

# Regulátor MR4316AC NG

V4



## Popis:

Regulátor MR4316AC NG optimalizuje přizpůsobení odporu topné spirály boileru a fotovoltaických panelů tak, aby energie získaná z panelů byla co největší. Zapojuje se mezi solární panel a topnou spirálu boileru. **Výstupní napětí na výstupu je střídavé, takže regulátor může být používán i s běžným boilerem s topnou spirálou pro střídavé napětí.**

Na výstup lze připojit boiler s příkonem až 4000 W. Vstupní napětí může být od 60 do 430 V a vstupní proud do 16 A. Regulátor při napá-

jení boileru používá novou metodu aktivního vyhledávání optimálního pracovního bodu (MPPS – Maximum Power Point Searching). Tato metoda eliminuje ztráty výkonu oproti metodě MPPT v případě, že fotovoltaické panely nemají stejné vlastnosti, jmenovitý výkon, mění se jejich teplota nebo nejsou rovnoměrně osvětleny. K indikaci napájení a aktuálního výkonu slouží 6 LED diod na předním panelu. Regulátor má druhý DC výstup, na který je automaticky přesměrována energie (bez jakéhokoliv jiného zásahu) z panelů v případě, že je boiler na AC výstupu odpojený. Regulátor může pracovat ve čtyřech režimech činnosti, které jsou popsány v dalším textu. Pomocí tlačítka na desce regulátoru lze do paměti procesoru uložit osm parametrů: maximální výstupní napětí, perioda testování panelu, perioda testování připojení boileru na výstup, režim činnosti, I2C adresa regulátoru, jmenovitý příkon zátěže, objem ohřívání vody a minimální teplota ohřevu. Pozn.: Regulátor využívá pulzně šířkovou modulaci, při které se od topné spirály v boileru může ozývat slabé bzučení, které by mohlo narušovat klid v prostorách, ve kterých je boiler umístěn.

## Optimální napájení regulátoru:

Aby mohl regulátor pracovat v rozumných podmínkách je vhodné zvolit napětí a výkon panelů v určitém rozmezí. Napětí panelů nesmí být ani příliš nízké ani příliš vysoké. Při nízkém napětí nebude možné výkon panelů do zátěže protlačit, příliš vysoké napětí by mohlo regulátor poškodit. Maximální počet panelů v sérii může být jen takový, aby jejich napětí bez zatížení nikdy nepřesáhlo 430 V. Kontrola je snadná. V dokumentaci k panelům naleznete napětí naprázdno (je to nejvyšší hodnota udávaná v dokumentaci), to vynásobíte koeficientem 1,15, tím vypočítáte napětí panelů při teplotě -25 st. C. Výsledné napětí vynásobíte počtem panelů v sérii. Vypočítané napětí musí být **vždy** nižší než 430 V. Pokud není, je nutné snížit počet panelů. Z pohledu regulace by optimální napájecí napětí mělo být v rozmezí 100 až 125 % jmenovitého napětí zátěže (to je obvykle 230 V). Napájecí napětí se vypočítá jako součin počtu panelů v sérii a jejich napětí v pracovním bodě (nižší hodnota napětí v dokumentaci k panelům). Optimální špičkový výkon panelů (opět viz dokumentace k panelům) by měl být v rozmezí 100 až 125 % příkonu zátěže. Dodržením těchto podmínek získáte nejvýhodnější poměr mezi náklady a získanou energií.

## Montáž a připojení:

Regulátor se montuje do rozvaděče širší stranou vodorovně (aby indikační LED diody byly nad sebou) na nehořlavou podložku. V blízkém okolí regulátoru nesmí být umístěny žádné hořlavé předměty.

Pod i nad regulátorem musí být volný prostor nejméně 100 mm, aby byla zajištěna dobré chlazení regulátoru. Vstupní i výstupní vodiče mohou být o průřezu až 2,5 mm<sup>2</sup> a musí být zajištěny proti vytržení ze svorkovnice. Regulátor a indikátor výkonu se propojují plochým kabelem. Při montáži dbejte na to, aby se kabel nedotýkal chladičů. Je-li kabel připojen správně, svítí při zapnutí napájení zelená LED dioda.

