

FAKULTA ELEKTROTECHNIKY A KOMUNIKAČNÍCH TECHNOLOGIÍ  
VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ



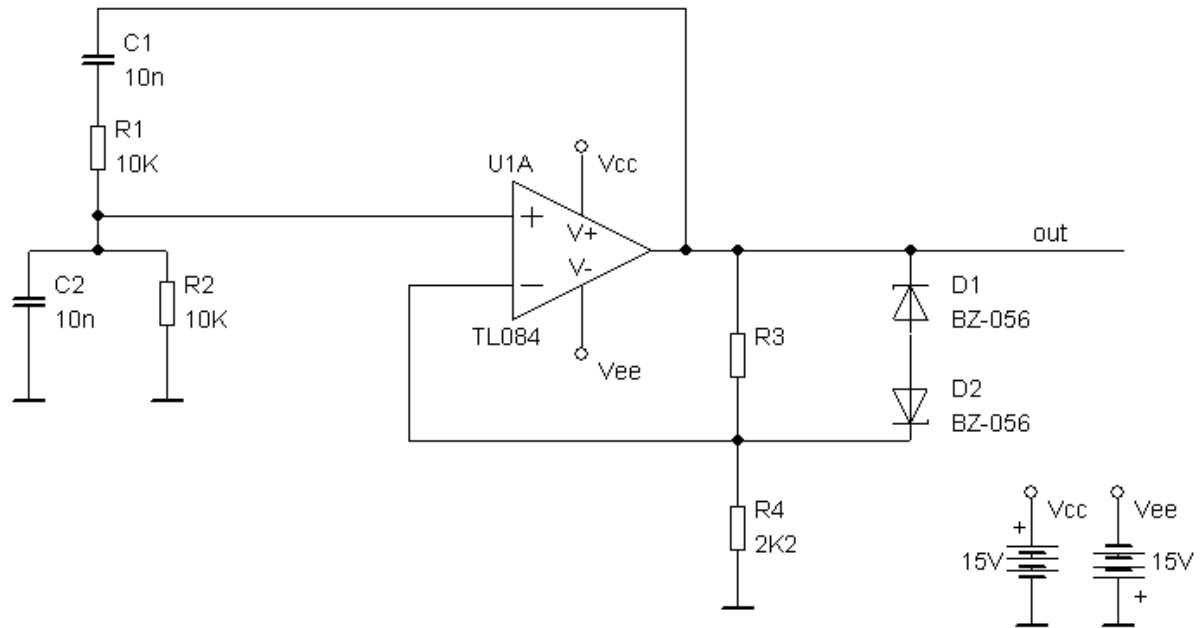
# BREO

(Počítačové řešení elektronických obvodů)

## Úloha I

Jaroslav Martínek  
(xmarti28)

## Schéma:



## Zadání (K-10):

1. Pomocí Nyquistova kritéria určete kritickou hodnotu rezistoru  $R_3$ , kdy je obvod na mezi stability. Pro tuto hodnotu zobrazte hodograf přenosové funkce  $\beta(j\omega) \cdot A(j\omega)$  otevřené smyčky ZV. (Při analýze smyčku nerozpojujte).
2. V obvodu jsou zjevně dvě smyčky, zdůvodněte volbu rozpojení.
3. Časovou analýzou Monte-Carlo stanovte minimální hodnotu  $R_3$  tak, aby došlo k bezpečnému rozkmitání při uvažování tolerancí rezistorů (včetně  $R_3$ ) 1% a kondenzátorů 5%.
4. Zdůvodněte volbu počátečních podmínek analýzy.

