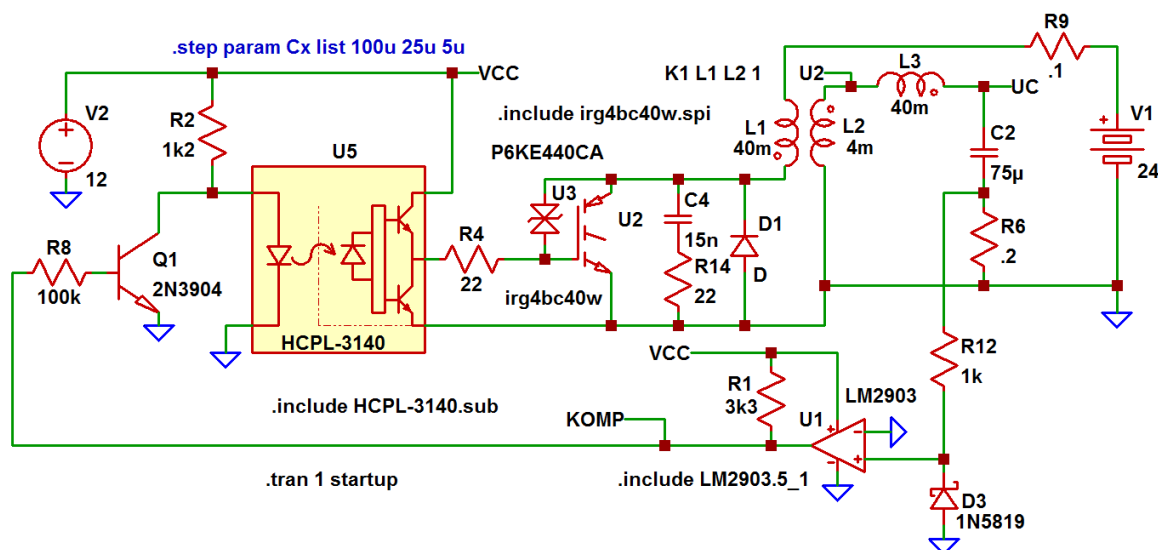


LC oscilátory s transformátorovou vazbou III

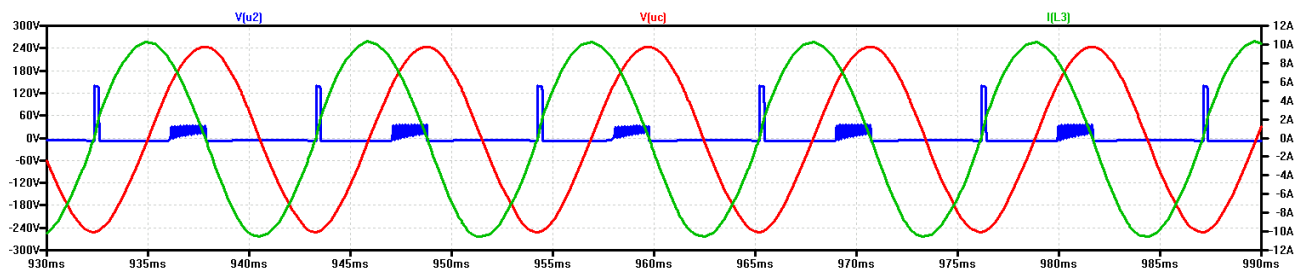
© Ing. Ladislav Kopecký, květen 2017

Ve třetí části článku se vrátíme k oscilátoru se sériovým LC obvodem. Budeme se zabývat regulací výkonu a aplikací oscilátoru pro rezonanční řízení BLDC motoru.

