

Bezdrátový přenos elektrické energie

Wireless transmission of electric energy

Petr Hlavica

Bakalářská práce
2011



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta aplikované informatiky

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta aplikované informatiky
akademický rok: 2010/2011

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: Petr HLAVICA
Osobní číslo: A08329
Studijní program: B 3902 Inženýrská informatika
Studijní obor: Bezpečnostní technologie, systémy a management

Téma práce: Bezdrátový přenos elektrické energie

Zásady pro vypracování:

1. Vypracujte literární rešerši zaměřenou na historii bezdrátového přenosu elektrické energie.
2. Jednotlivé způsoby přenosu energie analyzujte a popište.
3. Proveďte výzkum současného využití těchto přenosů v průmyslu komerční bezpečnosti.
4. Na základě výzkumu vyberte vhodný způsob ukázkové realizace bezdrátového přenosu elektrické energie.
5. Dle Vašich možností demonstруйте bezdrátový přenos energie na vhodném zařízení.

Rozsah bakalářské práce:

Rozsah příloh:

Forma zpracování bakalářské práce: **tištěná/elektronická**

Seznam odborné literatury:

1. MUSIL, Jan, KONRÁD, Zdeněk, SUCHÁNEK, Jaroslav. Kriminálnístika. 2. vyd. Is.I.J : C. H. Beck, 2004. 582 s. ISBN 80-7179-878-9.
2. PORADA, Viktor. Kriminálnístika. Brno : Akademické vydavatelství CERM, 2001. 746 s. ISBN 80-7204-194-0.
3. CHILDRESS, David. Nikola Tesla a jeho tajné vynálezy. Praha : DOBRA, 2008. 187 s. ISBN 978-80-86459-57-8.
4. BRANČÍK, Lubomír. Elektrotechnika 1. Brno : VUTIUM, 2004. 135 s. ISBN 80-214-2607-1.
5. Wireless power consortium [online]. 2011 [cit. 2011-02-04]. How it works. Dostupné z WWW: <http://www.wirelesspowerconsortium.com/>.
6. How stuff works [online]. 2009 [cit. 2011-02-04]. How wireless power works. Dostupné z WWW: <http://electronics.howstuffworks.com/wireless-power.htm/printable>.

Vedoucí bakalářské práce:

Ing. Petr Skočík
Ústav elektroniky a měření

Datum zadání bakalářské práce:

25. února 2011

Termín odevzdání bakalářské práce:

23. května 2011

Ve Zlíně dne 25. února 2011

prof. Ing. Vladimír Vašek, CSc.
děkan



doc. Mgr. Milan Adámek, Ph.D.
ředitel ústavu

ABSTRAKT

Tato práce se zabývá technologiemi bezdrátového přenosu elektrické energie, ať už z hlediska komunikačního, tak z hlediska výkonového. Nejen že zkoumá jejich historii a popisuje různé fyzikální principy, na kterých bezdrátový přenos energie funguje, ale také uvádí nejnovější technologie bezdrátového přenosu energie, které jsou v současné době na trhu. Praktická část je zaměřená na současné využití bezdrátového přenosu energie v průmyslu komerční bezpečnosti a hlavně její možné budoucí využití. Součástí práce je i praktická ukázka bezdrátového přenosu energie pomocí elektromagnetické indukce.

Klíčová slova: bezdrátová komunikace, fyzikální princip, bezdrátový přenos, současné prvky, budoucnost

ABSTRACT

This bachelor thesis deals with technologies of wireless transmission of electric energy both in terms of communication and in terms of performance. Not only it explores the history and describes the different physical principles on which wireless transmission of energy works, but it also features the latest technology of wireless transmission of energy that are currently available on the market. The practical part is focused on the current usage of wireless transmission of energy in the commercial security industry and especially its possible future usage. This bachelor thesis contains also practical demonstration of wireless transmission of energy using electromagnetic induction.

Keywords: wireless communication, physical principle, wireless transmission, contemporary elements, future

Děkuji vedoucímu mé bakalářské práce Ing. Petrovi Skočíkovi za poskytnuté informace a rady, které vedly k úspěšnému dokončení této bakalářské práce.

Prohlašuji, že

- beru na vědomí, že odevzdáním bakalářské práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb. o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších právních předpisů, bez ohledu na výsledek obhajoby;
- beru na vědomí, že bakalářská práce bude uložena v elektronické podobě v univerzitním informačním systému dostupná k prezenčnímu nahlédnutí, že jeden výtisk bakalářské práce bude uložen v příruční knihovně Fakulty aplikované informatiky Univerzity Tomáše Bati ve Zlíně a jeden výtisk bude uložen u vedoucího práce;
- byl/a jsem seznámen/a s tím, že na moji bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, zejm. § 35 odst. 3;
- beru na vědomí, že podle § 60 odst. 1 autorského zákona má UTB ve Zlíně právo na uzavření licenční smlouvy o užití školního díla v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona;
- beru na vědomí, že podle § 60 odst. 2 a 3 autorského zákona mohu užít své dílo – bakalářskou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití jen s předchozím písemným souhlasem Univerzity Tomáše Bati ve Zlíně, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše);
- beru na vědomí, že pokud bylo k vypracování bakalářské práce využito softwaru poskytnutého Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně nebo jinými subjekty pouze ke studijním a výzkumným účelům (tedy pouze k nekomerčnímu využití), nelze výsledky bakalářské práce využít ke komerčním účelům;
- beru na vědomí, že pokud je výstupem bakalářské práce jakýkoliv softwarový produkt, považují se za součást práce rovněž i zdrojové kódy, popř. soubory, ze kterých se projekt skládá. Neodevzdání této součásti může být důvodem k neobhájení práce.

Prohlašuji,

- že jsem na bakalářské práci pracoval samostatně a použitou literaturu jsem citoval. V případě publikace výsledků budu uveden jako spoluautor.
- že odevzdaná verze bakalářské práce a verze elektronická nahraná do IS/STAG jsou totožné.

Ve Zlíně

.....
podpis diplomanta

OBSAH

ÚVOD.....	9
I TEORETICKÁ ČÁST.....	10
1 HISTORIE BEZDRÁTOVÉHO PŘENOSU ENERGIE.....	11
1.1 PROJEKT TESLA.....	11
1.2 ROZDĚLENÍ BEZDRÁTOVÉHO PŘENOSU	14
1.2.1 Bezdrátová komunikace	14
1.2.2 Výkonový přenos	18
2 ZPŮSOBY BEZDRÁTOVÉHO PŘENOSU ENERGIE	20
2.1 ELEKTROMAGNETICKÁ INDUKCE.....	20
2.2 ELEKTROMAGNETICKÉ VLNY	21
2.2.1 Laser	21
2.2.2 Mikrovlny.....	24
2.2.3 Tlumené vlny	24
2.2.4 Magnetická rezonance.....	25
3 SOUČASNÉ VYUŽITÍ BEZDRÁTOVÉHO PŘENOSU.....	26
3.1 WIRELESS POWER CONSORTIUM	26
3.1.1 Qi logo.....	26
3.1.2 Základní princip	27
3.1.3 Kompatibilita nebo svoboda	28
3.1.4 Pracovní plán.....	29
3.2 WITRICITY	29
3.2.1 Princip WiTricity	30
3.3 POWERMAT	30
3.3.1 Nabíjecí podložka Mat	32
3.3.2 Přijímací pouzdra	32
3.3.3 PowerCube	33
3.4 ECOUPLED.....	34
3.5 NEJNOVĚJŠÍ TECHNOLOGIE.....	35
3.6 ZDRAVOTNÍ ÚČINKY ELEKTROMAGNETICKÝCH POLÍ.....	35
II PRAKTICKÁ ČÁST	37
4 SOUČASNÉ VYUŽITÍ BEZDRÁTOVÉHO PŘENOSU V PRŮMYSLU KOMERČNÍ BEZPEČNOSTI.....	38
4.1 PŘÍKLADY BEZDRÁTOVÝCH PRVKŮ FIRMY JABLOTRON.....	39
4.1.1 Hybridní ústředna JA-82K	39
4.1.2 Bezdrátová klávesnice JA-81RGB.....	41
4.1.3 Bezdrátový PIR detektor JA-80P	42
4.1.4 Bezdrátová optická závora JA-80IR	43
4.1.5 Bezdrátový detektor otevření JA-81M.....	44
4.1.6 Bezdrátový detektor kouře JA-80S	45
4.1.7 Bezdrátová vnější siréna JA-80A.....	46
4.1.8 Opakovač radiového signálu JA-80Z.....	46

4.2	BUDOUCNOST A MOŽNOSTI DALŠÍHO VÝVOJE PRVKŮ V PRŮMYSLU KOMERČNÍ BEZPEČNOSTI	47
5	NÁVRH A REALIZACE ZAŘÍZENÍ PRO BEZDRÁTOVÝ PŘENOS ENERGIE.....	50
5.1	NÁVRH OBVODU ZAŘÍZENÍ PRO BEZDRÁTOVÝ PŘENOS ENERGIE.....	50
5.2	REALIZACE ZAŘÍZENÍ PRO BEZDRÁTOVÝ PŘENOS ELEKTRICKÉ ENERGIE.....	53
	ZÁVĚR	56
	ZÁVĚR V ANGLIČTINĚ.....	58
	SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY.....	60
	SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK.....	62
	SEZNAM OBRÁZKŮ	63
	SEZNAM TABULEK.....	65

ÚVOD

Bezdrátové technologie patří v dnešní době k velmi rychle rostoucímu odvětví komerčních technologií. Snaha zajistit bezdrátově komunikovat různým spotřebičům a zařízením je velmi vysoká, neboť ulehčuje manipulaci s těmito zařízeními a také zrychluje práci a ovládání zařízení. V komerční praxi se již bezdrátové technologie velmi dobře ujaly, jak dokládají technologie WI-Fi (wireless fidelity), IrDA (Infrared Data Association), Bluetooth, GSM (Global System for Mobile communications) apod. Současně s komerční sférou se technologie dostala i do průmyslu komerční bezpečnosti. Existuje nepřeberné množství bezdrátových ústředen v poplachových zabezpečovacích systémech, které komunikují se svými prvky bezdrátově. Ať už to jsou PIR (Passive InfraRed) detektory, požární hlásiče, magnetické kontakty, klávesnice nebo sirény. Jejich instalace je velmi jednoduchá, nenáročná a hlavně nezasahuje do konstrukce budovy např. vrtáním přepážek, nebo instalováním nevzhledných lišt.

V posledních letech se ovšem výrobci zaměřili na jiný druh přenosu energie. Nejen že chtějí, aby jejich zařízení mezi sebou komunikovala bezdrátově, ale také mění způsob jejich nabíjení. Zařízení, např. MP3 (Motion Picture experts group - layer 3) přehrávač nebo mobilní telefon, je mobilní, to znamená, že potřebuje ke své činnosti zdroj elektrické energie, který je v tomto případě baterie. Ovšem nastává tu problém, jak dodávat bateriím elektrickou energii. Do současné doby probíhal přenos elektrické energie pomocí drátového vedení. Takový systém měl velmi velkou účinnost, ale nemohl odstranit jednu vadu a to přímé napojení dráty do sítě. A proto v posledních měsících přišly některé společnosti na trh se zařízením, které dokáže nabíjet mobilní telefony či MP3 přehrávače bezdrátovým přenosem elektrické energie pomocí elektromagnetické indukce.

Pro průmysl komerční bezpečnosti je ovšem tato technologie příliš nová a nejdříve se musí uplatnit v klasické komerční sféře. Výhled do budoucna ale ukazuje, že taková technologie by mohla být pro průmysl komerční bezpečnosti velmi výhodná, neboť by jejich zařízení zbavila závislosti na bateriích a přinesla i další mnohé výhody, např. další usnadnění instalace a obsluhy komponent. Taková technologie by měla i pozitivní vliv na životní prostředí.

I. TEORETICKÁ ČÁST

1 HISTORIE BEZDRÁTOVÉHO PŘENOSU ENERGIE

Historie bezdrátového přenosu zasahuje dále do minulosti než by se mohlo zdát. Již v roce 1820 André Ampere stanovuje Ampérův zákon o tom, že elektrický proud procházející vodičem vytváří magnetické pole. Michael Faraday v roce 1831 přišel na to, že v uzavřeném elektrickém obvodu vzniká elektrické napětí způsobené změnou indukčního toku. Nazývá se Faradayův zákon elektromagnetické indukce. V roce 1836 byl vynalezen elektrický transformátor Nocholem Callanem. Roku 1888 Heinrich Hertz potvrzuje existenci elektromagnetického záření tím, že jako první sestrojil funkční bezdrátový vysílač i přijímač elektromagnetických vln. Ale již v roce 1893 Nicola Tesla dokázal bezdrátově rozsvítit lampu na světové výstavě v Chicagu. Jednalo se o první přenos elektrické energie, která byla dostatečná na rozsvícení žárovky. Jen 3 roky poté, dokázal přenést energii na vzdálenost až 48 kilometrů a v následujícím roce 1897 si nechává Nicola Tesla patentovat především bezdrátový přenos.

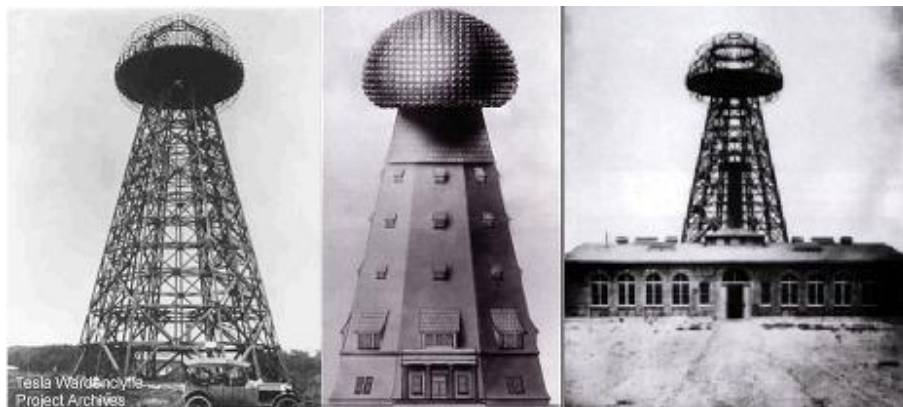
V roce 1961 pokládá základy mikrovlnného bezdrátového přenosu William Brown. O 3 roky později na něj navazuje Walter Cronkite, který sestrojil model vrtulníku, který veškerou energii pro vlastní let získává bezdrátově pomocí mikrovlnného parsku.

