

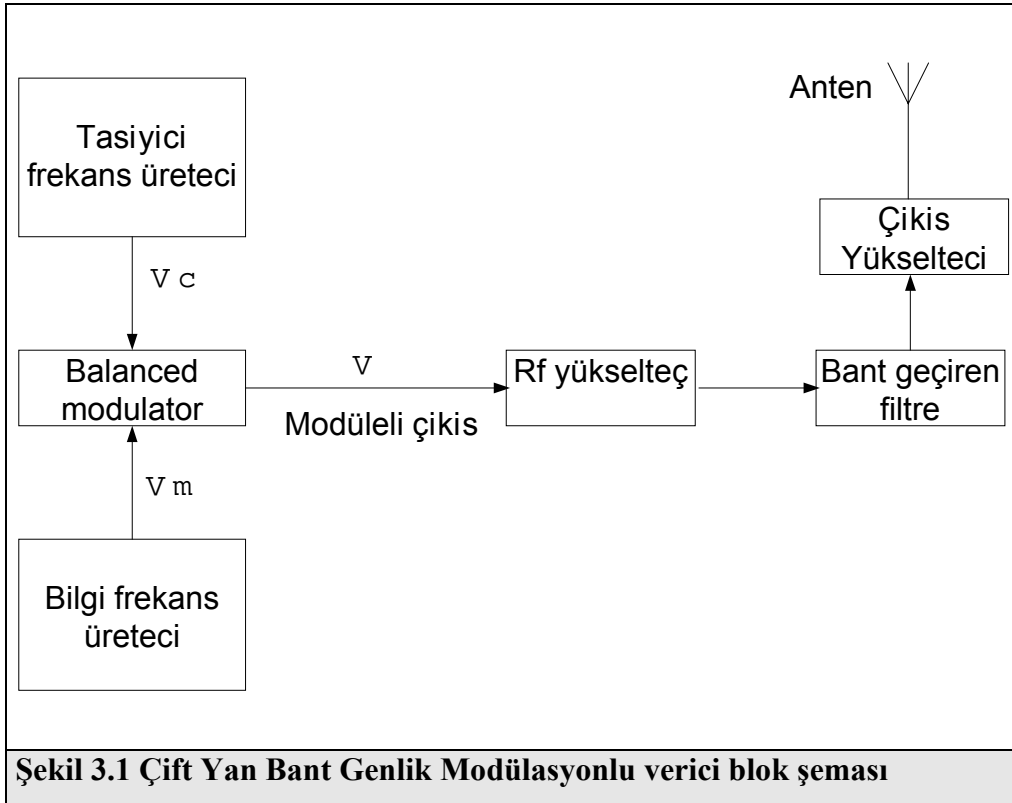
GENLİK MODÜLASYONU

3.1 Çift Yan Bant Genlik Modülasyonu Tanımı

Taşıyıcı işaretin genliği bilgi işaretine göre değiştirilirse genlik modülasyonu elde edilir.

3.1.1 Çift Yan Bant Genlik Modülasyonu Elde Edilmesi

Genlik modülasyonu üretmekte kullanılan devreye modülatör denir



3.1.2 Bilgi İşareti

Bilgi işareti düşük frekanslı işarettir. (Ses bandı için $f_m=3\text{KHz}$ lik bir işarettir)

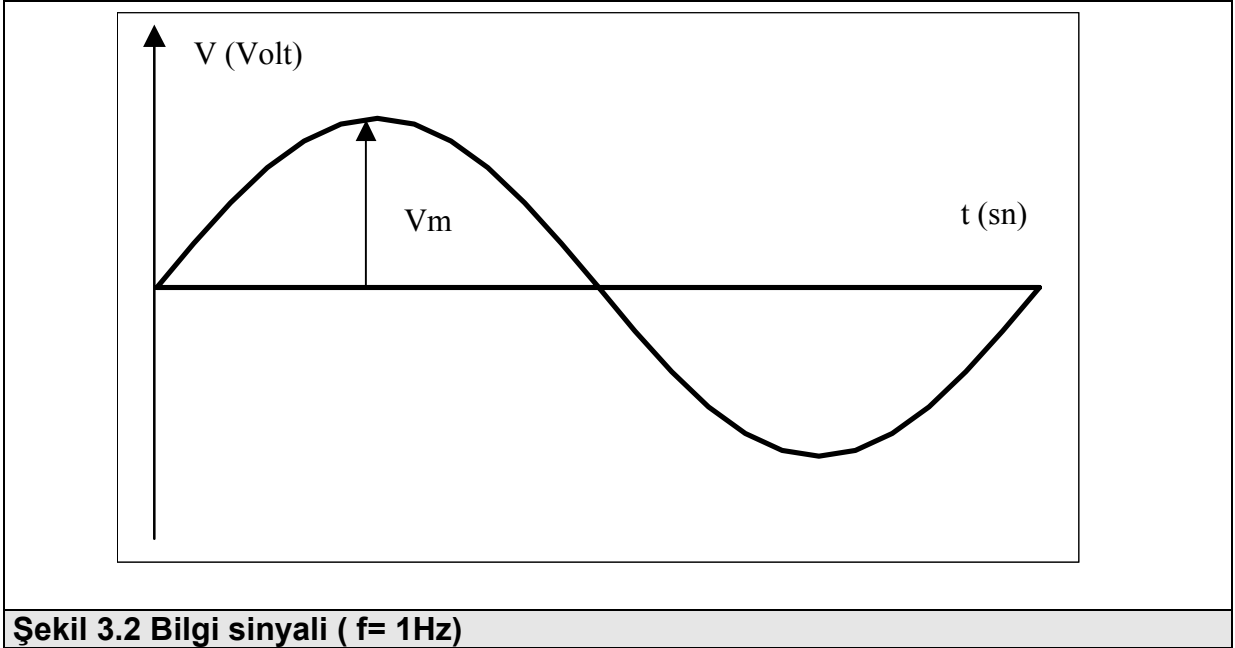
Bilgi işaretinin matematiksel ifadesi : $V_m=V_m\text{Sin}2\pi f_m t$

Bu formülde;

V_m =Bilgi sinyalinin anlık ac değerini

V_m = Bilgi sinyalinin max genliğini

f_m :Bilgi sinyalinin frekansını gösterir.



3.1.3 Taşıyıcı İşaret

Taşıyıcı işaret yüksek frekanslı sinüs ya da cosinüs şarettir.

