

Regulátory nabíjania BlueSolar

MPPT150/45-Tr

MPPT150/60-Tr

MPPT150/70-Tr

MPPT 150/85-Tr

MPPT 150/100-Tr

MPPT150/45-MC4

MPPT150/60-MC4

MPPT150/70-MC4

MPPT 150/85-MC4

MPPT150/100-MC4

1. Všeobecný popis

1.1 Ultrarýchle sledovanie bodu maximálneho výkonu (MPPT)

Najmä v prípade zamračeného neba, keď sa intenzita svetla neustále mení, ultrarýchly regulátor MPPT zvýši výťažnosť energie až o 30 % v porovnaní s regulátormi nabíjania PWM a až o 10 % v porovnaní s pomalšími regulátormi MPPT.

1.2 Pokročilá detekcia bodu maximálneho výkonu v prípade čiastočného zatienenia

Ak dôjde k čiastočnému zatieneniu, na krivke výkonu a napätia sa môžu nachádzať dva alebo viac bodov maximálneho výkonu. Bežné regulátory MPPT majú tendenciu zameriavať sa na lokálny bod MPP, ktorý nemusí byť optimálnym bodom MPP. Inovatívny algoritmus BlueSolar vždy maximalizuje zisk energie tým, že sa zameriava na optimálny MPP.

1.3 Vynikajúca účinnosť konverzie

Bez chladiaceho ventilátora. Maximálna účinnosť presahuje 98 %. Plný výstupný prúd až do 40 °C (104 °F).

1.4 Flexibilný algoritmus nabíjania

Osem vopred naprogramovaných algoritmov, voliteľných otočným prepínačom.

1.5 Rozsiahla elektronická ochrana

Ochrana proti prehriatiu a zníženie výkonu pri vysokej teplote. Ochrana proti skratu a proti prepólovaniu FV. Ochrana proti spätnému prúdu FV.

1.6 Vnútrotný teplotný senzor

Kompenzuje napätia absorpčného a udržiavacieho nabíjania v závislosti od teploty.

1.7 Automatické rozpoznanie napätia batérie

Regulátory sa automaticky prispôbia systému s napätím 12 V, 24 V alebo 48 V. Na nastavenie regulátora na 36 V je potrebný počítač alebo ovládací panel ColorControl.



1.8 Adaptívne trojstupňové nabíjanie

Regulátor nabíjania BlueSolar MPPT je nakonfigurovaný na trojstupňový proces nabíjania: Bulk – Absorption – Float.

Je možné naprogramovať aj pravidelné vyrovnávacie nabíjanie: pozri časť 3.8 tejto príručky.

1.8.1. Fáza Bulk

Počas tejto fázy regulátor dodáva čo najväčší nabíjací prúd, aby sa batérie rýchlo nabili.

1.8.2. Fáza absorpcie

Keď napätie batérie dosiahne nastavenú hodnotu absorpčného napätia, regulátor prejde do režimu konštantného napätia.

Ak dochádza len k plytkej vybitke, doba absorpcie sa udržiava krátka, aby sa zabránilo prebitiu batérie. Po hlboknej vybitke sa doba absorpcie automaticky predĺži, aby sa zabezpečilo úplné dobitie batérie. Okrem toho sa fáza absorpcie ukončí aj vtedy, keď nabíjací prúd klesne pod 2 A.

1.8.3. Fáza udržiavania

Počas tejto fázy sa na batériu aplikuje udržovacie napätie, aby sa udržala v stave plného nabitia.

1.9 Pripojenie

Pozrite si časť 3.8 tohto návodu.

1.10 Diaľkové zapnutie/vypnutie

Je potrebný neinvertujúci kábel na diaľkové zapnutie/vypnutie VE.Direct (ASS030550300). Vstupný signál HIGH ($V_i > 8\text{ V}$) zapne regulátor a vstupný signál LOW ($V < 2\text{ V}$ alebo voľný plávajúci) ho vypne.

Príklad použitia: ovládanie zapnutia/vypnutia prostredníctvom VE.Bus BMS pri nabíjaní lítium-iónových batérií.

1.11 Zobrazenie údajov v reálnom čase na smartfónoch, tabletoch a iných zariadeniach so systémom Apple a Android

Je potrebný adaptér VE.Direct na Bluetooth Low Energy (BLE): pozrite si našu webovú stránku.



