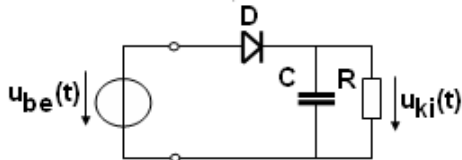


Elektronika 2. AM-FM gyakorló példák

1.

AM jelet csúcs-egyenirányítós demodulátorral demodulálunk. Közelítőleg maximum mekkora lehet a szűrő időállandója, hogy a demodulált jel követni tudja az $U_a = U_v + U_m \cdot \sin(2\pi \cdot f_m \cdot t)$ modulálójel amplitúdójának változását? ($U_v = 5V$, $U_m = 1,5V$, $f_m = 5000Hz$)

Megoldás:



A magára hagyott szűrőt $U_c = U_v$ munkapontból indítva $U_c(t) = U_v \cdot e^{-t/\tau}$, ahol $\tau = R \cdot C$, a szűrő időállandója. A követéshez U_c meredekségének negatívabbnak kell lenni, mint az amplitúdó burkoló jel legnegatívabb meredeksége:

$$\frac{dU_c(t=0)}{dt} = -U_v / \tau < -U_m \cdot 2\pi f_m.$$

$$\text{Ebből } \tau < \frac{U_v}{U_m \cdot 2\pi f_m} = \frac{5}{1,5 \cdot 2\pi \cdot 5000} = 0,106 \text{ms}.$$

2.

QAM jelet demodulálunk.

- a.) Hány %-kal csökken az „a” csatorna átviteli tényezője, ha a vevőben a vivőfrekvenciát 5° hibával állítjuk vissza?
- b.) Mekkora lesz az áthallás a csatornák között?

Megoldás:

$a) H = 1 - \cos 5^\circ = 0,3\%$ az erősítés csökkenés = elhanyagolható
 Mekkora lesz az áthallás:
 $b) H = \sin 5^\circ = 8,7\%$ erős áthallás

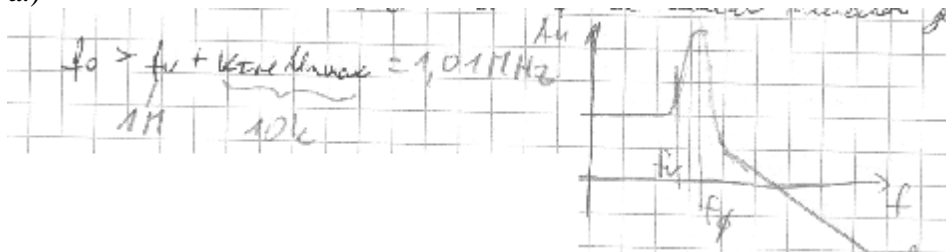
3.

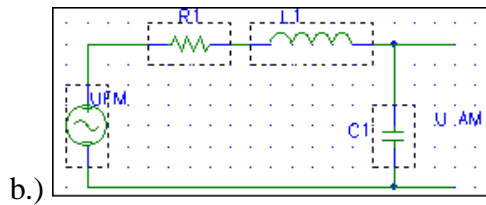
FM jelet félrehangolt szűrőkörrel demodulálunk.

- a.) Milyen frekvenciára hangoljuk a szűrőkört, ha $f_v = 1MHz$, $K_{FM} = 10kHz/V$, $|U_m| < 1V$ a szűrőkör ideális és monoton átvitelt akarunk, még hozzá úgy, hogy növekvő frekvenciához növekvő kimeneti feszültség tartozzon?
- b.) Rajzolja fel a kapcsolást!

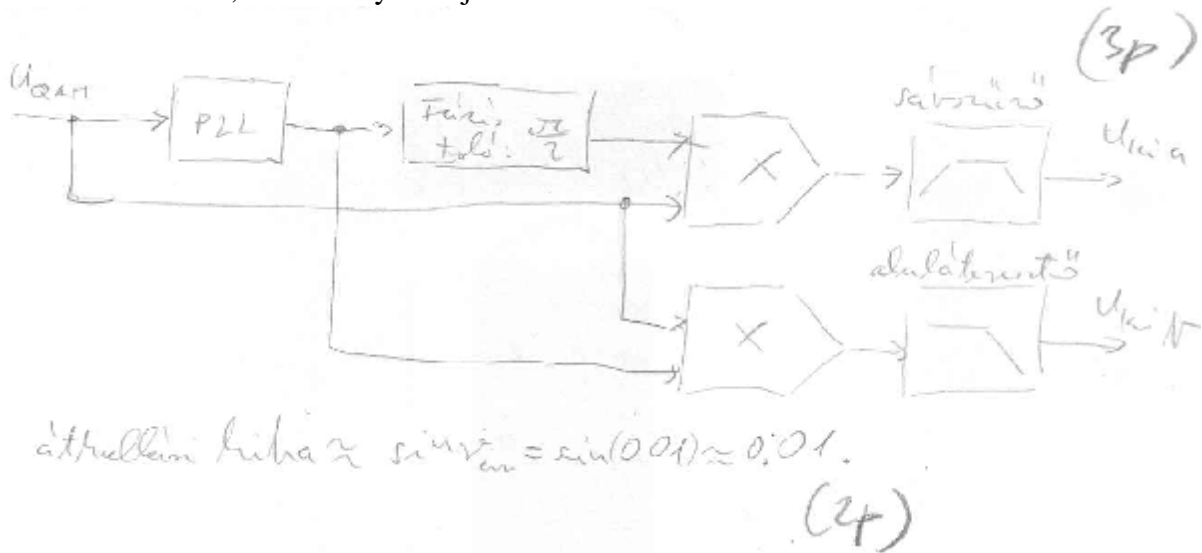
Megoldás:

a.)