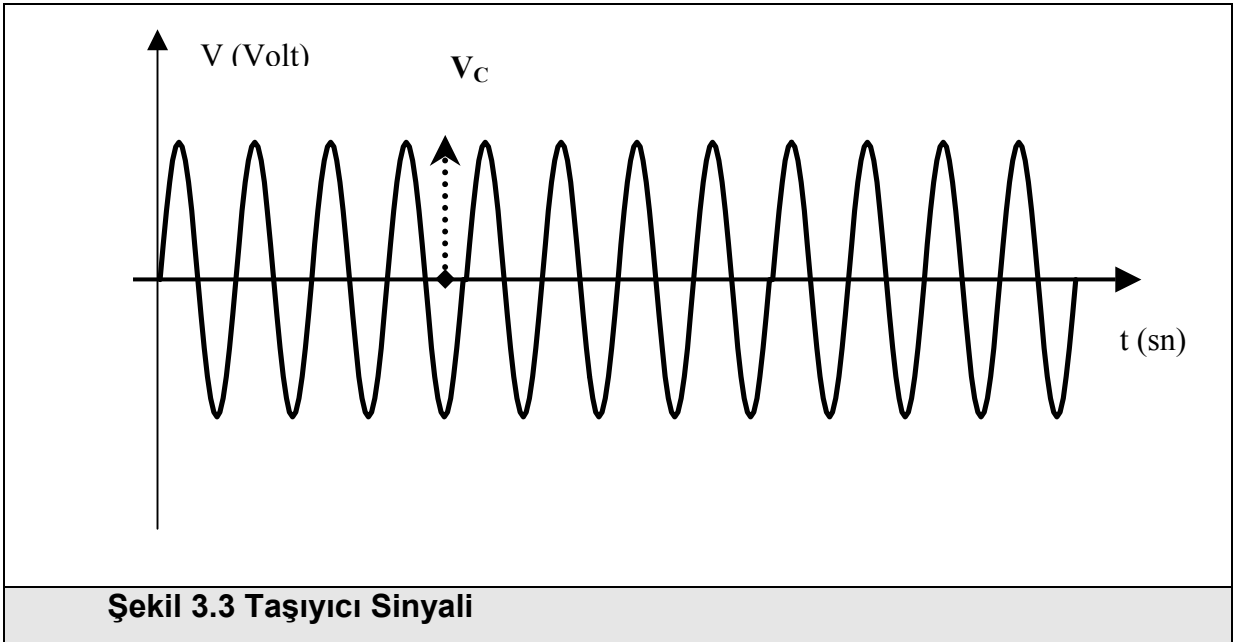
Taşıyıcı işaretin matematiksel ifadesi : $V_c=V_c\text{Sin}2\pi f_c t$

Bu formülde;

V_c =Taşıyıcı sinyalinin anlık ac değerini

V_c = Taşıyıcı sinyalinin max genliğini

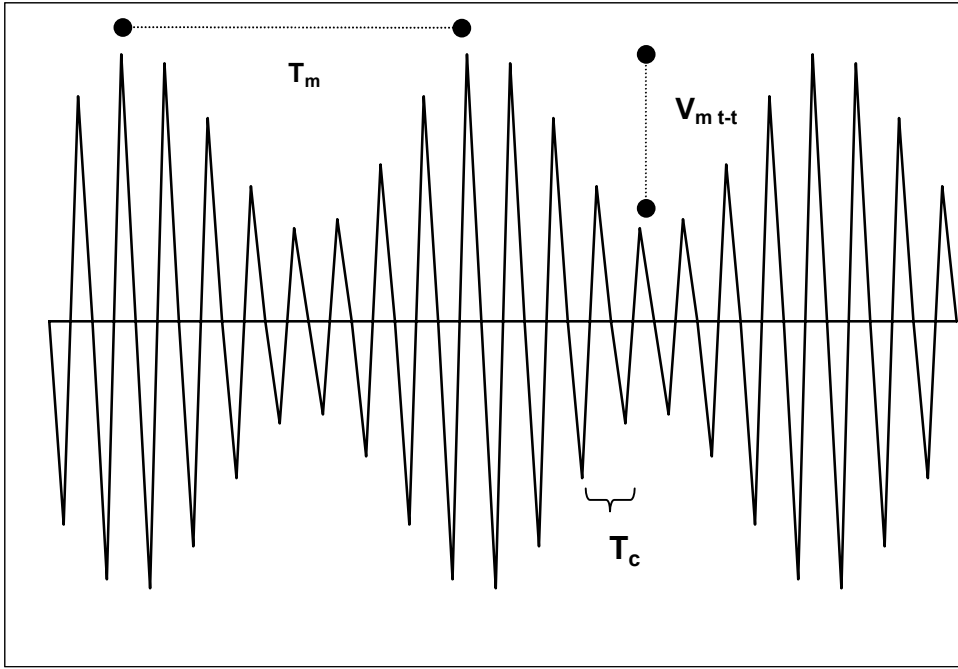
f_c :Taşıyıcı sinyalinin frekansını gösterir.



3.1.4 Modüleli İşaret



3.1.5 Modüleli İşaretin Analizi



T_c : Taşıyıcı işaretin periyodu

$$f_c = \frac{1}{T_c}$$

T_m : Bilgi işaretinin periyodu

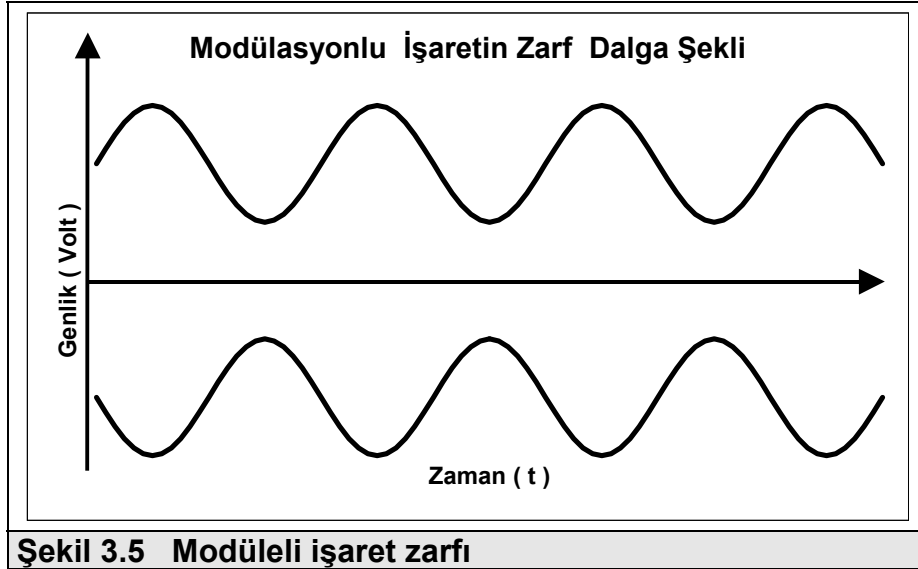
$$f_m = \frac{1}{T_m}$$

V_m t-t : Bilgi işaretinin tepeden tepeye genlik değeri

$$V_m = \frac{V_{m(t-t)}}{2}$$

Şekil 3.4 Modüleli İşaret de bilgi işaretine ait büyüklükler

3.1.6 Modüleli İşaret Zarfı



3.1.7 Genlik Modülasyonunun Matematiksel İfadesi

$$V_m = V_m \sin 2\pi f_m t \quad (\text{Bilgi işareti})$$

$$V_c = V_c \sin 2\pi f_c t \quad (\text{Taşıyıcı işaret})$$

$$V = (V_c + V_m \sin 2\pi f_m t) \sin 2\pi f_c t \quad (\text{Taşıyıcı genliğine binen bilgi işareti=Modüleli işaret})$$

$$V = \underbrace{V_c \sin 2\pi f_c t}_{\text{taşıyıcının kendisi}} + \underbrace{V_m \sin 2\pi f_m t \sin 2\pi f_c t}_{\text{iki tane sinüs çarpımı}}$$

$$V_m \sin a \sin b = -\frac{1}{2} V_m * V_c [\cos(a+b) - \cos(a-b)]$$

$$\sin a \sin b = -\frac{1}{2} [\cos(a+b) - \cos(a-b)]$$

$$\sin a \sin b = \frac{\cos(a-b) - \cos(a+b)}{2}$$

$$V_m \sin 2\pi f_m t \sin 2\pi f_c t = \frac{V_m}{2} \cos 2\pi t (f_c - f_m) - \frac{V_m}{2} \cos 2\pi t (f_c + f_m)$$

