

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:
FSM (R) trybie wprowadzania mocy do sieci właściwego
OS, w którym wprowadzana moc czynna zmienia się
w zależności od zmian częstotliwości systemu w sposób
wspomagający przywrócenie częstotliwości docelowej**

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 zgodności w zakresie zdolności: Trybu FSM (R) w trybie wprowadzania mocy do sieci właściwego OS, w którym wprowadzana moc czynna zmienia się w zależności od zmian częstotliwości systemu w sposób wspomagający przywrócenie częstotliwości docelowej



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).....	3
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 – niewrażliwości odpowiedzi częstotliwościowej	4
6.3 Próba 3 – Sprawdzenie odpowiedzi częstotliwościowej $\Delta P(\Delta f)$ MEE w reakcji na symulowaną pełną zadaną odpowiedź częstotliwościową przy różnych ustawieniach statyzmu	4
6.4 Próba 4 – Sprawdzenie odpowiedzi częstotliwościowej przy statusie regulacji pierwotnej RP = OFF	6
6.5 Próba 5 – Sprawdzenie odpowiedzi częstotliwościowej przy zmianach: strefy nieczułości odpowiedzi częstotliwościowej, statyzmu oraz odchyłki częstotliwości	7
6.6 Próba 6 – Sprawdzenie odpowiedzi częstotliwościowej przy zmianie mocy bazowej	8
7. Kryteria oceny testu zgodności	8

Program ramowy testu zgodności w zakresie zdolności: Trybu FSM (R) w trybie wprowadzania mocy do sieci właściwego OS, w którym wprowadzana moc czynna zmienia się w zależności od zmian częstotliwości systemu w sposób wspomagający przywrócenie częstotliwości docelowej



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, w którym wprowadzana moc czynna zmienia się w zależności od zmian częstotliwości systemu w sposób wspomagający przywrócenie częstotliwości docelowej.

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. Czasy stabilizacji pomiędzy poszczególnymi próbami w ramach przedmiotowego testu są uzależnione od technologii magazynowania, przy czym zaleca się 2 min. 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 wielkości:

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. status regulacji FSM,
7. parametry określające warunki zewnętrzne (środowiskowe) mające wpływ na zdolność do wprowadzania mocy czynnej,
8. liczba pracujących jednostek magazynujących energię elektryczną MEE,
9. wartość zadanej mocy czynnej dla trybu FSM (R) dla całego MEE,
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:

Program ramowy testu zgodności w zakresie zdolności: Trybu FSM (R) w trybie wprowadzania mocy do sieci właściwego OS, w którym wprowadzana moc czynna zmienia się w zależności od zmian częstotliwości systemu w sposób wspomagający przywrócenie częstotliwości docelowej



1. strefa nieczułości odpowiedzi częstotliwościowej Δf_0 ,
2. statyzm s ,
3. odchyłka częstotliwości Δf ,
4. status regulacji FSM.

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 (odpowiedź 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)

Sprawdzić możliwość zmiany ustawień:

1. strefy martwej Δf_0 w zakresie: 0 ... 500 mHz,
2. statyzmu 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 – niewrażliwości odpowiedzi częstotliwościowej

Sprawdzenie nieczułości jest realizowane podczas testowania zdolności MEE do pracy w trybach LFSM – O (R) i LFSM – U (R).

6.3 Próba 3 – Sprawdzenie odpowiedzi częstotliwościowej $\Delta P(\Delta f)$ MEE w reakcji na symulowaną pełną zadaną odpowiedź częstotliwościową przy różnych ustawieniach statyzmu

