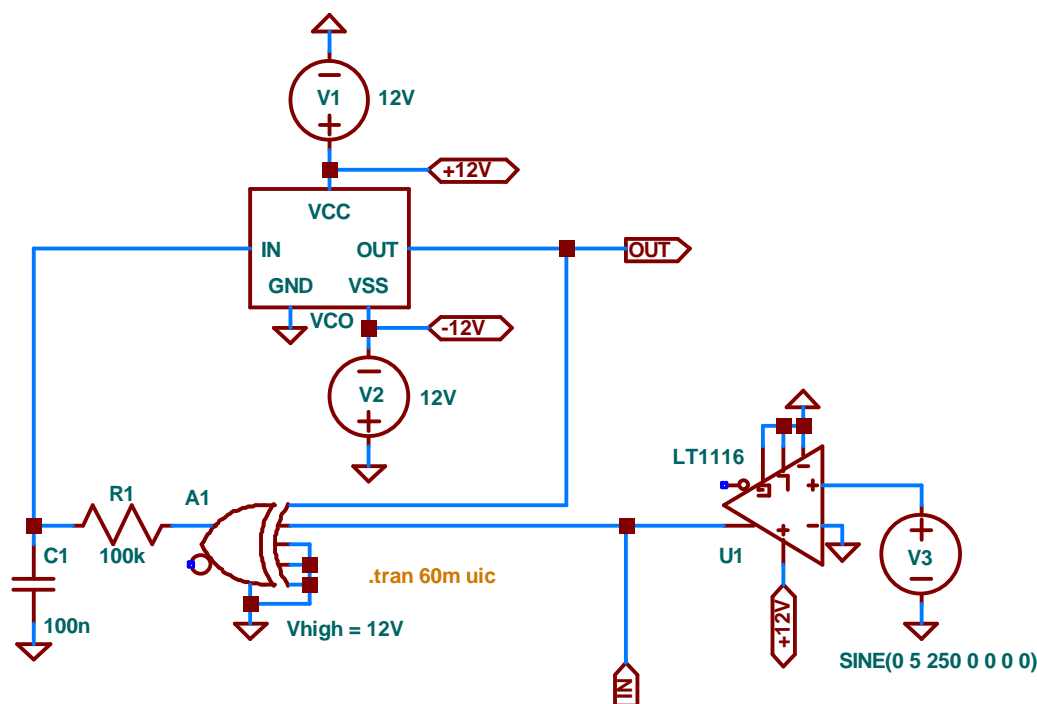


# Fázový záměr (PLL)

(c) ing. Ladislav Kopecký, 2007

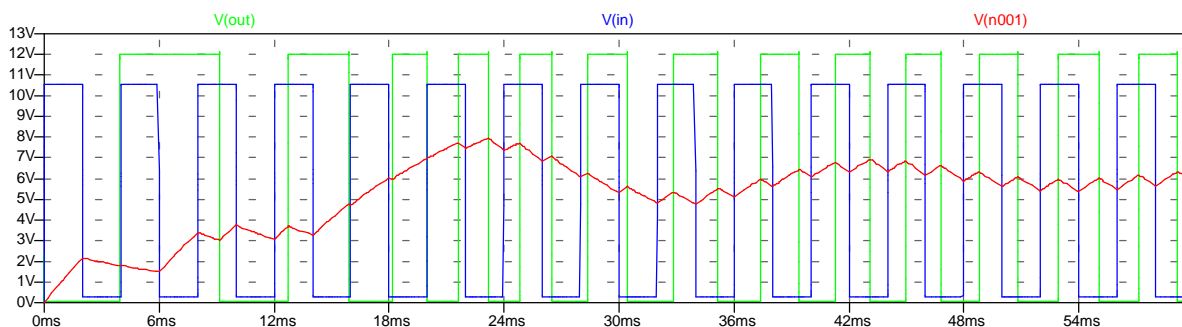
V článku „Oscilátor řízený napětím“ je uvedeno zapojení oscilátoru řízeného napětím (VCO), které používá invertující integrátor. Použití integrátoru má v tomto případě několik výhod. Jednou z nich je, že signál na vstupu může být zatížen šumem, dokonce mohou být na vstupu pulzy. Takovýto oscilátor lze s výhodou použít například místo A/D převodníku. Nyní si však ukážeme tradičnější použití VCO – fázový záměr.

