

Výkonový funkční generátor střídavého signálu PWG-003-33

MULTI CONTROL S.R.O., Mírová 97/24, 70300 Ostrava – Vítkovice tel: +420596614436, mobil: +420777316190 http://www.multicontrol.cz email: info@multicontrol.cz

Obsah

| 1 | ÚVOD | 4 |
|---------------|---|---|
| 2 | BEZPEČNOSTNÍ OPATŘENÍ | 5 |
| 3 4 | UVEDENÍ PŘÍSTROJE DO PROVOZU 3.1 Řešení problémů | 7 7 7 9 9 |
| | 4.1.1 Popis funkce jednotlivých tlačítek přístroje 4.2 Zadní panel přístroje | 9 10 |
| 5 | MENU A OVLÁDÁNÍ PŘÍSTROJE 5.1 Popis obrazovky 5.2 Menu System Information 5.3 Menu Parameters 5.3.1 Konfigurace parametrů základní složky generovaného signálu 5.3.2 Konfigurace parametrů harmonických složek signálu 5.4 Menu View Outputs 5.5 Menu User 5.6 Vzorové příklady ručního ovládání přístroje 5.6.1 Konfigurace parametrů základní složky prvního napěťového kanálu 5.6.2 Konfigurace parametrů všech napěťových kanálů 5.6.4 Společná konfigurace parametrů všech proudových kanálů | 11 11 12 13 14 15 16 17 17 19 20 22 |
| 6 | OVLÁDACÍ SOFTWARE PŘÍSTROJE PRO PC | 24 |
| 7 | PŘÍKLADY ZAPOJENÍ PŘÍSTROJE | 25 |
| 8 | TECHNICKÉ PARAMETRY | 27 |
| 9 | KONTROLA DODÁVKY | 30 |
| A | Struktura menu přístroje | 31 |

Seznam obrázků

| Přední panel přístroje | 9 |
|--|------------------------|
| Zadní panel přístroje | 10 |
| Rozdělení obrazovky přístroje | 11 |
| Menu System Information | 11 |
| Menu Range setting menu | 12 |
| Menu Sound setting menu | 12 |
| Menu Absolute/relative setting | 12 |
| Menu About | 12 |
| Menu Parameters | 13 |
| Menu Channel X | 13 |
| Menu Set channels parameters | 13 |
| Menu Set frequency of harmonic components | 15 |
| Menu Set percentual rate of components | 15 |
| Menu Set phase of components | 15 |
| Menu View Outputs | 16 |
| Menu View parameters | 16 |
| Menu Active/reactive power view | 16 |
| Menu $Power/\cos(\varphi)$ view | 17 |
| Menu FFT view | 17 |
| Menu User | 17 |
| Menu Save and load parameters | 17 |
| Generovaný průběh popsaný v příkladu 5.6.1. | 18 |
| Generovaný průběh popsaný v příkladu 5.6.2. | 19 |
| Generovaný průběh popsaný v příkladu 5.6.3. | 21 |
| Generovaný průběh popsaný v příkladu 5.6.4. | 22 |
| Připojení jedno-fázové zátěže ke generátoru | 25 |
| Zapojení zátěže do trojúhelníku | 25 |
| Zapojení zátěže do hvězdy | 25 |
| Připojení wattmetru | 26 |
| Zatěžovací charakteristika napěťového kanálu | 29 |
| Zatěžovací charakteristika proudového kanálu | 29 |
| | Přední panel přístroje |

1 ÚVOD



Společnost MULTI CONTROL® s.r.o. představuje na základě dlouholetých zkušeností s monitorováním a řízením provozu rozvoden vysokého napětí precizní výkonový funkční generátor střídavého signálu určený k diagnostice, simulaci a testování reálné tří-fázové sítě. Koncepce nového přístroje spojuje filozofii předchozí verze s řadou pokročilých funkcí v uživatelsky přívětivém prostředí.

Základní funkcí je výkonová generace tří-fázového napěťového a proudového signálu sinusového průběhu na šesti galvanicky oddělených analogových výstupech — třech napěťových a třech proudových. Pro náročnější aplikace přístroj umožňuje uživateli generovat obdélníkové, trojúhelníkové a pilové časové průběhy

signálu. Dále přístroj umožňuje generování signálu, který má kromě základní složky další tři. Je možno generovat signál až se sedmou harmonickou složkou o frekvenci až 2,8 kHz. Parametry každého výstupního kanálu (absolutní/relativní efektivní hodnota napětí a proudu, frekvence a fázový posun) lze konfigurovat s dostatečně malým krokem v širokém rozsahu hodnot nezávisle na parametrech kanálů. Pro účely souměrných soustav lze využít společného nastavení parametrů všech tří vektorů napětí nebo proudů, případně všech šesti kanálů. Paměť umožňuje uložení libovolných konfigurací parametrů a jejich následné vyvolání pro efektivnější práci při opakované změně parametrů. Veškerá nastavení, měřené hodnoty a úrovně menu přístroje se přehledně zobrazují na barevném grafickém displeji, přičemž aktivace příslušného kanálu je indikována LED diodou nad příslušnou výstupní bezpečnostní svorkou. Rozšířené měření frekvenčního spektra umožňuje pokrýt široký rozsah harmonických kmitočtů včetně měření parametrů jednotlivých složek a určit vliv připojené zátěže na parametry generovaného signálu. Přehledné menu přístroje se ovládá z klávesnice, ze které se rovně zadávají číselné hodnoty veličin. K plynulému nastavení generovaných veličin lze využít rotačního enkodéru s funkcí snižování/zvyšování žádané hodnoty spolu s jejím potvrzením. Uživatelské USB rozhraní umožňuje generátor dálkově ovládat pomocí PC a také si jednoduchým nástrojem naprogramovat měřící postup a následně postupovat pouze "step up" nebo "step down" způsobem bez pracné ruční konfigurace parametrů výstupního signálu.

Během provozu přístroj provádí nepřetržité kontrolní měření generovaného napětí, proudu, dodávaného činného a simulovaného jalového výkonu a také vnitřní teploty, které vyhodnocuje za účelem zvýšení bezpečnosti a spolehlivosti provozu. Vedle automatické diagnostiky je přístroj dále vybaven volitelnou funkcí akustické signalizace během generování amplitudy napětí nad stanovenou bezpečnou mezí. Mechanická konstrukce generátoru je vyrobena z leštěného hliníku odolného proti otěru. Pro snadné přenášení je opatřena dvěma úchyty na předním panelu. Výrobce poskytuje na přístroj prodlouženou záruku v délce trvání 36 měsíců.



2 BEZPEČNOSTNÍ OPATŘENÍ

Dodržování bezpečnostních opatření zajišťuje bezpečnost obsluhy a předchází zničení generátoru nebo jiného připojeného zařízení.

Před použitím přístroje je nezbytné seznámení obsluhy s následujícími bezpečnostními pokyny. Výkonový funkční generátor smí být instalován a používán pouze v souladu s návodem k obsluze a jen ve vyhovujícím prostředí (kap. 8). Výrobce nenese zodpovědnost za škody vzniklé nesprávným použitím přístroje.

