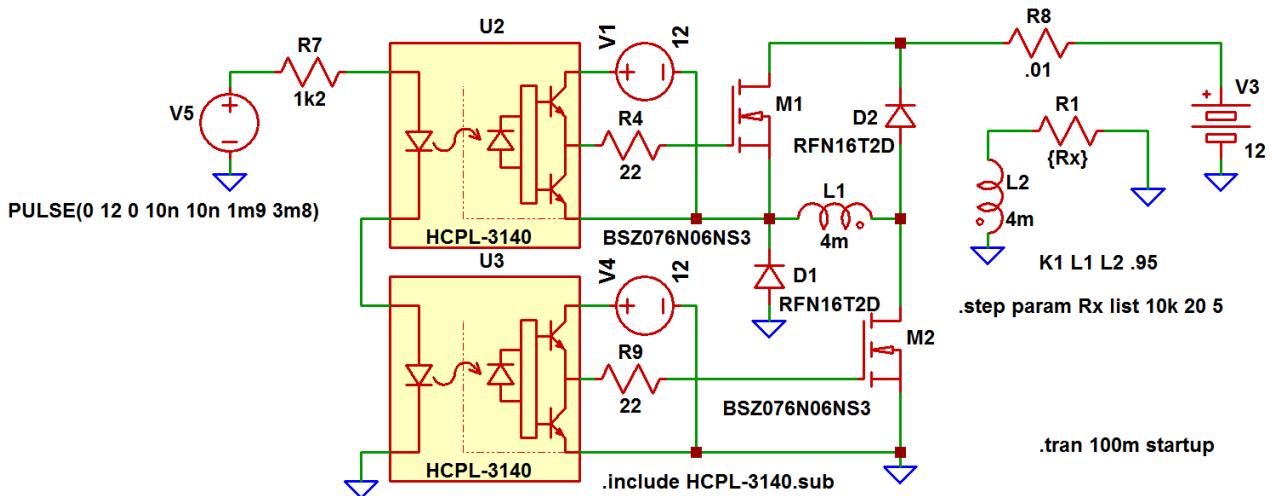


LC oscilátory s nesymetrickým můstkem

© Ing. Ladislav Kopecký, květen 2017

V článku s názvem „LC oscilátory s transformátorovou vazbou“ jsme se zabývali oscilátory s jedním spínacím tranzistorem. Za úsporu jednoho tranzistoru oproti oscilátoru s půlmůstkem jsme zaplatili nutností použít účinnou ochranu proti přepětí, aby nedošlo ke zničení tranzistoru. To je samozřejmě spojeno se ztrátami, proto jsou oscilátory tohoto typu vhodné pro menší výkony. V tomto článku se také budeme zabývat oscilátory s transformátorem, ale jediný tranzistor nahradíme nesymetrickým můstkem.

Než začneme vytvářet oscilátor, provedeme analýzu vlastností nesymetrického můstku. Nesymetrický můstek se používá pro řízení reluktančních motorů a spínacích zdrojů vyšších výkonů. Na obr. 1 máme zapojení základu spínaného zdroje s nesymetrickým můstkem a transformátorem.



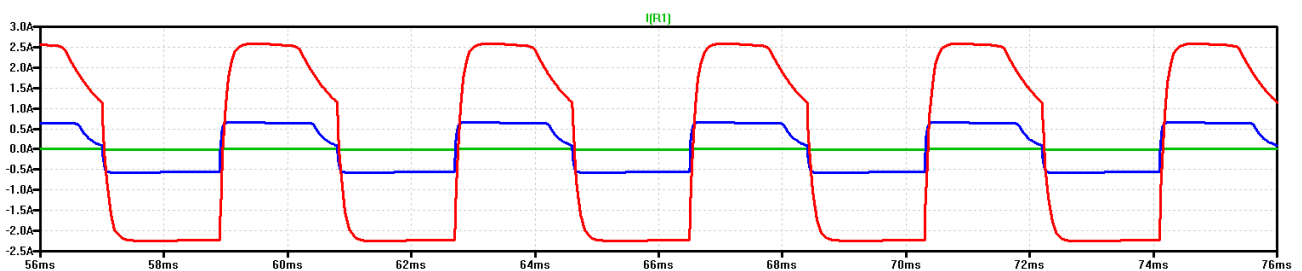
Obr. 1: Řízení transformátoru pomocí nesymetrického můstku