Na desce regulátoru je šest svorek:

**Připojení fotovoltaických panelů:** plus a mínus panelů se připojuje na svorky **VSTUP PANEL+** a **VSTUP PANEL-**.

**Připojení boileru:** boiler se připojuje na svorky **VÝSTUP AC1** a **VÝSTUP AC2**.

**Připojení vedlejšího spotřebiče:** připojuje se na svorky **VÝSTUP DC+** a **VÝSTUP DC-**.

**Připojení teplotního čidla:** připojuje se na svorky **+5V**, **TS** a **GND** (plus napájecího napětí, výstup čidla a mínus napájecího čidla). Teplotní čidlo musí používat čip DS18B20. Teplotní čidlo lze objednat jako zvláštní příslušenství).

## Indikace výkonu:

Regulátor má celkem šest indikačních LED. První (zelená) indikuje připojení napájecího napětí. Další pět (bílých) indikuje aktuální výkon, který je vztažen k maximálnímu možnému příkonu připojeného zařízení při nastaveném maximálním napětí. Je-li např. jmenovitý příkon připojeného boileru 1000 W a svítí-li trvale LED diody 20 % a 40 %, je aktuální výkon 400 W. Aby bylo rozlišení výkonu vyšší, indikuje poslední svítící LED blikáním výkon s rozlišením 5 %. Rozsvěcuje-li se LED krátce, indikuje výkon +5 %, bliká-li LED 1:1, indikuje výkon +10 %, zhasíná-li se LED krátce, indikuje výkon +15 %. Indikovaný výkon se aktualizuje jednou za sekundu. **Příklad:** výkon 50 % je indikován trvale svítícími diodami 20 % a 40 % a blikající (1:1) LED diodou 60 %.

**Pozn.:** rozsah indikace výkonu je ovlivňován nastaveným maximálním výstupním napětím. Pokud je pracovní napětí panelů nižší, než je pracovní napětí boileru, je možné nastavit maximální výstupní napětí ne podle pracovního napětí boileru, ale podle pracovního napětí panelů. Rozšíří se tím jemnost indikace výkonu.

**Příklad:** je-li pracovní napětí panelů při maximálním výkonu jen např. 120 V a pracovní (jmenovité) napětí boileru je 230 V, tak by při nastavení výstupního napětí mohl indikátor ukazovat v rozsahu pouze od 0 do 30 % jmenovitého výkonu boileru. Bude-li při stejné konfiguraci panelů a boileru nastaveno maximální výstupní napětí na 120 V, bude indikátor ukazovat v rozsahu 0 až 100 %, ale jmenovitého výkonu panelů.

