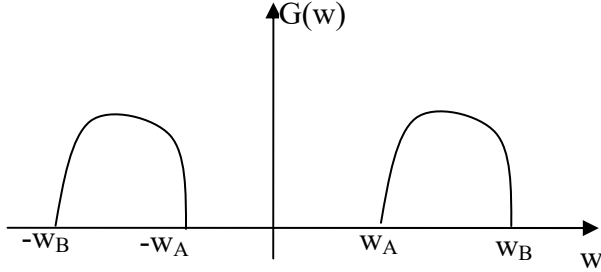


Sayısal Bantsınırlı (Bandpass) işaretlerin Modülasyon

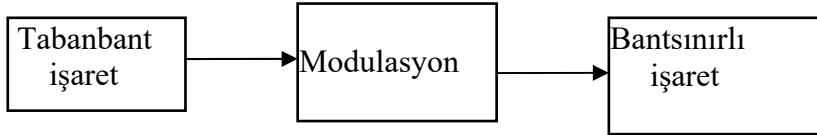
Teknikleri

Bantsınırlı işaretler: Bu işaretlerin spektrumu w_A - w_B gibi iki frekans arasında bulunur. Modüle edilmiş işaretler bu guruba girer.

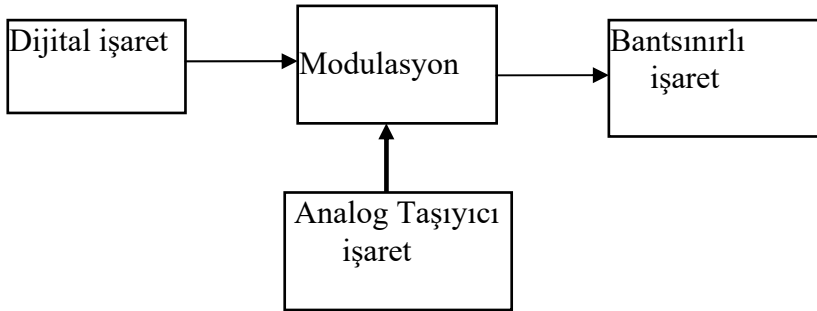


Bantsınırlı işaret

Bantsınırlı işaretler büyük çoğunlukla tabanbant işaretlerin modülasyonu ile elde edilirler.



“Tabanbant işaret” ve “Bantsınırlı işaret” terimleri daha çok dijital sinyaller için kullanılır. Bantsınırlı işaretleri dijital işaretlerin analog taşıyıcıya bindirilmesi olarak da görebiliriz.



Analog işaretlerde olduğu gibi dijital işaretlerin modülasyonu da taşıyıcının genlik, frekans, ve fazını değiştirme esasına dayanır.

Genlik kaydırmalı anahtarlama (Amplitude shift keying. **ASK**)

İkili genlik kaydırmalı anahtarlama (Binary Amplitude shift keying. **BASK**)

Frekans kaydırmalı anahtarlama (Frequency shift keying. **FSK**)

İkili Frekans kaydırmalı anahtarlama (Binary frequency shift keying. **BFSK**)

Faz kaydırmalı anahtarlama (Phase shift keying. **PSK**)

İkili Faz kaydırmalı anahtarlama (Binary phase shift keying, BPSK)

a) Genlik Kaydırmalı Anahtarlama: (Amplitude shift Keying, ASK)

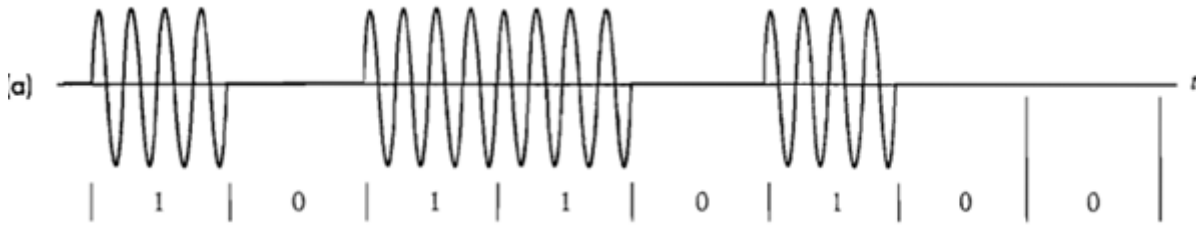
Mesaj işareti 1 olduğunda taşıyıcı genliği A_1 ,

