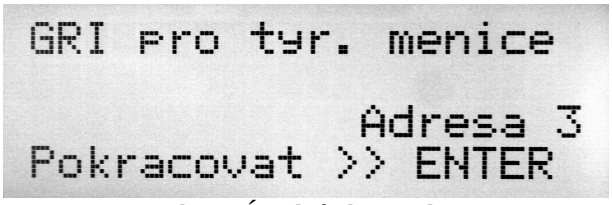
Návod k použití

Po zapnutí generátoru se objeví úvodní obrazovka. Zobrazena je adresa generátoru pro sériovou komunikaci. Pokračovat lze klávesou ENTER, čímž se přejde k výběru měniče.



Obr. 1 Úvodní obrazovka

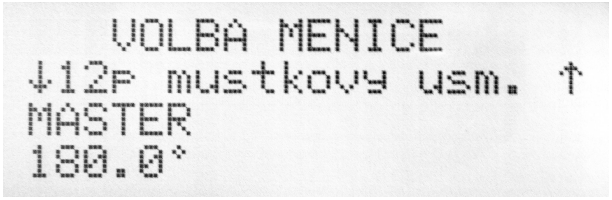
Menu je rozděleno na dvě sekce:
F1 – Výběr měniče
F2 – Nastavení generátoru

1. Výběr měniče

V menu výběru měniče lze pomocí šipek vybrat měnič. Tlačítkem START/STOP se spustí řízení. V levém dolním rohu se nachází řídicí úhel, se kterým se měnič spustí. Ten lze změnit nastavením maximálního řídicího úhlu. Na 3. řádce je označen MASTER pouze po jeho nastavení, v jiném případě je řádka prázdná. Seznam měničů a podmínky pro jejich spuštění jsou uvedeny v Tab. 1.

Název měniče	Sériová komunikace	Počet jednotek Slave	Typ měniče při propojení
Jednopulzní usměrňovač	NE	x	x
Dvoupulzní uzlový usměrňovač	NE	x	x
Jednofázový můstkový usměrňovač	ANO	1	reverzační
Trojpulzní uzlový usměrňovač	ANO	1	reverzační
Třífázový můstkový usměrňovač	ANO	1	reverzační
Dvanáctipulzní můstkový usměrňovač	ANO	1 / 3	nereverzační / reverzační
Jednofázový střídavý měnič napětí	NE	x	x
Třífázový střídavý měnič napětí – zátěž R	NE	x	x
Třífázový střídavý měnič napětí – zátěž L	NE	x	x

Tab. 1 Možnosti volby měniče



Obr. 2 Menu výběru měniče

2. Nastavení generátoru

Při sepnutí generátoru se automaticky obnoví poslední uložené nastavení generátoru z EEPROM. Každá změna v menu nastavení se po potvrzení okamžitě zapíše do EEPROM. Možnosti nastavení, výchozí hodnoty a jejich rozsah jsou shrnuty v Tab. 2.

Do nastavení generátoru se přechází klávesou F2. Nastavení se prochází šipkami a klávesou ENTER se přejde ke změně nastavení. Změna se provádí krátkým nebo dlouhým (pouze u většího rozsahu hodnot) stiskem šipek. Při potvrzení ENTERem je hodnota nastavena a zapsána do EEPROM a dojde k návratu do výběru nastavení.

Volba nastavení	Výchozí hodnota	Rozsah nastavení	Poznámka
Dolní mez α	0°	0° - α_{MAX}	vliv na všechny měniče
Horní mez α	180°	α_{MIN} – 180°	
Skoková změna α – nižší	0°	0° - α_{SMAX}	
Skoková změna α – vyšší	180°	α_{SMIN} – 180°	
Šířka spínacího pulzu	0,5 ms	0,05 ms – 0,5 ms	
Perioda řádky	0,2 ms	0,2 ms – 0,5 ms	vliv na střídavé měniče napětí
Střída řádky	0,5	0,3 – 0,7	
Řádka / Impuls - 3f stř. měnič. napětí	Impuls	Řádka / Impuls	pouze 3f střídavý měnič napětí (L zátěž)
Podmínka řízení - reverzační měniče	180°	180° - 210°	pouze reverzační měniče
Synchronizační fáze	Fáze A	A / B / C	posun: A 0° / B -120° / C +120°
Zapojení transformátoru	Hvězda	Hvězda / Trojúhelník	posun: Hvězda 0° / Trojúhelník -30°
Způsob synchronizace	1	1 / 2 / 3	x
Podsvícení LCD - intenzita	0%	0% - 100%	x
MASTER / SLAVE	SLAVE	MASTER / SLAVE	x
Výchozí nastavení	x	x	Po potvrzení se zapíše do EEPROM