- Zkontrolujte napájecí napětí. Přístroj smí být napájen pouze střídavým síťovým napětím 230 V ±10% / 50 Hz. Generátor je dovoleno zapínat a vypínat pouze pomocí vypínače na síťovém konektoru. Přístroj musí být umístěn tak, aby zůstal síťový vypínač snadno přístupný. V případě potřeby deaktivace všech kanálů zapnutého přístroje lze použít tlačítko CHANNEL.
- Používejte pouze nepoškozený síťový a propojovací kabely. Výkonový generátor smí být napájen pouze tří-žilovým kabelem. Pro vyloučení úrazu elektrickým proudem musí být ochranný vodič síťového napájecího kabelu (PEN) řádně uzemněn. Vzhledem k nebezpečnému napájecímu a generovanému napětí je doporučena *pravidelná kontrola* napájecího i propojovacích kabelů (izolace, mechanické poškození apod.).
- Nepoužívejte přístroj bez krytů. Nepoužívejte tento výrobek bez krytů nebo panelů. V přístroji se nachází obvody trvale připojené k napájecí síti. Životu nebezpečné napětí se na těchto obvodech může vyskytovat rovněž krátkou dobu po odpojení přístroje z napájení.
- **Vyhněte se nechráněným obvodům.** Nedotýkejte se nechráněných spojů a součástí, které jsou připojeny k výstupním svorkám generátoru.
- Před jakoukoli manipulací s kabely na výstupních svorkách vždy deaktivujte kanály. K aktivaci a deaktivaci kanálů je určeno tlačítko CHANNEL.
- Před zapnutím/vypnutím přístroje vždy od výstupních svorek odpojte všechny kabely.
- Mezi vypnutím a opětovným zapnutím přístroje vyčkejte minimálně 10 sekund.
- Během provozu výkonového funkčního generátoru se na výstupních svorkách může v závislosti na žádaném nastavení vyskytovat životu nebezpečné napětí. Hrozí nebezpečí vážného úrazu elektrickým proudem!
- **Používejte vhodnou pojistku.** Pro stálou ochranu proti požáru používejte pouze typ pojistky určený pro tento výrobek (kap. 8). Před výměnou pojistky vždy vypněte přístroj a odpojte napájecí kabel (pod-kap. 3.2). V případě opakovaného přerušení pojistky v krátkém časovém intervalu odpojte přístroj ze sítě a kontaktujte výrobce.
- **Používejte dostatečně dimenzované propojovací kabely.** Průřez vodičů musí být volen s dostatečnou rezervou s ohledem na maximální protékající proud (kap. 8).
- Zamezte vzniku nežádoucího přechodového odporu na výstupních svorkách. Připojované konektory musí být čisté, suché a v dobrém technickém stavu. V případě špatného kontaktu muže kvůli přechodovému odporu docházet k zahřívání nedokonalého spoje a následně také ke zničení výstupních svorek přístroje.
- **Dbejte dostatečného chlazení připojené zátěže.** Zamezte fyzickému kontaktu zahřáté zátěže s přístrojem. Dbejte aby teplo produkované zátěží nepoškodilo přístroj (např. nevhodným umístěním).
- Zamezte vodivému kontaktu připojené zátěže se šasi přístroje. V případě potřeby lze využít *Zemní svorku*, která je se šasi přístroje galvanicky spojena.
- Nepoužívejte propojovací kabely s konektory většího průměru, než je průměr zdířek přístroje. Některé typy konektorů mohou být opatřeny šroubem vodivě spojeným se živým koncem – hrozí nebezpečí úrazu elektrickým proudem.
- Nepřetěžujte výkonové obvody generátoru jejich dlouhodobým, neúčelným zapnutím.



- Nepřipojujte k výstupním svorkám generátoru žádné zdroje napětí ani proudu.
- Nepoužívejte přístroj, pokud jeví známky poruchy. Jestliže máte podezření že přístroj nepracuje správně, deaktivujte výstupy, odpojte všechny kabely od výstupních svorek, přístroj vypněte, odpojte přívod ze sítě a kontaktujte výrobce.
- Přístroj smí být provozován pouze na dostatečně pevném a rovném podkladu. Na generátor nesmí být za provozu pokládány žádné další předměty. Dbejte aby větrací otvory byly volně průchozí a do přístroje nevnikly žádné tekutiny ani drobné předměty.
- **Dodržujte předepsaný rozsah provozních teplot.** Pro zajištění lepšího chlazení přístroje se doporučuje ustavit jej na předních výklopných částech krytu.
- Nepoužívejte ani neskladujte přístroj ve vlhkém, prašném ani výbušném prostředí. Přístroj by neměl být provozován ani skladován na přímém slunečním světle nebo v přítomnosti silných magnetických polí. Chraňte přístroj před povětrnostními vlivy. Aby nedošlo k poškození přístroje, nevystavujte jej účinku sprejů, tekutin nebo smáčedel. V případě kondenzace vlhkosti (např. při přenesení z chladnějšího prostředí) nechte přístroj před zapnutím řádně vyschnout.
- Udržujte přístroj v čistotě. Přístroj kontrolujte tak často, jak to vyžadují provozní podmínky. Před čištěním přístroj vždy vypněte a odpojte napájecí kabel ze sítě. Prach odstraňte pomocí měkkého hadříku. Na displej nikdy netlačte. Vyvarujte se poškrábání průhledného krytu displeje a leštěného hliníkového krytu. Pro čištění použijte slabý roztok saponátu, nikdy jej ale nestříkejte do přístroje, vlhkost by jej mohla poškodit. Při čištění nepoužívejte prostředky s brusnými účinky a chemická čistidla. Nepoužívejte přístroj, je-li zasažen vlhkostí. (Před rekalibrací je doporučeno provést vyčištění přístroje, zejména ventilátorů, výrobcem nebo jím pověřenou osobou. Generátor nevyžaduje žádnou jinou speciální údržbu mechanických a elektrických částí.)
- Opravy přístroje smí provádět pouze výrobce nebo jím pověřená osoba. Porušení tohoto pravidla může způsobit úraz elektrickým proudem a požár, dále ztrátu záruky. Výrobce neručí za škody vzniklé po neodborném zásahu do konstrukce přístroje nebo použitím neoriginálních náhradních dílů.



3 UVEDENÍ PŘÍSTROJE DO PROVOZU

Výkonový generátor je určen pro napájení střídavým napětím ze sítě 230 V $\pm 10\%$ / 50 Hz. Jedná se o laboratorní přístroj, u kterého je přesnost parametrů generovaného signálu zaručena pouze v teplotním rozsahu definovaném v technických parametrech (kap. 8).

Před prvním zapojením je nutné pečlivé seznámení s bezpečnostními opatřeními (kap. 2). Před připojením napájecího kabelu do sítě je nezbytné nechat přístroj zahřát na pokojovou teplotu v případě, že byl přístroj skladován v chladu nebo převážen v chladném počasí.

Přístroj musí být umístěn na rovnou a pevnou podložku, naklonění přístroje lze dosáhnout pomocí výklopných podpěr ve spodní části přístroje. Při manipulaci s přístrojem je nutno zohlednit jeho vlastní hmotnost.

Větrací otvory nesmí být zakryty, není dovoleno na generátor pokládat další přístroje.

Po zapojení přístroje do sítě a zapnutí síťového vypínače se ozve několik cvaknutí relé, nejedná se o závadu. Na displeji je zobrazeno menu *Parameters* (obr. 9) a přístroj je připraven k použití. V opačném případě postupujte podle podkapitoly 3.1.

Generátor pracuje ihned po zapnutí, specifikovaných parametrů však dosahuje až po teplotním ustálení (kap. 8). Teplotním ustálením přístroje (temperování) je myšleno ponechání přístroje zapnutého minimálně po dobu 10 minut s odpojenými výstupními svorkami.

Přístroj smí být používán pouze způsobem popsaným v tomto návodu.

Během provozu generátoru se může na výstupních svorkách objevit životu nebezpečné napětí v závislosti na nastavených parametrech generovaného signálu. Hrozí nebezpečí vážného úrazu elektrickým proudem (kap. 2)!

3.1 Řešení problémů

Ĭ

Pokud se za běhu přístroje vyskytnou problémy nebo přístroj vůbec nelze uvést do provozu, ujistěte se, že nedošlo k:

- nesprávné konfiguraci parametrů přístroje,
- přepálení hlavní pojistky přístroje,
- přetížení přístroje,
- provozu přístroje v nevyhovujících podmínkách.

Přehřátí přístroje nevhodnou obsluhou nebo umístěním způsobí jeho automatické vypnutí. Vypněte přístroj hlavním vypínačem umístěným u síťového konektoru, vyčkejte 15 minut a pak přístroj opět zapněte. Pokud porucha přetrvá, kontaktujte výrobce.

