UŽITNÝ VZOR

(19) ČESKÁ REPUBLIKA

ÚŘAD PRŮMYSLOVÉHO VLASTNICTVÍ

(21) Číslo přihlášky: **2011 - 25053**
(22) Přihlášeno: **01.11.2011**
(47) Zapsáno: **19.12.2011**

(11) Číslo dokumentu:
23108
(13) Druh dokumentu: **U1**
(51) Int. Cl.:
H01L 31/042 (2006.01)
H02J 1/14 (2006.01)
H02M 3/02 (2006.01)

(73) Majitel:
SUNNYWATT GROUP a.s., Praha, CZ

(72) Původce:
Kuřík Ondřej, Studenec u Horek, CZ

(74) Zástupce:
Pavel Reichel a kol., Ing. Pavel Reichel, Lopatecká 14, Praha 4, 14700

(54) Název užitného vzoru:
Zařízení pro změnu konfigurace fotovoltaických panelů pro napájení odporové zátěže

CZ 23108 U1

Úřad průmyslového vlastnictví v zápisném řízení nezjišťuje, zda předmět užitného vzoru splňuje podmínky způsobilosti k ochraně podle § 1 zák. č. 478/1992 Sb.

Zařízení pro změnu konfigurace fotovoltaických panelů pro napájení odporové zátěže

Oblast techniky

Předmětem technického řešení je zařízení pro změnu konfigurace fotovoltaických panelů pro napájení odporové zátěže.

Dosavadní stav techniky

Jsou známy různé způsoby zapojení panelů fotovoltaického generátoru ke spotřebiči. Například je možné použít střídač, který stejnosměrné napětí dodávané fotovoltaickým generátorem transformuje na střídavé napětí o parametrech sítě. Vyrobená energie se následně spotřebovává ve spotřebiči obdobně, jako kdyby byl připojen do elektrické sítě. Přitom dochází na střídači ke ztrátám z důvodu přeměny energie ze stejnosměrné na střídavou. Výhodou střídače je, že obsahuje řídicí algoritmus, díky kterému pracuje v oblasti maximálního bodu výkonu v závislosti na osvitových podmínkách. Střídače, které umí řídit maximální bod výkonu, jsou ale velice drahé a výrazně navyšují relativní náklady celého systému. Cílem tohoto technického řešení je zvýšit účinnost systému fotovoltaického generátoru a odporové zátěže a dosažení úspor energie převáděné do této zátěže, při současném zjednodušení a zlevnění systému, to znamená zvýšení výtěžnosti energie z panelového pole. Pro spotřebu elektrické energie v odporové zátěži lze stejně využít střídavý, jako stejnosměrný proud a proto je z podstaty věci zbytečné provádět přeměnu. Proto je pro zapojení panelů k odporové zátěži výhodnější použít přímo stejnosměrný proud. Dochází ke zjednodušení a zlevnění systému.

Podstata technického řešení

Předmětem technického řešení je zařízení pro změnu konfigurace fotovoltaických panelů pro napájení odporové zátěže, se spínači fotovoltaických panelů systému a/nebo jejich skupin do odporové zátěže. Podstata technického řešení spočívá v tom, že zařízení dále obsahuje fotovoltaický článek pro snímání intenzity osvětlení tohoto systému, kde k výstupům fotovoltaického článku je připojen blok pro snímání intenzity osvětlení se zatěžovacím rezistorem a zesilovačem, který je napojen na blok informací o překročení zvolené intenzity osvětlení systému, jehož výstupy jsou prostřednictvím bloku logických obvodů připojeny do bloku spínacích obvodů spínačů fotovoltaických panelů nebo jejich skupin pro jejich přepínání do předem zvolených sériově-paralelních konfigurací a průběžné řízení maximálního bodu výkonu systému v závislosti na měnícím se pracovním bodu voltampérové charakteristiky fotovoltaického systému podle intenzity jeho osvětlení a teploty.

Pro různě se měnící pracovní bod voltampérové charakteristiky fotovoltaického systému je tak možno průběžně řídit maximální bod výkonu pomocí vhodné změny konfigurace, to je vzájemného propojení fotovoltaických panelů. Tím je zajištěno impedanční přizpůsobení zátěže a zvyšuje se efektivita systému.