2. Bezpečnostné pokyny



WARNING

Nebezpečenstvo výbuchu v dôsledku

**iskrenia Nebezpečenstvo úrazu elektrickým
prúdom**

- Pred inštaláciou a uvedením výrobku do prevádzky si prosím pozorne prečítajte tento návod.
 - Tento výrobok bol navrhnutý a testovaný v súlade s medzinárodnými normami. Zariadenie sa smie používať iba na určený účel.
 - Produkt inštalujte v prostredí odolnom voči teplu. Preto sa uistite, že sa v bezprostrednej blízkosti zariadenia nenachádzajú žiadne chemikálie, plastové diely, závesy ani iné textílie atď.
 - Uistite sa, že zariadenie sa používa za správnych prevádzkových podmienok. Nikdy ho neprevádzkujte vo vlhkom prostredí.
 - Nikdy nepoužívajte výrobok na miestach, kde by mohlo dôjsť k výbuchu plynu alebo prachu.
 - Uistite sa, že okolo výrobku je vždy dostatok voľného priestoru na vetranie.
 - Prečítajte si špecifikácie poskytnuté výrobcom batérie, aby ste sa uistili, že je batéria vhodná na použitie s týmto výrobkom. Vždy dodržiavajte bezpečnostné pokyny výrobcu batérie.
 - Počas inštalácie chráňte solárne moduly pred dopadajúcim svetlom, napr. zakryte ich.
 - Nikdy sa nedotýkajte neizolovaných koncov káblov.
 - Používajte iba izolované náradie.
 - Pripojenia sa musia vždy vykonávať v poradí opísanom v časti 3.5.
 - Inštalatér výrobku musí zabezpečiť odľahčenie káblov, aby sa zabránilo prenosu napätia na pripojenia.
 - Okrem tejto príručky musí prevádzková alebo servisná príručka systému obsahovať aj príručku na údržbu batérií platnú pre typ použitých batérií.
 - Na pripojenie batérie a FV panelov používajte ohybný viacžilový medený kábel.
- Maximálny priemer jednotlivých žíl je 0,4 mm/0,125 mm²
(0,016 palca/AWG 26).



victron energy

Kábel s prierezom 25 mm², napríklad, by mal mať aspoň 196 žíl (trieda 5 alebo vyššia podľa VDE 0295, IEC 60228 a BS 6360). Známy aj ako kábel H07V-K.

Kábel s prierezom AWG 2 by mal mať aspoň spleť 259/26 (259 prameňov s prierezom AWG 26).

V prípade hrubších prameňov bude kontaktná plocha príliš malá a výsledný vysoký kontaktný odpor spôsobí silné prehriatie, čo môže nakoniec viesť k požiaru.



3. Inštalácia

3.1 Všeobecné

- Namontujte zvisle na nehorľavý povrch, pričom napájacie svorky musia smerovať nadol.
- Namontujte blízko batérie, ale nikdy priamo nad ňou (aby sa predišlo poškodeniu v dôsledku uvoľňovania plynov z batérie).
- Uzemnenie: chladíč regulátora by mal byť pripojený k uzemňovaciemu bodu.

Modely Tr: na pripojenie batérie a solárnych panelov použite ohybný viacžilový medený kábel: pozrite si bezpečnostné pokyny.

Modely MC4: na zapojenie reťazcov solárnych panelov do paralelného zapojenia budete potrebovať niekoľko párov rozbočovačov.

3.2 Konfigurácia FV

- Regulátory budú fungovať len vtedy, ak napätie PV prekročí napätie batérie (Vbat).
- Napätie FV musí prekročiť hodnotu Vbat + 5 V, aby sa regulátor spustil. Následne je minimálne napätie FV Vbat + 1 V.
- Maximálne napätie FV v otvorenom obvode: 150 V.

Regulátory je možné použiť s akoukoľvek konfiguráciou FV, ktorá spĺňa tri vyššie uvedené podmienky.

Napríklad:

24 V batéria a monokryštalické alebo polykryštalické panely

- Minimálny počet článkov zapojených do série: 72 (2 panely po 12 V zapojené do série alebo jeden panel s napätím 24 V).

- Odporúčaný počet článkov pre najvyššiu účinnosť regulátora: 144 článkov (4 panely po 12 V alebo 2 panely po 24 V zapojené do série).