Přístroj při startu i za běhu provádí neustálou interní diagnostiku, která má zajistit stabilitu parametrů generovaného signálu a bezpečnost obsluhy. Mimořádné situace jsou oznámeny varovnou obrazovkou. V případě výskytu varování přístroj vypněte a kontaktujte výrobce.

Pokud přístroj vykazuje nestandardní chování, které se předchozími postupy nepodařilo odstranit, přístroj vypněte a kontaktujte výrobce. Poškozený přístroj rozhodně nepožívejte, riskujete škody na majetku nebo úraz obsluhy elektrickým proudem.

3.2 Výměna pojistky

Při výměně pojistky postupujte následovně:

- 1. vypněte přístroj a odpojte napájecí kabel ze sítě i od přístroje,
- 2. pomocí plochého šroubováku vyjměte pouzdro s pojistkou umístěné na síťovém konektoru přístroje,



- 3. pojistku zkontrolujte a v případě potřeby nahraďte novou stejného typu,
- 4. pouzdro s pojistkou zasuňte na původní místo,
- 5. zapojte kabel.



4 POPIS PŘÍSTROJE

4.1 Přední panel přístroje



Obrázek 1: Přední panel přístroje

Na předním panelu přístroje jsou umístěny všechny ovládací i indikační prvky (obr. 1). V horní části to jsou zleva doprava:

- barevný LCD displej
- $\bullet\,$ tlačítka TL1 až TL7
- piezoměnič, enkodér, tlačítka
 \leftarrow a $\rightarrow,$ tlačítko ENTER,
- tlačítka SYSTEM, PARAM, VIEW, USER,
- $\bullet\,$ numerická klávesnice, desetinná čárka a tlačítko $\mathsf{CE},$
- tlačítko CHANNEL.

Ve spodní části zleva doprava:

- $\bullet\,$ výstupní svorky a indikační LED kanálů 1–6; CH1 CH6,
- zemní svorka,
- konektor rozhraní USB.

4.1.1 Popis funkce jednotlivých tlačítek přístroje

| TL1–TL7 funkce závisí na aktuálně zobrazeném okně menu přístroje, podrobný popis v kapitole 5, |
|--|
| enkodér plynulá změna parametrů, potvrzení hodnoty parametru v zadávacím poli, |
| $\leftarrow,\rightarrow\ldots\ldots$ výběr předvolby, posun kurzoru v zadávacím poli, |
| 0–9zadávání hodnot parametrů do zadávacích polí v konfiguračních obrazovkách, |
| nastavení mezní frekvence FFT (rovnice 2, str. 16), |
| CE maže poslední zadanou číslici v zadávacím poli, |
| ENTERpotvrzení hodnoty parametru v zadávacím poli, |
| SYSTEM vyvolá menu System Information, |
| PARAM vyvolá menu Parameters, |
| VIEW vyvolá menu View Outputs, |
| USER vyvolá menu User, |
| CHANNELaktivuje nebo deaktivuje výstupní svorky všech kanálů. |
| |



4.2 Zadní panel přístroje

Zadní panel přístroje neobsahuje mimo hlavní vypínač žádné ovládací prvky (obr. 2). Je zde také umístěn síťový konektor a v něm pojistka.



Obrázek 2: Zadní panel přístroje



5 MENU A OVLÁDÁNÍ PŘÍSTROJE

Přístroj je ke svému ovládání vybaven barevným grafickým displejem a tlačítky na předním panelu (podkap. 4.1).

5.1 Popis obrazovky

Obrazovka slouží k ovládání přístroje a k zobrazení informací o jeho stavu a aktuální konfiguraci (obr. 3). Je rozdělena do několika částí. Spodní strana vždy zobrazuje aktuální pozici v rozvětveném menu. Na pravé straně jsou uvedeny aktuální funkce tlačítek TL1–TL7 umístěných vedle displeje. Pokud tlačítko nemá v aktuálním okně přiřazenu žádnou funkci, je jeho popis prázdný. Horní strana zobrazuje název aktuálního okna. Zbytek okna je vyhrazen pro zobrazení a konfiguraci parametrů přístroje.

| Název okna | TL1 |
|---|-----|
| | TL2 |
| | TL3 |
| Informace a parametry | TL4 |
| | TL5 |
| | TL6 |
| $\text{CESTA} \rightarrow \text{V} \rightarrow \text{MENU}$ | TL7 |

Obrázek 3: Rozdělení obrazovky přístroje

Tlačítky SYSTEM, PARAM, VIEW a USER je vždy vyvoláno odpovídající menu System Information, Parameters, View Outputs a User, tlačítka TL1 až TL7 mají různou funkci, která vždy závisí na aktuálně zobrazeném okně.

Celá struktura menu je uvedena v příloze A.

5.2 Menu System Information

Menu *System Information* (obr. 4) je vyvoláno stiskem tlačítka **SYSTEM** kdykoli za běhu přístroje. Menu slouží ke konfiguraci a zobrazení následujících globálních parametrů přístroje:

- rozsah napěťových a proudových kanálů (Nominal range),
- varovné zvuky a zvuky klávesnice (Sound of keyboard, Warning sound),
- absolutní nebo relativní efektivní hodnoty proudů a napětí (Amp set value),
- informace o verzi firmware přístroje.



Obrázek 4: Menu System Information



5.3 Menu Parameters



Obrázek 5: Menu Range setting menu



Obrázek 7: Menu Absolute/relative setting

5 MENU A OVLÁDÁNÍ PŘÍSTROJE

| Sound setting menu: | | |
|---------------------|-----|--------|
| Sound of keyboard | NO | Switch |
| Warning sound | OFF | Switch |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | BACK |
| SYSTEM SOUNDS | | DITCH |

Obrázek 6: Menu Sound setting menu

| About PWG-003-33 generator: | |
|-----------------------------|------|
| Verze : | |
| 0.100 | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| SYSTEM ABOUT | BACK |

Obrázek 8: Menu About

Menu Range setting menu (obr. 5) je zobrazeno po stisku tlačítka Set rng kdykoli za běhu přístroje. Zde je tlačítkem SWITCH přepínán nominální rozsah přístroje mezi hodnotami HIGH a LOW. Nominální hodnoty pro napěťové kanály jsou 230 V a 110 V a nominální rozsahy pro proudové kanály jsou 10 A a 2 A. Parametr Nominal range je společný pro všechny kanály.

Menu Sound setting menu (obr. 6) je zobrazeno po stisku tlačítka Sounds kdykoli za běhu přístroje. Tlačítka SWITCH přepínají mezi hodnotami ON a OFF parametrů Sound of keyboard a Warning sound. Pro hodnotu ON parametru Sound of keyboard vydá přístroj zvukové znamení po stisku všech tlačítek. Pro hodnotu ON parametru Warning sound vydá přístroj zvukové znamení při pokusu zadat hodnotu mimo rozsah nebo přesnost zadávaného parametru nebo pokud je zadávaná hodnota parametru napětí větší, než je stanovená mez (kap. 8).

Menu Absolute/relative setting (obr. 7) je zobrazeno po stisku tlačítka Abs/rel kdykoli za běhu přístroje. Tlačítko SWITCH mění hodnotu parametru Amp value set na relatively nebo absolutely. Pro hodnotu relatively je efektivní hodnota napětí nebo proudu ve všech oknech pro konfiguraci parametrů základní složky (obr. 11) zadávána v procentech zvoleného nominálního rozsahu. Horní mez parametru napětí je 104%, horní mez parametru proud je 100%. Pro hodnotu absolutely je efektivní hodnota napětí nebo proud. Horní mez parametru napětí nebo proudu zadávána přímo v jednotkách veličiny napětí nebo proud. Horní mez parametru napětí je 239,2 V pro rozsah HIGH a 114,4 V pro rozsah LOW. Horní mez parametru proud je 10 A pro rozsah HIGH a 2 A pro rozsah LOW.