Çift Yan Bant Genlik Modülasyonun Matematiksel İfadesi

$$\underbrace{V}_{\text{Modüleli işaret}} = \underbrace{V_c \sin 2\pi f_c t}_{\text{taşıyıcı işaret}} + \underbrace{\frac{V_m}{2} \cos 2\pi t(f_c - f_m)}_{\text{alt yan bant işareti}} - \underbrace{\frac{V_m}{2} \cos 2\pi t(f_c + f_m)}_{\text{üst yan bant işareti}}$$

$$m = \frac{V_m}{V_c} \quad V_m = mV_c \Rightarrow \frac{V_m}{2} = \frac{mV_c}{2}$$

Çift Yan Bant Genlik Modülasyonun Matematiksel İfadesi (Modülasyon İndisli)

$$\underbrace{V}_{\text{Modüleli işaret}} = \underbrace{V_c \sin 2\pi f_c t}_{\text{taşıyıcı işaret}} + \underbrace{\frac{mV_c}{2} \cos 2\pi t(f_c - f_m)}_{\text{alt yan bant işareti}} - \underbrace{\frac{mV_c}{2} \cos 2\pi t(f_c + f_m)}_{\text{üst yan bant işareti}}$$

3.1.7 Modülasyon İndisi

Modülasyon indisi yapılan modülasyonun iyilik derecesini gösterir.

$$m = \frac{V_m}{V_c} \quad m \text{ (Modülasyon indisi)}$$

V_m : Bilgi genliği

V_c : Taşıyıcı genliği

$m > 1$ ise bozuk bir genlik modülasyonu.

$m = 1$ % 100 genlik mod. (İdeal modülasyon)

$0,5 < m < 1$ iyi bir modülasyon vardır.

ÖRNEK

$$V_m = 3 \text{ bölüm}$$

$$V_c = 4 \text{ bölüm}$$

$$m = 3 / 4 = 0,7 \text{ (%70 modülasyon vardır)}$$

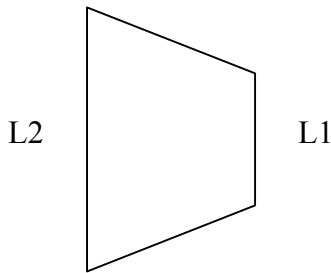
3.1.8 Trapezoidal Dalga Şekilleri

Trapezoidal dalga şekillerini elde etmek için;
osiloskobun

- Ch-1 girişine 'Verici Çıkışı' bağlanır.
- Ch-2'ye 'Bilgi işareti' bağlanır

Osiloskop X-Y moduna alınır.

Aşağıdaki şekle benzer trapezoidal şekli elde edilir.



$$m = \frac{L2 - L1}{L2 + L1} \text{ formülünden modülasyon indisi bulunur.}$$

ÖRNEK

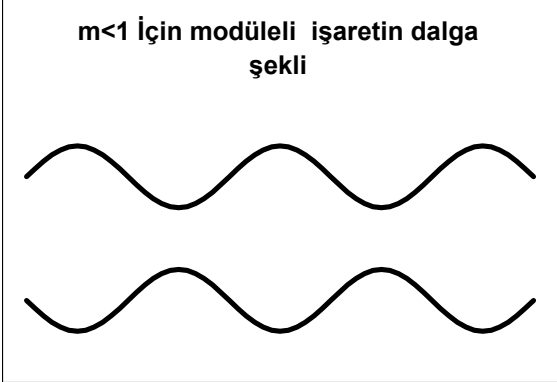
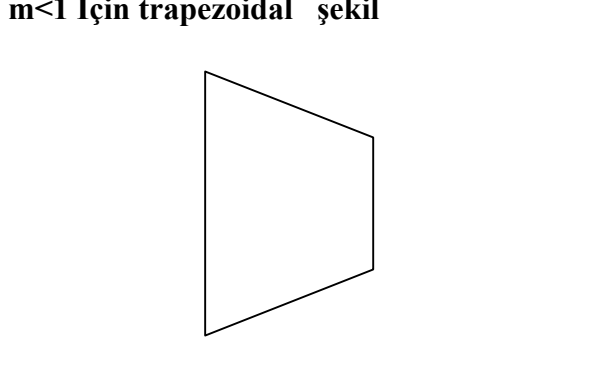
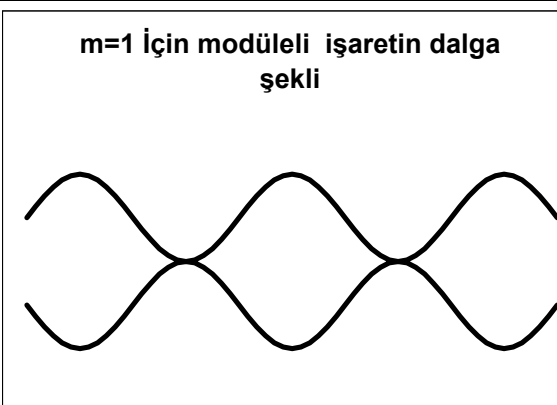
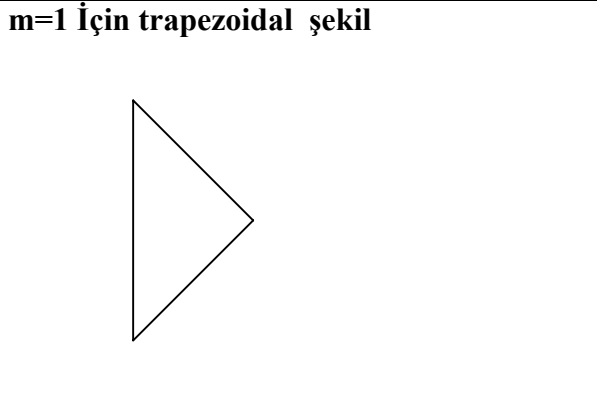
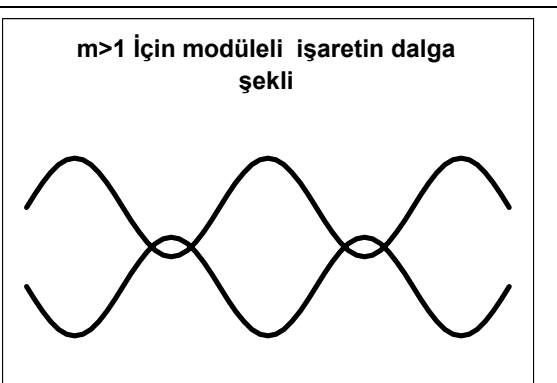
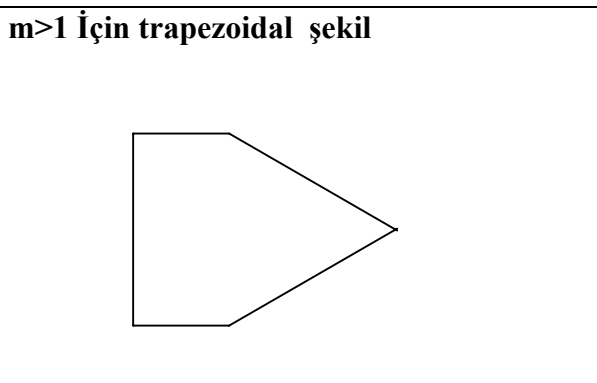
L2=4 Birim

L1=2 Birim ise modülasyon indisini bulunuz.