1.1 Projekt Tesla

Nicola Tesla byl velmi významným vědcem a dá se říct i průkopníkem ve svém oboru, který byl především elektrický proud. Nechal si patentovat spoustu vynálezů, bohužel některé z nich nebyly dotaženy do konce a nebyly nikdy sestrojeny, mezi takové patří i Teslův bezdrátový přenos elektrické energie využívající Schumannovy rezonance, tzv. Projekt Tesla. Bylo dokázáno, že lze kolem celé planety šířit extrémně nízké frekvence v tzv. Schumannově dutině. Jedná se o vzduch mezi povrchem planety a ionosférou Země, což je přibližně do výšky 80 kilometrů. Experimenty dokazovaly, že při extrémně nízké frekvenci 8 hertzů (základní frekvence Schumannovy rezonance) se mohou elektromagnetické vlny šířit kolem celé planety dutinou s malým zeslabováním a tudíž teoreticky můžeme přenést energii na jakékoliv místo na planetě.

I když první experimentální měření frekvencí, které se šíří v rezonanční dutině kolem Země, proběhly až v letech 1954 – 1959, nedávné analýzy ukazují, že to byl Nicola Tesla, kdo v roce 1899 jako první zaznamenal stacionární vlny v Schumannově dutině. Teslova

experimentální měření vlnových délek a použitých frekvencí se detailně shodují se Schumannovými teoretickými kalkulacemi. Některá z těchto zjištění byla objevena v roce 1899, když Tesla monitoroval elektromagnetické záření vzniklé při blescích během bouře, která se přehnala nad laboratoří v Colorado Springs, a pak se hnala dalších 300 kilometrů směrem na východ. Důležitost tohoto zjištění spočívá v tom, že podporuje reálnost hlavního cíle kvůli kterému se experimenty v Colorado Springs prováděly. Záměrem všech těchto experimentů a účelem laboratoře, kterou Tesla postavil, byl důkaz, že dálkový bezdrátový přenos elektrické energie je uskutečnitelný. Postavil za tímto účelem i tzv. Teslovu věž (obr. 1). Záměrem celého Projektu Tesla bylo vytvoření pulzů, které by cestovaly všemi směry kolem Země v tenké membráně nevodivého vzduchu mezi zemským povrchem a ionosférou. Tyto pulzy či vlny by při svém šíření kopírovaly povrch Země ve všech směrech, dokud by se nasetkaly na opačném místě glóbu, než stojí vysílač. Tento bod se nazývá antipod. Šířící se vlny by se odrazily od antipodu zpět k vysílači. Zde by byly zesíleny a znovu vyslány do světa. I když Tesla nebyl schopen využít svůj systém pro dálkový přenos elektřiny komerčně, moderní vědecké teorie a matematické výpočty podporují jeho přesvědčení, že bezdrátové šíření elektrické energie je možnou a uskutečnitelnou alternativou k rozšířenému a nákladnému přenosu elektřiny pomocí drátů, který se používá dodnes. [3]



Obr. 1 Teslova věž [3]

Poptávka po elektrické energii se v dnešní době stále zvyšuje, což má za následek znečištění životního prostředí, tenčení zdrojů energie, ale také narušování okolní krajiny sloupy elektrického vedení. Elektrický přenos pomocí drátů (obr. 2) ovšem způsobuje značné promrhávání životně důležitých zdrojů, neboť během dálkového vedení elektrického proudu přijdeme díky ztrátám na vedení o 26 – 30% vyrobené energie, což má

za následek poměrně drahou elektrickou energii a tím pádem i účinnost našeho distribučního systému je pouze 70%. To znamená, že pokud by se našel distribuční systém s vyšší účinností, znamenalo by to velké úspory na energii, zlepšoval by životní prostředí a šetřil energetické zdroje. Navrhovaný Projekt Tesla by ovšem měl účinnost 90 – 94%, což by snížil hodnotu elektrické energie spotřebované spotřebitelem, navíc by zbavil krajinu drátů a sloupů elektrického vedení.

Projekt Tesla by měl ovšem i další výhody. Například i v dnešní době existují místa na světě, kde není zavedená elektřina. Výstavba by byla příliš nákladná nebo dokonce nemožná. Takových míst existuje celá řada, například v Africe v Saharské poušti, na Sibiři, nebo v některých částech Číny. Navíc by projekt mohl distribuovat nadbytečnou energii do těchto částí v době, kdy jinde potřeba není. Největší poptávka po energiích je ve dne a v noci, vyspělé státy, své energetické kapacity nevyužívají. Takovou zemí jsou např. Spojené státy Americké, které mají schopnost vyrábět mnohem více energie, než spotřebují. Takovou energii by mohly Spojené státy v noci prodávat do jiných oblastí Země, kde je zrovna den a kde je zrovna vysoká poptávka.

V roce 1971 devět průmyslových zemí světa (s 25% světové populace) spotřebovalo 690 milionů kilowatů, což je 76% veškeré vyprodukované elektřiny. Zbytek světa spotřebovalo pouze 218 milionu kilowatů. EIA (Energy Information Agency) se sídlem ve Washingtonu vydala v roce 1985 zprávu, ve které se tvrdí, že ten rok se v síti vyprodukovalo 2489 miliard kilowatthodin. Když uvažíme, že cena za jednu kilowatthodinu je 0,04 dolaru, pak se jedná o roční příjem ve výši 100 miliard dolarů. Zpráva EIA též uvádí, že v roce 1985 se kapacita generátorů blížila číslu 656 118 milionů wattů. Z toho plyne, že při stoprocentním využití by se roční produkce blížila k číslu 50 740 miliard kilowatthodin. Jednoduchá matematika nám říká, že využíváme pouze 40% elektrické energie, kterou jsme schopni vyrobit. Když vezmeme v úvahu ztráty údržby, prostojů atd., pak můžeme prohlásit, že by bylo možno využít polovinu nadbytečné kapacity generátorů. [3]

Z těchto čísel plyne, že i přes velmi vysoké počáteční náklady, by byl Projekt Tesla velmi lukrativním a výhodným podnikem. Ovšem realizace takového projektu je velmi nepravděpodobná. Projekt nebyl nikdy prakticky vyzkoušen, existuje pouze v teoretické rovině a v rovině úvah. Náklady na výrobu by i tak byly příliš vysoké a samozřejmě i náklady na bourání stávající energetické sítě by nebyly zanedbatelné. Samostatnou otázkou

jsou sociální a politické možnosti. Jeden stát by mohl být zcela závislý na elektrické energii dodávané jiným státem a hrozily by konflikty.



Obr. 2 Elektrické vedení [7]

1.2 Rozdělení bezdrátového přenosu

Bezdrátový přenos energie, nebo také bezdrátové napájení, je přenos elektrické energie od zdroje k elektrické zátěži bez propojovacích kabelů. Slouží především tam, kde je nevhodné, nebezpečné, nebo nemožné použít klasického propojení pomocí kabelů. Bývá to především v prostředí s vysokou vlhkostí nebo nebezpečí výbuchu. Nejjednodušším příkladem je elektrický zubní kartáček, který je vystaven vysoké vlhkosti a nebezpečí kontaktu s vodou.

1.2.1 Bezdrátová komunikace

Bezdrátový přenos musíme především rozlišit na dvě skupiny. První skupina patří do oblasti telekomunikací, jako je například rádio. Jde o přenos pouze malého množství energie (informace) od vysílače k přijímači. Tohle malé množství, ale dokáže v přijímači vyvolat nepatrnou změnu a tím rozpoznat kód. Přijímač tedy musí mít vlastní zdroj energie, který je potřebný k jeho správnému fungování. Podle typu přenosu můžeme rozlišovat mezi komunikací optickou, rádiovou nebo sonickou. Optická komunikace pracuje na principu přenosu světla a je využívána v mnoha oblastech, např. infračervená komunikace v dálkových ovladačích nebo čidlech.

Rádiová komunikace se využívá především v televizních přenosech, vysílačkách, ale také i v dálkových ovladačích. Sonickou neboli zvukovou komunikaci využívají především ponorky a také samozřejmě verbální komunikace mezi lidmi. Příklady bezdrátové komunikace, kdy přijímače mají vlastní zdroj elektrické energie a přenáší se pouze informace jsou např. Bluetooth, 3G sítě, WiFi, IrDA, ale i Wireless USB (Universal Serial Bus) (obr. 3), kdy se jedná o bezdrátový USB přenos v počítačové technice, avšak nejpoužívanější technologie jsou Bluetooth, WiFi a IrDA.



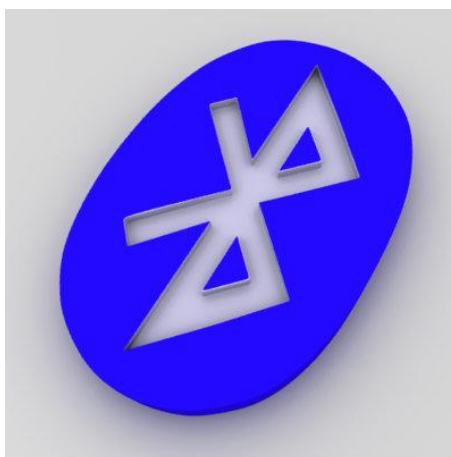
Obr. 3 Wireless USB [8]

Bluetooth

Jako nejtypičtější příkladem bezdrátového přenosu mezi dvěma mobilními zařízeními je technologie Bluetooth, kterou definuje standart IEEE 802.15.1. Zkratka IEEE znamená Institute of Electrical and Electronics Engineers, což je Mezinárodní standardizační institut. Jde o přenos malého množství energie a tudíž vysílač i přijímač musí mít vlastní zdroj energie. Základní myšlenku bezdrátového přenosu na krátké vzdálenosti měla firma Ericsson již v roce 1994. Až v roce 1998 vznikla skupina BSIG (Bluetooth Special Interest Group), která sdružovala firmy např. IBM (International Business Machines), Microsoft, Nokia atd., které se domluvily na specifikaci technologie bluetooth a začaly jej implementovat do svých produktů, aby mohly být vzájemně kompatibilní.

Bluetooth komunikuje v bezlicenčním pásmu od 2,400 GHz do 2,4835 GHz a komunikační kanály jsou vzdáleny od sebe 1 MHz, což umožňuje 79 použitelných kanálů. Aby nedocházelo k interferenčním rušením od různých zařízení poblíž přenosu, používá se tzv. Metoda kmitočtových skoků (FHSS). Její princip spočívá v přeskakování mezi několika frekvencemi při přenosu bitů a každý ze 79 kanálů má šířku pásma 1 MHz a přeskakuje 1600 krát za sekundu. Tím dochází ke zvýšení spolehlivosti, neboť nepotvrzená nebo

chybná informace se přenesou opět s jinou nosnou frekvencí tj. v dalším „skoku“. Standard Bluetooth pracuje ve dvou základních stavech a to Master a Slave. Stav Master získá zařízení, které se aktivuje v prostoru jako první a řídí frekvenční skoky a přiděluje komunikační kanály. Jeden Master může řídit až 7 Slave zařízení, takové síti se říká piconet. Bluetooth má několik výkonových úrovní, 1 mW, 2,5 mW, 100 mW, nejmenší výkon má dosah 10m a nejvyšší až 100m. Přenosová rychlost se pohybuje od 1 Mbit/s u verze 1.2 až po 24 Mbit/s verze 4.0. Co se týče bezpečnosti přenosu pomocí Bluetooth, tak na spojové vrstvě se používají 4 kódy. První je veřejná adresa o délce 48 bitů, kterou má každé zařízení jedinečnou, dále dva tajné klíče a náhodné číslo shodně s délkou 128 bitů. Samozřejmostí je zadání PIN (Personal Identification Number) kódu na obou zařízeních. Dalšími prvky, které slouží k bezpečnosti, jsou rychlé frekvenční skoky a také malý dosah signálu. [9]



Obr. 4 Znak Bluetooth [9]

WI-FI

Další nejpoužívanější technologií využívající bezdrátovou komunikaci je technologie WI-FI, kterou definuje hned několik standardů IEEE 802.11. Samotná zkratka WI-FI znamená Wireless Fidelity. Původním úkolem WIFI sítí bylo bezdrátové spojení zařízení a dále jejich připojování k lokálním sítím LAN (Local Area Network) (obr. 5), ovšem časem začala být hojně využívána především k bezdrátovému připojení k internetu. Masovému rozšíření WIFI sítí přispělo také uvolnění tzv. Bezlicenčního pásma 2,4 GHz, ve kterém

můžete volně vysílat bez nutnosti vlastnit některé z licenčních pásem. Nevýhodou takového pásma je ovšem silné rušení frekvenčního spektra a také špatná bezpečnost. Bezdrátová síť WIFI může být vybudována různými způsoby, ale klíčovou roli hraje tzv. identifikátor SSID (Service Set Identifier), pomocí kterého se rozlišují jednotlivé sítě a pomocí kterého mohou zařízení snadno zobrazit sítě, ke kterým je možno se připojit. Je to vlastně řetězec 32 ASCII (American Standard Code for Information Interchange) znaků.