$$\text{ASK moduleli işaret } s(t)=A_m\cos(w_ct+ \phi)$$

Mesaj işareti 0 olduğunda taşıyıcı genliği sıfır

$$\text{ASK moduleli işaret } s(t)=0$$

Bu tip modülasyon tipi, Genlik Kaydırmalı Anahtarlama veya Basla-Durdur anahtarlaması (on-off Keying (OOK)) olarak adlandırılmaktadır.



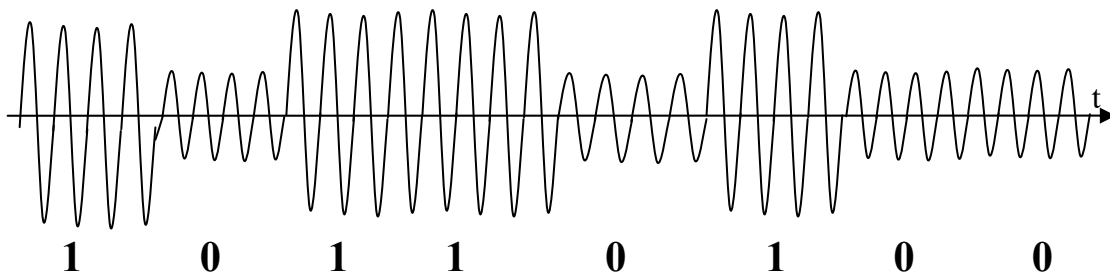
Sekil 262

1 seviyesi A_1 genliğinde sıfır seviyesi A_0 genliğinde olduğu durum genelde, İkili Genlik Kaydırmalı Anahtarlama (Binary Amplitude shift Keying, **BASK**) olarak adlandırılmaktadır.

BASK modülasyon sisteminde

$$\text{Mesaj işareti 1 olduğunda } s_1(t)=A_1\cos(w_ct+ \phi)$$

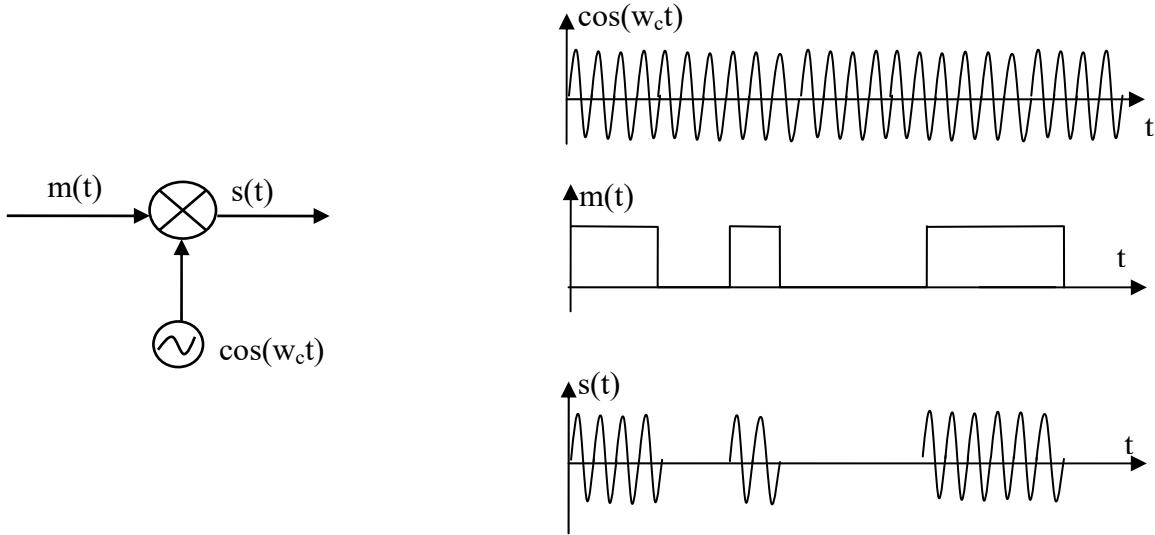
$$\text{Mesaj işareti 0 olduğunda } s_0(t)=A_0\cos(w_ct+ \phi)$$