## Další stavy indikátoru výkonu:

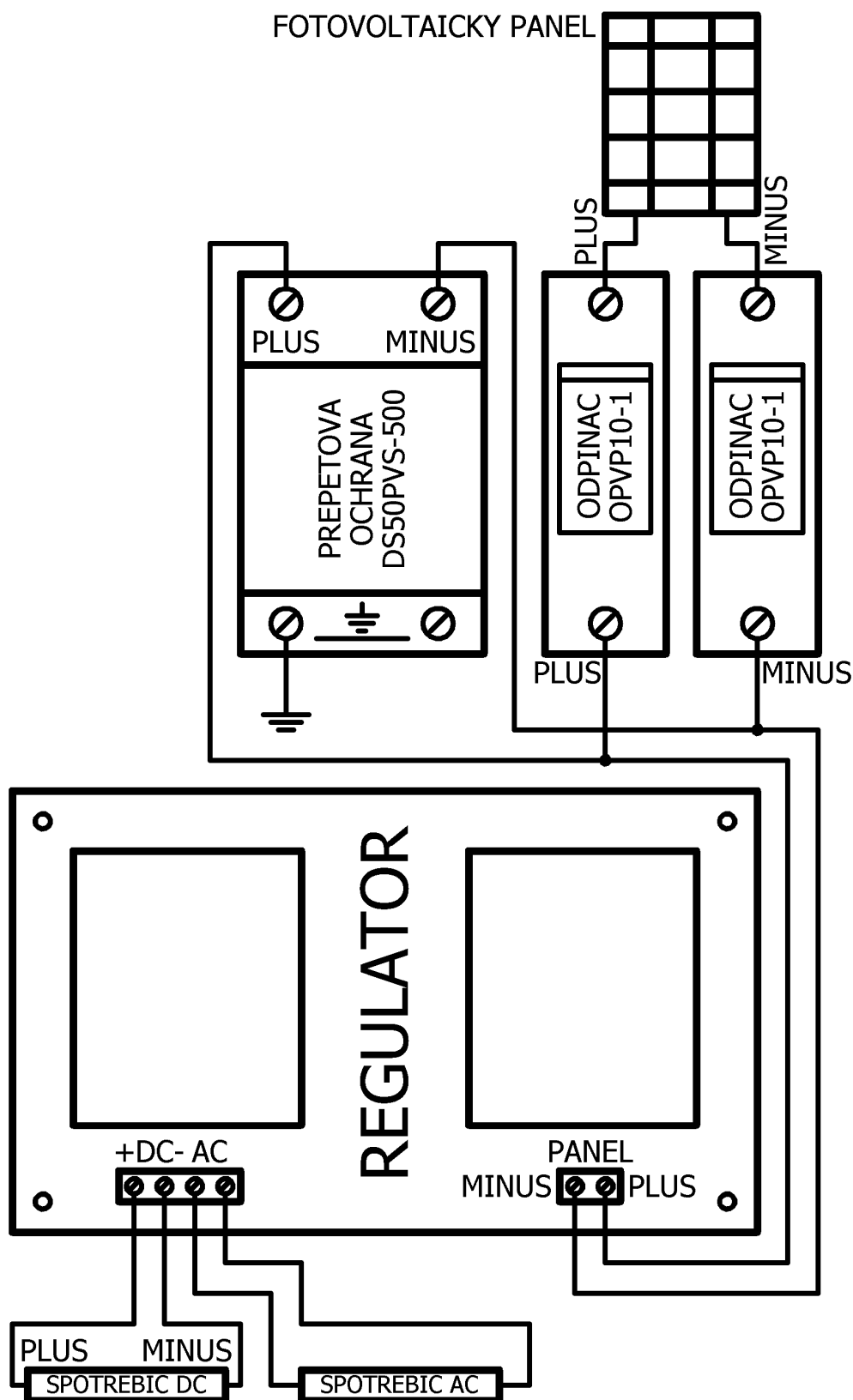
Indikátor výkonu může indikovat i jiné stavy než jen aktuální výkon. Pokud blikají LED diody postupně jedna po druhé, tak je sepnut DC výstup (režim 1 nebo 2), případně v režimu 4 je boiler napájen ze sítě. Pokud blikají všechny LED diody najednou, tak došlo k chybě (poruše) na můstku, který vyrábí střídavé napětí, a můstek byl zablokován. Chyba se při každém testu vynuluje, ale pokud se při testu LED diody opět rozblíkají všechny najednou, tak je porucha trvalá a regulátor musí být odeslán ke kontrole. Všechny LED diody na indikátoru krátce bliknou také po připojení regulátoru na napájecí napětí.

## Ochrany:

Tepelná ochrana hlídá teplotu chladiče. Pokud je překročena maximální teplota, tak regulátor omezuje výstupní výkon. Po poklesu teploty regulátor obnoví normální činnost.

Na desce regulátoru jsou i základní přepětové ochrany, které blokují přepětí na vstupu a chrání spínací tranzistory před napětovými špičkami. V případě nebezpečí úderu blesku do soustavy fotovoltaických panelů musí být vstupní přívody ještě chráněny před přepětím správně dimenzovanou přepětovou ochranou.