Aby mohly mezi sebou zařízení od různých výrobců a různých platforem komunikovat, vydává Mezinárodní institut IEEE specifikaci standardů pod číslem 802.11, který dále úzce specifikuje jednotlivé standardy. Původní nejstarší standard 802.11 specifikoval přenos v pásmu 2,4 GHz s rychlostí 2 Mbit/s. Nejnovější standard je 802.11n, který dovoluje přenos v pásmech 2,4 GHz a 5 GHz s přenosovou rychlostí až 600 Mbit/s. [10]

Základním problémem bezdrátových sítí, pokud je používáte např. pro firemní síť, je to, že signál WIFI dokáže projít zdí či stropem, tudíž lze snadno odposlouchávat firemní komunikaci, nebo se prostřednictvím nezabezpečené sítě anonymně připojit k síti internet. Aby se tomu předcházelo, používá se pro vyšší bezpečnost především šifrování, autorizace a blokování vysílání SSID. Technologie WIFI je v dnešní době implementována prakticky do všech mobilních zařízení, např. mobilní telefony, notebooky, ale v dnešní době i do televizí. Signály WIFI sítí lze najít prakticky kdekoli a k internetu je možné prostřednictvím WIFI připojit i v letadlech či vlacích. [10]

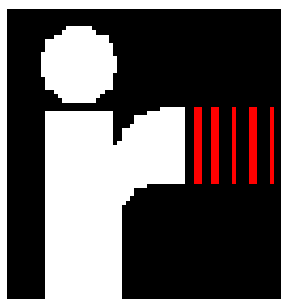


Obr. 5 WiFi připojení [10]

IrDA

IrDA je standard vytvořený IrDA konsorciem, který definuje bezdrátový přenos dat pomocí infračerveného záření. IrDA ve svých specifikacích definuje standardy jak fyzických koncových zařízení a protokolů, jimiž komunikují IrDA zařízení. Tento standard vznikl z potřeby mobilně propojit různé zařízení mezi sebou (hlavní využití IrDA je pro spojení přenosných počítačů, různých personálních komunikátorů a mobilních telefonů, ale IrDA rozhraním jsou vybaveny například i videokamery). IrDA konsorcium vzniklo v roce 1993 za účasti 20 různých společností a dalo si za úkol navrhnout standard pro bezdrátový přenos dat na krátkou vzdálenost pomocí infračerveného záření. Již za rok, tedy v roce 1994, byla vydána první verze IrDA standardu.[11]

IrDA zařízení komunikují pomocí infračervených LED (Light Emitting Diode) diod s vlnovými délkami vyzařovaného světla 875 nm (tolerance výroby asi 30nm). Přijímačem jsou fotodiody, které pracují v generačním režimu (při dopadu světla na přijímač světlo "vyrazí" elektrony, které se odvádí do elektronického filtru, který propustí jen ty frekvence, které jsou povoleny pro daný typ IrDA modulace).[11]



Obr. 6 Značka IrDA [11]

1.2.2 Výkonový přenos

Do druhé skupiny patří soustava vysílače a přijímače, kdy přijímač nedisponuje žádným vlastním zdrojem elektrické energie (obr. 7). To znamená, že vysílač vysílá energii, která je potřebná nejen k přenesení informace, ale i k napájení přijímače. Taková soustava ovšem musí mít vysokou účinnost, která by neměla být nižší než 70%. Hlavními problémy výkonového přenosu je efektivita, která se s vzdáleností velmi výrazně snižuje, dále je to

nebezpečí pro živé organismy, který by se vyskytovaly mezi vysílači a přijímači, to lze ovšem eliminovat použitím vhodné technologie.



Obr. 7 Výkonový bezdrátový přenos energie [12]

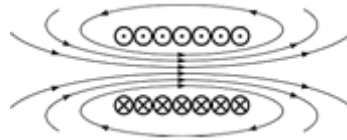
2 ZPŮSOBY BEZDRÁTOVÉHO PŘENOSU ENERGIE

V dnešní době již samozřejmě existuje možnost přenášet informaci bezdrátově, existují bezdrátová zařízení, která k přenosu informace nepotřebují vůbec žádné kabely, ovšem jeden kabel přece jen potřebují ať už k stálému napájení nebo k nabití baterie. Proto se jako nejnovější technologie začíná objevovat bezdrátové napájení nebo nabíjení spotřebičů. Jedná se o nahrazení posledního kabelu, vedoucímu k zařízení a tudíž k jeho naprosté mobilitě a nezávislosti na kabelovém připojení. K bezdrátovému přenosu energie lze samozřejmě použít několik fyzikálních principů s různými vlastnostmi a samozřejmě s možnostmi využití a nasazení do komerční sféry.

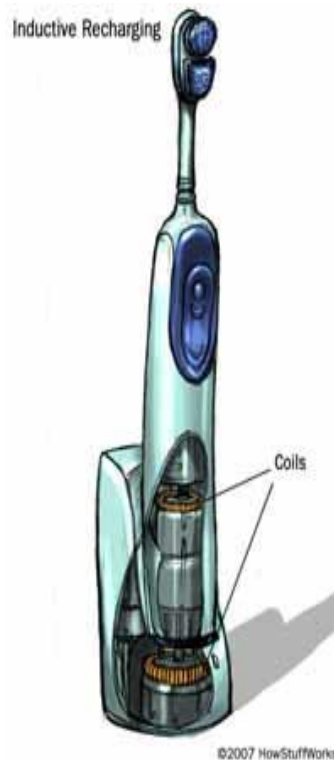
2.1 Elektromagnetická indukce

Jedná se o nejběžnější bezdrátový přenos a zároveň i přeměnu elektrické energie. Již dlouho se využívá ve velké energetice, počínaje generátory v elektrárnách, přes transformátory až po nabíječky mobilních telefonů. Její princip (obr. 8) je již tedy delší dobu znám a proto vychází jako nejlogičtější fyzikální princip pro bezdrátový přenos energie.

Když umístíme elektrický obvod do magnetického pole, pak tímto obvodem nebude procházet žádný elektrický proud, pokud se magnetické pole nebude v čase měnit (je stacionární) a pokud se elektrický obvod nebude pohybovat. Ovšem v obvodu začne procházet elektrický proud, pokud se smyčka začne pohybovat nebo se magnetické pole začne v čase měnit. To je velice důležité pro bezdrátový přenos energie. Změnou magnetického pole se v cívce připojené k obvodu začne indukovat elektrické napětí a obvodem začne procházet indukovaný proud. To má za následek, že obvodem začne procházet proud i přes to, že k němu nebyl připojen žádný zdroj. Tohoto jevu se již využívá a jsou na trhu běžně ke koupi. Jedná se o elektrické kartáčky na zuby (obr. 9). Uvnitř nabíjecího stojanu je jedna cívka a uvnitř kartáčku je druhá, tím dochází pomocí indukce k bezdrátovému nabíjení kartáčku. Toho se využívá především proto, že drátový spoj by byl v koupelně nebezpečný kvůli vysoké vlhkosti a nebezpečí vody. [4]



Obr. 8 Elektromagnetická indukce [13]



Obr. 9 Bezdrátový zubní kartáček [14]

2.2 Elektromagnetické vlny

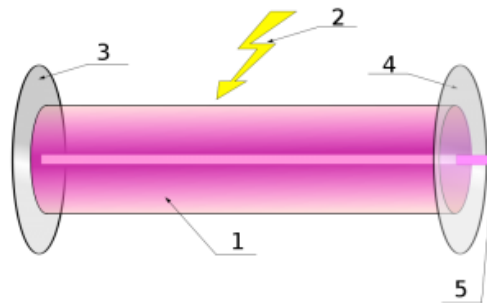
Nejběžnějšími způsoby přenosu energie pomocí elektromagnetických vln je laser a mikrovlny.

2.2.1 Laser

Laser (Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation) neboli zesilování světla stimulovanou emisí záření je optický zdroj elektromagnetického záření. Světlo z laseru je vyzařováno úzkým svazkem a je koherentní a monochromatické. To znamená, že vlnění vycházející z laseru má stejnou frekvenci, stejný směr i stejnou fázi a kmitá pouze na

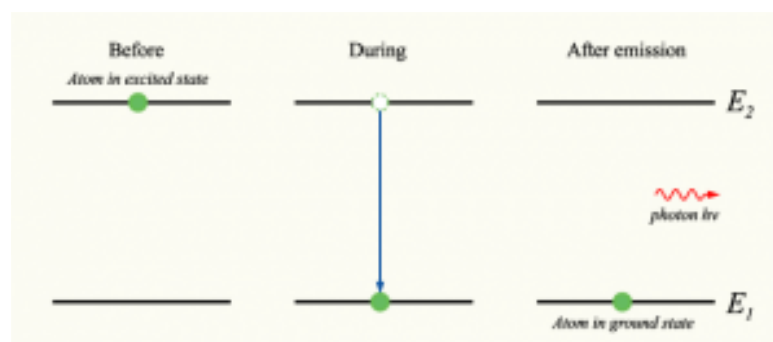
jediné frekvenci. Laser se skládá z aktivního prostředí, rezonátoru a zdroje energie. Zdroj energie může být například výbojka, která energeticky vybudí elektrony ze základní energetické hladiny do vyšší energetické hladiny a tím dojde k tzv. excitaci. Když poté elektrony přechází zpět na nižší energetickou hladinu, dojde k vyzáření energie ve formě fotonů. Výsledkem je paprsek fotonů, který poté opouští laser skrze polopropustné zrcadlo.

Laserů (obr. 10) existuje mnoho druhů, přesto má většina společný princip a skládá se z aktivního prostředí (1), zdroje (2) a rezonátoru (3,4).



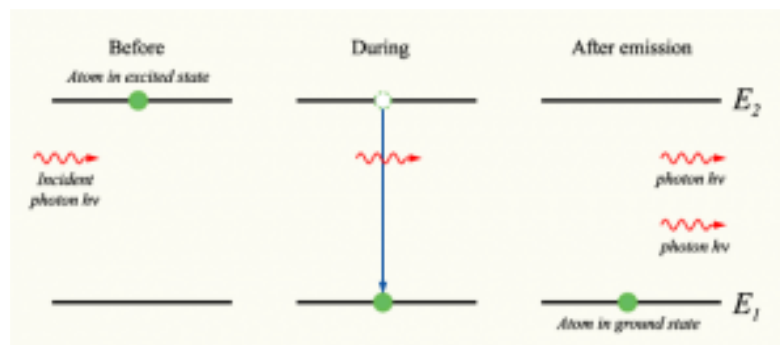
Obr. 10 Princip laseru [15]

Aktivní prostředí je látka, ve které vzniká zdroj fotonu. Dochází zde k excitaci elektronů do vyšších energetických hladin. Po opětovném přeskoku elektronu na základní energetické hladiny dochází k emisi fotonů. Podle použitého aktivního prostředí můžeme lasery rozdělit do několika základních skupin: plynové, pevnolátkové, polovodičové nebo diodové, kaskádní a lasery na volných elektronech. Máme dva základní mechanismy emise daných fotonů, spontánní a stimulovaná emise.[15]



Obr. 11 Spontánní emise fotonů [15]

Při spontánní emisi (obr. 11) dochází ke kvantovému vyzáření z excitovaného elektronu při přeskočení na základní energetickou hladinu. Vyzářený foton má energii danou přesně energetickým rozdílem těchto hladin. Má ovšem náhodný směr, polarizaci a fázi. Této emisi říkáme luminiscence nebo fluorescence. Nedojde-li k tomuto zářivému přechodu z důvodu absorpce uvolněné energie například ve formě tepla, mluvíme tak o rekombinaci. [15]



Obr. 12 Stimulovaná emise fotonů [15]

Stimulovaná emise (obr. 12) je velmi důležitá pro funkčnost laseru. Teoreticky ji předpověděl již v roce 1917 A. Einstein a v roce 1928 ji napozoroval R. W. Landenburg společně s H. Kopfermannem. Jedná se opět o kvantový jev, při kterém dopadající částice (nejčastěji foton) stimuluje přechod excitovaného elektronu do základního stavu za současného vyzáření dalšího fotonu se stejnými vlastnostmi jako má stimulující částice. Ke stimulované emisi musí dojít dříve, než elektron emituje spontánně (10^{-3} až 10^{-7} s). Vyzářený foton má pak stejnou vlnovou délku, polarizaci a směr jako stimulující foton. Navíc díky této emisi roste lineárně počet vyzařovaných fotonů. Nutnou podmínkou, aby k stimulované emisi docházelo, je dostatek excitovaných elektronů. Tomuto stavu říkáme inverzní populace. Za normálních okolností se intenzita světla při průchodu látkou snižuje, neboť počet atomů v základním stavu (označme tento počet N_1) je o mnoho vyšší než počet atomů v excitovaném stavu (označme tento počet N_2). Inverzní populací nazveme stav když $N_2 > N_1$. Většina laserů využívá právě této stimulované emise při inverzní populaci. [15]

Nevýhodou bezdrátového přenosu energie pomocí laseru je jeho účinnost a samozřejmě také skutečnost, že laser vyžaduje přímou viditelnost mezi vysílačem a přijímačem, což je pro praktické využití téměř nepoužitelné. Samozřejmostí je nebezpečí laseru pro lidský organismus, hlavně popálení sítnice. Navíc převod elektrické energie na laserové světlo a zpět je velice neefektivní, účinnost se pohybuje mezi 1 až 5 %. Z toho vyplývá, že bezdrátový přenos energie pomocí laseru nemá příliš uplatnění.

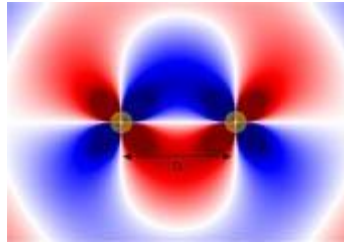
2.2.2 Mikrovlny

Mikrovlny jsou elektromagnetické vlny o vlnové délce od 1 mm do 1 cm, což odpovídá frekvenci 3 GHz až 300 GHz. Lze je snadno generovat pomocí magnetronu. Je to neionizační nedestruktivní záření o nízké energii, které není pro živé organismy nebezpečné při nízkých výkonech. Mikrovlny se používají v nespočtu různých odvětví, jako jsou mikrovlnné trouby, radary, WIFI technologie i mobilní telefony. Mikrovlny reagují různě při průchodu různými látkami. Např. vzduchem, sklem, umělou hmotou mikrovlny jednoduše pronikají, naopak v materiálech, které mikrovlny pohlcují (např. voda) se přeměňují na teplo. Poslední případ je, kdy materiály mikrovlny jednoduše zcela odráží, např. kovy).

Mikrovlny lze snadno generovat, snadno zachycovat a i přímo měnit zpět na elektrickou energii s účinností až 90%, takže není problém přenést bezdrátově energii dokonce s vysokou účinností. Problém je, že pokud se snažíme přenést energii s vysokým výkonem, pak ovšem mikrovlny ohrožují zdraví živých organismů a tudíž ani mikrovlnný přenos energie není možné komerčně využít.