- Maximálny počet: 216 článkov (6 x 12 V alebo 3 x 24 V panely zapojené do série). 48 V batéria a monokryštalické alebo polykryštalické panely

- Minimálny počet článkov zapojených do série: 144 (4 panely po 12 V alebo 2 panely po 24 V zapojené do série).

- Maximálne: 216 článkov.

Poznámka: Pri nízkej teplote môže napätie v otvorenom obvode solárneho poľa s 216 článkami prekročiť 150 V, v závislosti od miestnych podmienok a špecifikácií článkov. V takom prípade je potrebné znížiť počet článkov zapojených do série.

3.3 Postup pripájania káblov (pozri obrázok 1)

Najprv: pripojte batériu.

Po druhé: pripojte solárny panel (ak je pripojený s obrátenou polaritou, regulátor sa zahreje, ale nebude nabíjať batériu).

3.4 Viac o automatickom rozpoznávaní napätia batérie

Napätie systému sa ukladá do nevolatilej pamäte.

V prípade 24 V alebo 48 V batérie dochádza k vynulovaniu (na 12 V) len vtedy, keď výstupné napätie klesne pod 2 V a napätie na fotovoltickom vstupe presiahne 7 V. K tomu môže dôjsť, ak bola batéria odpojená skôr, než začalo napätie na fotovoltickom paneli stúpať skoro ráno. Keď sa batéria (24 V alebo 48 V) neskôr počas dňa opäť pripojí, napätie systému sa po 10 sekundách obnoví na 24 V resp. 48 V, ak napätie batérie prekročí 17,5 V resp. 35 V.

Automatické rozpoznávanie napätia je možné vypnúť a pomocou počítača alebo ovládacieho panela Color Control je možné nastaviť pevné systémové napätie 12/24/36 alebo 48 V.

Regulátor je možné resetovať skratovaním výstupu a pripojením napätia presahujúceho 7 V na vstup (napríklad pomocou malého napájacieho zdroja alebo solárneho panelu) na niekoľko sekúnd. Po resete sa regulátor automaticky prispôbi systému 12 V, systému 24 V (pri pripojení 24 V batérie s napätím aspoň 17,5 V) alebo systému 48 V (pri pripojení 48 V batérie s napätím aspoň 35 V). Na nastavenie MPPT na 36 V je potrebný počítač alebo ovládací panel Color Control.



3.5 Konfigurácia regulátora

Plne programovateľný algoritmus nabíjania (pozrite si stránku o softvéri na našej webovej stránke) a osem vopred naprogramovaných algoritmov nabíjania, voliteľných otočným prepínačom:

Poloha	Odporúčaný typ batérie	Absorpcia V	Udržovanie na päťe	Vyrovňavacie napätie @%/I _{nom}	dV/dT mV/°C
0	GelVictronlonglife (OPzV) Gel Exide A600 (OPzV) GelMK	28,2	27,6	31,8 @8 %	-32
1	Gel Victron hlboké vybitie Gel Exide A200 AGM Victron s hlbokým vybitím, stacionárne, rúrkové, doskové (OPzS), Rolls Marine (zalité) RollsSolar (zalité)	28,6	27,6	32,2 @8 %	-32
2	Predvolené nastavenie Gel Victron hlboké vybitie Gel Exide A200 AGM Victron s hlbokým vybitím, stacionárne, rúrkové, doskové (OPzS), Rolls Marine (zalité) Rolls Solar (zalité)	28,8	27,6	32,4 @8 %	-32
3	AGM s špirálovými článkami Stacionárna rúrková doska (OPzS) Rolls AGM	29,4	27,6	33,0 @8 %	-32
4	PzTrubkové doskové ťažné batérie alebo batérie typu OPzS	29,8	27,6	33,4 pri 25 %	-32
5	PzTrubkové doskové ťažné batérie alebo OPzS batérií	30,2	27,6	33,8 pri 25 %	-32
6	PzTrubkové doskové ťažné batérie alebo OPzS batérií	30,6	27,6	34,2 pri 25 %	-32
7	Lítium-železo-fosfátové (LiFePO ₄) batérie	28,4	27,0	n.a.	0

Poznámka: V prípade 12 V systému vydelite všetky hodnoty dvoma a v prípade 48 V systému vynásobte dvoma.