Nejdříve se podíváme na to, jak velikost zátěže (R1) ovlivňuje odběr proudu ze zdroje:



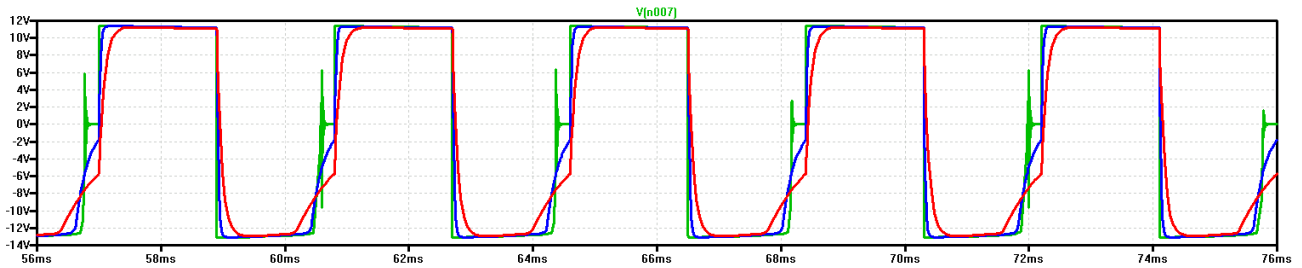
Obr. 2: Závislost odběru proudu na velikosti zátěže

Na obr. 2 máme zobrazeny průběhy proudu odporem R8 pro $R1 = 10\text{k}\Omega$, 20Ω a 5Ω .

