

# MAGNETIC FIELD AND ITS INFLUENCE ON THE PN JUNCTION IN A SEMICONDUCTOR

**Michal Kadlec**

Master Degree Programme (1), FEEC BUT

E-mail: xkadle03@stud.feec.vutbr.cz

**Lucie Šimonová**

E-mail: xsimon09@stud.feec.vutbr.cz

**Abstract:** This article deals with the magnetic field, the phenomena which occur there and the influence of magnetic field on the properties and structure of semiconductors, especially photovoltaic cells. This article also includes specifications of device for measurement of influence of electromagnetic field to PN junction in semiconductor. Mostly in photovoltaic solar cells.

**Keywords:** Photovoltaic, solar cell, semiconductor, magnetism, electromagnet

## 1. ÚVOD

Problematika tohoto článku se zabývá zkoumáním magnetického pole a jevů týkajících se magnetického pole. Dále se zaměřuje na objasnění vlivu magnetického pole na fotovoltaiické články pomocí experimentálně sestaveného měřicího pracoviště, avšak tato problematika není dodnes nikterak vědecky podložena a podrobně prozkoumána.

## 2. MAGNETICKÉ POLE

Je fyzikální pole, jehož zdrojem je pohybující se elektrický náboj (elektrický proud). Magnetické pole lze tedy pozorovat kolem elektrických vodičů, kde je zdrojem volný elektrický proud, ale také kolem tzv. permanentních magnetů, kde jsou zdrojem pole vázané elektrické proudy. Magnetické pole může být také vyvoláno změnami elektrického pole.[1]

### 2.1. ELEKTROMAGNETICKÉ POLE

V roce 1820 zjistil dánský fyzik H. Ch. Oersted (1777–1851) pomocí magnetky, že v okolí vodiče s proudem je magnetické pole. Tím byla prokázána souvislost magnetického pole s polem elektrickým. Tento pokus je také důkazem, že magnetické pole proudu působí na magnet. Silové působení je však vzájemné a magnet působí svým magnetickým polem na vodič s proudem. Magnetické pole také působí na pohybující se částice s nábojem. Jelikož u elektrického proudu jde opět o pohyb nabitých částic, můžeme tato tvrzení zobecnit.[1]

Magnetické pole působí jen na pohybující se částice, popř. tělesa s elektrickým nábojem. Na zmagnetovaná tělesa magnetické pole působí nezávisle na tom, zda jsou v klidu, nebo se pohybují. Silové působení magnetického pole je vzájemné a projevuje se přitažlivými nebo odpudivými účinky.[1]

## 3. VLIV MAGNETICKÉHO POLE NA P-N PŘECHOD

Problematika vlivu magnetického pole na P-N přechod polovodiče není doposud příliš objasněná. Při zkoumání tohoto jevu se můžeme setkat s rozdílnými názory. Takže v současné době není zcela možné na tuto otázku přesně odpovědět. Při studování problematiky jsem vycházel z několika zdrojů viz.[4][5].

Prozatím se dá pouze hovořit o teoreticky předpokládaných výsledcích experimentálních pokusů. Jednou z možností je skutečnost, že dojde ke zvýšení či snížení výkonu článku. S tím souvisí i životnost článků. U běžně používaných článků dochází postupně k degradaci a tím i ke snižování výkonu. Protože se změnou výkonu souvisí i životnost článků, existuje zde možnost, že magnetické

pole dokáže prodloužit či popřípadě zkrátit životnost fotovoltaického článku. Jednou z posledních možností může být také to, že po dokončení experimentu dospějeme k závěru, že magnetické pole žádným způsobem fotovoltaický článek neovlivní.

