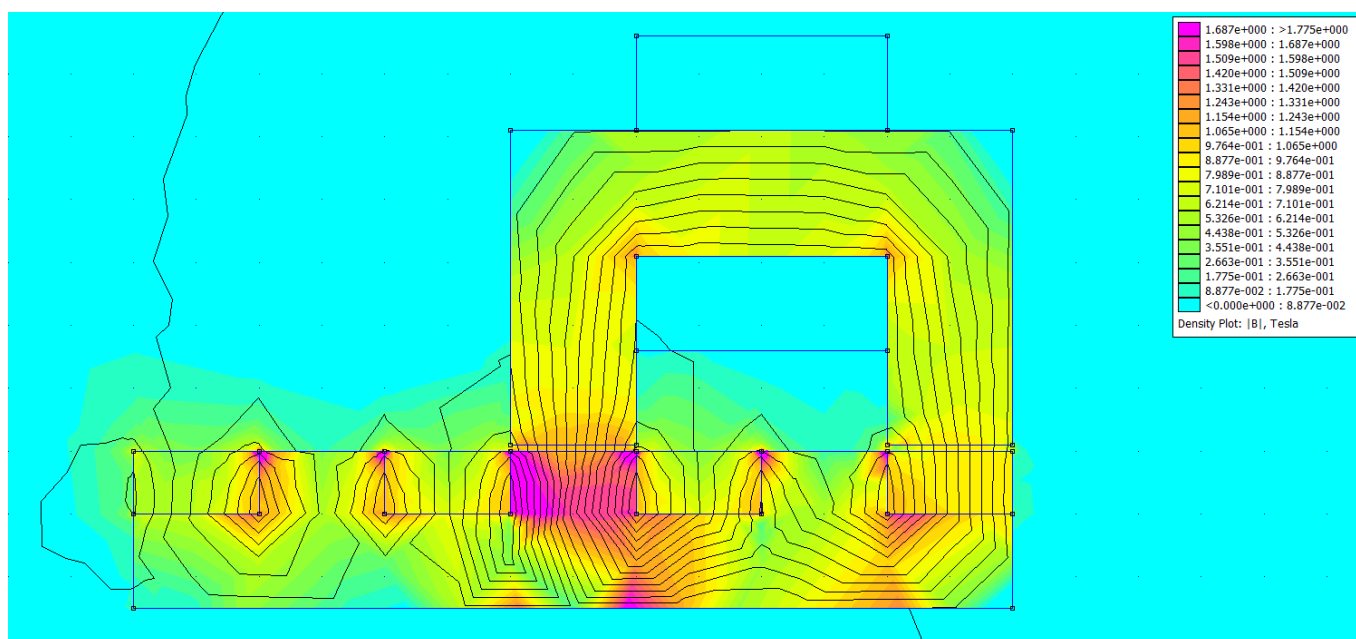


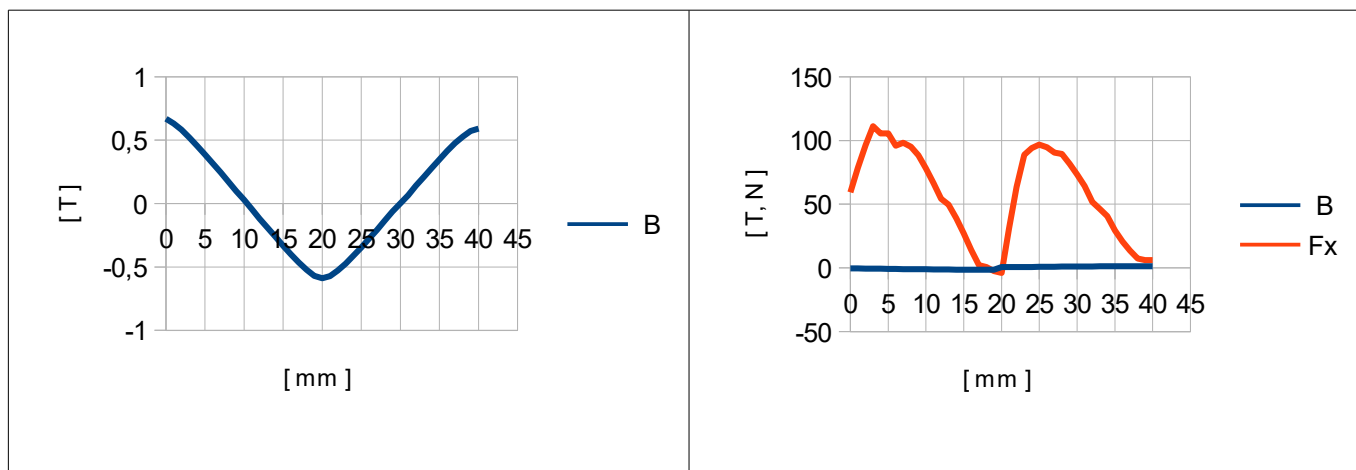
## Motory s potlačenou funkcí generátoru II