Çözüm

$$m = \frac{L2 - L1}{L2 + L1} = \frac{4 - 2}{4 + 2} = 2 / 6 = 1 / 3 = 0,33$$

ÇYB (DSB) Genlik Modüleli Şekillerin Anlamı

ZAMAN EKSENLİ DALGA ŞEKİLLERİ	TRAPEZOİDAL DALGA ŞEKİLLERİ
<p>$m < 1$ için modüleli işaretin dalga şekli</p> 	<p>$m < 1$ için trapezoidal şekil</p> 
<p>$m = 1$ için modüleli işaretin dalga şekli</p> 	<p>$m = 1$ için trapezoidal şekil</p> 
<p>$m > 1$ için modüleli işaretin dalga şekli</p> 	<p>$m > 1$ için trapezoidal şekil</p> 

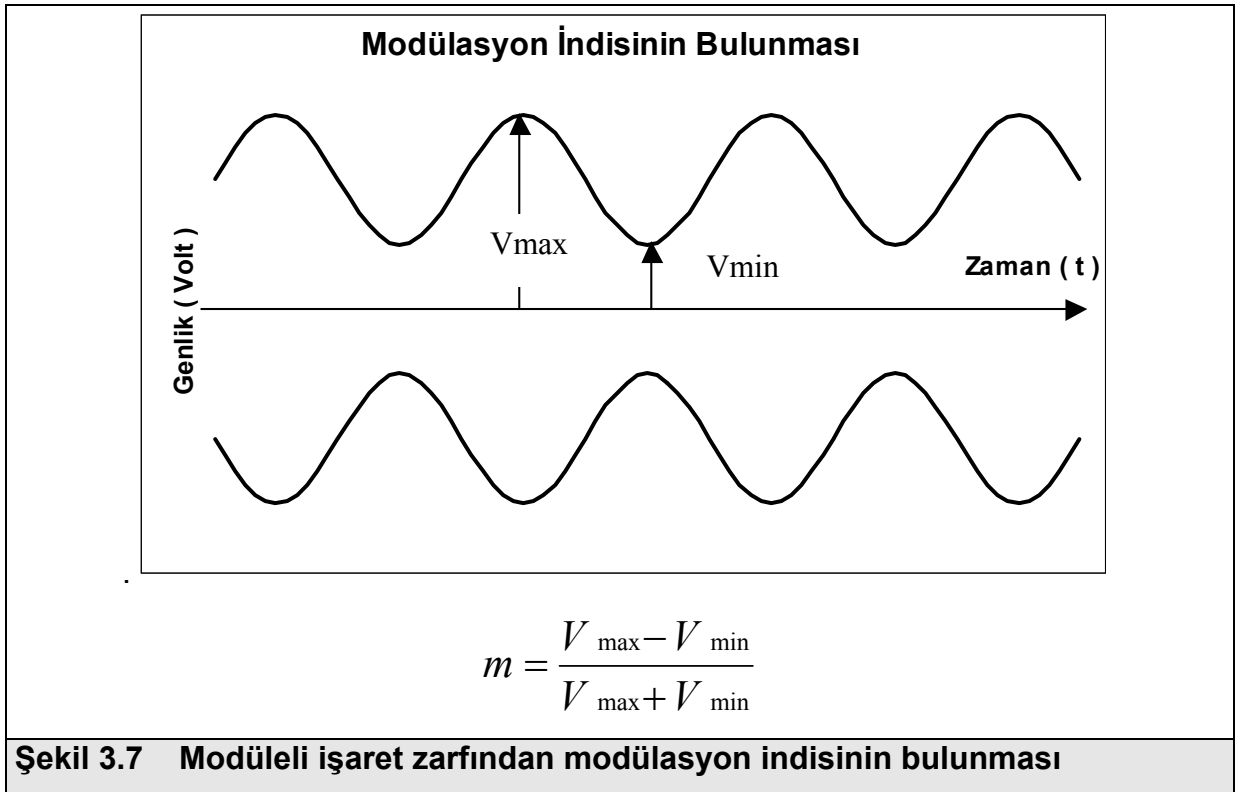
Şekil 3.6 Modüleli işaret zarfının trapezoidal dalga şekilleri

3.1.10 Genlik Modülasyonunun Osiloskop İle Bulunması

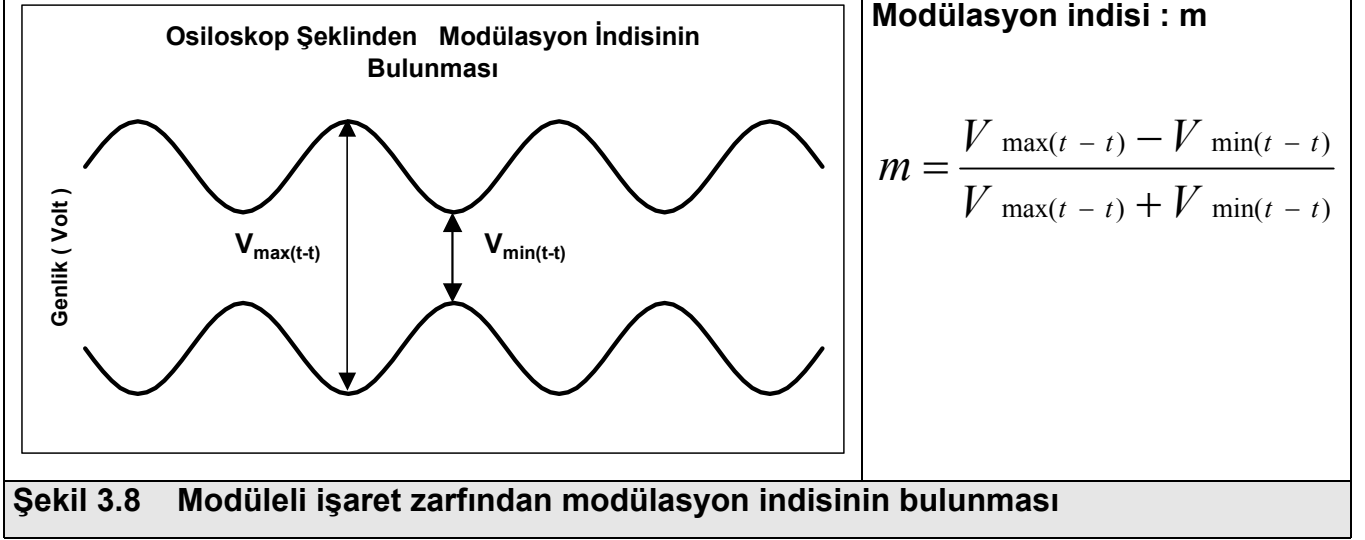
Osiloskop ile modülasyon indisini bulmak için ; DSB vericinin anten çıkışı osiloskoba bağlanarak modüleli işaretin dalga şekli osiloskop ekranında elde edilir.

