



**Co-funded by
the European Union**

- Poskytovateľ grantu: **Národná agentúra programu Erasmus+ pre vzdelávanie a odbornú prípravu**
- Prijímateľ grantu: **Stredná odborná škola polytechnická, T. Vansovej 32, Prievidza, Slovensko**
- Názov projektu: **„Učíme sa pracou v Európskej únii“**
- Číslo projektu: **2026-1-SK01-KA122-VET-000421383**
- Dátum pobytu: **27.09.2026 – 10.10.2026**
- Miesto: **Split, Chorvátsko**



Erasmus+

2 týždne v Splete

Naša Erasmus+ skúsenosť

Nové skúsenosti
Nové priateľstvá
Nové možnosti



SOŠ polytechnická Prievidza
odbor mechanik elektrotechnik



Spolufinancovaný
Európskou úniou

Fotovoltaické panely: Teória a laboratórne merania

Fyzikálne princípy polovodičového článku, náhradné zapojenia a praktické meranie voltampérových charakteristík v laboratórnych podmienkach



Fotovoltický jav na P–N priechode



Absorpcia fotónov

Kvantá svetla uvoľňujú valenčné elektróny.



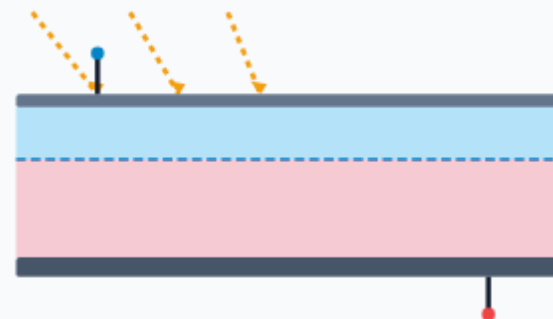
Vnútorne elektrické pole

P–N priechod priestorovo oddeľuje náboje.



Vznik fotonapätia

Na kremíkovom článku vzniká 0,55 až 0,65 V.



Rez kremíkovým fotovoltickým článkom s P–N priechodom a zbernicami

Technológie článkov a podmienky STC



Monokryštalické (Mono-Si)

Účinnosť 20 až 23 %, homogénna čierna štruktúra.

Polykryštalické (Poly-Si)

Účinnosť 15 až 18 %, typický modrý odtieň kryštálov.

Štandardné podmienky merania STC

Ožiarenie 1000 W/m^2 , teplota článku 25°C , spektrum AM1,5.

Náhradná elektrická schéma PV článku



Fotoprúd (I_{ph})

Lineárne závislý od intenzity ožiarenia.

P-N dióda (D)

Reprezentuje difúzny prúd rekombinácie.

Paralelný odpor (R_{sh})

Zvodové prúdy po obvode (ideálne ∞).

Sériový odpor (R_s)

Odpor kontaktov a kremíka (ideálne 0).

Medzné parametre a rovnice článku

Uoc

Napätie naprázdno

Výstupné napätie pri nulovom prúde $I = 0 \text{ A}$.

Isc

Skratový prúd

Maximálny prúd pri nulovom napätí $U = 0 \text{ V}$.

MPP

Bod max. výkonu

Pracovný bod $P_{\max} = U_{\text{mpp}} \cdot I_{\text{mpp}}$.

FF

Činiteľ plnenia

Kvalita článku: $FF = P_{\max} / (U_{\text{oc}} \cdot I_{\text{sc}})$.

Vplyv osvetlenia a teploty na parametre



Vplyv intenzity ožiarenia (E)

Skratový prúd I_{sc} : Priamo úmerný intenzite ožiarenia.

Napätie naprázdno U_{oc} : Logaritmický nárast so skorou saturáciou.

Záver: Pokles svetla znižuje prúd, napätie ostáva vysoké.



Vplyv teploty článku (T)

Záporný koeficient napätia: Cca $-0,35\%$ až $-0,45\%$ / $^{\circ}\text{C}$.

Skratový prúd I_{sc} : Rastie nepatrne s teplotou ($+0,04\%$ / $^{\circ}\text{C}$).

Záver: Zohriaty panel v lete rapídne stráca špičkový výkon.

Prístrojové vybavenie a pomôcky



1. Fotovoltický modul

Školský monokryštálický panel 12 V (10 až 30 W).

2. Svietidlo s reguláciou napätia

Zdroj svetla napájaný cez regulovaný zdroj / autotransformátor.

3. Digitálny luxmeter / pyranometer

Senzor na priame meranie intenzity osvetlenia E [lx].