© Ing. Ladislav Kopecký, červen 2018

V první části článku jsme se zabývali koncepty, u nichž bylo potlačení indukovaného napětí dosaženo více méně tím, že magnetický obvod nebyl zcela uzavřen, a ukázalo se, že čím byl magnetický obvod uzavřenější, tím bylo na jedné straně dosaženo větší síly, ale na druhé straně se zvýšilo také indukované napětí. Ve druhé části se budeme zabývat systémy, které mají uzavřený magnetický obvod. Uzavřeným magnetickým obvodem budeme nazývat takový magnetický obvod, který bude přerušen vzduchovými mezerami o šířce kolem 1mm, což je běžná vzdálenost mezi státorem a rotorem u konvenčních motorů. Než začneme s analýzou těchto systémů, vrátíme se ještě k poslednímu konceptu na obr. 10 v první části článku. Tento magnetický obvod uzavřeme tím způsobem, mezery mezi magnety vyplníme železem (obecně feromagnetikem). Tím dosáhneme toho, že v obvodu statorové cívky budou dvě milimetrové mezery. Budeme sledovat, jaký vliv bude toto opatření mít na velikost indukovaného napětí a sílu  $F_x$ .



Obr. 1: Koncept motoru s uzavřeným magnetickým obvodem



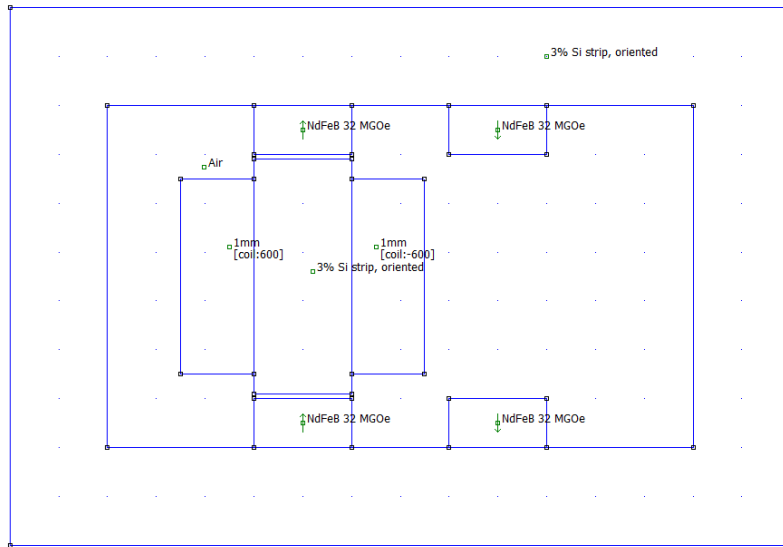
Obr. 2: Průběhy B a  $F_x$  v závislosti na  $x$  – proud  $I = -5A, 5A$

Obr. 2 ukazuje, že střídavá složka magnetické indukce, jež způsobuje indukované napětí vzrostla na

hodnotu běžnou u konvenčních motorů a zároveň došlo k velkému navýšení síly  $F_x$ .