Menu *About* (obr. 8) je zobrazeno po stisku tlačítka **About** kdykoli za běhu přístroje. Toto okno nemá žádné konfigurační funkce, slouží pouze k informačním účelům.

Stiskem tlačítka BACK ve všech předchozích oknech je vyvoláno opět menu System Information.

5.3 Menu Parameters

Menu *Parameters* (obr. 9) je vyvoláno stiskem tlačítka **PARAM** kdykoli za běhu přístroje. Slouží ke konfiguraci a zobrazení následujících parametrů přístroje:



- efektivní hodnota proudu nebo napětí základní složky signálu,
- frekvence základní složky signálu,
- fázový posun všech složek signálu vůči ostatním kanálům,
- tvar generovaná funkce (sinus, trojúhelník, obdélník, pila) základní složky signálu,
- procentuální zastoupení složek signálu,
- frekvence dalších složek signálu,
- fázový posun dalších složek signálu vůči základní složce.



Obrázek 9: Menu Parameters



Obrázek 10: Menu Channel X

5.3.1 Konfigurace parametrů základní složky generovaného signálu

Po stisku tlačítka PARAM je na obrazovce zobrazeno okno pro výběr konfigurovaného kanálu (obr. 9). Tlačítko Channel X umožní v následném okně vybrat pro konfiguraci jediný kanál (obr. 10), tlačítka Channel U, Channel I a All vedou na konfiguraci všech napěťových, všech proudových nebo všech napěťových i proudových kanálů současně. Okno konfigurace parametrů základní složky generovaného signálu je obdobné pro jednotlivé kanály, pro všechny napěťové a všechny proudové kanály (obr. 11a). Pro konfiguraci všech kanálů současně se okno liší (obr. 11b).

| Set Channel 1 parameters: | | CLEAR | Set all channel | Set all channel parameters: | |
|---------------------------|--------|-----------|-----------------|-----------------------------|-----------|
| Freq [Hz] | 50.000 | FREQ | Freq [Hz] | 50.000 | FREQ |
| Amp [%V] | 20.00 | AMP | Amp [%] | 20.00 | AMP |
| Ph [deg] | 0.00 | PHASE | Phase is ZERO | YES | RESET PHA |
| Shape | SINE | SHAPE | Shape | SINE | SHAPE |
| | | HARMONICS | | | HARMONICS |
| POROM A CH 1 | | BACK | POROM ALL cham | | BACK |
| (a) kanály 1–6, U, I | | | r (d) | všechny kanály | |

Obrázek 11: Menu Set channels parameters



Levý sloupec části displeje určené pro informace a konfiguraci parametrů zobrazuje název parametru, střední sloupec je vyhrazen pro zadávací pole a pravý sloupec zobrazuje aktuální hodnotu parametru, která je uložena v paměti přístroje. Konfigurace parametrů se provádí stiskem příslušného tlačítka (FRE, AMP nebo PHA) a vypsáním hodnoty do zadávacího pole pomocí numerické klávesnice. Hodnota je uložena do paměti přístroje po stisku klávesy ENTER nebo je ze zadávacího pole vymazána po stisku klávesy CLEAR. K plynulé změně hodnoty v zadávacím poli lze využít enkodér a tlačítka \leftarrow a \rightarrow . Tlačítka slouží k výběru řádu a enkodér k plynulé změně hodnoty. Stisk enkodéru uloží zadanou hodnotu do paměti stejně jako stisk tlačítka ENTER. Klávesa SHAPE je určena ke změně tvaru základní složky generovaného signálu. Na stisk této klávesy se tvar cyklicky mění mezi průběhy *SINE*, *TRIANGLE*, *RECTANGLE* a *SAW*.

Tlačítko PHASE je v okně pro konfiguraci všech kanálů současně nahrazeno tlačítkem RESET PHA. Parametr odpovídající tomuto tlačítku je *Phase is ZERO* a možné hodnoty jsou *YES* nebo *NO*. Hodnota *NO* znamená, že fáze alespoň jednoho kanálu byla nastavena odlišně od kanálů ostatních. Stiskem tlačítka RESET PHA je fáze všech kanálů nastavena na 0°. Odlišnou funkci má tlačítko PHASE i v okně pro konfiguraci všech napěťových nebo všech proudových kanálu současně.

Pro konfiguraci všech napěťových kanálů současně udává hodnota parametru *Phase* vzájemnou fázi mezi kanály. Například hodnota 100° nastaví fáze napěťových kanálů na $0^{\circ} - 100^{\circ} - 200^{\circ}$.

Pro konfiguraci všech proudových kanálů současně udává hodnota parametru *Phase* fázi proudového kanálu vůči odpovídajícímu napěťovému kanálu. Aktuální fáze proudového kanálu je tedy vypočtena jako součet fáze odpovídajícího napěťového kanálu a hodnoty parametru *Phase*. Například po předchozím nastavení fází napěťových kanálů na 0° – 100° – 200° a po nastavení hodnoty parametru *Phase* na 10° budou fáze jednotlivých proudových kanálů 10° – 110° – 210°.

5.3.2 Konfigurace parametrů harmonických složek signálu

Konfigurace parametrů harmonických složek signálu je možná po stisku tlačítka HARMONIC v každém okně konfigurace parametrů základní složky signálu (*Set channel 1–6 parameters*, *Set U channels parameters*, *Set I channels parameters* nebo *Set all channels parameters*). K dispozici jsou okna pro konfiguraci frekvence, amplitudy a fáze harmonických složek. Frekvence je dále konfigurovatelná ručně u každé složky zvlášť (obr. 12a) nebo automaticky dopočtem frekvencí následujících tří lichých (obr. 12b), sudých (obr. 12c) nebo sudých i lichých (obr. 12d) harmonických složek ze zadané frekvence základní složky.

Sloupec hodnot parametrů načítaných z paměti přístroje je nyní barevně rozlišen. Parametry, které jsou konfigurovatelné, jsou zobrazeny žlutou barvou a parametry, které jsou vypočteny automaticky, jsou zobrazeny modrou barvou. Hodnota parametru je opět zadávána numerickou klávesnicí nebo pomocí tlačítek \leftarrow , \rightarrow a enkodéru a potvrzena tlačítkem ENTER nebo stiskem enkodéru. Pro zápis hodnot do paměti přístroje je nutné navíc stisknout klávesu APPLY. Do stisku tlačítka APPLY jsou změněné hodnoty parametrů zobrazeny červenou barvou, která upozorňuje na skutečnost, že hodnoty parametrů zobrazené na displeji nejsou totožné s parametry signálu generovaného na výstupních svorkách. Klávesa ENTER zároveň posunuje zadávací pole na následující parametr, který lze konfigurovat a to i v případě, kdy zůstane zadávací pole nevyplněno. Stiskem enkodéru bude hodnota pouze uložena, vybrané zadávací pole nebude změněno.

Po stisku tlačítka FREQ lze konfigurovat frekvenci dalších složek (obr. 12). Tlačítko MODE mění mód zadávání frekvence. V módech sudé harmonické, liché harmonické nebo sudé i liché harmonické lze editovat pouze frekvenci základní složky, frekvence ostatních složek jsou vypočteny automaticky. Parametr frekvence základní složky je totožný s parametrem frekvence v okně pro konfiguraci základní složky signálu (obr. 11).

Po stisku tlačítka AMP lze konfigurovat procentní zastoupení dalších složek (obr. 13) generovaného signálu. Procentní zastoupení základní složky je počítáno automaticky tak, aby suma zastoupení všech složek byla vždy rovna 100 %.

