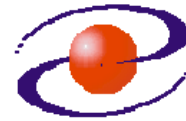




**UNIVERZITET CRNE GORE
ELEKTROTEHNIČKI FAKULTET**



STUDIJSKI PROGRAM: *ELEKTRONIKA, TELEKOMUNIKACIJE I RAČUNARI*

PREDMET: *OSNOVE ANALOGNIH TELEKOMUNIKACIJA*

FOND ČASOVA: *3+1+1*

LABORATORIJSKA VJEŽBA BROJ 3

NAZIV: *AM-2BO I KAM MODULACIJA*

CILJEVI VJEŽBE:

- generisanje AM-2BO signala,
- demodulacija AM-2BO signala,
- generisanje konvencionalno amplitudski modulisanog signala,
- određivanje uticaja indeksa modulacije na vremenski oblik KAM signala,
- detekcija KAM signala pomoću detektora anvelope,
- uočavanje problema u funkcionisanju detektora anvelope,
- snimanje spektra KAM signala.

POTREBAN PRIBOR:

- kalkulator,
- lenjir.

IME I PREZIME: _____.

BROJ INDEKSA: _____.

BROJ POENA:	
OVJERAVA:	
DATUM:	

1. APARATURA

Na raspolaganju su sljedeći uređaji i oprema:

1. Emona Telecoms trainer ETT101
2. Osciloskop Agilent 54621A
3. Analizator spektra HP E4411B
4. Generator funkcija MOR Systems WG 810
5. Kutije kondenzatora i otpornika, dioda
6. Pomoćna oprema



1. Emona Telecoms Trainer ETT101

2. Osciloskop Agilent 54621A



3. Analizator spektra HP E4411B

4. Generator funkcija MOR Systems WG 810

2. TEORIJSKA OSNOVA LABORATORIJSKE VJEŽBE

Amplitudske modulacije pripadaju grupi linearnih modulacionih postupaka u kojima se koristi kontinuirani nosilac sinusoidalnog talasnog oblika. U procesu ove modulacije modifikuje se amplituda nosioca tako da ona postane vremenska funkcija direktno srazmjerna modulišućem signalu. Izraz za amplitudski modulisan signal sa dva bočna opsega (AM-2BO) je oblika:

$$u_{AM}(t) = k_m u_m(t) U_0 \cos 2\pi f_0 t \quad (1)$$

gdje je U_0 amplituda nosioca, f_0 učestanost nosioca, k_m konstanta modulatora, a $u_m(t)$ modulišuća signal čija je maksimalna učestanost u spektru f_m . Spektar AM-2BO signala je dva puta širi od spektra modulišućeg signala.

Konvencionalno amplitudska modulacija takođe predstavlja linearni postupak modulacije u kome je anvelopa modulisanog signala direktno proporcionalna modulišućem signalu. KAM signal se može matematički opisati relacijom:

$$u_{KAM}(t) = [U_0 + k_m u_m(t)] \cos 2\pi f_0 t \quad (2)$$

Promjenljiva amplituda KAM signala u relaciji (2) u stvari predstavlja njegovu anvelopu. Izraz (2) se može napisati i u obliku:

$$u_{KAM}(t) = U_0 \left[1 + \frac{k_m U_m}{U_0} m(t) \right] \cos 2\pi f_0 t = U_0 [1 + m_0 m(t)] \cos 2\pi f_0 t = U_0 \cos 2\pi f_0 t + U_0 m_0 m(t) \cos 2\pi f_0 t \quad (3)$$

gdje je U_m maksimalna vrijednost modulišućeg signala, $|m(t)| \leq 1$, a $m_0 = \frac{k_m U_m}{U_0}$ je indeks

modulacije. Iz relacije (3) se može vidjeti da spektar KAM signala sačinjavaju nosilac i dvije bočne komponente.

Ukoliko je $m_0 = 0$ nosilac nije modulisan. Ako je $m_0 > 1$ kaže se da je signal premodulisan i u tom slučaju nije moguće izvršiti demodulaciju KAM signala.

