

Motorgenerátor

© Ing. Ladislav Kopecký, 26.12. 2013

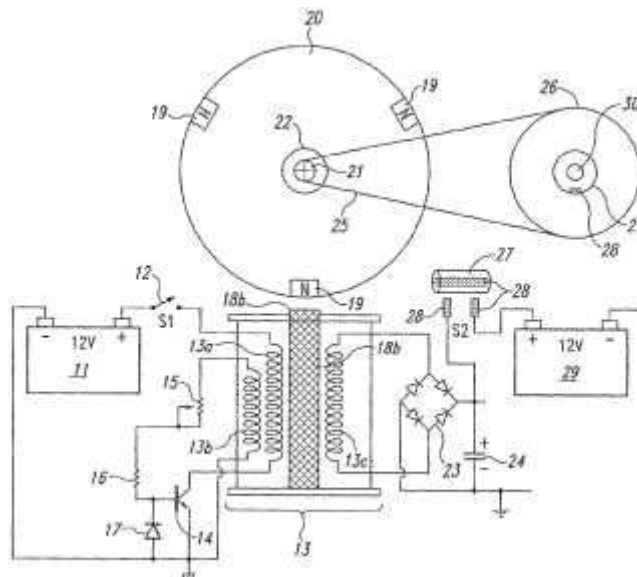
Motivací k vytvoření tohoto zařízení je potřeba najít zdroj energie pro dobíjení baterie tzv. volnou energií. Využití takového zařízení je zřejmé: například dobíjení baterie elektromobilu, když není po ruce síťová zásuvka, nebo dobíjení baterie solárního systému, když nesvítí slunce. Z výše uvedeného je zřejmé, že výkon motorgenerátoru nemusí být příliš velký, stačí, když bude schopen dodávat energii nepřetržitě po dlouhou dobu. Zavrhl jsem zařízení typu MEG, protože jeho komponenty jsou drahé, výsledky sporné a má velké nároky na přesné vyladění. Proto jsem raději zvolil zařízení rotační – motorgenerátor. Posoudíme několik variant a vybereme tu nejlepší.

Bedini

Na internetu je spousta modifikací zařízení Johna Bediniho, která jsou velmi jednoduchá a šance, že to bude fungovat, velká. (Jde o to s jak velkou účinností.) Našel jsem několik jeho patentů, z nichž jsem vybral dva jako volnou inspiraci k vlastní tvorbě:

Abstract of US2002130633 (A1)

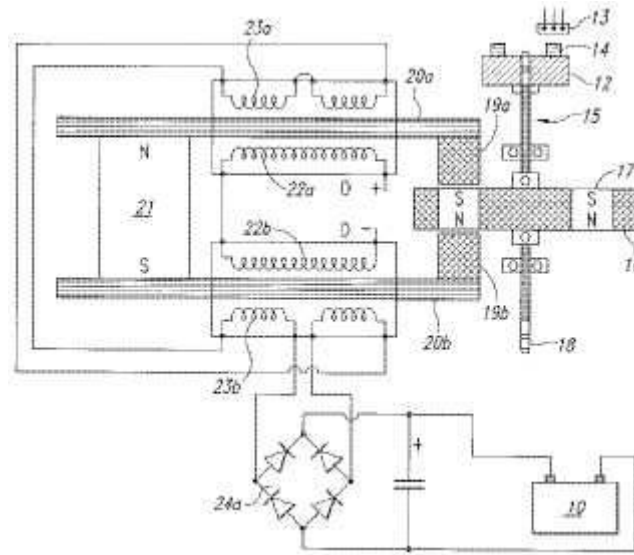
A back EMF monopole motor and method using a rotor containing magnets all of the same polarity and in a monopole condition when in momentary apposition with a magnetized pole piece of a stator having the same polarity, said stator comprised of a coil with three windings: a power-coil winding, a trigger-coil winding, and a recovery-coil winding. The back EMF energy is rectified using a high voltage bridge, which transfers the back EMF energy to a high voltage capacitor for storage in a recovery battery. The stored energy can then be discharged across the recovery battery through the means of a contact rotor switch for further storage.



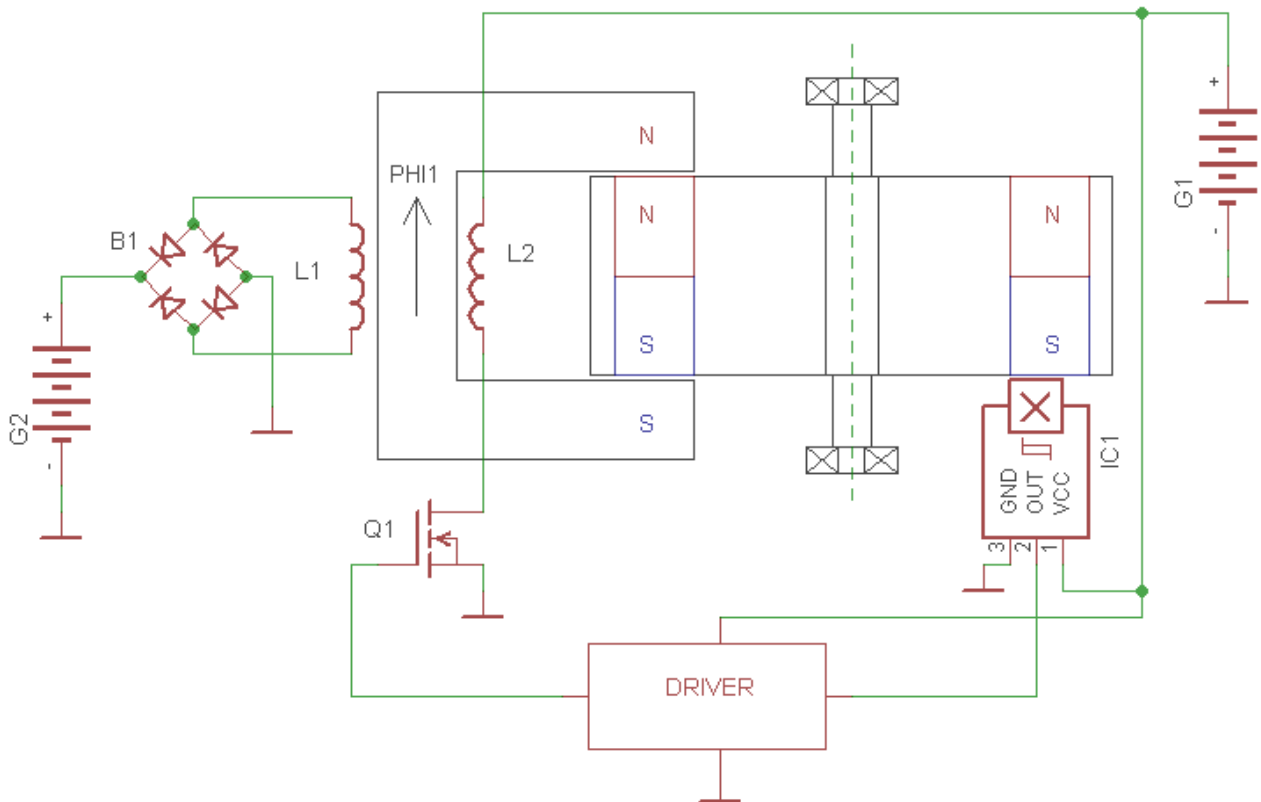
Abstract of US6392370 (B1)