Modülasyon Devreleri

ASK, OOK modülasyon devresi

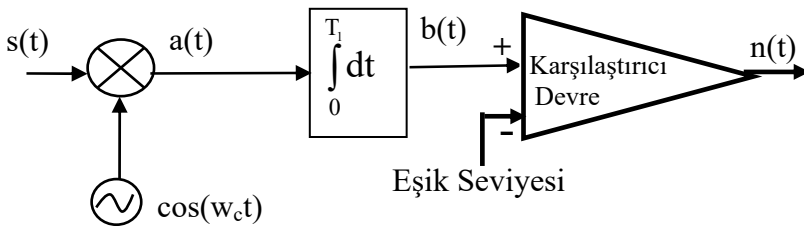
OOK modülasyon devresi bir çarpma devresi ile gerçekleştirilebilir.



$m(t)$ işareti 1 ve sıfırlardan oluşmaktadır. $m(t)$ nin sıfır değeri fiziksel olarak da sıfır olmalıdır. Bu durumda $s(t)$ nin şekildeki gibi ASK işareti olacağı açıktır.

Eşevreli (coherent) ASK demodulasyon devresi

Alıcıda taşıyıcı işaret gerekiyorsa bu demodulasyon türüne Eşevreli (coherent) demodulasyon devresi denir. alıcıda taşıyıcı işaret gerekmeyen devrelere non-coherent (eşevreli olmayan) demodulasyon devresi denir.



$$a(t) = \cos(w_c t) s(t)$$

$s(t)$ vericiden gelen modüle edilmiş işaret

$$s(t) = \begin{cases} \cos(w_c t) & \text{orijinal mesaj isareti 1 ise} \\ 0 & \text{orijinal mesaj isareti 0 ise} \end{cases}$$

Bu durumda

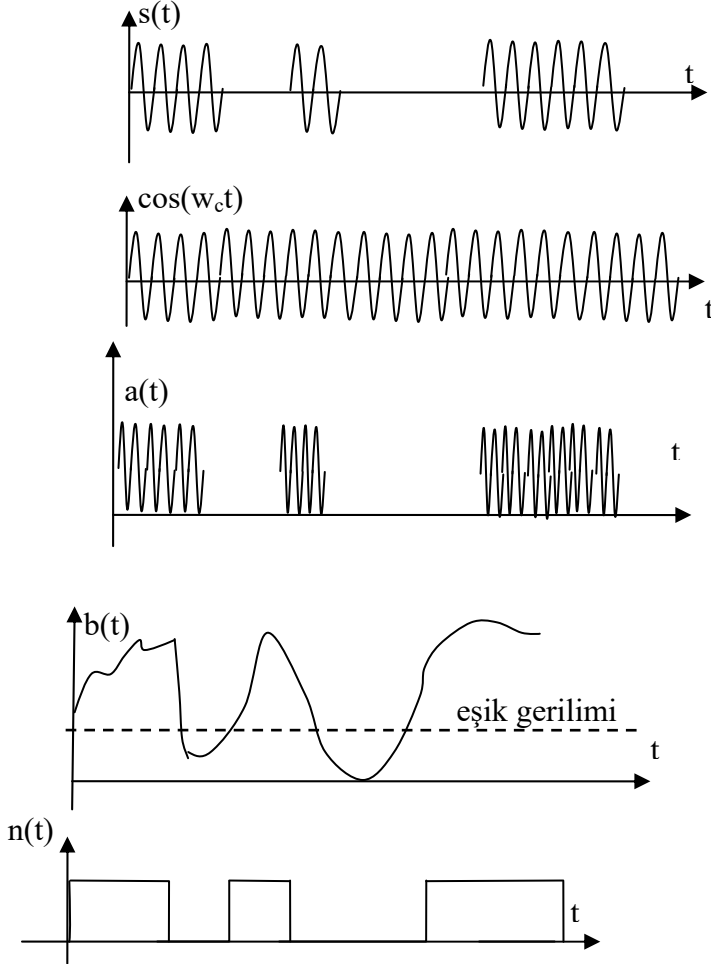
$$a(t) = \begin{cases} \cos(w_c t) \cos(w_c t) & \text{orijinal mesaj isareti 1 ise} \\ 0 & \text{orijinal mesaj isareti 0 ise} \end{cases}$$