Binárny kód LED pomáha určiť polohu otočného prepínača.
Po zmene polohy otočného prepínača budú LED diódy blikať počas 4 sekúnd nasledovne:

Poloha Poloha	LED Plavák	LED Abs	LED Hromadný	Blikanie frekvencia
0	1	1	1	rýchlo
1	0	0	1	pomalý
2	0	1	0	pomalý
3	0	1	1	pomalý
4	1	0	0	pomalý
5	1	0	1	pomalý
6	1	1	0	pomalý
7	1	1	1	pomalý

Potom sa obnoví normálne svietenie, ako je popísané nižšie.

3.6 LED diódy

LED indikácia:

- trvalé
- ◎ blikajúce
- vyp

nuté Bežná

LED diódy	Hromadné	Absorpcia	Udržovací a
prevádzka			
Hromadné (*1)	●	○	○
Absorpcia	○	●	○
Automatické vyrovňovanie (*2)	○	●	●
Udržovacia	○	○	●

Poznámka (*1): Kontrolka bude krátko blikať každé 3 sekundy, keď je systém zapnutý, ale nie je k dispozícii dostatočné napájanie na začatie nabíjania.

Poznámka (*2): Automatická vyrovňovacia funkcia bola zavedená vo firmvéri verzii v1.16

Poruchové stavy

LED diódy	Hromadné	Absorpcia	Udržovací a fáza
Príliš vysoká teplota nabíjačky	○	○	◎
Nadmerný prúd nabíjačky	◎	○	◎
Nadmerné napätie nabíjačky alebo panela	○	◎	◎
Vnútna chyba (*3)	◎	◎	○

Poznámka (*3): Napr. strata údajov o kalibrácii a/alebo nastaveniach, problém so snímačom prúdu.

3.7 Informácie o nabíjaní batérie

Regulátor nabíjania spúšťa každý deň ráno nový nabíjací cyklus, keď začne svietiť slnko.

Maximálna dĺžka absorpčnej fázy je určená napätím batérie nameraným tesne pred spustením solárneho nabíjača ráno:

Napätie batérie V_b (pri spustení)	Maximálna doba absorpcie
$V_b < 23,8 \text{ V}$	6 h
$23,8 \text{ V} < V_b < 24,4 \text{ V}$	4 h
$24,4 \text{ V} < V_b < 25,2 \text{ V}$	2 h
$V_b > 25,2 \text{ V}$	1 h

(napätia vydelite 2 v prípade 12 V systému a vynásobíte dvoma v prípade 48 V systému)

Ak je absorpčné obdobie prerušené kvôli oblačnosti alebo kvôli spotrebe energie, proces absorpcie sa obnoví, keď sa neskôr v ten deň opäť dosiahne absorpčné napätie, až kým sa absorpčné obdobie nedokončí.

Absorpčné obdobie sa tiež končí, keď výstupný prúd solárneho nabíjača klesne pod 2 A, a to nie kvôli nízkej výstupnej hodnote solárneho panelu, ale preto, že batéria je plne nabitá (odpojenie koncového prúdu).

Tento algoritmus zabráňuje prebitiu batérie v dôsledku denného absorpčného nabíjania, keď systém pracuje bez záťaže alebo s malou záťažou.

3.7.1 Automatická vyrovňavacia nabíjka

Automatická vyrovňavacia nabíjka je štandardne nastavená na „VYPNUTÉ“. Pomocou konfiguračného nástroja mpptpref je možné toto nastavenie konfigurovať na hodnotu v rozmedzí od 1 (každý deň) do 250 (raz za 250 dní). Keď je automatická vyrovňavacia nabíjka aktívna, po absorpčnej fáze nasleduje fáza s konštantným prúdom obmedzeným napätím (pozri tabuľku v časti 3.5). Prúd je obmedzený na 8 % hlavného prúdu pre všetky batérie typu VRLA (gélové alebo AGM) a niektoré batérie s tekutým elektrolytom a na 25 % hlavného prúdu pre všetky batérie s rúrkovými elektródami a typy batérií definované používateľom. Hlavný prúd je menovitý prúd nabíjačky, pokiaľ nebolo zvolené nižšie nastavenie maximálneho prúdu.

V prípade všetkých batérií typu VRLA a niektorých batérií s tekutým elektrolytom (algoritmus č. 0, 1, 2 alebo 3) sa automatická vyrovňavacia fáza ukončí po dosiahnutí napäťového limitu maxV alebo po uplynutí času

$t = (\text{absorpčný čas})/8$, podľa toho, čo nastane skôr.