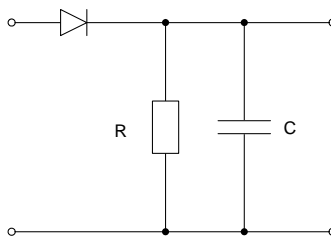
Ukoliko je $m(t) = \cos 2\pi f_m t$ onda relacija (2) postaje:

$$u_{KAM}(t) = U_0 \cos 2\pi f_0 t + \frac{U_0 m_0}{2} \cos 2\pi (f_0 - f_m) t + \frac{U_0 m_0}{2} \cos 2\pi (f_0 + f_m) t \quad (4)$$

Demodulacija AM-2BO signala se obavlja sinhrono, što podrazumijeva postupak produktne demodulacije u kojem se koristi lokalni oscilator na strani prijema iste učestanosti i faze kao i nosilac na strani predaje.

Demodulaciju KAM signala u principu je moguće izvršiti na dva načina:

- sinhrono, kao i svaki drugi amplitudsko modulisan (AM) signal,
- detektorom anvelope (slika 2.1), zahvaljujući postojanju nosioca u spektru KAM signala.



Slika 2.1. Detektor anvelope

Detekcija KAM signala pomoću detektora anvelope je jednostavnija, ne zahtijeva generisanje nosioca u prijemniku pa prema tome ni sinhronizaciju nosioca u predajniku i prijemniku. Sa druge strane, za ispravno funkcionisanje detektora anvelope neophodno je ispuniti uslov:

$$RC \leq \frac{1}{2\pi f_m} \sqrt{\frac{1}{m_0^2} - 1} \quad (5)$$

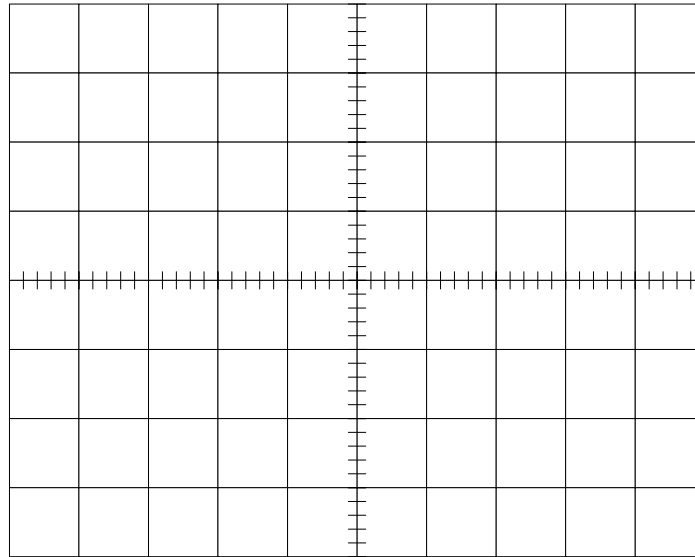
kako ne bi došlo do pojave tzv. dijagonalnog odsijecanja. Dijagonalno odsijecanje se javlja u slučaju kada kondenzator C svojim punjenjem i pražnjenjem ne može da prati promjene anvelope KAM signala.