This invention is a back EMF permanent electromagnetic motor generator and method using a regauging process for capturing available electromagnetic energy in the system. The device is comprised of a rotor with magnets of the same polarity; a timing wheel in apposition to a magnetic

Hall Effect pickup switch semiconductor; and a stator comprised of two bars connected by a permanent magnet with magnetized pole pieces at one end of each bar. There are input and output coils created by wrapping each bar with a conducting material such as copper wire. Energy from the output coils is transferred to a recovery rectifier or diode. The magnets of the rotor, which is located on a shaft along with the timing wheel, are in apposition to the magnetized pole pieces of the two bars. The invention works through a process of regauging, that is, the flux fields created by the coils is collapsed because of a reversal of the magnetic field in the magnetized pole pieces thus allowing the capture of available back EMP energy. Additional available energy may be captured and used to re-energize the battery, and/or sent in another direction to be used as work. As an alternative, the available back EMF energy may be dissipated into the system.



Myslím, že nemá cenu se zdržovat překladem, neboť funkce obou zařízení je celkem průhledná, a proto se pustíme do vlastního návrhu.



Obr. 1. Motorgenerátor

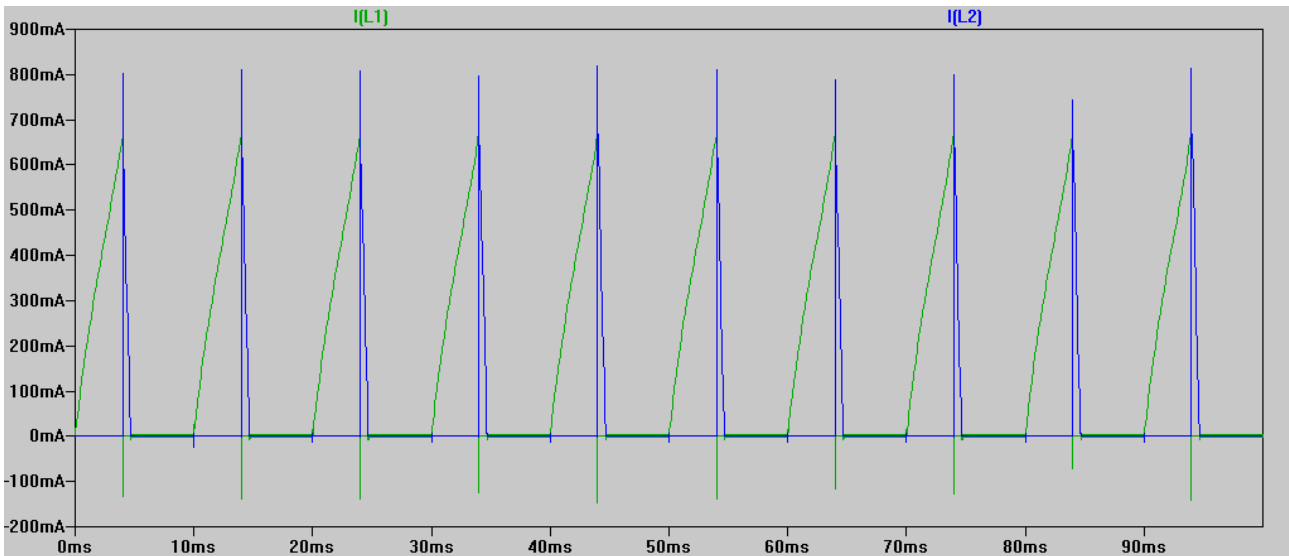
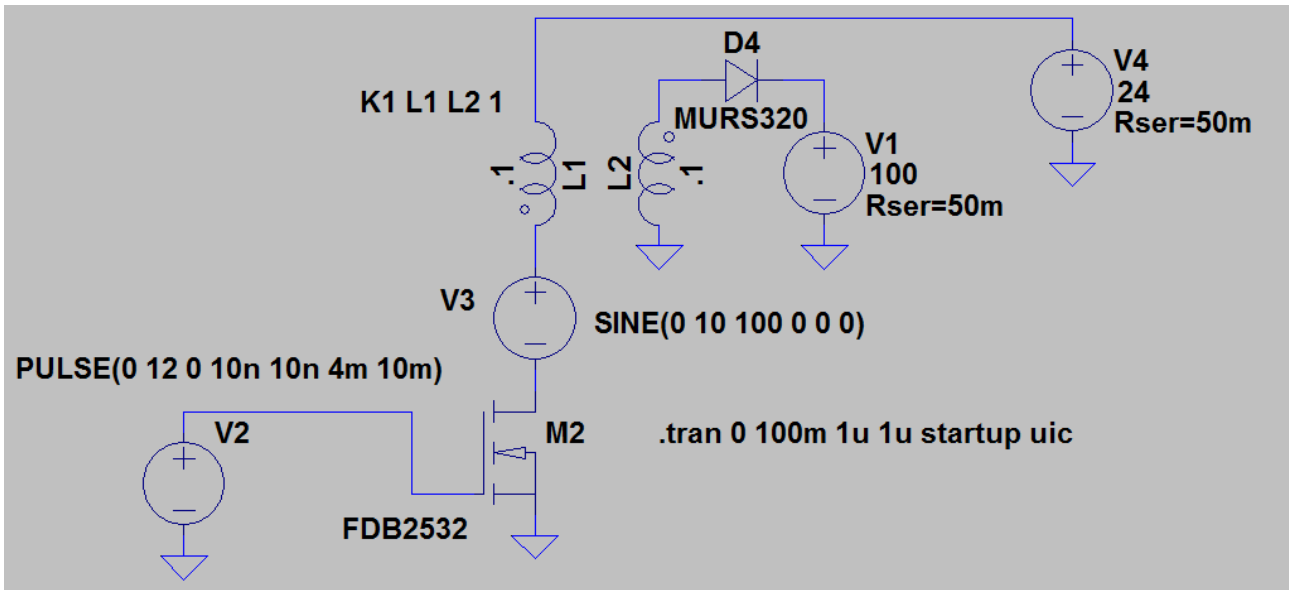
Na obr. 1 jsme pro jednoduchost nakresili pouze jednu dvojici cívek s jádrem, ale může jich být samozřejmě víc a cívky mohou být zapojeny do série, paralelně nebo kombinovaně. IC1 je Hallova sonda, která řídí spínání tranzistoru Q1 a je nastavena tak, aby tranzistor sepnul v okamžiku, když se kryjí póly statoru s póly magnetu v rotoru. Rotor se může točit na obě strany – z hlediska generování energie to je jedno. Díky magnetům se rotor přitáhne do rovnovážné polohy a přitom se bude v cívce L1 indukovat napětí, které vyvolá proud tekoucí do baterie G2 přes můstkový usměrňovač B1. Při vypnutí tranzistoru Q1 se energie nahromaděná v cívce L2 přeneše prostřednictvím cívky L1 a usměrňovače B1 opět do baterie B2. Obvod v tomto okamžiku funguje jako blokující měnič. Cívky by měly mít co nejtěsnější vazbu, proto – pokud to bude možné – navineme obě cívky se stejným počtem závitů bifilárně. Přesto, abychom se vyhnuli zničení tranzistoru přepětím, zajistíme jeho vhodnou ochranu.