## Režimy činnosti a doporučená schémata zapojení:



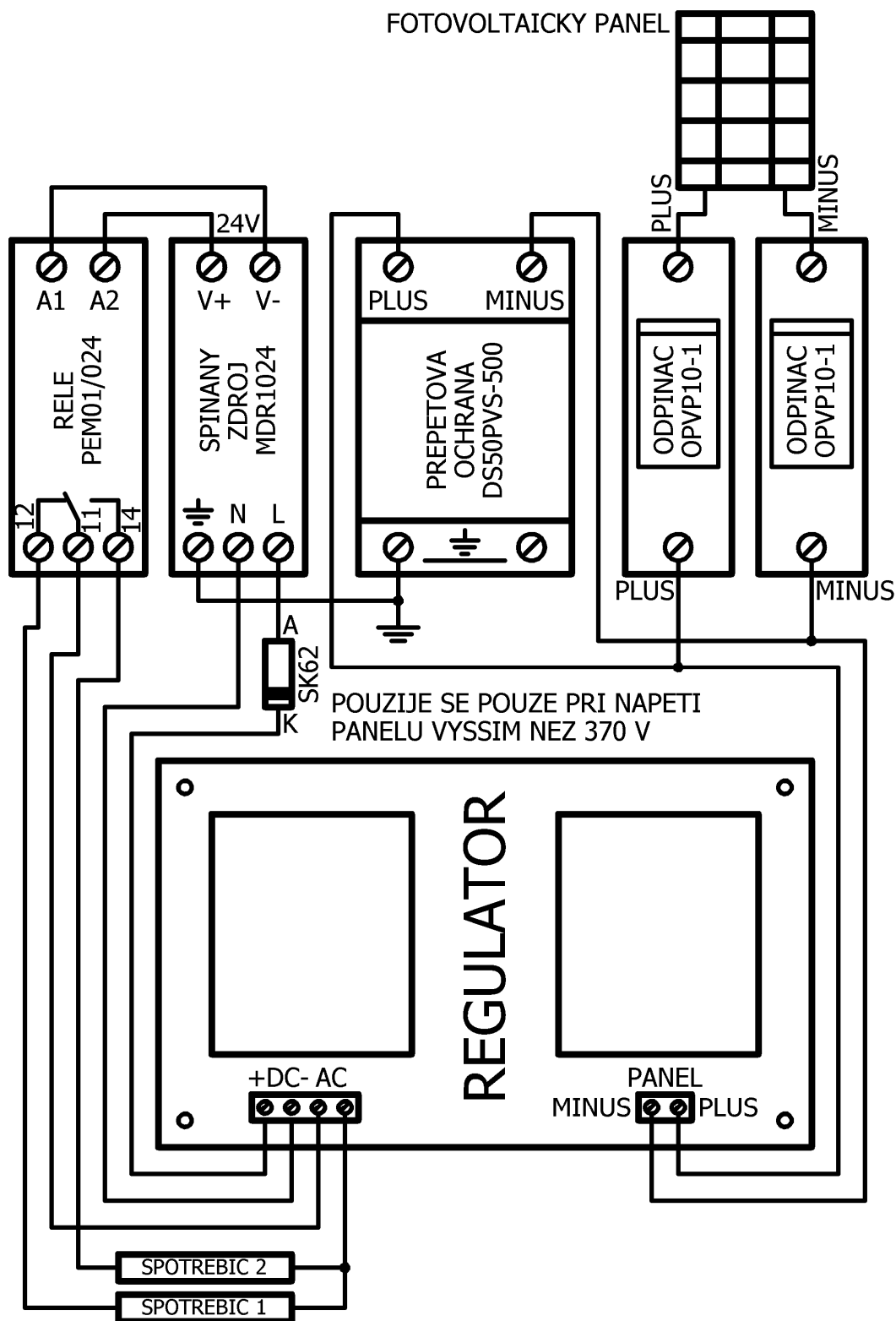
**První režim činnosti – prioritní boiler na AC výstupu, podružný je další spotřebič na DC výstupu:**

V prvním režimu je prioritní napájení boileru na AC výstupu. Jakmile se boiler odpojí, tak regulátor přesměruje energii panelů na DC výstup, kde je možné ji využít k napájení dalšího spotřebiče (další MPPS regulátor, měnič nebo nabíječ). Regulátor po nastavené době zkontroluje, zda se boiler opět nepřipojí. Pokud ano, tak ho začne napájet a spotřebič na DC výstupu odpojí.

**Druhý režim činnosti – prioritní spotřebič na DC výstupu, podružný je boiler na AC výstupu:**

V druhém režimu je prioritní napájení spotřebiče (měnič nebo nabíječ) na DC výstupu. Jakmile se tento spotřebič odpojí, tak regulátor přesměruje napětí panelů na AC výstup, na kterém je připojen boiler. Regulátor po nastavené době zkontroluje, zda se spotřebič na DC výstupu opět nepřipojí. Pokud ano, tak ho začne napájet a boiler na AC výstupu odpojí.