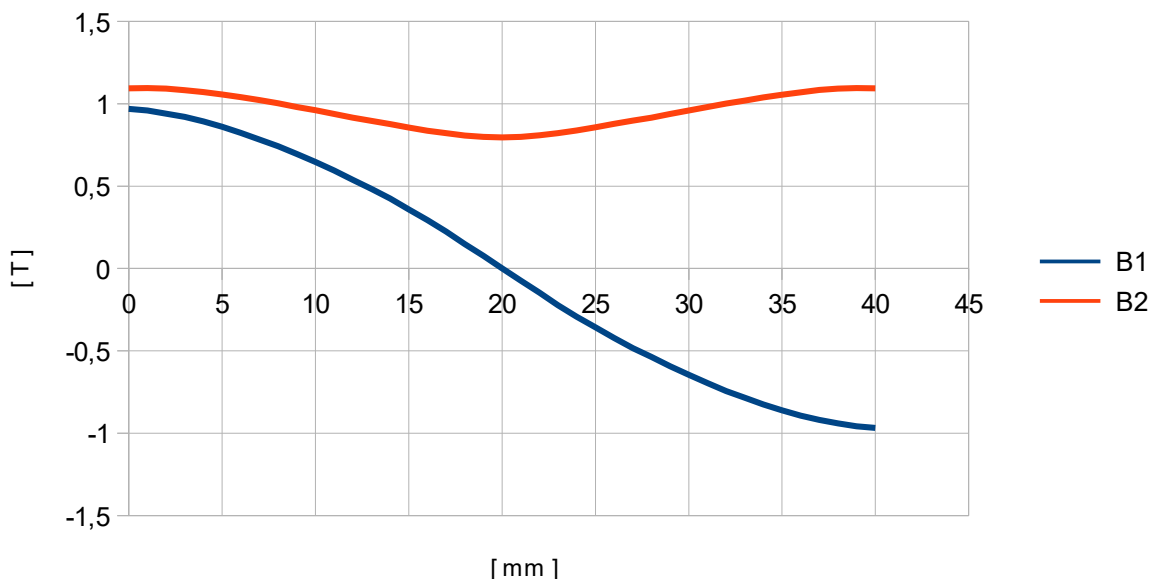
Nyní se už věnujme tématu, jímž se v této části chceme zabývat.

## Jádro cívky tvaru „I“



Obr. 3: Uzavřený magnetický obvod – magnety se střídavou polaritou

Na obr. 3 máme magnetický obvod, kde magnety mají střídavou polaritu: magnety vlevo mají směr magnetizace  $90^\circ$  a magnety vpravo mají směr magnetizace  $270^\circ$ . Nyní budeme jádrem s cívkou pohybovat směrem doprava a budeme sledovat průběh  $B$  v tomto jádře. Potom polaritu u dvojice magnetů vpravo otočíme a opět budeme sledovat průběh  $B$ . Graf 1 ukazuje průběhy  $B$  pro obě varianty polarit magnetů: modrá křivka je pro střídavou polaritu magnetů a oranžová křivka platí pro stejnou polaritu.

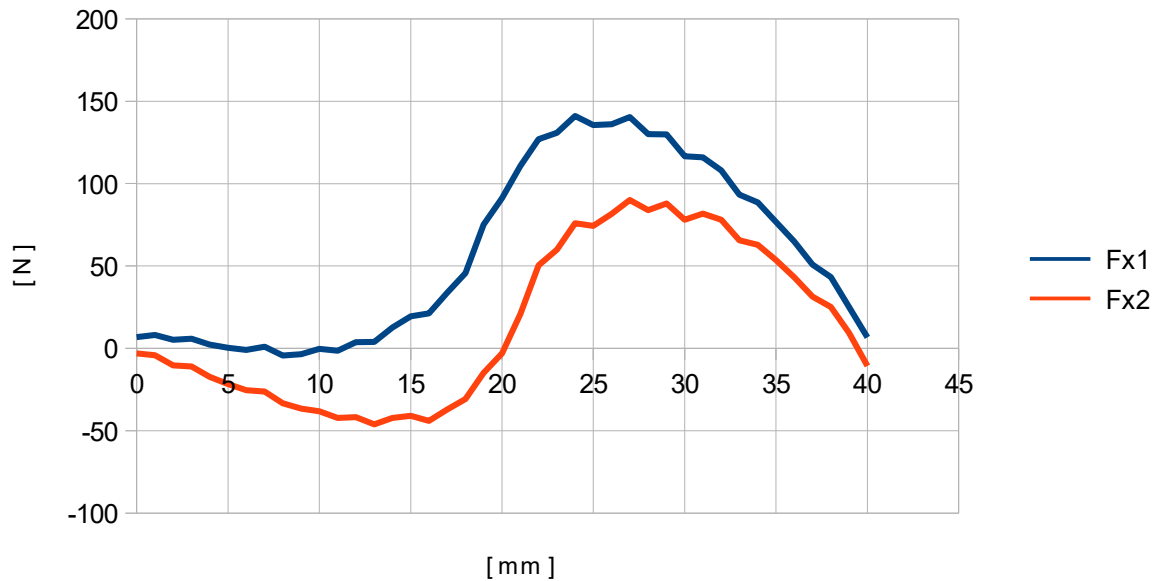


Graf 1: Porovnání  $B$  pro dvě různé polarity magnetů – jádro „I“

Je tedy zřejmé, že touto technikou lze zmenšit indukované napětí i při uzavřeném magnetickém obvodu. Musí se však dodržet zásada, že rozestupy mezi magnety nebudou větší než jejich šířka.

