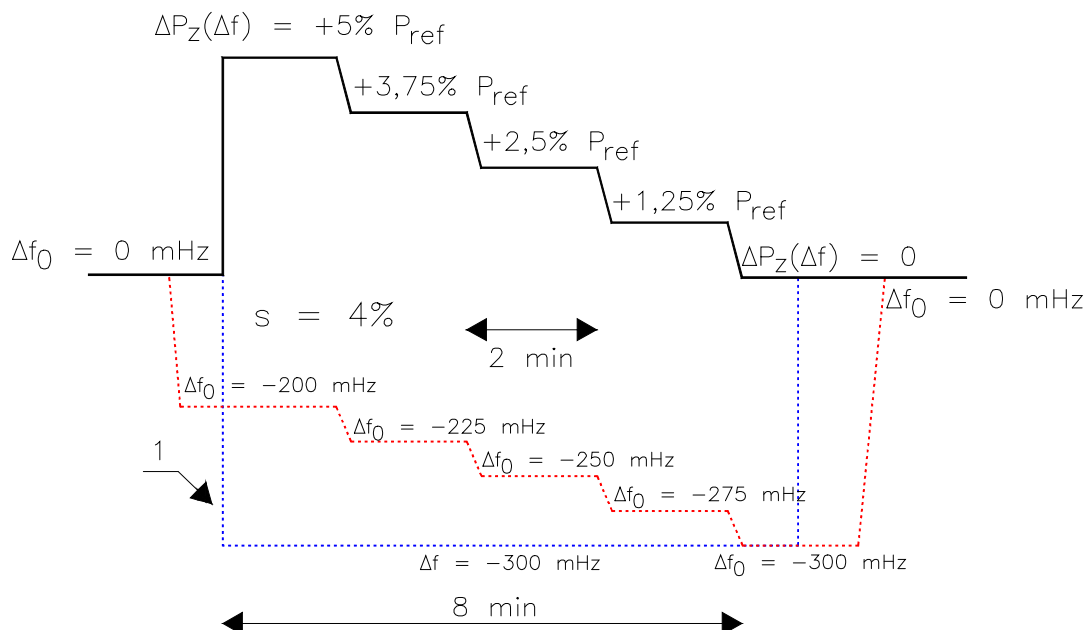
6.5 Próba 5 – sprawdzenie odpowiedzi częstotliwościowej przy zmianach strefy nieczułości odpowiedzi częstotliwościowej (strefy martwej), statyzmu oraz odchyłki częstotliwościowej

Warunki początkowe:

- poziom mocy bazowej: $P_B = P_{MIN_W} + 7,5 \% P_{MAX_W}$,
- poziom mocy bazowej: $P_B = P_{MAX_W} - 7,5 \% P_{MAX_W}$.

Przebieg próby:

Zmieniać/symulować: próg częstotliwości aktywacji trybu LFSM – U (R) Δf_0 , dla statyzmu s oraz odchyłkę częstotliwości Δf zgodnie z rys. nr 4.



Rys. 4 Sprawdzenie odpowiedzi częstotliwościowej przy zmianach: strefy nieczułości odpowiedzi częstotliwościowej, statyzmu oraz odchyłki częstotliwości.

Kryteria oceny próby:

Wynik próby uznany zostanie za pozytywny, jeśli (zgodnie z oznaczeniami rys. 3 i 4):

1. po skokowej zmianie odchyłki częstotliwości Δf w chwili 1:
 - a) zwłoka czasowa odpowiedzi częstotliwościowej będzie $\leq t_1$,
 - b) odpowiedź częstotliwościowa $\Delta P(\Delta f)$ w reakcji na symulowaną częstotliwość będzie równa $|\Delta Pz_1(\Delta f)| = 5\% P_{Ref_W}$ zrealizowana zostanie w czasie $\leq t_2$,
 - c) w stanie ustalonym (po upływie czasu t_2) względna odchyłka regulacji mocy δP nie będzie większa od dopuszczalnej względnej odchyłki regulacji mocy δP_M , tj. $\delta P \leq \delta P_M = 1\% P_{MAX_W}$.
2. w zależności od ustawionego statyzmu, próg częstotliwości aktywacji trybu LFSM – U (R) oraz symulowanej odchyłki częstotliwości będzie poprawnie wyznaczana zadana odpowiedź częstotliwościowa $\Delta Pz(\Delta f)$.
3. w stanach ustalonych względna odchyłka regulacji mocy δP nie będzie większa od dopuszczalnej względnej odchyłki regulacji mocy δP_M , tj. $\delta P \leq \delta P_M = 1\% P_{MAX_W}$.