3. ZADACI LABORATORIJSKE VJEŽBE

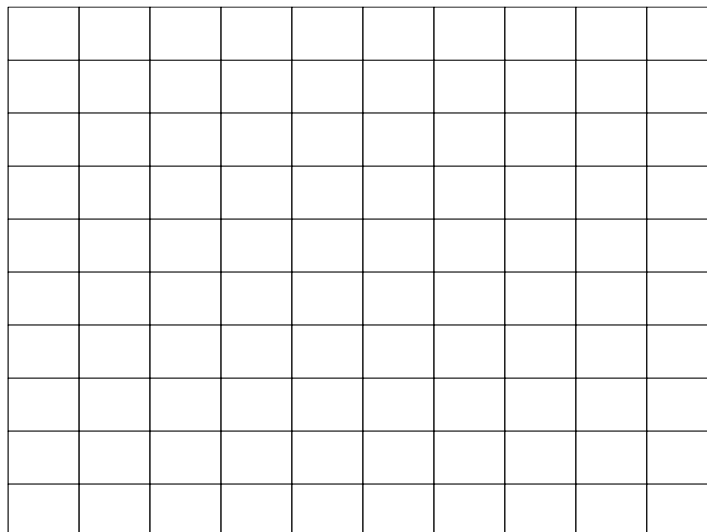
1) Test signal $u_m(t) = U_m \cos 2\pi f_m t$ amplitudski moduliše nosilac $U_0 \cos 2\pi f_0 t$ pri čemu je $f_0 = 100 \text{ kHz}$, a $f_m = 2 \text{ kHz}$.

a) Napisati analitički oblik i skicirati vremenski oblik AM-2BO signala.

$U_{AM}(t) =$



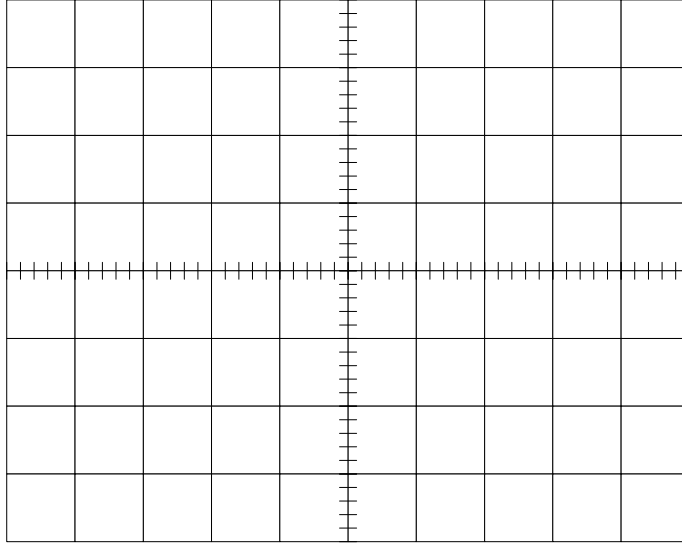
b) Skicirati spektar dobijenog AM-2BO signala.



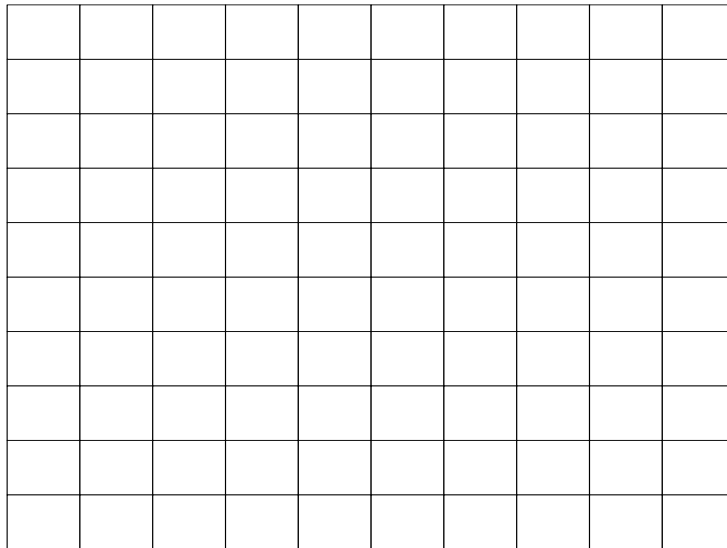
c) Napisati analitički oblik i skicirati vremenski oblik KAM signala, ako indeks modulacije m_0 iznosi 0,5. Odrediti RC konstantu tako da u postupku detekcije ne dođe do dijagonalnog odsijecanja.