Doporučené schéma zapojení pro 1. a 2. režim činnosti



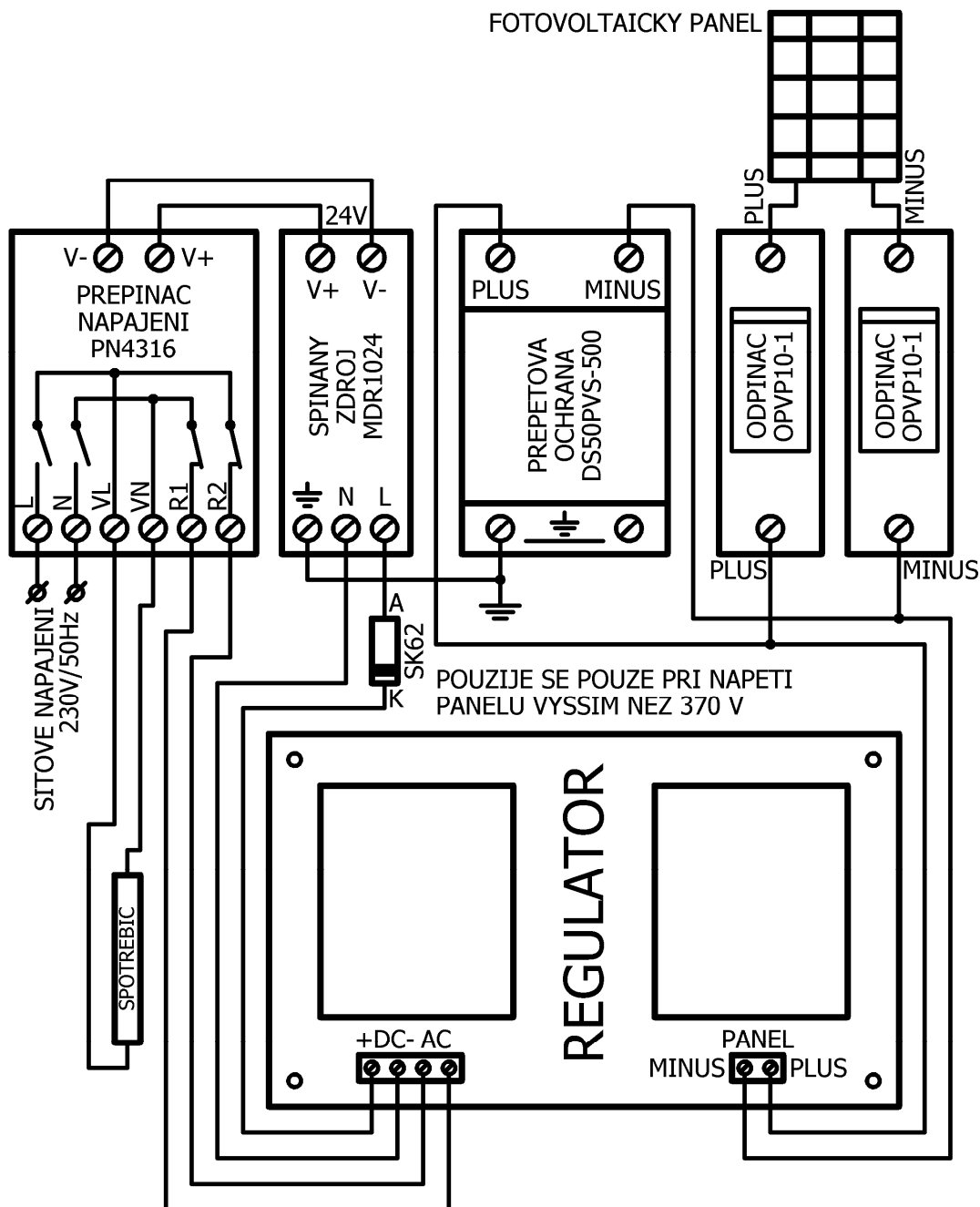
**Třetí režim činnosti – dva boilery na AC výstupu, které si regulátor přepíná externím relé (pomocí DC výstupu):**

Ve třetím režimu mohou být napájeny dva boilery na AC výstupu. Jakmile se první boiler odpojí, tak regulátor sepne DC výstup. Externí relé, které je připojeno na tomto výstupu, odpojí od AC výstupu první boiler a připojí druhý. Regulátor po zvolené době zkontroluje, zda se první boiler opět nepřipojil. Pokud ano, regulátor vypne napětí na DC výstupu, tím odpadne relé a k AC výstupu se opět připojí první boiler.

**Pozn.:** na DC výstup obvykle není možné připojit cívkou relé přímo, protože napětí panelů může kolísat v širokém rozmezí. Proto se na DC výstup připojí spínaný zdroj s širokým rozsahem vstupního napětí, který vyrobí

napětí 24 V, kterým se sepne běžné relé s cívkou na 24 V. Spínané zdroje mají obvykle maximální vstupní napětí 370 V DC, takže pokud bude napětí panelů vyšší než 370 V, je nutné do série se vstupem spínaného zdroje zapojit Zenerovu diodu, která sníží napájecí napětí zdroje o napětí převyšující 370 V.