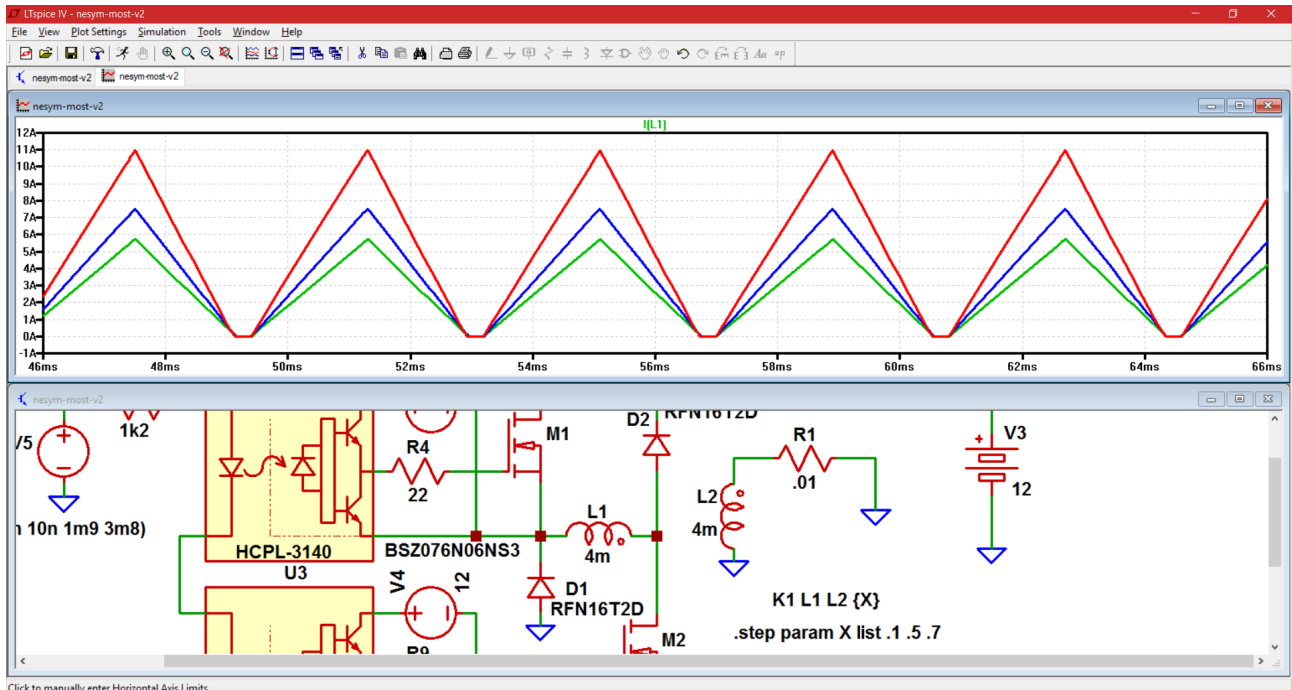


Obr. 3: Průběhy proudu zátěží

Porovnáme-li obrázky 2 a 3, zjistíme, že se zatěžovací proud přičítá k proudu odebíranému ze zdroje.



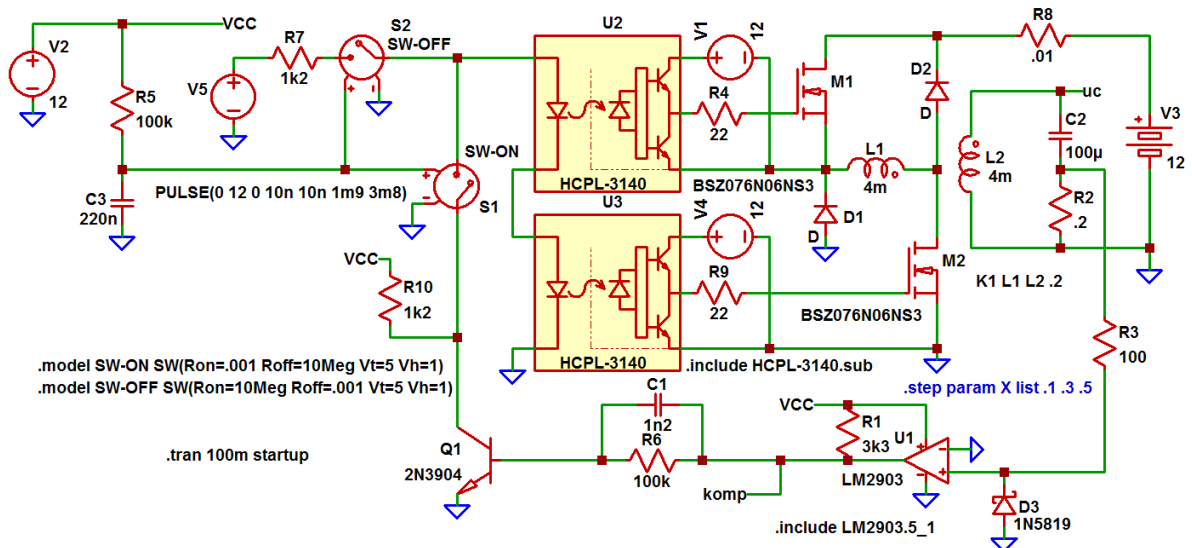
Obr. 4: Průběhy napětí na zátěži



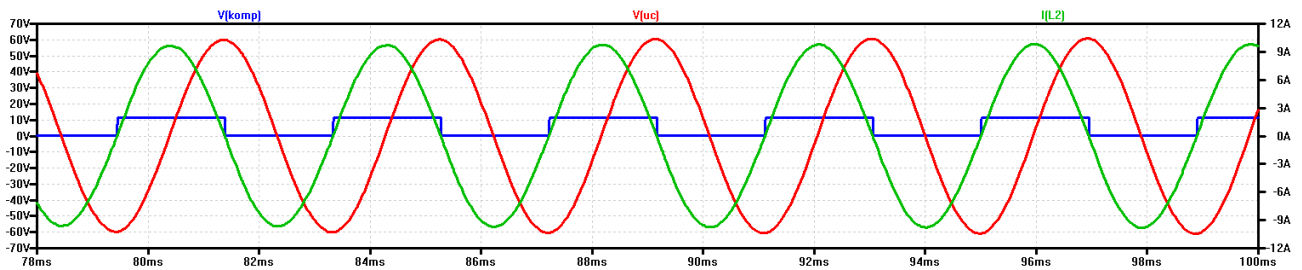
Obr. 5: Průběhy proudu cívkou L1 v závislosti na číselu vazby