Şekil 3.7 elde edildikten sonra V_{max} ve V_{min} ölçülür.

$$m = \frac{V_{max} - V_{min}}{V_{max} + V_{min}} \quad \text{formülünden modülasyon indisi bulunur}$$



İkinci yol



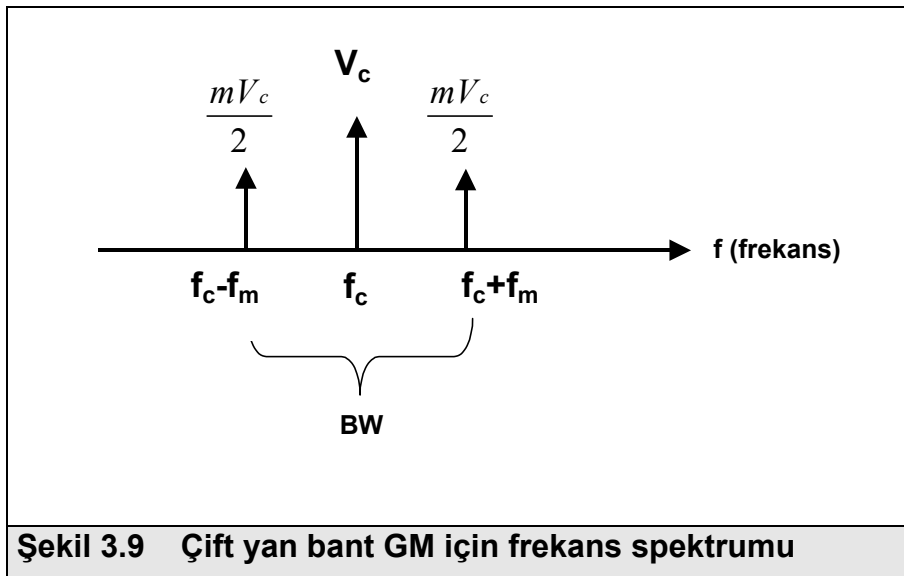
3.1.11 Bant Genişliği

Bant Genişliği:İşaretin frekans spektrumunda işgal ettiği yere bant genişliği denir.

3.1.11.1 Çift Yan Bant Genlik Modülasyonunda Bant Genişliği

Çift yan bant Genlik Modülasyonunda bant genişliği bilgi işaretinin frekansının 2 katıdır.

$$BW=2f_m$$





ÖRNEK

$f_c = 100 \text{ kHz}$
 $f_m = 1 \text{ kHz}$
Bant genişliği nedir?

ÇÖZÜM

$BW=2f_m$
 $BW=2 \text{ kHz}$

ÖRNEK:

Bir ÇYB GM sisteminde aşağıda verilen değerler kullanılmaktadır. Frekans spektrumunda oluşacak olan frekansların değerlerini ve genliklerini bulunuz, spektrumu çiziniz ve bant genişliğini bulunuz.

VERİLENLER

$V_m = 10 \text{ V}$ $V_c = 10 \text{ V}$ $f_c = 100 \text{ kHz}$ $f_m = 1 \text{ kHz}$

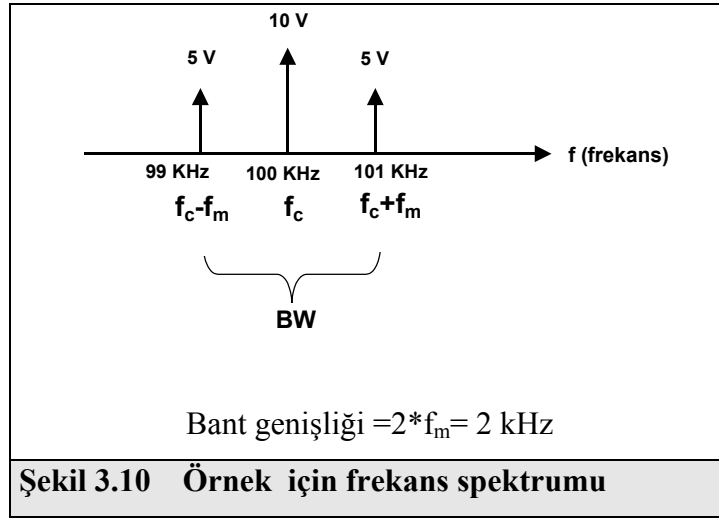
İSTENEN

Frekans spektrumunu çiz ve bant genişliğini bul.

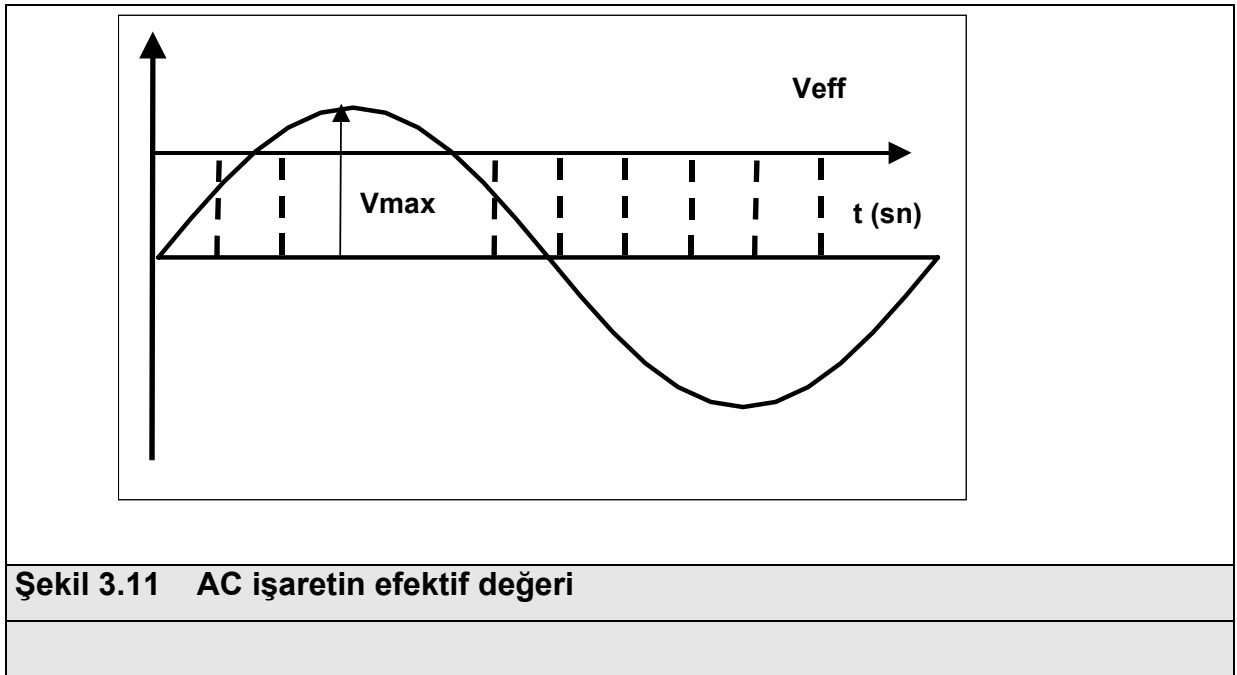
ÇÖZÜM:

$$m = \frac{V_m}{V_c} = 1 \quad f_c + f_m = 101 \text{ kHz} \quad f_c - f_m = 99 \text{ kHz}$$