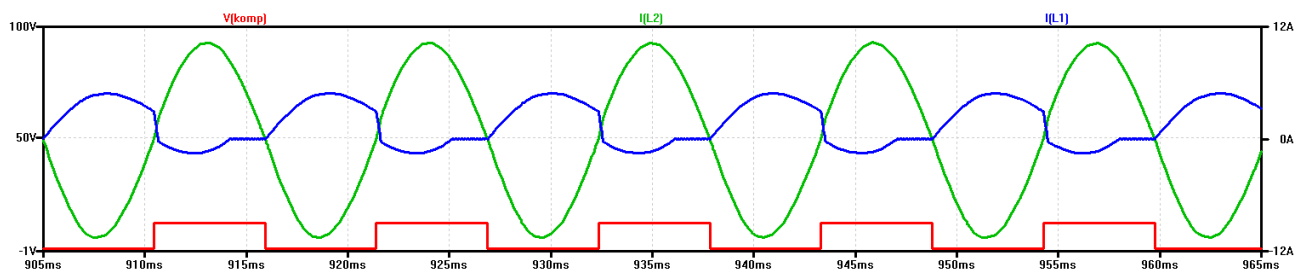


Obr. 1: Oscilátor s transformátorem a sériovým LC obvodem

Nejdříve však provedeme analýzu základního zapojení oscilátoru na obr. 1. Stejně jako u všech ostatních oscilátorů se sériovým LC obvodem je kladná zpětná vazba odvozena od proudu v LC obvodu. Vlastní LC obvod je tvořen cívkou L3 a kondenzátorem C2. Tento rezonanční obvod je buzen napětím U2, které je generováno sekundární cívkou L2 transformátoru. Na obr. 2 je průběh tohoto napětí zobrazen modrou čarou. Aby oscilátor kmital, musí být průběh napětí U2 ve správném fázovém úhlu k proudu I(L3), jenž ze zobrazen zeleně.



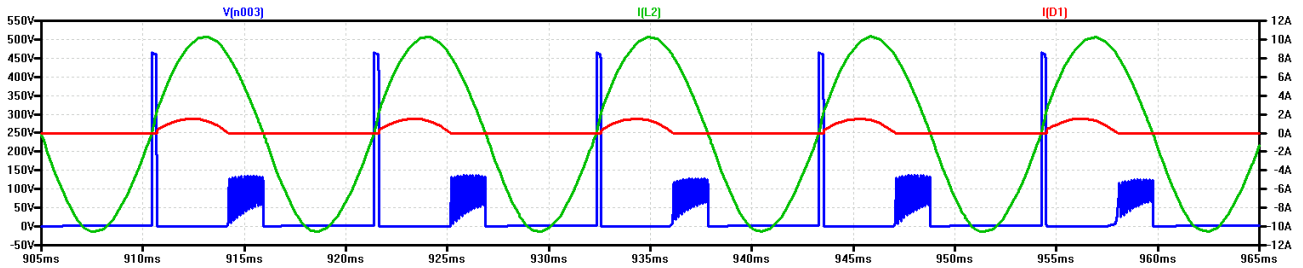
Obr. 2: Průběh napětí U2, Uc a proudu I(L3)



Obr. 3: Průběh proudů I(L1), I(L2) a napětí na výstupu komparátoru U1

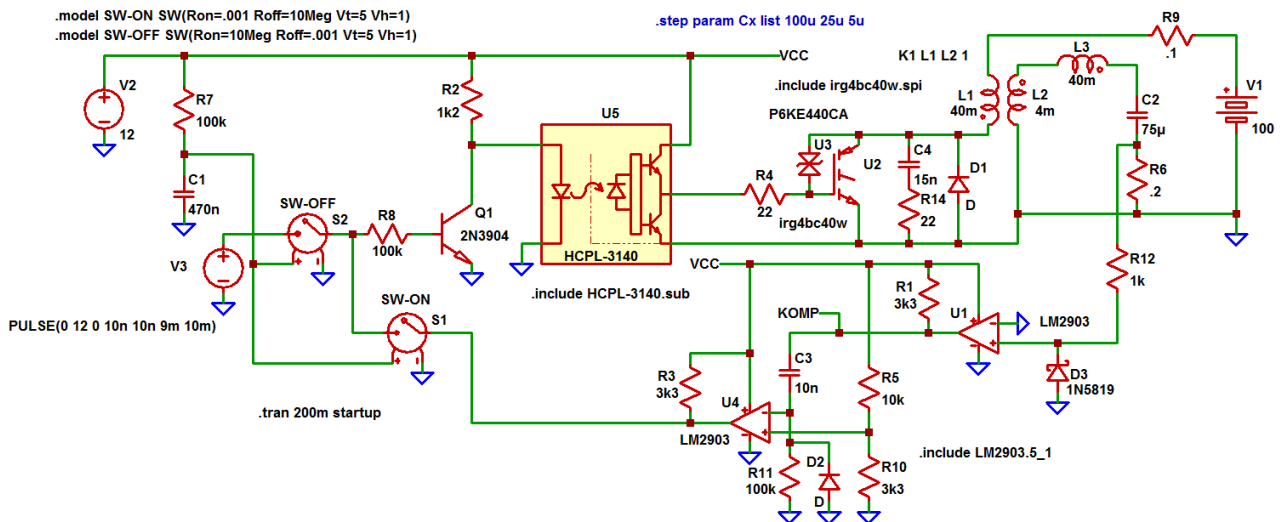
Když je na výstupu komparátoru log. 1, otevře se tranzistor Q1, což způsobí zavření výkonového tranzistoru U2. V tomto okamžiku je generován napěťový impuls na sekundární straně

