

THE ELECTROMAGNETIC INTERFERENCE OF PACEMAKERS

Jindřich Kulík

Master Degree Programme (2), FEEC BUT

E-mail: xkulik00@stud.feec.vutbr.cz

Supervised by: Marie Havlíková

E-mail: havlika@feec.vutbr.cz

ABSTRACT

This article deals with electromagnetic compatibility of implantable electro medical devices used in cardiology. The main aim of this article is to introduce the evaluation of electromagnetic compatibility applied on pacemakers. There is a measurement principle and a procedure of measurement introduced. Results whole project should be a list of potentially dangerous places where the pacemakers should be affected.

1. ÚVOD

V současnosti se člověk velice často pohybuje v prostředí, kde se může vyskytovat neviditelné elektromagnetické pole, které lze zjednodušeně rozdělit na pole magnetické a pole elektrické. Zatímco elektrické pole vzniká v okolí elektrického náboje v klidu, magnetické pole se vyskytuje v okolí pohybujících se elektrických nábojů. Je tedy možné říci, že magnetické pole vzniká v prostředí, kterým protéká elektrický proud.

Dnes je většina zařízení konstruována tak, že zdrojem jejich energie je elektrický proud a tudíž s elektromagnetickým polem přicházíme do styku velice často. Současně se s rozvojem elektronických zařízení používaných v lékařství zvyšuje počet osob závislých na různých elektronických pomůckách. Jedná se o zařízení implantovaná člověku do těla, která s využitím znalostí dějů v organismu zabezpečují správnou činnost orgánů. Takovými zařízeními jsou například implantabilní kardiostimulátory a defibrilátory. Hlavním cílem této práce je zjištění míry ovlivnitelnosti implantabilních přístrojů používaných v kardiologii a určení možnosti výskytu situací, kdy může být osoba vystavena nebezpečným magnetickým polím v běžném životě.

2. ROZBOR

2.1. IMPLANTABILNÍ KARDIOSTIMULÁTORY

Implantabilní kardiostimulátory a defibrilátory jsou zařízení velmi malých rozměrů a úroveň signálů, které pro svoji činnost využívají je velice nízká. Je tedy teoreticky možné, že při působení vnějšího elektromagnetického pole na implantované zařízení může dojít k jeho zmatení či poškození. Implantabilní přístroje v kardiologii jsou využívány pro zajištění správného chodu srdečního svalu. Základním principem jejich činnosti je vhodná

stimulace srdeční tkáně elektrickým proudem v okamžiku zjištění nesprávné funkce srdce. Pro sledování průběhu srdeční činnosti jsou využity vhodné části průběhu EKG signálu. Různé druhy kardiostimulátorů snímají různé vlny EKG signálu a podle velikosti časového intervalu mezi dvěma po sobě jdoucími vlnami EKG signálu generují stimulační impulsy. Součástí každého kardiostimulátoru je snímací a stimulační elektroda, která přenáší sledované srdeční signály a v případě potřeby i stimulační impuls. Rušivé elektromagnetické pole může tedy působit jak přímo na elektronickou část kardiostimulátoru, tak na signály přenášené mezi elektrodou a samotným kardiostimulátorem.

2.2. ELEKTROMAGNETICKÁ KOMPATIBILITA

Elektromagnetická kompatibilita (EMC) je schopnost zařízení, systému či přístroje vykazovat správnou činnost i v prostředí, v němž působí jiné zdroje elektromagnetických signálů a zároveň je EMC schopnost zařízení neovlivňovat svojí činností okolí elektromagnetickým rušením. Frekvenční rozsah elektromagnetického rušení je od jednotek Hz až do stovek GHz. Při zkoumání elektromagnetické kompatibility je nutné mít na paměti, že každý systém je vysílačem i přijímačem elektromagnetického rušení. V rámci EMC jsou zkoumány jak technické, tak biologické systémy, různé zdroje rušení, způsoby měření EMC a postupy vedoucí ke zlepšení EMC vlastností zkoumaných systémů. EMC se dělí do dvou základních odvětví. Elektromagnetická interference (EMI) se zabývá zkoumáním zdrojů rušení, jejich popisem, měřením a odstraňováním. V rámci elektromagnetické susceptibility (EMS) je zkoumána odolnost rušených zařízení a navrhuje se opatření, která zvyšují jejich odolnost. Zkoumání EMC implantabilních přístrojů bude v rámci projektu zaměřeno na EMI. Přesným cílem práce je zjištění a vymezení těch situací a prostředí, ve kterých může dojít k ovlivnění činnosti daného zařízení.