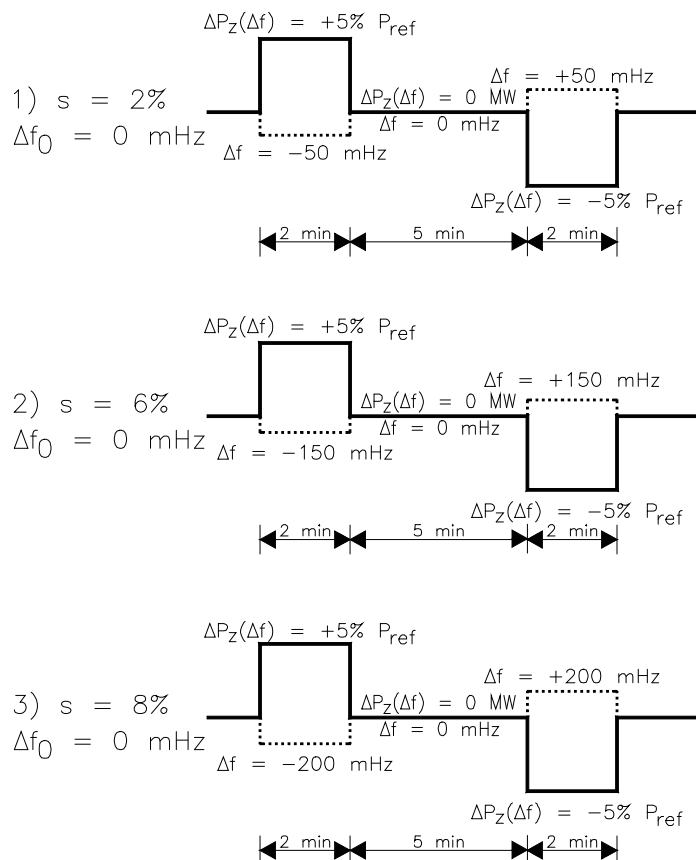
Warunki początkowe:

1. strefa nieczułości odpowiedzi częstotliwościowej $\Delta f_0 = 0$ mHz,
2. poziom mocy bazowej: $P_B = P_{MIN_W} + (P_{MAX_W} - P_{MIN_W}) / 2$,
3. statyzm $s = 2\%, 6\%, 8\%$.

Przebieg próby:

Dla trzech ustawień statyzmu s , symulować odchyłki częstotliwości Δf , zgodnie z rys. nr 1. Kolejne sprawdzenie odpowiedzi częstotliwościowej po zmianie statyzmu rozpocząć po ustabilizowaniu pracy MEE.

Program ramowy testu zgodności w zakresie zdolności: Trybu FSM (R) w trybie wprowadzania mocy do sieci właściwego OS, w którym wprowadzana moc czynna zmienia się w zależności od zmian częstotliwości systemu w sposób wspomagający przywrócenie częstotliwości docelowej



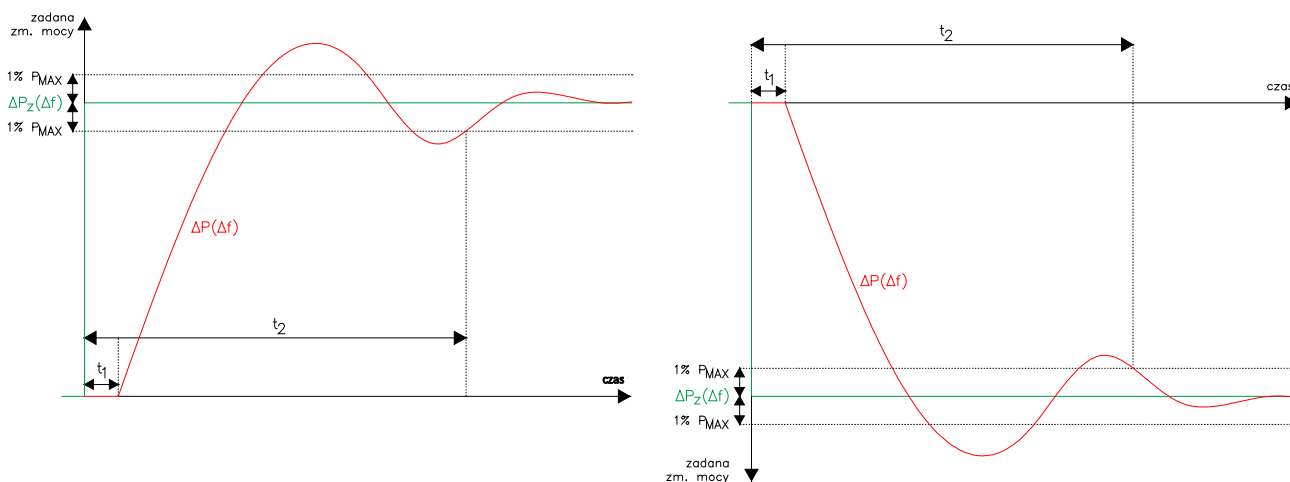
Rys. 1 Sprawdzenie odpowiedzi częstotliwościowej MEE w reakcji na symulowaną pełną zadaną odpowiedź częstotliwościową przy różnych ustawieniach statyzmu.

