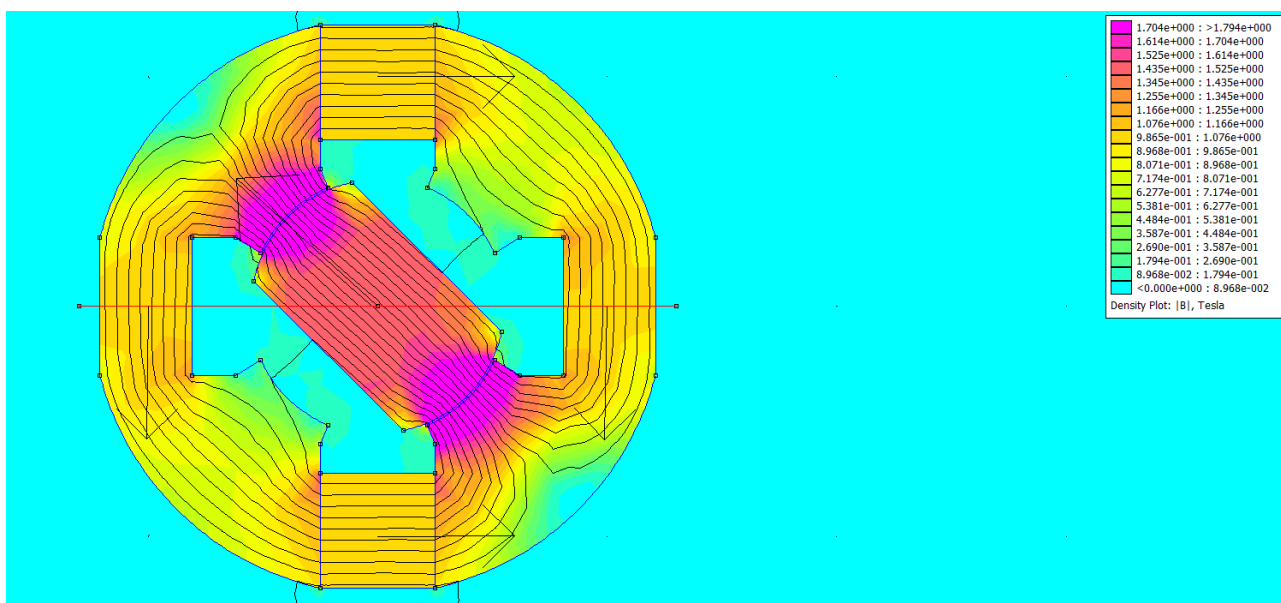


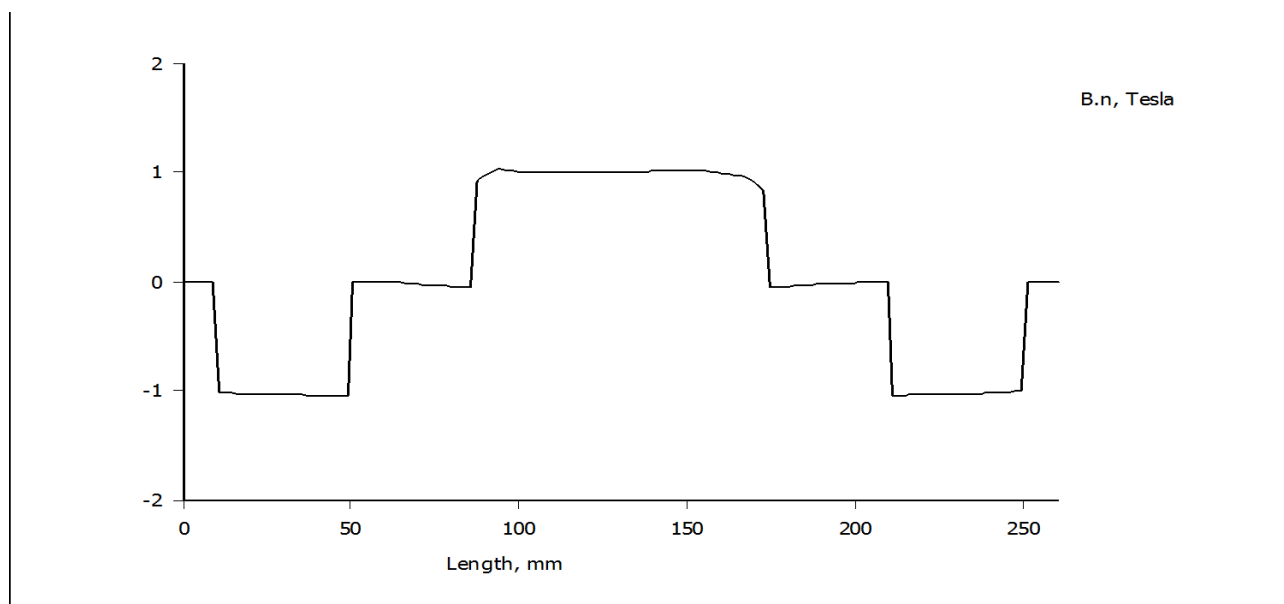
# Ecklinův generátor a spínaný reluktanční motor