Zatěžovací rezistor v bloku pro snímání intenzity osvětlení systému má rezistanci v rozsahu od 0,05 do 1 Ω, s takovým zatížením fotovoltaického článku pracuje článek téměř nakrátko (jeho proud nakrátko je lineárně závislý na intenzitě osvětlení).

Blok informací o překročení zvolené intenzity osvětlení systému obsahuje komparátory pro porovnávání přednastaveného napětí z napěťového děliče v tomto bloku s hodnotou výstupního napětí z bloku pro snímání intenzity osvětlení. Výstupy bloku spínacích obvodů spínačů fotovoltaických panelů nebo jejich skupin mohou být připojeny k bloku cívek stykačů.

Spínače fotovoltaických panelů systému a/nebo jejich skupin do odporové zátěže jsou vybrány ze skupiny zahrnující stykače, dvojnásobné stykače se dvěma polohami, elektronická relé s optickým oddělením vstupů a výstupů a polovodičové spínače.

Odporovou zátěží může být stejnosměrná topná spirála elektrického boileru, opatřeného kombinovanou stejnosměrnou a střídavou topnou spirálou a dvěma termostaty.

Objasnění výkresů

Technické řešení bude blíže vysvětleno pomocí výkresů a následujícího popisu příkladů. Na obr. 1 je zobrazena závislost voltampérové charakteristiky fotovoltaického pole na odporové zátěži při rozdílné intenzitě jeho osvětlení. Na obr. 2 je zobrazena závislost ztrát energie fotovoltaických panelů na osvětlení pro různá zapojení panelů. Na obr. 3 je schematicky znázorněno propojení fotovoltaických panelů s přepínáním tří různých konfigurací, které zahrnují tři panely v sérii a dvě série paralelně, nebo dva panely v sérii a tři série paralelně, případně šest panelů paralelně. Na obr. 4 je příklad zapojení řídicího obvodu pro ovládání spínačů, jejichž přepínáním jsou voleny sériovo-paralelní kombinace fotovoltaických panelů, připojovaných přímo do odporové zátěže.

Příklady uskutečnění technického řešení

Na obr. 1 je znázorněna závislost voltampérové charakteristiky fotovoltaického pole na odporové zátěži při rozdílné intenzitě jeho osvětlení. Fotovoltaické pole zde zahrnuje dva panely sériové a tři tyto série paralelně, panely jsou typu 180Wp/mono. Je vidět, že voltampérová charakteristika panelového pole se při různé intenzitě mění a posouvá se. Při vzrůstajících intenzitách osvětlení se zvyšuje jak proud nakrátko, tak i proud v maximálním bodu výkonu a rovněž napětí naprázdno i napětí v bodě maximálního výkonu. Voltampérová křivka odporu zátěže není závislá na intenzitě osvětlení. Pracovní bod výkonu celého systému je určen průsečíkem voltampérových charakteristik panelového pole a voltampérové křivky odporu zátěže. Jak je vidět z grafů na obr. 1, při různých intenzitách osvětlení se nachází průsečík mimo maximální bod výkonu panelového pole.

Výkon přímého spojení fotovoltaických panelů (dále jen FV panelů) a odporové zátěže je dán průsečíkem voltampérové charakteristiky fotovoltaického systému a zátěže. Při použití pouze jedné konfigurace, to je vzájemného propojení FV panelů, dochází vlivem změny intenzity osvětlení a teploty k posouvání výsledné voltampérové křivky FV panelů a při přímém připojení na odporovou zátěž systém pracuje velmi neefektivně. FV panely dodávají výkon mimo maximálního bodu výkonu. Důležité je proto pro různě se měnící pracovní bod voltampérové charakteristiky fotovoltaického systému průběžně řídit maximální bod výkonu pomocí vhodné změny konfigurace (vzájemného propojení) FV panelů. Tímto je zajištěno impedanční přizpůsobení zátěže a zvyšuje se efektivita systému. Vhodná aktuální konfigurace je závislá na použitých FV panelech a pracovních podmínkách FV panelů (intenzita záření a teplota). Při nižších intenzitách záření je vhodné používat vyšší počet FV panelů (případně jejich řetězců) paralelně, při vyšších teplotách je vhodné používat více FV panelů v sérii (viz obr. 2).

Způsob přepínání skupin 8 FV panelů skupinami 7 kontaktů stykačů je znázorněn na obr. 3, je zde možno přepínat tři následující různé konfigurace:

konfigurace 1 - tři panely v sérii, dvě série paralelně;
konfigurace 2 - dva panely v sérii, tři série paralelně; a
konfigurace 3 - šest panelů paralelně.