Kryteria oceny próby:

Wynik próby uznany zostanie za pozytywny, jeśli (zgodnie z oznaczeniami rys. 2):

1. zwłoka czasowa odpowiedzi częstotliwościowej $\leq t_1$,
2. odpowiedź częstotliwościowa $\Delta P(\Delta f)$ w reakcji na symulowaną pełną zadaną odpowiedź częstotliwościową $|\Delta P_{z1}(\Delta f)| = 5\% P_{ref_W}$ 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. $\delta P \leq \delta P_M = 1\% P_{MAX_W}$.

Program ramowy testu zgodności w zakresie zdolności: Trybu FSM (R) w trybie wprowadzania mocy do sieci właściwego OS, w którym wprowadzana moc czynna zmienia się w zależności od zmian częstotliwości systemu w sposób wspomagający przywrócenie częstotliwości docelowej



Rys. 2 Kryterialne czasy oceny odpowiedzi częstotliwościowej.

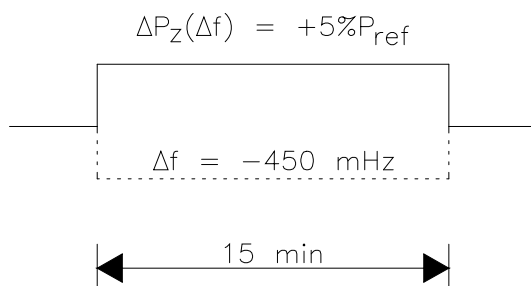
6.4 Próba 4 – Sprawdzenie odpowiedzi częstotliwościowej przy statusie regulacji pierwotnej $R_P = \text{OFF}$

Warunki początkowe:

1. ustawiony w systemie sterowania MEE status regulacji pierwotnej $R_P = \text{OFF}$,
2. statyzm $s = 6 \%$,
3. poziom mocy bazowej: $P_B = 95 \% P_{\text{MAX}_W}$.

Przebieg próby:

Zasymulować odchyłkę częstotliwości Δf zgodnie z rys nr 3.



Rys. 3 Sprawdzenie odpowiedzi częstotliwościowej przy statusie regulacji pierwotnej $R_P = \text{OFF}$.

Kryteria oceny próby:

Wynik próby uznany zostanie za pozytywny, jeśli (zgodnie z oznaczeniami rys. 2):

1. zwłoka czasowa odpowiedzi częstotliwościowej $\leq t_1$,
2. odpowiedź częstotliwościowa $\Delta P(\Delta f)$ w reakcji na symulowaną pełną zadaną odpowiedź częstotliwościową $|\Delta P_{z1}(\Delta f)| = 5 \% P_{\text{Ref}_W}$ 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. $\delta P \leq \delta P_M = 1 \% P_{\text{MAX}_W}$.

Program ramowy testu zgodności w zakresie zdolności: Trybu FSM (R) w trybie wprowadzania mocy do sieci właściwego OS, w którym wprowadzana moc czynna zmienia się w zależności od zmian częstotliwości systemu w sposób wspomagający przywrócenie częstotliwości docelowej

