

# WIRELESS CHARGING STATION

**Josef Pokorný**

Master Degree Programme (5), FEEC BUT

E-mail: xpokor61@vutbr.cz

Supervised by: Petr Marcoň

E-mail: marcon@feec.vutbr.cz

**Abstract:** The paper deals with possibilities of wireless induction charging and electric energy transfer using inductive spiral coils. Described are basic functions, individual parts, and air coil models using CST simulation software. The paper is focused on the practical design of the coils, the synchronous rectifier with the H-bridge and the battery charging circuit. The Wi-Fi Module NRF24L01 with the Atmega 644, microcontroller takes care of the state of charge and performance monitoring. The aim of the work is to design a wireless charging station with a power transfer capacity of about 50 watts.

**Keywords:** Wireless charging, inductive spiral coils, transformer

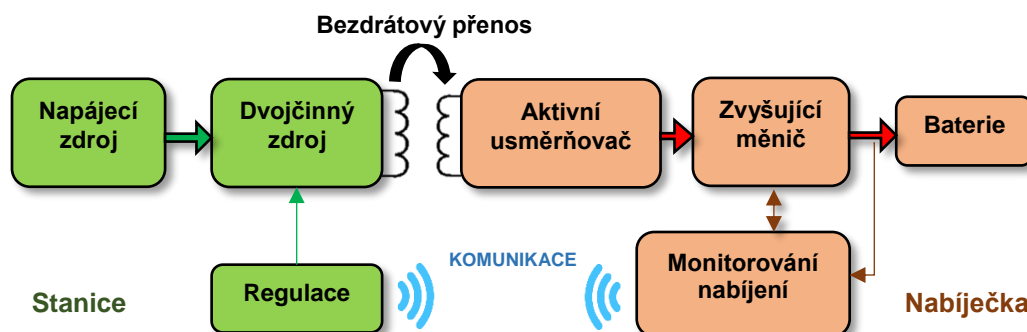
## 1. ÚVOD

Bezdrátové nabíjení ožívá po více jak sto letech, počátkem Teslova transformátoru a dnes je reálně využívané od drobné elektroniky po nabíjení elektromobilů a stává se tak silně rozvíjejícím se odvětvím elektrotechniky. Současným trendem je rezonanční nebo indukční nabíjení. Rezonanční metoda nese možnost nabíjení až na několik desítek centimetrů, zatímco pomocí indukce přiložením cívek na sebe je docíleno vyšší účinnosti. Komerčně prodávané nabíječky pracují s výkonem pár wattů a tomu odpovídá i účinnost celého zařízení.

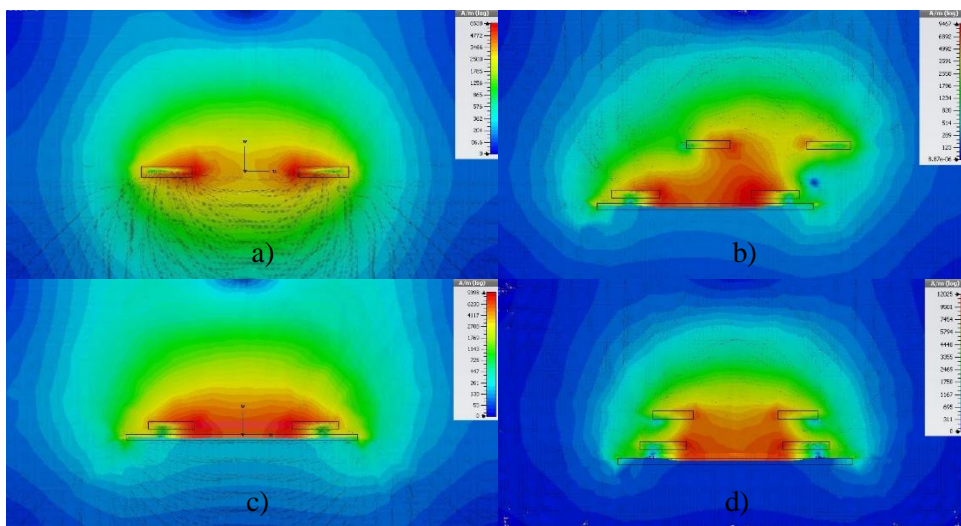
Tato práce se zabývá návrhem bezdrátové stanice, která je koncipována pro nabíjení baterií s kapacitou přibližně 5000 mAh, s napětím 12 V. Návrh se skládá ze dvojčinného měniče, který budí vysílací cívku, která přenáší energii na přijímací cívku. Následně je energie usměrněna aktivním usměrňovačem a upravena pro nabíjení baterie zvyšujícím se měničem. Stav baterie bude možné monitorovat online.