Po stisku tlačítka PHA lze konfigurovat fázi dalších složek signálu (obr. 14). Parametr fáze první složky není konfigurovatelný a je totožný s parametrem fáze v okně pro konfiguraci základní složky signálu (obr. 11). Fáze ostatních složek signálu jsou uvažovány jako relativní k fázi základní složky signálu a fakticky bude na výstupních svorkách generován signál s fází jednotlivých harmonických složek PH_i vypočtenou podle vzorce 1.

$$\frac{f_i}{f_1} \cdot ph_1 + ph_i = PH_i, \text{ kde } i = 2 \dots 4$$
(1)

Tím je dosaženo toho, že fázový posun mezi základní složkou a ostatními složkami signálu není závislý na fázovém posunu mezi kanály.



| Freq. of optional co | omponents: | APPLY | Freq. of odd harm. | .comps.: | APPLY |
|----------------------|-----------------|----------|--------------------|--------------------|-----------|
| 1-st comp | 50.000 | FREQ | Basic harm | 50.000 | FREQ |
| 2-nd comp | 50.000 | AMP | 3-nd harm | 150.000 | AMP |
| 3-rd comp | 50.000 | PHASE | 5-rd harm | 250.000 | PHASE |
| 4-th comp | 50.000 | MODE | 7-th harm | 350.000 | MODE |
| | CO | MPONEN T | | C | OMPONENT |
| | A first | BACK | | | BACK |
| (a) voliteln | é frekvence | | (b) liché har | monické frekvence | |
| Freq. of even harm. | comps.: | APPLY | Freq. of all harm. | comps.: | APPLY |
| Basic harm | 50.000 | FREQ | Basic harm | 50.000 | FREQ |
| 2-nd harm | 100.000 | AMP | 2-nd harm | 100.000 | AMP |
| 4-rd harm | 200.000 | PHASE | 3-rd harm | 150.000 | PHASE |
| 6-th harm | 300.000 | MODE | 4-th harm | 200.000 | MODE |
| | CO | MPONEN T | | C | COMPONENT |
| | | BACK | | | BACK |
| (c) sudé harmo | nické frekvence | | (d) sudé i liché | harmonické frekven | ce |

Obrázek 12: Menu Set frequency of harmonic components

| Percentual rate of | fcomps.: | APPLY |
|--------------------|----------|-----------|
| 1-st comp | | FREQ |
| 2-nd comp | 0.000 | AMP |
| 3-rd comp | 0.000 | PHASE |
| 4-th comp | 0.000 | |
| | | COMPONENT |
| PARAM → CH 1 → Amp | litude | BACK |

Obrázek 13: Menu $Set\ percentual\ rate\ of\ components$



Obrázek 14: Menu Set phase of components

5.4 Menu View Outputs

Menu *View Outputs* je vyvoláno stiskem tlačítka VIEW (obr. 15) kdykoli za běhu přístroje. Menu slouží ke konfiguraci a zobrazení následujících parametrů:

- frekvence, efektivní hodnoty proudu nebo napětí, fázového posunu,
- činného a jalového výkonu,



- výkonu a účiníku,
- frekvenčního spektra signálu.

Zobrazované hodnoty jsou měřeny na výstupních svorkách, nejedná se o parametry zadané uživatelem.



Obrázek 15: Menu View Outputs

Po stisku tlačítka Param je zobrazeno okno *View parameters*. Okno zobrazuje vybrané parametry všech kanálů. Tlačítky SWITCH lze měnit zobrazovaný parametr pro každý kanál. Možnosti jsou *frekvence*, *proud* nebo *napětí* a *fázový posun*.

Po stisku tlačítka Ac/re Pwr je zobrazeno okno *Active/reactive power view*. Okno zobrazuje vypočtený činný a jalový výkon dodaný do zátěže připojené na páry svorek CH1–CH4, CH2–CH5 a CH3–CH6.

Po stisku tlačítka Pwr/cos je zobrazeno okno $Power/cos(\varphi)$ view. Okno zobrazuje vypočtený výkon dodaný do zátěže připojené na páry svorek CH1–CH4, CH2–CH5 a CH3–CH6 a jeho účiník ($cos(\varphi)$).

Po stisku tlačítka FFT je zobrazeno okno *FFT view*. Okno zobrazuje frekvenční spektrum spektrum signálu změřeného na výstupních svorkách. Stiskem tlačítka Channel 1–Channel 6 je vybrán právě zobrazovaný kanál. Tlačítky 1–8 je určena mezní zobrazovaná frekvence spektra podle vzorce:

$$f_{max} = \frac{8192}{2^{x-1}}, \, kde \ x \ je \ hodnota \ stisknutého \ tlačítka.$$
(2)

Mezní hodnoty frekvence jsou 8192, 4096, 2048, 1024, 512, 256, 128 a 64 Hz.

| CH1 | 50.000 | [Hz] | SWITCH |
|------------|---------------|-----------|--------|
| CH4 | 0.02 | [A] RMS | SWITCH |
| CH2 | 64.9 5 | EV] RMS | SWITCH |
| CH5 | 0.00 | [deg] U-U | SWITCH |
| СНЗ | 50.000 | [Hz] | SWITCH |
| CH6 50.000 | | [Hz] | SWITCH |
| LITEM | BACK | | |

Obrázek 16: Menu View parameters

| Active / reactive power view | | | | | |
|------------------------------|----------|------|---------|--|--|
| CH 1 – 4 | 0.00 [W] | 0.00 | [VAr] | | |
| CH 2 – 5 | 0.00 [W] | 0.00 | [VAr] | | |
| CH 3 – 6 | 0.00 [W] | 0.00 | [VAr] | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | BACK | | |
| UTEW + AC/ | RE POWER | | 2011001 | | |

Obrázek 17: Menu Active/reactive power view

5.5 Menu User

MenuUser je vyvoláno stiskem tlačítka USER (obr. 20) kdykoli za běhu přístroje. Menu slouží ke konfiguraci a zobrazení následujících parametrů přístroje:





FFT graph view, channel 1 Channel 1 Channel 4 Channel 2 Channel 5 Channel 3 Channel 6 20dB/div 50.00 Hz BACK VIEW 🖶 FFT 76.0dB 1:1

Obrázek 18: Menu $Power/\cos(\varphi)$ view



• uložení a opětovné načtení hodnot parametrů frekvence, efektivní hodnota, fáze a tvar všech složek signálu.

Menu Save and load parameters je zobrazeno po stisku tlačítka Presets. Zde je tlačítkem SAVE uložena konfigurace veškerých parametrů týkajících se tvaru generovaného signálu pro všechny kanály do právě zvolené předvolby. Tlačítkem LOAD jsou parametry přístroje přepsány konfigurací právě zvolené předvolby. Aktuální konfigurace parametrů je po stisku tlačítka LOAD nenávratně ztracena. Tlačítka \leftarrow a \rightarrow jsou určena k výběru předvolby.

Pokud není v předvolbě uložena žádná konfigurace parametrů, dojde po stisku tlačítka LOAD k nahrání implicitní¹ konfigurace parametrů.



Obrázek 20: Menu User

| Save and load parameters: | |
|---------------------------|------|
| preset 1 | SAVE |
| preset 2 preset 3 | LOAD |
| preset 4 | LOND |
| preset 5 | |
| | |
| | |
| | |
| | BACK |
| USER PRESETS | |

Obrázek 21: Menu Save and load parameters

Vzorové příklady ručního ovládání přístroje 5.6

Po prostudování bezpečnostních pokynů (kap. 2) uveďte přístroj do provozu (kap. 3).

5.6.1 Konfigurace parametrů základní složky prvního napěťového kanálu

Požadované parametry signálu (obr. 22):

- $U_{ef} = 65 V$,
- f=50 Hz,
- sinusový průběh.



¹Stejná konfigurace jako po zapnutí přístroje.



Obrázek 22: Generovaný průběh popsaný v příkladu 5.6.1.

Mějte na paměti, že implicitní hodnoty globálních parametrů přístroje Nominal range a Amp value set jsou HIGH a RELATIVELY (menu System Information kap. 5.2).

Existuje více způsobu, jak provést konfiguraci přístroje pro daný výstupní signál.

Způsob 1: Parametry Nominal range i Amp set value zůstanou nezměněny.

