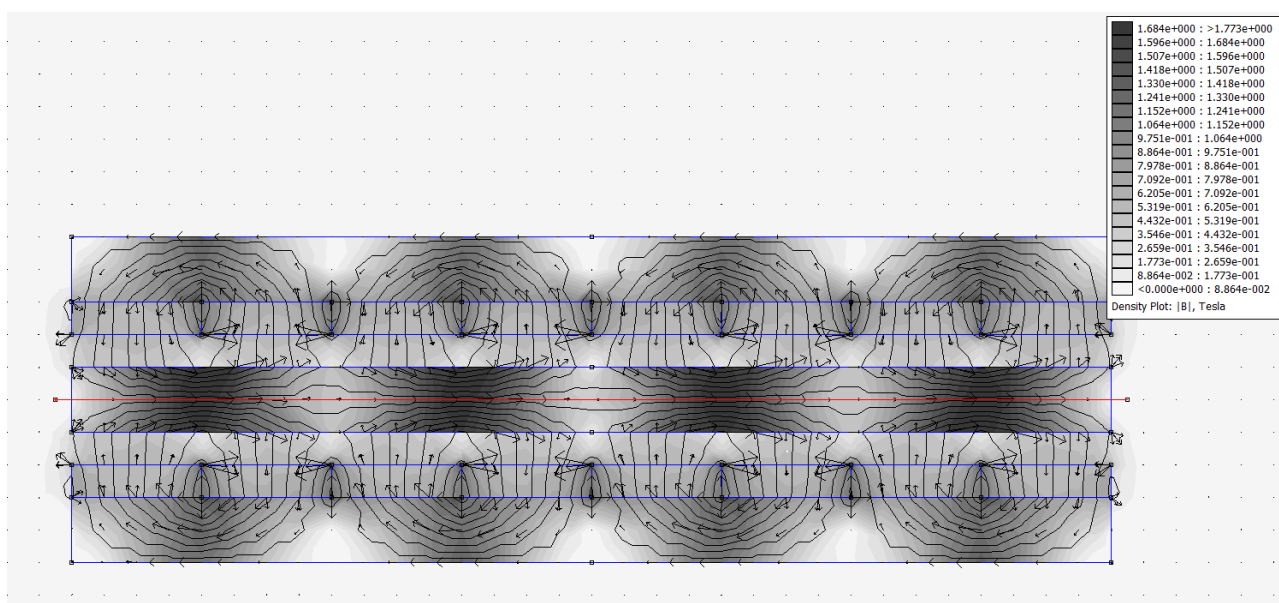


Toroidní generátor II

© Ing. Ladislav Kopecký, červenec 2017

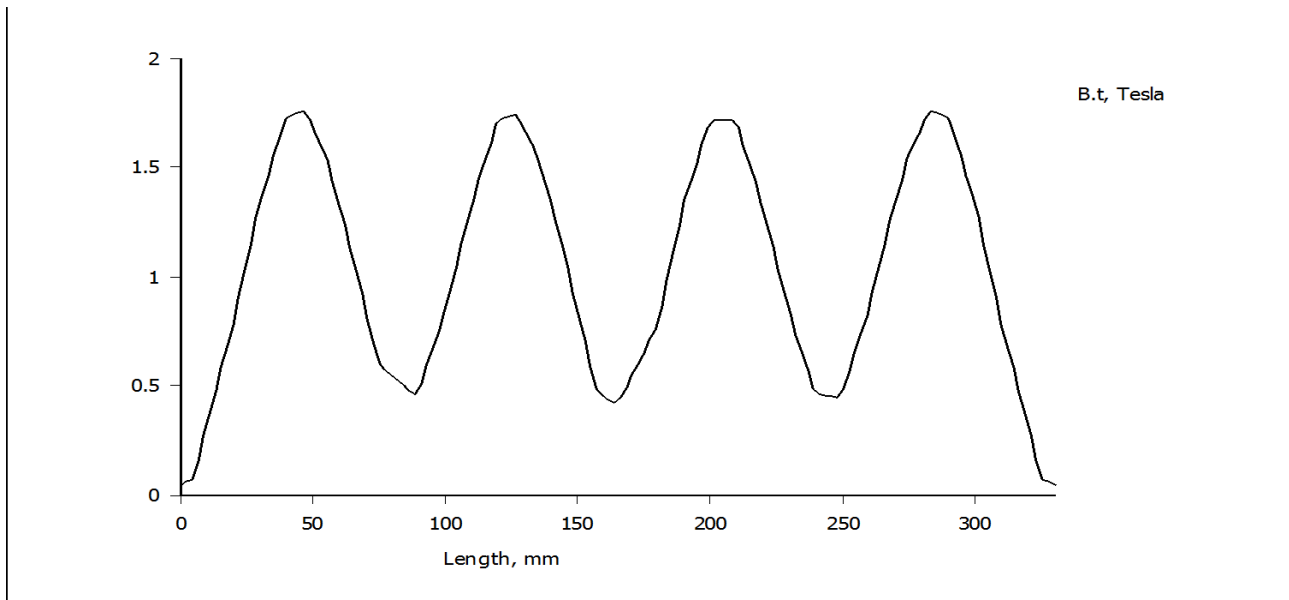
V první části článku jsme rozebrali teoretickou možnost zkonstruovat generátor, jehož mechanické zatížení bude nezávislé na elektrické zátěži generátoru. Základním předpokladem pro to je, aby tento generátor zároveň nemohl pracovat jako motor. Tato podmínka je splněna u toroidní cívky. Jestliže toroidní jádro bude obsahovat několik vinutí vedle sebe a pomocí magnetů, které se pohybují na bocích toroidu, dokážeme uvnitř toroidu měnit v prostoru a čase magnetický tok, v těchto cívkách se bude indukovat elektrické napětí. Pokud z těchto cívek bude odebírán proud, nedojde k brzdícímu efektu, jenž by byl závislý na velikosti tohoto proudu, jako je tomu u běžných generátorů. Kroticí moment nutný k otáčení toroidního generátoru bude způsoben pouze mechanickými vlivy, jako je tření v ložiscích nebo odpor vzduchu, a vlivem vířivých proudů, jež se indukují v toroidním jádře. Tento moment je však nesrovnatelně menší než u běžných generátorů. Vliv vířivých proudů lze ve většině případů zanedbat. Pokud bychom chtěli vyrobit vysokootáčkový generátor, použili bychom pro výrobu toroidu nějaký speciální materiál. První část článku jsme zakončili návrhem toroidního generátoru se dvěma cívkami. Ve druhé části článku si ukážeme konstrukci generátoru s více cívkami a zaměříme se na optimalizaci generátoru.

Představme si, že máme toroidní generátor s osmi cívkami a dvakrát osmi magnety umístěnými na železných kotoučích, tvořících rotor. Magnety jsou těsně vedle sebe bez mezer a mají tvar kruhových výsečí. Když budeme chtít tento generátor nasimulovat pomocí programu FEMM, který dokáže pracovat pouze ve 2D, musíme provést transformaci z 3D prostoru do plochy a výsledek vidíme na obr. 1. Na tomto obrázku vidíme červenou vodorovnou úsečku. Podél této úsečky budeme pomocí simulačního programu zjišťovat průběh magnetické indukce B_t (obr. 2).