Nyní sekundární vinutí zkratujeme a budeme zkoumat závislost proudu cívkou L1 na číselu vazby transformátoru. Na obr. 5 můžete vidět, že se zvyšujícím se číslem vazby se zvyšuje amplituda proudu v cívce L1, přičemž z průběhu proudu je zřejmé, že číselu vazby v tomto případě nemá vliv na podíl energie vracené do zdroje. Tím jsme dokončili výzkum základních vlastností nesymetrického můstku s transformátorem a můžeme se pustit do návrhu oscilátoru.

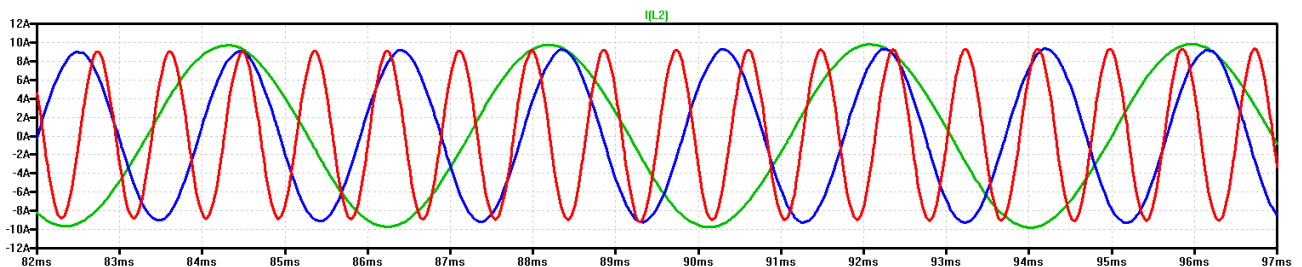
Základní zapojení oscilátoru vytvoříme tak, že odpor R1 nahradíme kondenzátorem a zavedeme vhodnou zpětnou vazbu. Na obr. 6 máme základní zapojení oscilátoru se nesymetrickým můstkem a transformátorem a na obr. 7 najdete průběhy napětí a proudu v oscilátoru. Spínače S1, S2 spolu se zdrojem impulzů V2 a RC členem (R5, C3) slouží pro rozběh oscilátoru. Oscilátor se chová standardně jako běžný oscilátor s pŕlmůstkem, jak vyplývá z obr. 7. Oscilátor se chová jako obvod se sériovou rezonancí, proto jsme použili proudovou zpětnou vazbu. Svědčí o tom i obrázky 8 a 9, z nichž vyplývá, že amplituda proudu zůstává pro různé rezonanční kmitočty konstantní, zatímco napětí na rezonančním kondenzátoru (a cívce) s frekvencí roste. Takto se chová sériový rezonanční obvod.