olacağı açıktır.

$$a(t) = \cos^2(w_c t) = 0.5 + 0.5 \cos(2w_c t)$$

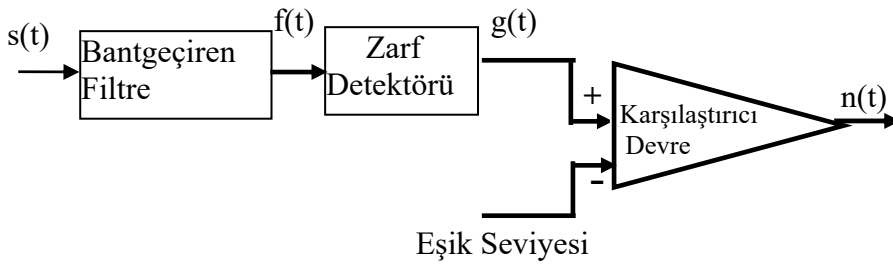
$b(t) = \int_0^{T_1} a(t) dt$ integrasyon alçak geçiren filtre ve toplama işlevi

görür. $a(t)$ pozitif ve negatif parçalardan oluşan bir dalga ise bir çeşit ortalama alır. uygun bir esik seviyesinden üst taraf 1 alt taraf 0 kabul edilecek şekilde bir karşılaştırmacı devre tasarlanarak $m(t)$ elde edilir. Elde edilen $n(t)$ işareti vericiden gönderilen orijinal $m(t)$ işaretinin gecikmiş hali olacaktır.

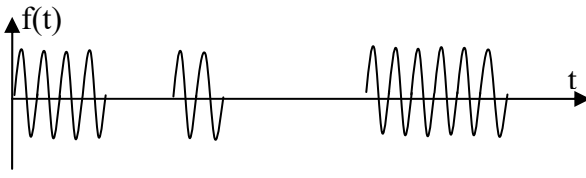


Sekil 158

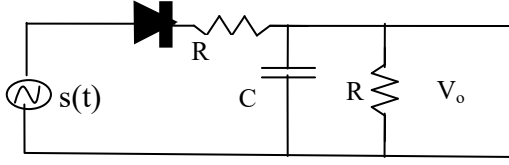
Eşevreli olmayan (noncoherent) ASK demodulasyon devresi



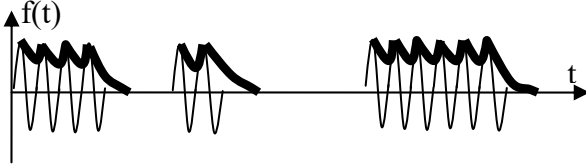
Bantgeçiren filtre sadece taşıyıcı $\cos(w_c t)$ nin w_c frekansları civarını geçirecek diğer frekansları öldürecektir.