© Ing. Ladislav Kopecký, srpen 2017

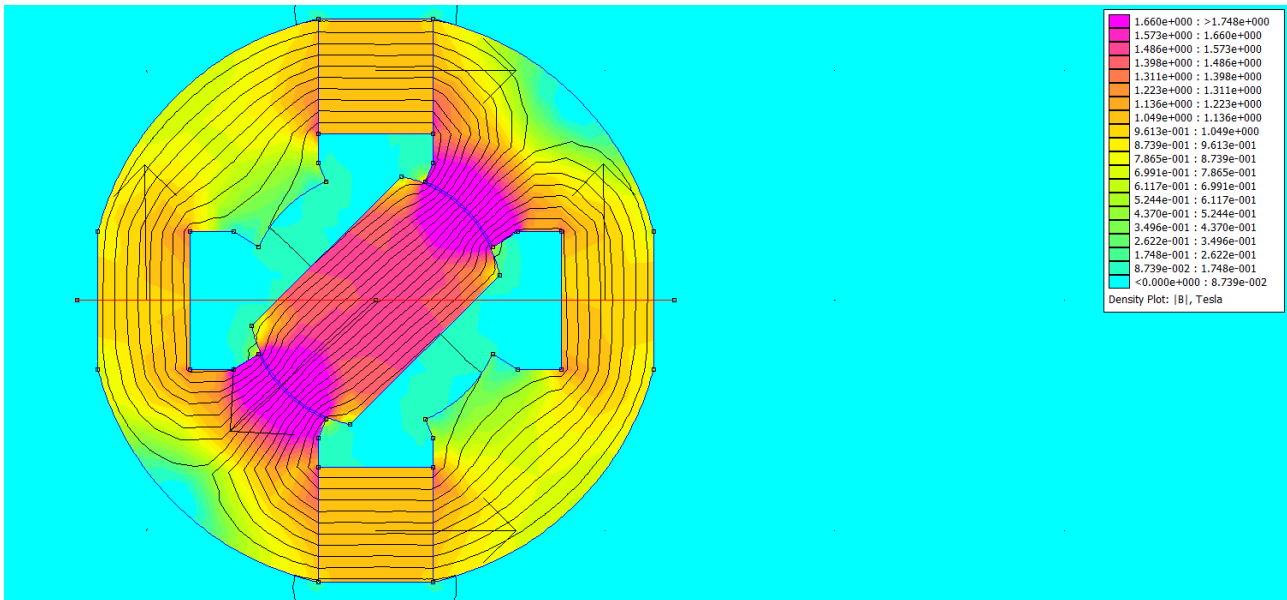
Ecklinův generátor (EG) na obr. 1 pracuje na principu přepínání magnetického toku do cívek statoru. Podobně jako spínaný reluktanční motor (SRM) pracuje se změnou magnetického odporu (reluktance) vlivem otáčení rotoru. Můžeme tento generátor také nazývat reluktančním generátorem. Smyslem tohoto článku však nejsou jazykové úvahy, ale záležitosti čistě technického charakteru. Přejděme tedy k věci. Na obr. 1 si všimněte, že šipky ve sloupcích po stranách, na nichž jsou navinuty cívky, ukazují směrem dolů, zatímco na obr. 2 směřují nahoru. Tyto šipky ukazují směr magnetického toku  $\Phi$ . V cívkách se indukuje napětí  $u_i = N \cdot d\Phi/dt$ , kde  $N$  je počet závitů. Slovy toto matematické vyjádření můžeme říci takto: velikost napětí, které se indukuje v cívkách, je přímo úměrné počtu závitů a rychlosti změny magnetického toku.



