

# ELECTRICAL CONTROLLED MEASURING SYSTEM FOR DETECTION OF DEFECTS REGIONS IN PHOTOVOLTAIC SOLAR CELLS STRUCTURE

**Stanislav Grohol**

Bachelor Degree Programme (2), FEEC BUT

E-mail: xgroho00@stud.feec.vutbr.cz

Supervised by: Robert Macku

E-mail: macku@feec.vutbr.cz

**Abstract:** The aim of this work is to create electrical controlled measuring system for detection of defects regions in the solar cells structure. Solar cells under investigation are placed inside dark shielding chamber during measurement. Samples are stressed by voltage connected on cathode and anode with reverse bias. Consequently we are taking pictures with CCD camera where defect regions are pointed out. With our system, we can take this picture automatically via PC and we can move with sample as well as with CCD camera in order to provide proper focusing..

**Keywords:** Photovoltaic, Solar cell, Photon, Emission, Measure, Step motor.

## 1. ÚVOD

Skoro každý z nás sa už určite niekedy stretol s fotovoltaickým článkom. Ak by sme mali jednoducho vysvetliť princíp vzniku elektrickej energie, tak ide o to, že ak je fotón absorbovaný fotočlánkom, tak v dôsledku vnútornej potenciálovej bariéry je separovaný náboj a vzniká napätie. Nie každý však z nás vie, že fotočlánok obsahuje aj chybné (defektné) oblasti, ktoré naopak, pri pripojení externého zdroja napätia na vývody článku v závernom smere, svetlo generujú. Na Ústave fyziky FEKT na VUT v Brně sa tento jav skúma a diagnostikuje.

Na skúmanie uvedeného javu je potrebné umiestnenie vzorku do tmavej komory a snímať tak jeho svetelné emisie kamerou. Tie časti, ktoré svetlo vyžarujú, je potrebné ďalej skúmať a analyzovať. Pri skúmaní vzorku s ním musíme pohybovať, aby sme našli defektné oblasti a zaistili dostatočné zväčšenie obrazu optikou. To bolo doteraz potrebné robiť manuálne, čo je veľmi časovo náročné a tiež dosť nepresné. Keďže sme museli kameru, ktorou sa fotočlánok snímal, nastaviť, zobrazovaný obraz zaostriť a nakoniec komoru opäť zatvoriť. My sme však prišli s nápadom, ktorý by tieto nedostatky eliminoval.

Jedná sa o elektronický posuv pre pohyb skúmaného článku v osiach X-Y diaľkovo, pomocou PC. Takže nie je potrebné akokoľvek ručne zasahovať do polohy článku v uzavretej komore. Ďalej sme postavili konštrukciu, po ktorej sa bude pohybovať kamera a tak sa bude meniť ostrosť obrazu napríklad pri náklonu vzorku.

## 2. METODIKA SPRACOVANIA

### 2.1. VYHĽADANIE PODKLADOV

Potrebovali sme zostrojiť aparáturu pre riadený posuv článku, pomocou krokových motor. Na riadenie týchto motorov sme použili osvedčený integrovaný obvod TA8435 (ďalej iba budič) značky Toshiba. Zapojenie tohto budiča sme vytvorili na základe informácií z katalógového listu [1]. Medzi PC a budičom by ešte mala byť doska s obvody (ďalej iba oddeľovacia doska), ktoré galvanicky oddelia budič od výstupu PC. To je výhodné v prípade poruchy, aby sa nedostalo napájacie

napätie z budičov (čo je skoro 30 V) na port počítača. Na to nám poslúžilo zapojenie s optočlenmi KB847 od firmy Kingbright [2].

Celé to riadime cez paralelný port (LPT) PC a nami vytvorený ovládací softvér. K dispozícii máme približne 8 výstupných a 8 vstupných pinov. Výstupmi riadime pohyb motorov a vstupy slúžia na komunikáciu snímačov s PC.

## **2.2. PARAMETRE A KONŠTRUKCIA MECHANICKEJ ČASTI**

### **2.2.1. MOTORY**

Srdcom celého posuvu sú dva dvojfázové krokové motory SX23-1012 zakúpené od firmy Microcon. Jeden plný krok predstavuje u týchto motorov pootočenie rotora o  $1,8^\circ$ . Ich statický moment dosahuje 1,2 Nm a indukčnosť jedného motora je približne 5 mH. Tento motor sme zvolili, pretože nám svojimi parametrami postačoval a jeho cena pritom nebola vysoká.

### **2.2.2. PRUŽNÁ SPOJKA**

Aby sme predišli otrasom, ktoré by boli spôsobené jednak vibráciami samotného motora a tiež aj vzájomnou nesúosťou rotora a závitovej tyče, vložili sme medzi motor a závitovú tyč pružnú spojku typu Oldham od firmy Huco. Špičkový nedeštruktívny moment spojok je až 44 Nm, takže nám úplne postačujú. Spojky tiež slúžia na zníženie hluku a rezonancií za prevádzky.