$$\frac{mV_c}{2} = 5 \text{ v}$$



3.1.12 ÇYB (DSB) Genlik Modülasyonunda Güç Hesabı



AC İşarete Güç Hesabı

$$P = V_{eff} \cdot I$$

$$P = V_{eff} \cdot \frac{V_{eff}}{R} = \frac{V_{eff}^2}{R}$$

$$V_{eff} = \frac{V_{max}}{\sqrt{2}}$$

$$V_{eff} = \frac{V_{max}}{1,41}$$

$$V_{eff} = 0,707 V_{max}$$

$$P = \frac{\left(\frac{V_{max}}{\sqrt{2}}\right)^2}{R}$$

$$P = \frac{V_{max}^2}{2R}$$

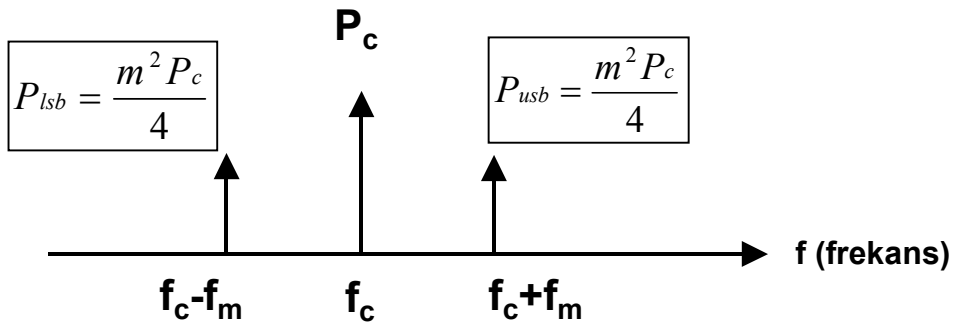
Çift Yan Bant GM İçin Güç Hesabı

$$P_{toplam} = P_{taşıyıcı} + P_{üstyanbant} + P_{altyanbant}$$

$$P_c = \frac{V_{eff}^2}{R} = \frac{V_c^2}{2R}$$

$$P_{üstyanbant} = P_{altyanbant} = \frac{m^2 P_c}{4}$$

$$P_{toplam} = P_c + \frac{m^2 P_c}{4} + \frac{m^2 P_c}{4}$$

**Şekil 3.12 Çift Yan Bant Genlik Modülasyonunda güç spektrumu**

ÖRNEK:

$$R = 50 \Omega$$

$$V_{\max} = 10V \quad \text{ise} \quad P=?$$

ÇÖZÜM

$$P = \frac{V_{\max}^2}{2R}$$

$$P = \frac{100}{100}$$

$$P = 1 \text{ W}$$

ÖRNEK

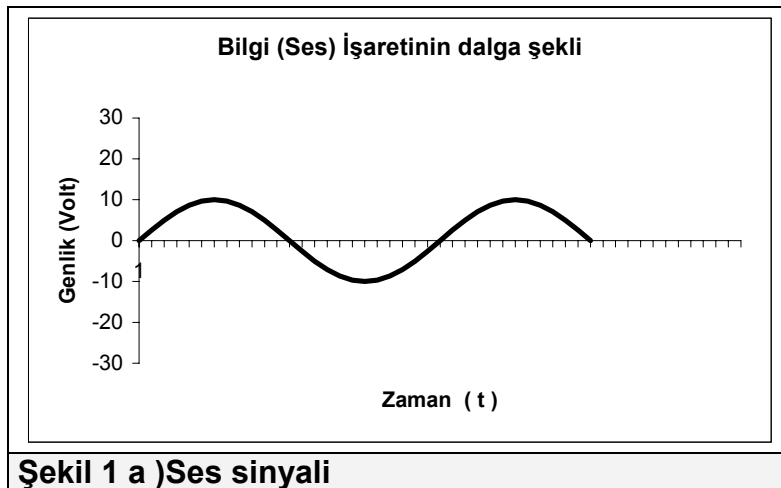
Bir ses sinyalinin matematiksel ifadesi $10\sin 2\pi 3200t$ dir. Bu bilgi işareti matematiksel ifadesi $20\sin 2\pi 300000t$ olan bir taşıyıcıyı modüle etmekte kullanılmaktadır.

- Ses sinyalini çiziniz.
- Taşıyıcı sinyalini çiziniz.
- Modüleli dalgayı ölçekli çiziniz.
- Modülasyon indisini ve modülasyon yüzdesini bulunuz.
- Frekans spektrumunda oluşacak frekans ve genlikleri çiziniz
- $V=?$ (Modüleli işaretin matematiksel denklemini yazınız.)
- Bu işaretin frekans spektrumunda işgal ettiği bant genişliği nedir? $BW=?$
- Bu işaret empedansı 50Ω olan bir anten ile ışıma yaptırılırsa ; $P_c=?$

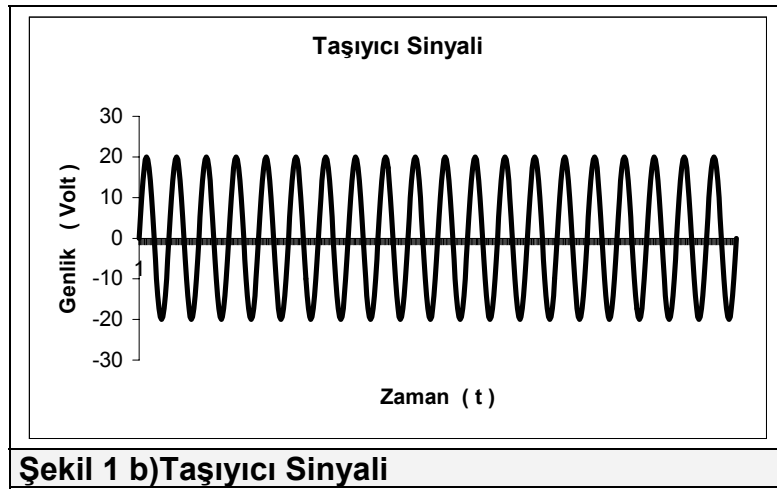
$$P_{\text{ayb}}=? \quad P_{\text{üyb}}=? \quad P_{\text{toplam}}=?$$

ÇÖZÜM:

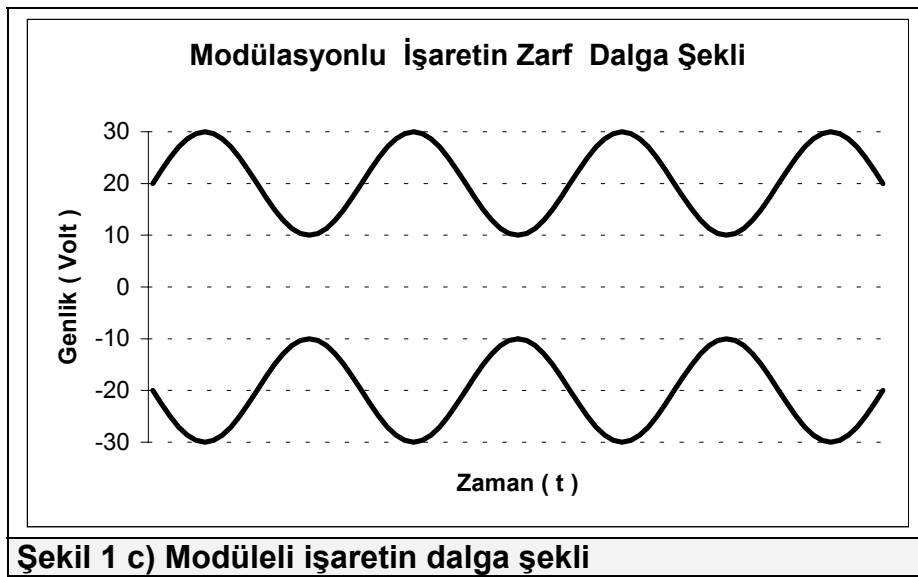
a)



b)



c)



d) Modülasyon indisi (m)

