

**Příručka pro  
testování  
komponenty  
výrobního  
modulu**

## Obsah

|   |    |
|---|----|
| Zkratky.....  | 3  |
| Legislativa.....  | 4  |
| Testovací systém .....  | 5  |
| 1. Ověření jmenovitého výkonu komponenty výrobního modulu ..... | 7  |
| 2. Automatické opětovné připojení k soustavě po poruše .....    | 8  |
| 3. Snížení činného výkonu při nadfrekvenci .....                | 11 |
| 4. Logický modul pro přerušení dodávky činného výkonu .....     | 14 |
| 5. Frekvenční stabilita .....                                   | 15 |
| 6. Napěťová stabilita .....                                     | 17 |
| 7. Snížení činného výkonu při podfrekvenci .....                | 19 |
| 8. Funkce P(U) a Q(U).....                                      | 20 |
| 9. Časová změna frekvence RoCoF .....                           | 24 |
| 10. Nadpěťová ochrana – 1.stupeň (200 ms).....                  | 26 |
| 11. Překlenutí přepětí – křivka OVRT .....                      | 28 |
| 12. Překlenutí podpětí – křivka UVRT .....                      | 30 |
| 13. Ochrany (10 ms).....  | 33 |
| A. Ověření Rv0 při rychlém spínání zátěže – 1f střídač.....     | 40 |
| B. Ověření Rv0 při pomalém spínání zátěže – 1f střídač .....    | 41 |
| C. Ověření Rv0 při rychlém spínání zátěže – 3f střídač.....     | 42 |
| D. Ověření Rv0 při pomalém spínání zátěže – 3f střídač .....    | 44 |

## Zkratky

|                    |   |
|--------------------|---|
| P                  | Činný výkon (W)   |
| Q                  | Jalový výkon (VAr)  |
| S                  | Zdánlivý výkon (VA)   |
| U                  | Napětí (V)  |
| f                  | Frekvence (Hz)  |
| I                  | Elektrický proud (A)  |
| s                  | Statika (%)   |
| VM                 | Výrobní modul   |
| DS                 | Distribuční soustava  |
| PDS                | Provozovatel distribuční soustavy                           |
| RoCoF              | Rate of change of frequency – časová změna frekvence (Hz/s) |
| AC                 | Střídavý proud  |
| DC                 | Stejnoseměrný proud   |
| $t_{\text{check}}$ | Doba analýzy sítě   |
| $P_{\text{NAC}}$   | Nominální výkon střídače na výstupu                         |
| $t_z$              | Zpoždění  |
| $t_u$              | Tolerance   |

## Legislativa

PPDS – Pravidla provozování distribučních soustav – příloha č. 4: Pravidla pro paralelní provoz výroben a akumulčních zařízení se sítí provozovatele distribučních soustav

Interní připojovací podmínky společnosti EG.D

RfG - Requirements for Generators NAŘÍZENÍ KOMISE (EU) 2016/631

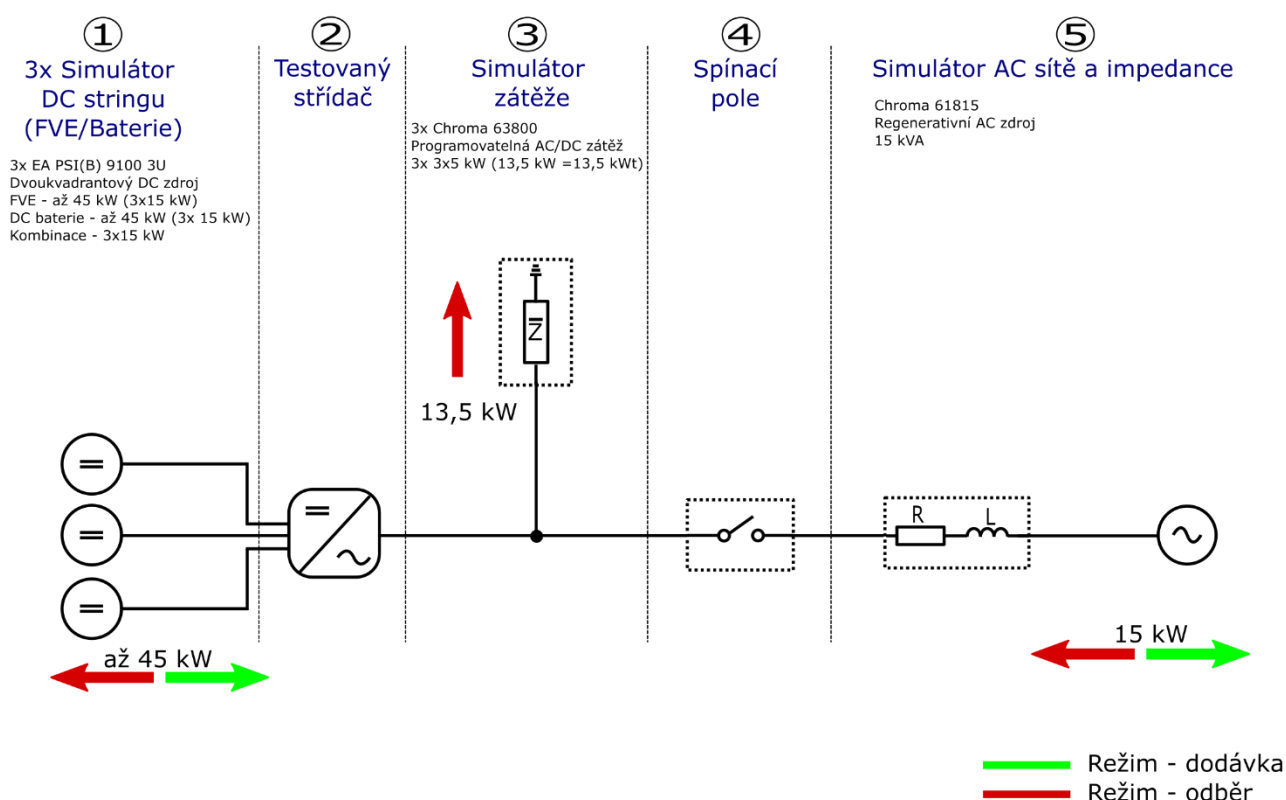
EN 50549 - Requirements for generating plants to be connected in parallel with distribution networks  
- Part 1: Connection to a LV distribution network - Generating plants up to and including Type B

## Testovací systém

Schéma zobrazuje zapojení testovacího systému, na kterém se provádí ověřování požadavků kladených na testovaný střídač. Fotovoltaické panely jsou zde zastoupeny stejnosměrným zdrojem (Simulátor DC stringu), na kterém je možné namodelovat požadovanou PV charakteristiku. Při modelování PV charakteristiky se vychází ze vstupních parametrů střídače ( $U_{oc}$ ,  $I_{sc}$ ,  $U_{mppt}$ ,  $I_{mppt}$ ). Stejnosměrný zdroj také plní funkci bateriového uložení.

Simulátor zátěže lze využít pro namodelování libovolného zařízení. Díky tomu je možné sledovat reakci střídače na různý typ zařízení např. v domácnosti.

Simulátor AC sítě je využíván jako umělá distribuční síť, kde je možné měnit parametry sítě (napětí  $U$  a frekvence  $f$ ). Je zde možné libovolně nasimulovat různé jevy, které mohou v distribuční síti vzniknout a sledovat odezvu střídače na tyto jevy.



Obr. 0.1: Schéma testovacího systému

Ověřování parametrů probíhá pomocí kvalimetru elektrické energie, který je pro vyhodnocení nastaven na 200 ms RMS hodnoty (RMS – efektivní hodnoty napětí, proudu nebo výkonu) pro zkoušky trvající jednotky sekund až minut. Pro krátké děje je měření nastaveno na 10 ms RMS hodnoty. Pro ověřování bezpřetokového režimu střídače je použit 4Q cejchovaný elektroměr Landis+Gyr E650.

**Doporučený postup  
pro ověření  
souladu  
komponenty  
výrobního modulu  
s požadavky PPDS**

## 1. Ověření jmenovitého výkonu komponenty výrobního modulu<sup>1</sup>

Legislativa: PPDS P4 – kap.2, návaznost: RfG – čl.5, EN50549 – 3.2.1.

### 1.1. Cíl testu

Cílem testu je ověření jmenovitého výkonu střídače. Test je proveden 1x.

### 1.2. Nastavení přístrojů

V následující podkapitole jsou popsány nastavení jednotlivých simulátorů, střídače a měřícího přístroje.

#### 1.2.1. Nastavení AC simulátoru

AC simulátor je nastaven na nominální hodnoty testované komponenty ( $U_N = 230 \text{ V}$ ,  $f_N = 50 \text{ Hz}$ ).

#### 1.2.2. Nastavení simulátoru zátěže

Simulátor zátěže není v tomto testu aktivní.

#### 1.2.3. Nastavení DC simulátoru

Na DC simulátoru je nastaven výkon  $1,2 P_{NAC}$  testované komponenty (střídače).

#### 1.2.4. Nastavení střídače

Střídač je nastaven dle přílohy 1.

#### 1.2.5. Nastavení měřícího přístroje

Kvalimetr je nastaven na 200 ms RMS hodnoty.

### 1.3. Hodnotící kritérium

Test je hodnocen výsledkem splněno/nesplněno. Střídač vyhoví, pokud dodávaný výkon v průměrné deseti minutové hodnotě není větší než  $1,1 P_N$  od udávaného výkonu střídače.

---

<sup>1</sup> Komponentou výrobního modulu je v rámci této příručky myšlen fotovoltaický střídač.

## 2. Automatické opětovné připojení k soustavě po poruše

Legislativa: PPDS P4 – kap.9.5, návaznost: RfG – čl.13.7, EN50549 – kap.4.10.2

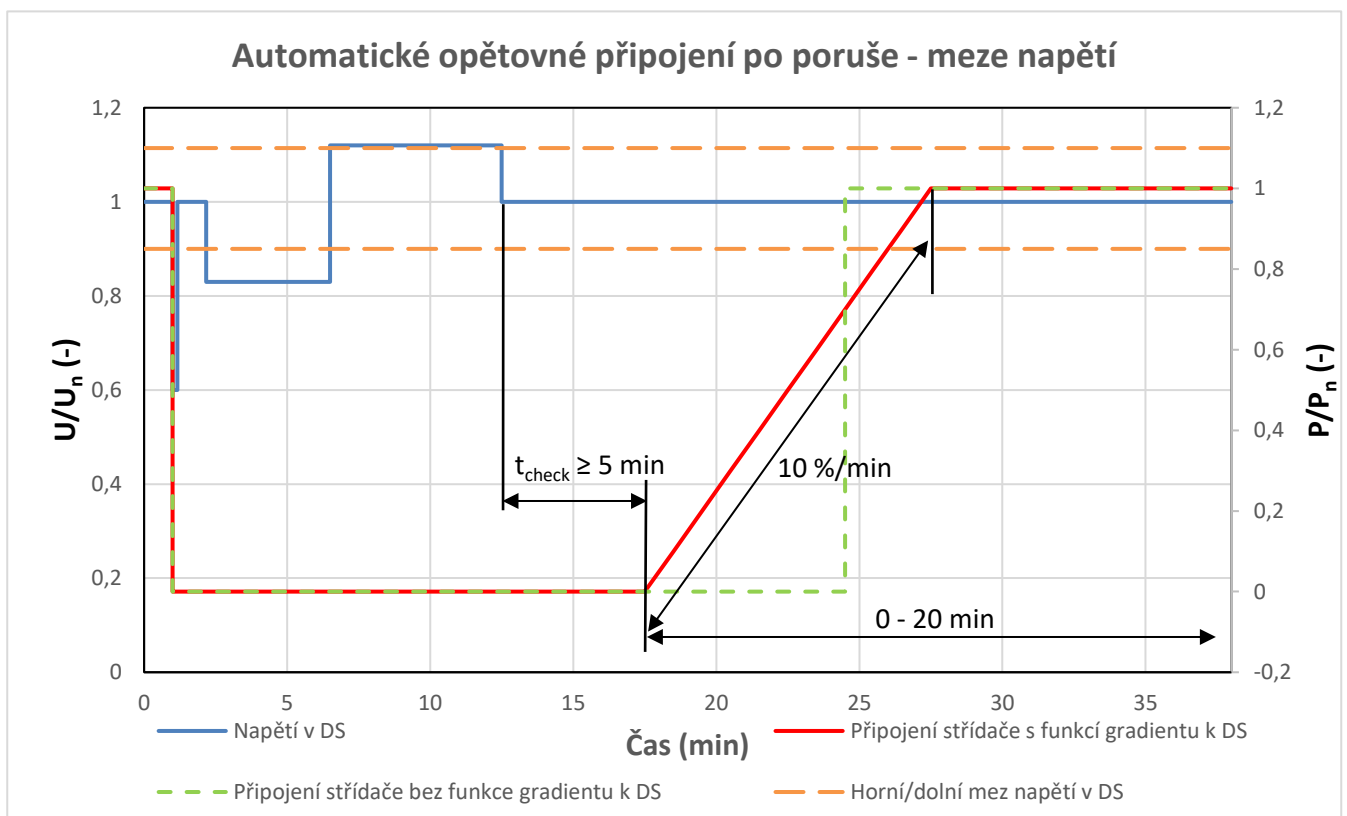
### 2.1. Cíl testu

Cílem testu je ověření funkce opětovného připojení po poruše, které je povoleno, pokud příslušný provozovatel DS v koordinaci s příslušným provozovatelem PS nestanoví jinak a provozovatel DS nezakázal opětovné připojení z důvodu řízení činného výkonu v závislosti na provozních podmínkách (např. vysláním omezovacího signálu 0 %).

