

# Malý elektromagnetický urychlovač

I. Nahálka<sup>\*</sup>, A. Janiš<sup>\*\*</sup>, J. Klimoš<sup>\*\*\*</sup>, J. Kysela<sup>\*\*\*\*</sup>

Fakulta jaderná a fyzikálně inženýrská, Břehová 7, 115 19 Praha 1  
<sup>\*</sup>idzej55@azet.sk, <sup>\*\*</sup>andrew.sinaj@gmail.com, <sup>\*\*\*</sup>klimosj@gmail.com,  
<sup>\*\*\*\*</sup>jarek.kysela@seznam.cz

## Abstrakt

Naším cílem bylo urychlit feromagnetický (elektricky nenabitý) objekt, který by opisoval kruhový pohyb. V kruhovém pohybu je objekt udržován soustavou cívek, které jsou synchronizované tak, aby byl objekt urychlován. Dosažené výsledky však nejsou přesvědčující.

## 1 Úvod

Na světě existuje v oblasti urychlovačů několik významných vědeckých projektů, z nichž se všechny zaměřují na urychlování elektricky nabitých částic a jejich rozpočet se počítá v řádech miliard amerických dolarů. Podílejí se na nich špičkoví odborníci z celého světa a samotné přístroje jsou příklady nejmodernějších technologií. Naše postavení se nemohlo při realizaci našeho urychlovače k výše uvedenému ani přiblížit, a tak jsme si museli vypomoci poněkud skromnějšími prostředky.

## 2 Princip fungování

K urychlení objektu jsme využili jevu elektromagnetické indukce, který nám umožnil pomocí elektrického proudu regulovat průběh magnetického pole v okolí urychlovaného objektu a tím ovlivňovat jeho pohyb.

## 3 Fáze testování

Sestrojení samotného urychlovače předcházela fáze testování součástí, které jsme měli k dispozici. Pro tyto potřeby jsme sestavili pouze provizorní model lineárního urychlovače sloužící též k odzkoušení námi navrženého principu urychlování objektu pomocí postupně zapojovaných cívek. V tomto případě se jednalo o sérii cívek spínaných manuálně. Tímto souborem cívek procházela rovná lišta, po níž se valila kulička (urychlovaný objekt). Při výběru kuličky bylo nutné přihlídnout k její velikosti a hmotnosti, jež by měla být co nejmenší pro snížení tření a dosažení vyšší rychlosti. Při pokusech s tímto modelem jsme disponovali s cívkami o parametrech vyznačených v tabulce 1.

	počet závitů	maximální protékající proud
1.	300	4 A
2.	600	2 A
3.	1200	1 A
4.	2400	0,5 A

Tabulka 1 — Parametry cívek

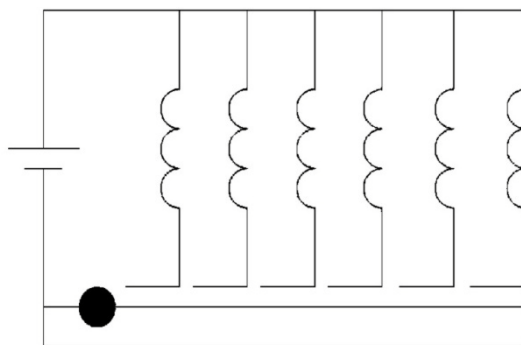
Bylo zjištěno, že nejlepších výsledků dosahujeme s cívkami se 600 závitů a maximálním protékajícím proudem 2 A. Tyto jsme následně použili v konečné verzi urychlovače.

## 4 Konstrukce

Ve druhé fázi jsme již sestrojili kruhovou dráhu probíhající vnitřkem cívek, které neobsahovali jádro. Dráha sestávala z vodorovné kovové kolejnice, po níž se měla kulička pohybovat, a z postranního papírového mantinelu, jenž měl bránit kuličce v opuštění kolejnice. V první řadě jsme zkusili kolejnici s nerezové oceli, poté jsme ještě prováděli pokusy s kolejnicí měděnou.

Zároveň jsme usilovali o na člověku nezávislé postupné spínání cívek, které by bylo ovládáno pohybem urychlované kuličky kroužící po cyklické dráze. Námí navržené řešení tohoto samočinného spínání bylo následující: Po obvodu papírového mantinelu jsme rozmístili sadu vodivých kontaktů, jejichž cílem bylo vždy sepnout příslušnou cívku ve chvíli, kdy se k ní blížila kulička. Každý kontakt přináležel k jedné cívce. Kovová kolejnice byla připojena na jeden pól zdroje elektrického napětí, jednotlivé cívky pak na pól druhý. Jednalo se o zdroj stejnosměrného elektrického napětí o maximálním napětí 19 V a maximálním proudem 5 A.

Za stavu, když se kulička nedotýkala žádného kontaktu na mantinelu, byl obvod tvořený cívkami a kolejnicí rozpojený. Pokud by byla však kulička umístěna k jakémukoli kontaktu, došlo by k uzavření obvodu právě přes aktuální cívku, k níž daný kontakt náležel. V cívce by se průchodem elektrického proudu indukovalo magnetické pole, jež by vtáhlo kuličku do vnitřku cívky, došlo by k rozpojení obvodu, cívka by přestala na kuličku působit a samotná kulička by se setrvačností dostala k dalšímu kontaktu, jenž by sepnul následující cívku. Tímto způsobem by se kulička uvedla do kruhového pohybu a řídila by si sama spínání příslušných cívek. Zjednodušené schéma zapojení je možno vidět na obrázku 1. Zde se černá kulička při pohybu směrem vpravo postupně dotýká kontaktů cívek ve skutečnosti ležících ve směru pohybu kuličky, a tím je postupně uvádí v činnost a naopak.



Obrázek 1 — Zjednodušené schéma zapojení

## 4 Výsledky

Naneštěstí jsme se setkali s řadou nepředvídaných problémů. Patří mezi ně nečekaně velké přechodové odpory mezi kolejnicí a urychlovanou kuličkou, které způsobují, že pohyb kuličky je v magnetickém poli cívek téměř nezatelný. Tento problém by se dal vyřešit použitím kolejnic z materiálu o vyšší vodivosti, použitím neležetých kovů, případně výběrem

kuličky s jádrem z magnetického materiálu a pláštěm z materiálu vodivého a současně měkkého (např. cín), aby se zvětšila plocha styku kuličky a kolejnice.

Tím pádem jsme nemohli ani odzkoušet účinky magnetického pole, které by se indukovalo při ukončení průchodu elektrického proudu danou cívkou, na pohyb kuličky. Dalším z problémů, se kterými jsme se potýkali, byl slabý elektrický zdroj. Tento problém by mohl být snadno vyřešen použitím zdroje silnějšího.

## **5 Poděkování**

Chtěli bychom poděkovat panu RNDr. Miloši Pachrovi, CSc. za poskytnuté rady při provádění pokusů se zprovozněním urychlovače, a dále pak panu ing. Vojtěchu Svobodovi, CSc. za zpřístupnění prostor fyzikálního praktika.

## **Reference**

[1] R. Berešík, J. Šuriansky, Tvarovanie optimálneho prúdového impulzu pre elektromagnetický urychlovač, [http://web.tuke.sk/lf/acta\\_avionica/aa\\_08/08\\_12.php](http://web.tuke.sk/lf/acta_avionica/aa_08/08_12.php)