$$U_{KAM}(t)=$$

$$RC=$$

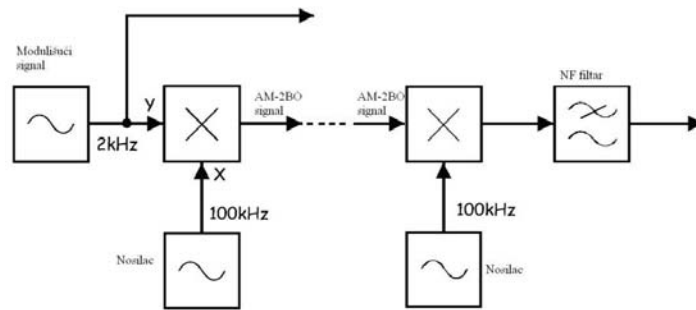


d) Skicirati spektar KAM signala, ako je modulišući signal sinusoida učestanosti $f_m=10\text{kHz}$, a nosilac je učestanosti 100kHz .



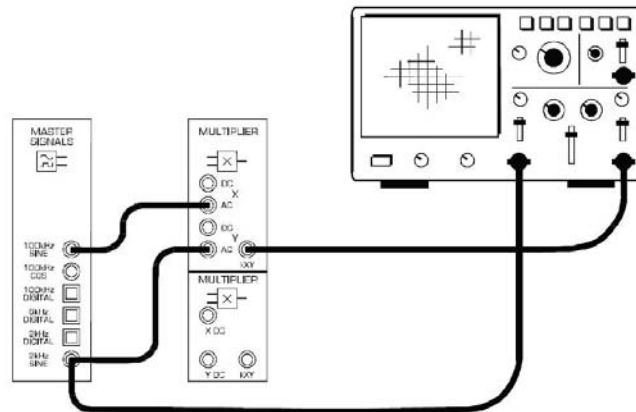
Praktični dio vježbe:

2) U narednom dijelu vježbe vršiće se modulacija, a zatim i demodulacija AM-2BO signala. Ekvivalentna blok šema kompletnog sistema data je na slici 3.1:



Slika 3.1

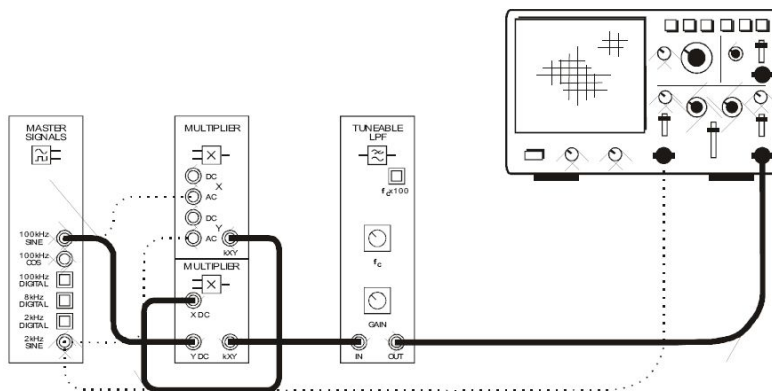
Generisanje AM-2BO signala se može ostvariti korišćenjem date aparature, povezivanjem kao na slici 3.2.



Slika 3.2

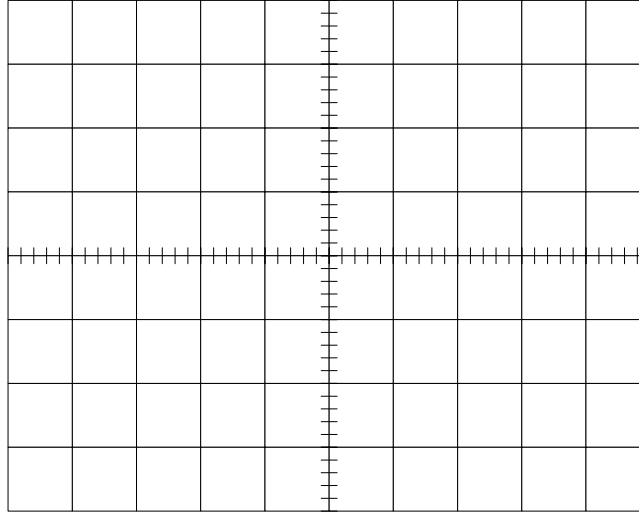
Uporediti vremenski oblik dobijenog AM-2BO signala sa signalom koji je nacrtan u zadatku 1a).