2.2.3 Tlumené vlny

Energii lze přenášet také pomocí tlumených elektromagnetických vln. Ty vytváří nezářivé elektromagnetické pole (obr. 13). Nezářivé elektromagnetické pole by mělo být netečné ke svému okolí a mělo by pouze vliv na speciální přijímače z dielektrika, které by s polem rezonovaly. Tyto přijímače vytváří běžné elektromagnetické vlny, které se pak snadno přemění na elektrickou energii. Takový přenos by měl fungovat až na vzdálenost 5 metrů. Jedná se o nejnovější technologii, která ještě nebyla dostatečně prozkoumána.



Obr. 13 Nezářivé elektromagnetické pole [13]

2.2.4 Magnetická rezonance

V současné době nejpokročilejší technologie bezdrátového přenosu energie využívá principu magnetické rezonance. Tuto nejnovější technologii má ovšem patentovanou společnost Sony, která z pochopitelných důvodů nechce veřejně uvolnit informace, jak přesně technologie funguje, takže lze předpokládat její komerční využití. Nicméně technologie magnetické rezonance využívá princip, kdy je ve zdroji umístěna cívka, která vytváří magnetické pole. V zařízení, které energii přijímá, je také cívka, která je indukovaná magnetickým polem, kterou vytvořila cívka ve vysílači a tím je bezdrátový přenos dokončen. Jde o výkonový přenos energie 60 Wattů na vzdálenost až 50 cm s účinností 80%. Sony také vyvinula dodatečnou pasivní jednotku, která se umístí mezi vysílač i přijímač a dokáže prodloužit vzdálenost mezi zařízeními až na 80 cm, při zachování účinnosti 80%.



Obr. 14 Bezdrátový přenos energie od Sony [12]

3 SOUČASNÉ VYUŽITÍ BEZDRÁTOVÉHO PŘENOSU

3.1 Wireless power consortium

Jedná se sdružení nezávislých společností, které usilují o zavedení jednotného systému a standardizaci pro technologie bezdrátového přenosu energie. Členy tohoto sdružení jsou firmy jako například Nokia, Sony Ericsson, Panasonic, Phillips, LG, Motorola atd. Jejich úkolem je zbavit všech mobilních zařízení závislosti na kabelech a tak vytvořit opravdu mobilní zařízení. Také usilují o vytvoření opravdu univerzální bezdrátové nabíječky, která by byla schopna najednou nabíjet několik různých zařízení od různých výrobců a zároveň byla schopna tyto zařízení nabít za stejnou dobu jako klasické drátové nabíječky. Sdružení nejprve vytvoří standart pro zařízení o výkonu 5 wattů a nižší a až poté vyvine standart pro vysoce výkonné přístroje.

3.1.1 Qi logo

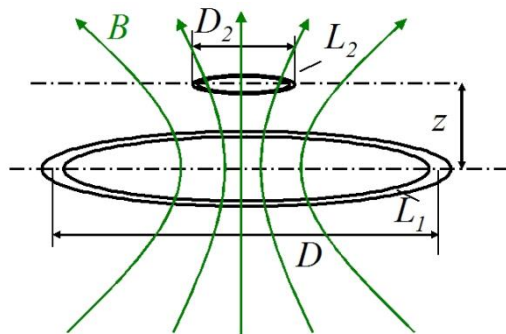
Bezdrátové sdružení si zvolilo logo Qi (obr. 15) pro označení všech výrobků, které budou splňovat všechny jejich požadavky a budou kompatibilní pro přenos bezdrátové energie. Logem budou označeny jak vysílače (bezdrátové nabíječky), tak i přijímače (zařízení, které budou schopny přijmout bezdrátově energii). Zkratku Qi si sdružení zvolilo proto, že znamená „životní energie“ a v Asijské filozofii zkratka znamená „nehmotný tok energie“. Logo musí být snadno čitelné a viditelné, neboť zařízení, které budou schopny přijímat bezdrátovou energii, mohou být i velmi malých rozměrů. Například bezdrátové nabíjecí stanice mohou být umístěny na letištích, v hotelech, restauracích a lidé díky logu snadno poznají, že si zde mohou bezdrátově nabýt své zařízení. Za pár let si lidé začnou vybírat nové mobilní telefony, také podle toho, zda mají na sobě logo Qi a zda si jej tedy mohou bezdrátově nabíjet pomocí domácí bezdrátové nabíjecí stanice.



Obr. 15 Qi logo [5]

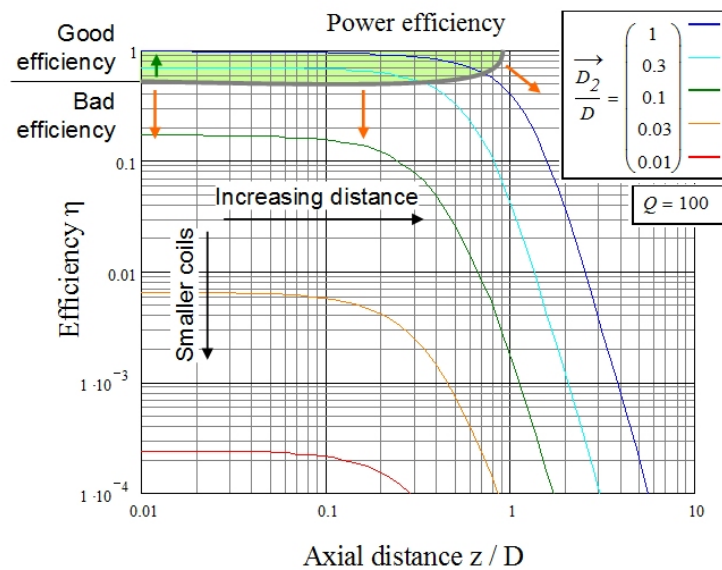
3.1.2 Základní princip

Základní princip přenosu energie, které preferuje Sdružení je velice jednoduchý. Pracuje na principu vázaného indukčního přenosu energie (obr. 16). Skládá se z jedné vysílací cívky L1 a jedné přijímací cívky L2. Obě cívky tvoří systém magneticky vázaných cívek. Střídavý proud ve vysílací cívce L1 vytváří magnetické pole, které indukuje napětí v přijímací cívce L2. Toto indukované napětí je možno využít pro napájení mobilních zařízení nebo nabíjení baterií. D udává průměr vysílací cívky, D_2 průměr přijímací cívky a Z vzdálenost mezi cívkami.



Obr. 16 Princip elektromagnetické indukce [5]

Účinnost takového přenosu je velmi vysoká, ale ovšem jen na krátké vzdálenosti. Na delší vzdálenosti je nepoužitelná kvůli vysokým ztrátám při přenosu, proto je indukční nabíjení vhodné např. při položení zařízení na vysílací desku.



Obr. 17 Efektivita bezdrátového přenosu [5]

Obrázek 17 ukazuje míru efektivního přenosu energie, kdy osa x představuje efektivitu přenosu energie a osa y vzdálenost mezi oběma cívkami. Barevné čáry znázorňují vzájemný poměr velikosti obou cívek, kdy nejefektivnější přenos energie je za stavu, kdy vysílací i přijímací cívka mají stejný průměr a jsou od sebe vzdáleny pouze desetinu jejich průměru. Z grafu je tedy jasně patrné, že přenos na větší vzdálenosti není možný, protože v takovém případě by cívky musely mít obrovský průměr, ale v případě že zařízení, které přijímá energii je položené na desce, které energii vysílá, tak je efektivita přenosu velmi vysoká.

3.1.3 Kompatibilita nebo svoboda

Qi je o kompatibilitě a svobodném designu. Kompatibilita znamená, že když uvidíte logo Qi, víte, že „to bude fungovat“. Mobilní produkt nesoucí logo Qi bude možné nabíjet všemi druhy vysílačů, které nesou logo Qi. Svobodný design znamená, že výrobci nejsou omezeni v designu výrobků, protože výrobci své produkty musejí inovovat a odlišovat. Proto se vždy musí najít kompromis mezi kompatibilitou a designem a to je mnohdy velmi těžké. Prioritou sdružení je tedy hlavně kompatibilita, jejich motto je doslova „Kompatibilita je král“. V první řadě zařízení musí správně fungovat a až poté je možnost ho upravovat a vylepšovat. A druhou prioritou Sdružení je, že přijímače mají přednost před

vysílači, protože komerčně je nutné nejprve dostat to popředí přijímače, hlavně kvůli zařízením, které přijímají energii, se budou prodávat vysílače. Přijímače řídí trh.

3.1.4 Pracovní plán

V nejbližší době chce Sdružení především zlepšit a rozšířit specifikace pro bezdrátové napájení. Dále pak zvyšovat úroveň svobodného designu a tak rozšiřovat nabídku zařízení, které je možné uvést na trh a samozřejmě i rozšiřovat seznam firem, které se do Sdružení přihlásí a tím dále zvětšovat svůj podíl na trhu. V současnosti členové Sdružení navrhli další typy vysílačů, které právě prochází zkouškami a testy. Pokud uspějí, mohou se na trhu objevit další typy vysílačů od různých firem, což opět zviditelní bezdrátový přenos energie. Sdružení také začalo pracovat na rozšíření specifikace Qi na střední výkon, který bude dodávat až 120 wattů. [5]



Obr. 18 Logo bezdrátového konsorcia [5]

3.2 WiTricity

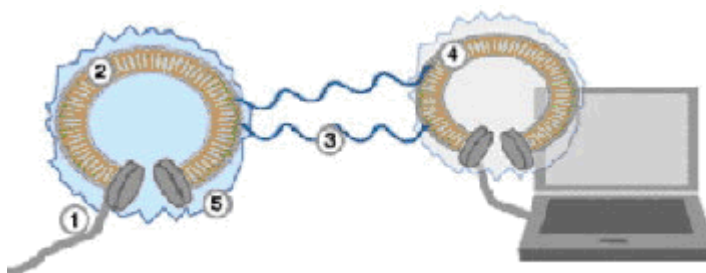
Již na podzim roku 2006 se technikům z MIT (Massachusetts Institute of Technology) podařilo přenést vzduchem energii z vysílače do přijímače na vzdálenost zhruba dvou metrů. Dost pro napájení 60W žárovky. Tato technologie byla označena marketingově atraktivním pojmem WiTricity (wireless electricity – bezdrátová elektřina). 60 wattů se nemusí zdát jako moc, ale takový výkon stačí k napájení několika menších přístrojů jako mobilní telefon, hudební přehrávač atd. Tímto způsobem by odpadla poměrně otravná činnost spočívající v nutnosti dobíjet přístroje připojováním ke kabelu. Nicméně k uskutečnění takové vize je ještě kus cesty. V rámci výzkumu je jako často napájené zařízení zmiňován notebook, který se po přinesení do kanceláře sám začne dobíjet. Vysílací a přijímací elektrická cívka mohou být vzdáleny několik metrů a lze mezi ně umístit i pevnou překážku. Technologie WiTricity je podobná magnetické indukci tak, jak probíhá například v transformátorech elektrického napětí. Tam jsou nerezonanční cívky s elektrickým proudem velmi blízko sebe, ale nedotýkají se. Ovšem jak se vzdálenost mezi

cívkami zvyšuje, stává se přenos proudu vysoce neefektivní, až nulový. Myšlenka na přenos proudu vzduchem není nová, velmi intenzivně se jí věnoval americký génius srbského původu Nikola Tesla. [16]

3.2.1 Princip WiTricity

1. Přívod energie do měděné antény.
2. Anténa rezonuje na frekvenci 6,4 MHz, vysílá elektromagnetické vlny.
3. Energetické „ocásky“ šahající do vzdálenosti až pěti metrů.
4. Elektrický proud je absorbován přijímající anténou, například připojenou k notebooku. Ta musí rezonovat na stejné frekvenci jako vysílající, tedy 6,4 MHz.
5. Nadbytečná energie nevyužitá notebookem je zpětně absorbována vysílající anténou.

Lidé ani předměty nejsou přenášenou energií ovlivňováni, protože nerezonují na frekvenci 6,4 MHz.



Obr. 19 Princip WiTricity [16]

3.3 Powermat

Společnost Powermat je v současné době jedna z mála, která úspěšně uvedla na trh bezdrátové nabíječky a pouzdra k některým mobilním zařízením, které dokážou bezdrátové nabíjení umožnit pomocí elektromagnetické indukce. Zástupci firmy uvádí, že účinnost nabíjení přesahuje 90%, což se dá srovnat s nabíjením pomocí kabelových nabíječek. Na CESu 2009 firma uvedla nabíjecí „ploténku“, na kterou lze snadno položit mobilní telefon, přehrávače nebo ovladače a tím je tak velmi snadno nabíjet. Mobilní zařízení lze snadno uložit do pouzdra, které obsahuje přijímací cívkou a jelikož je cívka zabudovaná do tenké destičky, lze ji zabudovat do pouzdra a tak velmi snadno použít. Tento princip je velice

jednoduchý, protože výrobci mohou destičku použít jako zadní kryt například mobilního telefonu, takže náklady na výrobu nebudou příliš vysoké a styl mobilního telefonu se nemusí nikterak měnit. Společnost Powermat ale jde se svojí vizí dál a jejím dlouhodobějším cílem je budovat své nabíjecí destičky například do stolů v kancelářích nebo do kuchyňských linek. V kuchyni by pak naprosto zmizely všechny kabely, které jsou nevzhledné a v častých případech také překáží a obecně by se zlepšila i hygiena. Nejambicióznějším projektem, se kterým společnost v budoucnu počítá, je pak zabudování nabíjecích destiček přímo do zdí, podlah i stropů. Nemusely by se pak vůbec vrtat do zdi další přívodní kabely, žádný spotřebič by neměl žádné dráty, televizi by bylo možno jen upevnit na zeď a libovolně s ní manipulovat, odpadly by prodlužovací šňůry a pokoj by bylo možno libovolně přestavovat bez ohledu, kde jsou zabudovány zásuvky. Nehledě na ohromné snížení požárního rizika kvůli chybějícím prodlužovacím šňůrám a kabelům. V současné době společnost Powermat podepsala smlouvu se společností Generals Motors a bude jim dodávat své zařízení, které se bude montovat na palubní desky aut a tak bezdrátově dobíjet přístroje i při cestování. Podepsala také smlouvu se společností Arconas, která dodává do 130 světových letišť lavice a další nábytek. Zde by měly být indukční podložky integrovány do opěrek sedaček a tak mohou letiště nejen nabízet zdarma internet ale také snadnou možnost si dobít například mobilní telefon, a později i dokonce notebooky.