Protože tento stroj je potenciálně velmi silný motor, můžeme po obvodu rozmístit další cívky s C jádry, které budou sloužit výhradně jako sběrací. Můžeme mít například dvě jádra s cívkami hnacími a dvě jádra s cívkami pouze sběracími.

A nakonec si povíme ještě něco o použitých materiálech. Pro první experimenty bych zvolil C jádro i magnety feritové, protože se vyhneme ztrátám vířivými proudy. Tělo rotoru vyrobíme nejlépe z nemagnetického a nevodivého materiálu, například z nějakého plastu, silonu, pertinaxu nebo sklotextitu. Počty závitů cívek navineme podle napětí a kapacity baterií. Také si dovedu představit použití jen jedné baterie, z níž budeme obvod napájet a zároveň dobíjet. (Ovšem v tom případě bychom těžko dodrželi závitový poměr 1: 1.)

Nyní si Bediniho stroj nasimulujeme. Simulační schéma je na obr. 2. Cívky statoru mají indukčnost po 100mH. Napájení motoru je 24V a sekundární cívka nabíjí zdroj 100V. Zdroj impulzů V2 simuluje Hallova sondu a zdroje sinusového průběhu V3 a V5 simulují napětí indukované v cívkách. Vliv zdroje V5 je však zanedbatelný. Pokud použijeme zdroj V1 větší než V4 (napájecí), stačí použít jen jednu diodu (D4), protože napětí indukované v cívce je menší než napětí zdroje V1. Čím je napětí zdroje V1 větší, tím rychleji dojde k demagnetizaci cívky L1. Výhodou tohoto řešení