• Hodnota napětí musí být přepočítána podle vzorce:

$$U_{\rm REL} = \frac{U_{\rm ef}}{FS_{\rm HIGH}} \cdot 100 \,\% \dot{=} 28,26 \,\% \tag{3}$$

- tlačítko PARAM vyvolá menu Parameters,
- tlačítko Channel X vyvolá menu Channel X,
- tlačítko Channel 1 vyvolá menu Set channel 1 parameters,
- tlačítko FREQ aktivuje zadávací pole parametru frekvence,
- tlačítky numerické klávesnice zadejte hodnotu fa potvrď
te tlačítkem $\mathsf{ENTER},$ v případě omylu použijte tlačítk
o CLEAR a zadání opakujte,
- tlačítko AMP aktivuje zadávací pole parametru napětí,
- tlačítky numerické klávesnice zadejte hodnotu U_{REL} a potvrď
te tlačítkem ENTER, v případě omylu použijte tlačítko CLEAR a zadání zopakujte,
- tlačítko CHANNEL aktivuje výstupní svorky všech kanálů.

Způsob 2: Parametr Amp set value změněn na hodnotu ABSOLUTELY.

- Tlačítko SYSTEM vyvolá menu System Information,
- tlačítko ABS/REL vyvolá menu Absolute/relative setting,
- tlačítkem SWITCH změňte hodnotu parametru Amp set value na hodnotu ABSOLUTELY,
- další body jsou mimo přepočet hodnoty napětí stejné (zadávaná hodnota napětí je U_{ef}), jako u předchozího postupu.





Obrázek 23: Generovaný průběh popsaný v příkladu 5.6.2.

Způsob 3: Parametr *Amp set value* změněn na hodnotu *ABSOLUTELY* a parametr *Nominal range* změněn na hodnotu *LOW*.

- Tlačítko SYSTEM vyvolá menu System Information,
- tlačítko SET RNG vyvolá menu Range setting menu,
- tlačítkem SWITCH změňte hodnotu parametru Nominal range na hodnotu LOW,
- další body jsou stejné, jako u předchozího postupu.

Tento postup je použitelný pouze v případě, kdy požadovaná efektivní hodnota parametru *napětí* nepřesáhne nízký rozsah přístroje (FS_{LOW} = 110 V). V nižším rozsahu přístroje však lze zadat požadovanou efektivní hodnotu napětí s větší přesností.

5.6.2 Konfigurace parametrů dalších složek 1. proudového kanálu (kanál 4)

Požadované parametry signálu (obr. 23):

- proud $I_{ef}=5 A$,
- základní složka: f₁=50 Hz,
- harmonická složka: $f_2=100 \text{ Hz}, \varphi_2=30^{\circ},$
- $\bullet\,$ poměr složek je 90 % základní složka, 10 % harmonická složka.

Postup konfigurace proveden při hodnotách parametrů Amp set value=RELATIVELY a Nominal range=HIGH.

• Hodnota proudu musí být přepočítána podle vzorce:

$$I_{\rm REL} = \frac{I_{\rm ef}}{\rm FS_{\rm HIGH}} \cdot 100 \,\% = 50 \,\% \tag{4}$$

- tlačítko PARAM vyvolá menu Parameters,
- tlačítko Channel X vyvolá menu Channel X,
- tlačítko Channel 4 vyvolá menu Set channel 4 parameters,
- tlačítko FREQ aktivuje zadávací pole parametru frekvence,



- tlačítky numerické klávesnice zadejte hodnotu f_1 , v případě omylu použijte tlačítko CLEAR a zadání opakujte,
- tlačítko AMP aktivuje zadávací pole parametru proud,
- tlačítky numerické klávesnice zadejte hodnotu $I_{REL},$ v případě omylu použijte tlačítko CLEAR a zadání zopakujte,
- tlačítko HARMONICS vyvolá menu Set frequency of optional components,
 - 1. ruční zadání frekvence harmonických složek:
 - tlačítkem ENTER vyberte parametr 2^{nd} comp,
 - tlačítky numerické klávesnice zadejte frekvenci f_2 druhé složky a potvrďte tlačítkem ENTER (hodnota parametru je zatím uložena pouze v paměti přístroje, je zobrazena červenou barvou), v případě omylu použijte tlačítko CE pro vymazání posledního znaku a zadání opakujte,
 - pro zápis parametrů na výstup generátoru použijte tlačítko APPLY (nyní signál generovaný na výstupních svorkách odpovídá informacím na obrazovce),
 - 2. automatický výpočet frekvence harmonických složek:
 - opakovaným stiskem tlačítka MODE vyvolejte menu Set frequency of even harmonic components (frekvence 100 Hz je sudou harmonickou k 50 Hz),
 - frekvence druhé složky bude vypočtena automaticky,
 - pro zápis parametrů na výstup generátoru použijte tlačítko APPLY,
- tlačítko AMP vyvolá menu Set percentual rate of components,
- tlačítkem ENTER vyberte parametr $\mathcal{2}^{nd}\ comp,$
- tlačítky numerické klávesnice zadejte požadovaný poměr složky ve výsledném signálu (20 %) a potvrďte tlačítkem ENTER, v případě omylu použijte tlačítko CE pro vymazání posledního znaku a zadání opakujte,
- pro zápis parametrů na výstup generátoru použijte tlačítko APPLY,
- tlačítko PHA vyvolá menu Set phase of components,
- tlačítkem ENTER vyberte parametr 2nd comp,
- tlačítky numerické klávesnice zadejte fázový posun φ_2 vůči základní složce a potvrďte tlačítkem ENTER, v případě omylu použijte tlačítko CE pro vymazání posledního znaku a zadání opakujte,
- pro zápis parametrů na výstup generátoru použijte tlačítko APPLY,
- tlačítko CHANNEL aktivuje výstupní svorky všech kanálů.

5.6.3 Společná konfigurace parametrů všech napěťových kanálů

Požadované parametry signálu (obr. 24):

- napětí $U_{ef}=200 V$,
- základní složka: f₁=400 Hz,
- harmonická složka: f_5=2000 Hz (5. harmonická), $\varphi_5{=}60^\circ,$
- harmonická složka: f₇=2800 Hz (7. harmonická), φ_7 =120°,
- poměr složek je 95:3:2,
- fázový posun mezi kanály $\varphi = 120^{\circ}$.

Postup konfigurace proveden při hodnotách parametrů Amp set value=ABSOLUTELY a Nominal range=HIGH.

• tlačítko PARAM vyvolá menu Parameters,





Obrázek 24: Generovaný průběh popsaný v příkladu 5.6.3.

- tlačítko Channel U vyvolá menu Set U Channel parameters,
- tlačítko FREQ aktivuje zadávací pole parametru frekvence,
- tlačítky numerické klávesnice zadejte hodnotu f_1 , v případě omylu použijte tlačítko CLEAR a zadání opakujte,
- tlačítko AMP aktivuje zadávací pole parametru napětí,
- tlačítky numerické klávesnice zadejte hodnotu $U_{ef},$ v případě omylu použijte tlačítko CLEAR a zadání zopakujte,
- tlačítko PHA aktivuje zadávací pole parametru fáze,
- tlačítky numerické klávesnice zadejte hodnotu fázového posunu mezi kanály φ , v případě omylu použijte tlačítko CLEAR a zadání zopakujte,
- tlačítko HARMONICS vyvolá menu Set frequency of optional components,
 - 1. ruční zadání frekvence harmonických složek není možné, frekvence 7. harmonické složky je mimo rozsah $30{-}2\,000\,{\rm Hz},$
 - 2. automatický výpočet frekvence harmonických složek:
 - opakovaným stiskem tlačítka MODE přejděte do menu Set frequency of odd harmonic components (2000 Hz a 2800 Hz jsou liché harmonické frekvence k 400 Hz),
 - frekvence harmonických složek budou vypočteny automaticky,
 - pro zápis parametrů na výstup generátoru použijte tlačítko APPLY,
- tlačítko AMP vyvolá menu Set percentual rate of components,
- tlačítkem ENTER vyberte parametr 3nd comp,
- tlačítky numerické klávesnice zadejte požadovaný poměr složky ve výsledném signálu (3%) a potvrďte tlačítkem ENTER, v případě omylu použijte tlačítko CE pro vymazání posledního znaku a zadání opakujte,
- stejný postup použijte pro parametr $4^{nd} comp (2\%)$,
- pro zápis parametrů na výstup generátoru použijte tlačítko APPLY,
- tlačítko PHA vyvolá menu Set phase of components,
- tlačítkem ENTER vyberte parametr 3nd comp,





Obrázek 25: Generovaný průběh popsaný v příkladu 5.6.4.