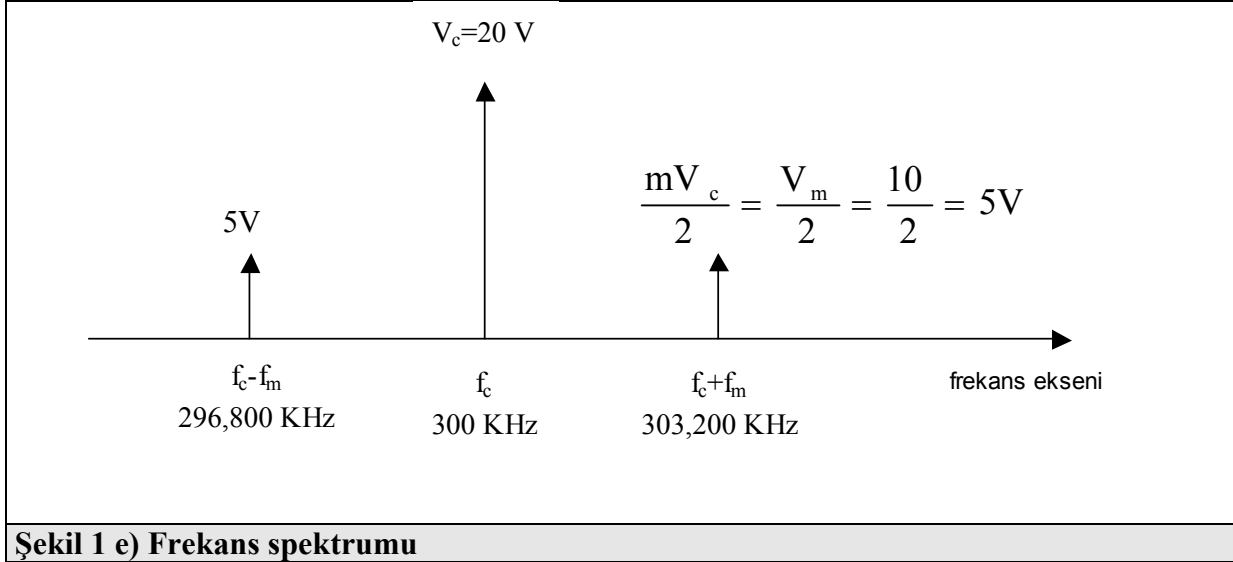
$$m = \frac{V_m}{V_c} = \frac{10}{20} = 0,5$$

$$m=0,5$$

Modülasyon yüzdesi (M) $M=m*\%100$

$$M=\%50$$

e)



f)

$$V_m = V_m \sin 2\pi f_m t \quad (\text{Bilgi işareti})$$

$$V_c = V_c \sin 2\pi f_c t \quad (\text{Taşıyıcı işaret})$$

$$V = (V_c + V_m \sin 2\pi f_m t) \sin 2\pi f_c t \quad (\text{Modüleli işaret})$$

$$V = V_c \sin 2\pi f_c t + \frac{V_m}{2} \cos 2\pi (f_c - f_m) t - \frac{V_m}{2} \cos 2\pi (f_c + f_m) t$$

$$v = 20 \sin 2\pi 300000 t + 5 \cos 2\pi 296800 t - 5 \cos 2\pi 303200 t$$

g)

$$BW = 2f_m = 2 \cdot 3200 = 6400 \text{ Hz}$$

$$BW = 6400 \text{ Hz}$$

h)

$$P_{\text{toplam}} = P_{\text{taşıyıcı}} + P_{\text{üstyanbant}} + P_{\text{altyanbant}}$$

$$P_c = \frac{V_{\text{eff}}^2}{R} = \frac{V_c^2}{2R} = \frac{400}{100} = 4 \text{ W}$$

$$P_{\text{üstyanbant}} = P_{\text{altyanbant}} = \frac{m^2 P_c}{4} = \frac{0,5^2 * 4}{4} = 0,25 \text{ W}$$

$$P_{\text{toplam}} = 4 \text{ W} + 0,25 \text{ W} + 0,25 \text{ W} = 4,5 \text{ W}$$

$P_{\text{toplam}} = 4,5 \text{ W}$

3.2 Tek Yan Bant Modülasyon

3.2.1 Tek Yan Bant Modülasyonunun Elde Edilmesi

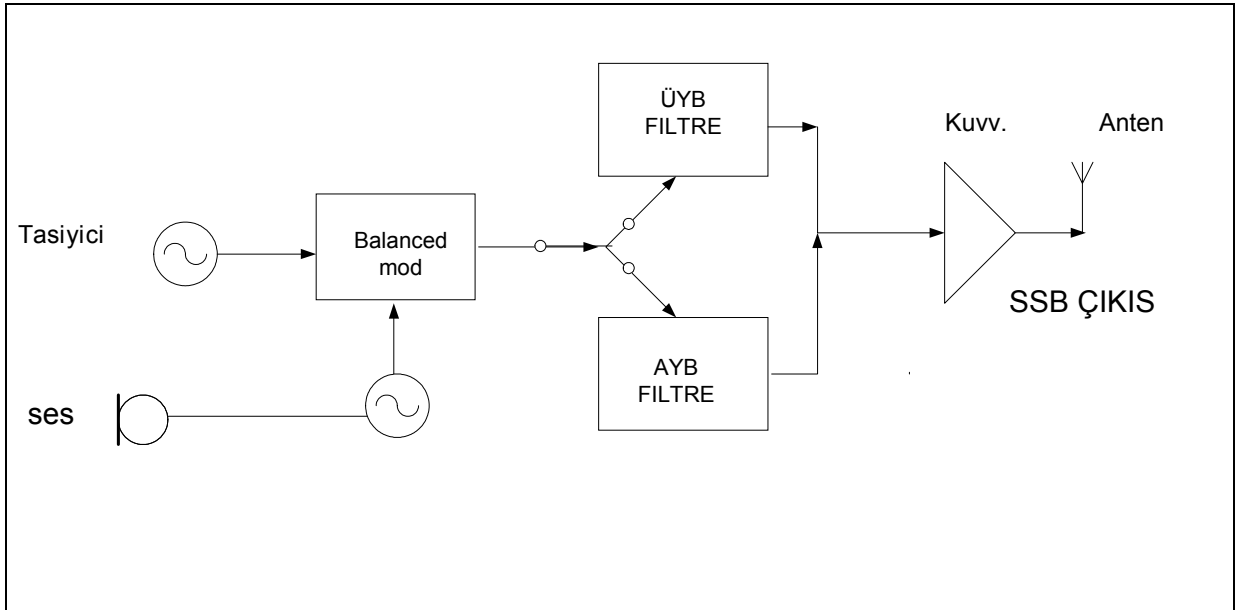
Genlik modüleli işaretin alt yan bant ya da üst yan bandından birisinin filtre yoluyla seçilmesiyle elde edilir. Uzak mesafelere bilgi göndermek için tercih edilir.