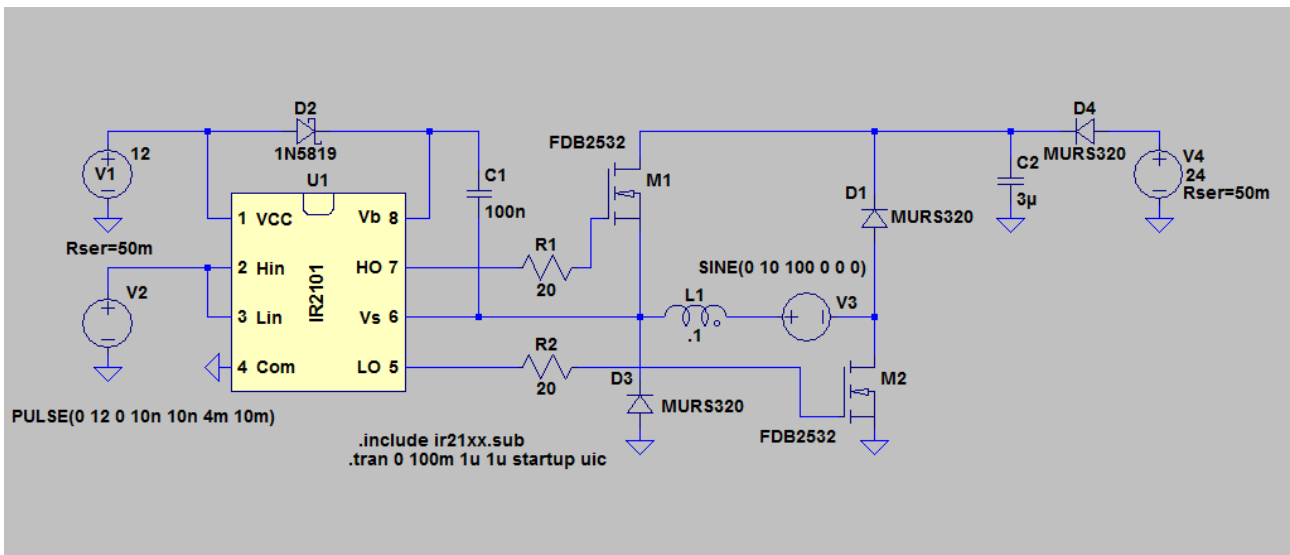
je především jednoduchost elektroniky. Slabinou je pilovitý průběh proudu v cívce, což má nežádoucí vliv na EM rušení do okolí, a průběh krouticího momentu není optimální.



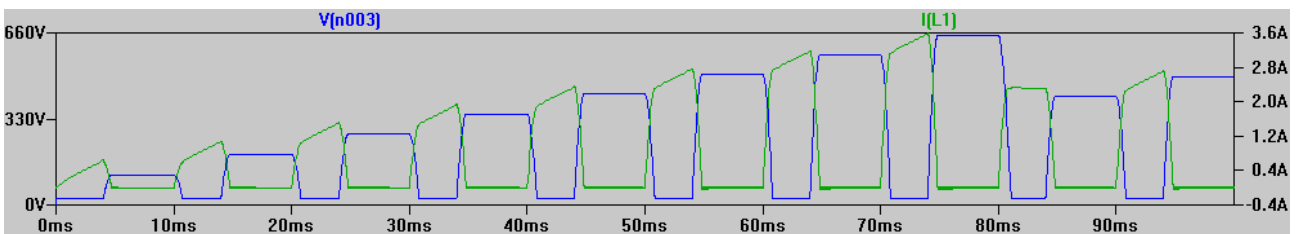
Obr. 2. Simulace Bediniho motorgenerátoru

Asymetrický můstek

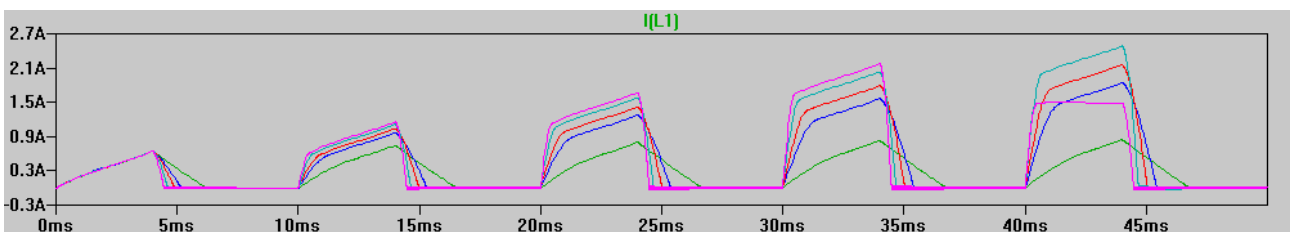
Další možností je použít asymetrický můstek (obr. 3). Výhodou tohoto řešení je, že nepotřebujeme demagnetizační vinutí, ovšem za cenu složitější a dražší elektroniky. Další nevýhodou je, že sklon nárůstu a poklesu proudu je stejný, takže momentová charakteristika je horší než u Bediniho. Naštěstí lze použít trik s diodou a kondenzátorem (D4, C2). Při vybíjení cívky se nabíjí kondenzátor C2 a dioda D4 zamezí vracení energie do zdroje. Napětí kondenzátoru v příštím cyklu urychlí nárůst proudu, takže se vylepší momentová charakteristika. Pokud použijeme příliš malou kapacitu C2, tvar křivky proudu se sice velmi vylepší, ovšem jsou velmi namáhány tranzistory a obvod má sklon k nestabilitě (kolísání amplitudy proudu).