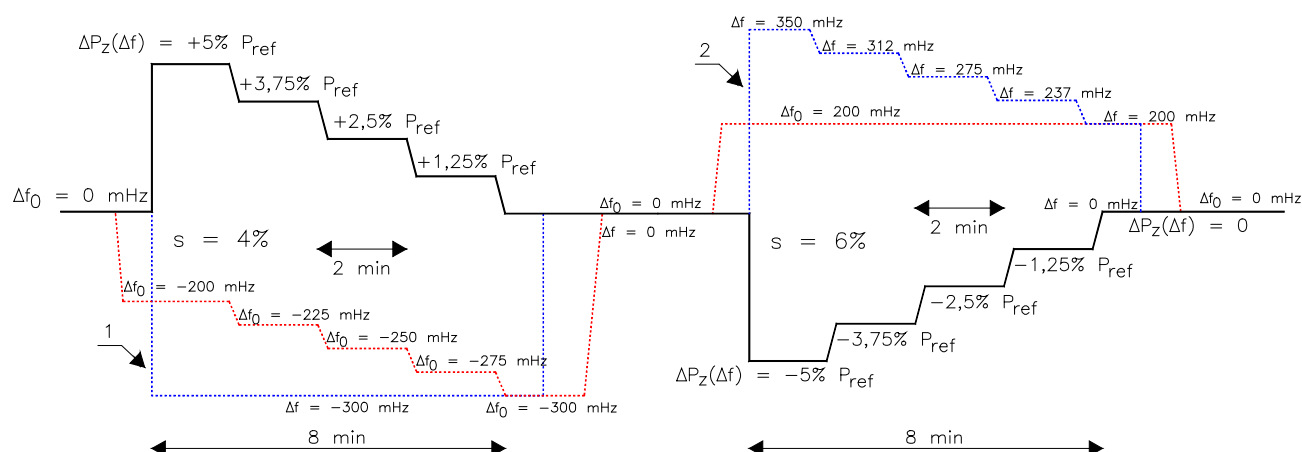
6.5 Próba 5 – Sprawdzenie odpowiedzi częstotliwościowej przy zmianach: strefy nieczułości odpowiedzi częstotliwościowej, statyzmu oraz odchyłki częstotliwości

Warunki początkowe:

Poziom mocy bazowej: $P_B = P_{MIN_W} + 5 \% P_{MAX_W}$.

Przebieg próby:

Zmieniać/symulować: strefę nieczułości odpowiedzi częstotliwościowej trybu Δf_0 , statyzm 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. 2 i 4):

- po skokowej zmianie odchyłki częstotliwości Δf w chwili 1 i 2,
 - zwłoka czasowa odpowiedzi częstotliwościowej będzie $\leq t_1$,
 - odpowiedź częstotliwościowa $\Delta P(\Delta f)$ w reakcji na symulowaną pełną zadaną odpowiedź częstotliwościową $|\Delta P_{z1}(\Delta f)| = 5 \% P_{Ref_W}$ 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 δPM , tj. $\delta P \leq \delta PM = 1 \% P_{MAX_W}$,
- w zależności od ustawionego statyzmu, strefy nieczułości odpowiedzi częstotliwościowej oraz symulowanej odchyłki częstotliwości będzie poprawnie wyznaczana zadaną odpowiedź częstotliwościowa $\Delta P_z(\Delta f)$,
- w stanach ustalonych względna odchyłka regulacji mocy δP nie będzie większa od dopuszczalnej względnej odchyłki regulacji mocy δPM , tj. $\delta P \leq \delta PM = 1 \% P_{MAX_W}$.

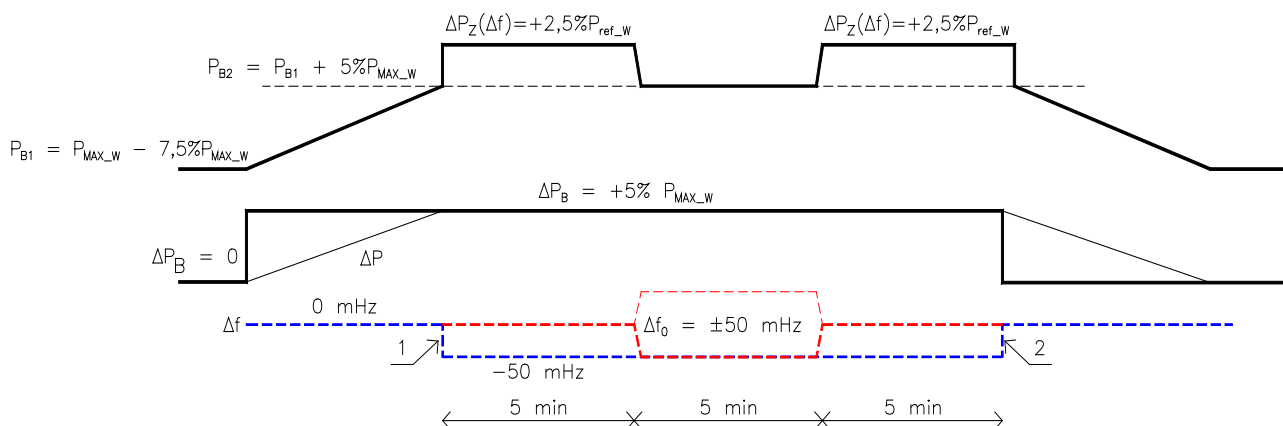
6.6 Próba 6 – Sprawdzenie odpowiedzi częstotliwościowej przy zmianie mocy bazowej