Došlo-li k odpojení střídače od sítě z důvodů odchylek napětí nebo frekvence, může se střídač automaticky připojit k síti po splnění kritérií:

1. Napětí a frekvence je po dobu minimálně 300 s (5 min) v mezích
  - a. Napětí  $U$ : 0,85-1,1  $U_n$
  - b. Frekvence  $f$ : 47,5-50,05 Hz
2. Dodávaný výkon  $P$  musí od nuly najíždět s maximálním gradientem 10 %/min (červená křivka na Obr 2.1)

V případě, že není střídač schopen splnit bod 2, může se po předchozí koordinaci (povolení) s PDS připojit s další prodlevou v intervalu 0-20 min (zelená křivka na Obr 2.1), přičemž si příslušný provozovatel DS může čas upravit. Test je proveden 1x.



Obr. 2.1: Automatické opětovné připojení k soustavě po poruše pro meze napětí



## 2.2. Nastavení přístrojů

V následující podkapitole jsou popsány nastavení jednotlivých simulátorů, střídače a měřícího přístroje.

### 2.2.1. Nastavení AC simulátoru

Nastavení AC simulátoru pro otestování automatického opětovného připojení k soustavě pro meze napětí je uvedeno v tabulce 2.1. Celková doba testu je 2 350 s.

Tab.2.1: Nastavení AC simulátoru pro otestování automatického opětovného připojení k soustavě pro meze napětí

| Kroky | Počáteční napětí (V) | Konečné napětí (V) | Počáteční frekvence (Hz) | Konečná frekvence (Hz) | Čas (ms)  |
|-------|----------------------|--------------------|--------------------------|------------------------|-----------|
| 0.    | 230                  | 230                | 50                       | 50                     | 60 000    |
| 1.    | 138                  | 138                | 50                       | 50                     | 10 000    |
| 2.    | 230                  | 230                | 50                       | 50                     | 60 000    |
| 3.    | 190,9                | 190,9              | 50                       | 50                     | 360 000   |
| 4.    | 257,6                | 257,6              | 50                       | 50                     | 360 000   |
| 5.    | 230                  | 230                | 50                       | 50                     | 1 500 000 |

Nastavení AC simulátoru pro otestování automatického opětovného připojení k soustavě pro meze frekvence je uvedeno v tabulce 2.2. Celková doba testu je 2 365,5 s.

Tab. 2.2: Nastavení AC simulátoru pro otestování automatického opětovného připojení k soustavě pro meze frekvence

| Kroky | Počáteční napětí (V) | Konečné napětí (V) | Počáteční frekvence (Hz) | Konečná frekvence (Hz) | Čas (ms)  |
|-------|----------------------|--------------------|--------------------------|------------------------|-----------|
| 0.    | 230                  | 230                | 50                       | 50                     | 60 000    |
| 1.    | 230                  | 230                | 50                       | 45                     | 5 000     |
| 2.    | 230                  | 230                | 45                       | 45                     | 10 000    |
| 3.    | 230                  | 230                | 45                       | 50                     | 5 000     |
| 4.    | 230                  | 230                | 50                       | 50                     | 60 000    |
| 5.    | 230                  | 230                | 50                       | 47,4                   | 2 600     |
| 6.    | 230                  | 230                | 47,4                     | 47,4                   | 360 000   |
| 7.    | 230                  | 230                | 47,4                     | 50,15                  | 2 750     |
| 8.    | 230                  | 230                | 50,15                    | 50,15                  | 360 000   |
| 9.    | 230                  | 230                | 50,15                    | 50                     | 150       |
| 10.   | 230                  | 230                | 50                       | 50                     | 1 500 000 |

### 2.2.2. Nastavení simulátoru zátěže

Simulátor zátěže není v tomto testu aktivní.

### 2.2.3. Nastavení DC simulátoru

Na DC simulátoru je nastaven jmenovitý výkon střídače.

### 2.2.4. Nastavení střídače

Střídač je nastaven dle přílohy 1.

### 2.2.5. Nastavení měřícího přístroje

Kvalimetr je nastaven na 200 ms RMS hodnoty.

## 2.3. Hodnotící kritérium

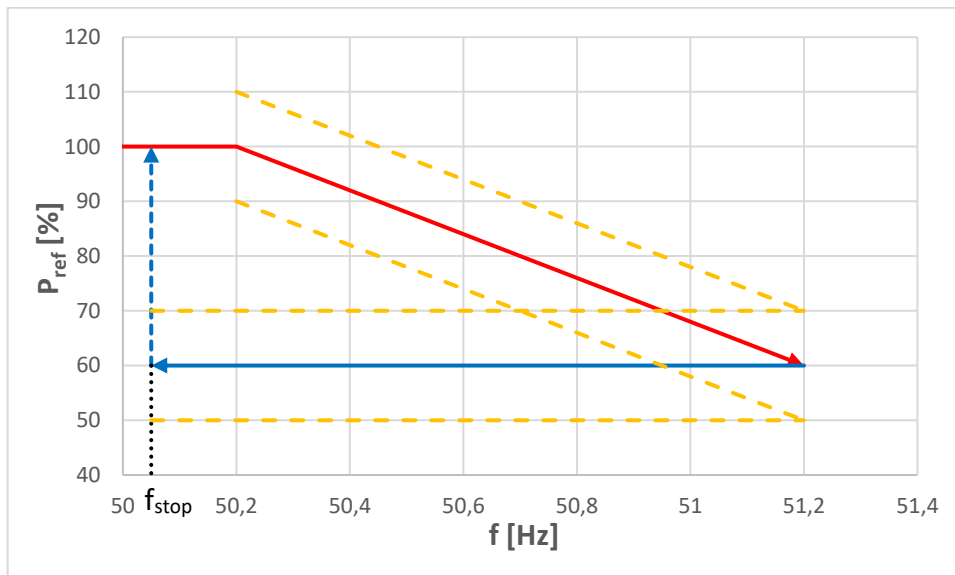
Test je hodnocen výsledkem splněno/nesplněno. Poté co se hodnoty napětí a frekvence nacházejí v povolených mezích alespoň po dobu 5 minut, začne střídač dodávat činný výkon s maximálním gradientem 10 %/min nebo se připojí v rozmezí 0 – 20 minut.

### 3. Snížení činného výkonu při nadfrekvenci

Legislativa: PPDS P4 – kap.9.3.1, návaznost: RfG – čl.13.2, EN50549 – kap.4.6.1

#### 3.1. Cíl testu

Cílem testu je ověřit, zda střídač je schopen poskytnout frekvenční odezvu činného výkonu dle určené regulační charakteristiky (*obr.3.1*). Prahová hodnota aktivace musí být nastavitelná od 50,05 Hz včetně do 52 Hz. Statika s musí být volitelná mezi 4–10 %. Jako výchozí hodnoty PPDS jsou uvedeny hodnoty prahové frekvence 50,2 Hz, statika 5 %. Po aktivaci funkce a omezení činného výkonu nesmí VM při následném poklesu frekvence zvýšit výkon na hodnotu vyšší, než na kterou byl omezen. K opětovnému nárůstu činného výkonu může dojít až po dosažení prahové hodnoty frekvence pro deaktivaci funkce  $f_{\text{stop}} \leq 50,05$  Hz (s gradientem nárůstu činného výkonu 10 %/min). Test je proveden 1x.



Obr.3.1: Regulační charakteristika pro frekvenční odezvu při nadfrekvenci

#### 3.2. Nastavení přístrojů

V následující podkapitole jsou popsány nastavení jednotlivých simulátorů, střídače a měřícího přístroje.

##### 3.2.1. Nastavení AC simulátoru

Nastavení AC simulátoru pro otestování snížení činného výkonu při nadfrekvenci pro 100 %  $P_N$  (1.test) a pro 50 %  $P_N$  (2.test) je uvedeno v tabulce 4.1. Celková doba testu je 1 082,8 s.

Tab. 3.1: Nastavení AC simulátoru pro otestování snížení činného výkonu při nadfrekvenci pro 100 %  $P_N$  (1. test) a pro 50 %  $P_N$  (2. test).

| Kroky | Počáteční napětí (V) | Konečné napětí (V) | Počáteční frekvence (Hz) | Konečná frekvence (Hz) | Čas (ms) |
|-------|----------------------|--------------------|--------------------------|------------------------|----------|
| 0.    | 230                  | 230                | 50                       | 50                     | 60 000   |
| 1.    | 230                  | 230                | 50                       | 50,1                   | 100      |
| 2.    | 230                  | 230                | 50,1                     | 50,1                   | 60 000   |
| 3.    | 230                  | 230                | 50,1                     | 50,4                   | 300      |
| 4.    | 230                  | 230                | 50,4                     | 50,4                   | 60 000   |
| 5.    | 230                  | 230                | 50,4                     | 50,9                   | 500      |
| 6.    | 230                  | 230                | 50,9                     | 50,9                   | 60 000   |
| 7.    | 230                  | 230                | 50,9                     | 51,4                   | 500      |
| 8.    | 230                  | 230                | 51,4                     | 51,4                   | 60 000   |
| 9.    | 230                  | 230                | 51,4                     | 50,9                   | 500      |
| 10.   | 230                  | 230                | 50,9                     | 50,9                   | 60 000   |
| 11.   | 230                  | 230                | 50,9                     | 50,4                   | 500      |
| 12.   | 230                  | 230                | 50,4                     | 50,4                   | 60 000   |
| 13.   | 230                  | 230                | 50,4                     | 50,1                   | 300      |
| 14.   | 230                  | 230                | 50,1                     | 50,1                   | 60 000   |
| 15.   | 230                  | 230                | 50,1                     | 50                     | 100      |
| 16.   | 230                  | 230                | 50                       | 50                     | 600 000  |

Nastavení AC simulátoru pro otestování snížení činného výkonu při nadfrekvenci pro 50 %  $P_N$  se zvýšením  $P_{DC}$  (3.test) je uvedeno v tabulce 4.2. Celková doba testu je 241,7 s.

Tab. 3.2: Nastavení AC simulátoru pro otestování snížení činného výkonu při nadfrekvenci pro 50 %  $P_N$  se zvýšením  $P_{DC}$  (3.test)

| Kroky | Počáteční napětí (V) | Konečné napětí (V) | Počáteční frekvence (Hz) | Konečná frekvence (Hz) | Čas (ms) |
|-------|----------------------|--------------------|--------------------------|------------------------|----------|
| 0.    | 230                  | 230                | 50                       | 50                     | 60 000   |
| 1.    | 230                  | 230                | 50                       | 50,9                   | 900      |
| 2.    | 230                  | 230                | 50,9                     | 50,9                   | 60 000   |
| 3.    | 230                  | 230                | 50,9                     | 50,9                   | 60 000   |
| 4.    | 230                  | 230                | 50,9                     | 50                     | 900      |
| 5.    | 230                  | 230                | 50                       | 50                     | 60 000   |

### 3.2.2. Nastavení simulátoru zátěže

Simulátor zátěže není v tomto testu aktivní.