V praxi se v okolí fotovoltaických elektráren a i jinak požívaných fotovoltaických článků běžně vyskytuje magnetické pole. Nejsilnějším magnetickým polím jsou vystaveny fotovoltaické elektrárny. Největší podíl na magnetickém poli mají měniče, které jsou sice odstíněné, ale i přesto dochází k částečnému magnetickému ozáření. Dalšími prvky, které mohou svým magnetickým polem ovlivnit kolektory, jsou vodiče, pomocí kterých jsou pospojovány. Posledním umělým zdrojem magnetického záření je silová část, která odvádí elektrickou energii do distribuční sítě. Magnetické pole v okolí těchto zařízení z hlediska tohoto výzkumu nijak proměřeno, dá se předpokládat, že nebude přesahovat hodnoty dané hygienickou normou.

Nejvyšší přípustná hustota indukovaného proudu pro hlavu a hrud' exponované osoby je pro frekvenční interval od 4 Hz do 1 kHz (tedy i pro frekvenci 50 Hz, kterou se tato informace zabývá) v citovaném nařízení vlády stanovena pro zaměstnance na  $0,01 \text{ A/m}^2$ , pro ostatní osoby (obyvatelstvo) na  $0,002 \text{ A/m}^2$ , tedy pětkrát níž.[3]

Při běžném provozu fotovoltaických kolektorů (elektráren) dohází také k výskytům náhodných magnetických polí. Nejsilnějším náhodným zdrojem magnetického pole je pravděpodobně úder blesku. U takto vzniklého magnetického pole se nedá nikdy hovořit o konkrétních hodnotách, je možné pouze teoreticky spekulovat o hodnotách, které jsou určeny normou.

#### 4. ZAŘÍZENÍ PRO EXPERIMENTÁLNÍ MĚŘENÍ

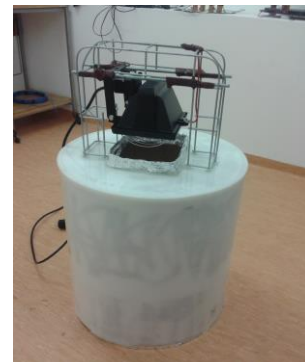
Zařízení pro experimentální měření se skládá ze 4 základních částí. První částí tohoto zařízení je Helmholtzova cívka (Obrázek 1 *Chyba! Nenalezen zdroj odkazů.*). Helmholtzovy cívky slouží k vytvoření homogenního magnetického pole v poměrně velkém prostoru. Nevýhodou je, že pole je relativně slabé, protože cívky jsou vzduchové a neobsahují feromagnetický obvod.



Obrázek 1: Měřicí pracoviště



Obrázek 2: Měřicí stolek



Obrázek 3: Krycí válec a osvětlení

V průběhu práce na tomto výzkumu je do Helmholtzovy cívky umístěno několik různých typů cívek tak, aby bylo možno vystavit fotovoltaické články co nejvíce možným druhům magnetického záření o různých hodnotách intenzit magnetického pole.

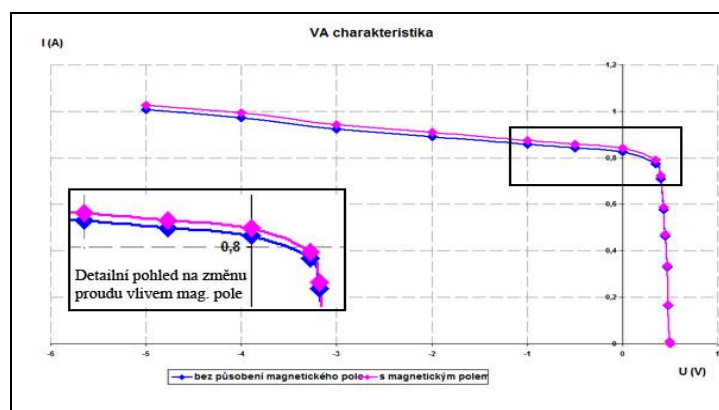
Druhou částí je měřicí pracoviště, které se skládá z měřicího stolku (Obrázek 2), který je upravený tak, aby docházelo k dokonalému prochlazení měřeného článku. Na tomto stolku jsou pevně připojeny dvě měděné pásky, jakožto spodní kontaktní část pro fotovoltaický článek. Součástí tohoto stolku jsou také pohyblivé kontakty, které slouží k pevnému přichycení fotovoltaického článku.