Na obr. 1 je nakresleno tradiční schéma fázového záměru (PLL).



Obr. 1. Fázový záměr s RC filtrem.

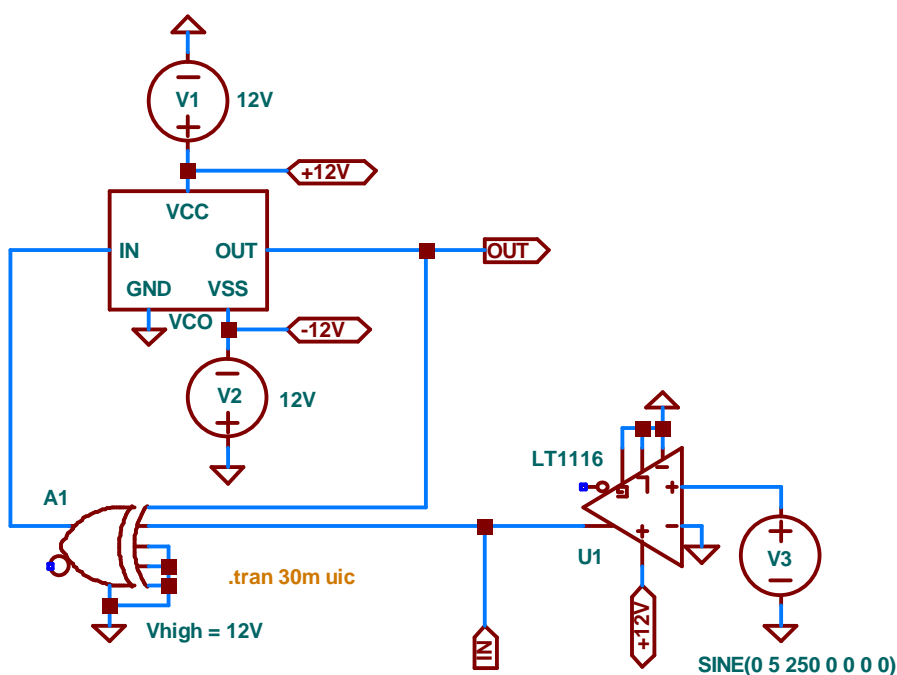
Zapojení na obr. 1 se skládá z oscilátoru řízeného napětím (VCO), logického členu EXCLUSIVE OR (XOR) A1 a jednoduchého RC filtru (R1, C1). Komparátor U1 a zdroj sinusového napětí V3 tvoří generátor obdélníkových impulzů, který není součástí PLL. Na obr. 2 jsou nakresleny průběhy napětí v důležitých bodech obvodu.



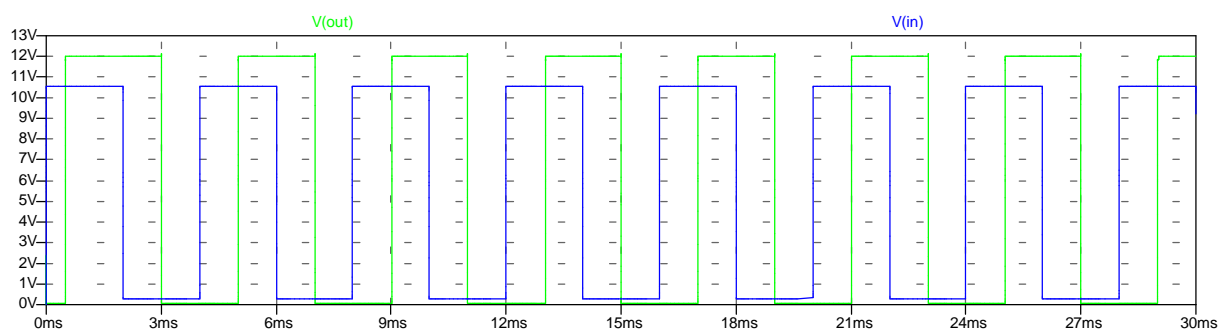
Obr. 2. Fázový diagram obvodu PLL s RC filtrem.

Na obr. 2 je modrou barvou nakreslen průběh vstupního napětí, zelenou barvou výstup a červenou vstupní napětí VCO. Všimněte si, že k ustálenému stavu dojde za poměrně dlouhou dobu, která je dána časovou konstantou RC filtru. Dále si všimněte, že po ustálení je fázový rozdíl mezi  $V[in]$  a  $V[out]$  roven  $90^\circ$ . V tomto případě je střední hodnota napětí na výstupu obvodu XOR teoreticky rovna polovině napájecího napětí, v našem případě 6V. Jestliže je tedy převodní konstanta VCO  $K_f = 41,66 \text{ Hz/V}$ , bude při šesti voltech na výstupu VCO  $f_o = 250\text{Hz}$ .