### 3.2.3. Nastavení DC simulátoru

Pro 1. test je na DC simulátoru nastaven jmenovitý výkon střídače. Pro 2. test je na DC simulátoru nastaven 50% jmenovitý výkon střídače. Pro 3. test je na DC simulátoru nastaven 50% jmenovitý výkon střídače a mezi 2. a 3. krokem třetího testu dojde ke zvýšení  $P_{DC}$  o 20 %.

### 3.2.4. Nastavení střídače

Střídač je nastaven dle přílohy 1.

### 3.2.5. Nastavení měřícího přístroje

Kvalimetr je nastaven na 200 ms RMS hodnoty.

## 3.3. Hodnotící kritérium

Test je hodnocen stylem splněno/nesplněno. Snížení činného výkonu musí splňovat statiku 5 % s maximální odchylkou  $\pm 10 \% P_N$ . Po změně frekvence z 50,2 Hz na 50,8 Hz musí střídač omezit svůj činný výkon na hodnotu, která odpovídá frekvenci 50,8 Hz. K opětovnému nárůstu činného výkonu musí dojít po dosažení prahové hodnoty frekvence pro deaktivaci  $f_{stop}$  (v našem případě po posledním testovacím kroku, kdy se frekvence vrátí na svou jmenovitou hodnotu 50 Hz). Pokud střídač nezvládá nárůst činného výkonu po obnovení frekvence s gradientem 10 %/minutu, tak to není důvod k nesplnění testu, nicméně je potřeba na to výrobce upozornit. Ve třetím testu při zvýšení  $P_{DC}$  o 20 % nesmí dojít ke zvýšení výkonu střídače.

Poznámky k testu:

Data se vyhodnocují jako průměrné 30sekundové hodnoty.

## 4. Logický modul pro přerušení dodávky činného výkonu

Legislativa: PPDS – kap.5.1, návaznost: RfG – čl.13.6, EN50549 – kap.4.11.1

### 4.1. Cíl testu

Cílem testu je zjistit, zda střídač disponuje logickým rozhraním, přes které musí do 5 sekund přerušit dodávku činného výkonu na výstupu. Pokyn může být obdržen např. pomocí HDO. Odpínací prvek musí zůstat funkční i po silovém odpojení výroby z paralelního provozu. Test je proveden 1x.

### 4.2. Nastavení přístrojů

V následující podkapitole jsou popsány nastavení jednotlivých simulátorů, střídače a měřícího přístroje.

#### 4.2.1. Nastavení AC simulátoru

AC simulátor je nastaven na nominální hodnoty testované komponenty ( $U_N = 230 \text{ V}$ ,  $f_N = 50 \text{ Hz}$ ).

#### 4.2.2. Nastavení simulátoru zátěže

Simulátor zátěže není v tomto testu aktivní.

#### 4.2.3. Nastavení DC simulátoru

Na DC simulátoru je nastaven jmenovitý výkon střídače.

#### 4.2.4. Nastavení střídače

Střídač je nastaven dle přílohy 1.

#### 4.2.5. Nastavení měřícího přístroje

Kvalimetr je nastaven na 200 ms RMS hodnoty.

### 4.3. Hodnotící kritérium

Test je hodnocen výsledkem splněno/nesplněno. Po obdržení pokynu (ten přijde nejdříve po 60 sekundách od doby, co je AC simulátor spuštěn na nominální hodnoty testovaného zařízení, aby došlo k ustálení střídače, a trvá 30 sekund) musí střídač přerušit dodávku činného výkonu. Požadavek se považuje za splněný, pokud výkon střídače klesne na hodnotu  $0 \text{ W} \pm 5 \% P_N$  do  $5 + 0,2$  sekund. Návratová statika není hodnocena (dodavatel je informován o úpravě FW). Pokud střídač logickým modulem nedisponuje, může být přerušení dodávky činného výkonu zabezpečeno externím řídicím systémem, který dostane pokyn a předá ho střídači. Pokud střídač nedisponuje logickým modulem ani externím řídicím systémem pro přerušení dodávky činného výkonu, je test hodnocen jako nesplněno.

## 5. Frekvenční stabilita

Legislativa: PPDS P4 – kap.9.1.1, návaznost: RfG – čl.13.1 a), EN50549 – kap.4.4.2

### 5.1. Cíl testu

Cílem testu je ověření, zda je střídač schopen zůstat připojen k soustavě a pracovat v rozsahu frekvencí uvedených v tabulce 5.1. Test je proveden 1x.

Tab. 5.1: Frekvenční rozsah

| Rozsah frekvence (Hz) | Min doba provozu (min) |
|-----------------------|------------------------|
| 47,5 - 48,5           | 30                     |
| 48,5 - 49             | 90                     |
| 49–51                 | bez omezení            |
| 51 - 51,5             | 30                     |

### 5.2. Nastavení přístrojů

V následující podkapitole jsou popsány nastavení jednotlivých simulátorů, střídače a měřícího přístroje.

#### 5.2.1. Nastavení AC simulátoru

Nastavení AC simulátoru pro otestování frekvenční stability je uvedeno v tabulce 5.2. Celková doba testu je 932 s.

Tab. 5.2: Nastavení AC simulátoru pro otestování frekvenční stability

| Kroky | Počáteční napětí (V) | Konečné napětí (V) | Počáteční frekvence (Hz) | Konečná frekvence (Hz) | Čas (ms) |
|-------|----------------------|--------------------|--------------------------|------------------------|----------|
| 0.    | 230                  | 230                | 50                       | 50                     | 60 000   |
| 1.    | 230                  | 230                | 50                       | 47,6                   | 48 000   |
| 2.    | 230                  | 230                | 47,6                     | 47,6                   | 300 000  |
| 3.    | 230                  | 230                | 47,6                     | 50                     | 48 000   |
| 4.    | 230                  | 230                | 50                       | 50                     | 60 000   |
| 5.    | 230                  | 230                | 50                       | 51,4                   | 28 000   |
| 6.    | 230                  | 230                | 51,4                     | 51,4                   | 300 000  |
| 7.    | 230                  | 230                | 51,4                     | 50                     | 28 000   |
| 8.    | 230                  | 230                | 50                       | 50                     | 60 000   |

#### 5.2.2. Nastavení simulátoru zátěže

Simulátor zátěže není v tomto testu aktivní.

#### 5.2.3. Nastavení DC simulátoru

Na DC simulátoru je nastaven jmenovitý výkon střídače.

#### 5.2.4. Nastavení střídače

Střídač je nastaven dle přílohy 1. Pouze doba analýzy sítě  $t_{\text{check}}$  a doba nájezdové rampy jsou sníženy na čas  $t = 60$  s (lze zachovat standartní náběh střídače), za účelem zkrácení celkového testovacího času.

#### 5.2.5. Nastavení měřícího přístroje

Kvalimetr je nastaven na 200 ms RMS hodnoty.

#### 5.3. Hodnotící kritérium

Test je hodnocen výsledkem splněno/nesplněno. U střídače nesmí dojít v průběhu testu k odpojení. Pokud se u střídače během testu vyskytnou nadměrné kmity činného výkonu, je frekvenční stabilita vyhodnocena jako nesplněno. Tolerovány jsou kmity v rozmezí  $\pm 10\%$   $P_N$ , které jsou přítomny po dobu celého testu. V průběhu testu může střídač omezit svůj výkon dle  $P(f)$  křivek.



## 6. Napěťová stabilita

Legislativa: PPDS P4 – kap.9.1.2., návaznost: RfG – nepožaduje, EN50549 – kap.4.4.4

### 6.1. Cíl testu

Cílem testu je ověření, zda je střídač schopen trvalého provozu v napěťovém rozsahu 0,85 – 1,1  $U_N$ .

Test je proveden 1x.

### 6.2. Nastavení přístrojů

V následující podkapitole jsou popsány nastavení jednotlivých simulátorů, střídače a měřícího přístroje.

#### 6.2.1. Nastavení AC simulátoru

Nastavení AC simulátoru pro otestování spodní meze napěťové stability je uvedeno v tabulce 6.1.

Celková doba testu je 1 725,8 s.

Tab. 6.1: Nastavení AC simulátoru pro otestování napěťové stability

| Kroky | Počáteční napětí (V) | Konečné napětí (V) | Počáteční frekvence (Hz) | Konečná frekvence (Hz) | Čas (ms) |
|-------|----------------------|--------------------|--------------------------|------------------------|----------|
| 0.    | 230                  | 230                | 50                       | 50                     | 60 000   |
| 1.    | 230                  | 197,8              | 50                       | 50                     | 32 200   |
| 2.    | 197,8                | 197,8              | 50                       | 50                     | 600 000  |
| 3.    | 197,8                | 230                | 50                       | 50                     | 32 200   |
| 4.    | 230                  | 230                | 50                       | 50                     | 300 000  |
| 5.    | 230                  | 250,7              | 50                       | 50                     | 20 700   |
| 6.    | 250,7                | 250,7              | 50                       | 50                     | 600 000  |
| 7.    | 250,7                | 230                | 50                       | 50                     | 20 700   |
| 8.    | 230                  | 230                | 50                       | 50                     | 60 000   |

#### 6.2.2. Nastavení simulátoru zátěže

Simulátor zátěže není v tomto testu aktivní.

#### 6.2.3. Nastavení DC simulátoru

Na DC simulátoru je nastaven jmenovitý výkon střídače.

#### 6.2.4. Nastavení střídače

Střídač je nastaven dle přílohy 1. Pouze doba analýzy sítě  $t_{\text{check}}$  a doba nájezdové rampy jsou sníženy na čas  $t = 60$  s (lze zachovat standartní náběh střídače), za účelem zkrácení celkového testovacího času.

#### 6.2.5. Nastavení měřícího přístroje

Kvalimetr je nastaven na 200 ms RMS hodnoty.

### 6.3. Hodnotící kritérium

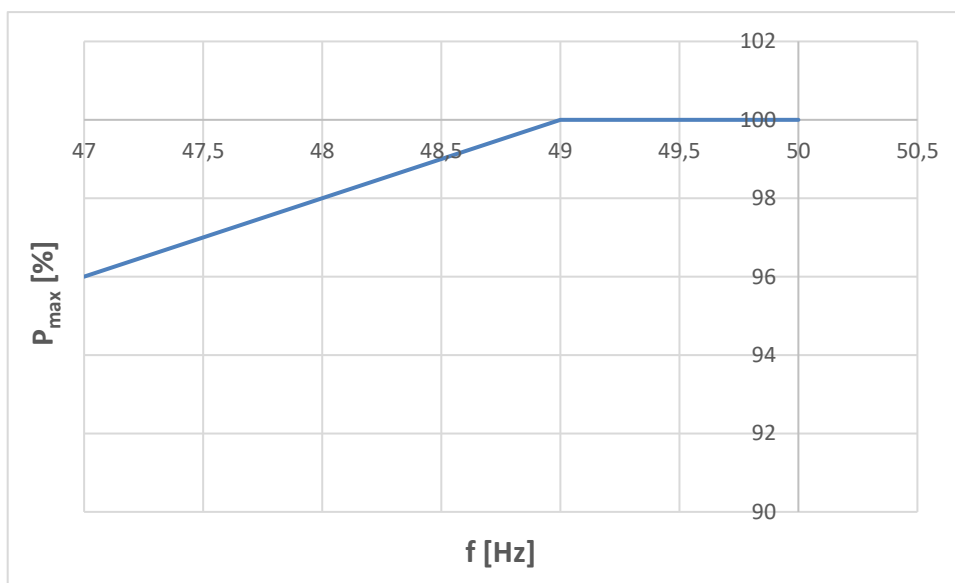
Test je hodnocen výsledkem splněno/nesplněno. U střídače nesmí dojít v průběhu testu k odpojení. Pokud se u střídače během testu vyskytnou nadměrné kmity činného výkonu, je napěťová stabilita vyhodnocena jako nesplněno. Tolerovány jsou kmity v rozmezí  $\pm 10\%$   $P_N$ , které jsou přítomny po dobu celého testu. V průběhu testu může střídač omezit svůj výkon dle  $P(U)$ ,  $Q(U)$  křivek.

## 7. Snížení činného výkonu při podfrekvenci

Legislativa: PPDS P4 – kap.9.3.2 Návaznost: RfG – čl.13.4 a 5, EN50549 – kap.4.4.3

### 7.1. Cíl testu

Pokud není střídač schopen udržet konstantní dodávku činného výkonu při poklesu frekvence, má možnost společně s klesající frekvencí snížit i dodávaný činný výkon do sítě. Požadavek PPDS na střídač je dán modrou křivkou (obr. 7.1), a tedy pokles pod frekvenci 49 Hz může způsobit pokles činného výkonu o 2 %/Hz. Snížení platí pro jmenovité podmínky okolního prostředí stanovené výrobcem. Pokud střídač není schopen plnit tyto požadavky, je potřeba doložit technickou studii PDS. Test je proveden 1x.