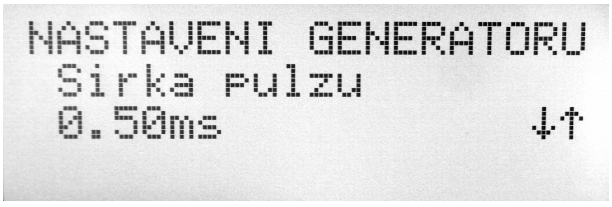
Tab. 2 Možnosti nastavení generátoru

Jako jediné nastavení se volba MASTER / SLAVE nezapisuje do EEPROM. Po zapnutí je generátor vždy nastaven jako SLAVE.

Při přepsání nastavení výchozími hodnotami je nutné potvrzení klávesou START. ENTER zde slouží pouze k návratu do nabídky nastavení.

Způsoby synchronizace jsou následující:

- Synchronizace 1 – Rozklad napětí na 1. harmonickou pomocí rekurzivní diskrétní Fourierovy transformace (RDFT)
- Synchronizace 2 – Výpočet fázového posunu 1. harmonické pomocí Fourierových koeficientů
- Synchronizace 3 – detekce průchodu napětí nulou – nedoporučuje se – nižší odolnost proti rušení v síti



Obr. 3 Menu nastavení generátoru

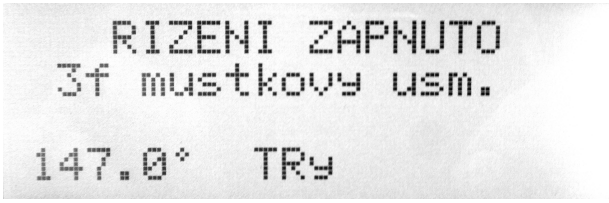
3. Spuštění řízení

Podle Tab. 1 lze rozlišovat 3 způsoby spuštění a chodu generátoru – samostatný generátor bez propojení, s komunikací jako MASTER (dále M) nebo jako SLAVE (dále S). Vypnuté řízení je signalizováno zelenou LED na předním panelu. Po zapnutí řízení se barva změní na červenou.

3.1 Bez sériové komunikace

Řízení měniče jedním generátorem je podmíněno nastavením SLAVE (výchozí po zapnutí generátoru) a výběrem měniče podle Tab. 1. Spustit lze vše kromě dvanáctipulzního usměrňovače. Po skončení řízení se opětovným stiskem START/STOP přejde zpět do menu F1.

Na displeji je zobrazen řízený měnič, nastavený řídicí úhel a zapojení sekundárního vinutí transformátoru TRy – hvězda nebo TRd – trojúhelník.



Obr. 4 Obrazovka řízení jedním generátorem

3.2 Se sériovou komunikací

Nejdříve je nutné určit počet generátorů pro řízení daného měniče podle Tab. 1, tzn. celkem 2 nebo 4 generátory. Dále se vytvoří sběrnice propojením jednotek přes zadní D-Sub konektory. Jednotky v koncích sběrnice musí být zakončeny konektorem se zakončovacími a upínacími odpory pro RS485.

Na sběrnici lze zvolit M na libovolném generátoru. Pokud je zvoleno více M, generátor, který spouští řízení (jako jeden z M), ostatní M automaticky přepne na S.

Pokud je při spuštění řízení daného měniče detekován u M nesprávný počet S na sběrnici, jedná se o chybový stav.

Pro sepnutí řízení měniče musí být všechny připojené jednotky v menu výběru měniče F1, jinak M na sběrnici nedetekuje připojený S a celkový počet S nebude odpovídat řízení zvoleného měniče, čímž dojde k chybě.

Pozice generátoru v celém zapojení je v případě 2 jednotek dána volbou M / S. Jednotky, v takovém případě, mají v měniči následující pozici.

Reverzační měniče, podle polarity:

- M – kladná polarita
- S – záporná polarita

Dvanáctipulzní usměrňovač, podle zapojení sekundárního vinutí:

- M – Hvězda / Trojúhelník – zvolí se v nastavení M
- S – Trojúhelník / Hvězda (vždy naopak než u M) – nezáleží na nastavení S

V případě zapojení 4 jednotek (1 M a 3 S), lze řídit pouze reverzační dvanáctipulzní usměrňovač. V takovém případě je nutné rozmístit generátory podle adresy (na úvodní obrazovce). Jednotka M si při spuštění řízení seřadí jednotky S podle adresy vzestupně: S1, S2 a S3. Na adrese M nezáleží.