V úvodu bylo řečeno, že na vstupu našeho VCO mohou být místo stejnosměrného napětí pulzy. Podívejme se tedy, co se stane, když z našeho zapojení odstraníme RC filtr (viz obr. 2).

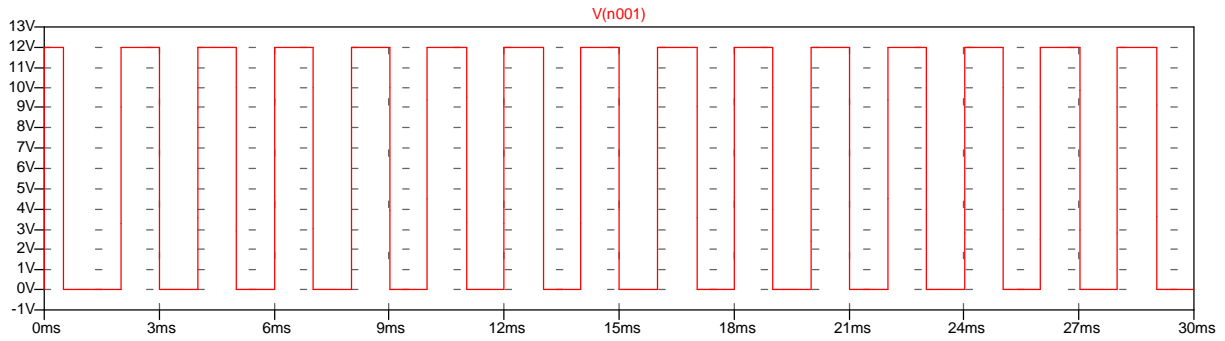


Obr. 3. Fázový závěs bez RC filtru.



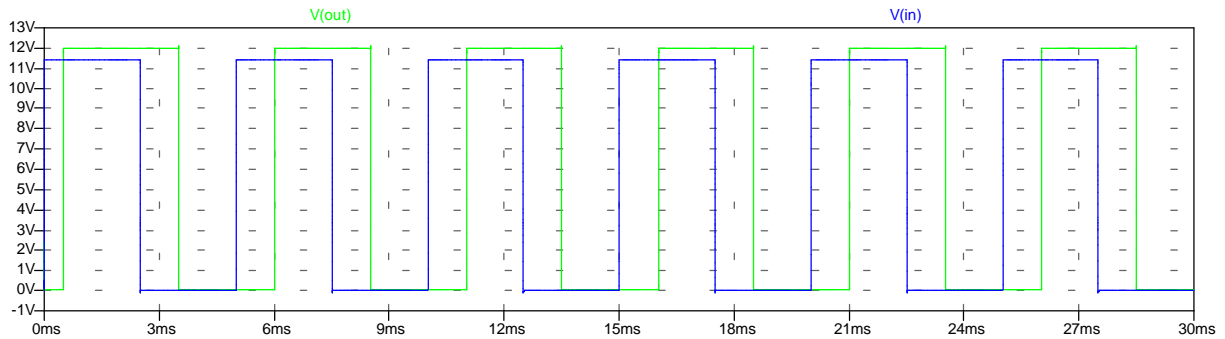
Obr. 4a. Fázový diagram obvodu PLL bez RC filtru.

Porovnáme-li obrázky 2 a 4, vidíme, že bez RC filtru dojde k ustálení obvodu podstatně rychleji, minimálně desetkrát.