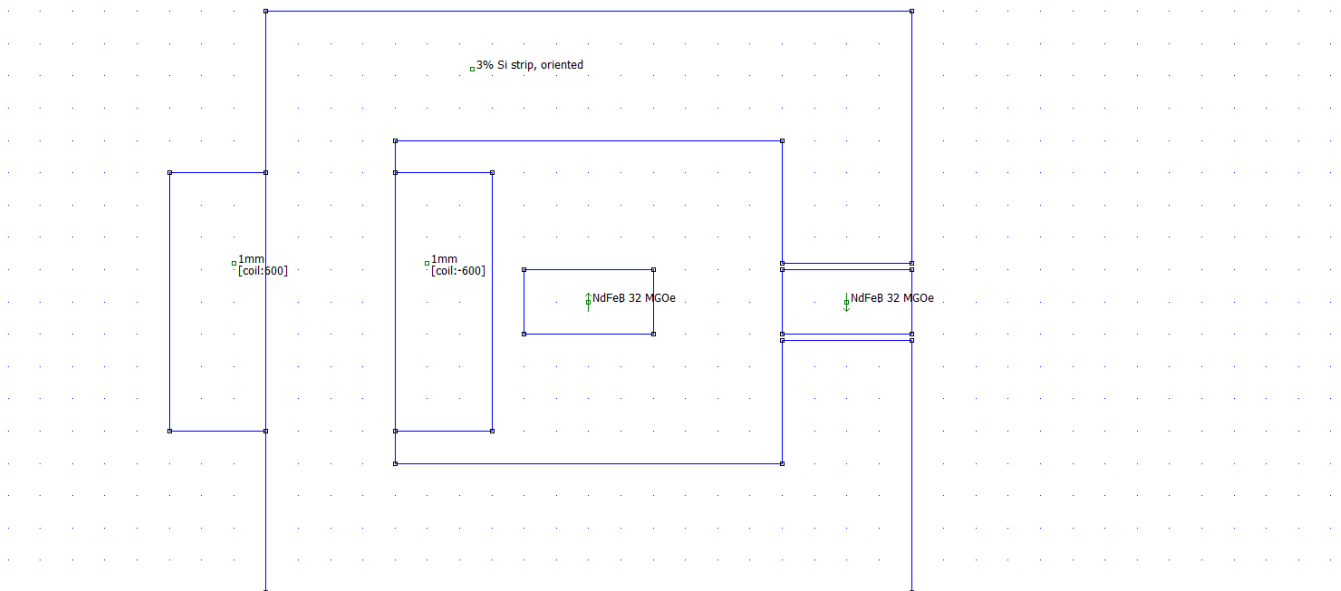
Nyní se podíváme na síly  $F_x$  pro obě varianty. U střídavé polarit magnetů můžeme nastavit proud o

stejně hodnotě po celém úseku 40mm, zatímco u stejné polarity magnetů musíme v polovině dráhy ( $x = 20\text{mm}$ ) změnit polaritu proudu, aby testy byly srovnatelné. Graf 2 ukazuje, že při střídavé polaritě magnetů je síla  $F_x$  podstatně větší. Ovšem zaplatíme za to podstatně větším indukovaným napětím.