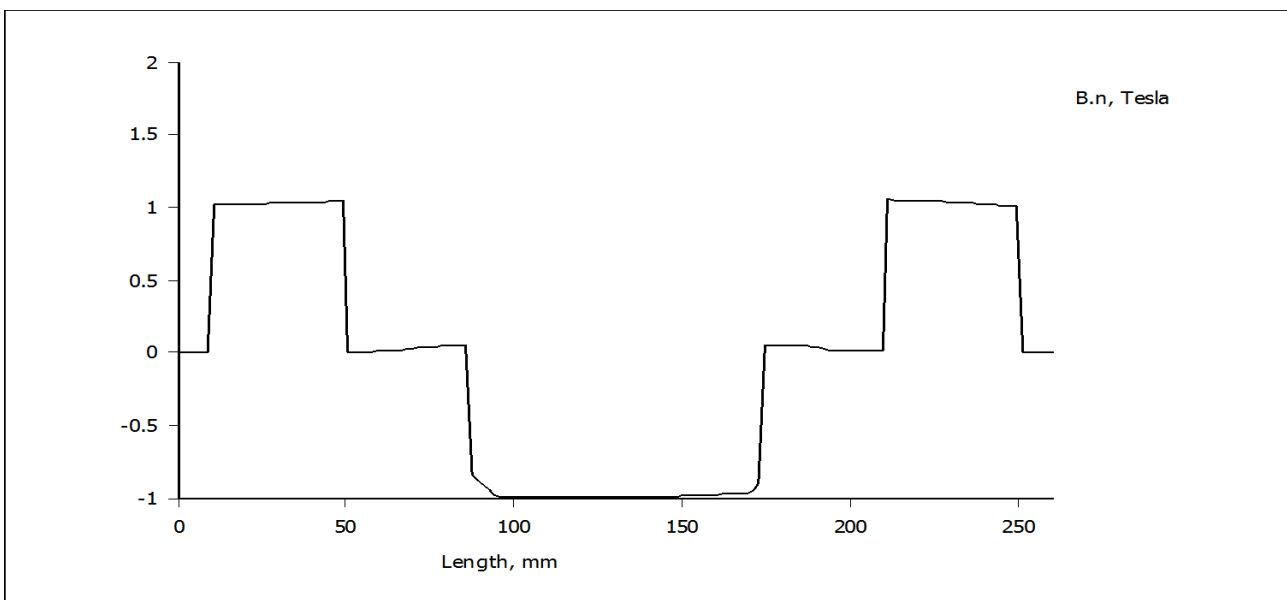
Obr. 1: Ecklinův generátor – poloha 1



Graf 1



Obr. 2: Ecklinův generátor – poloha 2

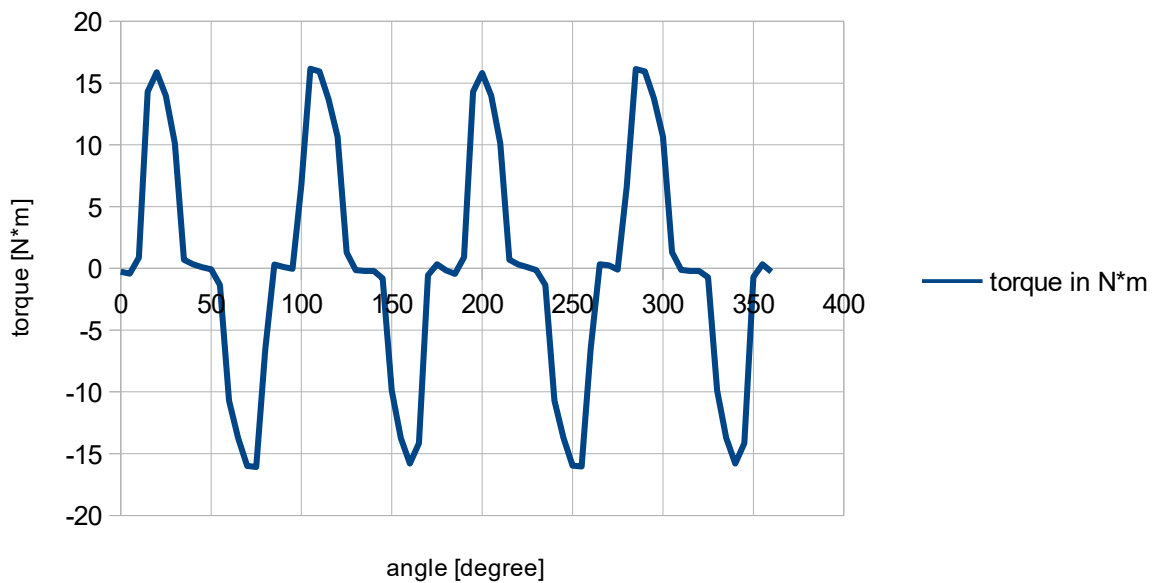


Graf 2

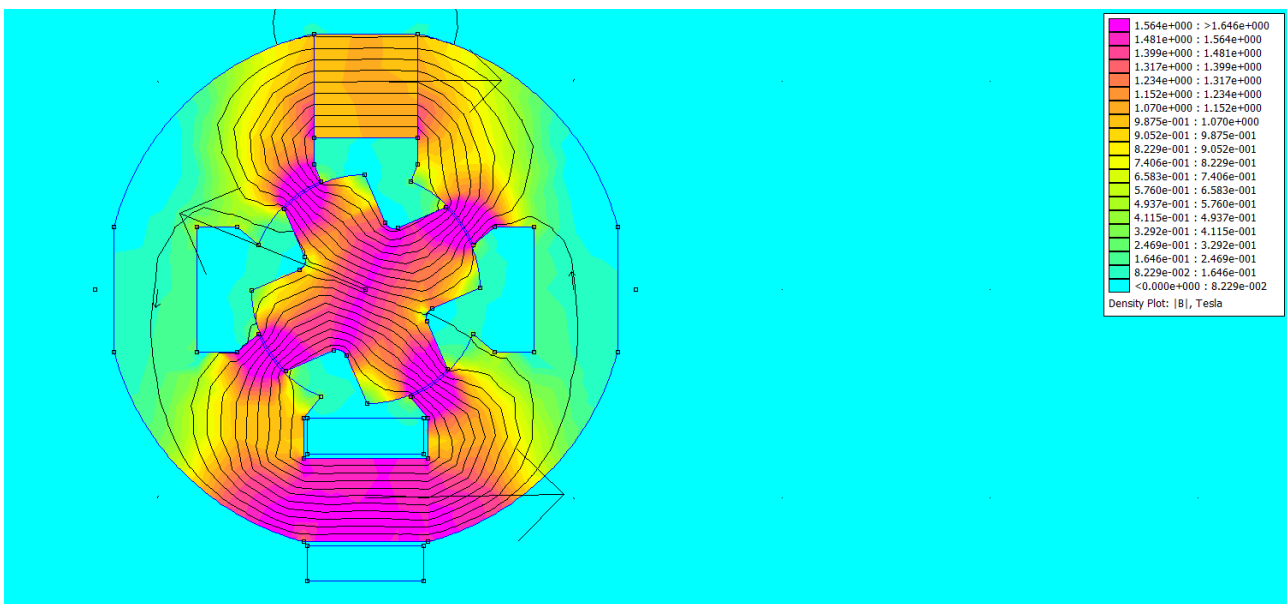
Směry magnetického toku v jádrech cívek také ukazují grafy 1 a 2. Během otáčení rotoru generátoru na něho samozřejmě působí magnetické síly, jak ukazuje graf 3. Tyto síly působí během jedné otáčky v kladném i záporném smyslu vzhledem k rotaci. V grafu jsou obě síly vyrovnané, avšak při zatížení generátoru teče cívkami proud, takže převládnu síly v jednom směru, a to ve směru proti otáčení rotoru. Pro vyrovnaný chod generátoru je vhodné mít dostatečně velký setrvačnick. V následujícím odkazu najdete popis generátoru a patent:

<http://www.rexresearch.com/ecklin/ecklin.htm>

Nyní se budeme věnovat pohonu Ecklinova generátoru. Jak ukazuje graf 3, část otáčky je rotor urychlován a jinou část je brzděn. Během jedné otáčky dojde ke čtyřem periodám silového působení na rotor. Ideální by tedy bylo, kdyby motor, který bude generátor pohánět, měl podobný průběh síly, ale samozřejmě jen v jednom směru. Takové vlastnosti má spínaný reluktační motor. Na obr. 3 je zobrazena simulace jednofázového SRM s jednou cívkou a jedním magnetem ve statoru. Běžné SRM se vyrábějí trojfázové a bez magnetu ve statoru. Toto je čistě můj vynález, který se, přes jeho výhody, v technické praxi zatím neprosadil. Dokonce jsem podal přihlášku vynálezu, ale ani po deseti letech moje žádost o udělení patentu nebyla vyřízena (ani kladně, ani záporně, prostě mě ignorují).



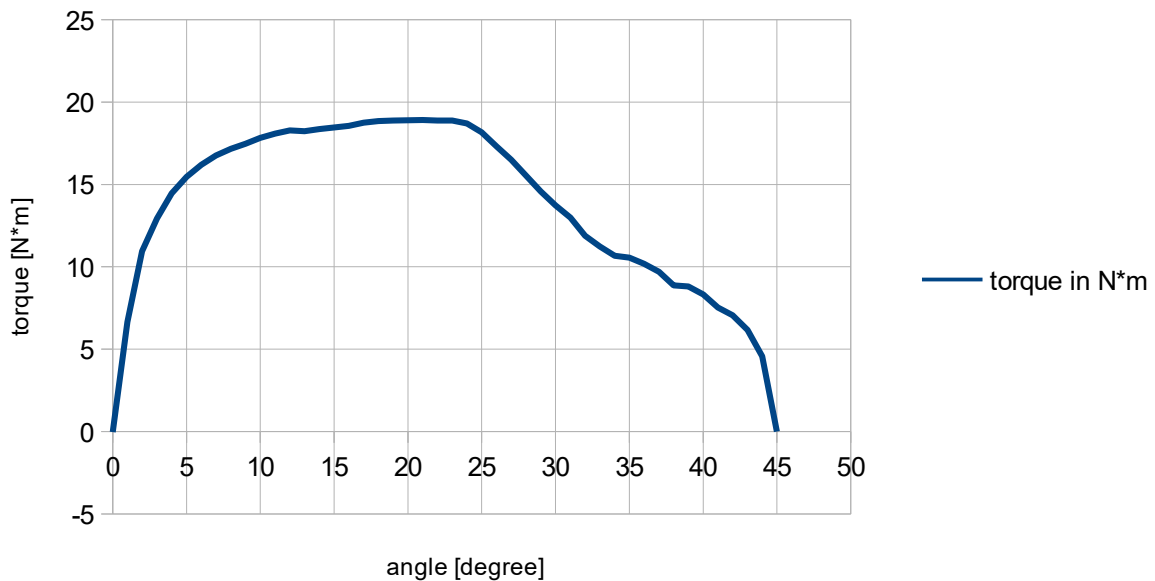
Graf 3: Závislost kroutícího momentu na poloze rotoru generátoru