## 2. ROZBOR A REALIZACE

Blokové schéma na obrázku 1 se skládá ze stanice, kterou napájí spínaný zdroj od firmy Enhance Electronic s výstupními napětími 3,3 V; 5 V a 12 V, ten zajišťuje napájení komunikačních modulů a dvojčinného zdroje tvořeného PWM modulátorem TL494, který mění střihu, periodu signálu a zajišťuje regulaci zdroje. Pomocí driveru UCC27714 [1] jsou řízeny výkonové tranzistory IFZ44N typu MOSFET [2]. Tranzistory spínají vysílací plochou spirálovitou cívku namotanou vysokofrekvenčním lankem, s feromagnetickým podkladem, který zajišťuje usměrnění magnetického toku a vyzařování jedním směrem, a to k přijímací cívce, která je realizována stejným způsobem.

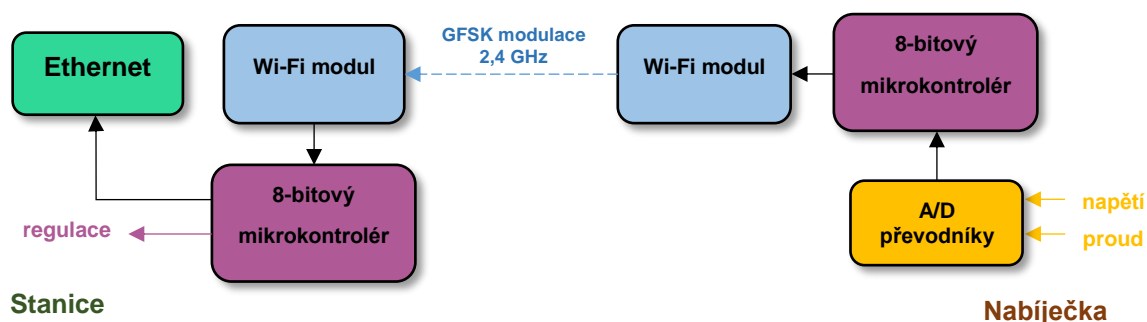


Obrázek 1: Blokové schéma bezdrátové nabíjecí stanice



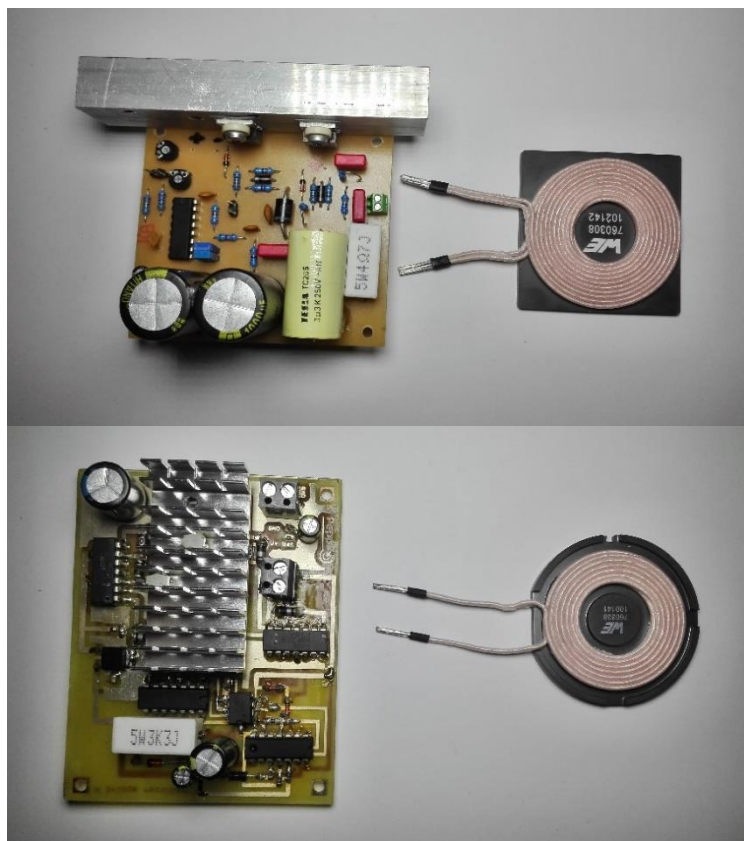
**Obrázek 2:** Rozložení magnetického pole a) samotná plochá cívka; b) cívka s feromagnetickým stíněním; c) vychýlení cívek o 17 mm; d) vzdálenost cívek 10 mm

