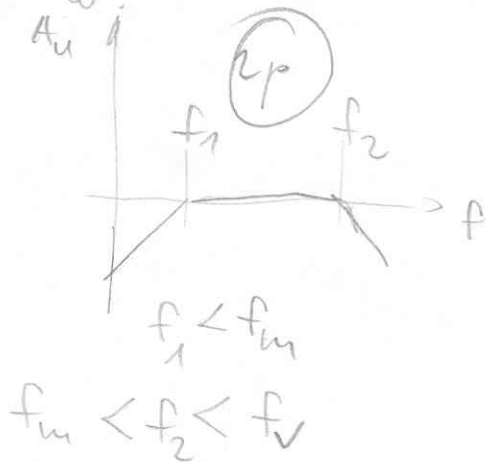
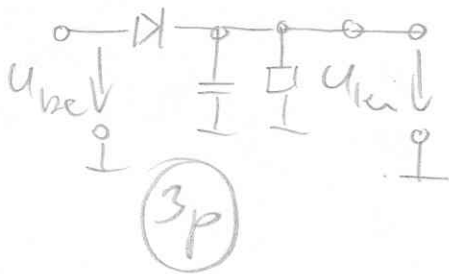
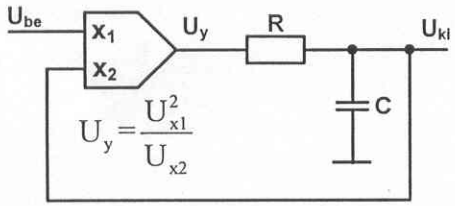


1. Adott a következő AM jel:  $u_{AM} = U_a \cdot \sin(2\pi f_v t)$ , ahol  $U_a = (1 + 0.5) \cos(2\pi f_m t)$  [V],  $f_m = 1\text{kHz}$  és  $f_v = 1\text{MHz}$ . Rajzoljon fel a fenti AM jel demodulálására alkalmas kapcsolást, ha a felhasználható elemek a következők: R, C, D, műveleti erősítő, VCO, tranzisztor, késleltető áramkör, analóg szorzó. Törekedjen az egyszerűsége! Milyen értékekre választaná a kimeneti sáváteresztő szűrő töréspontjait?

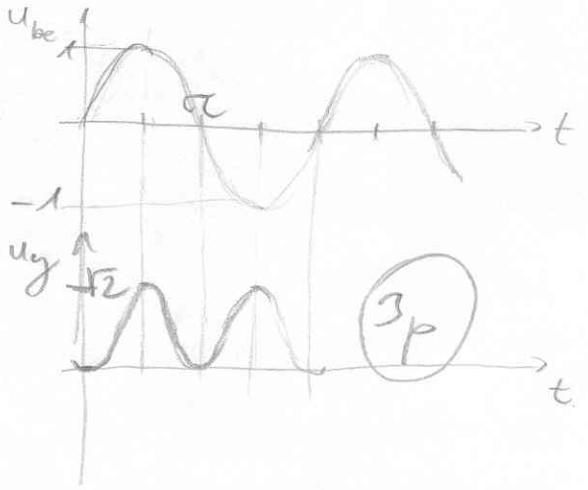
Mivel  $U_a$  nem vált előjelet, egyszerű csúszogó-irányító is alkalmazható:



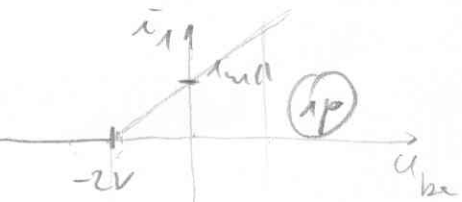
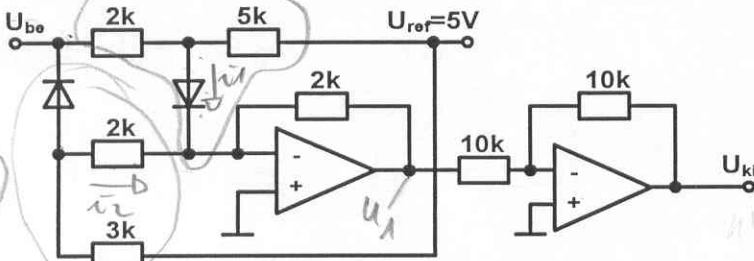
2. Az  $U_{be}(t) = 1V \cdot \sin(2\pi f \cdot t)$  feszültséget az alábbi áramkör bemenetére kötjük. Határozza meg az  $U_{ki}$  feszültség középértékét és rajzolja fel egy ábrában az  $U_{be}$  és az  $U_y$  feszültség időfüggvényét számszerűen is helyesen  $R \cdot C \gg 1/f$  feltételezésével!