Obr. 7.1: Dovolené maximální snížení činného výkonu při podfrekvenci

### 7.2. Nastavení přístrojů

Stejně jako v kapitole 5.

### 7.3. Hodnotící kritérium

Test je hodnocen výsledkem splněno/nesplněno. Snížení činného výkonu o maximální hodnotu 2 % P<sub>max</sub>/Hz. Při frekvenci 47,6 Hz je potom dovoleno maximální snížení činného výkonu o 2,8 % P<sub>max</sub>.

Poznámky k testu:

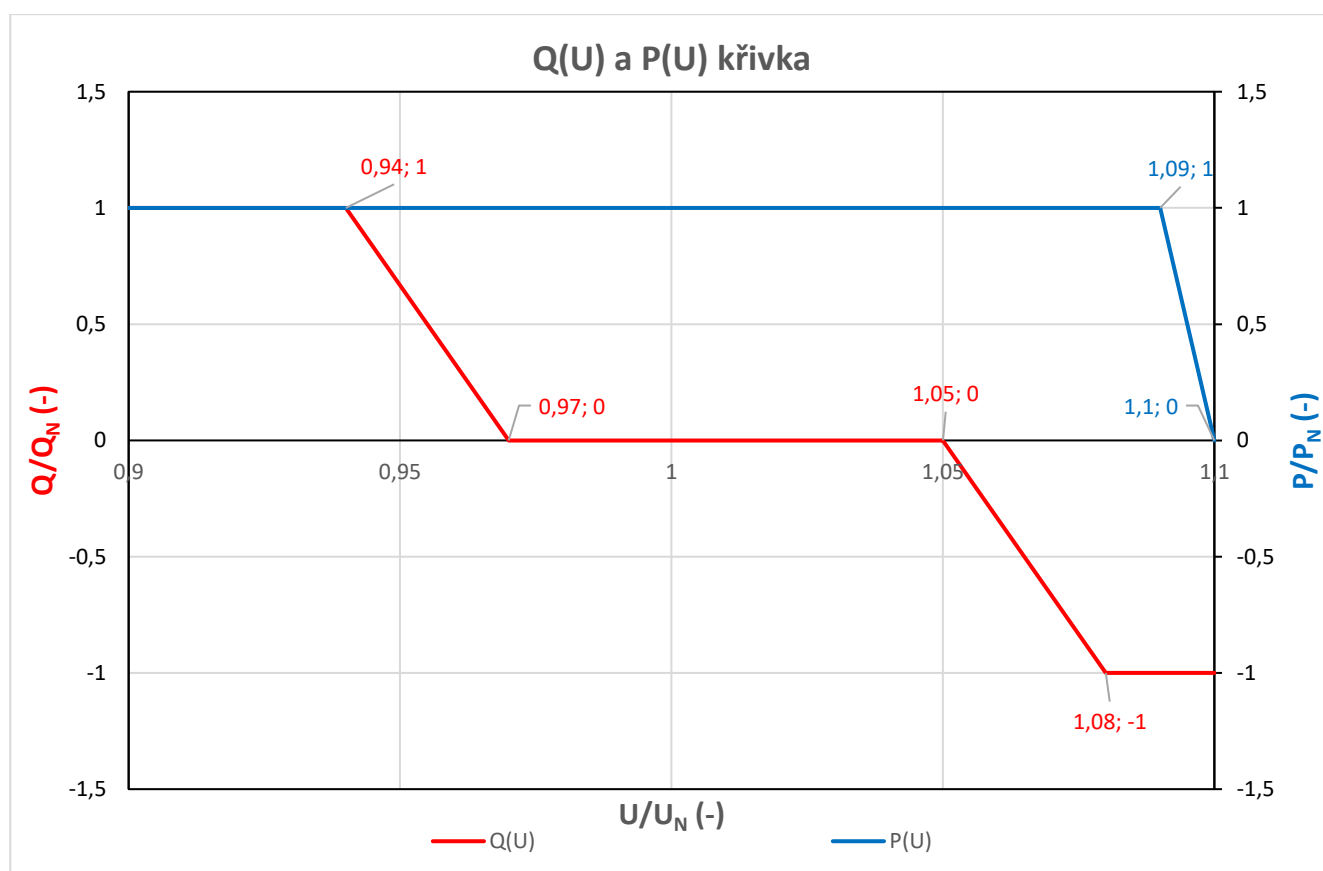
Tento požadavek lze otestovat současně s požadavkem na frekvenční stabilitu (kapitola 5), kdy je frekvence snížena na hodnotu 47,6 Hz.

## 8. Funkce P(U) a Q(U)

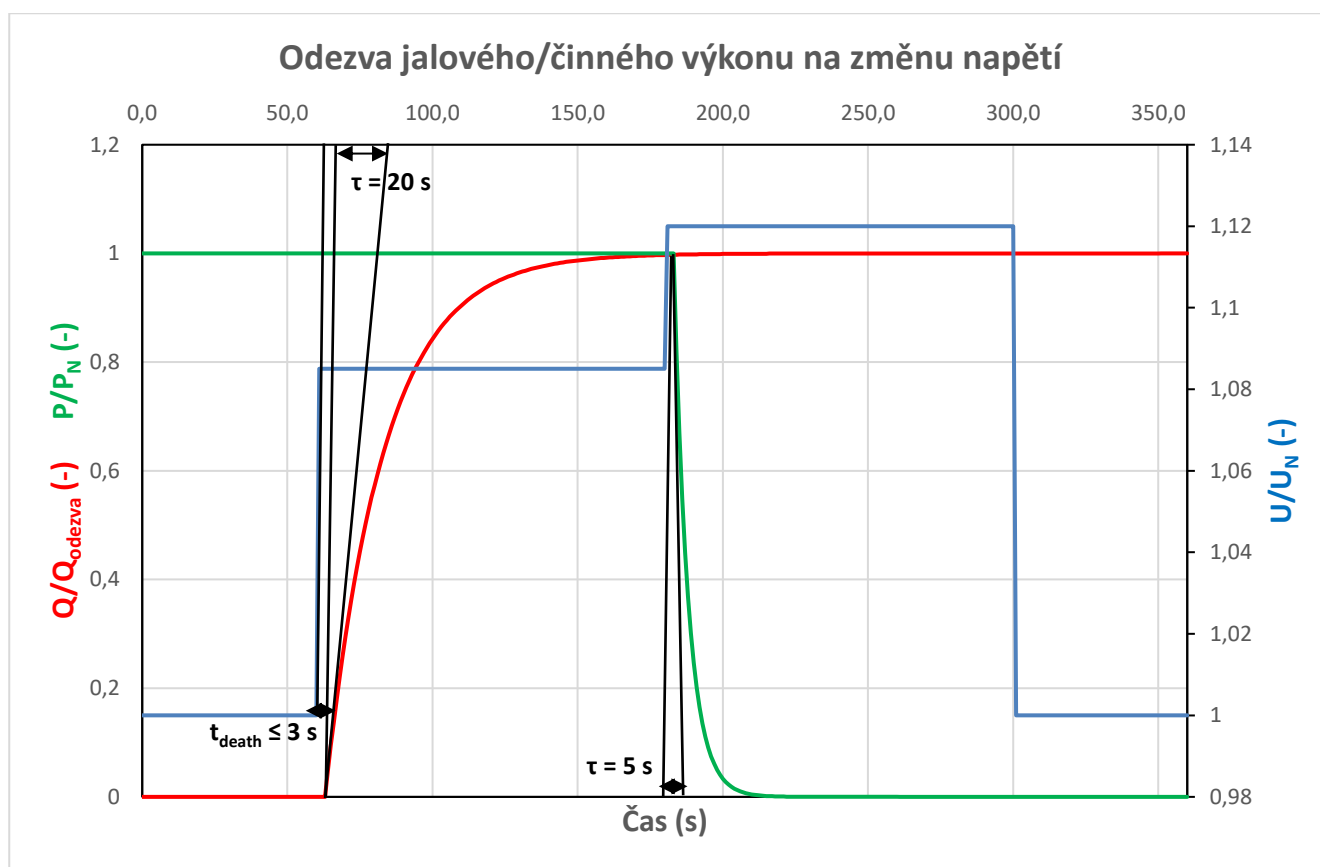
Legislativa: PPDS P4 – kap.9.3.5 a kap.9.4.2, návaznost: RfG -, EN50549 – kap.4.7.3 a kap.4.7.2.3.3

### 8.1. Cíl testu

Výrobny připojené pomocí střídače k DS na hladině NN musí disponovat funkcí P(U). Regulační působení funkce P(U) požadováno PDS je zobrazeno na následujícím obrázku (obr. 8.1). Časová konstanta  $\tau$  je 5 sekund. Dále musí být výrobní schopna pracovat s charakteristikou Q(U) (obr. 8.1), která musí být plně nastavitelná. Nastavení Q(U) odpovídá požadavkům PDS. Časová konstanta  $\tau$  je 20 sekund. Test je proveden 1x.



Obr. 8.1: P(U) a Q(U) křivky požadovány EG.D


 Obr. 8.2: Odezva jalového/činného výkonu na změnu napětí  $U$ 

## 8.2. Nastavení přístrojů

V následující podkapitole jsou popsány nastavení jednotlivých simulátorů, střídače a měřícího přístroje.

### 8.2.1. Nastavení AC simulátoru

Nastavení AC simulátoru pro otestování  $P(U)$  a  $Q(U)$  křivky pro 1. sekvenci je uvedeno v tabulce 8.1. Celková doba testu je 3 480 s.

 Tab. 8.1: Nastavení AC simulátoru pro otestování  $P(U)$  a  $Q(U)$  křivky pro 1. sekvenci

| Kroky | Počáteční napětí (V) | Konečné napětí (V) | Počáteční frekvence (Hz) | Konečná frekvence (Hz) | Čas (ms)  |
|-------|----------------------|--------------------|--------------------------|------------------------|-----------|
| 0.    | 230                  | 230                | 50                       | 50                     | 60 000    |
| 1.    | 197,8                | 197,8              | 50                       | 50                     | 120 000   |
| 2.    | 197,8                | 257,6              | 50                       | 50                     | 1 560 000 |
| 3.    | 257,6                | 257,6              | 50                       | 50                     | 120 000   |
| 4.    | 257,6                | 197,8              | 50                       | 50                     | 1 560 000 |
| 5.    | 230                  | 230                | 50                       | 50                     | 60 000    |

Nastavení AC simulátoru pro otestování  $P(U)$  a  $Q(U)$  křivky pro 2. sekvenci je uvedeno v tabulce 8.2. Celková doba testu je 6 480 s.

Tab. 8.2: Nastavení AC simulátoru pro otestování  $P(U)$  a  $Q(U)$  křivky pro 2. sekvenci

| Kroky | Počáteční napětí (V) | Konečné napětí (V) | Počáteční frekvence (Hz) | Konečná frekvence (Hz) | Čas (ms) |
|-------|----------------------|--------------------|--------------------------|------------------------|----------|
| 0.    | 230                  | 230                | 50                       | 50                     | 60 000   |
| 1.    | 197,8                | 197,8              | 50                       | 50                     | 120 000  |
| 2.    | 200,1                | 200,1              | 50                       | 50                     | 120 000  |
| ⋮     |                      |                    |                          |                        |          |
| 26.   | 255,3                | 255,3              | 50                       | 50                     | 120 000  |
| 27.   | 257,6                | 257,6              | 50                       | 50                     | 120 000  |
| 28.   | 255,3                | 255,3              | 50                       | 50                     | 120 000  |
| ⋮     |                      |                    |                          |                        |          |
| 51.   | 202,4                | 202,4              | 50                       | 50                     | 120 000  |
| 52.   | 200,1                | 200,1              | 50                       | 50                     | 120 000  |
| 53.   | 197,8                | 197,8              | 50                       | 50                     | 120 000  |
| 54.   | 230                  | 230                | 50                       | 50                     | 60 000   |

Nastavení AC simulátoru pro otestování odezvy jalového/činného výkonu na nárůst napětí je uvedeno v tabulce 8.3. Celková doba testu je 360 s.

