

Stanovení výkonu fotovoltaického článku

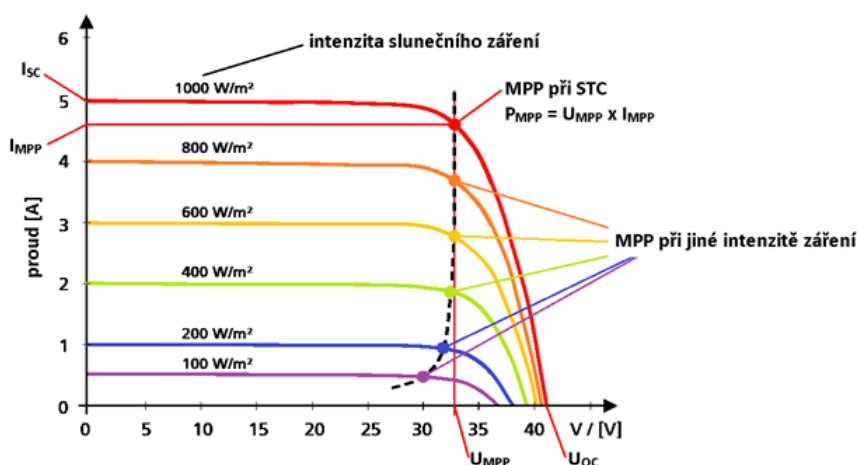
Cíl úlohy

Nalezení optimálního pracovního bodu FV článku při dané intenzitě záření, stanovení teplotní závislosti výkonu FV článku.

Úvod

Největší vliv na výkon fotovoltaického článku má samozřejmě ozáření článku slunečním zářením. Výkon článku je ale také podstatným způsobem ovlivněn teplotou článku (s rostoucí teplotou dochází k poklesu fotovoltaického napětí a tím ke snížení výkonu) a také tím, jaký proud z FV článku odebíráme.

Velikost odebíraného proudu závisí na velikosti odporu elektrického obvodu, ke kterému je FV článek připojen. Čím menší je odpor, tím větší je proud. Současně s růstem proudu však dochází k poklesu napětí na svorkách článku. FV články mají charakteristickou závislost proudu a napětí $I(U)$, které se říká voltampérová charakteristika (obr. 1). Elektrický výkon článku P je dán součinem napětí U na svorkách článku a proudu I vystupujícího z článku. Maximální výkon $P_m = I_m U_m$ článek poskytuje v pracovním bodě zvaném MPP (Maximal Power Production). V krajních bodech voltampérové charakteristiky (odpovídajících maximálnímu proudu I_{SC} respektive maximálnímu napětí U_{OC} na článku) je naopak výkon článku nulový.



Obrázek 1: Příklad voltampérové charakteristiky křemíkového FV článku

Pro měření voltampérové charakteristiky použijeme zapojení podle schématu č. 1. Pracovní bod článku se mění s ozářením, proto ozáření (vzájemnou polohu článku a lampy) během měření pokud možno neměňte.

Postup experimentu

1. Voltampérová charakteristika $I(U)$ FV článku

- Článek umístěte vodorovně pod stolní lampu (za příznivého bezoblačného počasí můžete měřit mimo laboratoř a použít sluneční záření).
- Článek zapojte podle schématu č. 1.
- Proměřte voltampérovou charakteristiku $I(U)$, zatížení článku měňte pomocí potenciometru (R). Proud I měřte ampérmetrem nastaveným na rozsah 20 A, jen na tomto rozsahu má ampérmetr

dostatečně malý vnitřní odpor. Naměřené hodnoty ihned zapisujte do tabulky excel a průběžně vytvářejte grafy $I(U)$ a $P(U)$. Zatížení článku měňte tak, aby graf byl „pěkně hladký“. V místech, kde není doměřte mezilehlé hodnoty. Pozornost věnujte zejména oblasti maxima funkce $P(U)$.