transformátoru (viz modrou křivku na obr. 2). Délka tohoto impulzu je dána dobou účinkování přepětové ochrany tvořené především transilem U3, který je zapojen mezi vývody „gate“ a „drain“ tranzistoru U2. O tom, že je tomu skutečně tak, se můžeme přesvědčit na obr. 4, kde máme zobrazen průběh napětí na drainu tranzistoru U2 (modrá) a průběh proudu I(L2). Část energie se vrací do zdroje pomocí diody D1, jak ukazuje červená čára na obr. 4.

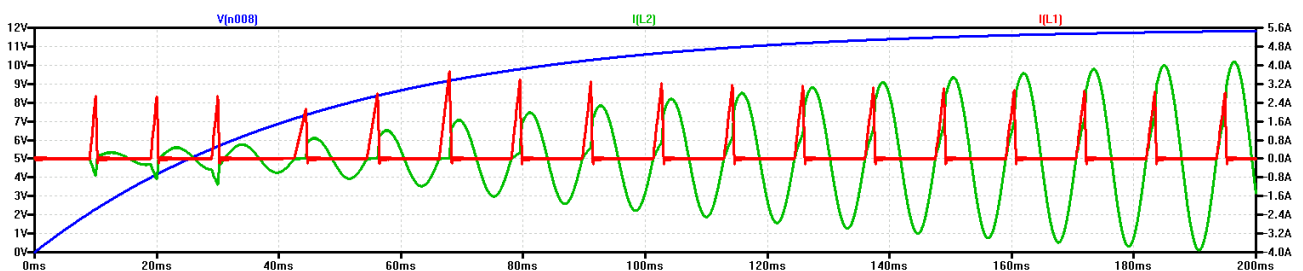


Obr. 4: Průběh proudů I(L2), I(D1) a napětí na drainu tranzistoru U2

Základní popis oscilátoru máme za sebou, takže se můžeme podívat na to, jak bychom mohli regulovat jeho výkon. Mohli bychom například měřit proud v LC obvodu (pomocí odporu R6) a po překročení určité hodnoty proudu vypnout tranzistor U2. K tomu bychom potřebovali ještě jeden komparátor a klopný obvod. Úkolem klopného obvodu by bylo zajistit, aby k otevření tranzistoru U2 došlo jen jednou za periodu oscilátoru. Klopný obvod by byl ovládán oběma komparátory. Základní komparátor pro zajišťování oscilací by klopný obvod na začátku periody nastavoval a druhý komparátor proudového omezení by jej nuloval. Tento typ regulace již byl podrobně popsán na mém webu (<http://free-energy.xf.cz>), takže se k němu nebudeme vracet, ale navrhne regulaci výkonu s časovacím obvodem. Schéma zapojení máme na obr. 5, na němž oproti obr. 1 přibyl derivační obvod R11, C3, dioda D2 a komparátor U4. Kromě toho je zde navíc startovací obvod tvořený RC členem R7, C1 a spínači S1, S2.