Tab. 8.3: Nastavení AC simulátoru pro otestování odezvy jalového/činného výkonu

| Kroky | Počáteční napětí (V) | Konečné napětí (V) | Počáteční frekvence (Hz) | Konečná frekvence (Hz) | Čas (ms) |
|-------|----------------------|--------------------|--------------------------|------------------------|----------|
| 0.    | 230                  | 230                | 50                       | 50                     | 60 000   |
| 1.    | 249,6                | 249,6              | 50                       | 50                     | 120 000  |
| 2.    | 257,6                | 257,6              | 50                       | 50                     | 120 000  |
| 3.    | 230                  | 230                | 50                       | 50                     | 60 000   |

### 8.2.2. Nastavení simulátoru zátěže

Simulátor zátěže není v tomto testu aktivní.

### 8.2.3. Nastavení DC simulátoru

Na DC simulátoru je nastaven jmenovitý výkon střídače.

### 8.2.4. Nastavení střídače

Střídač je nastaven dle přílohy 1. Doba analýzy sítě  $t_{\text{check}}$  a doba nájezdové rampy jsou sníženy na čas  $t = 60$  s (lze zachovat standardní náběh střídače), za účelem zkrácení celkového testovacího času.

### 8.2.5. Nastavení měřícího přístroje

Kvalimetr je nastaven na 200 ms RMS hodnoty.

## 8.3. Hodnotící kritérium

Test je hodnocen výsledkem splněno/nesplněno. V případě 1. sekvence testu je dovolená tolerance  $\pm 2 \% S_{\text{max}}$  a  $\pm 1 \% U_n$ . Pokud je střídač po 1. sekvenci vyhodnocen jako nesplněn, je přistoupeno k 2. testovací sekvenci (data jsou vyhodnocena jako průměrné 30sekundové hodnoty) se stejnou dovolenou tolerancí. U testu číslo 3 je dovolená tolerance před skokovou změnou napětí  $\pm 2 \% S_{\text{max}}$ . Po skokové změně napětí je dovolená tolerance  $\pm 5 \%$  pro činný i jalový výkon. Zpoždění regulace výkonů na skokovou změnu napětí je  $t_{\text{death}} \leq 3$  s. Test je vyhodnocen jako splněn, pokud vyhoví požadavkům 1. nebo 2. testovací sekvenci pro ověření P(U) a Q(U) křivek a vyhoví požadavkům 3. testu pro ověření odezvy jalového/činného výkonu na nárůst napětí.

## 9. Časová změna frekvence RoCoF

Legislativa: PPDS P4 – kap.9.1.1, návaznost: RfG – čl.13.1.b), EN50549 – kap.4.5.2

### 9.1. Cíl testu

Cílem testu je ověření, zda střídač vyhovuje požadavku na minimální odolnost RoCoF. V případě změny frekvence do  $\pm 2$  Hz/s nesmí dojít k odpojení střídače od soustavy. Test je proveden 1x.

### 9.2. Nastavení přístrojů

V následující podkapitole jsou popsány nastavení jednotlivých simulátorů, střídače a měřícího přístroje.

#### 9.2.1. Nastavení AC simulátoru

Nastavení AC simulátoru pro otestování odolnosti na RoCoF je uvedeno v tabulce 9.1. Celková doba testu je 127,026 s.

Tab. 9.1: Nastavení AC simulátoru pro test RoCoF

| Kroky | Počáteční napětí (V) | Konečné napětí (V) | Počáteční frekvence (Hz) | Konečná frekvence (Hz) | Čas (ms) |
|-------|----------------------|--------------------|--------------------------|------------------------|----------|
| 0.    | 230                  | 230                | 50                       | 50                     | 60 000   |
| 1.    | 230                  | 230                | 50                       | 51                     | 500      |
| 2.    | 230                  | 230                | 51                       | 51                     | 3 000    |
| 3.    | 230                  | 230                | 51                       | 49                     | 1 000    |
| 4.    | 230                  | 230                | 49                       | 49                     | 3 000    |
| 5.    | 230                  | 230                | 49                       | 50                     | 500      |
| 6.    | 230                  | 230                | 50                       | 50                     | 60 000   |

#### 9.2.2. Nastavení simulátoru zátěže

Simulátor zátěže není v tomto testu aktivní.

#### 9.2.3. Nastavení DC simulátoru

Na DC simulátoru je nastaven jmenovitý výkon střídače.

#### 9.2.4. Nastavení střídače:

Střídač je nastaven dle přílohy 1. Pouze doba analýzy sítě  $t_{check}$  a doba nájezdové rampy jsou sníženy na čas  $t = 60$  s (lze zachovat standartní náběh střídače), za účelem zkrácení celkového testovacího času. 2Případná ochrana RoCoF musí být vypnuta nebo nastavena na maximální hodnotu.

#### 9.2.5. Nastavení měřícího přístroje

Kvalimetr je nastaven na 200 ms RMS hodnoty.



### 9.3. Hodnotící kritérium

Test je hodnocen výsledkem splněno/nesplněno. Nesmí dojít k odpojení střídače. Pokud je střídač odpojen záměrnou ochranou RoCoF, je považován daný požadavek na odolnost za nesplněný.

## 10. Nadpětová ochrana – 1.stupeň (200 ms)

Nastavení vychází ze SoP (smlouva o připojení) daného provozovatele DS.

### 10.1. Cíl testu

Cílem testu je ověření, zda nastavení interních ochran střídače odpovídá požadavkům. Nastavení prahových hodnot a zpoždění vyžadovaných PDS je shrnuto v tabulce níže (*tab. 10.1*). Test je proveden 1x.

Tab. 10.1: Nastavení ochran

| Funkce           |       | Nastavení pro vypnutí | Zpoždění tz (s) | Tolerance tu (s) |
|------------------|-------|-----------------------|-----------------|------------------|
| Nadpětí 1.stupeň | $U >$ | $1,11 U_N$            | 0               | $\pm 46,5$       |

Pokud není možné nastavit desetiminutový průměr, bude ochrana nastavena na  $1,11 U_N$  a 60 s.

### 10.2. Nastavení přístrojů

V následující podkapitole jsou popsány nastavení jednotlivých simulátorů, střídače a měřícího přístroje.

#### 10.2.1. Nastavení AC simulátoru

Nastavení AC simulátoru pro otestování ochrany nadpětí 1.stupně je uvedeno v tabulce 10.2. Celková doba testu je 1 320 s.

Tab. 10.2: Nastavení AC simulátoru pro otestování ochrany nadpětí 1.stupně

| Kroky | Počáteční napětí (V) | Konečné napětí (V) | Počáteční frekvence (Hz) | Konečná frekvence (Hz) | Čas (ms) |
|-------|----------------------|--------------------|--------------------------|------------------------|----------|
| 0.    | 230                  | 230                | 50                       | 50                     | 60 000   |
| 1.    | 230                  | 230                | 50                       | 50                     | 600 000  |
| 2.    | 259,9                | 259,9              | 50                       | 50                     | 600 000  |
| 3.    | 230                  | 230                | 50                       | 50                     | 60 000   |

#### 10.2.2. Nastavení simulátoru zátěže

Simulátor zátěže není v tomto testu aktivní.

#### 10.2.3. Nastavení DC simulátoru

Na DC simulátoru je nastaven jmenovitý výkon střídače.

#### 10.2.4. Nastavení střídače

Střídač je nastaven dle přílohy 1. Pouze doba analýzy sítě  $t_{check}$  a doba nájezdové rampy jsou sníženy na čas  $t = 60$  s (lze zachovat standartní náběh střídače), za účelem zkrácení celkového testovacího času.

#### 10.2.5. Nastavení měřícího přístroje

Kvalimetr je nastaven na 200 ms RMS hodnoty.

#### 10.3. Hodnotící kritérium

Test je hodnocen výsledkem splněno/nesplněno. Celkový vypínací čas nesmí přesáhnout čas  $t_z + t_u$ .

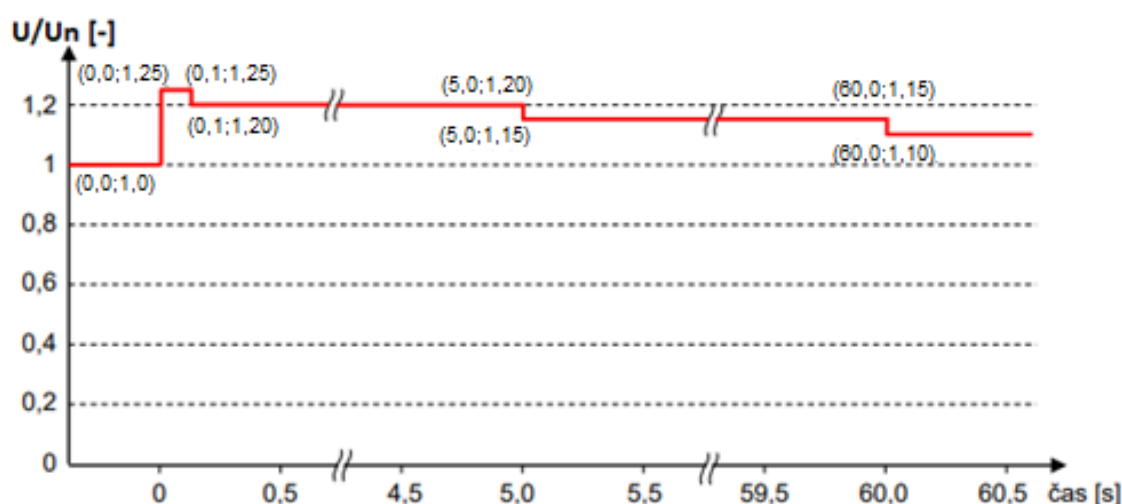
Výsledný čas lze rozšířit o nejistotu měření času  $\pm 100$  ms.

## 11. Překlenutí přepětí – křivka OVRT

Legislativa: PPDS – kap.9.2.2.2, návaznost: RfG -, EN50549 – kap.4.5.4

### 11.1. Cíl testu

Cílem testu je ověření, zda střídač zůstane připojen k DS, pokud napětí na svorkách nepřekročí mez definovanou křivkou OVRT určenou následujícím grafem (*obr. 11.1*). Toto musí splňovat i všechna zařízení výroby, které by mohly způsobit odpojení. Test je proveden 3x.



Obr. 11.1: Křivka OVRT

### 11.2. Nastavení přístrojů

V následující podkapitole jsou popsány nastavení jednotlivých simulátorů, střídače a měřícího přístroje.

#### 11.2.1. Nastavení AC simulátoru

Nastavení AC simulátoru pro otestování 2.části křivky OVRT je uvedeno v tabulce 11.1. Celková doba testu je 124,5 s.

Tab. 11.1: Nastavení AC simulátoru pro otestování 2.části křivky OVRT

| Kroky | Počáteční napětí (V) | Konečné napětí (V) | Počáteční frekvence (Hz) | Konečná frekvence (Hz) | Čas (ms) |
|-------|----------------------|--------------------|--------------------------|------------------------|----------|
| 0.    | 230                  | 230                | 50                       | 50                     | 60 000   |
| 1.    | 271,4                | 271,4              | 50                       | 50                     | 4 500    |
| 2.    | 230                  | 230                | 50                       | 50                     | 60 000   |

Nastavení AC simulátoru pro otestování 1.části křivky OVRT je uvedeno v tabulce 11.2. Celková doba testu je 120,05 s.

Tab. 11.2: Nastavení AC simulátoru pro otestování 1.části křivky OVRT

| Kroky | Počáteční napětí (V) | Konečné napětí (V) | Počáteční frekvence (Hz) | Konečná frekvence (Hz) | Čas (ms) |
|-------|----------------------|--------------------|--------------------------|------------------------|----------|
| 0.    | 230                  | 230                | 50                       | 50                     | 60 000   |
| 1.    | 282,9                | 282,9              | 50                       | 50                     | 50       |
| 2.    | 230                  | 230                | 50                       | 50                     | 60 000   |

Nastavení AC simulátoru je třífázové.

#### 11.2.2. Nastavení simulátoru zátěže

Simulátor zátěže není v tomto testu aktivní.

#### 11.2.3. Nastavení DC simulátoru

Na DC simulátoru je nastaveno 90 - 110 % jmenovitého výkonu střídače.