**Doporučené schéma zapojení pro 3. režim činnosti**



**Čtvrtý režim činnosti – boiler na AC výstupu, který regulátor přepíná externím přepínačem (pomocí DC výstupu) na síťové napětí 230 V, pokud není dost solární energie:**

Ve čtvrtém režimu je napájen jeden boiler. Regulátor při každém testu posoudí, zda energie dodávaná z panelů dostčuje k tomu, aby byla voda v boileru ohřata do zvolené teploty. Uživatel si nastaví jmenovitý příkon a objem boileru a minimální požadovanou teplotu vody. Ze zadáných hodnot regulátor vypočítá množství potřebné energie. Pokud při testu panelů regulátor usoudí, že solární energie je málo, sepne DC

výstup. Externí přepínač PN4316, který je napájen spínaným zdrojem na DC výstupu, odpojí spotřebič od AC výstupu regulátoru a po krátké bezpečnostní prodlevě ho připojí na síťové napětí 230 V. Při vypínání přepínač postupuje opačně, nejprve odpojí síťové napětí od boileru a po krátké prodlevě k němu připojí AC výstup regulátoru. Regulátor po zvolené době opět provede test a posoudí, zda je nebo není dost energie k ohřevu z panelů a bude napájet boiler energií z panelů nebo ze sítě. Cílem je, aby večer byla voda ohřata na minimální zvolenou teplotu i ve dnech, kdy je solární energie málo. Pokud je z boileru v průběhu dne odebrána teplá voda, regulátor to nemá žádnou možnost to zjistit, takže je na uživateli, aby nastavil objem boileru na takovou hodnotu, která by pokryla i objem vody odebrané v průběhu dne.

**Pozn.:** na DC výstup není možné připojit externí přepínač PN4316 přímo, protože napětí panelů může kolísat v širokém rozmezí. Proto se na DC výstup připojí spínaný zdroj s širokým rozsahem vstupního napětí, který vyrobí napětí 24 V, kterým se napájí externí přepínač. Spínané zdroje mají obvykle maximální vstupní napětí 370 V DC, takže pokud bude napětí panelů vyšší než 370 V, je nutné do série se vstupem spínaného zdroje zapojit Zenerovu diodu, která sníží napájecí napětí zdroje o napětí převyšující 370 V.

**Doporučené schéma zapojení pro 4. režim činnosti**

## Nastavování:

K nastavování některých parametrů regulace je na desce uprostřed mezi chladiči tlačítko a LED dioda. Tlačítkem se volí a potvrzuje nastavovaný parametr a nastavuje a ukládá jeho velikost do paměti. LED dioda potvrzuje kroky nastavování.

Nastavování probíhá tak, že nejdříve stisknete tlačítko krátce (< 2 s) tolikrát, podle toho, jaký parametr chcete nastavovat (0x až 10x, viz Nastavované parametry). Každé stisknutí LED dioda potvrdí krátkým bliknutím. Pak dlouhým (> 2 s) stisknutím číslo zvoleného parametru potvrdíte. LED dioda potvrdí volbu parametru dlouhým bliknutím.

Pak stisknete tlačítko krátce tolikrát, jak velká má být hodnota nastavovaného parametru (viz Nastavované parametry). Každé stisknutí potvrdí LED dioda krátkým bliknutím. Pak dlouhým (> 2 s) stisknutím uložíte nově nastavenou hodnotu parametru do paměti. LED dioda potvrdí uložení hodnoty do paměti pěti krátkými bliknutími. Pak se nastavování vrátí do výchozí polohy a lze nastavovat další parametr.

Tovární nastavení regulátoru je: maximální výstupní napětí 230 V, perioda testování panelu 5 minut a perioda testování termostatu 5 minut, režim první – prioritní boiler na AC výstupu, příkon boileru 2000 W, objem boileru 150 litrů, minimální teplota vody 40 °C, minimální napětí panelů 60 V.