Rozložení magnetického pole v okolí obou cívek bylo simulováno v programu CST EM studio, kde je simulováno rozložení pole při různé poloze cívek a zefektivnění bezdrátového přenosu, jak ukazuje obrázek 2. Nabíječku pro baterii tvoří spolu s přijímací cívkou aktivní usměrňovač s komparátorem LM319 [3], který podle kladné nebo záporné vlny signálu spíná tranzistory IFR 3205S přes optočlen HCPL-9031-300 zajišťující galvanické oddělení a součinnový logický obvod SN74HCT08 pro kontrolu vypínání tranzistorů. Plovoucí buzení a kompenzaci zákmitů pro můstek tvoří dva řídicí obvody IR2110. Zvyšující měnič MC34063A pak nabíjí baterii, z té je snímáno napětí a proud.



**Obrázek 3:** Blokové schéma komunikace stanice s nabíječkou

Bezdrátovou komunikaci na obrázku 3 zprostředkovávají Wi-Fi moduly s čipem nFR24L01 [4]. Jejich přednostmi jsou kompaktní rozměry, citlivost přijímače až -85 dBm a spotřeba 1  $\mu$ A v módu vypnuto. Moduly komunikují přes rozhraní SPI s mikrokontroléry ATmega644P, v nabíjecí části kontrolér snímá A/D převodníkem napětí a proud z měřicího obvodu INA138. Při mezní hodnotě napětí na baterii bude vyslána informace pro sepnutí vysílací cívky na stanici. Přeposlaná data jsou zpracována mikrokontrolérem ve stanici a po SPI sběrnici přeposílána na Mini Ethernet modul ENC28J60, ten umožňuje posílání dat do domácí sítě s adresami IPv4 s rychlostí 10 Mb/s.



**Obrázek 4:** Nahoře- měnič s vysílací cívkou; Dole- aktivní usměrňovač s přijímací cívkou

### 3. ZÁVĚR

V příspěvku je popsán navržený a oživený dvojčinný zdroj pro vysílací cívku (obrázek 4) a realizován aktivní usměrňovač. Se zjištěním velkých nákladů na realizaci cívek byly, po možnosti zaslání vzorků zdarma, objednány vzorky od firmy Würth Elektronik [5], které jsou schopny přenést dostatečný výkon pro nabití baterie s kapacitou 60 Wh. V návrhu jsou desky pro mikrokontroléry a design boxů z plastu pro stanici a nabíječku, které budou realizované 3D tiskem.

### REFERENCE

- [1] UCC27714 High-Speed, 600-V High-Side Low-Side Gate Driver [online]. 2017 [cit. 2017-11-28]. Dostupné z: <http://www.ti.com/lit/ds/symlink/ucc27714.pdf>
- [2] Impulzní zdroje a měniče [online]. 2017 [cit. 2017-10-28]. Dostupné z: <http://danek.cz/zdroje.html>
- [3] LM319 High Speed Dual Comparator [online]. 2017 [cit. 2017-11-28]. Dostupné z: <http://www.ti.com/lit/ds/symlink/lm319-n.pdf>
- [4] nFR24L01 datasheet – SparkFun Electronics [online]. 2017 [cit. 2017-12-6]. Dostupné z: [https://www.sparkfun.com/datasheets/Components/SMD/nRF24L01Plus\\_Preliminary\\_Product\\_Specification\\_v1\\_0.pdf](https://www.sparkfun.com/datasheets/Components/SMD/nRF24L01Plus_Preliminary_Product_Specification_v1_0.pdf)
- [5] Transmitter and Receiver Coils [online]. 2017 [cit. 2017-12-6]. Dostupné z: [http://www.wurth-electronics.com/web/en/passive\\_components\\_custom\\_magnetics/blog\\_pbcmblog\\_detail\\_electronics\\_in\\_action\\_75966.php](http://www.wurth-electronics.com/web/en/passive_components_custom_magnetics/blog_pbcmblog_detail_electronics_in_action_75966.php)