#### 11.2.4. Nastavení střídače

Střídač je nastaven dle přílohy 1. Doba analýzy sítě  $t_{\text{check}}$  a doba nájezdové rampy jsou sníženy na čas  $t = 60$  s (lze zachovat standardní náběh střídače), za účelem zkrácení celkového testovacího času. Pokud střídač disponuje záměrnou funkcí OVRT, musí být vypnuta. Pokud funkci OVRT nelze vypnout nebo se střídač při testu s vypnutou funkcí OVRT odpojí, tak je funkce OVRT nastavena na nejvyšší možné hodnoty.

#### 11.2.5. Nastavení měřícího přístroje

Kvalimetr je nastaven na 10 ms RMS hodnoty.

### 11.3. Hodnotící kritérium

Pokud střídač vyhoví 2 ze 3 pokusů, tak je test vyhodnocen jako splněn.

Poznámky k testu:

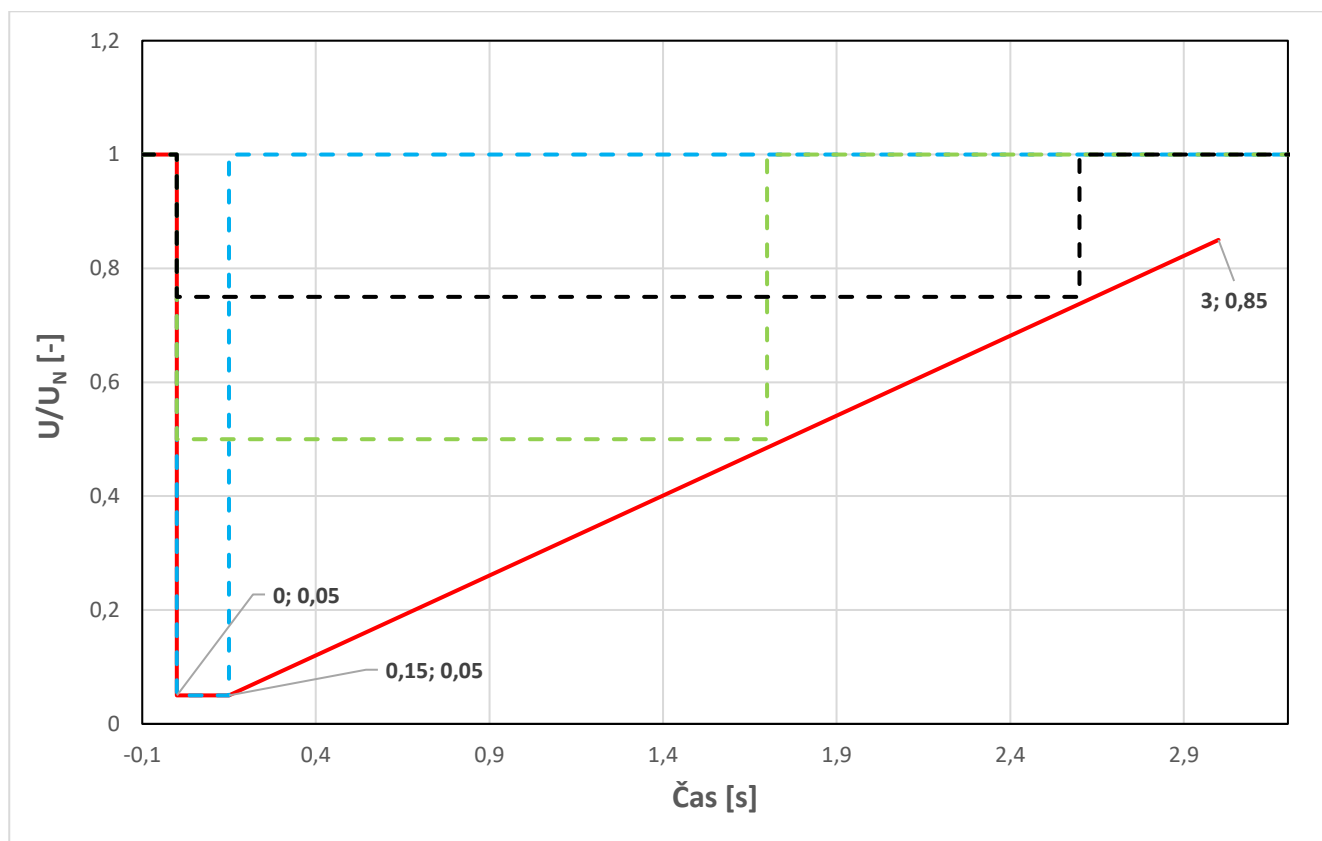
3. část křivky OVRT lze otestovat současně s požadavkem na desetiminutovou ochranu (kapitola 10), kdy je napětí zvýšeno na hodnotu 259,9 V.

## 12. Překlenutí podpětí – křivka UVRT

Legislativa: PPDS P4 – kap.9.2.2.1, návaznost: RfG -, EN50549 – kap.4.5.3

### 12.1. Cíl testu

Cílem testu je ověření, zda střídač disponuje odolností UVRT. Střídač se nesmí odpojit od DS při poklesu napětí, které odpovídá definované křivce (červená na obr. 12.1). Test je proveden 3x.



Obr. 12.1: Křivka UVRT

### 12.2. Nastavení přístrojů

V následující podkapitole jsou popsány nastavení jednotlivých simulátorů, střídače a měřícího přístroje.

### 12.2.1. Nastavení AC simulátoru

Nastavení AC simulátoru pro otestování odolnosti UVRT (1. sekvence) je uvedeno v tabulce 12.1. Celková doba testu je 126,45 s.

Tab. 12.1: Nastavení AC simulátoru pro otestování odolnosti UVRT (1. sekvence)

| Kroky | Počáteční napětí (V) | Konečné napětí (V) | Počáteční frekvence (Hz) | Konečná frekvence (Hz) | Čas (ms) |
|-------|----------------------|--------------------|--------------------------|------------------------|----------|
| 0.    | 230                  | 230                | 50                       | 50                     | 60 000   |
| 1.    | 11,5                 | 11,5               | 50                       | 50                     | 150      |
| 2.    | 230                  | 230                | 50                       | 50                     | 1 000    |
| 3.    | 115                  | 115                | 50                       | 50                     | 1 700    |
| 4.    | 230                  | 230                | 50                       | 50                     | 1 000    |
| 5.    | 172,5                | 172,5              | 50                       | 50                     | 2 600    |
| 6.    | 230                  | 230                | 50                       | 50                     | 60 000   |

Nastavení AC simulátoru pro otestování odolnosti UVRT (2. sekvence) je uvedeno v tabulce 12.2. Celková doba testu je 244,45 s.

Tab. 12.2: Nastavení AC simulátoru pro otestování odolnosti UVRT (2. sekvence)

| Kroky | Počáteční napětí (V) | Konečné napětí (V) | Počáteční frekvence (Hz) | Konečná frekvence (Hz) | Čas (ms) |
|-------|----------------------|--------------------|--------------------------|------------------------|----------|
| 0.    | 230                  | 230                | 50                       | 50                     | 60 000   |
| 1.    | 11,5                 | 11,5               | 50                       | 50                     | 150      |
| 2.    | 230                  | 230                | 50                       | 50                     | 60 000   |
| 3.    | 115                  | 115                | 50                       | 50                     | 1 700    |
| 4.    | 230                  | 230                | 50                       | 50                     | 60 000   |
| 5.    | 172,5                | 172,5              | 50                       | 50                     | 2 600    |
| 6.    | 230                  | 230                | 50                       | 50                     | 60 000   |

Nastavení AC simulátoru pro otestování odolnosti UVRT (3. sekvence) je uvedeno v tabulce 12.3. Celková doba testu je 244,45 s.

Tab. 12.3: Nastavení AC simulátoru pro otestování odolnosti UVRT (3. sekvence)

| Kroky | Počáteční napětí (V) | Konečné napětí (V) | Počáteční frekvence (Hz) | Konečná frekvence (Hz) | Čas (ms) |
|-------|----------------------|--------------------|--------------------------|------------------------|----------|
| 0.    | 230                  | 230                | 50                       | 50                     | 60 000   |
| 1.    | 23                   | 23                 | 50                       | 50                     | 150      |
| 2.    | 230                  | 230                | 50                       | 50                     | 60 000   |
| 3.    | 126,5                | 126,5              | 50                       | 50                     | 1 700    |
| 4.    | 230                  | 230                | 50                       | 50                     | 60 000   |
| 5.    | 184                  | 184                | 50                       | 50                     | 2 600    |
| 6.    | 230                  | 230                | 50                       | 50                     | 60 000   |

Nastavení AC simulátoru je třífázové.

#### 12.2.2. Nastavení simulátoru zátěže

Simulátor zátěže není v tomto testu aktivní.

#### 12.2.3. Nastavení DC simulátoru

Na DC simulátoru je nastaveno 90 - 110 % jmenovitého výkonu střídače.

#### 12.2.4. Nastavení střídače

Střídač je nastaven dle přílohy 1. Doba analýzy sítě  $t_{\text{check}}$  a doba nájezdové rampy jsou sníženy na čas  $t = 60$  s (lze zachovat standardní náběh střídače), za účelem zkrácení celkového testovacího času. Pokud střídač disponuje záměrnou funkcí UVRT, musí být vypnuta. Pokud funkci UVRT nelze vypnout nebo se střídač při testu s vypnutou funkcí UVRT odpojí, tak je funkce UVRT nastavena tak, aby neomezovala požadovanou minimální odolnost.

#### 12.2.5. Nastavení měřícího přístroje

Kvalimetr je nastaven na 10 ms RMS hodnoty.

### 12.3. Hodnotící kritérium

U každé sekvence (počínaje první) jsou provedeny 3 opakování. Pokud střídač vyhoví 2 ze 3 pokusů, tak je test vyhodnocen jako splněn. Pokud střídač nezvládne 1. sekvenci testu, tak je proveden test v podobě 2. sekvence, kdy je prodloužena prodleva mezi jednotlivými skoky na 1 minutu. Pokud střídač nezvládne ani 2. sekvenci testu, tak je proveden test v podobě 3. sekvence, kdy je zohledněna i nejistota měření 5 %  $U_N$ . Test je proveden třífázově.



## 13. Ochrany (10 ms)

Nastavení vychází ze SoP (smlouva o připojení) společnosti EG.D

### 13.1. Cíl testu

Cílem testu je ověření, zda nastavení interních ochran střídače odpovídá požadavkům. Nastavení prahových hodnot a zpoždění vyžadovaných PDS je shrnuto v tabulce níže (tab. 13.1). Test je proveden 1x.

Tab. 13.1: Nastavení ochran

| Funkce           |       | Nastavení pro vypnutí | Zpoždění $t_z$ (s) | Tolerance $t_u$ (s) |
|------------------|-------|-----------------------|--------------------|---------------------|
| Nadpětí 3.stupeň | U >>> | 1,2 $U_N$             | 0,1                | + 0,2               |
| Nadpětí 2.stupeň | U >>  | 1,15 $U_N$            | 5                  | + 0,2               |
| Podpětí 1.stupeň | U <   | 0,7 $U_N$             | 2,7                | + 0,2               |
| Podpětí 2.stupeň | U <<  | 0,45 $U_N$            | 0,2                | + 0,2               |
| Nadfrekvence     | f >   | 51,5 Hz               | 0,1                | + 0,2               |
| Podfrekvence     | f <   | 47,5 Hz               | 0,1                | + 0,2               |

Pokud nelze nastavit 3. nadpěťovou ochranu, tak 2. nadpěťová ochrana je nastavena na 1,15  $U_N$  a čas zpoždění 0,1 s.

### 13.2. Nastavení přístrojů

V následující podkapitole jsou popsány nastavení jednotlivých simulátorů, střídače a měřícího přístroje.

#### 13.2.1. Nastavení AC simulátoru

Nastavení AC simulátoru pro otestování ochrany nadpětí 3.stupně je uvedeno v tabulce 13.2. Celková doba testu je 230,8 s.