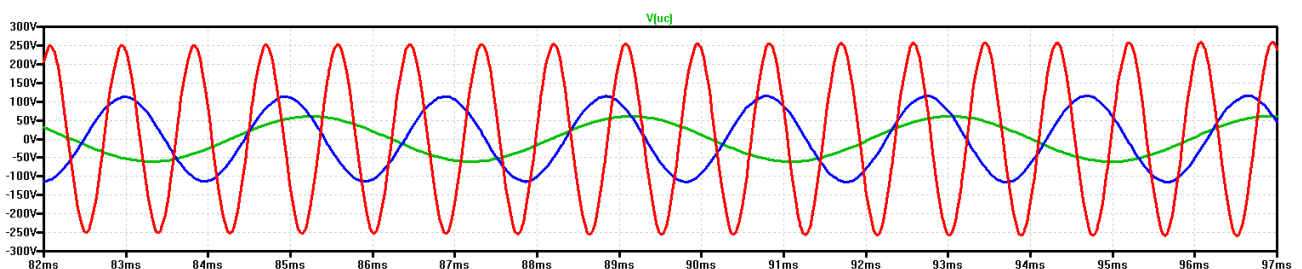
Obr. 6: Základní zapojení oscilátoru



Obr. 7: Průběhy napětí a proudu v oscilátoru na obr. 6



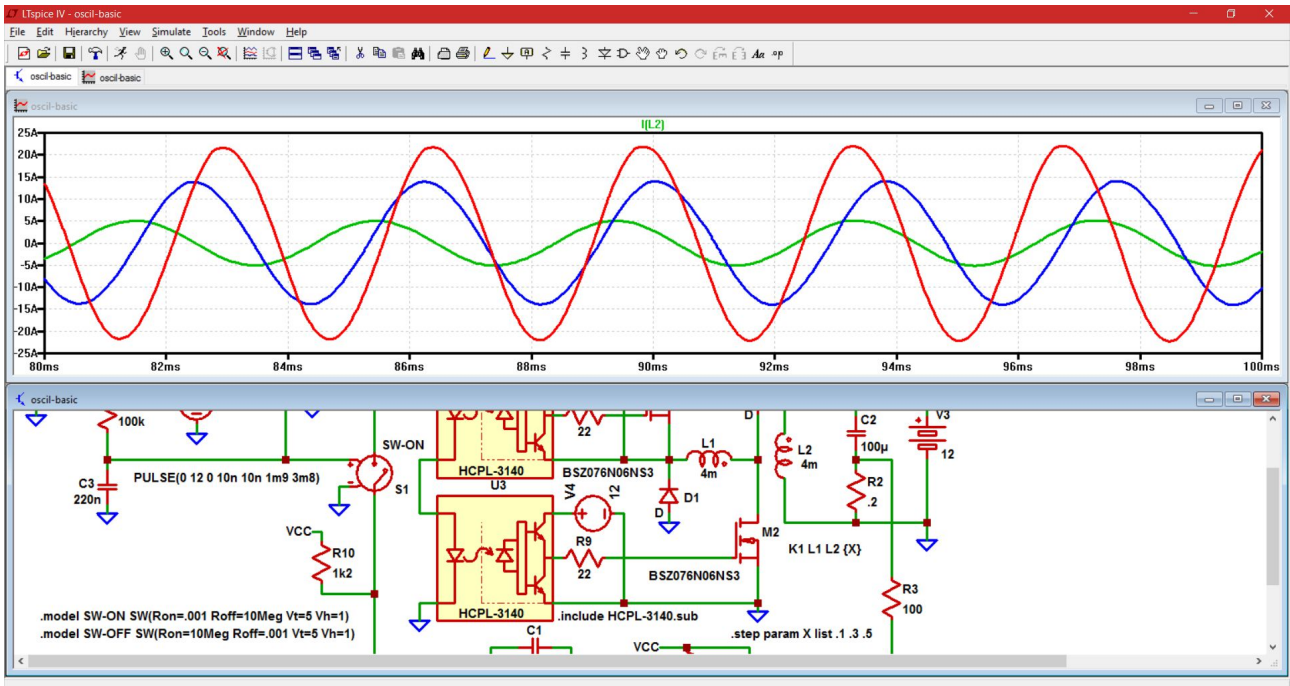
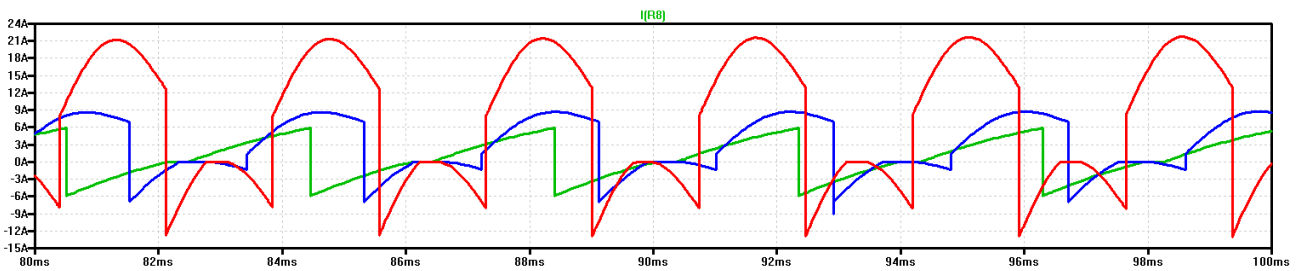
Obr. 8: Průběhy proudu v oscilátoru pro různé hodnoty C2