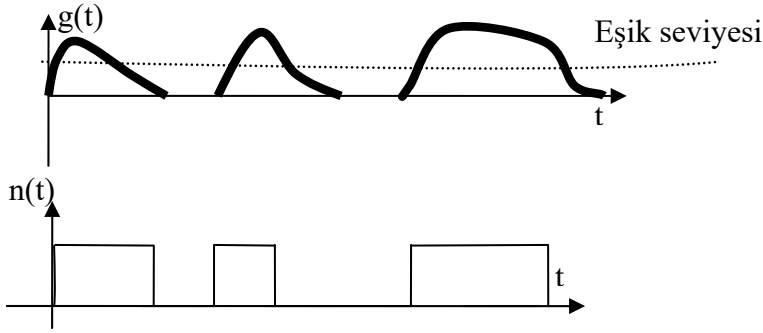
Zarf detektörü basit bir doğrultucu devre ve alçak geçiren filtredir .



Zarf detektörü $f(t)$ işaretinin tepe noktalarını birleştirir.



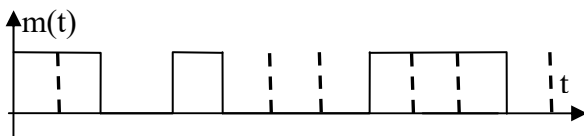
Doğrultucu devreye eklenen RC devresi alçak geçiren filtre görevi görür. Zarf detektörü çıkışındaki dalgalanmaları giderir.



Karşılaştırmacı devre belli anlarda gerilimi kontrol eder. O anda gerilim eşikğin üstünde ise +1 eşikğin altında ise -1 olarak karar verir.

Elde edilen $n(t)$ işareti vericiden gönderilen orijinal $m(t)$ işaretinin gecikmiş hali olacaktır.

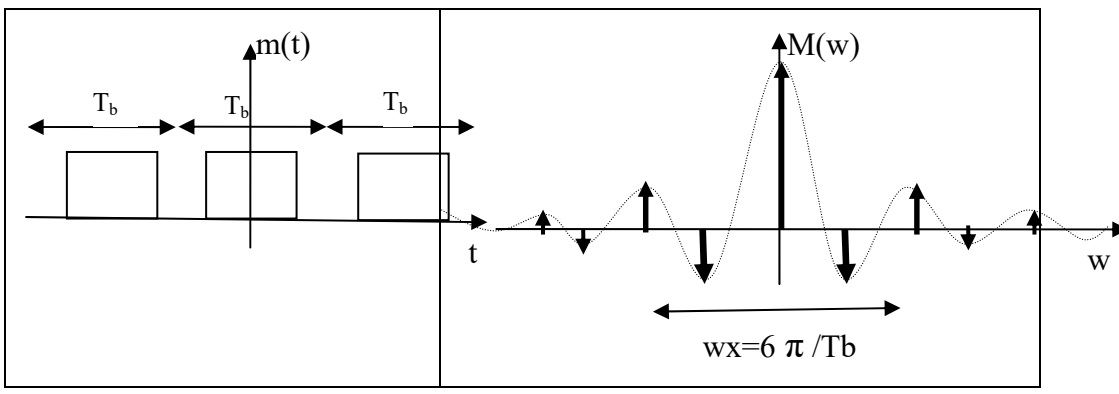
ASK modülasyonunda bant genişliği



$m(t)$ 1 ve sıfırlardan oluşan bir sinyaldir. Furier Analizinden bildiğimiz gibi dikdörtgen darbe serisinin spektrumu

$$\sin(n\pi)/n, n=0,1,2,\dots,\infty$$

sinirsizdir ve sonsuza kadar uzanır.



Ancak pratik uygulamalarda

$$f_x = 3/T_b$$

Hertzlik ($w_x = 6\pi/T_b$ rad/saniye) kısmı almak yeterlidir. T_b $m(t)$ işaretinin periyodudur.

Dolayısıyla $m(t)$ için maksimum bant genişliği $f_x = 3/T_b$, $w_x = 6\pi/T_b$ sayılır.

Çoğu kere dikdörtgen darbe, kısmen değiştirilerek bant genişliği $f_x = 1.5/T_b$ seviyesinde yeterli olabilir.