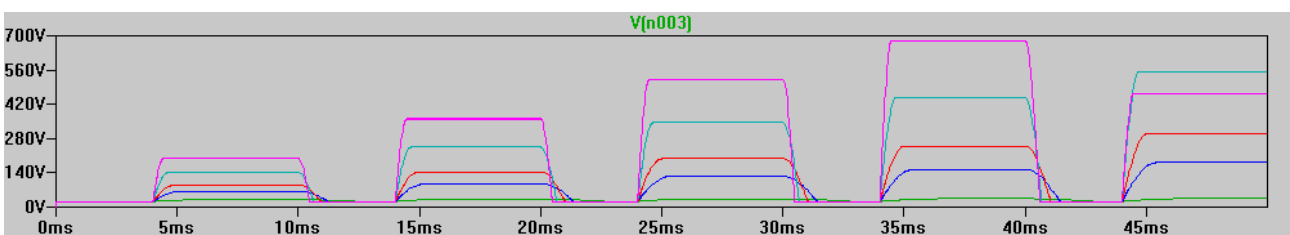
a) schéma zapojení



b) grafický výstup



c) závislost průběhu proudu na kapacitě C2



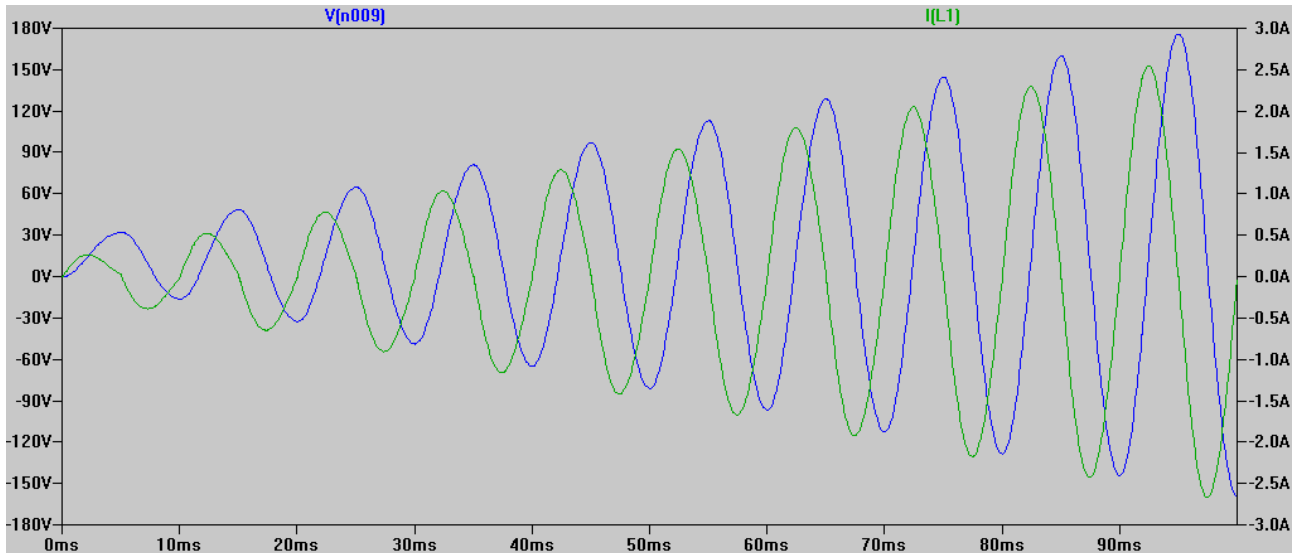
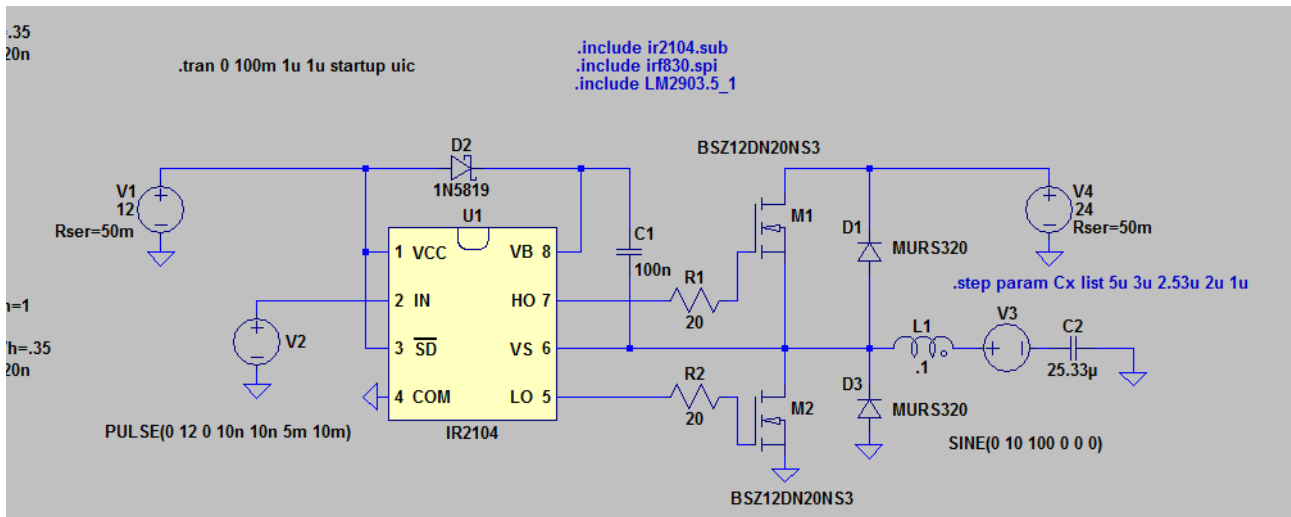
d) průběhy napětí na kondenzátoru C2 v závislosti na jeho kapacitě

Obr. 3. Simulace motorgenerátoru s nesymetrickým můstkem

Rezonanční řízení motoru

Rezonanční řízení elektromotoru tohoto typu odstraňuje řadu nedostatků předchozích dvou řešení:

- Průběh proudu je sinusový obou polarit (cívka magnet nejen odpuzuje, ale i přitahuje).
- Minimální EM rušení (harmonický průběh proudu, tranzistory přepínají v nule proudu).
- Na cívce je vysoké napětí, ale přesto tranzistory nejsou napřívově namáhány.
- Lze dosáhnout velmi vysokých proudů za předpokladu nízkého činného odporu cívky. (Amplituda je dána pouze Ohmovým zákonem.)