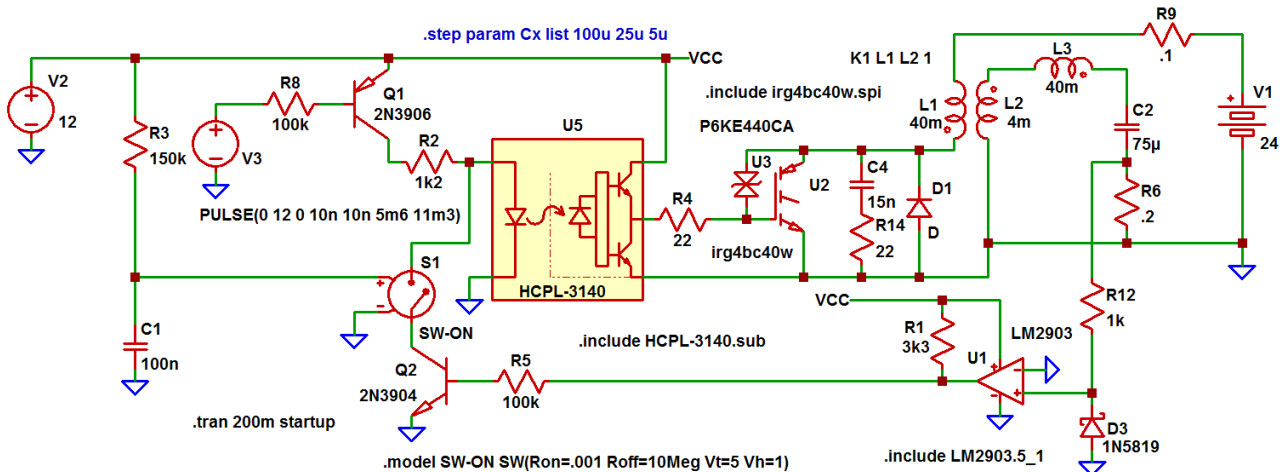
Obr. 5: Oscilátor s regulací výkonu



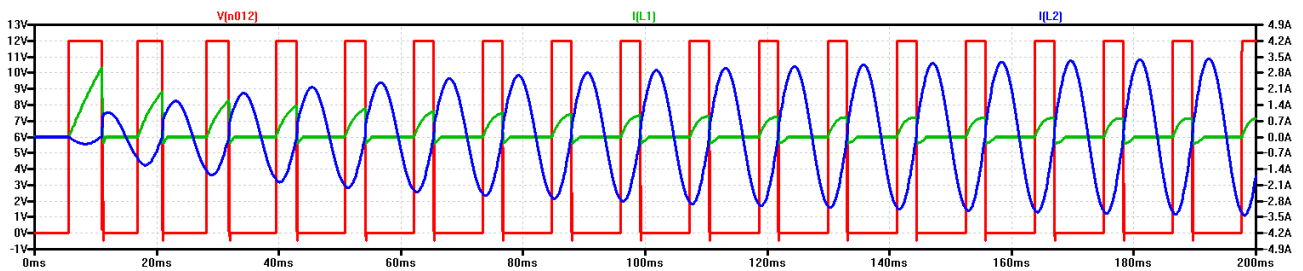
Obr. 6

Na obr. 6 máme zobrazeny průběhy proudů cívkami L1, L2 a průběh napětí na kondenzátoru C1. Je-li napětí na C1 menší než 6V, je sepnut spínač S2 a po jeho překročení S2 vypne a sepne se S1, který zapojí zpětnou vazbu. Spínač S2 zajišťuje připojení vnějšího zdroje impulzů, jenž slouží k nastartování oscilátoru.

Nakonec si ukážeme aplikaci oscilátoru pro rezonanční řízení BLDC motoru.

