

THE POSSIBILITIES OF PULSATILE MAGNETIC FIELD APPLIED IN CHILD NEUROLOGY

Petr Walek

Bachelor Degree Programme, FEEC BUT

E-mail: xwalek01@stud.feec.vutbr.cz

Supervised by: Jiří Sekora

E-mail: sekora@feec.vutbr.cz

ABSTRACT

The project entitled as Possibilities of Pulsatile Magnetic Field applied in Child Neurology analyses medical use of Pulsatile Magnetic Field. It summarizes therapeutic effects of magnetic field which interacts with biotic issue and determines which of these effects are acceptable for the treatment of Infantile Paralysis. Furthermore, it presents single Bio-Parameters of Pulsatile Magnetic Field and describes the pulse magnetotherapy device in a block diagram.

1 ÚVOD

Dětská mozková obrna (dále jen DMO) je porucha hybnosti a vývoje hybnosti na základě poškození mozku v době před porodem, při porodu nebo do jednoho roku dítěte. Jako velice účinná terapie, která nejen zmírňuje následky obrny, ale i léčí poškození nervového systému, se ukázala být aplikace nízkofrekvenčního pulzního magnetického pole [1, 3] (dále jen PMP). Magnetické impulzy aplikované na pacienta musí mít přesně definované vlastnosti, tzv. biotropní parametry. Navržený přístroj použitelný pro terapii generuje impulzy pomocí technologie přímé číslicové syntézy řízené mikrokontrolérem.

2 BIOTROPNÍ PARAMETRY PMP A JEHO ÚČINKY NA TKÁŇ

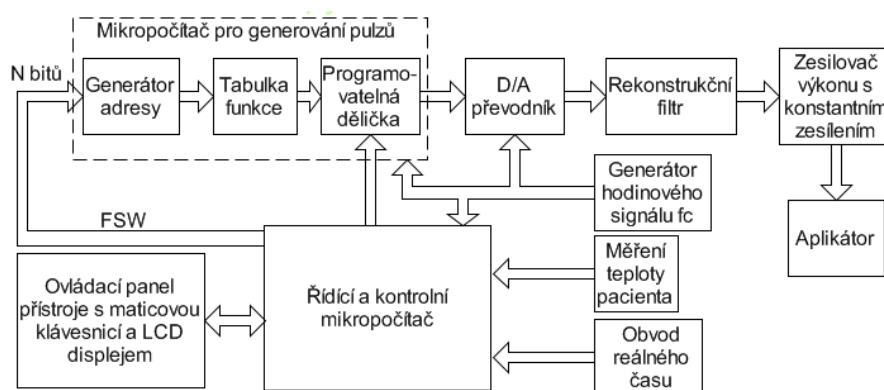
Experimentálně bylo prokázáno, že pulzní magnetické pole je schopno interagovat s živou tkání. Magnetické pole prostupuje rovnoměrně do buněk, které jsou díky vysokému obsahu iontů ovlivnitelné, a způsobuje aktivaci metabolických procesů buněk. PMP je časově proměnné, proto je jeho účinek neoddělitelně spojen se vznikem indukovaných vířivých proudů v exponované tkáni.

Léčebné účinky PMP se rozdělují do několika skupin: vazodilatace (rozšíření cév); ovlivnění látkové výměny buněk; myorelaxace (snížení svalové ztuhlosti a povolování křečů); analgetický účinek (úleva od bolesti).

Uvedené léčebné účinky jsou navozeny pouze při aplikaci magnetických impulzů s přesně definovanými biotropními parametry, ty musí mít obsluha přístroje možnost přesně a správně nastavit:

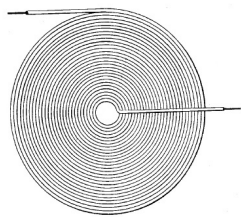
- **Frekvence a tvar pulzů** - používají se obdélníkové impulzy o nízké opakovací frekvenci (do 100 Hz) s velice strmou náběžnou a sestupnou hranou a s definovaným kolísáním amplitudy impulzu.
- **Indukce PMP a doba expozice** - indukce se pohybuje do 30 mT s expozicí 15 – 30 minut.
- **Vektor a gradient magnetického pole** - závisí na konstrukci použitých cívkových aplikátorů. Gradient charakterizuje homogenitu PMP vycházejícího z aplikátorů a vektor charakterizuje směr maximální amplitudy PMP.