effektív érték képző  
kapcsolás:  
 $U_{ki} = \frac{1}{\sqrt{2}} [V]$  (2p)

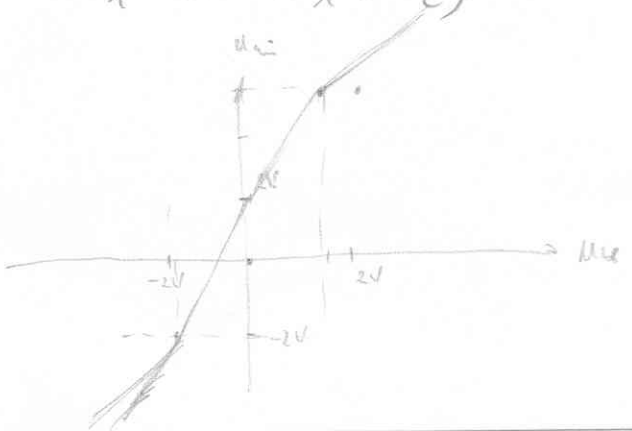
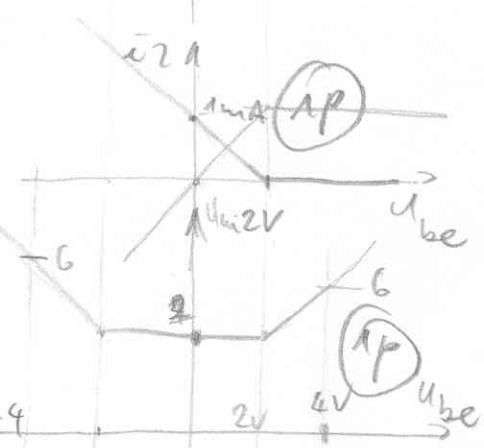


3. Ismerje fel (és bekarikázással jelölje) alábbi nemlineáris áramkörben az egytöréspontos hárompólusokat! Határozza meg (érték helyesen rajzolja fel) külön-külön a hárompólusok, majd a teljes áramkör átviteli karakterisztikáját!