Pro přepínání konfigurací jsou použity stykače dvojnásobné, s dvěma polohami. Pro konfiguraci 1 (stav na obr. 3) jsou všechny stykače v klidové poloze, to znamená pokud vypadne napájení stykačů, bude vždy konfigurace 1. Pro konfiguraci 2 je nutné sepnout stykače z klidové polohy do sepnuté polohy. Stykače 2 a 5 (Y2, Y5), jsou v sepnutém stavu, stykače 1, 3, 4 (Y1, Y3, Y4) jsou v klidovém stavu. Pro poslední konfiguraci, tedy 6 panelů paralelně, budou v sepnutém stavu stykače 1, 2, 3, 4 (Y1, Y2, Y3, Y4), v klidovém stavu pouze stykač 5 (Y5).

Pro informaci, kdy má dojít k přepnutí, slouží veličina intenzita osvětlení, která má jednotku W/m^2. V jakých hodnotách osvětlení má docházet k přepínání, je znázorněno v grafu na obr. 2.

Veličinu intenzitu osvětlení lze měřit pomocí fotovoltaického článku 1 (obr. 4). K výstupům tohoto článku 1 je připojen zatěžovací rezistor (Rm v bloku 2 pro snímání intenzity osvětlení) o rezistanci řádově velikosti 0,05 až 1 Ω (v závislosti na velikosti zkratového proudu fotovoltaického článku řádově 200 mA až 2 A, i více, podle velikosti jeho plochy). Proud nakrátko fotovoltaického článku je lineárně závislý na intenzitě. Abychom získali informaci o tomto proudu nakrátko, zatíží se článek výše uvedeným rezistorem o rezistanci cca 0,1 Ω, čímž pracuje téměř nakrátko. Úbytek napětí na tomto rezistoru je pomocí operačního zesilovače (OZ1 na obr. 4) zesilován na požadovanou napěťovou úroveň pro alespoň jeden komparátor v bloku 3 informací o překročení dané intenzity osvětlení (v tomto bloku mohou být dva komparátory i více), kde se porovnává přednastavené napětí z napěťového děliče v tomto bloku 3 informací s hodnotou výstupního napětí z bloku 2 pro snímání intenzity osvětlení. Na výstupu bloku 3 informací je logická hodnota (napětí definované velikosti), která poskytuje informace o překročení určité intenzity osvětlení fotovoltaického článku 1. V případě překročení určité intenzity se na výstupu bloku 3 informací objeví logická 1, resp. komparátor překlopí do stavu logické 1. Výstup z bloku 3 informací se dále zpracovává v bloku 4 logických obvodů, jehož výstupy ovládají jednotlivé skupiny cívek stykačů v bloku 6 cívek stykačů prostřednictvím bloku 5 spínacích obvodů cívek stykačů. Namísto stykačů mohou být použita elektronická relé s optickým oddělením, případně polovodičové spínače (tranzistory).

Pro přepínání konfigurací jsou použity stykače dvojnásobné, s dvěma polohami. Pro konfiguraci 1 (stav na obr. 3) jsou všechny stykače v klidové poloze, to znamená pokud vypadne napájení stykačů, bude vždy konfigurace 1. Pro konfiguraci 2 je nutné sepnout stykače z klidové polohy do sepnuté polohy. Stykače 2 a 5 (Y2, Y5), jsou v sepnutém stavu, stykače 1, 3, 4 (Y1, Y3, Y4) jsou v klidovém stavu. Pro poslední konfiguraci, tedy 6 panelů paralelně, budou v sepnutém stavu stykače 1, 2, 3, 4 (Y1, Y2, Y3, Y4), v klidovém stavu pouze stykač 5 (Y5).

Příklady uskutečnění řešení:

počet panelů	typ panelu	zátěž	uspořádání	výkon FV pole
6	180Wp/mono	1 kW/14,4 Ω, 120 V	3x2, 2x3, 1x6	1,08 kWp
10	180Wp/mono	1,5 kW/21,6 Ω,180 V	5x2, 1x10, 2x5	1,8 kWp
12	180Wp/mono	2 kW/28,8 Ω, 240 V	6x2, 2x6, 1x12	2,16 kWp

(uspořádání panelů: první číslo je počet panelů v sérii, druhé číslo je počet sériových větví paralelně propojených, tři druhy uspořádání, jelikož se mění přepínáním relé, mono - monokrystalický křemík).