3 ŘEŠENÍ PŘÍSTROJE PRO LÉČBU DMO

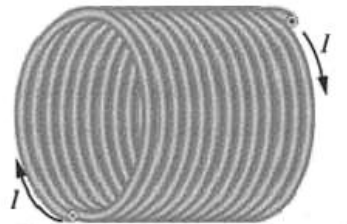


Obrázek 1: Blokové schéma přístroje pro léčbu DMO

Na obrázku 1 je uvedeno blokové schéma přístroje pro léčbu DMO. Nejdůležitější částí celého přístroje je generátor impulzů, který je řešen pomocí přímé číslicové syntézy [2] (DDS). Přímý číslicový syntezátor má dva vstupy, jsou to hodinový signál f_c a frekvenční řídicí slovo FSW. Skládá se z generátoru adresy (o velikosti N bitů), tabulky funkce, digitálně-analogového převodníku (dále DAC) a dolnoproústňního filtru. V každém taktu generátor adresy zvýší svoji hodnotu o slovo FSW a hodnota generátoru adresy pak určuje místo v paměti, kde je uložen požadovaný vzorek generovaného signálu. Vzorek je po načtení z paměti váhován děličkou a přiveden na vstup DAC, kde je převeden na analogový signál. Tento postup se opakuje až do přetečení generátoru adresy, poté se začíná generovat nová perioda signálu. Díky nízké frekvenci generovaných impulzů se může signál skládat z velkého množství vzorků, to dovoluje přesně definovat jeho průběh a dosáhnout malého zkruslení požadovaného průběhu. Proud dodávaný z výstupu DAC není dostačující pro buzení aplikátorů, k tomu slouží výkonový zesilovač s konstantním zesílením. Nastavení požadované indukce je možné pomocí programovatelné děličky. Pro přeměnu elektrického signálu na magnetické pulzy se používají cívkové aplikátory. Pro aplikaci v oblasti hlavy pacienta se používá plochý aplikátor, obr. 2(a). Pole plochého aplikátoru je značně nehomogenní a indukce směrem ke tkáni pacienta rychle klesá. Pro aplikaci v oblasti trupu pacienta se používá solenoidální aplikátor, obr. 2(b). Pole jím vyzařované je homogenní a prostupuje hluboko do tkáně pacienta. Nastavení parametrů signálu a dobu terapie lze provést pomocí ovládacího panelu přístroje, kde je možno volit frekvenci, střidu, čas terapie a indukci. Terapie pomocí PMP může být



(a) Plochá spirálová cívka



(b) Solenoid

Obrázek 2: Cívkové aplikátory

doprovázena zvýšením tělesné teploty pacienta, tu je nutné po dobu terapie měřit a při jejím zvýšení nad povolenou mez terapii ihned zastavit. I tuto funkci zajišťuje řídicí mikrokontrolér.

Příklad nastavení parametrů impulzů: V tabulce funkce generujícího mikrokontroléru je uloženo 1000 vzorků signálu, každý vzorek je vyjádřen pomocí osmi bitů. Hodinový signál $f_c = 10\text{kHz}$ a generátor adresy má velikost 16b. Pokud budeme chtít generovat například impulzy o opakovací frekvenci 20 Hz, vypočítá se slovo FSW ze vztahu 1

$$FSW = \frac{f_0 \cdot 2^N}{f_c} = \frac{20 \cdot 2^{16}}{10 \cdot 10^3} = 131,072 \approx 131 \quad (1)$$

Hodnota 131 tedy bude do generátoru adresy přičtena právě 500x (při dalším přičtení generátor přeteče). Za předpokladu, že celý obsah generátoru adresy ukazuje na adresu paměťové buňky bude se signál skládat z 500 vzorků, které se generují s frekvencí 10 kHz.

4 ZÁVĚR

Navržený magnetoterapeutický přístroj generuje pulzy požadovaných biotropních parametrů vhodných pro léčbu dětské mozkové obrny. Přístroj umožňuje budít dva základní aplikátory používané pro tuto léčbu, umožňuje hlídat kritické hodnoty intenzity magnetického pole a tělesné teploty pacienta. Pro ovládání přístroje je uvažována jednoduchá zobrazovací jednotka s klávesnicí pro možnost nastavení parametrů magnetického pole a doby terapie.

REFERENCE

- [1] Dětská mozková obrna, spastické stavy [online]. FINEST Selection [cit. 2008-02-29] Dostupný z URL: <<http://www.finest.cz/>>
- [2] Generátor měřících signálů s přímou syntézou [online]. FELD ČVUT 2004-01-08 [cit. 2008-03-02] Dostupný z URL: <<http://measure.feld.cvut.cz/>>
- [3] CHVOJKA, Jiří. Magnetoterapie v teorii a praxi. Brno: Professional publishing, 2000. 99 s. ISBN 80-86419-01-0