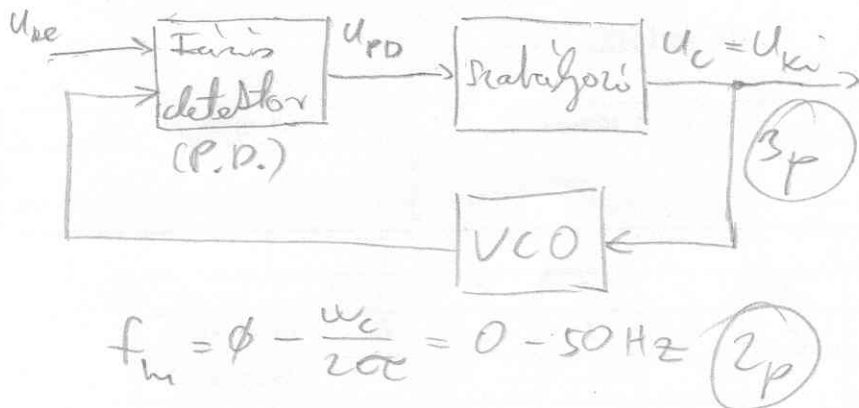


$$\frac{u_1}{2k} + i_{i1} + i_{i2} = 0$$

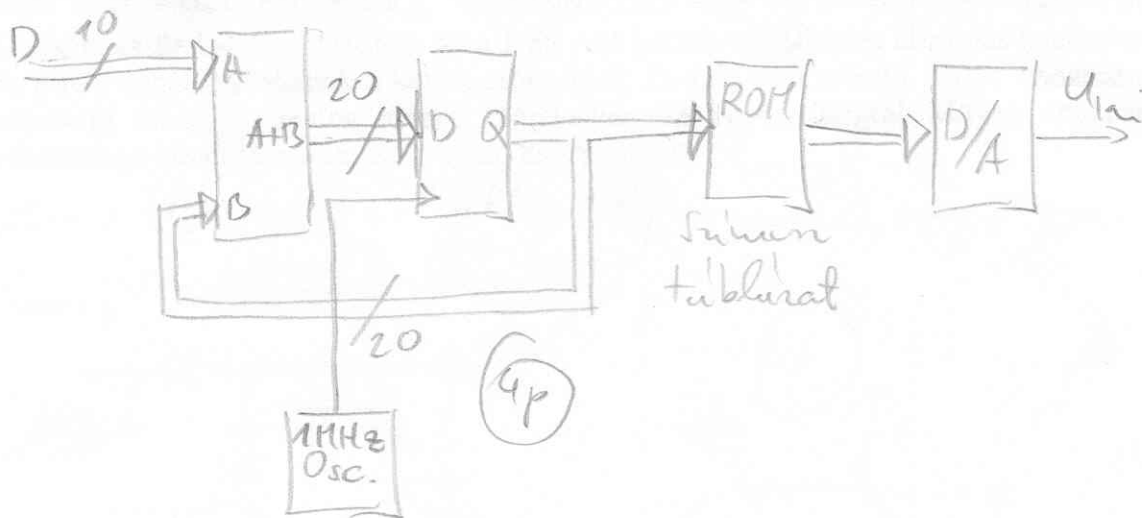
$$U_k = -u_1 = 2k \cdot (i_{i1} + i_{i2})$$



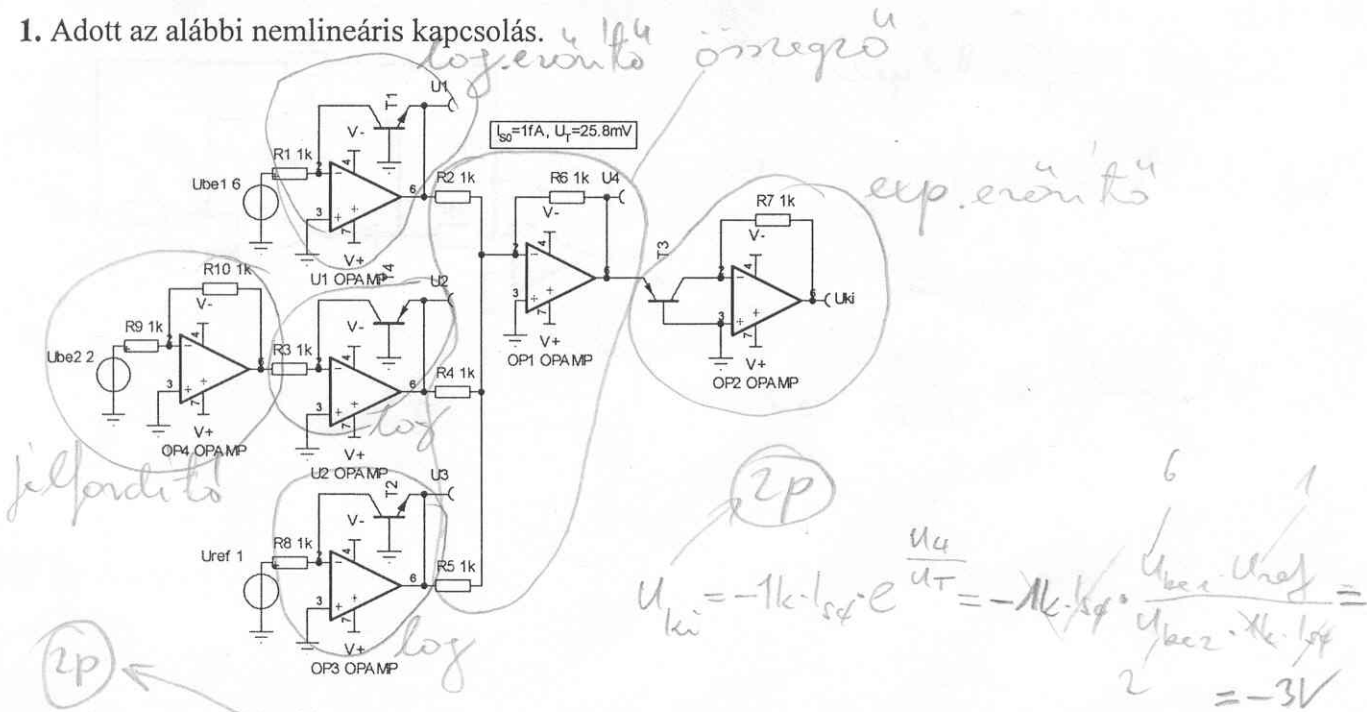
4. Frekvenciamodulált jelet PLL segítségével demodulálunk. Ismertesse a kapcsolás blokkvázlatát! Mi lehet a moduláló jel frekvenciatartománya, ha a PLL szabályozási körét  $\omega_c = 314.16$  [rad/sec] vágási körfrekvenciájúra állítottuk be?