### **2.2.3. BUDIČ MOTORA**

Dôvody, prečo sme si vybrali práve obvod TA8435 sú jasné z nasledujúcich bodov:

- umožňuje riadiť krokové motory v bipolárnom zapojení so 4, 6 alebo 8 vývodmi,
- umožňuje nastaviť prúd motorom na 65% alebo 100% jednoduchým skratovacím jumprom,
- nastavenie krokov motora na hodnoty: 1/1, 1/2, 1/4, 1/8, čo u 200 krokového motora znamená 200, 400, 800 alebo 1600 krokov na jednu otáčku,
- napájacie napätie max. 35V (my sme použili 24V),
- STEP - DIR riadenie motorov.

Zapojenie s TA8435 vyžaduje iba malý počet externých súčiastok na plošnom spoji. Jednou z nich je aj veľký, 4700  $\mu$ F elektrolytický kondenzátor na vyhladenie napájacieho napätia. Na určenie max. prúdu motorom je na každej doske použitá dvojica 1  $\Omega$  rezistorov s maximálnou výkonovou stratou 2 W. Prúd motorom je priamoúmerne závislý na požadovaných otáčkach motora. Na doske sú umiestnené konektory, ktorými za pomoci prepojok (skratovací JUMPER) meníme prúd tečúci do motorov a tiež krokovanie. Integrovaný obvod TA8435 je umiestnený v precíznej päťici. Urobili sme tak preto, aby bol zabezpečený menší prechodový odpor ako s obyčajnou päťicou.

### **2.2.4. ODDELOVACIA DOSKA**

O galvanické oddelenie PC a budiča sa starajú, ako sme už spomínali, optočleny KB817. My sme zakúpili puzdra so 16 vývodmi, kde sa tieto optočleny nachádzajú 4-krát v jednom puzdre. Na oddeľovacej doske sa nachádzajú dva tieto púzdra, takže máme k dispozícii 8 optočlenov na riadenie motorov.

### **2.2.5. DOSKA STABILIZÁTORA**

Aby sme zaobstarali rozvod napätia 24V zo spínaného zdroja, na ktorom sú iba dve výstupné svorky a tiež preto, aby sme získali stabilizovaných 5V pre napájanie oddeľovacej dosky, vyrobili sme si dosku stabilizátora napätia. Tá obsahuje stabilizátory L78S05 a L78S12, ktoré majú výstupný, dlhodobovo dovolený prúd 2A.

### 2.2.6. POSUVNÝ KRÍŽOVÝ STÔL

Zvolili sme finančne dostupný, hliníkový posuvný krížový stôl od firmy Proxxon, ktorý zaručuje dostatočnú presnosť nastavenia. Týmto stolom je možný pohyb v dvoch osiach (X a Y) a to maximálne 15 cm v každej osi.

### 2.2.7. NAPÁJACÍ ZDROJ

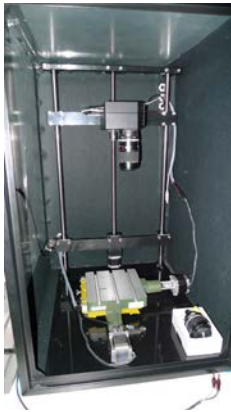
Na napájanie dosiek slúži spínaný zdroj z GM electronic typu S-100-24.. Parametre zdroja:

- vstup 230 V / 1,2 A, 50 Hz
- výstup 24 V / 4,5 A

Spínaný zdroj sme použili pre jeho lepšiu účinnosť a hlavne menšie rozmery.

### 2.3. PROGRAMOVÉ VYBAVENIE ELEKTRICKÉHO POSUVU

Ak sme už mali ako tak dokončenú konštrukčnú časť elektrického posuvu, vrhli sme sa na tú programovú. Ovládať sme to chceli cez Matlab od firmy Mathworks. Matlab preto, lebo okrem programu na riadenie posuvu je potrebné aj matematické prostredie pre spracovanie obrazu z kamery a sledovanie vlastností jednotlivých defektov.



Obrázok 1: Konštrukčné riešenie posuvu a zaostrovania kamery



Obrázok 2: Riadiaca elektronika

## 3. ZÁVĚR

Myslíme si, že sme touto prácou naplnili všetky ciele, stanovené v úvode. Dokázali sme vyriešiť problém upevnenia motorov ku krížovému stolu, pohyb CCD kamery vo vertikálnom smere na kuličkovej závitovej tyči, elektroniku pre riadenie motorov vrátane rozhrania pre PC a obslužný softvér. Mimo pohybu vzorku v osiach x, y sme sa tiež postarali o zaostrovanie kamery elektricky, pomocou motora. Teraz si pohyb vzorku a zaostrovanie riadime počítačom, čo umožňuje omnoho rýchlejšiu prácu a presnú navigáciu pre opakované meranie. V budúcnosti plánujeme rozšírenie celého systému o ovládanie džojstikom a prechod na komunikačné rozhranie USB s využitím obvodu firmy FTDI.

## REFERENCE

- [1] TOSHIBA. *PWM CHopper Type BIPOLAR Stepping Motor Driver* [online]. Datasheet [cit. 2013-02-25] Dostupné z <http://www.datasheetcatalog.org/datasheet/toshiba/4047.pdf>
- [2] Kingbright. *KB847 General Purpose High Isolation Voltage Single Transistor Type Photocoupler* [online]. Datasheet [cit. 2013-02-25] Dostupné z <http://pdf1.alldatasheet.com/datasheet-pdf/view/201760/KINGBRIGHT/KB847.html>