4. Záťažový reostat a 2× multimeter

Posuvný odporník 0–100 Ω , DC voltmeter a ampérmeter.

Charakteristika naprázdno: $U_{oc} = f(E)$

Schéma zapojenia



Svietidlo napájané regulovaným napätím pri pevnej vzdialenosti.

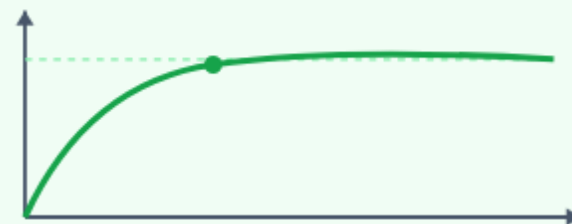
Metodický postup

1. Meniť vstupné napätie svietidla regulovaným zdrojom / autotransformátorom.
2. Odčítať intenzitu osvetlenia luxmetrom E [lx] a napätie U_{oc} multimetrom.

Predpokladaný priebeh krivky

▲ Os Y: U_{oc} [V] (Napätie naprázdno)

Saturácia U_{oc}



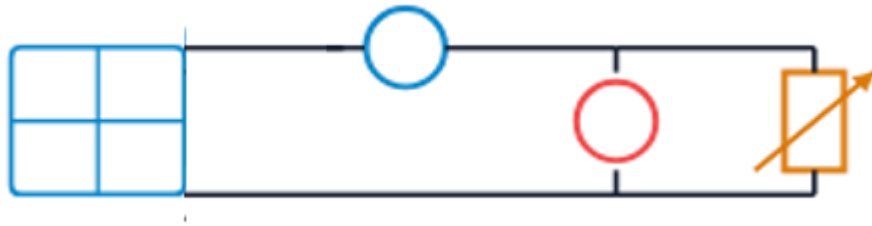
0

Os X: Intenzita osvetlenia E [lx] ►

Fyzikálny záver: Napätie U_{oc} stúpa strmo už pri slabom svetle a následne sa logaritmicky nasýti.

Zaťažovacia VA charakteristika pri $E = \text{konst.}$

Schéma zapojenia s reostatom

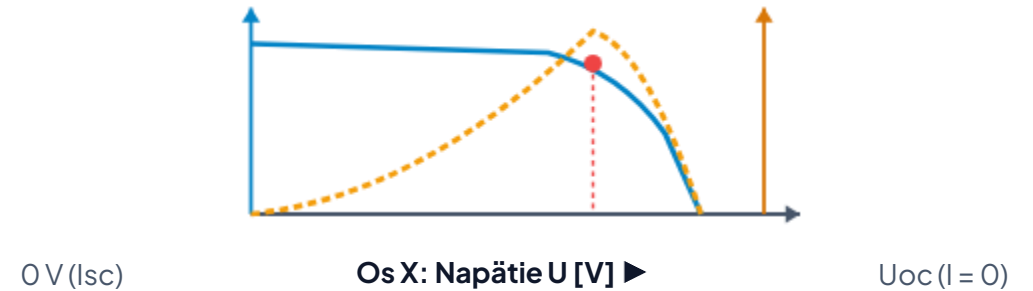


Reguláciou reostatu od $R = \infty$ (naprázdno) po $R = 0 \Omega$ (skrat) meriame dvojice hodnôt $[U, I]$.

Krivka $U-I$ a Výkonová krivka $P-U$

▲ Os Y1: I [A] (Prúd)

Os Y2: P [W] (Výkon) ▲



Bod maximálneho výkonu (MPP): Žiaci vypočítajú $P = U \cdot I$ a v grafe identifikujú P_{max} .

Vplyv zatienenia a spracovanie protokolu



Čiastočné zatienenie

Zakrytie jedného článku zrazí výkon celého reťazca o 70 %.



Bypass diódy

Ochrana zatienených článkov pred vznikom hot-spotov.



Výstupy protokolu

Zostavenie grafov a výpočet činiteľa plnenia FF.

Zdroje obrázkov



<https://images.squarespace-cdn.com/content/v1/655ca2b0f826bb7b2b4dfe90/1700569798670-H78BQE2COTIQIVDDAZSS/Solar+cell+close+up+image.jpg>

Source: www.cleanenergyreviews.info



https://www.sisco.com/images/thumbs/0002509_solar-panel-tester-for-pv-module-testing_510.jpeg

Source: www.sisco.com



<https://www.evoltik.sk/udrzatelna-buducnost-a-pouzivanie-fotovoltiky/>