Warunki początkowe:

Poziom mocy bazowej: $P_B = P_{MAX_W} - 7,5 \% P_{MAX_W}$

Przebieg próby:

Należy przeprowadzić zmianę mocy bazowej z poziomu P_{B1} do wartości $P_{B2} = P_{B1} + 5\% P_{MAX_W}$, następnie w chwili osiągnięcia mocy bazowej P_{B2} wprowadzić symulowaną odchyłkę częstotliwości. W trakcie próby należy zmieniać strefę nieczułości odpowiedzi częstotliwościowej Δf_0 zgodnie z rys. nr 5. Po zakończeniu próby wprowadzić zmianę mocy bazowej z poziomu P_{B2} do poziomu P_{B1} .



Rys. 5 Sprawdzenie odpowiedzi częstotliwościowej przy górnym brzegu pasma regulacyjnego.

Kryteria oceny próby:

Wynik próby uznany zostanie za pozytywny, jeśli (zgodnie z oznaczeniami rys. 5 i w analogi do oznaczeń rys. nr 2):

1. po skokowej zmianie odchyłki częstotliwości Δf w chwili 1 i 2:
 - a) zwłoka czasowa odpowiedzi częstotliwościowej będzie $\leq t_1$,
 - b) odpowiedź częstotliwościowa $\Delta P(\Delta f)$ w reakcji na symulowaną zadaną odpowiedź częstotliwościową $|\Delta P_Z(\Delta f)| = 2,5 \% P_{Ref_W}$ 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. $\delta P \leq \delta P_M = 1\% P_{MAX_W}$.

7. Kryteria oceny testu zgodności

Przedmiotowy test zgodności uznaje się za pozytywny, zgodnie z:

1. Kryteriami określonymi w ramach zapisów NC RfG w Art. 45.3. c):
 - a. Test uznaje się za zaliczony, jeżeli spełnione są następujące warunki określone w NC RfG:
 - i. czas uruchomienia pełnego zakresu odpowiedzi częstotliwościowej mocy czynnej wprowadzanej w wyniku skokowej zmiany częstotliwości nie jest dłuższy niż czas wymagany na mocy art. 15 ust. 2 lit. d),
 - ii. po skokowej zmianie częstotliwości nie występują niewytłumione wahania,
 - iii. czas zwłoki początkowej jest zgodny z art. 15 ust. 2 lit. d),
 - iv. ustawienia statyzmu są dostępne w zakresie określonym w art. 15 ust. 2 lit. d), a strefa nieczułości (próg) nie jest wyższa niż wartość określona we wspomnianym artykule,

Program ramowy testu zgodności w zakresie zdolności: Trybu FSM (R) w trybie wprowadzania mocy do sieci właściwego OS, w którym wprowadzana moc czynna zmienia się w zależności od zmian częstotliwości systemu w sposób wspomagający przywrócenie częstotliwości docelowej



- v. niewrażliwość odpowiedzi częstotliwościowej mocy czynnej w dowolnym punkcie pracy nie przekracza wymogów określonych w art. 15 ust. 2 lit. d).
- 2. MEE pozytywnie przejdzie wszystkie próby.
- 3. Szczegółowymi kryteriami określonymi przez właściwego OS w ramach programu szczegółowego.