6.6 Próba 6 – sprawdzenie odpowiedzi częstotliwościowej przy zmianach mocy bazowej $P_{MIN_W} \rightarrow P_{MAX_W}$

Warunki początkowe:

1. próg częstotliwości aktywacji trybu LFSM – U (R) $\Delta f_0 = -200$ mHz,
2. poziom mocy bazowej: $P_B = P_{MIN_W}$.

Przebieg próby:

1. Należy przeprowadzić zmianę mocy bazowej od P_{MIN_W} do P_{MAX_W} ze stałym, maksymalnym dla mocy bazowej gradientem $100\% P_{MAX_W} / \text{min}$. Podczas tej zmiany mocy przy wartości jej równej $P_{MIN_W} + (P_{MAX_W} - P_{MIN_W})/2$, zadać odchyłkę częstotliwościową o czasie trwania równym czasowi

t_2 skutkującą pełną odpowiedzią mocy, dla jednego wybranego poziomu statyzmu, proponowana wartość $s = 5\%$.

Kryteria oceny próby:

Wynik próby uznany zostanie za pozytywny, jeśli (zgodnie z oznaczeniami rys. 3):

1. zwłoka czasowa odpowiedzi częstotliwościowej będzie $\leq t_1$,
2. odpowiedź częstotliwościowa $\Delta P(\Delta f)$ w reakcji na symulowaną częstotliwość będzie równa $|\Delta P_{z1}(\Delta f)| = 5\% P_{Ref_W}$ zrealizowana zostanie w czasie $\leq t_2$,
3. w stanie ustalonym (po upływie czasu t_2) względna odchyłka regulacji mocy δP nie będzie większa od dopuszczalnej względnej odchyłki regulacji mocy δP_M , tj. $\delta P \leq \delta P_M = 1\% P_{MAX_W}$.

6.7 Próba 7 – sprawdzenie odpowiedzi częstotliwościowej przy zmianach mocy bazowej $P_{MAX_W} \rightarrow P_{MIN_W}$

Warunki początkowe:

1. próg częstotliwości aktywacji trybu LFSM – U (R) $\Delta f_0 = -200$ mHz,
2. poziom mocy bazowej: $P_B = P_{MAX_W}$.

Przebieg próby:

1. Należy przeprowadzić zmianę mocy bazowej od P_{MAX_W} do P_{MIN_W} ze stałym, maksymalnym dla mocy bazowej gradientem $100\% P_{MAX_W} / \text{min}$. Podczas tej zmiany mocy przy wartości jej równej $P_{MIN_W} + (P_{MAX_W} - P_{MIN_W})/2$, zadać odchyłkę częstotliwościową o czasie trwania równym czasowi t_2 skutkującą pełną odpowiedzią mocy, dla jednego wybranego poziomu statyzmu, proponowana wartość $s = 5\%$.

Kryteria oceny próby:

Wynik próby uznany zostanie za pozytywny, jeśli (zgodnie z oznaczeniami rys. 3):

1. zwłoka czasowa odpowiedzi częstotliwościowej będzie $\leq t_1$,
2. odpowiedź częstotliwościowa $\Delta P(\Delta f)$ w reakcji na symulowaną częstotliwość będzie równa $|\Delta P_{z1}(\Delta f)| = 5\% P_{Ref_W}$ zrealizowana zostanie w czasie $\leq t_2$,
3. w stanie ustalonym (po upływie czasu t_2) względna odchyłka regulacji mocy δP nie będzie większa od dopuszczalnej względnej odchyłki regulacji mocy δP_M , tj. $\delta P \leq \delta P_M = 1\% P_{MAX_W}$.