Pozice jednotek ve dvanáctipulzním reverzačním usměrňovači je následující

- M – kladná polarita; Hvězda / Trojúhelník – zvolí se v nastavení M
- S1 – záporná polarita; Hvězda / Trojúhelník (stejně jako u M)
- S2 - kladná polarita; Trojúhelník / Hvězda (naopak než u M)
- S3 - záporná polarita; Trojúhelník / Hvězda (naopak než u M)

Ostatní nastavení jednotek S během řízení, mimo zmíněných výše, jsou dána vždy nastavením jednotky M. Po vypnutí řízení se nastavení S vrátí do původního stavu. Nastavení přebrané připojenými S od M během spuštěného řízení je následující:

- Šířka řídicího pulzu
- Fáze pro synchronizaci
- Zapojení vinutí transformátoru
- Horní a dolní mez řídicího úhlu

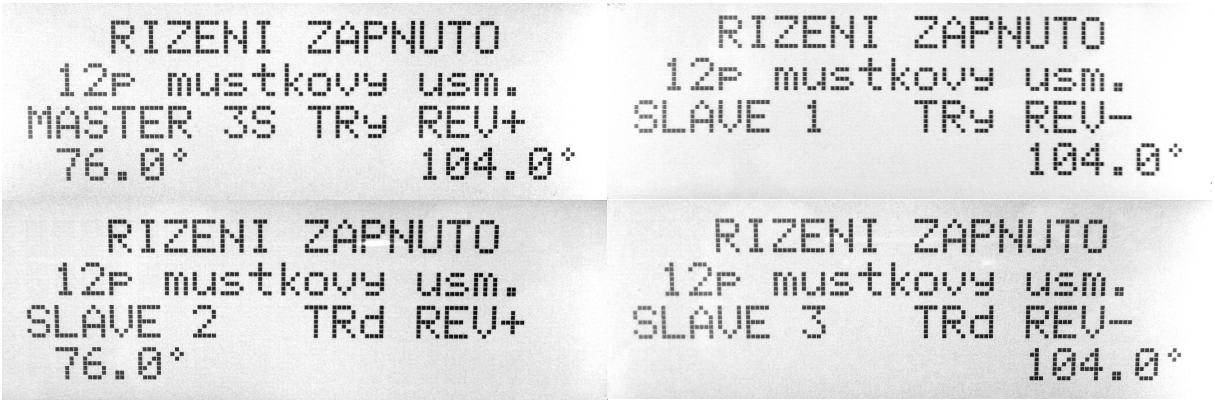
Vypnutí řízení může provést pouze M stisknutím START/STOP. Ovládání u S je blokované.

Na Obr. 5, jsou obrazovky všech generátorů při řízení reverzačního dvanáctipulzního usměrňovače. První dvě řádky jsou shodné s řízením jedním generátorem.

Na 3. řádku jsou následující informace:

- MASTER / SLAVE
- M: Počet připojených jednotek S – 1S / 3S
- S: Číslo jednotky S (1 až 3)
- Zapojení vinutí transformátoru - TRy / TRd (hvězda / trojúhelník)
- Polarita měniče v reverzačním zapojení – REV+ / REV-, pokud se řídí nereverzační měnič, není tato informace zobrazena

Na obrazovce M jsou při řízení zobrazeny řídicí úhly měničů obou polarit – napravo kladná a nalevo záporná. Na obrazovce S je zobrazen pouze řídicí úhel odpovídající polaritě měniče, který S řídí.



Obr. 5 Obrazovky MASTER a SLAVE při řízení se sériovou komunikací

4. Ovládání generátoru

4.1 Synchronizace osciloskopu

Na předním panelu generátoru se nachází BNC konektor, který slouží k synchronizaci osciloskopu. Synchronizační pulz se vyšle vždy na začátku každé periody. Nepřetržitá synchronizace funguje při vypnutém řízení i po jeho zapnutí. Stisknutím F2 se synchronizace zastaví a synchronizační pulz se vygeneruje při jakékoliv změně řídicího úhlu. Tato funkce umožňuje zachycení průběhů na osciloskopu při skokové změně řídicího úhlu. Pro správnou funkci musí mít osciloskop nastavený manuální trigger.

Po stisknutí F1 se synchronizace vrátí do původního stavu. Při zapnuté funkci F1 jsou šipky blokovány.