## Vypracování:

Určení hodnoty  $R_3$ :

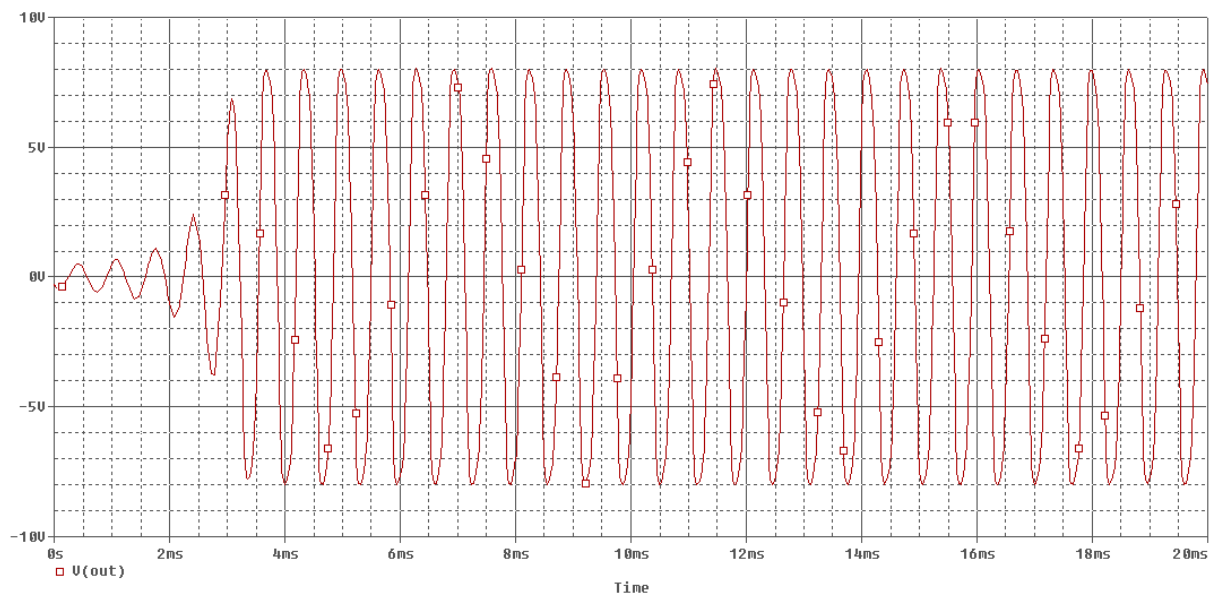
Pro návrh děliče zpětnovazební smyčky platí:

$$R_3 = 2 \cdot R_4 \Rightarrow R_3 = 2 \cdot 2,2k = \underline{4,4k\Omega}$$

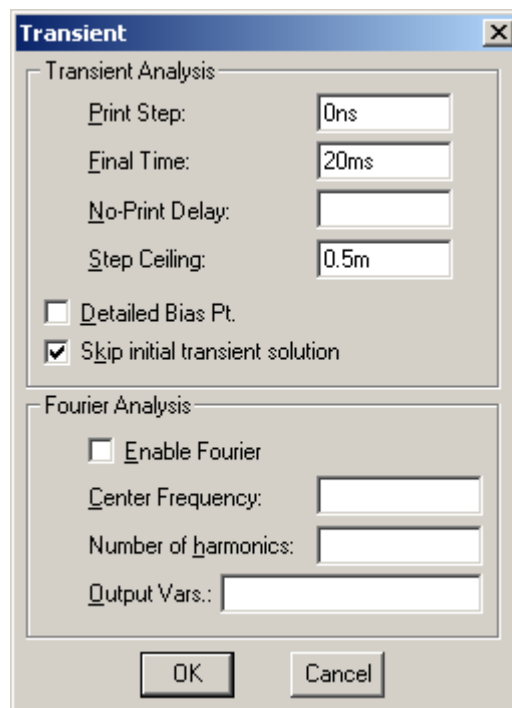
- toto by platilo pokud by nebyly použity stabilizační diody, při jejich použití je nutno počítat s jakoby dalším paralelně připojeným odporem a je tedy třeba hodnotu  $R_3$  patřičně zvýšit:

$$\underline{R_3 = 5,3k\Omega}$$

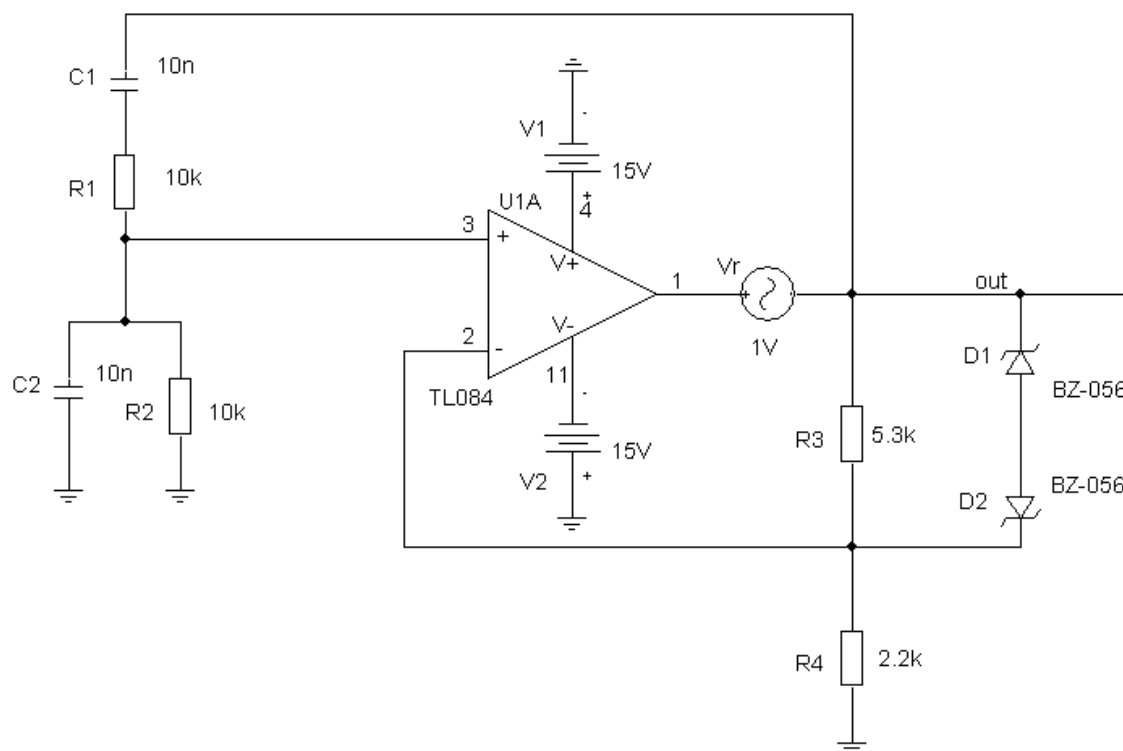
Rozkmitání oscilátoru potom vypadá takto:



Nastavení časové analýzy:

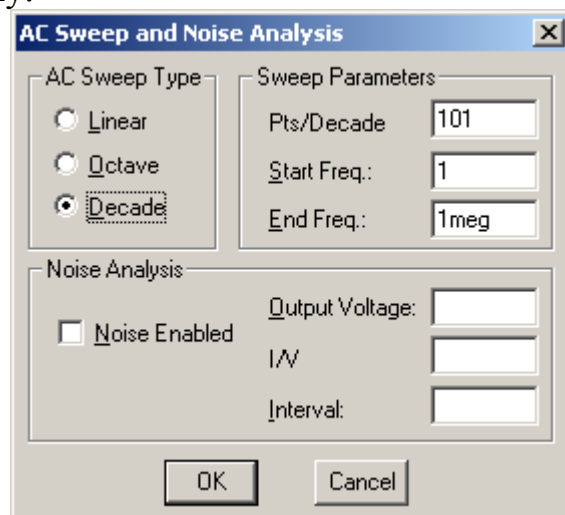


Volba bodu rozpojení:

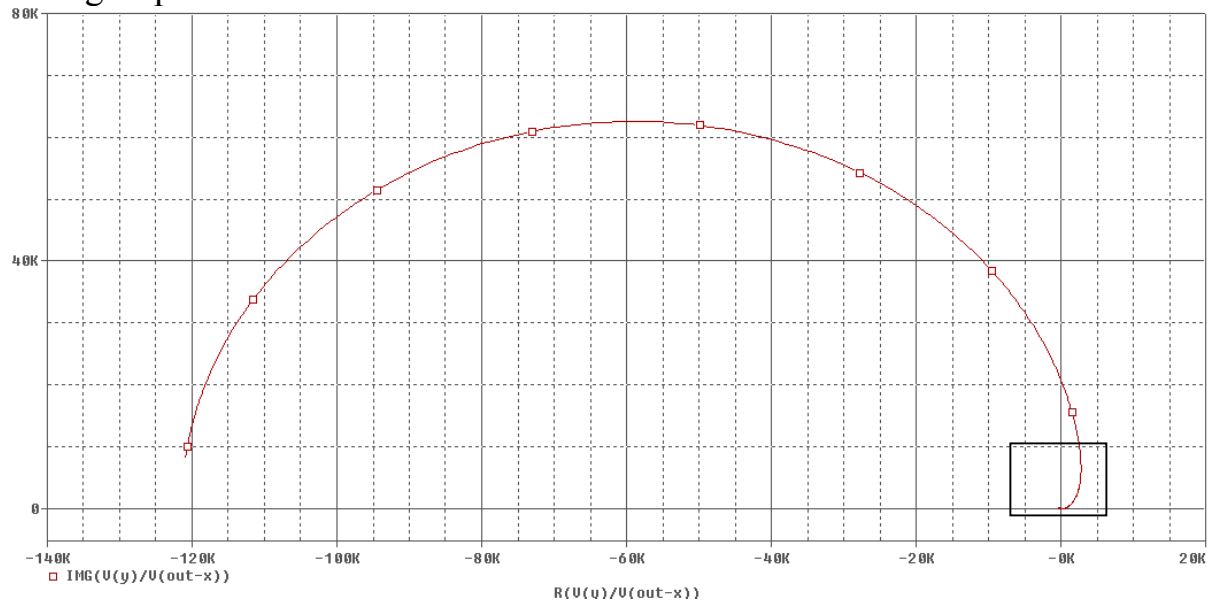


Rozpojení bylo zvoleno tak, aby došlo k bezpečnému odpojení obou smyček.

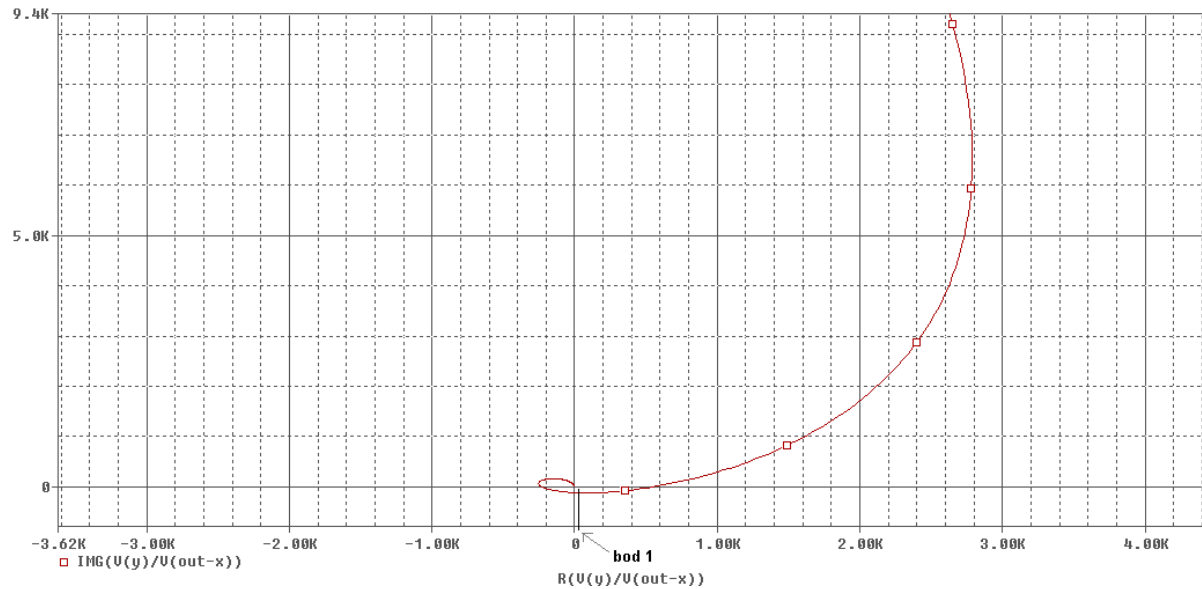
Nastavení AC analýzy:



## Hodograf přenosu:



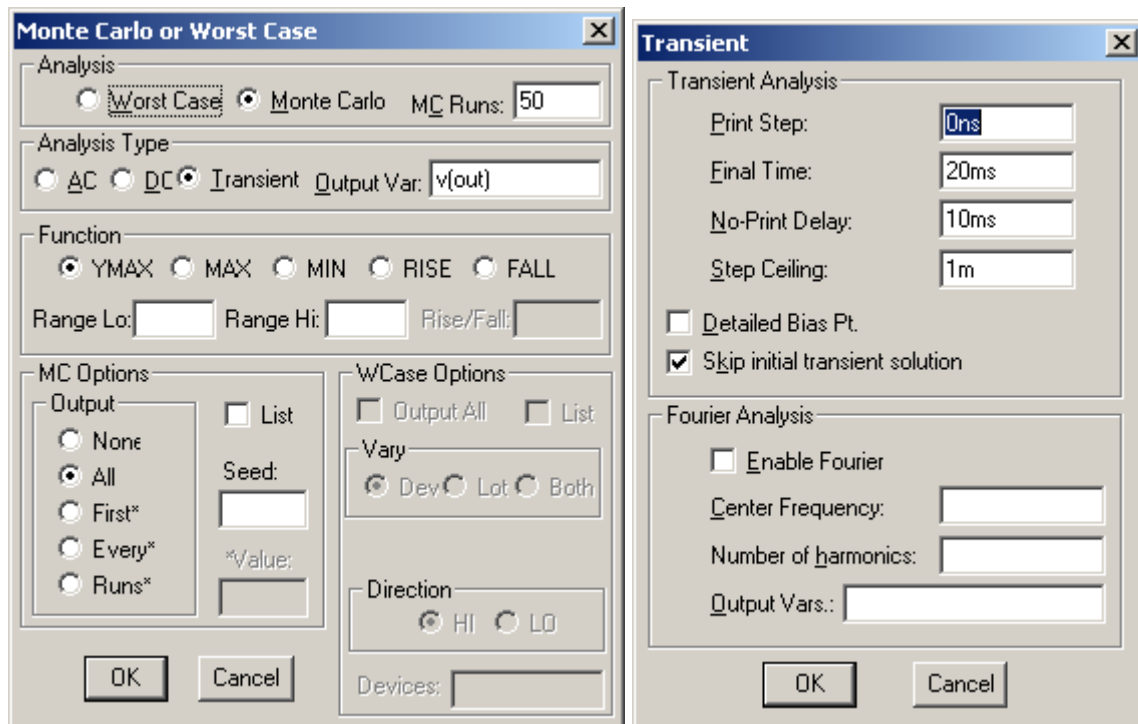
## detail důležité části:



z tohoto detailu je jasně patrné, že graf „objede“ bod 1 na x-ové ose  $\Rightarrow$  obvod je nestabilní, což je v našem případě správně.

## Analýza Monte Carlo:

Při provádění analýzy Monte Carlo byly nejdříve nastaveny tolerance u všech rezistorů a kondenzátorů a poté byly analýzy nastaveny následovně:



Z vykreslených grafů byla poté odečtena nejnižší hodnota odporu  $R_3$ , pro kterou ještě oscilátor kmital a to  **$R_3 = 5,2895k\Omega$**