Obr. 20 Logo Powermat [17]



Obr. 21 Bezdrátové napájení kuchyňského mixéru Powermat [17]

3.3.1 Nabíjecí podložka Mat

Nabíjecí podložka Mat (obr. 22) je zařízení, které dokáže bezdrátově nabíjet přístroje, které položíte na podložku. Najednou dokáže nabíjet až 3 zařízení. Uprostřed každé části je malý magnet, který dokáže přístroj udržet na správném místě a tak jej efektivně nabíjet. Samozřejmostí je zvukové a optické upozornění a automatické vypnutí nabíjení v případě, kdy je přístroj plně nabitý. V současné době se prodává za 80 dolarů.



Obr. 22 Napájecí podložka Mat [17]



Obr. 23 Příklady použití napájecí podložky Mat [17]

3.3.2 Přijímací pouzdra

Zatím neexistuje žádný standart pro bezdrátové nabíjení spotřebičů, a tak v žádném mobilním zařízení nenajdete nabíjecí ploténky. Proto společnost Powermat vyrábí pouzdra, do kterých se příslušné zařízení vloží a je schopno přijímat energii přes nabíjecí ploténky (obr. 24). Takové pouzdra jsou velmi tenká a příliš nezvětšují rozměry ani hmotnost spotřebiče. Každé pouzdro je speciálně upraveno pro konektor konkrétního výrobce, takže není možné používat jedno pouzdro pro víc spotřebičů. Společnost v současné době vyrábí pouzdra pro iPhone, iPad, BlackBerry, Motorola a Nintendo DS.



Obr. 24 Pouzdro pro iPhone [17]

3.3.3 PowerCube

Pokud nevlastníte žádné zařízení, ke kterému společnost Powermate vyrábí bezdrátová pouzdra, je tu možnost si pořídit zařízení s názvem PowerCube (obr. 25). Jedná se o malé zařízení, které má v sobě zabudovanou nabíjecí destičku a také obsahuje 6 konektorů, pomocí kterých můžete nabíjet bezdrátově další tisíce mobilních přístrojů. PowerCube má obrovskou výhodu, protože již nemusíte ke každému spotřebiči uchovávat nabíjecí kabely, všechny mobilní přístroje můžete nabíjet jen pomocí jedné malé krabičky. Zařízení se položí na nabíjecí ploténku Mat a připojí se k němu mobilní zařízení a tím dojde k nabití zařízení.



Obr. 25 PowerCube [17]



Obr. 26 PowerCube v praxi [17]

3.4 eCoupled

Společnost Fulton Innovation vyvinula technologii eCoupled, která pracuje na stejném principu jako Powermat, ovšem s vyšší efektivitou a to až 98% při přenosu 120V / 1,4 kW). Technologie je téměř stejná, kdy se jedná o bezdrátový přenos mezi vysílací ploténkou a přijímacím pouzdem pomocí elektromagnetické indukce. Ovšem společnost Fulton Innovation je členem sdružení Wireless power consortium, které, jak již je uvedeno výše, se snaží standardizovat bezdrátové nabíjení spotřebičů, a tak jeho zařízení má větší šanci v budoucnu na trhu uspět, protože bude splňovat požadavky a bude možno jím nabíjet i spotřebiče jiných výrobců, bez použití pouzder. Společnost vynalezla také univerzální ovladač. Ničím se neliší od běžných ovladačů až na to, že neobsahuje žádné baterie. Uvnitř má pouze tzv. Superkondenzátor, který sice vydrží napájet ovladač pouze jeden den, zato jeho nabití trvá jen 10 sekund.



Obr. 27 eCoupled [18]

3.5 Nejnovější technologie

Nejnovější technologie v oblasti nabíjení postupují velice rychle a vynalézavost některých společností nezná meze. Například Max Dnoelan vynalezl zařízení, které získává energii z pouhé lidské chůze. Váží 1,5 kilogramů a dokáže dodávat až 5 wattů, což stačí na nabíjení deseti mobilních telefonů. Prototyp DanceCharger se zase upíná na paži pomocí suchého zipu a energii získává z otřesů např. při chůzi, tanci nebo při sportování. V poslední době velký rozruch způsobilo zařízení s názvem Air power (obr. 28). To dokáže získávat energii z pouhého WIFI signálu. Jedná se o neaktuálnější novinku, takže výrobce nevedl další technické údaje, jen že nabití klasického mobilního telefonu trvá přibližně 6 až 8 hodin.



Obr. 28 RCA Airpower [19]

3.6 Zdravotní účinky elektromagnetických polí

Lidé po celém světě jsou, v současné době, vystaveny různými druhy elektromagnetických polí a jejich úroveň se i nadále bude zvyšovat postupným rozvojem technologií. V rámci své charty na ochranu veřejného zdraví a v reakci na obavy veřejnosti, Světová zdravotnická organizace stanovila v roce 1996 Mezinárodní EMF projekt, který posuzuje možné zdravotní účinky elektromagnetických polí na člověka v rozsahu 0 až 300 GHz, které se dále dělí na statické (0 Hz), extrémně nízké frekvence (0 – 300 kHz), střední frekvence (300 kHz až 10MHz) a radiofrekvenční (10MHz až 300 GHz). Výzkum probíhá nadále i v současnosti, ale všechny výsledky zatím ukázaly, že expozice elektromagnetických polí na člověka jsou nižší, než limity které doporučuje Světová zdravotnická organizace. Podle výsledků žádné elektromagnetické pole v rozsahu 0 až 300

GHz nemá škodlivé účinky na lidský organismus, avšak stále existují jisté mezery ve znalostech, takže výzkum i nadále pokračuje. [20]

II. PRAKTICKÁ ČÁST

4 SOUČASNÉ VYUŽITÍ BEZDRÁTOVÉHO PŘENOSU V PRŮMYSLU KOMERČNÍ BEZPEČNOSTI

V průmyslu komerční bezpečnosti se bezdrátového přenosu energie v posledních letech využívá poměrně často. Jako nejčastější technologií je přenos informací zejména v souvislosti s kriminální činností a to hlavně v oblasti informování o vniknutí pachatele do chráněného prostoru nebo objektu. Jsou to nejčastěji poplachové zabezpečovací systémy. Takový systém se skládá především z ústředny a několika nebo i mnoha komponenty, se kterými ústředna komunikuje a od kterých přijímá informace. Pro přenos informací, ale i pro napájení komponentů se používalo a stále i používá klasického spojení drátovými vodiči. To však způsobuje celou řadu problémů. Dráty se musejí schovat před záměrným ale i náhodným přerušením, např. vykopnutí drátu, přestřížení apod. Proto se musejí používat lišty, které dráty zakryjí a také je nutnost vrtat do přepážek uvnitř objektů, což ztěžuje a prodražuje práce. Dalším velkým problémem je, že kabelové vedení a elektrotechnika, může velice snadno způsobit zkrat a zapříčinit tak požár objektu. Poté musí přijít na řadu kriminalistická elektrotechnika, která zkoumá příčiny vzniku požáru elektrotechnickými zařízeními a vina za požár posléze může padnout na projektanta, technika, nebo montéra, který poplachový zabezpečovací systém instaloval. V současnosti se častěji využívá bezdrátový přenos informací mezi ústřednou a komponenty, který usnadňuje instalaci, ulehčuje práci a zvyšuje bezpečnost v objektu. Nevýhodou ovšem je, že bezdrátové komponenty musí obsahovat vlastní zdroj elektrické energie. Proto mají komponenty uvnitř baterie, které se ovšem musí měnit. U některých výrobců dokonce každý rok, což má negativní dopad ten, že komponent se musí ze zdi sundat a otevřít kryt. [1] [2]

Bezdrátový přenos energie využívají samozřejmě i jiné druhy komponent. Např. infračervené závory nebo bariéry, které pracují na principu vysílače a přijímače. Vysílač vysílá infračervený paprsek, který přijímá přijímač a tím se vyhodnocuje vniknutí osoby do chráněného prostoru. Informace o narušení od závory k ústředně samozřejmě pracuje také na principu bezdrátového přenosu, avšak opět musí v sobě obsahovat zdroj energie tj. baterie.

Praktická část bakalářské práce se věnuje především bezdrátovým přenosem energie, která probíhá mezi komponenty a ústřednou PZS (Poplachová zabezpečovací signalizace), proto

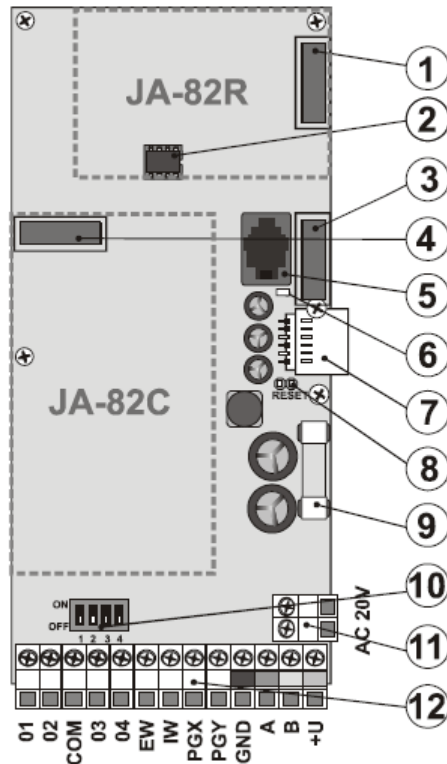
jsou jako důležité parametry komponentů uvedeny především baterie, vydrž baterie, napětí, frekvence bezdrátové komunikace a maximální dosah komunikace.

4.1 Příklady bezdrátových prvků firmy Jablotron

Firma Jablotron alarms a.s. je nejvýznamnější česká firma působící na trhu s bezpečnostními systémy a komponenty. Uvádí na trh zejména dva své systémy, které pracují na principu bezdrátového přenosu informací od komponentů k ústředně. Je to Systém OASIS 868 MHz a Systém PROFI 433 MHz. Systém OASIS 868 MHz je moderní bezdrátový zabezpečovací systém určený k ochraně domů. Hodí se jak pro obytné prostory, tak i obchody, kanceláře, sklady, dílny apod. Může hlásit vloupání, požár, zatopení vodou, nebezpečí mrazu, nebezpečí přehřátí, zdravotní obtíže, přepadení a případně další rizika. Unikátní jsou v Oasisu bezdrátové detektory pohybu se zabudovanou kamerou. Posílají při poplachu fotografie (na mobilní telefon a počítač). Díky tomu je vidět co se v místě skutečně děje. Oasis je koncipován jako bezdrátový systém a díky tomu je jeho instalace snadná. Připojit lze také klasické prvky kabelem. Drátové a bezdrátové periferie lze libovolně kombinovat, takže je možná jak zcela bezdrátová, tak drátová anebo kombinovaná sestava. Bezdrátové prvky komunikují protokolem v pásmu 868 MHz na vzdálenost několika stovek metrů. Antény jednotlivých prvků jsou skryty uvnitř a systém provádí nepřetržitou kontrolu připravenosti bezdrátových prvků (každých 9 minut). Bezdrátové prvky jsou napájeny lithiovými bateriemi, které mají typickou dobu životnosti cca 3 roky. Vybití baterie systém hlásí (uživateli ale také servisnímu technikovi).

4.1.1 Hybridní ústředna JA-82K

Jedná se o hybridní ústřednu, tudíž na ni může být připojeno až 50 bezdrátových prvků, z toho 14 může být drátových. Jak vidíme i na této ústředně, tak počet prvků, které mohou být připojeny přímo dráty na ústřednu je omezen. Proto je daleko výhodnější používat bezdrátovou komunikaci, protože lze připojit více prvků na jednu ústřednu, které se připojují buď automatickým naučením, nebo zadáním jejího výrobního čísla v režimu servis. Ústředna komunikuje s prvky na frekvenci 868 MHz pomocí radiového modulu JA-82R. [21]



Obr. 29 Ústředna JA-82K [21]

1. Konektor pro bezdrátový modul JA-82R
2. Výměnná paměť parametrů ústředny
3. Konektor pro komunikátor
4. Konektor pro modul drátových vstupů
5. Konektor sběrnice
6. Indikace chodu ústředny
7. Konektor kabeláže skříně
8. Propojka RESET
9. Pojistka 1 A
10. Povolení vstupů 1-4
11. Přívod z transformátoru
12. Svorkovnice

4.1.2 Bezdrátová klávesnice JA-81RGB

Jedná se o bezdrátovou klávesnici, která slouží pro ovládání a programování.

Technické parametry	
Napájení	2x lithiová baterie (3,0 V)
Typická životnost baterie	cca 2 roky
Napájení z externího zdroje	12 V
Klidový odběr proudu	do 100mA
Komunikační pásmo	868 MHz, protokol OASIS
Komunikační dosah	cca 100 m(přímá viditelnost)

Tab. 1 Technické parametry bezdrátové klávesnice JA-81RGB [21]

Jak lze vyčíst z technických parametrů (tab. 1), tak omezením bezdrátové klávesnice jsou baterie, které se musí každé 2 roky měnit. V současnosti si musíme vybrat, jestli klávesnici drátovou, ke které ovšem musíme zavést dráty a tudíž např. bourat příčky, nebo klávesnici bezdrátovou u které ovšem musíme měnit po určité době baterie.



Obr. 30 Bezdrátová klávesnice JA-81RGB [21]

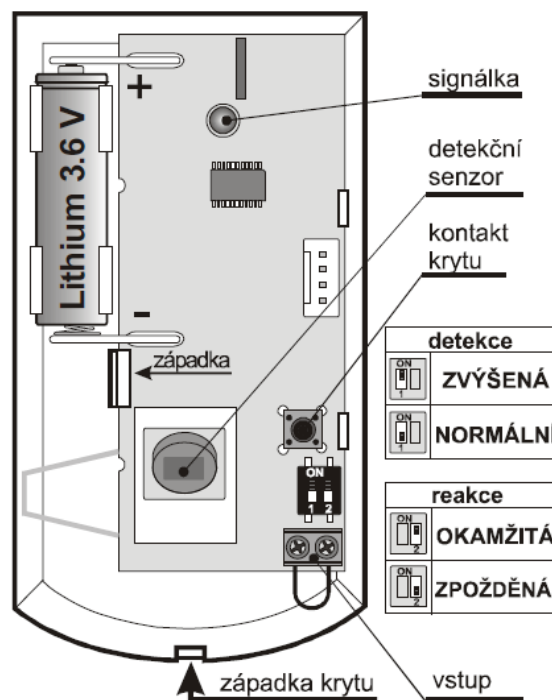
4.1.3 Bezdrátový PIR detektor JA-80P

Detektor JA-80P (obr. 31) slouží k prostorové detekci pohybu osob uvnitř budov pomocí PIR čidla.