- (d) Poslední bod charakteristiky je tzv. napětí naprázdno U_{OC} (napětí při $I = 0$; toho lze jednoduše docílit rozpojením obvodu, odtud anglický název: *Open Circuit voltage*).
- (e) První bod charakteristiky je tzv. zkratový proud (proud nakrátko, *Short Circuit current*) I_{SC} (ideálně měřený při nulovém odporu obvodu, odpor ampérmetru na rozsahu 20 A považujeme za dostatečně malý) .

2. Teplotní závislost výkonu FV článku.

- (a) Pro měření použijte FV článek umístěný na hliníkové podložce. Na spodní straně článku je umístěno čidlo teploměru, které je vyvedeno vodičem s banánky - banánky zapojte do multimetru nastaveného pro měření teploty.
- (b) Článek zapojte podle schématu č. 2, v tomto zapojení proud měříme nepřímo jako úbytek napětí na malém odporu R_1 .
- (c) Lampu umístěte tak aby žárovka byla ve vzdálenosti asi 10 cm od článku.
- (d) Lampu na krátkou chvíli rozsviňte a nastavte otočný odpor tak aby proud v obvodu byl cca 30 mA. Lampu opět vypněte.
- (e) Připravte se na měření (zpočátku jsou změny údajů poměrně rychlé!)
- (f) Rozsviňte lampu a zaznamenávejte teplotu, napětí a proud dokud se teplota článku neustálí na svém maximu.
- (g) Závislost $P(t)$ vynesete do grafu a vypočtete koeficient poklesu výkonu s teplotou $\alpha = \frac{1}{P} \frac{dP}{dt}$.

Zpracování

1. Voltampérové charakteristiky

- (a) Voltampérové charakteristiky $I(U)$ vynesete do grafů v tabulce Excel (proud v závislosti na napětí).
 - i. Poslední bod závislosti ($I = 0$) je napětí naprázdno U_{OC} .
 - ii. První bod je proud nakrátko I_{SC}
- (b) Do grafů vynesete výkon článku $P(U) = U \cdot I$
- (c) Určete, ve kterém místě voltampérové charakteristiky je při daném ozáření a daném zapojení výkon článku maximální (MPP) a určete hodnotu maximálního výkonu (P_{max}).

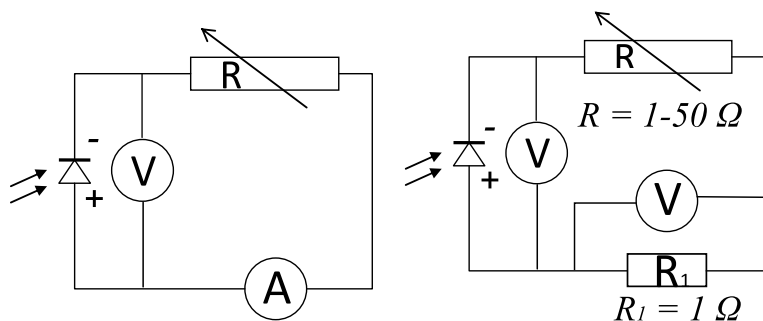
2. Teplotní závislost výkonu FV článku.

- (a) Závislost $P(t)$ vynesete do grafu Excel a vypočtete střední hodnotu koeficientu poklesu výkonu s teplotou $\alpha = \frac{1}{P} \frac{dP}{dt}$ ($\frac{dP}{dt}$ určete jako směrnici trendu nebo pomocí funkce LINREGRESE).

3. Diskutujte výsledky měření.

4. Protokol po vypracování zašlete, prosím, na email: <mailto:vydra@fsv.cvut.cz>.

Schémata zapojení



Pomůcky

Fotovoltaické články (monokrystal Si), potenciometr, voltmetr, vodiče, stolní lampa, případně čidlo globálního záření.

Tento návod byl aktualizován dne: 2. prosince 2021