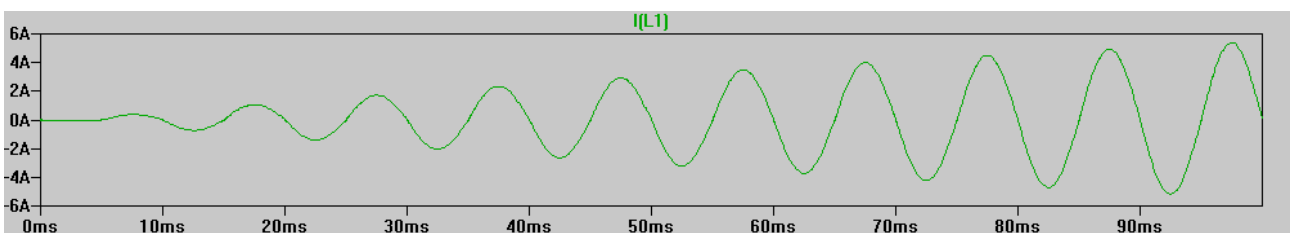
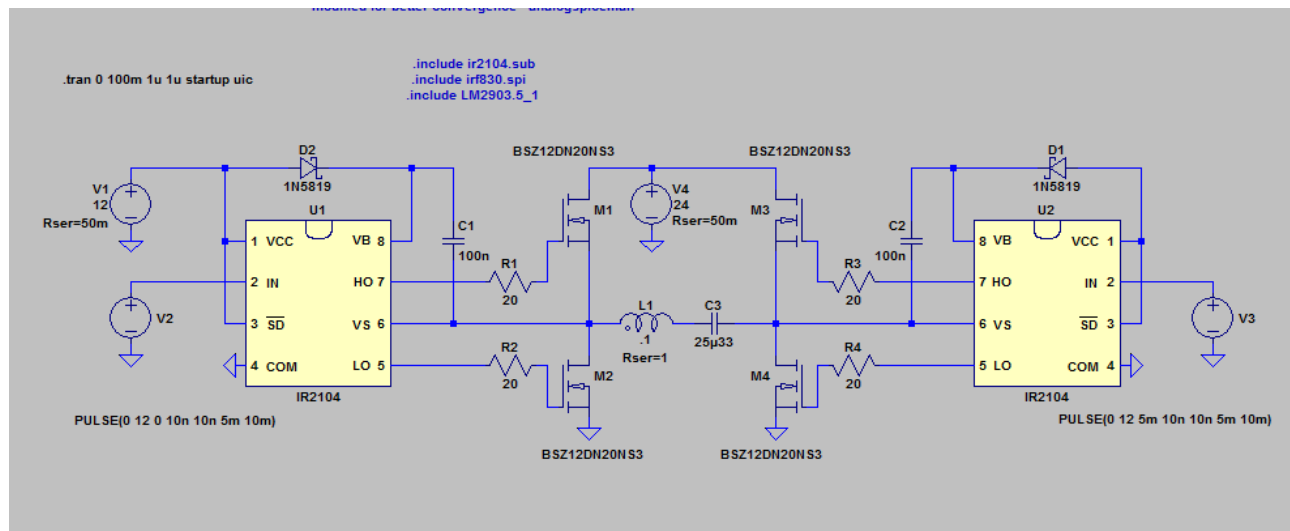
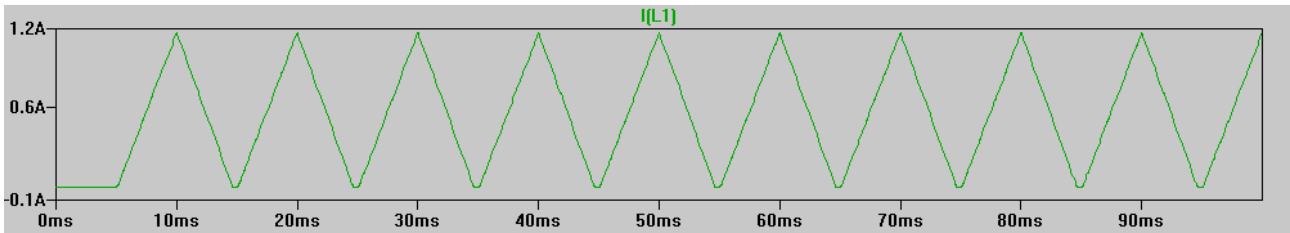
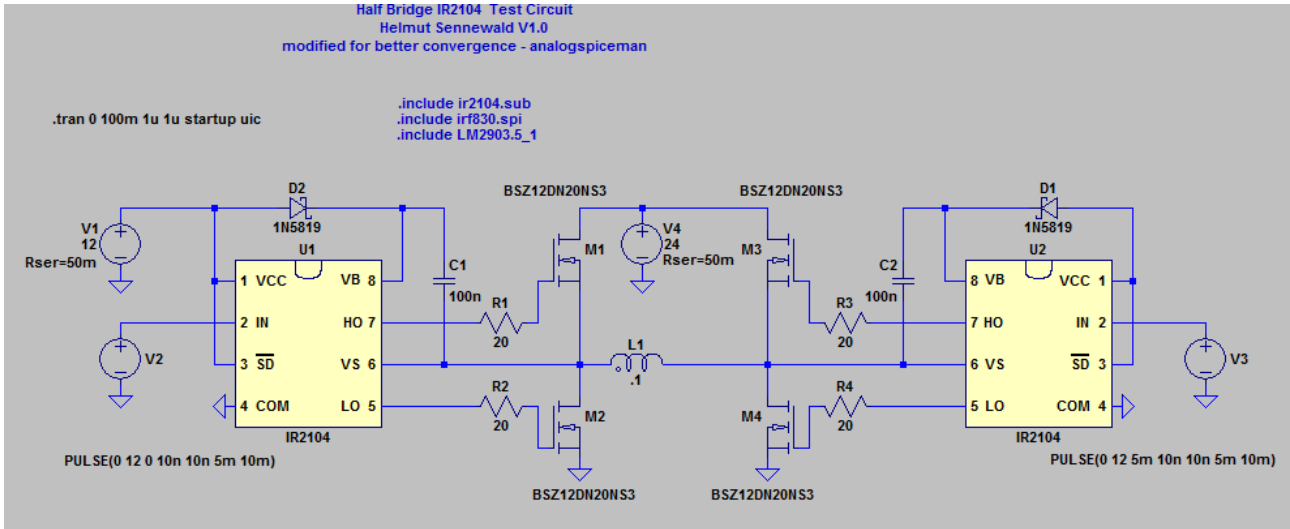


Obr. 4. Simulace rezonančního řízení

Tyto výhody jsou vykoupeny nutností roztočit motor do rezonančních otáček nějakými technickými prostředky, o nichž bude řeč dále. To se však týká pouze motoru s permanentními magnety v rotoru, u asynchronního motoru lze s úspěchem použít kladnou proudovou zpětnou vazbu, která zajistí rozběh i udržování rezonance v různých režimech provozu motoru.

