

# **DOMINANCE ON TEMPERATURE DEPENDENCE LUMINESCENCE OF SOLAR CELLS**

**Michal Koutný**

Master Degree Programme (2), FEEC BUT

E-mail: xkoutn12@stud.feec.vutbr.cz

Supervised by: Jan Dolenský

E-mail: jan.dolensky@phd.feec.vutbr.cz

## **ABSTRACT**

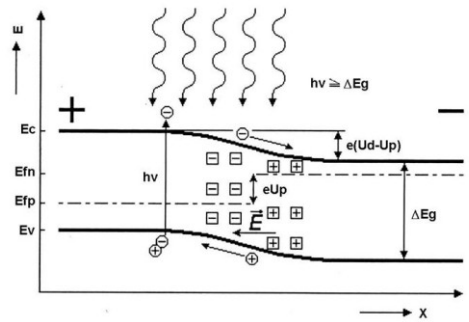
This work deals with influence of temperature dependence of luminescence solar cells. The first part of this work will be innovation measuring workplace for determination defects of solar cells using various temperature. Next part of this study is focused on determination defects of solar cells using non-destructive methods. By using this various temperatures during the testing we can receive more objective results thanks to simulated operation conditions. Peltier cells will be used for changing temperature.

## **1. ÚVOD**

Získávání energie ze slunečního záření je z hlediska životního prostředí tím nejčistším a nejšetrnějším způsobem její výroby. Zatímco v mnoha aplikacích na odlehlých místech bez připojení k elektrorozvodné síti je fotovoltaika technicky i ekonomicky výhodnějším řešením ve srovnání se stávajícími klasickými zdroji, při dodávce do sítě je elektrická energie z fotovoltaických systémů stále ještě dražší. Existuje však dostatek důvodů, proč vyvíjet úsilí o další rozvoj fotovoltaiky, abychom byli schopni vyrábět kvalitní solární články musíme zkoumat jejich vlastnosti a jak se daný článek chová při určitých podmínkách.

## **2. ROZBOR**

Solární článek je polovodičový prvek s PN přechodem, v podstatě se jedná o polovodičovou diodu. Na rozhraní přechodu P a N vznikne přechodová vrstva, v níž existuje elektrické pole vysoké intenzity, které uvádí do pohybu volné nosiče náboje vznikající absorpcí světla, vzniklý elektrický proud odvádějí z článku elektrody. Pokud na solární článek dopadá světlo, generují fotony elektricky nabitě částice, páry elektron – díra. Elektrony a díry jsou separovány vnitřním elektrickým polem PN přechodu. Rozdělení náboje má poté za následek napěťový potenciál mezi záporným (předním) a kladným (zadním) kontaktem solárního článku. Poté spotřebičem, který je připojen mezi kontakty prochází stejnosměrný elektrický proud, ten je přímo úměrný ploše solárních článků a intenzitě záření dopadajícího na článek.



**Obrázek 1:** Model energetických hladin PV článku a fotovoltaické přeměny energie

Dnes jsou nejpoužívanější a nejrozšířenější solární články vyrobené z krystalického křemíku ve formě monokrystalu, jejich účinnost je mezi 14 – 17%, nebo také z polykrystalu, jejichž účinnost je 12 – 16%. V roce 2006 Národní laboratoř pro obnovitelnou energii (USA) představila články s účinností 40%.

Výkon článků závisí na okamžitém slunečním záření a jejich výkon se udává jako špičkový. Jestliže na Zemi dopadá záření s intenzitou  $1000\text{W/m}^2$  má článek s účinností 17% na ploše  $1\text{m}^2$  špičkový výkon  $170\text{Wp}$

### 3. EXPERIMENTÁLNÍ ČÁST

Na vzorku solárního článku bude sledována teplotní závislost luminiscence a projevy defektů.

Defekty solárních článků vznikají při samotné výrobě, ale také při následném technologickém procesu. Dělíme je na:

- Materiálové defekty (Grow Defects) – mezi které patří tzv. vírové defekty (Swirl Defects) a pnutí v křemíku (Solar Stress)
- Procesní defekty (Processing Induced Defects) – mezi tyto defekty patří např. mechanické poškození, nehomogenita difúzní vrstvy a podobné.