5. Egy DDS segítségével a 0..1kHz-es tartományban 1Hz-es lépésekben szinuszos jelet állítunk elő. Ismertesse a kapcsolás blokk-vázlatát! Felhasználható elemek: 1MHz-es kvarc oszcillátor, D tárolók, D/A váltó, ROM (más néven LUT, ill. statikus függvénykapcsolat), analóg szorzó, digitális összeadó, VCO.



1. Adott az alábbi nemlineáris kapcsolás.



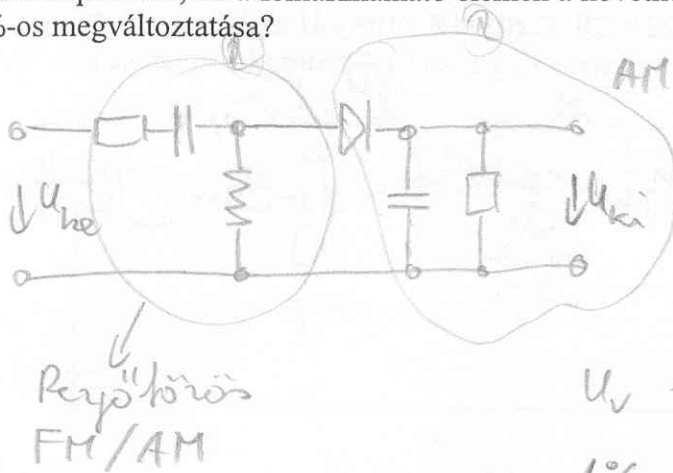
$$U_{ki} = -1k \cdot I_{S0} \cdot e^{\frac{U_4}{U_T}} = -1k \cdot 1\text{fA} \cdot \frac{U_{be1} \cdot U_{ref}}{U_{be2} \cdot 1k \cdot 1\text{fA}} = -3\text{V}$$

- a.) Bontsa bekarikázással az áramkört hat jellemző részre és nevezze meg az összetevőket! Milyen funkciót valósít meg a kapcsolás?
- b.) Mi lesz  $U_{ki}$  értéke, ha  $U_{be1}=6\text{V}$ ,  $U_{be2}=2\text{V}$ ,  $U_{ref}=1\text{V}$ , valamint  $I_{S0}=10^{-15}\text{A}$  és  $U_T=25,8\text{mV}$  mindegyik tranzisztorra azonos?

$$\frac{U_{be1}}{1k \cdot I_{S0}} = I_{S0} \cdot e^{-\frac{U_1}{U_T}} \rightarrow U_1 = -U_T \cdot \ln \frac{U_{be1}}{1k \cdot I_{S0}} \rightarrow U_4 = -(U_1 + U_2 + U_3)$$

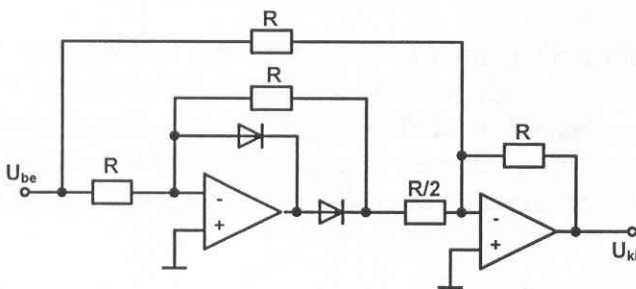
$$U_2 = U_T \cdot \ln \frac{U_{be2}}{1k \cdot I_{S0}} \rightarrow U_4 = +U_T \cdot \ln \left( \frac{U_{be1} \cdot U_{ref}}{U_{be2} \cdot 1k \cdot I_{S0}} \right)$$

2. Adott a következő FM jel:  $u_{FM} = U_v \sin\left(2\pi f_v t + \int_0^t 2\pi K_{FM} U_m(\tau) d\tau\right)$ , ahol  $U_v = 1V$ ,  $f_v = 1MHz$ ,  $K_{FM} = 1kHz/V$  és  $U_m = \pm 1V$ . Rajzoljon fel egy a fenti FM jel demodulálására alkalmas kapcsolást, ha a felhasználható elemek a következők: R, C, L, D! Milyen hibát okoz  $U_v$  1%-os megváltoztatása?



$U_v$  1%-os hibája  
1%-os hibát okoz a kimeneten.