Nejjednodušší způsob je při rozběhu nahradit rezonanční kondenzátor odporem vhodné velikosti. Někdy může být nutné použít vyšší napětí, aby vinutím protékal dostatečně velký proud pro rozběh. Odpor by měl být tak velký, aby časová konstanta L/R byla menší než polovina periody

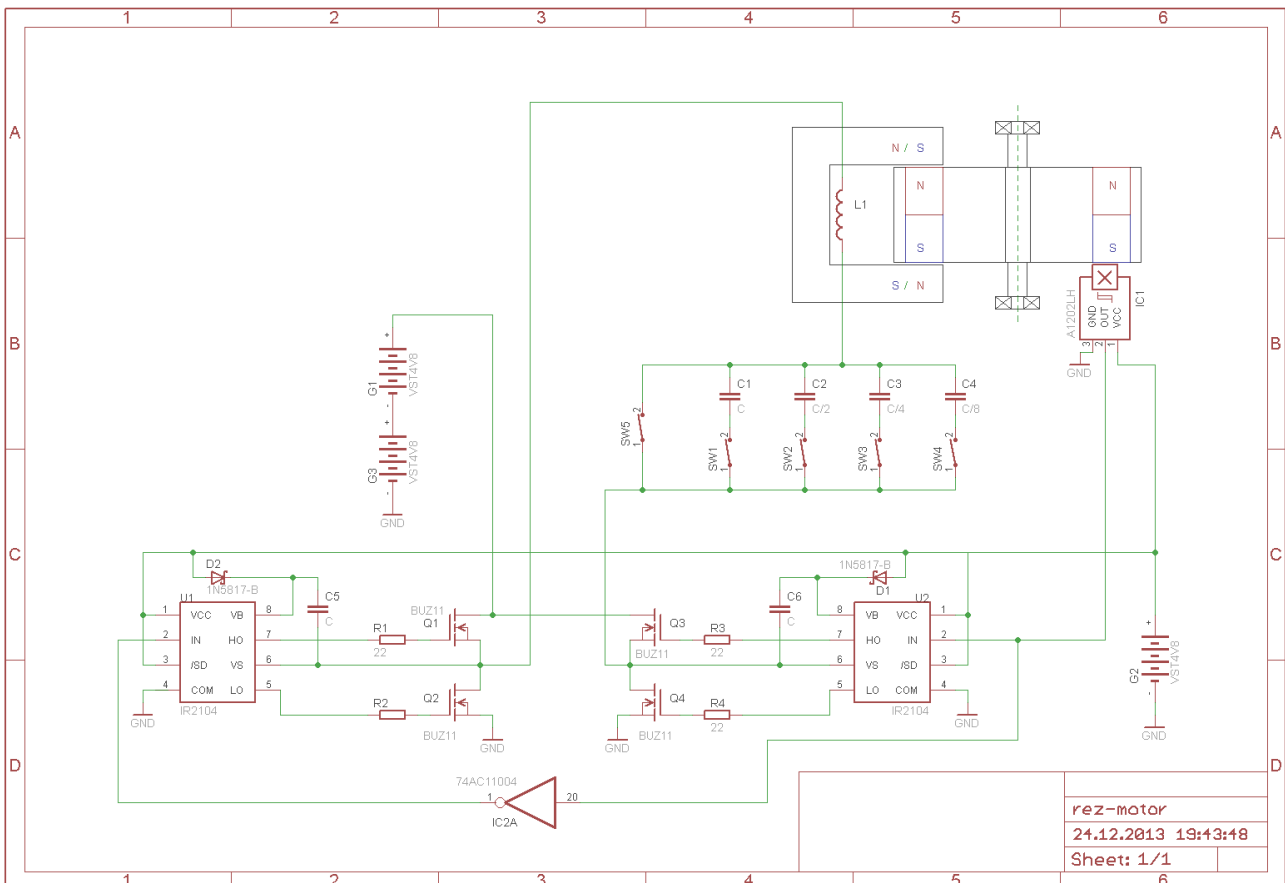
rezonančního kmitočtu. Jedná se o poměrně hrubou a triviální záležitost, proto přejdeme k elegantnější a efektivnější metodě, tj. použití úplného H můstku (obr. 5). Stačí před zapnutím motoru na napájení zkratovat rezonanční kondenzátor nějakým spínačem a po roztočení na rezonanční otáčky spínač opět rozpojit. (Samozřejmě můžeme rez. motor roztočit nějakým pomocným motorkem konvenční konstrukce.)



Obr. 5. Simulace rozběhu rezonančního motoru s permanentními magnety.