3) Za demodulaciju AM-2BO signala ostvariti povezivanje kao na slici 3.3 (isprekidana linija predstavlja već povezani dio šeme za generisanje AM-2BO signala). Prethodno, Gain opciju podesivog NF filtra postaviti na srednji položaj, a kontrolu f_c (cut-off) frekvencije postaviti u krajnji desni položaj.

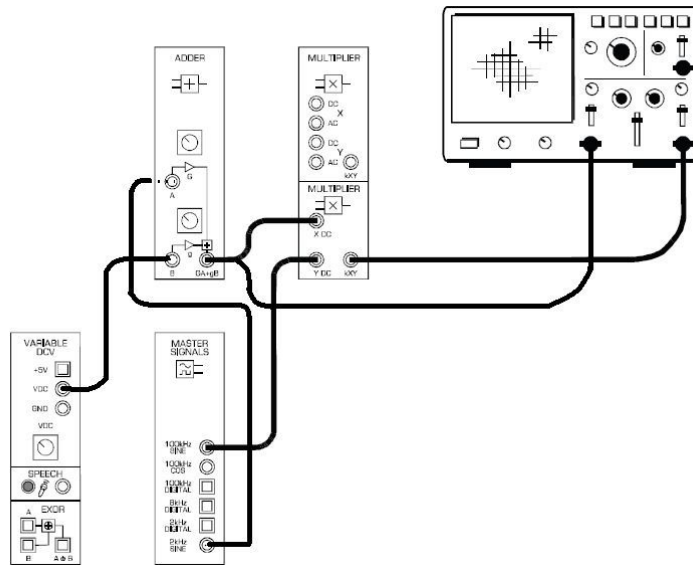


Slika 3.3

Skicirati vremenske oblike modulišućeg i demodulisanog signala.

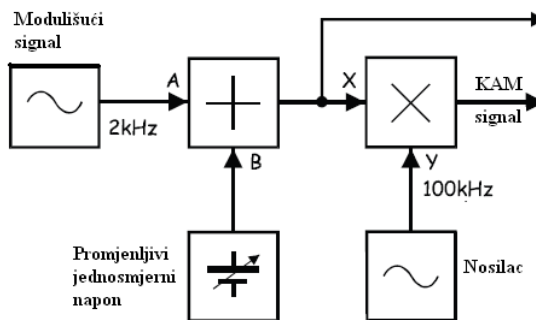


4) U narednom dijelu vježbe vršiće se modulacija, a zatim i demodulacija KAM signala. Korišćenjem date aparature ostvariti povezivanje kao na slici 3.4.



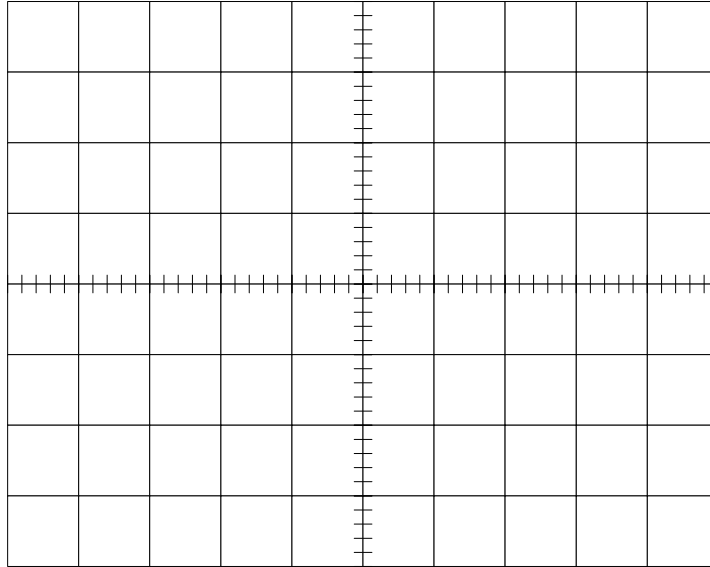
Slika 3.4.