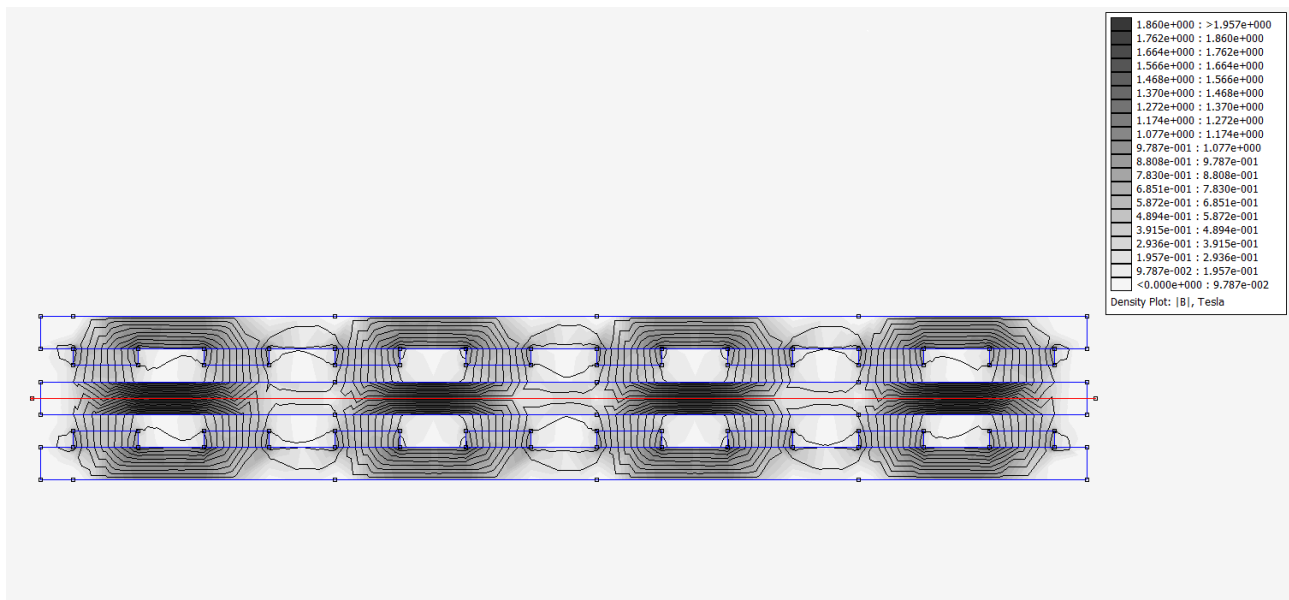


Obr. 1: 2D simulace generátoru s osmi cívkami bez mezer mezi magnety

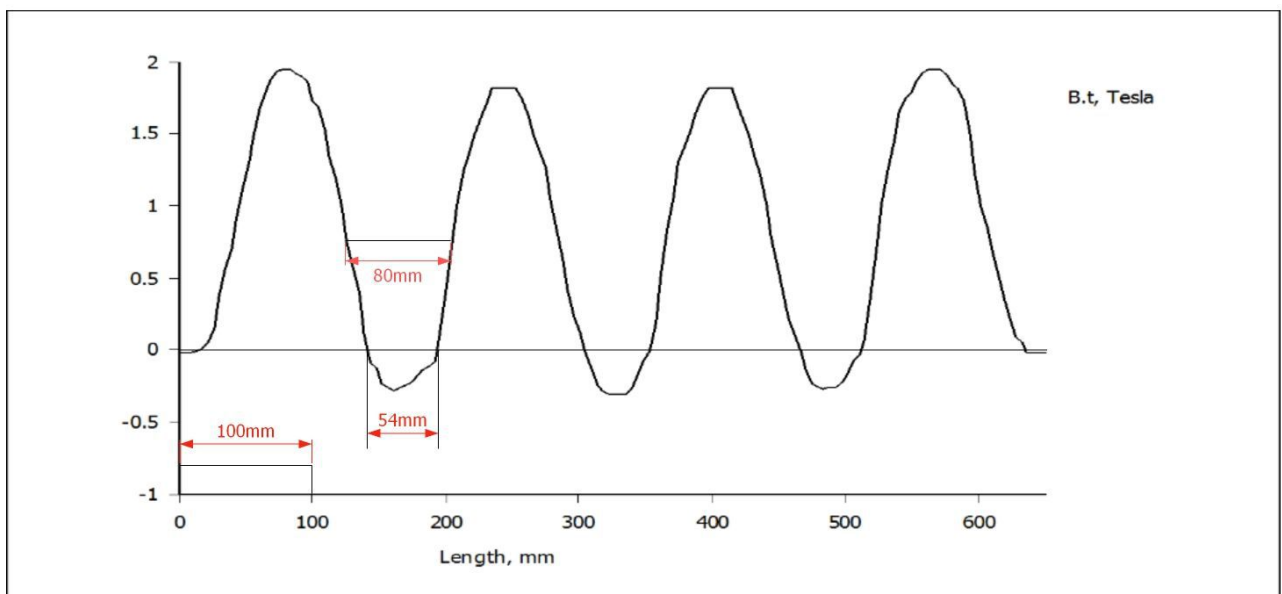
Na obr. 2 můžeme vidět, že magnetická indukce ve směru červené úsečky B_t neklesá k nule, což je problém, protože víme, že velikost indukovaného napětí v cívkách je dána počtem závitů a rychlostí změny magnetické indukce B , respektive magnetického toku $\Phi = B.S$. Jestliže B neklesá k nule, zbytečně snižujeme výkon generátoru. Abychom zajistili, že B bude klesat k nule, musíme mezi magnety vytvořit mezery. Mezery mezi magnety jednoduše vytvoříme tak, že délku toroidu zdvojnásobíme, čímž získáme mezery stejné šířky jako je šířka magnetu. Na obr. 4 vidíme, že B klesá dokonce pod nulu. Zbývá určit optimální šířku cívky. Minimální šířku cívky určíme tak, že změříme úsek na ose x , kde B dosahuje záporných hodnot. Na obr. 4 je to délka 54mm. Jestliže šířka magnetu je 40mm, tak maximální šířka cívky bude 80mm. V tomto případě optimální šířka cívky bude v rozmezí 54 až 80mm. Pokud například zvolíme 60mm, tak mezera mezi cívkami bude 20mm.



Obr. 2: Průběh B.t bez mezer mezi magnety



Obr. 3: 2D simulace generátoru s osmi cívkami s mezerami mezi magnety



Obr. 4: Průběh B.t s mezerami mezi magnety