4.2 Řídicí úhel

Otáčením hřídele enkodéru dochází ke změně řídicího úhlu. Stisknutím tlačítka enkodéru se mění citlivost změny řídicího úhlu – po stupních nebo desetinách stupně. Změna je možná pouze v nastavených mezích řídicího úhlu.

4.3 MASTER a SLAVE

V případě sériové komunikace mají jednotky S blokované veškeré ovládání. Ovládání všech jednotek najednou se provádí u M. Všechny jednotky mají aktivní trvalou synchronizaci osciloskopu (funkce F1). Avšak, funkci F2 je možné nastavit pouze u M.

V případě reverzačních měničů se na začátku řízení snižuje řídicí úhel měniče v kladné nebo záporné polaritě až do splnění podmínky součtu úhlů. Výchozí je nastavování úhlu u M. Přepínání mezi změnou řídicího úhlu u M nebo S se provádí klávesou ENTER. Po splnění podmínky řízení reverzačního měniče ENTER přestane reagovat a změnu řídicího úhlu všech jednotek přebere M.

5. Chybový stav generátoru

Během chodu generátoru se mohou vyskytnout různé chyby, které by mohly ohrozit bezpečný chod měniče. Důvody mohou být různé: chyba v software, náhodné chyby – Watchdog Timer, chyby v sériové komunikaci apod. Při takovém stavu přejde program do chybového režimu, při kterém se vypne většina částí generátoru: generování řídicích impulzů, synchronizace, sériová komunikace, podsvícení LCD a další.

V případě propojení více jednotek může dojít k chybě buď pouze u M (např. při detekci adres na sběrnici) nebo u všech jednotek (např. při přerušení komunikace).

Jediné možné řešení chybového stavu je restart generátoru. Jednotlivé chyby lze rozlišit podle čísla, které se objeví na displeji. Seznam možných chyb je přiložen na konci návodu.

Chybová hlášení

Číslo chyby	Význam chyby	Umístění v programu
1	Výpadek synchronizačního napětí	ADC0FLTRInterrupt()
2	Čtení z EEPROM	I2C_readByte()
3	Zápis do EEPROM	I2C_writeByte()
4	Inicializace LCD	LCD_Init()
5	Zápis do instrukčního registru LCD	lcd_cmd()
6	Zápis do datového registru LCD	lcd_data()
7	Menu – nejvyšší úroveň F1/F2/START	disp_menu()
8	Menu – výběr měniče	menu_menic()
9	Menu – výběr nastavení	menu_nastaveni()
10	Menu – změna nastavení	menu_nastaveni()
11	Menu – Volba/Potvrzení nastavení	menu_nastaveni()
12	Výpadek referenčního napětí	ADC_init()
13	WDT timeout	SYSRST
14	UART1 Rx buffer overflow	U1FInterrupt()
15	UART1 Framing error	U1FInterrupt()
16	UART1 Timeout M ↔ S – přerušení spojení	ComSend(), U1RXInterrupt()
17	UART1 Neprázdný Receive Buffer před odesláním nové zprávy	ComSend()
18	UART1 Přijato více než 4 byty	U1RXInterrupt()
19	UART1 Chyba v kontrolním součtu přijaté zprávy	U1RXInterrupt()
20	UART1 Přijat neznámý příkaz	U1RXInterrupt()
21	UART1 Přijata neznámá adresa S při potvrzeni pro M	U1RXInterrupt()
22	UART1 Probíhající přenos při změně směru	U1TXInterrupt()
23	Přijatý nesprávný příkaz od S pro M	com_master.c
24	Nesprávný počet připojených S (0 nebo 2)	AddComM()
25	Nesprávný počet připojených S pro daný měnič (3 místo 1)	startGenComM()
26	Detekována adresa 0	AddComM()
27	M přijal příkaz pro S (zapojen více než 1 M)	U1RXInterrupt()
28	S přijal příkaz pro M	U1RXInterrupt()
29	Přijatý nesprávný příkaz od M pro S	com_slave.c
30	S přijal neříditelný měnič přes komunikaci	startGenComS()
31	S – přijatý úhel je mimo meze dané M	PORTA_CNInterrupt()
32	UART1 – přerušení spojení – detekce u S	disp_startS(), U1RXInterrupt()
98	Nesprávný stav synchronizace	ADC0FLTRInterrupt()
99	Podsvícení LCD – ochrana před dlouhým impulzem – timeout	podsviceniLCD(), T1Interrupt()