Technické parametry	
Napájení	Lythiová baterie (3,6V AA, 2,4Ah)
Typická životnost baterie	cca 3 roky
Komunikační pásmo	868MHz, protokol OASIS
Komunikační dosah	cca 300m (přímá viditelnost)

Tab. 2 Technické parametry bezdrátového PIR detektoru JA-80P [21]

Výhodou bezdrátových detektorů je jejich velmi snadná instalace. Pouze se připevní na zeď a automaticky bezdrátově spojí s ústřednou. Ale jejich nevýhodou je opět to, že obsahují baterie, které ovšem může měnit pouze servisní technik v servisním režimu, takže je nutná přítomnost servisního technika. Z principu tedy detektor musí obsahovat odjímatelný kryt, který musí být opatřen senzorem pro detekci otevření krytu (tamperem). Životnost baterií je typicky 3 roky (tab. 2).



Obr. 31 Bezdrátový detektor JA-80P [21]

4.1.4 Bezdrátová optická závora JA-80IR

Závora je určena k indikaci narušení prostoru protnutím optické spojnice mezi vysílačem a přijímačem.

Technické parametry	
Napájení	4x lithiová baterie (3,6V, 13Ah)
Typická životnost baterie	cca 3 roky
Komunikační pásmo	868MHz
Komunikační dosah	cca 300m (přímá viditelnost)

Tab. 3 Technické parametry bezdrátové optické závory JA-80IR [21]

Bezdrátová optická závora opět pracuje na stejné frekvenci jako ústředny, tedy 868MHz (tab. 3). Její velkou výhodou je jednoduchá instalace, u které není potřeba žádných drátových vedení, a tedy odpadá možnost zkratování nebo přerušení komunikace s ústřednou. Avšak obsahují vysokokapacitní lithiové baterie, které se musí každé 3 roky měnit. Signál o nízkém napětí baterie vysílače i přijímače je standardně přenášen na ústřednu.



Obr. 32 Bezdrátová optická závora JA-80IR [21]

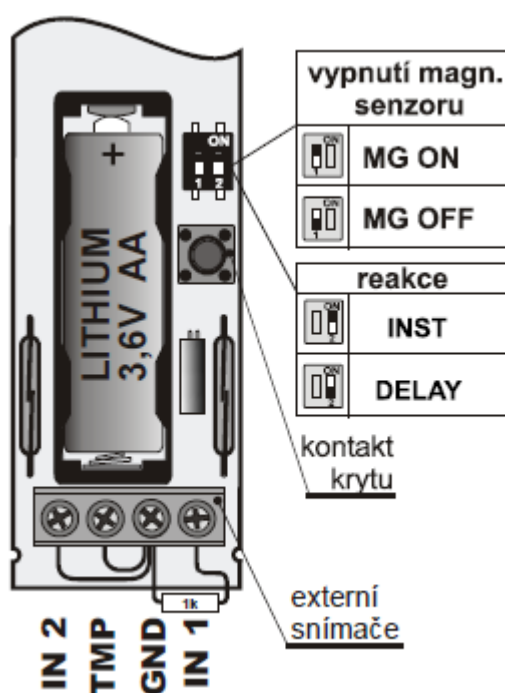
4.1.5 Bezdrátový detektor otevření JA-81M

Výrobek je určen k detekci otevření dveří, oken apod. Lze jej doplnit i přídavným senzorem s rozpínacím nebo spínacím kontaktem na výstupu. Detekuje i manipulaci s předokenní roletou.

Technické parametry	
Napájení	lythiová baterie (3,6V, 2,4Ah)
Typická životnost baterie	cca 3 roky
Komunikační pásmo	868MHz, protokol OASIS
Komunikační dosah	cca 300m (přímá viditelnost)

Tab. 4 Technické parametry bezdrátového detektoru otevření JA-81M [21]

Tento detektor otevření dveří a oken lze snadno nainstalovat na jakékoliv dveře či okno. Velikost detektoru je (110 x 31 x 22) mm, ovšem většinu jeho vnitřních prostor vyplňuje baterie. Nebýt baterie, detektor by mohl být mnohem menší a tudíž i hůře viditelný.



Obr. 33 Bezdrátový detektor otevření JA-81M [21]

4.1.6 Bezdrátový detektor kouře JA-80S

Tento detektor kombinuje optický senzor kouře se snímačem teploty. Má zabudovanou sirénu pro lokální varování. Slouží k detekci požárního nebezpečí uvnitř obytných nebo obchodních budov.

Technické parametry	
Napájení	lythiová baterie (3,6V AA)
Typická životnost baterie	cca 3 roky
Komunikační pásmo	868MHz, protokol OASIS

Tab. 5 Technické parametry bezdrátového detektoru kouře JA-80S [21]

Bezdrátový detektor kouře je velmi jednoduchý na instalaci, stačí pouze upevnit na strop nad místo možného vzniku požáru, nebo doprostřed místnosti. Nevýhodou je ovšem to, že při příliš vysokých strop je obtížná dostupnost v případě, kdy je potřeba měnit baterii, zpravidla každé 3 roky (tab. 5).



Obr. 34 Bezdrátový detektor kouře JA-80S [21]

4.1.7 Bezdrátová vnější siréna JA-80A

Zcela bezdrátová siréna v robustním krytu. Slouží zároveň jako vnější detektor sabotáže.

Technické parametry	
Napájení	lythiová baterie BAT-80 Jablotron 6V, 11Ah
Typická životnost baterie	cca 3 roky
Komunikační pásmo	868MHz, protokol OASIS
Komunikační dosah	cca 300m (přímá viditelnost)

Tab. 6 Technické parametry vnější sirény JA-80A [21]

Jelikož mívají sirény velký odběr proudu při poplachu, musí mít bezdrátová siréna kvalitní zdroj energie. Proto firma Jablotron dodává k této siréně vlastní baterii BAT-80 a která se musí měnit přibližně každé 3 roky (tab. 6).



Obr. 35 Vnější siréna JA-80A [21]

4.1.8 Opakovač radiového signálu JA-80Z

Opakovač signálu je určen k prodloužení dosahu vzdálených periferií, které již nemají dostatečný signál pro komunikaci s ústřednou nebo je jejich komunikace nespolehlivá.

Technické parametry	
Napájení	230 V / 50 Hz
Zálohovací akumulátor	12 V, 2,2 Ah
Počet adres periferie	40
Komunikační pásmo	868 MHz, protokol OASIS
Komunikační dosah	cca 100 m(přímá viditelnost)

Tab. 7 Technické parametry opakovače radiového signálu JA-80Z [21]

Funkce opakovače spočívá v odvysílání přijatého signálu naučené periferie s malým zpožděním. Zpoždění zajišťuje, aby nedocházelo ke konfliktu vysílání opakovače s vysílající periferií. Každá periferie, která je naučená v opakovači, musí být současně naučena i v ústředně. K opakovači musí být přivedeno síťové napájení 230 V, nelze použít pouze baterie. [21]



Obr. 36 Opakovač radiového signálu JA-80Z [21]

4.2 Budoucnost a možnosti dalšího vývoje prvků v průmyslu komerční bezpečnosti

Vývoj zabezpečovacích prvků v průmyslu komerční bezpečnosti jde neustále kupředu. Jen před pár lety existovali pouze systémy využívající spojení prvků s ústřednou pouze pomocí kabelů. Drátové výrobky jsou většinou levnější než bezdrátové (prodají se zde ale instalace kabeláže a zapojení detektorů) a většinou lze kombinovat komponenty několika výrobců v jedné instalaci. Není nutné měnit baterie ve snímačích, je však potřebné provádět preventivní prohlídky systému. V současné době ovšem začínají stále více prorážet na trh bezdrátové instalace těchto systémů. Samotná instalace bezdrátových

systemů je velmi čistá (s minimem vrtání a sekání) a rychlá (a tedy levná). Výsledný vzhled interiéru není narušen instalačními lištami. Systémy jsou velice snadno rozšiřitelné o další prvky.

Firmy zatím většinou nabízejí oba druhy systémů. Někteří zájemci o zabezpečovací systém preferují raději jistotu, kdy není potřeba měnit každé 2 roky baterie. Jiní zase dbají na vzhled a nepřejí si v domě či bytě žádné nevzhledné lišty sloužící pro vedení kabelových rozvodů.

Nebylo by výhodné spojit výhody obou těchto systémů do jednoho? Jak již bylo výše uvedeno, firma Powermat hodlá v brzké době začít komerčně využívat své podložky pro bezdrátové nabíjení například do kuchyňských linek apod. Stačilo by pouze takové zařízení nainstalovat např. do zdi, či přepážek. Firma také uvedla, že dokonce hodlá takový systém navrhnout a začít ho instalovat v nově postavených domech. Každý dům vybavený touto technologií by měl v každé místnosti a v každé zdi, zabudované cívky s možností vysílající energie do prostoru pokoje. Když lze takhle nabíjet a zásobovat energií například telefony, MP3 přehrávače nebo dokonce kávovary, dalo by se jednoduše napájet i např. bezdrátový PIR detektor.

Takový detektor, který by nebyl o moc dražší, protože by obsahoval pouze v zadní části jednoduchou a malou přijímací cívku, by bylo jednoduché pouze připevnit ke zdi a instalace by byla hotová. Detektor by neobsahoval žádný zdroj energie, žádnou baterii, tudíž by nebyla nutná žádná výměna baterií a nebylo by nutné další baterie kupovat. Detektor by fungoval neomezeně dlouhou dobu. Samozřejmě pokud by došlo k výpadku elektrické energie, nastal by problém, ovšem to by se dalo překonat už principem napájení celé budovy, kdy by například vznikaly záložní okruhy apod.

Ještě jednu velkou výhodu by takový systém měl. Jelikož by již detektory nepotřebovaly baterie, nebyl by za potřebí ani přístup dovnitř detektoru. Nebyl by potřeba zadní kryt, detektory by mohl být z jednolitého kusu plastu a dovnitř by se tudíž nemohl nikdo dostat, ani by se zde nehromadil prach či nečistoty. U detektorů by se přestaly používat tampery, protože by již nebyly potřeba. Samozřejmě uvnitř detektorů se nastavují různé stupně detekce a reakce, ovšem to by mohla zařídit elektronika napojená bezdrátově na ústřednu.

Tyhle systémy by mohly být nasazeny v nejbližší době, protože technologie na jejich využití již existuje, avšak funguje pouze na vzdálenosti několika centimetrů, takže vysílací desky by musely být po celém obvodu všech zdí i kolem domu. Jelikož ale technologie

postupuje velice rychle kupředu, dá se v budoucnosti předpokládat další vývoj. V daleké budoucnosti nebudou zabudovány takové systémy na bezdrátový přenos energie ve všech zdech, ale například uprostřed objektu se bude nacházet jeden vysílač energie, který bude napájet všechny elektrické spotřebiče v celém rodinném, či dokonce bytovém domě, nebo i na celém pozemku. Již nebudou potřeba vůbec žádné dráty elektrického vedení. Například ovládání elektrických vrat na druhém konci zahrady bude plně automatické, snadno instalovatelné, bez jakýchkoliv kabelů. Infračervené závory již nebudou potřeba mít žádné baterie, pouze se umístí do hlídacího prostoru a nebude potřeba je kontrolovat, zda již není baterie vybitá. Automatické zavírání oken, dveří, kouřové detektory, magnetické kontakty, mikrovlnné bariéry, všem bude dodávat energii bezdrátově jeden vysílač. Nehledě na obrovskou ekologickou úlevu, kdy se sníží velkou měrou výroba baterií, která znečišťuje životní prostředí.

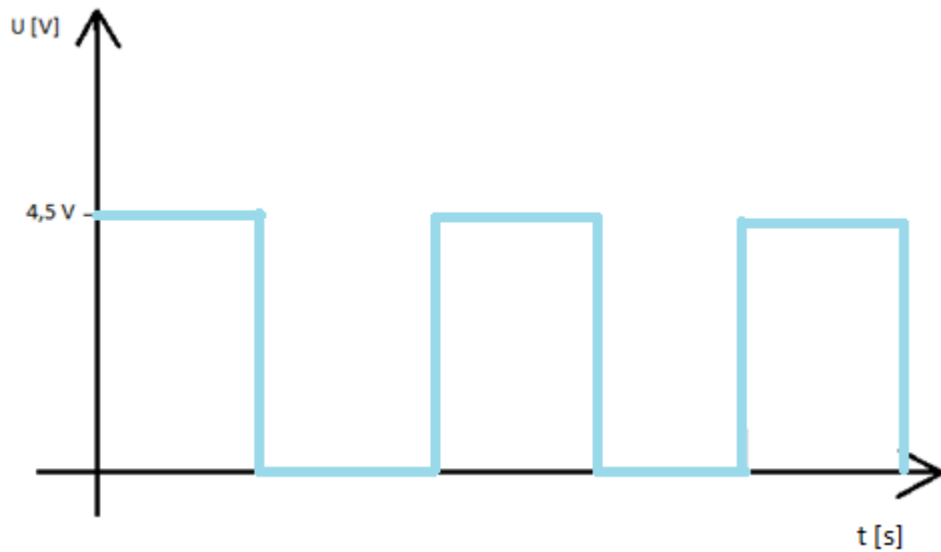
Výše uvedené bezdrátové komponenty firmy Jablotron stále mají jednu velkou nevýhodu. Potřebují ke svému provozu baterie. Baterie se musí měnit, někdo je musí vyměňovat a u některých výměn je potřeba servisního technika. Detektory musí tudíž být přístupné, musejí se dát odmontovat, musejí se dát otevřít a to všechno by odpadlo při použití bezdrátového přenosu nejen informací, ale i energie potřebné k chodu zařízení. Velmi jednoduchá instalace, žádná obsluha, žádné starosti s bateriemi. To bude velká výhoda, až nastane čas pro technologii bezdrátového přenosu elektrické energie.