2.3. MĚŘENÍ ODOLNOSTI KARDIOSTIMULÁTORŮ

Pro měření odolnosti implantabilních přístrojů proti působení magnetického pole byl navržen postup, při kterém budou stimulatory vystaveny působení pole s postupně se zvyšující intenzitou. Zvyšování intenzity magnetického pole bude zajištěno změnou vzdálenosti od zařízení nukleární magnetické resonance v případě statického magnetického pole a zvyšováním velikosti proudu protékajícího cívkou u pole střídavého. Působení magnetického pole určité intenzity na přístroje bude vyhodnoceno na základě postupného odečítání dat ukládaných v implantabilních přístrojích, ze kterých lze poznat odchylky od správné činnosti. Odečítání probíhá pomocí speciálních přístrojů (programátorů) telemetricky na frekvenci 300Hz v prostředí bez působení magnetického pole. Pro zajištění co nejvyšší vypovídací hodnoty měření budou kardiostimulátory či defibrilátory během měření i odečítání ponořeny ve fyziologickém roztoku, aby byly podmínky měření co nejblíže přizpůsobeny skutečným pracovním podmínkám. Ponořením implantabilních přístrojů v roztoku dojde i k odstínění rušivých signálů, které by mohly měření negativně ovlivnit. Jakékoli další elektromagnetické stínění však použito být nemůže, neboť by tím došlo k zásadním změnám pracovního prostředí implantabilních přístrojů.

Z materiálů výrobců kardiostimulátorů lze vyčíst minimální hodnotu magnetického pole 10mT, která může mít na přístroj vliv. Proto bude rozsah měřeného pole řádově vyšší a to i s ohledem na požadavky konzultujícího lékaře, který si přeje zjistit účinky nukleární magnetické resonance na zmíněné přístroje. Praktické měření odolnosti je teprve na počátku, není tedy bohužel možné seznámit čtenáře s přesnými výsledky měření. Doposud byly ve spolupráci s Akademií Věd proměřeny účinky statického magnetického pole o

velikosti až $4,7T$. Z výsledků měření vyplynulo, že statické pole implantabilní přístroje elektricky neovlivňuje, pouze se projevuje silové působení magnetické síly o velikosti přibližně $10N$. Z dosavadních měření účinků pole střídavého, které jsou zatím pouze orientační, vyplývá, že přístroje jsou tímto polem ovlivňovány. Míra ovlivnění a její možné dopady budou vyhodnoceny až z výsledků opakovaných měření.



Obrázek 1: Principiální schéma měření

3. ZÁVĚR

Vzhledem k potřebné velikosti generovaného statického magnetického pole byla navázána spolupráce s Akademií věd, která umožnila měření na zařízení nukleární magnetické resonance a poskytne další různé zdroje magnetického pole. Po realizaci měření v laboratořích bude vyhodnocen rozsah nebezpečných hodnot magnetického pole a bude následovat měření v běžných podmínkách. Výsledkem celého měření bude vyhodnocení meze nebezpečného magnetického pole a zveřejnění co nejširšího seznamu situací, ve kterých je vysoká pravděpodobnost výskytu takového pole.

LITERATURA

- [1] Prof.Ing.JIŘÍ SVAČINA, CSc. Elektromagnetická kompatibilita. Vysokoškolská skripta. Brno: VUT, 2002. 171 s.
- [2] Prof.MUDr.NATAŠA HONZÍKOVÁ,CSc., Ing.PETR HONZÍK, Biologie člověka. Praha: SNTL, Vysokoškolská skripta. Brno: VUT, 2003. 136 s.
- [3] Doc.Ing.JIŘÍ ROZMAN, CSc., Doc.Ing.MILAN CHMELAŘ, CSc., Ing.KAREL JEHLIČKA, CSc. Terapeutická a protetická technika. Vysokoškolská skripta.Brno: VUT, 2004. 130 s.
- [4] Dokumentace a katalogy firmy Vitatron.