- tlačítky numerické klávesnice zadejte fázový posun vůči základní složce φ_5 a potvrďte tlačítkem ENTER, v případě omylu použijte tlačítko CE pro vymazání posledního znaku a zadání opakujte,
- stejný postup použijte pro parametr $4^{nd} comp (\varphi_7)$,
- pro zápis parametrů na výstup generátoru použijte tlačítko APPLY,
- tlačítko CHANNEL aktivuje výstupní svorky všech kanálů.

5.6.4 Společná konfigurace parametrů všech proudových kanálů

Zadání navazuje na předchozí příklad konfigurací proudových kanálů. Požadované parametry signálu (obr. 25):

- napětí $I_{ef}=0,5 A$,
- základní složka: $f_1=400 \text{ Hz}$,
- harmonická složka: f₅=2000 Hz (5. harmonická), φ_5 =60°,
- harmonická složka: f₇=2800 Hz (7. harmonická), φ_7 =120°,
- poměr složek je 95:3:2,
- fázový odstup od odpovídajícího napěťového kanálu $\varphi = 10^{\circ}$.

Postup konfigurace proveden při hodnotách parametrů Amp set value=ABSOLUTELY a Nominal range=HIGH (stejná konfigurace jako u předchozího příkladu).

- tlačítko PARAM vyvolá menu Parameters,
- tlačítko Channel U vyvolá menu Set I Channel parameters,
- tlačítko FREQ aktivuje zadávací pole parametru frekvence,
- \bullet tlačítky numerické klávesnice zadejte hodnotu $f_1,$ v případě omylu použijte tlačítko CLEAR a zadání opakujte,
- tlačítko AMP aktivuje zadávací pole parametru napětí,
- tlačítky numerické klávesnice zadejte hodnotu $I_{ef},$ v případě omylu použijte tlačítko CLEAR a zadání zopakujte,
- tlačítko PHA aktivuje zadávací pole parametru fáze,



- tlačítky numerické klávesnice zadejte hodnotu fázového posunu mezi proudovými a napěťovými kanály φ , v případě omylu použijte tlačítko CLEAR a zadání zopakujte,
- tlačítko HARMONICS vyvolá menu Set frequency of optional components,
 - 1. ruční zadání frekvence harmonických složek není možné, frekvence 7. harmonické složky je mimo rozsah,
 - 2. automatický výpočet frekvence harmonických složek:
 - opakovaným stiskem tlačítka MODE přejděte do menu Set frequency of odd harmonic components,
 - frekvence harmonických složek budou vypočteny automaticky,
 - pro zápis parametrů na výstup generátoru použijte tlačítko APPLY,
- tlačítko AMP vyvolá menu Set percentual rate of components,
- tlačítkem ENTER vyberte parametr 3nd comp,
- tlačítky numerické klávesnice zadejte požadovaný poměr složky ve výsledném signálu (3%) a potvrďte tlačítkem ENTER, v případě omylu použijte tlačítko CE pro vymazání posledního znaku a zadání opakujte,
- stejný postup použijte pro parametr $4^{nd} comp (2\%)$,
- pro zápis parametrů na výstup generátoru použijte tlačítko APPLY,
- tlačítko PHA vyvolá menu Set phase of components,
- tlačítkem ENTER vyberte parametr $\mathcal{3}^{nd}\ comp,$
- tlačítky numerické klávesnice zadejte fázový posun vůči základní složce φ_5 a potvrďte tlačítkem ENTER, v případě omylu použijte tlačítko CE pro vymazání posledního znaku a zadání opakujte,
- stejný postup použijte pro parametr $4^{nd} comp (\varphi_7)$,
- pro zápis parametrů na výstup generátoru použijte tlačítko APPLY,
- tlačítko CHANNEL aktivuje výstupní svorky všech kanálů.



6 OVLÁDACÍ SOFTWARE PŘÍSTROJE PRO PC

Software ve výstavbě.



7 PŘÍKLADY ZAPOJENÍ PŘÍSTROJE

Parametry výstupního signálu jednotlivých kanálů výkonového funkčního generátoru lze obecně konfigurovat nezávisle na parametrech výstupního signálu ostatních kanálů. Vyjímku tvoří pouze parametry *Nominal range* a *Amp set value*, které jsou pro všechny kanály společné. Nepřetěžujte přístroj, používejte pouze nepoškozené a dostatečně dimenzované propojovací kabely. Zemní svorka je vodivě spojena s kostrou přístroje (PEN).

K dispozici jsou tedy tři proudové a tři napěťové kanály. Zátěž se ke generátoru obecně připojuje podle obrázku 26. Toto zapojení je vhodné pro příklady uvedené v podkapitolách 5.6.1 a 5.6.2.



Obrázek 26: Připojení jedno-fázové zátěže ke generátoru

Pro práci s tří-fázovou sítí je možno zátěž připojit do trojúhelníku (obr. 27) nebo do hvězdy (obr. 28). Toto zapojení je vhodné pro příklady uvedené v podkapitolách 5.6.3 a 5.6.4. U příkladu v podk. 5.6.4 je nutno provést i konfiguraci napěťových kanálů. Společná svorka zdroje by s ohledem na fázi výstupního signálu měla být vytvořena spojením všech tří svorek napěťových nebo proudových kanálů stejné barvy.



Obrázek 27: Zapojení zátěže do trojúhelníku



Obrázek 28: Zapojení zátěže do hvězdy

Výkonový funkční generátor lze využít k testování voltmetrů, ampérmetrů, wattmetrů apod. určených pro měření střídavých veličin. Třída přesnosti i stabilita parametrů generátoru je uvedena v kapitole 8.

Zapojení na obrázku 29 je vhodné k ověření funkce wattmetru. Parametry generátoru pro proudový i napěťový kanál mohou být mimo harmonické složky konfigurovány podle příkladu uvedeného v podkap. 5.6.1 nebo



podle příkladu uvedeného v podkap. 5.6.4. V prvním případě je fáze mezi proudem a napětím rovna rozdílu parametru *fáze* zadaném v okně pro konfiguraci napěťového (kanál 1) a proudového (kanál 4) kanálu, ve druhém případě je fáze rovna parametru *fáze* zadaném v okně pro konfiguraci všech proudových kanálů současně. V tomto případě mohou být připojeny k sobě odpovídajícím proudovým a napěťovým svorkám až tři wattmetry.