5 NÁVRH A REALIZACE ZAŘÍZENÍ PRO BEZDRÁTOVÝ PŘENOS ENERGIE

Bezdrátový přenos energie není až tak složitá technologie, jak se na první pohled zdá. Z výsledků a úvah uvedených v teoretické části se jeví jako nejjednodušší způsob přenos energie elektromagnetická indukce. Tato technologie je již poměrně stará, tudíž její princip je velmi dobře znám a hojně používán. V současné době dochází k takřkajíc znovuoobjevení této technologie, neboť se začala používat k nabíjení mobilních zařízení. Pro praktickou ukázkou byla tato technologie vybrána kvůli její snadné realizaci, nenáročnosti na elektrické součástky a snadné ověřitelnosti funkčnosti elektromagnetické indukce. K přenosu energie pomocí elektromagnetické indukce stačí jednoduché zařízení, které se skládá z vysílače a přijímače. Součástí vysílače je primární cívka, která vytváří elektromagnetické pole, které přenesou energii bezdrátově do sekundární cívky připojené k spotřebiči. Nejjednodušší způsob přenosu tedy je připojení sekundární cívky k LED diodě přes usměrňovací diodu a tím její rozsvícení.

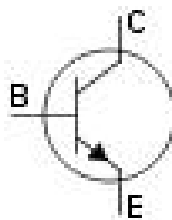
5.1 Návrh obvodu zařízení pro bezdrátový přenos energie

Jako nejjednodušší možnost pro praktickou ukázkou bezdrátového přenosu energie je přenos na fyzikálním principu elektromagnetické indukce. Ta funguje na principu vzniku elektromagnetického pole při průchodu střídavého proudu cívku. Pokud do pole vložíme druhou cívku, začne se v ní indukovat elektromagnetické napětí a tím dojde k bezdrátovému přenosu energie. Jako základ posloužil obvod na principu mechanického spínače, ten je napájen stejnosměrným proudem z důvodu snadné manipulace se zdrojem, který lze snadno nahradit 4,5 V DC baterií. Primární obvod tedy na výstup dodává obdélníkový tvar napětí od 4,5V DC k 0V DC (obr. 37). Tím jakoby převádí stejnosměrnou složku proudu na střídavou. Na výstup obvodu je připojena cívka složená z 5 závitů a díky změnám stavu napětí vytváří elektromagnetické pole.



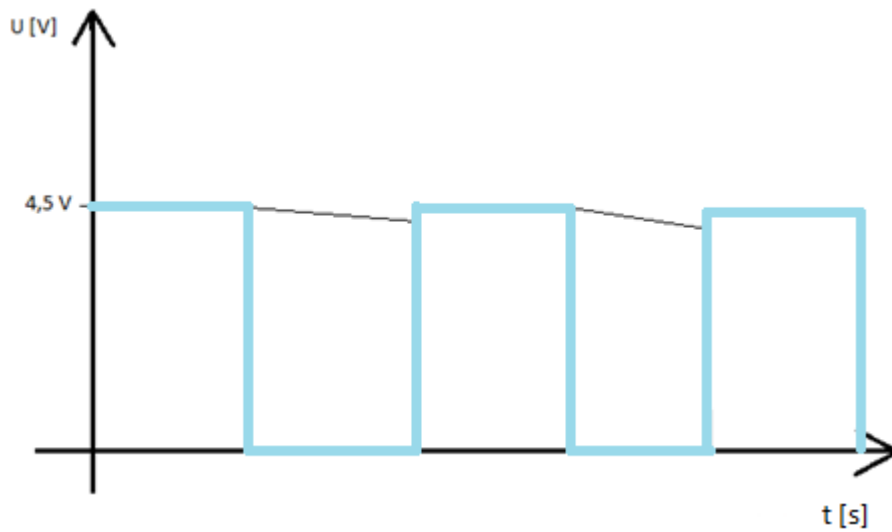
Obr. 37 Napětí na výstupu primárního obvodu

V primárním obvodu (obr. 40 A) hraje důležitou roli NPN tranzistor (obr. 38), který pracuje na tom principu, že zapojíme-li obvod ke zdroji stejnosměrného napětí, začne přes odpor R1 procházet proud k bázi tranzistoru a zároveň se začne nabíjet kondenzátor C2. Po nabití se kondenzátor vybije a přivede proud na kolektor tranzistoru a dále na 0. Tím dojde k přerušení napětí v cívce. Poté se začne kondenzátor C2 opět nabíjet a tím vznikne na výstupu a i na cívce napětí.



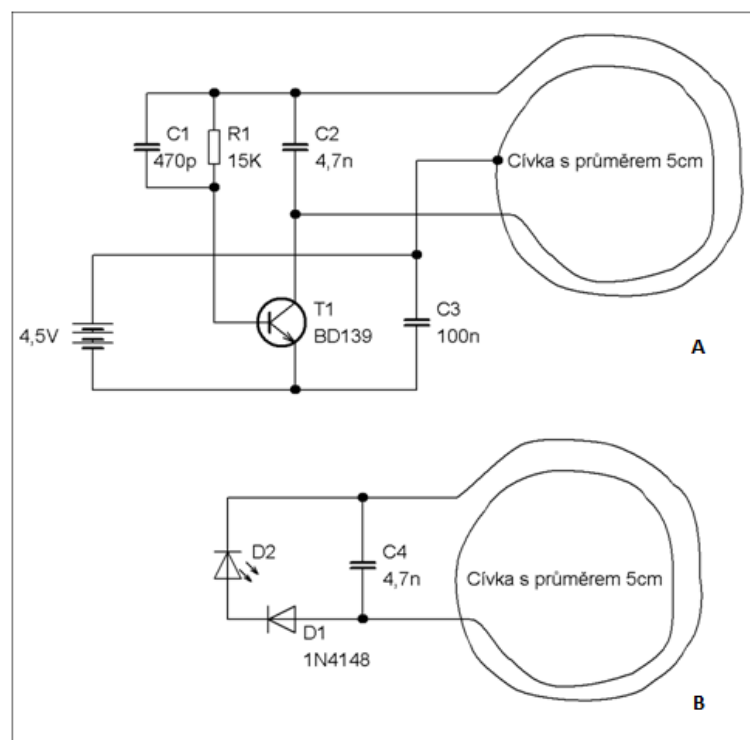
Obr. 38 NPN tranzistor

Sekundární obvod (obr. 40 B) je složen ze stejné cívky jako primární, usměrňovací diody a LED diody. Obvod trpěl velkými ztrátami při přenosu, to se podařilo částečně eliminovat paralelním zapojením 4,7 nF kondenzátoru, který stačí k uchování napětí 4,5V DC během doby, kdy je napětí 0V (obr. 39).



Obr. 39 Napětí na sekundárním obvodu s paralelně zapojeným kondenzátorem

Na obrázku 40 je zobrazen návrh schéma zapojení zařízení pro bezdrátový přenos energie. Skládá se z primární části (obr. 40 A), která slouží jako vysílač energie a sekundární části (obr. 40 B), která slouží jako příjemce energie.



Obr. 40 Návrh schéma zapojení zařízení pro bezdrátový přenos energie

5.2 Realizace zařízení pro bezdrátový přenos elektrické energie

Sestrojení obvodu bylo již jednoduché, nejtěžší bylo vyřešit problém s převodem stejnosměrného napětí na střídavé, který byl vyřešen jednoduchým zapojením tří kondenzátorů, jednoho rezistoru a jednoho tranzistoru. Poté stačilo jen připojit na výstup cívku, která by dokázala vytvářet elektromagnetické pole. K sekundárnímu obvodu byla připojena rovněž cívka o stejné velikosti, jelikož cívka s menším průměrem by byla velmi neefektivní, a také kondenzátor, který udrží stav na požadované hodnotě napětí.

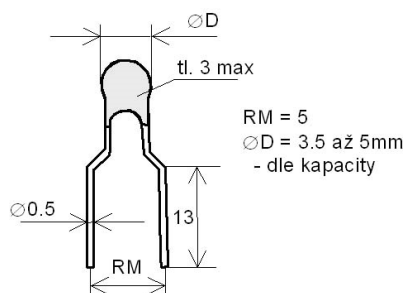
Součástky byly připájeny k pájenému poli logickým uspořádáním. Jako zdroj posloužila 4,5V DC baterie především kvůli snadné dostupnosti a nízké ceně. Cívky s průměrem 50mm a 5ti závitů tvoří měděný drát o průměru 1mm. K sekundárnímu obvodu je připojena červená LED dioda především kvůli její vysoké svítivosti oproti jiným barvám, které byly ověřeny pokusy. Nejdražší součástí byla baterie, která stála 30Kč. Ostatní položky byly pouze korunové a to řádově 1 Kč za rezistor a 6 Kč za tranzistor. Celková částka konstruovaného zařízení nepřesáhla cenu 50 Kč.

Důležitým aspektem byly technické parametry součástek. Jelikož je zařízení napájeno nízkým napětím 4,5V DC, navržené součástky snadno splňovaly požadavky, co se týče hodnoty napětí či proud. Technické parametry jednotlivých součástek jsou dále popsány v tabulkách 8 až 11.

Technické parametry součástek:

Kondenzátor	Hodnota [F]	Tolerance
TK471/50V	470p	± 10%
TK472/50V	4,7n	-20% až +80%
TK104/50V	100n	±10%

Tab. 8 Technické parametry kondenzátorů



Obr. 41 Rozměry kondenzátorů [22]

Rezistor	Hodnota [Ω]	Tolerance
15k	15 000	$\pm 1\%$

Tab. 9 Technické parametry rezistoru

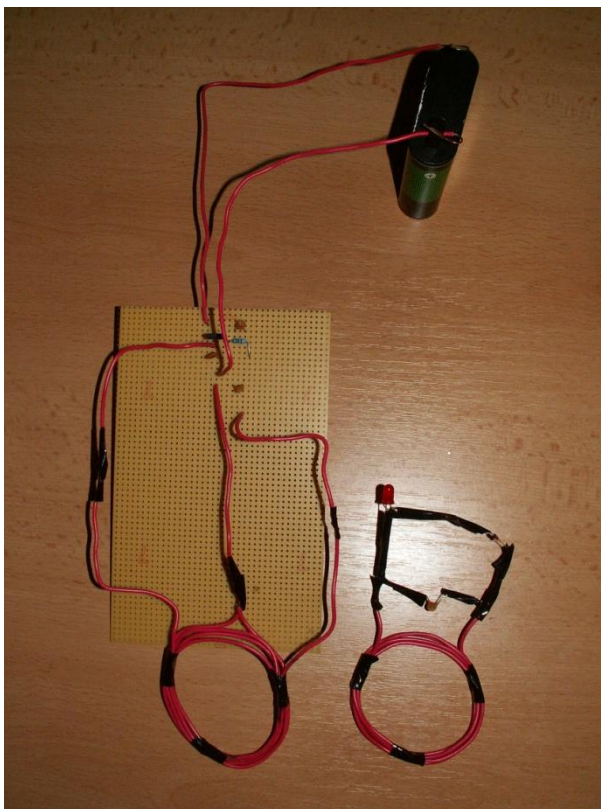
Tranzistor	Max. napětí [V]	Výkon [W]	Max. proud [A]
BD 139	80	8	1,5

Tab. 10 Technické parametry tranzistoru

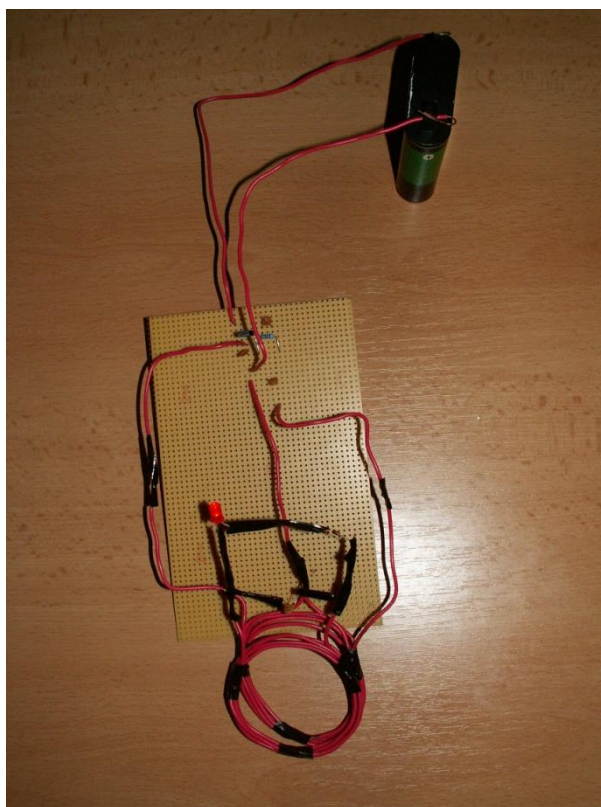
Usměrňovací dioda	Max. napětí [V]	Max. proud [A]
1N4148	75	0,5

Tab. 11 Technické parametry usměrňovací diody

Na obrázku 42 je vyfoceno skutečné zařízení. Součástky jsou připájeny k pájenému poli a z pole vystupují 3 vodiče, ke kterým je připojena cívka s 5 závitů. Jelikož se sekundární cívka nenachází uvnitř elektromagnetického pole vytvořené primární cívkou, nevytváří tak elektromagnetické napětí, a tedy LED dioda nesvítí. Na obrázku 43 je sekundární cívka umístěna uvnitř elektromagnetického pole vytvořeného primární cívkou a tedy vytváří elektromagnetické napětí a LED dioda svítí.



Obr. 42 Zařízení pro bezdrátový přenos energie



Obr. 43 Zařízení pro bezdrátový přenos energie – s rozsvícenou LED

ZÁVĚR

Tato práce se zabývá bezdrátovými technologiemi, které jsou v dnešní době stále více využívány v komerční sféře a je předpokládán její další rozvoj do mnoha průmyslových odvětví.