## Nastavované parametry:

- A) nastavování režimu činnosti: prioritní boiler, prioritní měnič, přepínání dvou boilerů, napájení ze sítě  
**0x krátce, 1x dlouze, potom 0x krátce, je-li prioritní boiler na AC výstupu nebo 1x krátce, je-li prioritní měnič na DC výstupu, 2x krátce, jsou-li na AC výstupu dva boilery přepínané externím relé pomocí napětí na DC výstupu nebo 3x krátce, je-li na AC výstupu boiler, který může být napájen energií z panelů nebo ze sítě přepínané externím přepínačem pomocí napětí na DC výstupu a 1x dlouze**
- B) nastavování periody testu panelu: 15 s a 1 až 8 minut, krok 1 minuta  
**1x krátce, 1x dlouze, potom 0 až 8x krátce (doba od 15 s do 8 minut) a 1x dlouze**
- C) nastavování periody testu termostatu: 15 s a 1 až 8 minut, krok 1 minuta  
**2x krátce, 1x dlouze, potom 0 až 8x krátce (doba od 15 s do 8 minut) a 1x dlouze**
- D) nastavování maximálního výstupního napětí: 0 až 250 V, krok 10 V  
**3x krátce, 1x dlouze, potom 0 až 25x krátce (napětí od 0 do 250 V) a 1x dlouze**
- E) nastavování příkonu boileru: 500 W až 4000 W, krok 50 W (pouze pro režim 4)  
**4x krátce, 1x dlouze, potom 0 až 70x krátce (příkon od 500 W do 4000 W) a 1x dlouze**
- F) nastavování objemu boileru: 0 až 2500 litrů, krok 10 litrů (pouze pro režim 4)  
**5x krátce, 1x dlouze, potom 0 až 250x krátce (objem od 0 do 2500 litrů) a 1x dlouze**
- G) nastavování minimální teploty vody boileru: 20 až 90 °C, krok 1 °C (pouze pro režim 4)  
**6x krátce, 1x dlouze, potom 0 až 70x krátce (teplota od 20 do 90 °C) a 1x dlouze**
- H) nastavování I2C adresy: 0x10 až 0x1F, krok 0x01 (komunikace regulátoru po I2C není dosud softwarově implementována)  
**7x krátce, 1x dlouze, potom 0 až 15x krátce (adresa 0x10 až 0x1F) a 1x dlouze**
- I) nastavování minimálního dovoleného napětí panelů: 60 až 250 V, krok 10 V  
**8x krátce, 1x dlouze, potom 0 až 19x krátce (napětí 60 až 250 V) a 1x dlouze**
- J) přepnutí do testovacího režimu pro kontrolu činnosti můstku  
**10x krátce, 1x dlouze.** Pak se na AC výstupu objeví trvale střídavé napětí se střídou 2 %. Krátkými stisky tlačítka lze zvyšovat střidu výstupního napětí s krokem 2 %. DC výstup bude periodicky zapínán a vypínán. Pokud bude napájecí napětí vyšší než 60 V, tak budou ve stejném rytmu i rozsvěcovány všechny bílé LED diody na indikátoru výkonu najednou. Pokud bude napájecí napětí nižší než 60 V, budou také blikat všechny bílé LED diody, ale rychleji. Testovací režim se zruší dlouhým stiskem tlačítka.
- K) přepnutí do testovacího režimu pro kontrolu teplotního čidla při zvolené střídě výstupního napětí  
**11x krátce, 1x dlouze.** Pak se na AC výstupu objeví trvale střídavé napětí se střídou 2 %. Krátkými stisky tlačítka lze zvyšovat střidu výstupního napětí s krokem 2 %. Indikátor výkonu bude indikovat teplotu měřenou připojeným teplotním čidlem od 0 do 100 °C (indikace je stejná jako indikace výkonu od 0 do 100 %). Testovací režim se zruší dlouhým stiskem tlačítka.

## Další funkce LED diody na desce:

LED dioda na desce regulátoru slouží k indikaci verze firmware, nahrané v paměti mikroprocesoru. Po připojení regulátoru na napájení LED blikne tolikrát, jaké je číslo verze firmware. To umožní jednoduše zjistit verzi firmware, což je potřebné pro zodpovězení případných otázek, týkajících se regulátoru, nebo hlášení jeho nestandardního chování.

## Základní technické údaje:

|                                   |                                                                                                                       |
|-----------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Napájecí napětí:                  | od 60 do 430 V                                                                                                        |
| Vstupní proud:                    | maximálně 16 A                                                                                                        |
| Výstupy:                          | AC (pouze boiler, reguluje přizpůsobení k panelům)<br>DC (měnič, nabíječ ..., pouze přenáší vstupní napětí na výstup) |
| Minimální dovolené napětí panelů: | nastavitelné od 60 do 250 V                                                                                           |
| Maximální výstupní napětí AC:     | nastavitelné od 10 do 250 V (nepřekročitelné maximum)                                                                 |
| Výstupní kmitočet AC:             | 121 Hz                                                                                                                |
| Výstupní napětí DC:               | od 60 do 430 V (stejně jako aktuální vstupní napětí)                                                                  |
| Max. kapacita na DC výstupu:      | 2000 $\mu$ F při 160 V, 1000 $\mu$ F při 300 V, 500 $\mu$ F při 430 V                                                 |
| Perioda testování panelu:         | nastavitelná od 15 s do 34 minut                                                                                      |
| Perioda testování termostatu:     | nastavitelná od 15 s do 34 minut                                                                                      |
| Indikátor výkonu:                 | pět bílých LED, rozsah od 0 do 100 %                                                                                  |
| Stupeň krytí:                     | IP00                                                                                                                  |
| Rozsah pracovních teplot:         | od -20 °C do +35 °C                                                                                                   |
| Okolní vlhkost:                   | od 10 do 90 % RH (bez kondenzace)                                                                                     |
| Rozměry:                          | 190 x 140 x 50 mm                                                                                                     |
| Montáž:                           | do rozvaděče pomocí sloupků M3 ve svislé poloze, pod i nad 100 mm volný prostor                                       |
| Průřez přívodních vodičů:         | od 1,5 do 2,5 mm <sup>2</sup>                                                                                         |