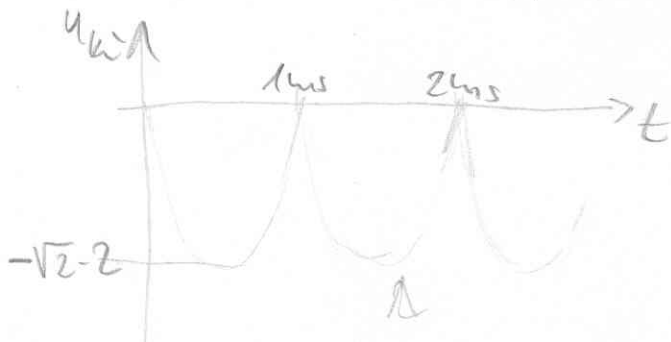
3. Az alábbi áramkör bemenetére 5kHz frekvenciájú és 2V effektív értékű szinuszos jelet kötünk. Rajzolja fel a kimeneti feszültség időfüggvényét számszerűen is helyesen és határozza meg annak effektív értékét és középértékét!



$$U_{be} \text{ amplitúdója} = \sqrt{2} \cdot 2V$$

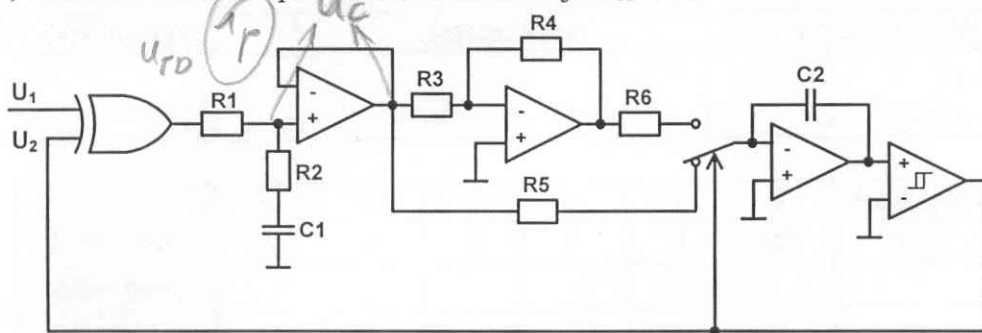
$$U_{ki \text{ RMS}} = 2V \text{ (előjeltől is független)}$$

$$U_{ki \text{ AV}} = \frac{2}{\sqrt{2}} \cdot (-\sqrt{2} \cdot 2) = -1.8V$$



4. Az alábbi PLL áramkörben jelölje be a fázisdetektor kimeneti feszültségét ( $U_{PD}$ ) és a szabályozó kimeneti feszültségét ( $U_c$ )! Mekkora bemeneti frekvenciáig működőképes a PLL a megadott adatokkal? Határozza meg mekkora lesz a szöghiba megváltozása 1Hz bemeneti frekvenciaváltozás hatására!

Adatok: XOR:  $U_{OH}=5V$  és  $U_{OL}=0V$ ,  $R1=10k\Omega$ ,  $R2=1k\Omega$ ,  $C1=20nF$ ,  $R3=R4=R5=R6=10k\Omega$ ,  $C2=2nF$ , a hiszterézises komparátor hiszterézis sávja  $U_H=1V$ .



$$K_{PD} = \frac{U_{OH} - U_{OL}}{\pi} \quad K_0 = \frac{1}{2} \cdot \frac{1}{U_H \cdot R \cdot C} = \frac{1}{2} \frac{1}{1 \cdot 10k \cdot 2n} = 0,25 \cdot 10^5 \text{ [Hz/V]}$$

$$K_{PD} = \frac{5}{\pi} \text{ [V/rad]}$$

$$\Delta\varphi = \frac{\Delta f}{K_{PD} \cdot K_0} = \frac{1}{\frac{5}{\pi} \cdot 0,25 \cdot 10^5} = \frac{4\pi}{5} \cdot 10^{-5} = 2,5 \cdot 10^{-5} \text{ [rad]} \quad (2p)$$

$$f_{max} = U_{PDmax} \cdot K_0 = 5 \cdot 0,25 \cdot 10^5 = 125 \text{ kHz} \quad (2p)$$

5. Adjon példát fázisdetektorra az alábbi jellemzőkkel:

a) a bemeneti frekvencia alsó határa nulla, — vektoros (Park) v. Resolver/dij

b) kétállapotú jelekkel dolgozik, frekvenciaérzékeny, — számítás

c) kétállapotú jelekkel dolgozik, nem zavarérzékeny, — XOR

d) szinuszos jelekkel dolgozik, nem frekvenciaérzékeny. — analóg megoldás

1p/rés