Třetí součástí tohoto zařízení je krycí válec. Na vnitřní straně válce je nanášena vrstva hliníku sloužící k odstínění magnetického pole. Na spodní části válce jsou navrtány otvory sloužící k protažení vodičů a jako tunel k vhánění vzduchu pro ochlazení měřeného vzorku. Na vrchním krytu je vytvořen otvor pro umístění umělého osvětlení článku. A další otvory sloužící k odvodu

ohřátého vzduchu. Posledními součástmi měřicího zařízení je již zmíněný světelný zdroj (500W Halogen) a ventilátor sloužící ke vhánění studeného vzduchu (Obrázek 3).

## 5. MĚŘENÍ VLIVU MAGNETICKÉHO POLE NA FOTOVOLTAICKÉ ČLÁNKY

Měření vlivu magnetického pole na fotovoltaické články proběhlo v první formě s nízkým magnetickým polem, kde siločáry magnetického pole vstupovaly kolmo do měřeného článku. Z *Graf 1 - Volt-ampérové charakteristiky porovnávání vlivu magnetického pole* je patrné, že při působení magnetického pole došlo k nárůstu hodnoty proudu fotovoltaického článku. Tento nárůst je někde na hranici dvou procent.



**Graf 1** - Volt-ampérové charakteristiky porovnávání vlivu magnetického pole

## 6. ZÁVĚR

Otázka magnetizmu je už poměrně dobře zodpovězena, ale jedná se o natolik obsáhlé téma, že by to vydalo na samostatnou knihu, a proto zde byl nastíněn pouze základní popis pro vytvoření představy o magnetickém poli. Především zajímavou částí je vliv magnetického pole na fotovoltaické články.

Pomocí sestaveného laboratorního zařízení se snažím o objasnění problematiky vlivu magnetického pole na P-N přechod v polovodiči, a také na změnu parametrů fotovoltaického článku po vystavení magnetickému poli. Jedná se především o zkoumání změny výkonu u fotovoltaického článku po vystavení magnetickému poli a také o možnost vzniku defektu na článku.

Při prvním experimentálním měření byl zaznamenán nárůst výkonu přibližně o 2%. Tento nárůst je patrný v detailním pohledu v *Graf 1 - Volt-ampérové charakteristiky porovnávání vlivu magnetického pole*. Tyto informace nejsou prozatím pevně prokazatelné, protože u prvotních měření se jednalo o slabé magnetické pole a mohlo zde také dojít k ovlivnění měření jinými faktory, jako je například zvýšená teplota v okolí fotovoltaického článku.

## REFERENCE

- [1] KADLEC, M. Vliv magnetického pole na vlastnosti fotovoltaických článků. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta elektrotechniky a komunikačních technologií, 2012. 17 s.
- [2] OTÝPKA, J. *Magnetická pole pro biomedicínské experimenty*. Brno: FEKT VUT v Brně, 2010. 78s
- [3] JELÍNEK, Lukáš: HYGIENICKÁ STANICE. [online]. Praha, 2002 [cit. 2013-03-25]. Dostupné z: <http://www.hygpaha.cz/odbory.php?ksum=Mjg=>
- [4] Silicon solar cell under electromagnetic wave in steady state: effect of the telecommunication source's power of radiation. In: *Iopscience* [online]. 2012 [cit. 2013-03-25]. Dostupné z: [http://iopscience.iop.org/1757-899X/29/1/012019/pdf/1757-899X\\_29\\_1\\_012019.pdf](http://iopscience.iop.org/1757-899X/29/1/012019/pdf/1757-899X_29_1_012019.pdf)
- [5] ZAITSEV, V.R., et al. *Single-crystal silicon solar cell efficiency increase in magnetic field*. National Technical University "Kharkiv Politechnical Institute". Kharkiv, Ukraine, 2010, s. 554-557.