4. Rajzolja fel a kvadratúra-demodulátor blokkvázlatát, ha az *a* csatorna jelét AM-DSB-vel, a *b* csatorna jelét AM-DSB/SC-vel kódolták! A felhasználható blokkok: PLL, fázistoló áramkör, aluláteresztő szűrő, analóg szorzó. Becsülje meg, hány dB áthallást okoz a vivőjel visszaállításának 0,01 radiányi hibája!



4.1 Írja fel a QAM jel időfüggvényének egyenletét, ha az „a” csatorna moduláló jele 1V amplitúdójú 1kHz frekvenciájú szinusz, a „b” csatorna moduláló jele 0.5V amplitúdójú 2kHz frekvenciájú szinusz, a modulálatlan vivő amplitúdója 2V, frekvenciája 10kHz, és a „b” csatorna vivője elnyomott! Minek a rövidítése az AM-DSB/SC? Milyen összetevői lesznek a modulált jel spektrumának?

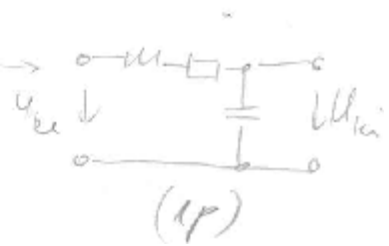
4.2 Írja fel az AM jel időfüggvényének egyenletét, ha az összetett moduláló jel 1V amplitúdójú 1kHz frekvenciájú és 0.5V amplitúdójú 5,1kHz frekvenciájú szinusz jelek összege, a modulálatlan vivő amplitúdója 1V, frekvenciája 100kHz! Mik lesznek a modulált jel spektrumának összetevői? Melyik demodulátor használatát javasolja? Miért?

4.3 Rajzolja fel a kvadratúra-demodulátor blokkvázlatát, ha az *a* csatorna jelét AM-DSB-vel, a *b* csatorna jelét AM-DSB/SC-vel kódolták! A felhasználható blokkok: PLL, fázistoló áramkör, aluláteresztő szűrő, analóg szorzó. Milyen típusú fázisdetektort, ill. szabályzót használ a PLL-ben ebben az alkalmazásban. Miért?

5. Mi a közvetett FM demodulátorok közös hátránya, ill. hogyan lehet azt kiküszöbölni (max. 2 sor)? Sorolja fel a tanult közvetett FM demodulátorokat linearitás szerint növekvő sorrendben, majd a felsoroltak közül a legegyszerűbbnek rajzolja fel a blokkvázlatát!

(1p) { at követ a bemeneti jel amplitúdójától is függ.
 { amplitúdó szabályozással (AGC) lehet kiküszöbölni.

(3p) { FM-AM átalakítás:
 - filtergyűjtő rezgősőv
 - fázisindukátor
 - karrieres demodulátor



6. Mekkora legyen egyetlen vezetéken átvitt két FM jel vivőfrekvenciáinak különbsége (Carson szabály), ha a moduláló jel spektruma DC...10kHz, $K_{FM}=100$ [kHz/V], és a moduláló jel maximális értéke 0,1V?

7. FM jelet PLL segítségével demodulálunk. Rajzolja fel a demodulátor blokkvázlatát! Mekkora legyen a PLL szabályozási körének vágási körfrekvenciája, ha a moduláló jel frekvenciatartománya 100Hz-10kHz? Hogyan befolyásolja a bemeneti jel amplitúdójának 50%-os megváltozása a demodulátor viselkedését?

8. FM jelet számláló típusú áramkörrel demodulálunk

A demodulálandó jel 1V amplitúdójú szinusz jel, frekvenciája 50kHz és 100kHz között változik. Rajzolja fel a számláló típusú demodulátor kapcsolási rajzát! Felhasználható elemek (nem kell mindegyiket felhasználni, de egy típusból akár többet is lehet): műveleti erősítő, komparátor, analóg kapcsoló, analóg multiplexer, monostabil multivibrátor ($t_{MS}=5\mu s$), tranzisztor, dióda, R, C, referencia forrás (-5V). A kimeneti feszültség arányos legyen a bemeneti frekvenciával és 100kHz-nél érje el a 10V-ot. A kimeneti feszültség maximális hullámossága 10mV lehet.

Megoldás:

A maximális frekvencián a monostabil kimenetén $5\mu s/10\mu s=50\%$ lesz a kitöltési tényező, így az alul-áteresztő tagot is tartalmazó szűrő egyenáramú erősítése $10V/(-0,5*5V) = -4$ kell, hogy legyen. R1 szabadon választható 1kOhm és 100kOhm közé. Legyen $R1=10k\Omega$, így $R2=4*R1=40k\Omega$ adódik.

A kimeneti feszültség hullámossága 50kHz-nél lesz nagyobb. Mivel a megengedett 10mV hullámosság nagyságrendekkel kisebb a feszültség középértékétől, az exponenciális kisülés a kezdeti meredekségével közelíthető:

$$\Delta U_{ki} \approx U_{kiAV} * \frac{1/f_{be} - t_{MS}}{\tau}, \text{ ahol } \tau=R_2*C_1. \text{ Ebből}$$

$$C_1 = \frac{\tau}{R_2} = \frac{U_{kiAV}}{R_2 * \Delta U_{ki}} * \left(\frac{1}{f_{be}} - t_{MS} \right) = \frac{5V}{10mV * 40k\Omega} * \left(\frac{1}{50kHz} - 5\mu s \right) = 187nF.$$