## Poznámky, rady, zkušenosti:

Přívody, vedoucí od solárních panelů by měly být ošetřeny proti přepětí přepětiovou ochranou, vznikající při atmosférických poruchách (blesku), jinak při velkém přepětí hrozí poškození polovodičových součástek regulátoru. Také je vhodné na vstup regulátoru připojit odpojovače, kterými lze bezpečně odpojit fotovoltaické panely při údržbě regulátoru. Tyto prvky nejsou pro činnost regulátoru nezbytně nutné, ale zvyšují bezpečnost.

Pozor! Maximální napájecí napětí nesmí nikdy překročit 430 V, tímto napětím je limitován i počet panelů, které lze zapojit do série (počet panelů = 430 V / maximální napětí panelu naprázdno při nejnižší provozní teplotě). Tuto hodnotu zjistíte v dokumentaci k panelům. Minimální napájecí napětí může být 60 V, při nižším napětí se regulátor vypne. Regulátor hlídá, aby se na spirálu boileru dostalo maximálně nastavené napětí, i kdyby solární panely mohly poskytnout vyšší napětí nebo výkon.

Napětí na AC výstupu pro boiler je střídavé obdélníkového tvaru. Na AC výstup je zakázáno připojit jinou než odporovou zátěž (boiler). Na DC výstup smí být připojena zátěž (měnič, nabíječ) se vstupní kapacitou menší než dovolenou, jinak hrozí poškození spínacího tranzistoru. Na DC výstupu je buď napětí panelů nebo nic. Tento výstup napětí panelů nijak nereguluje. Regulátor nesmí být napájen z jiného zdroje než ze solárních panelů.

Pokud je napětí panelů pod nastavenou minimální hodnotou, je regulace na AC výstupu ukončena nebo omezena a DC výstup vypnut, aby napětí panelů nekleslo pod tuto minimální hladinu.

Test teplotního čidla má za úkol zjistit, zda není komunikace teplotního čidla s regulátorem rušeno regulací napětí. Pokud by měřená teplota kolísala, bylo by nutné přívod k teplotnímu čidlu udělat krouceným nebo stíněným kablíkem.

Regulátor nezakrývejte, aby se mohl dostatečně chladit. Pravidelně odstraňujte prach, který se dostane dovnitř regulátoru (nejprve odpojte solární panely).

Nastavování regulátoru provádějte při napájení malým napětím (např. 60 V), nebo použijte dodatečnou izolaci při dotyku tlačítka, protože není izolováno od napětí solárních panelů.

Nastavování příkonu boileru, objemu boileru a minimální teploty vody je nutné pouze pro provoz v režimu 4, v ostatních režimech nemají tyto parametry žádný vliv.

## Záruční list:

- 1) Výrobce ručí za to, že regulátor bude po celou dobu záruky (24 měsíců) plnit bezchybně svoji funkci.
- 2) Vyskytne-li se v záruční době vada, která nebyla způsobena uživatelem, bude výrobek bezplatně opraven.
- 3) Záruční opravu uplatní uživatel přímo u výrobce: **BEL s.r.o.**, Eliášova 38, 160 00 Praha 6, **tel.:** 222950345, **e-mail:** info@bel-shop.eu, **WWW:** <http://www.bel-shop.eu>
- 4) Záruční doba se prodlužuje o dobu, po kterou byl výrobek v záruční opravě.
- 5) Při reklamaci musí být přiložen záruční list, opatřený razítkem prodejny a datem prodeje a musí být uvedeny podrobnosti, jak se závada projevuje, za jakých podmínek vznikla, což je potřebné k nalezení závady nebo její příčiny a zároveň to poslouží k dalšímu vylepšení regulátoru.
- 6) Pozáruční opravy jsou také prováděny u výrobce.

.....  
datum prodeje

.....  
razítko, podpis