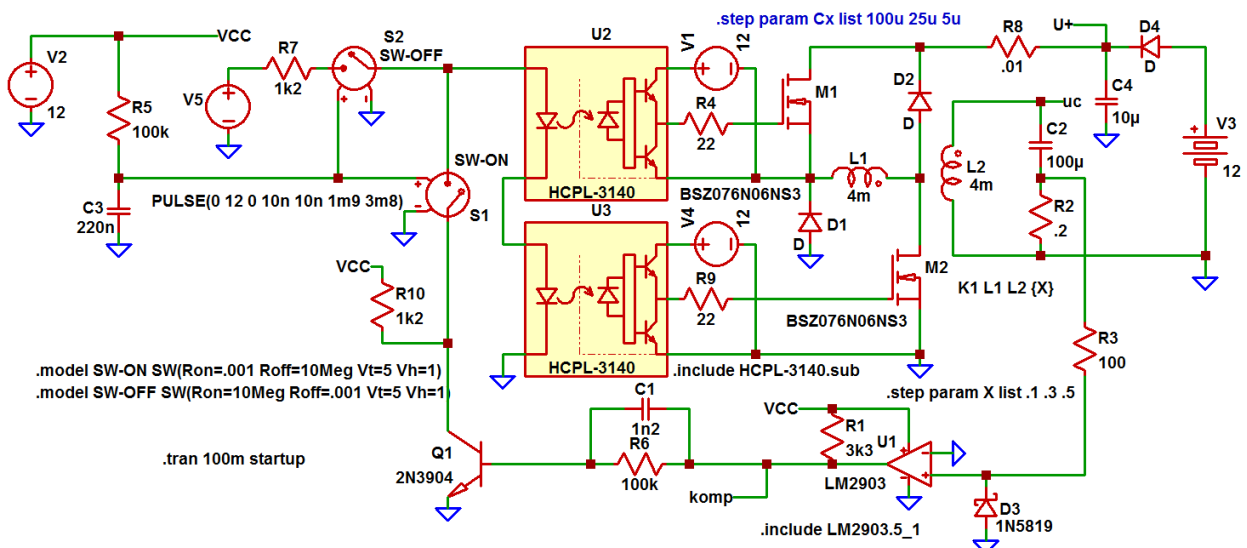
Obr. 9: Průběhy napětí na kondenzátoru C2 pro jeho různé kapacity

V simulačním schématu na obr. 6 jsme zvolili činitel vazby transformátoru 0,2. Nyní budeme zkoumat, jaký je vliv činitele vazby transformátoru na chování oscilátoru.

Odpověď najdete na obr. 10 a 11. Jak se dalo předpokládat, amplituda proudu v oscilátoru roste s činitelem vazby. Na druhé straně, při vyšším činiteli vazby je menší podíl energie vrácené do zdroje. Energie vrácená do zdroje se dá použít nabíjení kondenzátoru, který je umístěn vedle zdroje a oddělen diodou. Jistě bude zajímavé sledovat, jak se takto upravený oscilátor bude chovat při různých stupních vazby cívek L1, L2 transformátoru.