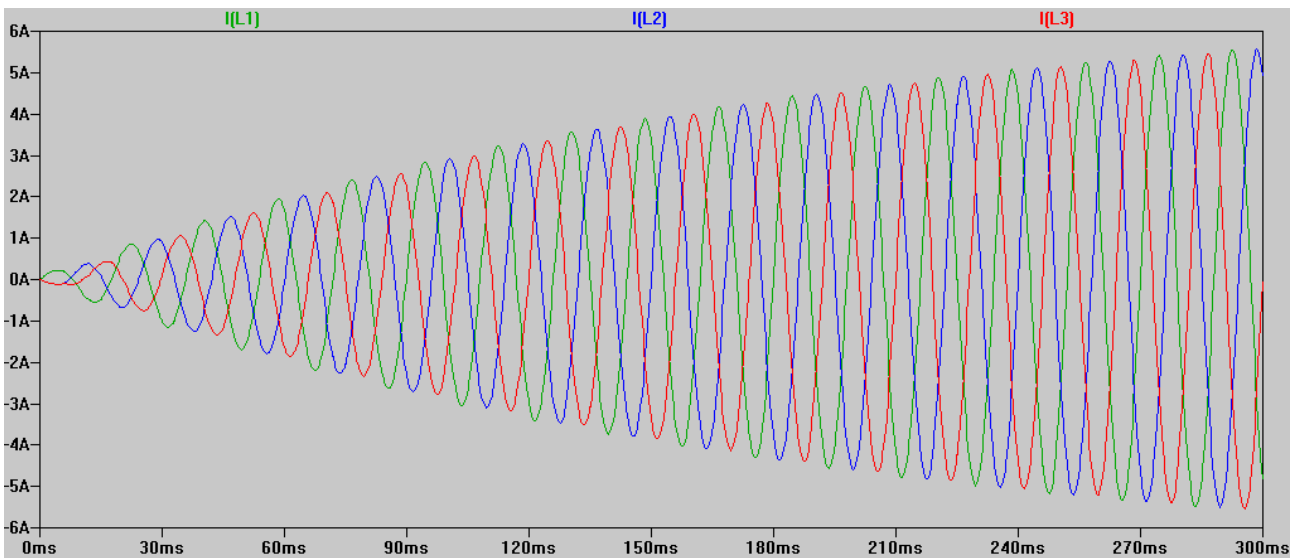
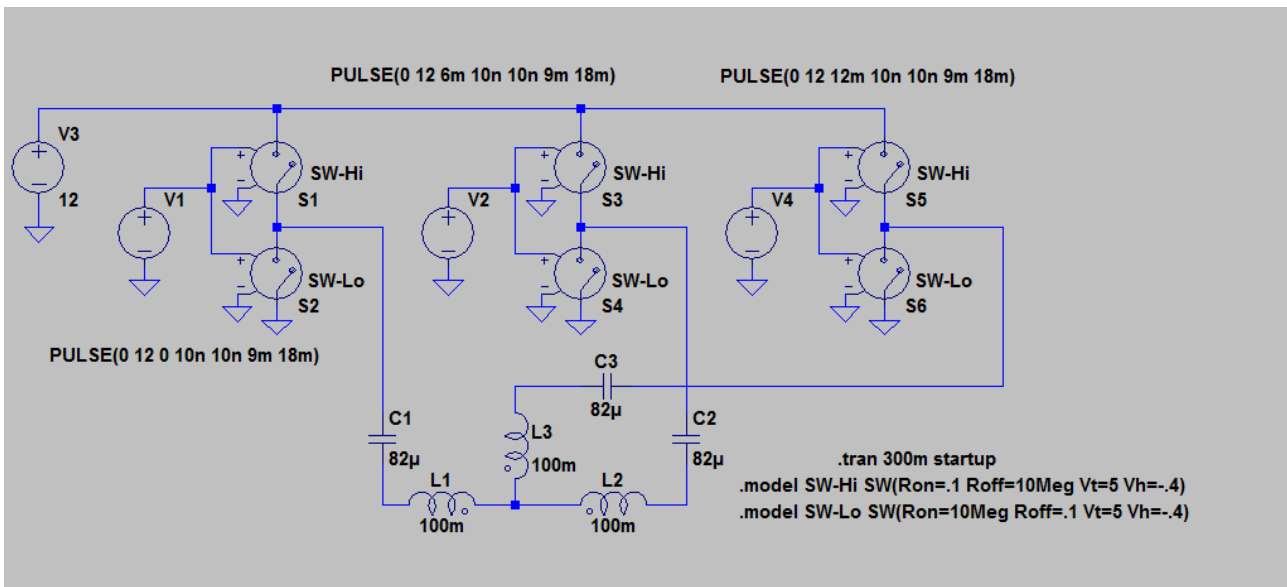
Nezatížený motor se pohybuje lehce nad rezonancí. Pokud motor přetížíme tak, že otáčky klesnou pod rezonanci, motor se zastaví. Otáčky motoru můžeme řídit změnou rezonanční kapacity, jak ukazuje následující obrázek 6. Pochopitelně nelze otáčky zvyšovat neomezeně, ale pouze do té doby, dokud indukované napětí nedosáhne napětí napájecího. Vyšších otáček dosáhneme tehdy, když zvýšíme napájecí napětí a zařadíme do řídicího obvodu omezovač proudu, o němž se píše v jiném článku.

Při rezonančním řízení se nemusíme omezovat jen na jednofázový motor, ale můžeme rezonančně řídit i motory dvou a trojfázové. U dvoufázového motoru musíme bohužel použít dva úplné H můstky (nebo půlmůstky, ale v tom případě opět řešíme rozběh motoru), avšak v případě trojfázového motoru stačí tři půlmůstky, jak ukazuje obr. 7.



Obr. 6. Řízení otáček rezonančního motoru

Důležitou podmínku je to, že vinutí musí být zapojeno do hvězdy. I v tomto případě lze regulovat proud do jednotlivých fází. Pokud použijeme budiče IR2104, stačí k tomu snímací odpor společný pro všechny 3 fáze a nějaký komparátor, jeho výstup je připojen na vstupy /SD budičů. Další možností je použít zdroj proudu řízený snímacím odporem. O tom si ale povíme zase někdy jindy.



Obr. 7. Rezonanční řízení 3-fázového motoru

Závěr

Jako nejslibnější kandidát na zařízení na volnou energii se mi jeví rezonanční motor za předpokladu, že budou použity kvalitní součástky a materiály, aby ztráty v rezonančním obvodu byly minimální. Pokud bude použito konstrukce podle obr. 6, lze po obvodu rotoru rozmístit sběrací cívky s C jádry a motor může zároveň sloužit jako generátor.