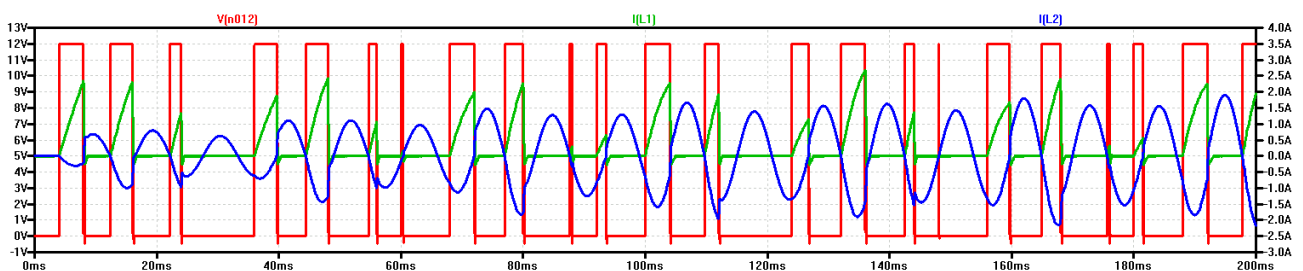


Obr. 7: Rezonanční řízení BLDC motoru s oscilátorem



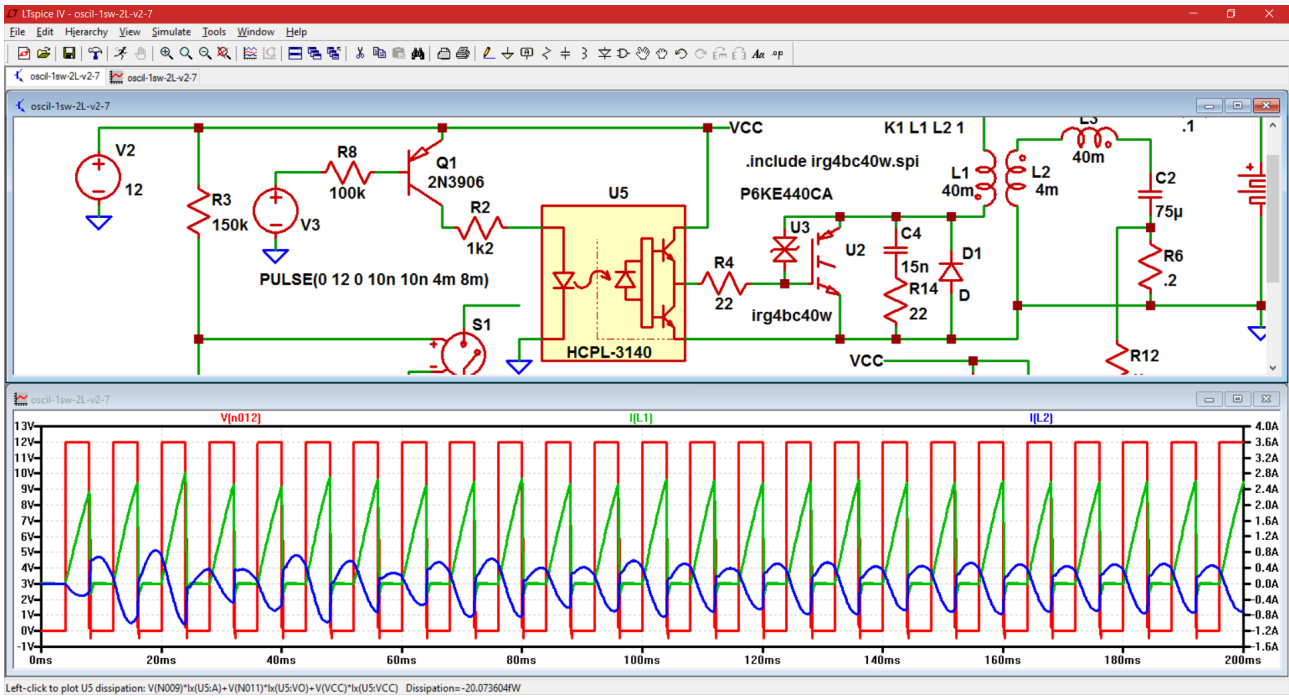
Obr. 8: Průběhy proudů cívkami L1, L2 a řídicího napětí tranzistoru U2 – V3 v rezonanci

V zapojení na obr. 7 jsme vycházeli za základního zapojení na obr. 1. Zde jsme přidali tranzistor Q1, jenž je ovládán zdrojem impulzů V3. Tranzistor Q1 je typu PNP, takže je otevřen, když je na výstupu V3 nulové napětí. Zdroj impulzů V3 představuje signál z Hallové sondy. Obr. 7 zobrazuje situaci, kdy frekvence V3 se rovná rezonanční frekvenci oscilátoru. Nyní frekvenci V3 změníme zhruba o 30% a podíváme se, co to provede s průběhy proudů:



Obr. 9: Průběhy proudů cívkami L1, L2 a řídicího napětí tranzistoru U2 – V3 mimo rezonanci

Nakonec odpojíme zpětnou vazbu a opět provedeme simulaci. Výsledek můžete vidět na obr. 10.



Obr. 10