Pre všetky batérie s rúrkovými elektródami a typ batérie definovaný používateľom sa automatická vyrovňavacia fáza ukončí po uplynutí času $t = (\text{absorpčný čas})/2$.

Ak sa automatická vyrovňavacia fáza nedokončí v priebehu jedného dňa, na nasledujúci deň sa neobnoví; ďalšia vyrovňavacia fáza prebehne podľa denného intervalu.

3.8 Pripojiteľnosť

Niekoľko parametrov je možné prispôsobiť (kabel VE.Direct na USB, ASS030530000, a je potrebný počítač). Pozrite si bielu knihu o dátovej komunikácii na našej webovej stránke.

Potrebný softvér si môžete stiahnuť

z <http://www.victronenergy.nl/support-and-downloads/software/>

Regulátor nabíjania je možné pripojiť k ovládaču MPPT alebo k ovládaciemu panelu Color (BPP000300100R) pomocou kábla VE.Direct – VE.Direct.



MPPTControl



Color Control



4. Riešenie problémov

Problém	Možná príčina	Riešenie
Nabíjačka nefunguje	Obrátené pripojenie PV	Správne pripojte FV
	Obrátené pripojenie batérie	Vyhorela nevymeniteľná poistka. Odovzdajte zariadenie spoločnosti VE na opravu
Batéria nie je úplne batériou	Nesprávne pripojenie batérie	Skontrolujte pripojenie batérie
	Príliš veľké straty v kábloch	Použite káble s väčším prierezom
	Veľké teplotné rozdiel teplôt medzi nabíjačkou a ($T_{\text{ambient_batt}}$) $T_{\text{ambient_batt}}$	Uistite sa, že podmienky okolia sú rovnaké pre nabíjačku aj batériu
	<i>Iba pre 24 V systém:</i> nabíjačka zvolila nesprávne systémové napätie (12 V namiesto 24 V) regulátor	Odpojte fotovoltaický systém a batériu po tom, čo sa uistíte, že napätie batérie je aspoň >19 V, znovu pripojte správne (najprv pripojte batériu)
Batéria sa prebija	Jedno článok batérie je vadný	Vymeňte batériu
	Veľký rozdiel v teplote okolia medzi nabíjačkou a batériou ($T_{\text{ambient_chg}} < T_{\text{ambient_batt}}$)	Uistite sa, že podmienky okolia sú rovnaké pre nabíjačku aj batériu

5. Technické údaje

Solárny regulátor nabíjania BlueSolar	MPPT 150/45	MPPT 150/60	MPPT 150/70
Napätie batérie	12/24/48 V AutoSelect (36 V: manuálne)		
Maximálny prúd batérie	45 A	60 A	70 A
Maximálny výkon FV, 12 V 1a, b)	650 W	860 W	1000 W
Maximálny výkon FV, 24 V, 1a, b)	1300 W	1720 W	2000 W
Maximálny výkon FV, 48 V, 1 A, b)	2600 W	3440 W	4000 W
Maximálne napätie FV v otvorenom obvode	150 V		
Špičková účinnosť	98 %		
Vlastná spotreba	Menej ako 35 mA pri 12 V / 20 mA pri 48 V		
Absorpcné nabíjacie napätie	Predvolené nastavenie: 14,4 V / 28,8 V / 57,6 V (nastaviteľné)		
Nabíjacie napätie „vyrovnávacie“	Predvolené nastavenie: 16,2 V / 32,4 V / 64,8 V (nastaviteľné)		
Nabíjacie napätie „udržiavacie“	Predvolené nastavenie: 13,8 V / 27,6 V / 55,2 V (nastaviteľné)		
Algoritmus nabíjania	viacstupňový adaptívny (osem vopred naprogramovaných algoritmov)		
Teplotná kompenzácia	-16 mV/°C/-32 mV/°C/-64 mV/°C		
Ochrana	Obrátená polarita batérie (poistka, pre používateľa neprístupná) Zkrat na výstupe / Prehriatie		
Prevádzková teplota	-30 až +60 °C (plný menovitý výstup do 40 °C)		
Vlhkosť	95 %, bez kondenzácie		
Maximálna nadmorská výška	2000 m		
Podmienky prostredia	Vnútročné, nekondicionované		
Stupeň znečistenia	PD3		
Port pre prenos dát a diaľkové zapnutie/vypnutie	VE.Direct Pozrite si bielu knihu o dátovej komunikácii na našej webovej stránke		
Paralelný prevádzka	Áno, ale nie synchronizovaná		
SKRÍŇ			
Farba	Modrá (RAL 5012)		
PV svorky 2)	35 mm²/AWG 2 (modely Tr), dvojité konektory MC4 (modely MC4)		
Batériové svorky	35 mm²/AWG2		
Kategória ochrany	IP43 (elektronické komponenty) IP 22 (prípojovacia oblasť)		
Hmotnosť	3 kg		
Rozmery (v x š x h)	Modely Tr: 185 x 250 x 95 mm Modely MC4: 215 x 250 x 95 mm		
NORMY			
Bezpečnosť	EN/IEC 62109		
1a) Ak je pripojený väčší výkon FV, regulátor obmedzí vstupný výkon na maximálny výkon. 1b) Napätie FV musí prekročiť hodnotu Vbat + 5 V, aby sa regulátor spustil. Následne je minimálne napätie FV Vbat + 1 V. 2) Modely MC4: na zapojenie reťazcov solárnych panelov do paralelného zapojenia bude potrebných niekoľko párov rozbočovačov			