Úvod teoretické části práce je věnován především historii bezdrátového přenosu energie, se kterou byl spjat většinu svého života Nikola Tesla, a také rozdělením přenosu energie na části komunikační a výkonový přenos. Dále pak jsou v práci uvedeny různé fyzikální principy, na kterých lze uskutečnit bezdrátový přenos energie a jejich možnosti širšího uplatnění. Z těchto informací je patrné, že nejvíce efektivní a v současné době nejvíce používaný fyzikální princip pro bezdrátové nabíjení je pomocí elektromagnetické indukce. Nejen, že se tento fyzikální jev v současnosti hojně využívá především v transformátorech, ale na krátké vzdálenosti je i poměrně efektivní. Navíc na začátku roku 2011 se již na trhu objevily systémy pro bezdrátové nabíjení mobilních zařízení. Nástupce elektromagnetické indukce by měl být fyzikální jev založený na magnetické rezonanci, který ovšem ještě není zdaleka tak dobře prozkoumán.

Praktická část práce je zaměřena na současné využití bezdrátového přenosu energie v průmyslu komerční bezpečnosti. Stále více se na trhu úspěšně objevují elektrické poplachové signalizace, které obsahují ústředny, které bezdrátově komunikují s komponenty. Tento směr vývoje techniky přináší především pozitiva, ať už je to snadná a rychlá instalace zařízení nebo snadná obsluha. Zařízení mohou být umístěny kdekoliv bez zásahu do objektu, ovšem limituje je výměna baterií.

V budoucnu se tato nevýhoda plánuje nahradit nástupem dálkového napájení. Detektory by již nepotřebovaly baterie, které by se musely pravidelně měnit, ale byly by napájeny centrálním vysílačem energie, který by jim dodával po celou dobu provozu energii. Takový systém by měl výhodu především v tom, že detektory by již nepotřebovaly žádné kryty.

Nezbytnou součástí praktické části je i vlastní návrh a realizace zařízení využívající princip elektromagnetické indukce k bezdrátovému přenosu energie z napájecího zdroje, resp. baterie (4,5V DC) do spotřebiče, tj. LED diody, která se následně rozsvítí. Tento pokus ověřuje a také poukazuje na možnou aplikaci tohoto jednoduchého principu v komerční sféře.

Dle mého názoru se tyto technologie budou ubírat stále kupředu. Lidé se pomalu zbavují závislosti na datových kabelech, které uskutečňovaly komunikaci jejich zařízení a teď je na čase se zbavit i toho posledního kabelu, tj. napájecího, který je stále svazuje a nedovoluje jim využít plně schopnosti mobilních zařízení. Proto doporučuji i nadále pokračovat v tématu mé práce a zajistit tak nové postřehy a data nezbytné pro další vývoj a výzkum v této oblasti technologií.

ZÁVĚR V ANGLIČTINĚ

This bachelor thesis deals with the wireless technologies that are now increasingly used in the commercial sector and their expected further development in many industries.

The introduction of theoretical part is mainly devoted to the history of wireless transmission of energy which was connected with most of his life Nikola Tesla and also division of energy transmission to the communication and power transmission. In the work there are also mentioned various physical principles on which it can realize wireless transmission of energy and their possibilities for wider application. This information shows that the most effective and currently the most widely used physical principle for wireless charging is usage electromagnetic induction. Not only this physical effect is now widely used in transformers, but for a short distance is also quite effective. Moreover, at the beginning of 2011 systems for wireless charging of mobile devices have already appeared on the market. The successor of electromagnetic induction should be a physical effect based on magnetic resonance which is not yet well understood so far.

The practical part is focused on the current usage of wireless transmission of energy in the commercial security industry. More and more electrical alarm signaling appear successfully on the market, which contain centrals, which wirelessly communicate with the components. This direction of development of technology brings especially strengths whether easy and quick installation or easy operation. The devices can be placed anywhere in the ground without interference but are limited by battery replacement.

In the future this disadvantage is planning to replace by coming of power remote. Detectors should not need any batteries which would have to be changed regularly but would be powered by a central transmitter power allowing them to supply the entire energy use. This system would have an advantage in that the detectors would be needed no covers.

The essential part of the practical part is the custom proposal and implementation of devices using the principle of electromagnetic induction for the wireless transmission of energy from the power source, respectively battery (4,5V DC) in the appliance, i. e. LED's, which are lit then. This experiment checks and also adverts to possible application of this simple principle in the commercial sphere.

In my opinion, these technologies will move always forward. People are slowly get rid of dependence on data cables that were making their communication of their equipment and

now it is time to get rid of even the last cable, i. e. feeder cable, which still binds them and does not allow them to use the full capabilities of mobile devices. That's why I recommend continue in the theme of my work and ensure new perceptions and data needed for further development and research in this technology area.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] MUSIL, Jan, KONRÁD, Zdeněk, SUCHÁNEK, Jaroslav. Kriminalistika. 2. vyd. [s.l.] : C. H. Beck, 2004. 582 s. ISBN 80-7179-878-9.
- [2] PORADA, Viktor. Kriminalistika. Brno : Akademické vydavatelství CERM, 2001. 746 s. ISBN 80-7204-194-0.
- [3] CHILDRESS, David. Nikola Tesla a jeho tajné vynálezy. Praha : DOBRA, 2008. 187 s. ISBN 978-80-86459-57-8.
- [4] BRANČÍK, Lubomír. Elektrotechnika 1. Brno : VUTIUM, 2004. 135 s. ISBN 80-214-2607-1.
- [5] Wireless power consortium [online]. 2011 [cit. 2011-02-04]. How it works. Dostupné z WWW: <http://www.wirelesspowerconsortium.com/>.
- [6] *Lupa.cz* [online]. 4. 6. 2002 [cit. 2011-04-30]. Elektrosmog a bezdrátová komunikace. Dostupné z WWW: <http://www.lupa.cz/clanky/elektrosmog-a-bezdratova-komunikace/>.
- [7] *Lidovky.cz* [online]. 2. 6. 2010 [cit. 2011-04-27]. Rodinu drtí pokrok. Odmítá mít další dráty nad hlavou. Dostupné z WWW: http://byznys.lidovky.cz/rodinu-drti-pokrok-odmita-mit-dalsi-draty-nad-hlavou-f93-/firmy-trhy.asp?c=A100601_220826_ln_domov_kim.
- [8] *Hw.cz* [online]. 31. 8. 2007 [cit. 2011-04-27]. Wireless USB - bezdrátové USB. Dostupné z WWW: <http://hw.cz/teorie-praxe/art2004-wireless-usb-bezdratove-usb.html>.
- [9] *Tech-faq.com* [online]. 8. 7. 2010 [cit. 2011-04-27]. Bluetooth. Dostupné z WWW: <http://www.tech-faq.com/bluetooth.html>.
- [10] *Howstuffworks.com* [online]. 25. 6. 2010 [cit. 2011-04-27]. How wifi works. Dostupné z WWW: <http://www.howstuffworks.com/wireless-network.htm>.
- [11] *Tomas.richtr.cz* [online]. 12. 9. 2010 [cit. 2011-04-27]. IrDA. Dostupné z WWW: <http://tomas.richtr.cz/mobil/bezdrat.htm>.
- [12] *Katalognotebooku.cz* [online]. 9. 10. 2009 [cit. 2011-04-27]. Budoucnost bez kabelů?. Dostupné z WWW: <http://clanky.katalognotebooku.cz/pocitacove-technologie/budoucnost-bez-kabelu/>.

- [13] *Techblog.cz* [online]. 28. 12. 2006 [cit. 2011-04-27]. Bezdrátové nabíjení akumulátorů. Dostupné z WWW: <<http://www.techblog.cz/technologie/bezdratove-nabijeni-akumulatoru.html>>.
- [14] *Howstuffworks.com* [online]. 2. 7. 2007 [cit. 2011-04-27]. How Wireless Power Works. Dostupné z WWW: <<http://electronics.howstuffworks.com/wireless-power.htm/printable>>.
- [15] *Jiast.cz* [online]. 11. 6. 2010 [cit. 2011-04-27]. Světlo X: koherentní zdroje záření. Dostupné z WWW: <<http://www.jiast.cz/clanky/svetlo-x-koherentni-zdroje-zareni>>.
- [16] *Scienceworld.cz* [online]. 29. 6. 2007 [cit. 2011-04-30]. WiTricity: notebooky se budou dobíjet samy. Dostupné z WWW: <<http://scienceworld.cz/fyzika/witricity-notebooky-se-budou-dobijet-samy-948>>.
- [17] *Powermat.com* [online]. 2009 [cit. 2011-04-27]. Powermat wireless charging. Dostupné z WWW: <<http://www.powermat.com/us/>>.
- [18] *Technet.cz* [online]. 17. 1. 2009 [cit. 2011-04-27]. Zkuste to bez drátů, milé spotřebiče! Nabíječky brzy nebudou potřeba. Dostupné z WWW: <http://technet.idnes.cz/zkuste-to-bez-dratu-mile-spotrebice-nabijecky-brzy-nebudou-potreba-1fs-/tec_technika.asp?c=A090116_141504_tec_technika_pka>.
- [19] *Technet.cz* [online]. 23. 1. 2011 [cit. 2011-04-27]. Podívejte se na nejlepší technické hračky pro rok 2011. Dostupné z WWW: <http://technet.idnes.cz/podivejte-se-na-nejlepsi-technicke-hracky-pro-rok-2011-fhs-/tec_technika.asp?c=A110117_042330_tec_reportaze_jza>.
- [20] *Who.int* [online]. 2010 [cit. 2011-04-27]. Electromagnetic fields (EMF) . Dostupné z WWW: <<http://www.who.int/peh-emf/research/en/>>.
- [21] *Jablotron creating alarms* [online]. 2008 [cit. 2011-05-02]. Dostupné z WWW: <<http://zabezpeceni-objektu.jablotron.cz/>>.
- [22] *Ezk.cz* [online]. 2007 [cit. 2011-05-17]. Keramicke kondenzátory. Dostupné z WWW: <http://www.ezk.cz/kondenzatory_keramicke.htm>.

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

WI-FI	wireless fidelity
IrDA	Infrared Data Association
GSM	Global System for Mobile communications
PIR	Passive InfraRed
MP3	Motion Picture experts group - layer 3
EIA	Energy Information Agency
USB	Universal Serial Bus
IEEE	Institute of Electrical and Electronics Engineers
BSIG	Bluetooth Special Interes Group
IBM	International Business Machines
FHSS	Frequency Hopping Spread Spectrum
Mbit/s	Megabitů za sekundu
PIN	Personal Identification Number
LAN	Local Area Network
SSID	Service Set Identifier
ASCII	American Standard Code for Information Interchange
LED	Light Emitting Diode
LASER	Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation
PZS	Poplachová Zabezpečovací Signalizace

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obr. 1 Teslova věž [3]	12
Obr. 2 Elektrické vedení [7]	14
Obr. 3 Wireless USB [8].....	15
Obr. 4 Znak Bluetooth [9].....	16
Obr. 5 WiFi připojení [10].....	17
Obr. 6 Značka IrDA [11]	18
Obr. 7 Výkonový bezdrátový přenos energie [12]	19
Obr. 8 Elektromagnetická indukce [13].....	21
Obr. 9 Bezdrátový zubní kartáček [14].....	21
Obr. 10 Princip laseru [15]	22
Obr. 11 Spontánní emise fotonů [15].....	22
Obr. 12 Stimulovaná emise fotonů [15].....	23
Obr. 13 Nezářivé elektromagnetické pole [13].....	25
Obr. 14 Bezdrátový přenos energie od Sony [12]	25
Obr. 15 Qi logo [5]	27
Obr. 16 Princip elektromagnetické indukce [5].....	27
Obr. 17 Efektivita bezdrátového přenosu [5].....	28
Obr. 18 Logo bezdrátového konsorcia [5]	29
Obr. 19 Princip WiTricity [16]	30
Obr. 20 Logo Powermat [17].....	31
Obr. 21 Bezdrátové napájení kuchyňského mixéru Powermat [17]	31
Obr. 22 Napájecí podložka Mat [17]	32
Obr. 23 Příklady použití napájecí podložky Mat [17]	32
Obr. 24 Pouzdro pro iPhone [17].....	33
Obr. 25 PowerCube [17]	33
Obr. 26 PowerCube v praxi [17].....	34
Obr. 27 eCoupled [18]	34
Obr. 28 RCA Airpower [19]	35
Obr. 29 Ústředna JA-82K [21]	40
Obr. 30 Bezdrátová klávesnice JA-81RGB [21]	41
Obr. 31 Bezdrátový detektor JA-80P [21]	42
Obr. 32 Bezdrátová optická závora JA-80IR [21]	43

Obr. 33 Bezdrátový detektor otevření JA-81M [21].....	44
Obr. 34 Bezdrátový detektor kouře JA-80S [21].....	45
Obr. 35 Vnější siréna JA-80A [21].....	46
Obr. 36 Opakovač radiového signálu JA-80Z [21].....	47
Obr. 37 Napětí na výstupu primárního obvodu	51
Obr. 38 NPN tranzistor	51
Obr. 39 Napětí na sekundárním obvodu s paralelně zapojeným kondenzátorem.....	52
Obr. 40 Návrh schéma zapojení zařízení pro bezdrátový přenos energie	52
Obr. 41 Rozměry kondenzátorů [22]	53
Obr. 42 Zařízení pro bezdrátový přenos energie	55
Obr. 43 Zařízení pro bezdrátový přenos energie – s rozsvícenou LED.....	55

SEZNAM TABULEK

Tab. 1 Technické parametry bezdrátové klávesnice JA-81RGB [21]	41
Tab. 2 Technické parametry bezdrátového PIR detektoru JA-80P [21].....	42
Tab. 3 Technické parametry bezdrátové optické závory JA-80IR [21].....	43
Tab. 4 Technické parametry bezdrátového detektoru otevření JA-81M [21].....	44
Tab. 5 Technické parametry bezdrátového detektoru kouře JA-80S [21].....	45
Tab. 6 Technické parametry vnější sirény JA-80A [21].....	46
Tab. 7 Technické parametry opakovače radiového signálu JA-80Z [21].....	47
Tab. 8 Technické parametry kondenzátorů.....	53
Tab. 9 Technické parametry rezistoru	54
Tab. 10 Technické parametry tranzistoru	54
Tab. 11 Technické parametry usměrňovací diody	54