Šema predstavljena na Slici 3.4 se može predstaviti sledećim blok dijagramom:

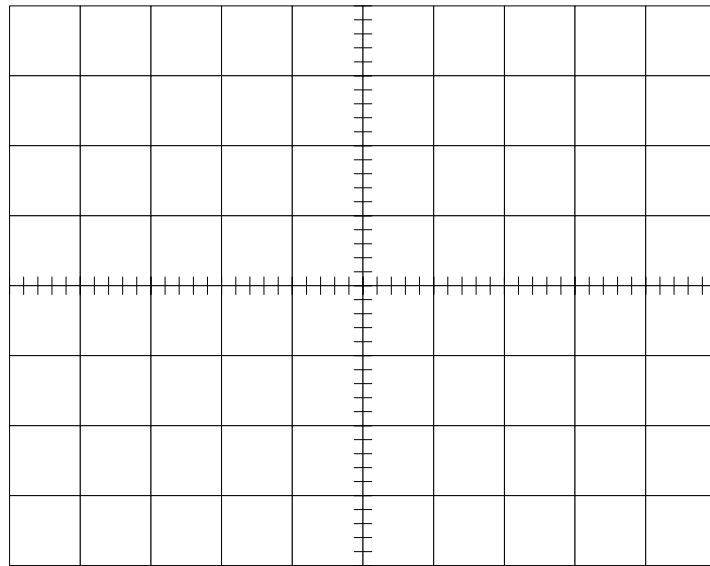


Slika 3.5.

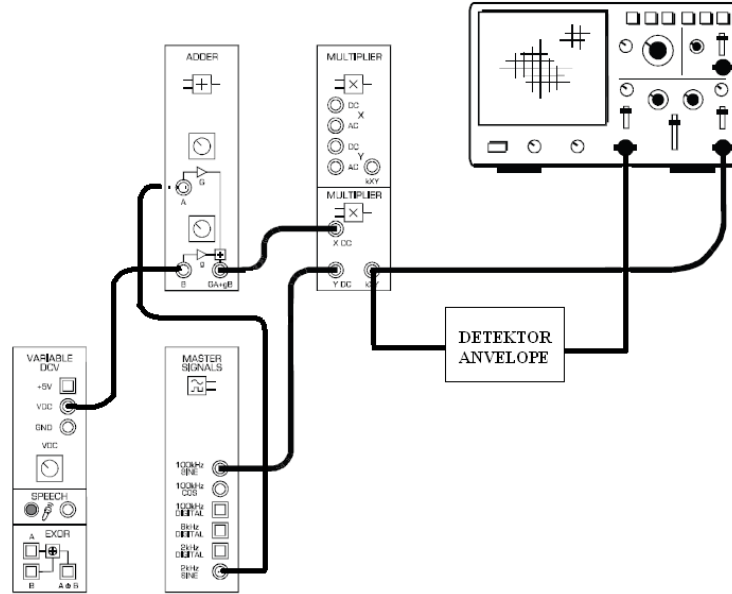
Podesiti amplitudu modulišućegeeg signala tako da se dobije indeks modulacije $m_0=1$ i snimiti vremenski oblik KAM signala.



5) Za $m_0 > 1$ snimiti vremenski oblik premodulisanog KAM signala.