Obr. 10: Závislost proudu $I(L2)$ na činiteli vazby

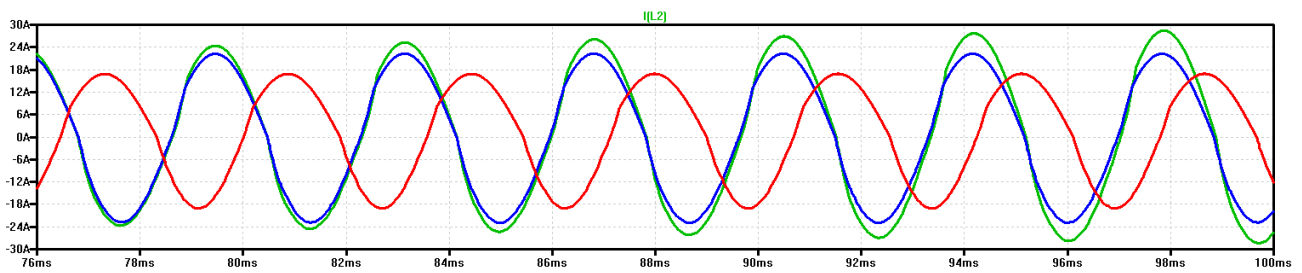
Obr. 11: Závislost odběru proudu na činiteli vazby



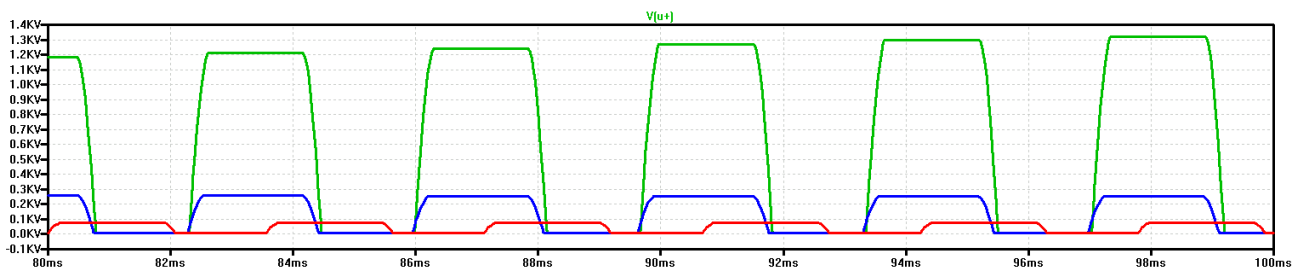
Obr. 12: Oscilátor s přidaným kondenzátorem a diodou

Obr. 13 ukazuje, že amplituda proudu $I(L2)$ je nepřímě úměrná činiteli vazby K transformátoru. Vysvětlení je logické. Při nižším činiteli vazby K se do kondenzátoru vrátí více energie a ten se nabije na vyšší napětí, což se projeví vyšším proudem v cívice oscilátoru. Na dalších obrázcích

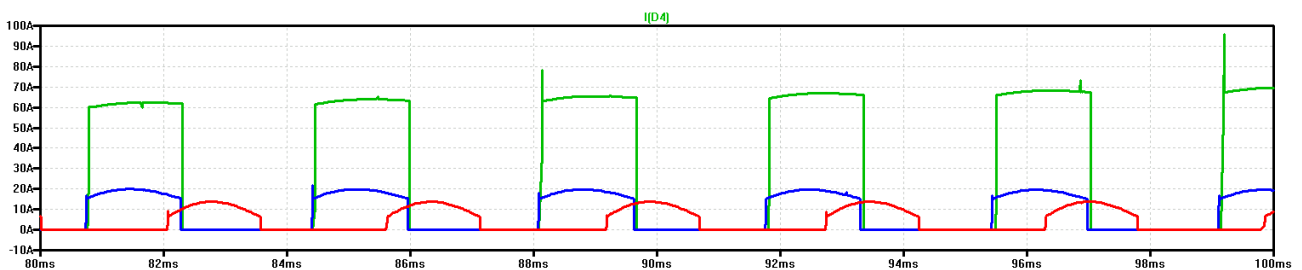
máme zobrazeny průběhy napětí na kondenzátoru C4 a průběhy odběru proudu ze zdroje. Napětí na C4 je při $K = 0,1$ extrémně vysoké a to samé platí i pro amplitudu proudu $I(D4)$. Abychom se vyhnuli zničení spínačů, musíme zvolit takový K a kapacitu $C4$, aby napětí $U+$ dosahovalo bezpečných hodnot.



Obr. 13: Průběhy proudu $I(L2)$



Obr. 14: Průběhy napětí $U+$



Obr. 15: Průběhy proudu $I(D4)$