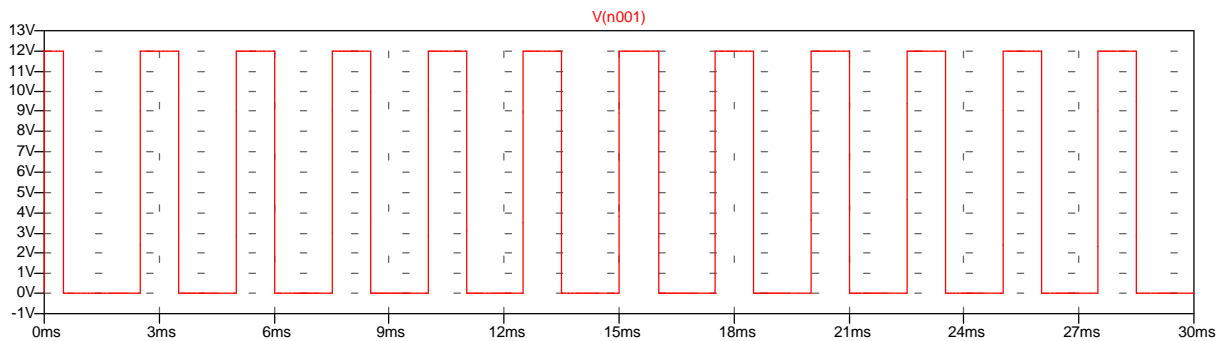


Obr. 4b. Fázový diagram obvodu PLL bez RC filtru – pokračování.

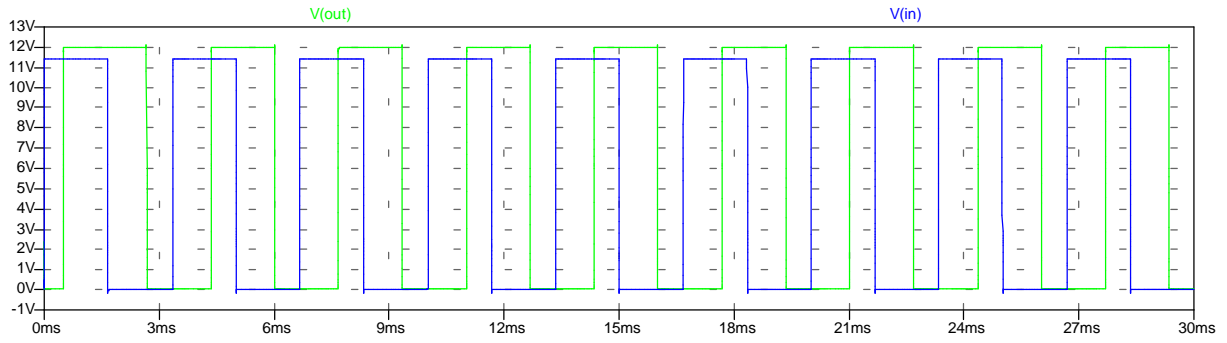
Nakonec se ještě podíváme, jak se změní fázový posun, když frekvenci na vstupu PLL obvodu (IN) změníme o  $\pm 20\%$ .



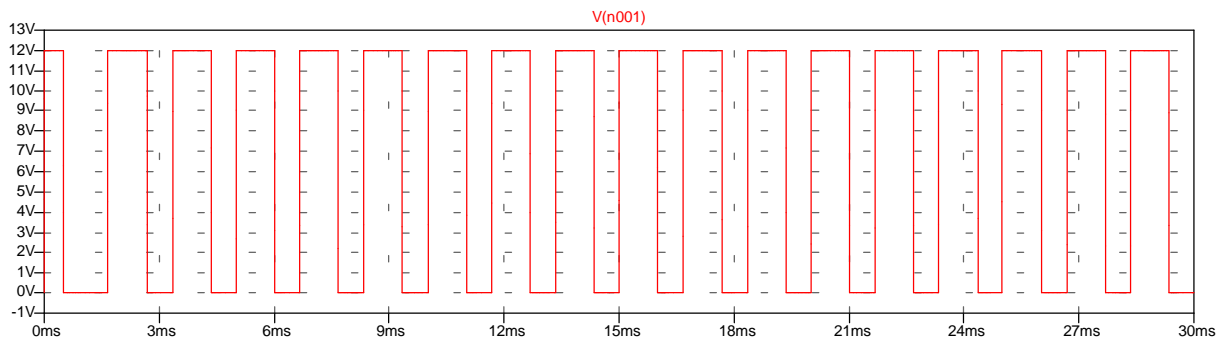
Obr. 5a. Fázový diagram –  $f_{IN} = 200\text{Hz}$



Obr. 5b. Fázový diagram –  $f_{IN} = 200\text{Hz}$  – pokračování.



Obr. 6a. Fázový diagram –  $f_{IN} = 300\text{Hz}$



Obr. 6b. Fázový diagram –  $f_{IN} = 300\text{Hz}$  –pokračování.