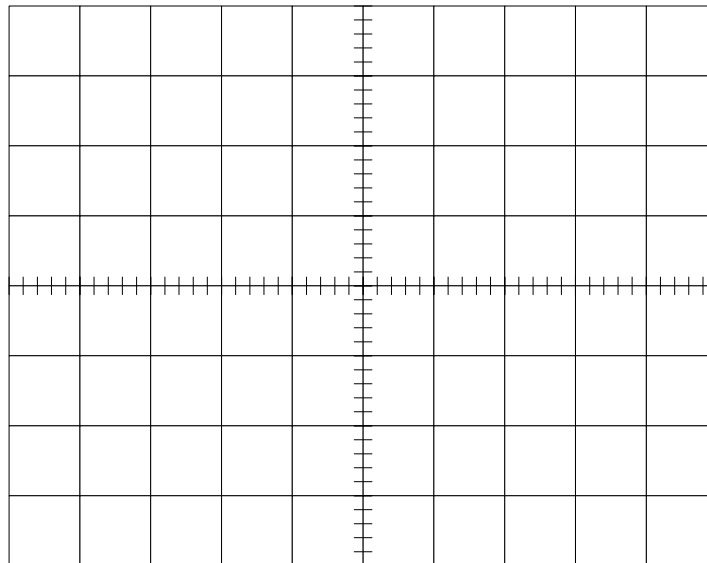


6) Za asinhronu demodulaciju KAM signala ostvariti povezivanje prema slici 3.6 (šema detektora anvelope data je na slici 1, a $R=6,8k\Omega$ i $C=4700pF$). Prethodno podesiti indeks modulacije na vrijednost $m_0=0,5$.

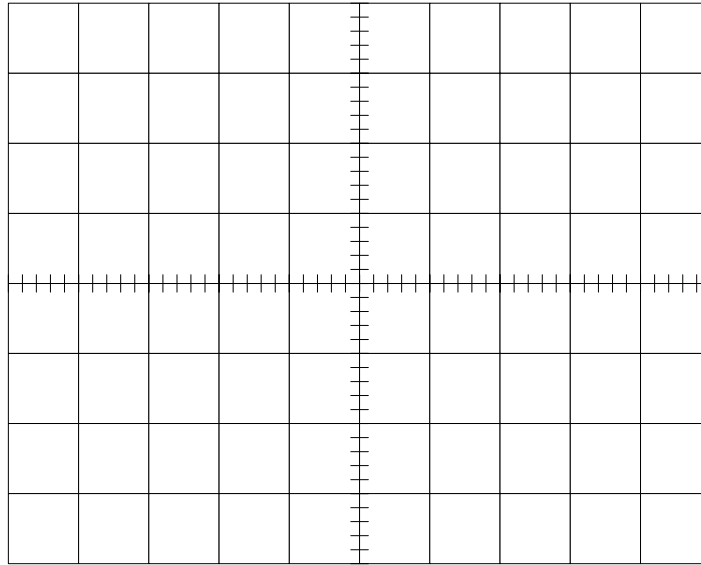


Slika 3.6

Za vrijednosti $R=6,8k\Omega$, $C=10000pF$ snimiti vremenski oblik signala na izlazu iz detektora anvelope i uporediti ga sa modulišućim signalom pri indeksu modulacije $m_0=0,5$.



7) Za vrijednosti $R=100\text{k}\Omega$, $C=6800\text{pF}$ snimiti vremenski oblik signala na izlazu iz detektora anvelope i uporediti ga sa modulišućim signalom pri indeksu modulacije $m_0=0,5$.



8) Za vrijednosti $R=6,8\text{k}\Omega$, $C=10000\text{pF}$ posmatrati vremenski oblik signala na izlazu iz detektora anvelope i uporediti ga sa modulišućim signalom pri indeksu modulacije $m_0>1$.

Komentar:

9) a) Na generatoru funkcija odabrati sinusni ton učestanosti $f_m=10\text{kHz}$, amplitude 2Vpp , i dovesti ga na ulaz KAM modulatora (umjesto sinusoide od 2kHz). KAM signal dovesti na ulaz analizatora spektra. Na analizatoru spektra pomoću menija "*Frequency Channel*" podesiti start frekvenciju na 50kHz , stop frekvenciju na 150kHz . Posmatrati i skicirati spektar KAM signala. Uporediti dobijeni rezultat sa rezultatom dobijenim u zadatku 1d).

b) Posmatrati nastale promjene u spektru kada se KAM signal premoduliše.

Komentar:

4. ZAKLJUČAK