Zařízení podle tohoto technického řešení má využití především pro elektrické bojlery s kombinovanou stejnosměrnou a střídavou topnou spirálou, kde spirála napájená ze střídavé sítě je nastavena termostatem např. na 25 °C a spirála napájená stejnosměrným proudem, to znamená ze sériově-paralelní kombinace FV panelů pak na maximum 75 °C. Systém šetří energii, kterou by jinak bylo nutno dodat z rozvodné sítě pro ohřev vody na 75 °C.

NÁROKY NA OCHRANU

1. Zařízení pro změnu konfigurace fotovoltaických panelů pro napájení odporové zátěže, se spínači fotovoltaických panelů systému a/nebo jejich skupin (8) do odporové zátěže, **vyznačující se tím**, že obsahuje fotovoltaický článek (1) pro snímání intenzity osvětlení tohoto systému, kde k výstupům fotovoltaického článku (1) je připojen blok (2) pro snímání intenzity osvětlení se zatěžovacím rezistorem a zesilovačem, který je napojen na blok (3) informací o překročení zvolené intenzity osvětlení systému, jehož výstupy jsou prostřednictvím bloku (4) logic-

kých obvodů připojeny do bloku (5) spínacích obvodů spínačů fotovoltaických panelů nebo jejich skupin (8) pro jejich přepínání do předem zvolených sériově-paralelních konfigurací a průběžné řízení maximálního bodu výkonu systému v závislosti na měnícím se pracovním bodu voltampérové charakteristiky fotovoltaického systému podle intenzity jeho osvětlení a teploty.

2. Zařízení podle nároku 1, **vyznačující se tím**, že zatěžovací rezistor v bloku (2) pro snímání intenzity osvětlení systému má rezistanci v rozsahu od 0,05 do 1 Ω.

3. Zařízení podle nároku 1, **vyznačující se tím**, že blok (3) informací o překročení zvolené intenzity osvětlení systému obsahuje komparátory pro porovnávání přednastaveného napětí z napěťového děliče v tomto bloku (3) s hodnotou výstupního napětí z bloku (2) pro snímání intenzity osvětlení.

4. Zařízení podle nároku 1, **vyznačující se tím**, že výstupy bloku (5) spínacích obvodů spínačů fotovoltaických panelů nebo jejich skupin (8) jsou připojeny k bloku (6) cívek stykačů.

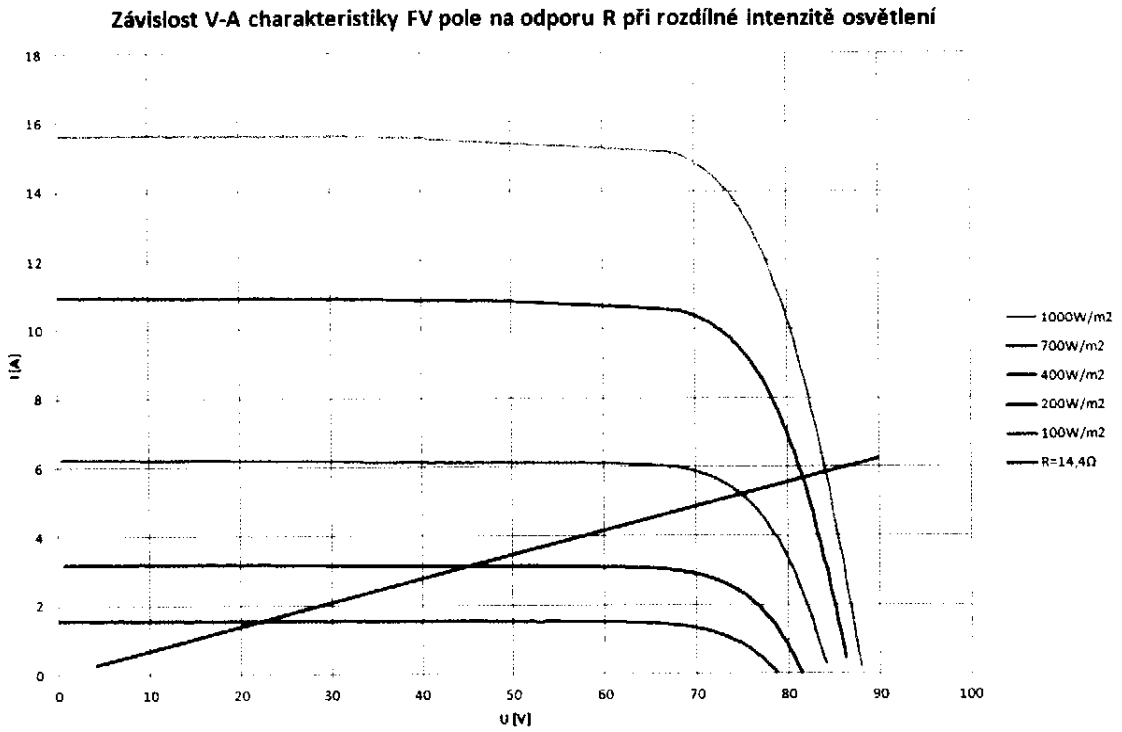
5. Zařízení podle nároku 1, **vyznačující se tím**, že spínače fotovoltaických panelů systému a/nebo jejich skupin (8) do odporové zátěže jsou vybrány ze skupiny zahrnující stykače, dvojnásobné stykače se dvěma polohami, elektronická relé s optickým oddělením vstupů a výstupů a polovodičové spínače.