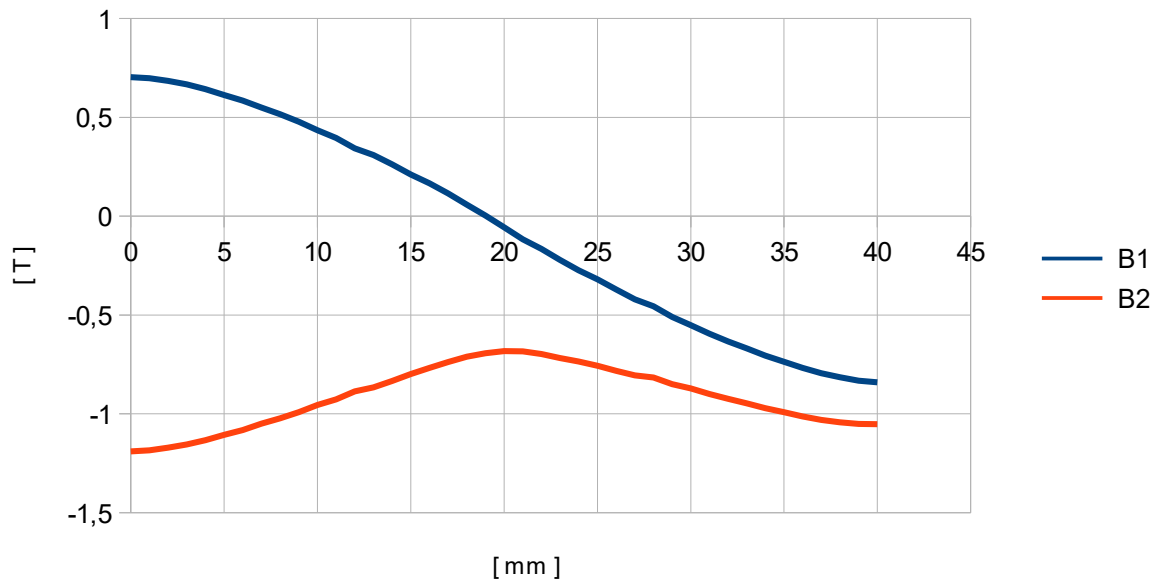


Graf 2: Porovnání  $F_x$  pro dvě různé polarity magnetů – jádro „I“

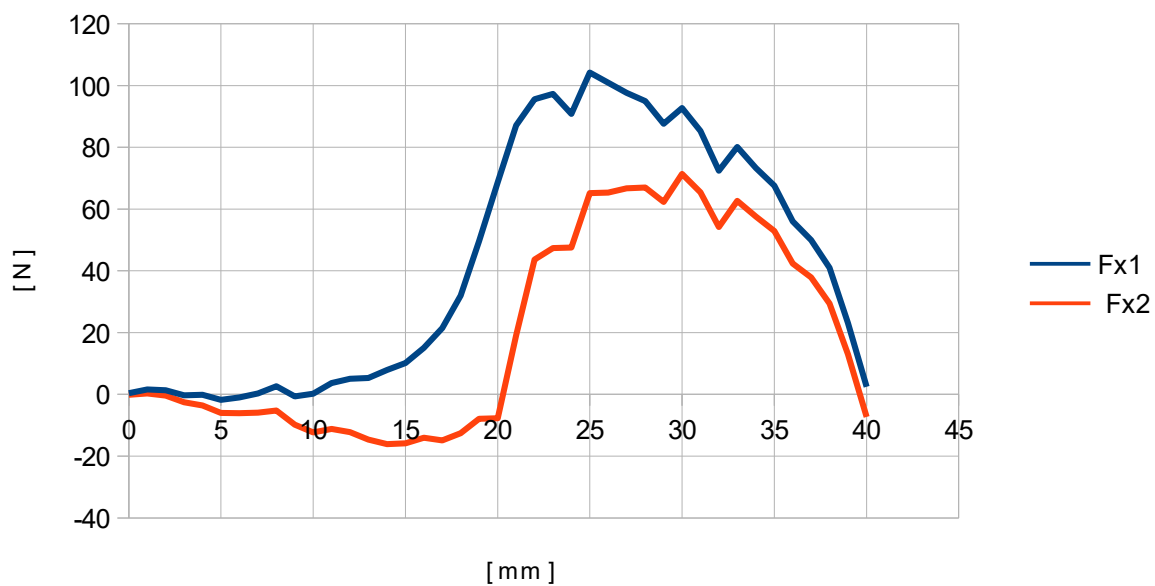
### Jádro cívky tvaru „C“



Obr. 3: Uzavřený magnetický obvod tvaru „C“ – magnety se střídavou polaritou



Graf 3: Porovnání B pro dvě různé polarities magnetů – jádro „C“



Graf 4: Porovnání Fx pro dvě různé polarities magnetů – jádro „C“

## Závěr

Na základě simulací jsme dospěli k závěru, že koncept s jádrem „C“ vychází celkově lépe než s jádrem „I“. U simulace s C-jádrem si můžete všimnout menší nesymetrie. Ta je způsobena nedokonalostí 2D simulace (ve skutečnosti 3D jsou oba magnety vzhledem k jádru postaveny symetricky v okamžiku, kdy jsou oba ve stejné vzdálenosti od jádra). Předpokládám, že ve 3D simulaci by výsledek byl ještě lepší. Kromě toho realizace motoru s C-jádry je jednodušší než s I-jádry. Porovnáme-li koncept na obr. 1 a 2 s konceptem s C-jádry a magnety se střídavou polaritou magnetů (viz modré čáry v grafech 3 a 4), vychází lépe první koncept s U-jádrem. Jeho konstrukce by navíc byla jednoduchá. Pravděpodobně se k němu v budoucnosti vrátíme.