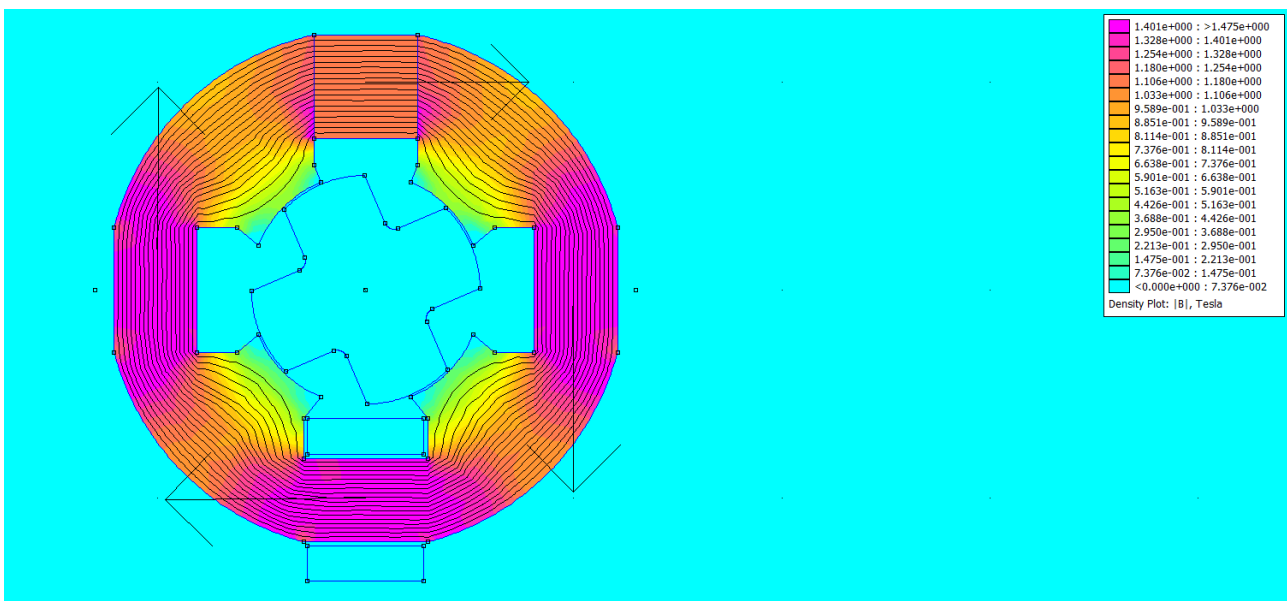
Obr. 3: Spínaný reluktanční motor – proud cívkou: 4A

Graf 4 ukazuje průběh kroutícího momentu pro 1/8 otáčky SRM. Na cívku je navinuto 865 závitů drátu o průměru 1mm a protéká jí proud 4A. Obr. 4 ukazuje situaci, kdy cívka je bez proudu. Je třeba ještě poznamenat, že jak EG, tak SRM mají stejnou velikost a stejné magnety. Nevýhodou tohoto motoru je to, že jsou poměrně dost napětově namáhány tranzistory výkonových spínačů. Je to způsobeno tím, že po vypnutí proudu v cívce rychle dojde nejen k vypnutí magnetického toku  $\Phi$ , ale dokonce ke změně jeho polaritě díky přítomnosti magnetu ve statoru. Tento nedostatek však lze kompenzovat a dokonce přitom rekuperovat energii. Jak toho lze dosáhnout? Velmi jednoduše. Na obr. 3 a 4 si můžete všimnout dvou věcí. Zaprvé, sloupky po stranách jsou volné. Zadruhé, mění se v nich směr a velikost magnetického toku v závislosti na tom, jestli cívkou protéká proud nebo ne. Pokud na tyto sloupky dáme sběrné cívky, bude se v nich indukovat napětí podobně jako v Ecklinově generátoru. Pokud toto napětí usměrníme, můžeme je vracet zpátky do zdroje. Musíme však použít jednocestný usměrňovač, aby těmito cívkami tekli

proud pouze tehdy, když je proud v hlavní cívce vypínán a hrozí zničení tranzistorových spínačů. Díky Lenzovu zákonu vznikne v cívkách takový směr proudu, který brání zániku magnetického toku ve statoru, což bude mít za následek pomalejší změnu magnetického toku  $d\Phi/dt$  a nežádoucí napěťová špička bude menší.



Graf 4: Závislost kroutícího momentu na poloze rotoru reluktančního motoru



Obr. 3: Spínaný reluktanční motor – proud cívkou: 0A

Na závěr ještě pár slov k řídicí elektronice. Ke spínání cívkou se použije nesymetrický můstek s MOSFET nebo IGBT tranzistory a rychlými diodami. Tyto můstky se používají u spínaných zdrojů vyšších výkonů, viz např. zde: <http://free-energy.xf.cz/teorie/dc-dc/Forward-Converter.pdf>. Tento spínací můstek bude řízen optickým senzorem polohy v závislosti na poloze rotoru. Senzor bude spolupracovat s clonkou se čtyřmi okénky. Bude vhodné mít možnost řídit jak velikost okénka, tak okamžitý příchodu signálu od optické závory.