Technické údaje,

Solárny regulátor nabíjania BlueSolar	MPPT 150/85	MPPT 150/100
Napätie batérie	12/24/48 V AutoSelect (36 V: manuálne)	
Maximálny prúd batérie	85 A	100 A
Maximálny výkon FV, 12 V, 1a, b)	1200 W	1450 W
Maximálny výkon FV, 24 V, 1a, b)	2400 W	2900 W
Maximálny výkon FV, 48 V 1a, b)	4900 W	5800 W
Maximálne napätie PV v otvorenom obvode	150 V	
Špičková účinnosť	98 %	
Vlastná spotreba	Menej ako 35 mA pri 12 V / 20 mA pri 48 V	
Absorpčné nabíjacie napätie	Predvolené nastavenie: 14,4 V / 28,8 V / 57,6 V (nastaviteľné)	
Nabíjacie napätie „vyrovnávacie“	Predvolené nastavenie: 16,2 V / 32,4 V / 64,8 V (nastaviteľné)	
Nabíjacie napätie „udržiavacie“	Predvolené nastavenie: 13,8 V / 27,6 V / 55,2 V (nastaviteľné)	
Algoritmus nabíjania	viacstupňový adaptívny (osem vopred naprogramovaných algoritmov)	
Teplotná kompenzácia	-16 mV/°C/-32 mV/°C/-64 mV/°C	
Ochrana	Obrátená polarita batérie (poistka, pre používateľa neprístupná) Zkrat na výstupe / Prehriatie	
Prevádzková teplota	-30 až +60 °C (plný menovitý výstup do 40 °C)	
Vlhkosť	95 %, bez kondenzácie	
Maximálna nadmorská výška	2000 m	
Podmienky prostredia	Vnútročné, nekondicionované	
Stupeň znečistenia	PD3	
Port pre prenos dát a diaľkové zapnutie/vypnutie	VE.Direct Pozrite si bielu knihu o dátovej komunikácii na našej webovej stránke	
Paralelný prevádzka	Áno (nesynchronizovaná)	
SKRIŇ		
Farba	Modrá (RAL 5012)	
PV svorky 2)	35 mm²/AWG 2 (modely Tr), alebo tri páry konektorov MC4 (modely MC4)	
Batériové svorky	35 mm²/AWG2	
Kategória ochrany	IP43 (elektronické komponenty) IP 22 (pripojovacia oblasť)	
Hmotnosť	4,5 kg	
Rozmery (v x š x h)	Modely Tr: 216 x 295 x 103 mm Modely MC4: 246 x 295 x 103 mm	
NORMY		
Bezpečnosť	EN/IEC 62109	
1a) Ak je pripojený väčší výkon FV, regulátor obmedzí vstupný výkon na maximálnu hodnotu. 1b) Napätie FV musí prekročiť hodnotu Vbat + 5 V, aby sa regulátor spustil. Následne je minimálne napätie FV Vbat + 1 V. 2) Modely MC4: na zapojenie reťazcov solárnych panelov do paralelného zapojenia bude potrebných niekoľko párov rozbočovačov		