Obrázek 29: Připojení wattmetru



TECHNICKÉ PARAMETRY 8

| Zobrazení/indikace: | Barevný grafický displej (320 x 240 bodů), 6 LED. |
|--|---|
| Počet kanálů: | 6 (3 napěťové, 3 proudové). |
| Přesnost elektivní hodnoty generovaného signálu: | $\pm (0.05 \% \text{ FS} + 0.05 \% \text{ RDG}),$ kde FS = 110 V, 230 V, 10 A nebo 2 A a RDG je nastavená hodnota. |
| Platnost kalibrace: | 1 rok. |
| Rozsah elektivní hodnoty napětí: | 0–114,4 V (0–104 %), pro FS = 110 V, 0–239,2 V (0–104 %), pro FS = 230 V. |
| Rozlišení elektivní hodnoty napětí: | 0,01 V, pro FS = 110 V, 0,1 V, pro FS = 230 V. |
| Rozsah elektivní hodnoty proudu: | 0-2 A (0-100 %), pro FS = 2 A, 0-10 A (0-100 %), pro FS = 10 A. |
| Rozlišení elektivní hodnoty proudu: | $0,001 \text{ A}, \text{ pro FS} = 2 \text{ A}, \\ 0,001 \text{ A}, \text{ pro FS} = 10 \text{ A}.$ |
| Frekvenční rozsah: | 30–400 Hz, pro základní složku generovaného signálu, 30–2000 Hz pro ruční konfiguraci dalších složek signálu nebo až 7. harmonická z rozsahu 30–400 Hz. |
| Rozlišení frekvence: | 0,001 Hz. |
| Chyba frekvence: | $0,0001\mathrm{Hz}$ |
| Rozsah nastavení fáze | $0-359,9^{\circ}.$ |
| Rozlišení fáze: | $0,1^{\circ}.$ |
| Chyba fáze: | $0,05^{\circ}.$ |
| Přesnost měření amplitudy: | ??? |
| Zatížení napěťových kanálů: | Zatěžovací charakteristika napěťového kanálu (obr. 30). |
| Výstupní proud napěťového kanálu: | max. 24 mA (v celém frekvenčním rozsahu). |
| Zkratový proud napěťového kanálu: | max. 100 mA. |
| Zatížení proudových kanálů: | Zatěžovací charakteristika proudového kanálu (obr. 31). |
| Výkon napěťových kanálu: | max. 5,76 W na kanál. |
| Výkon proudového kanálu: | max. 5 W na kanál. |
| DC offset napětí: | max. $5 \mathrm{mV}$. |
| DC offset proudu: | max. $5 \mathrm{mA}$. |
| Maximální chyba generovaného výkonu: | $\Delta P = \sqrt{\Delta U^2 + \Delta I^2 + \Delta P F^2}$, kde ΔU odpovídá mezní chybě generovaného napětí, ΔI mezní chybě generovaného proudu a ΔPF mezní chybě $\cos(\varphi)$ zadané v procentech. |
| Odstup signál/šum: | typ. $55 \mathrm{dB}$ |
| Prahová úroveň napětí pro | $100 V_{ef}$. |
| akustickou signalizaci: Elektrická pevnost mezi kanály: | $2500\mathrm{V}$ / $50\mathrm{Hz}$ / $1\mathrm{min}.$ |
| Odolnost proti zkratu napěťového kanálu: | max. 60 s. |



| Uživatelské konektory: | 12 x signálové bezpečnostní svorky \emptyset 4 mm, 1 x zemnící bezpečnostní svorka \emptyset 4 mm, 1 x USB konektor typ A. |
|---|--|
| Odpor dodávaného propojovacího vodiče: | max. $8 \mathrm{m}\Omega$ pro I = 10 A _{ef} . |
| Jmenovité napájecí napětí: | $230\mathrm{V}\pm\!10\%$ / $50\mathrm{Hz}.$ |
| Jmenovitý příkon: | max. 190 VA. |
| Jištění | $1~{\rm x}~T160{\rm mA}~/~250{\rm V}$ (u napájecího konektoru), 6 x T250 mA / 250 V (na DPS jednotlivých kanálů). |
| Doba ustálení parametrů: | 30 minut. |
| Teplotní koeficient: | $\pm 100 \mathrm{ppm}.$ |
| Provozní teplota okolí pro zaručenou přesnost parametrů: | 18÷28 °C. |
| Provozní teplota okolí bez zaručení přesnosti parametrů: | $10 \div 35 ^{\circ}\mathrm{C}.$ |
| Skladovací teplota: | $0 \div 70 ^{\circ}\text{C}.$ |
| Rozsah vlhkosti: | max. 80% v celém rozsahu pracovních teplot. |
| Nadmořská výška: | max. $2000\mathrm{m}$ n.m. (ve vnitřních prostorách). |
| Rozměry: | $460\mathrm{mm}$ x $190\mathrm{mm}$ x $360\mathrm{mm}.$ |
| Hmotnost: | 14 kg. |





Obrázek 30: Zatěžovací charakteristika napěťového kanálu



Obrázek 31: Zatěžovací charakteristika proudového kanálu

Zatěžovací charakteristiky platí v celém rozsahu generovaných frekvencí pouze pro odporovou zátěž. Mezní hodnoty impedance indukční nebo kapacitní zátěže lze odvodit ze vztahů 5 a 6:

$$L = \frac{X_L}{2\pi f} \qquad [\mathrm{H}, \Omega, \mathrm{Hz}], \tag{5}$$

$$C = \frac{1}{X_C 2\pi f} \qquad [F, \Omega, Hz], \tag{6}$$

kde L (resp. C) je indukčnost (resp. kapacita) připojené zátěže, X_L (resp. X_C) je reaktance v ohmech vyčtená ze zatěžovací charakteristiky pro zadanou efektivní hodnotu napětí nebo proudu a frekvenci (f) výstupního signálu. Vypočtená indukčnost je maximální hodnotou pro proudové kanály a minimální hodnotou pro napěťové kanály. Vypočtená kapacita je maximální hodnotou napěťové kanály a minimální hodnotou pro proudové kanály.



9 KONTROLA DODÁVKY

Dodávka výkonového funkčního generátoru v základní sestavě obsahuje následující položky:

- Kalibrovaný výkonový funkční generátor střídavého signálu,
- síťový kabel,
- 3 páry propojovacích kabelů,
- náhradní pojistka,
- tato uživatelská příručka.

Dodávka výkonového funkčního generátoru v rozšířené sestavě obsahuje navíc následující položky:

- USB kabel,
- software pro konfiguraci parametrů generátoru pomocí osobního počítače.

Na přání uživatele lze individuálně dodat další příslušenství.

Výrobce vítá jakékoli připomínky vedoucí ke zkvalitnění obsluhy a provozu přístroje.

Výrobce si vyhrazuje právo na změnu parametrů bez předchozího upozornění.



A Struktura menu přístroje

- System Information
 - ${}_{{}_{\sim}}$ Range setting menu,

 - $\llcorner~$ Absolute/relative setting,
 - ${\ {\scriptscriptstyle {\sf L}}}$ About,
- Parameters
 - ${\scriptstyle {\scriptscriptstyle {\sf L}}}$ Channel X,
 - $\llcorner\,$ Set Channel 1–6 parameters,
 - $\llcorner~$ Set frequency of optional components,
 - $\llcorner\,$ Set frequency of all harmonic components,
 - $\llcorner\,$ Set frequency of odd harmonic components,
 - $\llcorner\,$ Set frequency of even harmonic components,
 - $\llcorner~$ Set percentual rate of components,
 - $\llcorner~$ Set phase of components,
 - $\llcorner~$ Set U Channel parameters,
 - $\llcorner~$ Set frequency of optional components,
 - $\llcorner~$ Set frequency of all harmonic components,
 - $\llcorner\,$ Set frequency of odd harmonic components,
 - $\llcorner~$ Set frequency of even harmonic components,
 - $\llcorner\,$ Set percentual rate of components,
 - $\llcorner~$ Set phase of components,
 - $\llcorner~$ Set I Channel parameters,

 - $\llcorner\,$ Set frequency of all harmonic components,
 - $\llcorner\,$ Set frequency of odd harmonic components,
 - $\llcorner~$ Set frequency of even harmonic components,
 - $\llcorner~$ Set percentual rate of components,
 - ${}_{{}_{\sim}}$ Set phase of components,
 - $_$ Set all channels parameters.

 - $\llcorner\,$ Set frequency of all harmonic components,
 - $\llcorner\,$ Set frequency of odd harmonic components,
 - $\llcorner\,$ Set frequency of even harmonic components,
 - $\llcorner\,$ Set percentual rate of components,
 - $\llcorner~$ Set phase of components,
- View Outputs,
 - ${}_{
 m L}$ View parameters,
 - $_$ Active/reactive power view,

 - ${\scriptstyle {\scriptscriptstyle {\sf L}}}$ FFT view,
- User,
 - $\llcorner\,$ Save and load parameters.