Tab. 13.2: Nastavení AC simulátoru pro otestování ochrany nadpětí 3.stupně

| Kroky | Počáteční napětí (V) | Konečné napětí (V) | Počáteční frekvence (Hz) | Konečná frekvence (Hz) | Čas (ms) |
|-------|----------------------|--------------------|--------------------------|------------------------|----------|
| 0.    | 230                  | 230                | 50                       | 50                     | 60 000   |
| 1.    | 230                  | 259,9              | 50                       | 50                     | 13 000   |
| 2.    | 259,9                | 259,9              | 50                       | 50                     | 60 000   |
| 3.    | 271,4                | 271,4              | 50                       | 50                     | 300      |
| 4.    | 259,9                | 259,9              | 50                       | 50                     | 6 000    |
| 5.    | 272,6                | 272,6              | 50                       | 50                     | 300      |
| 6.    | 259,9                | 259,9              | 50                       | 50                     | 6 000    |
| 7.    | 273,7                | 273,7              | 50                       | 50                     | 300      |
| 8.    | 259,9                | 259,9              | 50                       | 50                     | 6 000    |
| 9.    | 274,9                | 274,9              | 50                       | 50                     | 300      |
| 10.   | 259,9                | 259,9              | 50                       | 50                     | 6 000    |
| 11.   | 276                  | 276                | 50                       | 50                     | 300      |
| 12.   | 259,9                | 259,9              | 50                       | 50                     | 6 000    |
| 13.   | 277,15               | 277,15             | 50                       | 50                     | 300      |
| 14.   | 259,9                | 259,9              | 50                       | 50                     | 6 000    |
| 15.   | 278,3                | 278,3              | 50                       | 50                     | 300      |
| 16.   | 230                  | 230                | 50                       | 50                     | 60 000   |

Nastavení AC simulátoru pro otestování ochrany nadpětí 2.stupně je uvedeno v tabulce 13.3. Celková doba testu je 229 s.

Tab. 13.3: Nastavení AC simulátoru pro otestování ochrany nadpětí 2.stupně

| Kroky | Počáteční napětí (V) | Konečné napětí (V) | Počáteční frekvence (Hz) | Konečná frekvence (Hz) | Čas (ms) |
|-------|----------------------|--------------------|--------------------------|------------------------|----------|
| 0.    | 230                  | 230                | 50                       | 50                     | 60 000   |
| 1.    | 230                  | 259,9              | 50                       | 50                     | 13 000   |
| 2.    | 259,9                | 259,9              | 50                       | 50                     | 60 000   |
| 3.    | 261,1                | 261,1              | 50                       | 50                     | 6 000    |
| 4.    | 262,2                | 262,2              | 50                       | 50                     | 6 000    |
| 5.    | 263,35               | 263,35             | 50                       | 50                     | 6 000    |
| 6.    | 264,5                | 264,5              | 50                       | 50                     | 6 000    |
| 7.    | 265,65               | 265,65             | 50                       | 50                     | 6 000    |
| 8.    | 266,8                | 266,8              | 50                       | 50                     | 6 000    |
| 9.    | 230                  | 230                | 50                       | 50                     | 60 000   |

Nastavení AC simulátoru pro otestování ochrany podpětí 1.stupně je uvedeno v tabulce 13.4. Celková doba testu je 251 s.

Tab. 13.4: Nastavení AC simulátoru pro otestování ochrany podpětí 1.stupně

| Kroky | Počáteční napětí (V) | Konečné napětí (V) | Počáteční frekvence (Hz) | Konečná frekvence (Hz) | Čas (ms) |
|-------|----------------------|--------------------|--------------------------|------------------------|----------|
| 0.    | 230                  | 230                | 50                       | 50                     | 60 000   |
| 1.    | 230                  | 197,8              | 50                       | 50                     | 14 000   |
| 2.    | 197,8                | 197,8              | 50                       | 50                     | 60 000   |
| 3.    | 165,6                | 165,6              | 50                       | 50                     | 3 000    |
| 4.    | 197,8                | 197,8              | 50                       | 50                     | 6 000    |
| 5.    | 164,5                | 164,5              | 50                       | 50                     | 3 000    |
| 6.    | 197,8                | 197,8              | 50                       | 50                     | 6 000    |
| 7.    | 163,3                | 163,3              | 50                       | 50                     | 3 000    |
| 8.    | 197,8                | 197,8              | 50                       | 50                     | 6 000    |
| 9.    | 162,2                | 162,2              | 50                       | 50                     | 3 000    |
| 10.   | 197,8                | 197,8              | 50                       | 50                     | 6 000    |
| 11.   | 161                  | 161                | 50                       | 50                     | 3 000    |
| 12.   | 197,8                | 197,8              | 50                       | 50                     | 6 000    |
| 13.   | 159,9                | 159,9              | 50                       | 50                     | 3 000    |
| 14.   | 197,8                | 197,8              | 50                       | 50                     | 6 000    |
| 15.   | 158,7                | 158,7              | 50                       | 50                     | 3 000    |
| 9.    | 230                  | 230                | 50                       | 50                     | 60 000   |

Nastavení AC simulátoru pro otestování ochrany podpětí 2.stupně je uvedeno v tabulce 13.5. Celková doba testu je 251 s.

Tab. 13.5: Nastavení AC simulátoru pro otestování ochrany podpětí 2.stupně

| Kroky | Počáteční napětí (V) | Konečné napětí (V) | Počáteční frekvence (Hz) | Konečná frekvence (Hz) | Čas (ms) |
|-------|----------------------|--------------------|--------------------------|------------------------|----------|
| 0.    | 230                  | 230                | 50                       | 50                     | 60 000   |
| 1.    | 230                  | 197,8              | 50                       | 50                     | 14 000   |
| 2.    | 197,8                | 197,8              | 50                       | 50                     | 60 000   |
| 3.    | 108,1                | 108,1              | 50                       | 50                     | 400      |
| 4.    | 197,8                | 197,8              | 50                       | 50                     | 6 000    |
| 5.    | 107                  | 107                | 50                       | 50                     | 400      |
| 6.    | 197,8                | 197,8              | 50                       | 50                     | 6 000    |
| 7.    | 105,8                | 105,8              | 50                       | 50                     | 400      |
| 8.    | 197,8                | 197,8              | 50                       | 50                     | 6 000    |
| 9.    | 104,7                | 104,7              | 50                       | 50                     | 400      |
| 10.   | 197,8                | 197,8              | 50                       | 50                     | 6 000    |
| 11.   | 103,5                | 103,5              | 50                       | 50                     | 400      |
| 12.   | 197,8                | 197,8              | 50                       | 50                     | 6 000    |
| 13.   | 102,3                | 102,3              | 50                       | 50                     | 400      |
| 14.   | 197,8                | 197,8              | 50                       | 50                     | 6 000    |
| 15.   | 101,2                | 101,2              | 50                       | 50                     | 400      |
| 16.   | 230                  | 230                | 50                       | 50                     | 60 000   |

Nastavení AC simulátoru pro otestování ochrany nadfrekvence je uvedeno v tabulce 13.6. Celková doba testu je 183,35 s.

Tab. 13.6: Nastavení AC simulátoru pro otestování ochrany nadfrekvence

| Kroky | Počáteční napětí (V) | Konečné napětí (V) | Počáteční frekvence (Hz) | Konečná frekvence (Hz) | Čas (ms) |
|-------|----------------------|--------------------|--------------------------|------------------------|----------|
| 0.    | 230                  | 230                | 50                       | 50                     | 60 000   |
| 1.    | 230                  | 230                | 50                       | 51,4                   | 1 400    |
| 2.    | 230                  | 230                | 51,4                     | 51,4                   | 60 000   |
| 3.    | 230                  | 230                | 51,4                     | 51,425                 | 25       |
| 4.    | 230                  | 230                | 51,425                   | 51,425                 | 300      |
| 5.    | 230                  | 230                | 51,425                   | 51,45                  | 25       |
| 6.    | 230                  | 230                | 51,45                    | 51,45                  | 300      |
| 7.    | 230                  | 230                | 51,45                    | 51,475                 | 25       |
| 8.    | 230                  | 230                | 51,475                   | 51,475                 | 300      |
| 9.    | 230                  | 230                | 51,475                   | 51,5                   | 25       |
| 10.   | 230                  | 230                | 51,5                     | 51,5                   | 300      |
| 11.   | 230                  | 230                | 51,5                     | 51,525                 | 25       |
| 12.   | 230                  | 230                | 51,525                   | 51,525                 | 300      |
| 13.   | 230                  | 230                | 51,525                   | 51,55                  | 25       |
| 14.   | 230                  | 230                | 51,55                    | 51,55                  | 300      |
| 15.   | 230                  | 230                | 50                       | 50                     | 60 000   |

Nastavení AC simulátoru pro otestování ochrany podfrekvence je uvedeno v tabulce 13.7. Celková doba testu je 184,35 s.

Tab. 13.7: Nastavení AC simulátoru pro otestování ochrany podfrekvence

| Kroky | Počáteční napětí (V) | Konečné napětí (V) | Počáteční frekvence (Hz) | Konečná frekvence (Hz) | Čas (ms) |
|-------|----------------------|--------------------|--------------------------|------------------------|----------|
| 0.    | 230                  | 230                | 50                       | 50                     | 60 000   |
| 1.    | 230                  | 230                | 50                       | 47,6                   | 2 400    |
| 2.    | 230                  | 230                | 47,6                     | 47,6                   | 60 000   |
| 3.    | 230                  | 230                | 47,6                     | 47,575                 | 25       |
| 4.    | 230                  | 230                | 47,575                   | 47,575                 | 300      |
| 5.    | 230                  | 230                | 47,575                   | 47,55                  | 25       |
| 6.    | 230                  | 230                | 47,55                    | 47,55                  | 300      |
| 7.    | 230                  | 230                | 47,55                    | 47,525                 | 25       |
| 8.    | 230                  | 230                | 47,525                   | 47,525                 | 300      |
| 9.    | 230                  | 230                | 47,525                   | 47,5                   | 25       |
| 10.   | 230                  | 230                | 47,5                     | 47,5                   | 300      |
| 11.   | 230                  | 230                | 47,5                     | 47,475                 | 25       |
| 12.   | 230                  | 230                | 47,475                   | 47,475                 | 300      |
| 13.   | 230                  | 230                | 47,475                   | 47,45                  | 25       |
| 14.   | 230                  | 230                | 47,45                    | 47,45                  | 300      |
| 15.   | 230                  | 230                | 50                       | 50                     | 60 000   |

### 13.2.2. Nastavení simulátoru zátěže

Simulátor zátěže není v tomto testu aktivní.

### 13.2.3. Nastavení DC simulátoru

14. Na DC simulátoru je nastaveno 90 - 110 % jmenovitého výkonu střídače.

#### 14.1.1. Nastavení střídače

Střídač je nastaven dle přílohy 1. Pouze doba analýzy sítě  $t_{\text{check}}$  a doba nájezdové rampy jsou sníženy na čas  $t = 60$  s (lze zachovat standartní náběh střídače), za účelem zkrácení celkového testovacího času.

#### 14.1.2. Nastavení měřícího přístroje

Kvalimetr je nastaven na 10 ms RMS hodnoty.

### 14.2. Hodnotící kritérium

Test je hodnocen výsledkem splněno/nesplněno. Celkový vypínací čas nesmí přesáhnout čas  $t_z + t_u$ . Výsledný čas lze rozšířit o nejistotu měření času  $\pm 5$  ms.

**Ověření  
bezpřetokového  
režimu (Rv0)  
komponenty  
výrobního modulu**

## A. Ověření Rv0 při rychlém spínání zátěže – 1f střídač

### A.1. Cíl testu

Cílem tohoto testu je ověření, zda střídač dokáže s aktivovaným režimem Rv0 při aktivní zátěži, vyregulovat tuto zátěž a současně nepřesáhne v 15minutovém měřicím intervalu maximální povolenou hodnotu dodávky činného výkonu do distribuční sítě, která je dána hodnotou 300 W. Jako zátěž je v tomto testu uvažována dnes stále populárnější indukční varná deska v režimu 4 sekundy ON a 2 sekundy OFF. Zátěž bude zvolena ve dvou příkonových hladinách (větší, menší). Test na každé příkonové hladině probíhá vždy po dobu alespoň 30 minut, za účelem dosažení zapsání dvou hodnot v registru elektroměru.

### A.2. Nastavení přístrojů

V následující podkapitole jsou popsány nastavení jednotlivých simulátorů, střídače a měřícího přístroje.

#### A.2.1. Nastavení AC simulátoru

AC simulátor je nastaven na nominální hodnoty testované komponenty ( $U_N = 230 \text{ V}$ ,  $f_N = 50 \text{ Hz}$ ).

#### A.2.2. Nastavení simulátoru zátěže

V případě většího příkonu zátěže bude na simulátoru nastavena hodnota podle následujícího vztahu:

$$0,8 \cdot P_{INV} \leq P_Z \leq P_{INV} \leq P_{max},$$

kde  $P_{INV}$  je výkon dodávaný střídačem,

$P_Z$  je příkon nastavený na simulátoru zátěže

$P_{max}$  je maximální hodnota zatížení jedné fáze (= 3 680 W).