SSB: Single Side Band

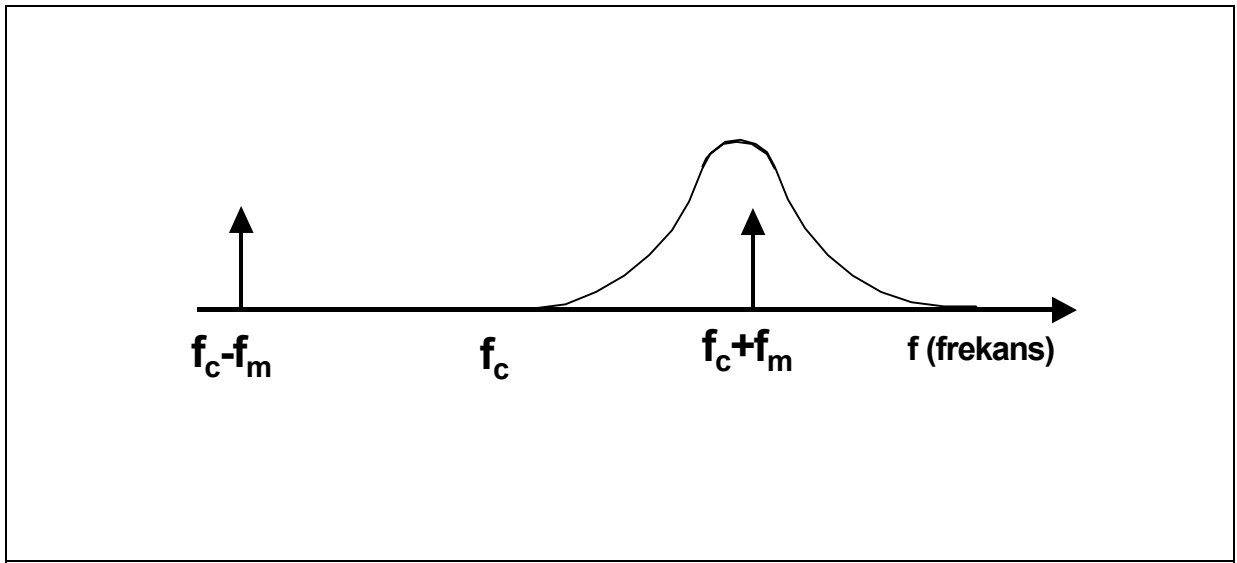
3.2.2 SSB (Tek Yan Bant Modülasyonu) Elde Etme Metodları

3.2.2.1 İki filtre kullanan SSB Verici

Genlik Modüleli sinyal elde edildikten sonra anahtarlama devresi ile alt yan bant ya da üst yan bant tan bir tanesi seçilir.

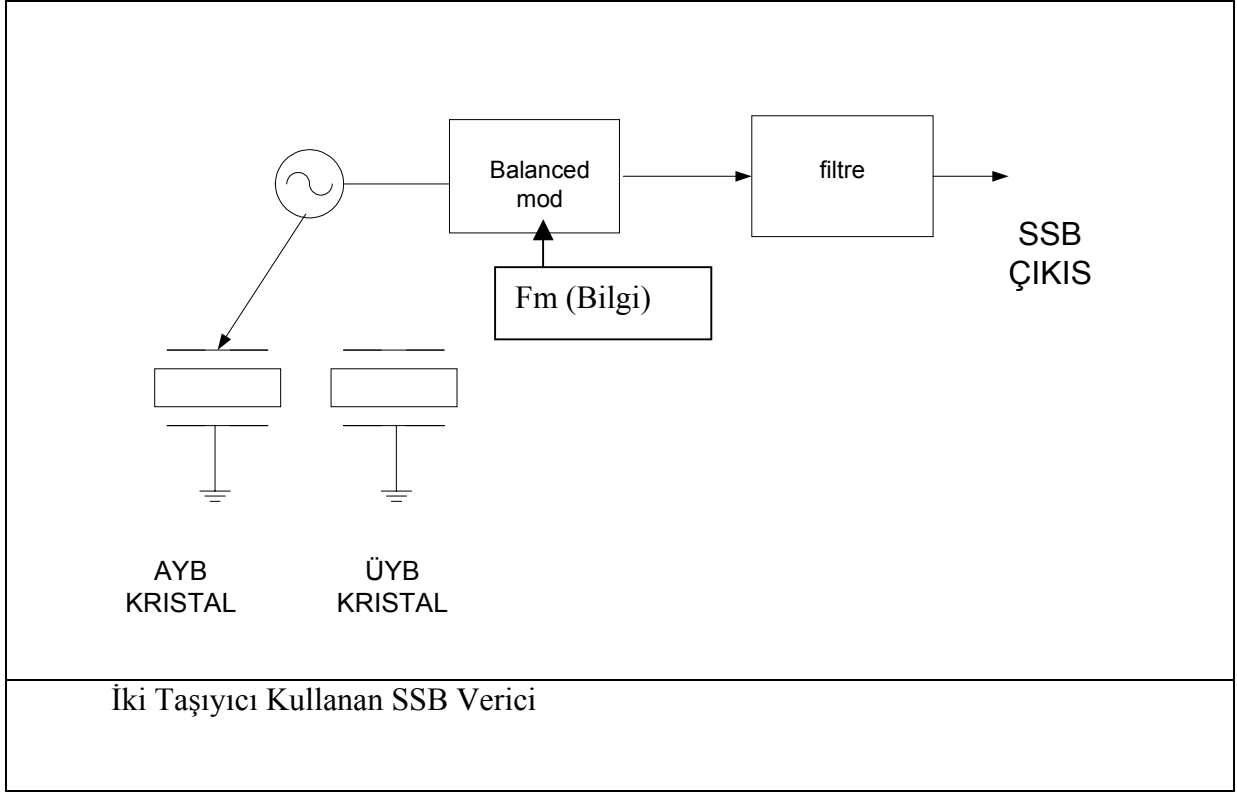


Şekil 1 e) Frekans spektrumu İki filtre kullanan SSB Verici



Üst yan bandın seçilmesi

3.2.2.2 İki kristal kullanan SSB Verici



ÖRNEK:

Bilgi sinyali $f_m=2$ kHz olsun. Yan bant filtresi 1000 kHz geçirmek için ayarlı olsun. LSB (AYB) ve USB (UYB) Kristal frekanslarını bulalım.

Üst yan bant formülü $f_c + f_m = \text{UYB}$

$$f_c + f_m = 1000 \text{ kHz}$$

$$f_{c2} = 1000 - 2 = 998 \text{ kHz}$$

Alt yan bant formülü $f_c - f_m = \text{AYB}$

Alt yan bant de filtre sabit $f_{c1} = 1002 \text{ kHz}$

3.2.2.3 SSB de BANT GENİŞLİĞİ

$BW = f_m$ dir. (GM nu bant genişliğinin yarısıdır.)