6.8 Próba 8 – sprawdzenie odpowiedzi częstotliwościowej wymuszającej zmiany mocy o wartości $10\% P_{MAX_W}$

Warunki początkowe:

1. próg częstotliwości aktywacji trybu LFSM – U (R) $\Delta f_0 = -300$ mHz,
2. statyzm 5% ,
3. poziom mocy bazowej: $P_B = P_{MIN_W} + (P_{MAX_W} - P_{MIN_W})/2$.

Przebieg próby:

1. Należy zasymulować odchyłkę częstotliwości $\Delta f = -550$ mHz skutkującą zmianą mocy wprowadzanej.

Program ramowy testu w zakresie zdolności: LFSM – U (R) trybie wprowadzania mocy do sieci właściwego OS, w którym wprowadzana moc czynna zwiększa się w następstwie spadku częstotliwości systemu powyżej określonej wartości



Kryteria oceny próby:

Wynik próby uznany zostanie za pozytywny, jeśli (zgodnie z oznaczeniami rys. 3):

1. zwłoka czasowa odpowiedzi częstotliwościowej będzie $\leq t_1$,
2. odpowiedź częstotliwościowa $\Delta P(\Delta f)$ w reakcji na symulowaną częstotliwość będzie równa $|\Delta P_{z1}(\Delta f)| = 10\% P_{Ref_W}$ zrealizowana zostanie w czasie $\leq t_2$,
3. w stanie ustalonym (po upływie czasu t_2) względna odchyłka regulacji mocy δP nie będzie większa od dopuszczalnej względnej odchyłki regulacji mocy δP_M , tj. $\delta P \leq \delta P_M = 1\% P_{MAX_W}$.

6.9 Próba 9 – sprawdzenie odpowiedzi częstotliwościowej wymuszającej zmiany mocy o wartości $10\% P_{MAX_W}$

Warunki początkowe:

1. próg częstotliwości aktywacji trybu LFSM – U (R) $\Delta f_0 = -400$ mHz,
2. statyzm 6%,
3. poziom mocy bazowej: $P_B = P_{MIN_W}$.

Przebieg próby:

Należy zasymulować odchyłkę częstotliwości Δf : -700 mHz skutkującą odpowiednią zmianą mocy wprowadzanej.

Kryteria oceny próby:

Wynik próby uznany zostanie za pozytywny, jeśli (zgodnie z oznaczeniami rys. 3):

1. zwłoka czasowa odpowiedzi częstotliwościowej będzie $\leq t_1$,
2. odpowiedź częstotliwościowa $\Delta P(\Delta f)$ w reakcji na symulowaną częstotliwość będzie równa $|\Delta P_{z1}(\Delta f)| = 10\% P_{Ref_W}$ zrealizowana zostanie w czasie $\leq t_2$,
3. w stanie ustalonym (po upływie czasu t_2) względna odchyłka regulacji mocy δP nie będzie większa od dopuszczalnej względnej odchyłki regulacji mocy δP_M , tj. $\delta P \leq \delta P_M = 1\% P_{MAX_W}$.

7. Kryteria oceny testu zgodności

Przedmiotowy test zgodności uznaje się za pozytywny, zgodnie z:

1. Kryteriami określonymi w ramach zapisów NC RfG w Art. 45.2. c):
 - a. Test uznaje się za pozytywny, jeżeli spełnione są następujące warunki:
 - i. wyniki testu, zarówno w przypadku parametrów dynamicznych, jak i statycznych, spełniają wymogi określone w art. 15 ust. 2 lit. c) NC RfG,
 - ii. po odpowiedzi na skokową zmianę częstotliwości nie występują niewytłumione oscylacje.
2. MEE pozytywnie przejdzie wszystkie próby realizowane zgodnie z programem szczegółowym,
3. Szczegółowymi kryteriami określonymi przez właściwego OS w ramach programu szczegółowego.