V případě menšího příkonu zátěže bude na simulátoru nastavena hodnota podle následujícího vztahu:

$$0,4 \cdot P_{INV} \leq P_Z \leq 0,5 \cdot P_{INV} \leq P_{max}.$$

#### A.2.3. Nastavení DC simulátoru

Na DC simulátoru je nastaveno 90 - 110 % jmenovitého výkonu střídače.

#### A.2.4. Nastavení střídače

Střídač je nastaven dle přílohy 1 a je aktivován bezpřetokovým režimem střídače.

#### A.2.5. Nastavení měřícího přístroje

Kvalimetr je nastaven na 200 ms RMS hodnoty.

### A.3. Hodnotící kritérium

Test je hodnocen výsledkem splněno/nesplněno. Pokud střídač ve dvou po sobě jdoucích 15minutových měřicích intervalech nepřekročí hraniční hodnotu pro dodávku činného výkonu 300 W, tak je střídač vyhodnocen výsledkem splněno.



## B. Ověření Rv0 při pomalém spínání zátěže – 1f střídač

### B.1. Cíl testu

Cílem tohoto testu je ověření, zda střídač dokáže s aktivovaným režimem Rv0 při aktivní zátěži, vyregulovat tuto zátěž a současně nepřesáhne v 15minutovém měřicím intervalu maximální povolenou hodnotu dodávky činného výkonu do distribuční sítě, která je dána hodnotou 300 W. Jako zátěž je v tomto testu uvažována sklokeramická varná deska v režimu 1 minuta ON a 1 minuta OFF, což je pomaleji spínaná zátěž než v případě indukční varné desky. Test probíhá vždy po dobu alespoň 30 minut, za účelem dosažení zapsání dvou hodnot v registru elektroměru.

### B.2. Nastavení přístrojů

V následující podkapitole jsou popsány nastavení jednotlivých simulátorů, střídače a měřícího přístroje.

#### B.2.1. Nastavení AC simulátoru

AC simulátor je nastaven na nominální hodnoty testované komponenty ( $U_N = 230 \text{ V}$ ,  $f_N = 50 \text{ Hz}$ ).

#### B.2.2. Nastavení simulátoru zátěže

Simulátor zátěže je nastaven stejně jako v případě testu rychle spínané větší zátěže v kapitole A.2.2. Pouze časy spínání jsou upraveny na 1 minuta On a 1 minuta OFF.

#### B.2.3. Nastavení DC simulátoru

Na DC simulátoru je nastaveno 90 - 110 % jmenovitého výkonu střídače.

#### B.2.4. Nastavení střídače

Střídač je nastaven dle přílohy 1 a je aktivován bezpřetokovým režimem střídače.

#### B.2.5. Nastavení měřícího přístroje

Kvalimetr je nastaven na 200 ms RMS hodnoty.

### B.3. Hodnotící kritérium

Test je hodnocen výsledkem splněno/nesplněno. Pokud střídač ve dvou po sobě jdoucích 15minutových měřicích intervalech nepřekročí hraniční hodnotu pro dodávku činného výkonu 300 W, tak je střídač vyhodnocen výsledkem splněno.

## C. Ověření Rv0 při rychlém spínání zátěže – 3f střídač

### C.1. Cíl testu

Cílem tohoto testu je ověření, zda střídač dokáže s aktivovaným režimem Rv0 při aktivní zátěži, vyregulovat tuto zátěž a současně nepřesáhne v 15minutovém měřicím intervalu maximální povolenou hodnotu dodávky činného výkonu do distribuční sítě, která je dána hodnotou 300 W. Jako zátěž je v tomto testu uvažována dnes stále populárnější indukční varná deska v režimu 4 sekundy ON a 2 sekundy OFF. Zátěž bude zvolena ve dvou příkonových hladinách (větší, menší). Spínanou zátěží bude zatížena pouze jedna fáze (zbylé dvě budou zatíženy konstantními zátěžemi). Test na každé příkonové hladině probíhá vždy po dobu alespoň 30 minut, za účelem dosažení zapsání dvou hodnot v registru elektroměru.

### C.2. Nastavení přístrojů

V následující podkapitole jsou popsány nastavení jednotlivých simulátorů, střídače a měřícího přístroje.

#### C.2.1. Nastavení AC simulátoru

AC simulátor je nastaven na nominální hodnoty testované komponenty ( $U_N = 230 \text{ V}$ ,  $f_N = 50 \text{ Hz}$ ).

#### C.2.2. Nastavení simulátoru zátěže

V případě většího příkonu zátěže budou na simulátoru zátěže v jednotlivých fázích nastaveny hodnoty příkonů podle následujících vztahů.

$$\text{Pro L1 platí:} \quad 0,8 \cdot P_{INV1} \leq P_{Z1} \leq P_{INV1} \leq P_{max},$$

$$\text{pro L2 platí:} \quad P_{Z2} \leq P_{INV2} \leq P_{max},$$

$$\text{pro L3 platí:} \quad P_{Z3} \leq P_{INV3} \leq P_{max},$$

$$0,5 \cdot P_{INV} \leq P_Z = P_{Z1} + P_{Z2} + P_{Z3} \leq P_{INV} = P_{INV1} + P_{INV2} + P_{INV3},$$

$$P_{Z1} \neq P_{Z2} \neq P_{Z3},$$

kde  $P_{INV1}$  je výkon dodávaný střídačem do fáze L1 (stejně pro  $P_{INV2}$  a  $P_{INV3}$ ),

$P_{Z1}$  je spínaný příkon nastavený na simulátoru zátěže ve fázi L1,

$P_{Z2}$  je konstantní příkon nastavený na simulátoru zátěže ve fázi L2,

$P_{Z3}$  je konstantní příkon nastavený na simulátoru zátěže ve fázi L3,

$P_{max}$  je maximální hodnota zatížení jedné fáze (= 3 680 W),

$P_{INV}$  je celkový výkon dodávaný střídačem,

$P_Z$  je celkový příkon nastavený na simulátoru zátěže.

V případě menšího příkonu zátěže budou na simulátoru zátěže v jednotlivých fázích nastaveny hodnoty příkonů podle následujících vztahů.

Pro L1 platí:  $0,4 \cdot P_{INV1} \leq P_{Z1} \leq 0,5 \cdot P_{INV1} \leq P_{max},$

pro L2 platí:  $P_{Z2} \leq P_{INV2} \leq P_{max},$

pro L3 platí:  $P_{Z3} \leq P_{INV3} \leq P_{max},$

$$0,3 \cdot P_{INV} \leq P_Z = P_{Z1} + P_{Z2} + P_{Z3} \leq P_{INV} = P_{INV1} + P_{INV2} + P_{INV3},$$

$$P_{Z1} \neq P_{Z2} \neq P_{Z3}.$$

### C.2.3. Nastavení DC simulátoru

Na DC simulátoru je nastaveno 90 - 110 % jmenovitého výkonu střídače.

### C.2.4. Nastavení střídače

Střídač je nastaven dle přílohy 1 a je aktivován bezpřetokovým režim střídače.

### C.2.5. Nastavení měřícího přístroje

Kvalimetr je nastaven na 200 ms RMS hodnoty.

### C.3. Hodnotící kritérium

Test je hodnocen výsledkem splněno/nesplněno. Pokud střídač ve dvou po sobě jdoucích 15minutových měřících intervalech nepřekročí hraniční hodnotu pro dodávku činného výkonu 300 W, tak je střídač vyhodnocen výsledkem splněno.

## D. Ověření Rv0 při pomalém spínání zátěže – 3f střídač

### D.1. Cíl testu

Cílem tohoto testu je ověření, zda střídač dokáže s aktivovaným režimem Rv0 při aktivní zátěži, vyregulovat tuto zátěž a současně nepřesáhne v 15minutovém měřicím intervalu maximální povolenou hodnotu dodávky činného výkonu do distribuční sítě, která je dána hodnotou 300 W. Jako zátěž je v tomto testu uvažována sklokeramická varná deska v režimu 1 minuta ON a 1 minuta OFF, což je pomaleji spínaná zátěž než v případě indukční varné desky. Spínanou zátěží bude zatížena pouze jedna fáze (zbylé dvě budou zatíženy konstantními zátěžemi). Test probíhá vždy po dobu alespoň 30 minut, za účelem dosažení zapsání dvou hodnot v registru elektroměru.

### D.2. Nastavení přístrojů

V následující podkapitole jsou popsány nastavení jednotlivých simulátorů, střídače a měřícího přístroje.

#### D.2.1. Nastavení AC simulátoru

AC simulátor je nastaven na nominální hodnoty testované komponenty ( $U_N = 230 \text{ V}$ ,  $f_N = 50 \text{ Hz}$ ).

#### D.2.2. Nastavení simulátoru zátěže

Simulátor zátěže je nastaven stejně jako v případě testu rychle spínané větší zátěže v kapitole C.2.2. Pouze časy spínání jsou upraveny na 1 minuta On a 1 minuta OFF.

#### D.2.3. Nastavení DC simulátoru

Na DC simulátoru je nastaveno 90 - 110 % jmenovitého výkonu střídače.

#### D.2.4. Nastavení střídače

Střídač je nastaven dle přílohy 1 a je aktivován bezpřetokovým režimem střídače.

#### D.2.5. Nastavení měřícího přístroje

Kvalimetr je nastaven na 200 ms RMS hodnoty.

### D.3. Hodnotící kritérium

Test je hodnocen výsledkem splněno/nesplněno. Pokud střídač ve dvou po sobě jdoucích 15minutových měřicích intervalech nepřekročí hraniční hodnotu pro dodávku činného výkonu 300 W, tak je střídač vyhodnocen výsledkem splněno.

# Přílohy

## Příloha č. 1 – Připravované nastavení střídače

| Název                                   |                                     | Nastavená hodnota      | Jednotky |
|---|-------------------------------------|------------------------|----------|
| Frekvenční stabilita                    | Schopnost střídače – nenastavuje se |                        |          |
| RoCoF                                   | Schopnost střídače – nenastavuje se |                        |          |
| Snížení činného výkonu při nadfrekvenci | Prahová frekvence                   | 50,2                   | Hz       |
|   | Statika                             | 5 (40)                 | % (%/Hz) |
|   | Návratová frekvence                 | 50,05                  | Hz       |
| Snížení činného výkonu při podfrekvenci | Schopnost střídače – nenastavuje se |                        |          |
| Logický modul pro omezení dodávky       |                                     |                        |          |
| Automatické připojení                   | Horní mez napětí                    | 253                    | V        |
|   | Dolní mez napětí                    | 195,5                  | V        |
|   | Horní mez frekvence                 | 50,05                  | Hz       |
|   | Dolní mez frekvence                 | 47,5                   | Hz       |
|   | Doba analýzy sítě                   | 300                    | s        |
|   | Gradient/Doba nájezdové rampy       | 600                    | s        |
| Napěťová stabilita                      | Schopnost střídače – nenastavuje se |                        |          |
| UVRT                                    | Odolnost střídače – nenastavuje se  |                        |          |
| OVRT                                    | Odolnost střídače – nenastavuje se  |                        |          |
| Křivka P(U)                             | Aktivní                             | Nastavená dle Obr. 8.1 |          |
| Křivka Q(U)                             | Aktivní                             | Nastavená dle Obr. 8.1 |          |
| Nadpětí 3. stupeň                       | Prahová hodnota napětí              | 276                    | V        |
|   | Zpoždění                            | 0,1                    | s        |
| Nadpětí 2. stupeň                       | Prahová hodnota napětí              | 264,5                  | V        |
|   | Zpoždění                            | 5                      | s        |
| Nadpětí 1. stupeň - 10 min ochrana      | Prahová hodnota napětí              | 255,3                  | V        |
| Podpětí 1. stupeň                       | Prahová hodnota napětí              | 161                    | V        |
|   | Zpoždění                            | 2,7                    | s        |
| Podpětí 2. stupeň                       | Prahová hodnota napětí              | 103,5                  | V        |
|   | Zpoždění                            | 0,2                    | s        |
| Nadfrekvence                            | Prahová hodnota frekvence           | 51,5                   | Hz       |
|   | Zpoždění                            | 0,1                    | s        |
| Podfrekvence                            | Prahová hodnota frekvence           | 47,5                   | Hz       |
|   | Zpoždění                            | 0,1                    | s        |