K měření budou použity nedestruktivní metody. Metoda elektroluminiscence, která je založena na skutečnosti, že solární články po připojení ke zdroji proudu v propustném směru, emitují záření v infračerveném spektru. Dále bude využita metoda fotoluminiscence, kde luminiscenčním zdrojem energie je světelné kvantum, jež svojí energií excituje elektrony z valenčního do vodivostního pásu. Mezipásmovou rekombinací, kdy elektron přechází zpět do valenčního pásu, dochází k světelné emisi.

Měření bude v rozmezí teplot od cca  $-80^\circ\text{C}$  do  $+50^\circ\text{C}$ . Pro ohřívání a ochlazování solárního článku bude využito Peltierova článku, pro nižší teploty bude článek ochlazován pomocí kapalného dusíku.

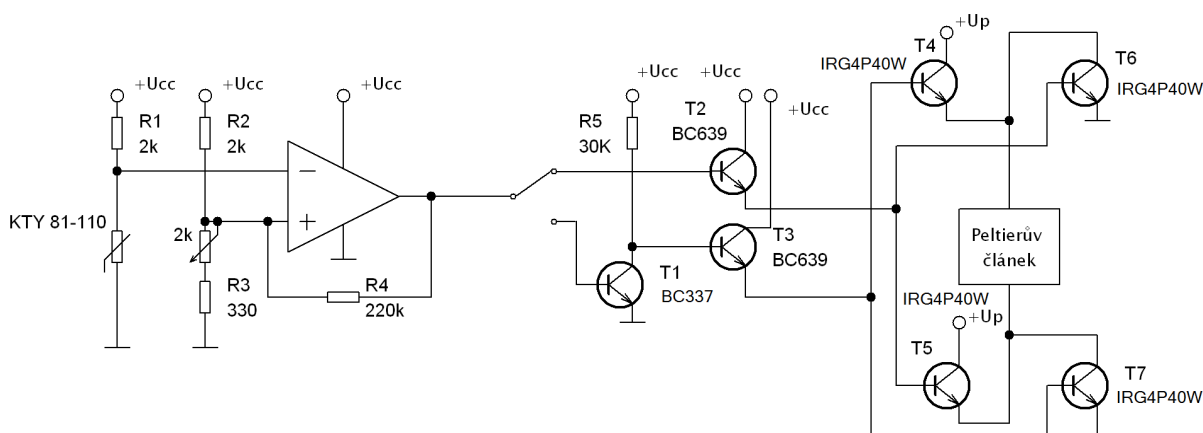


**Obrázek 2:** Peltierův článek

Aby byl ochlazen celý solární článek, který má rozměr 120mm x 120mm bude použito čtyř stejných Peltierových článků o rozměrech 62mm x 62mm, zapojených do série, které budou rovnoměrně ochlazovat testovaný solární článek.

Pro dosažení požadované teploty bude k regulaci napájení Peltierova článku použit regulátor napětí, Obrázek 3.

Přípravek pro regulaci tepoty solárního článku bude využívat oba režimy Peltierova článku a to chlazení a zahřívání. Zahřívaná strana Peltierova článku bude chlazena pomocí vodního chlazení, aby nedošlo k přehřátí a znehodnocení Peltierova článku.



**Obrázek 3:** Schéma zapojení regulátoru

#### 4. ZÁVĚR

Cílem této práce je inovování stávajícího pracoviště, doplněním zařízení pro regulaci teploty solárních článků. Bude sloužit pro přesné nastavení teploty testovaného solárního článku.

Další částí této práce je lokalizace a určení defektů solárních článků metodami fotoluminiscence a elektroluminiscence. Sestrojené pracoviště může být přínosné do průmyslového použití, kde můžeme pomocí fotoluminiscence, rychle a bezkontaktně určit defekty solárních článků v širokém rozsahu teplot a tím eliminovat materiálové a procesní poruchy, čímž je možno dosahovat sériové výroby článků s vyšší účinností.

#### LITERATURA

- [1] Dolenský, J.: Charakterizace elektrických vlastností křemíkových krystalických solárních článků: Diplomová práce, Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta elektrotechniky a komunikačních technologií, 2007, 50 s.
- [2] Libra, M., Poulek, V.: Solární energie, Praha ČUZ 2005. 122s. ISBN 80-213-1335-8
- [3] Koutný, M.: Vliv teplotní závislosti luminiscence solárních článků: Semestrální projekt 2, Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta elektrotechniky a komunikačních technologií, 2009, 29 s.