6. Zařízení podle nároku 1, **vyznačující se tím**, že odporovou zátěží je stejnosměrná topná spirála elektrického boileru, opatřeného kombinovanou stejnosměrnou a střídavou topnou spirálou a dvěma termostaty.

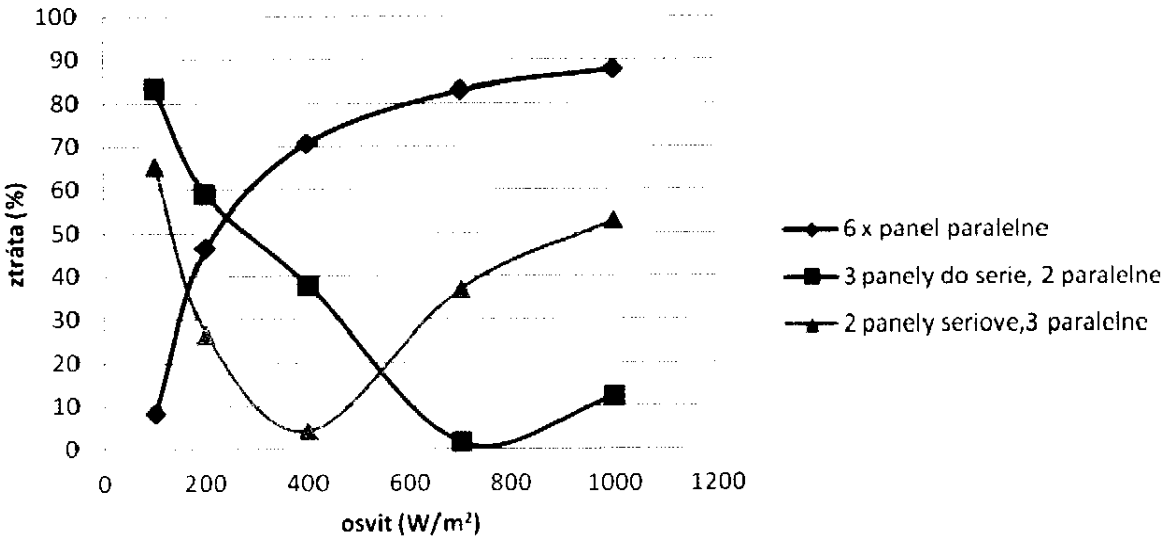
2 výkresy

Seznam vztahových značek:

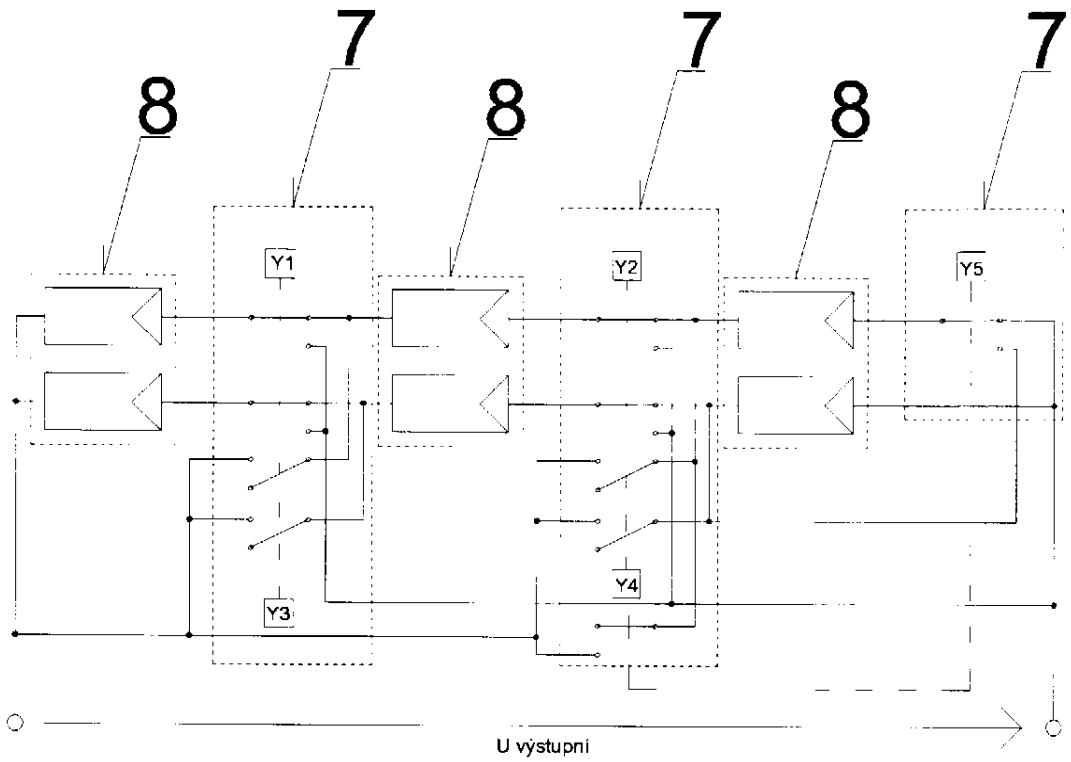
1 - fotovoltaický článek
2 - bloku pro snímání intenzity osvětlení
3 - blok informací o překročení intenzity osvětlení
4 - blok logických obvodů
5 - spínací obvody cívek stykačů
6 - blok cívek stykačů
7 - skupiny kontaktů stykačů
8 - skupiny fotovoltaických panelů.


Závislost V-A charakteristiky FV pole na odporu R při rozdílné intenzitě osvětlení
I[A]
U[V]
1000W/m2
700W/m2
400W/m2
200W/m2
100W/m2
R=14,4Ω

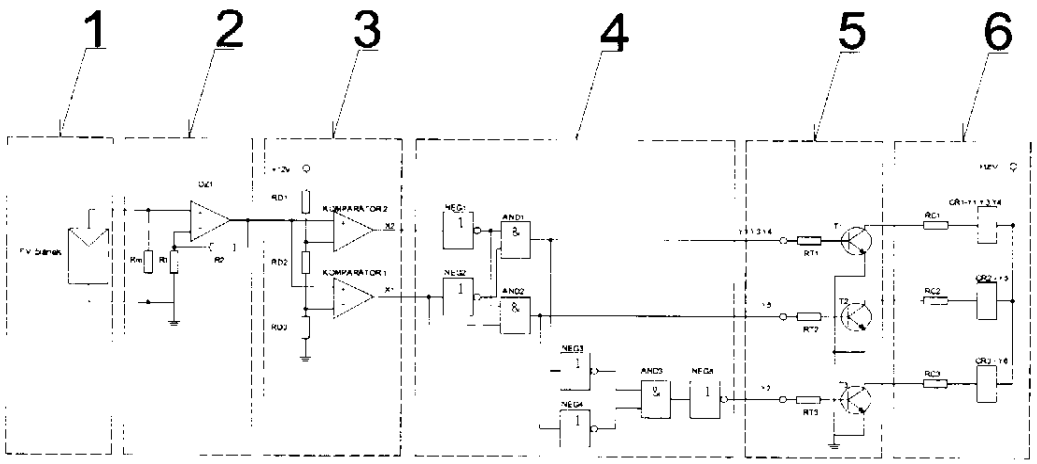
OBR.1


ztráta (%)
osvit (W/m²)
6 x panel paralelne
3 panely do serie, 2 paralelne
2 panely seriove,3 paralelne

OBR.2



OBR.3



OBR.4

Konec dokumentu