Modüle edilmiş işaretin spektrumu

$$s(t) = m(t)A_c \cos w_c t = m(t) \frac{A_c}{2} \cos w_c t$$

$$= m(t) \frac{A_c}{2} \{ e^{jw_c t} + e^{-jw_c t} \} = \frac{A_c}{2} \{ m(t)e^{jw_c t} + m(t)e^{-jw_c t} \}$$

Furier dönüşümünü alalım

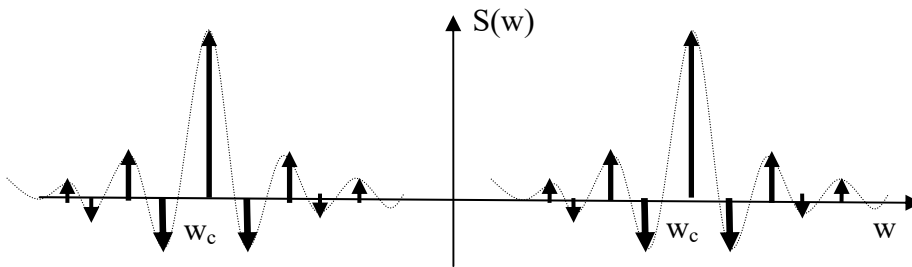
(Frekans ekseninde kaydırma teoremini uygulayalım)

$$S(w) = \frac{A_c}{2} M(w - w_c) + M(w + w_c)$$

olacaktır.

Not: Frekans ekseninde kaydırma teoremi

$$F[g(t)] = G(w) \text{ ise } F[g(t)e^{jw_q t}] = G(w - q)$$



örnek Problem 374) 4KHz lik bir ses sinyali örneklenerek 8 bit Quantalama yapılmıştır. Quantalanmış işaret ASK modülasyonuna tabi tutulsa bant genişliği ne olur.

Cevap: 4Khz örneklendiğinde en az 8kHz olur. 8 bit Quantalama ile $8 \times 8 = 64\text{kHz}$ bant genişliğine erişir.

1.5 kat bant genişliği

$$64 \times 1.5 = 96\text{kHz}$$

olacaktır.

Not: Sabit ev telefonları için kullanılan kablolar yakın mesafede 2mHz e kadar sinyal taşıyabilir. Bu kablolarda ASK ile sinyal taşınırsa

$$\frac{2 \times 10^6}{96 \times 10^3} = 20.8$$

yaklaşık 20 tane telefon konuşması gerçekleştirilebilir. Bu ASK modülasyonunun avantajlarındandır.

Frekans Kaydırmalı Anahtarlama: (Frequency shift Keying, FSK)

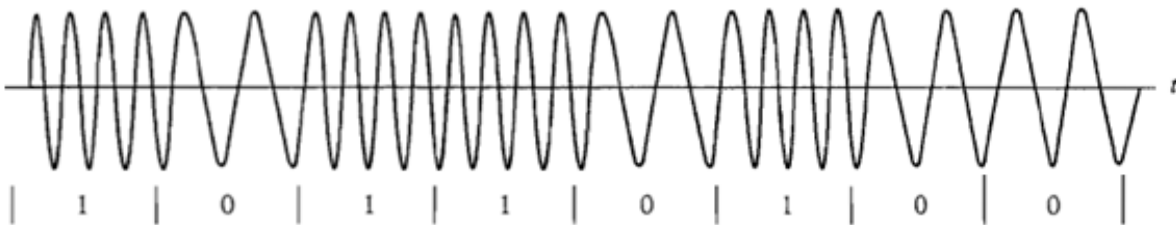
Mesaj işareti 1 olduğunda taşıyıcının frekansı f_1 ,

$$\text{FSK moduleli işaret } s_1(t) = A_c \cos(\omega_1 t + \phi)$$

Mesaj işareti 0 olduğunda taşıyıcının frekansı f_0 ,

$$\text{FSK moduleli işaret } s_0(t) = A_c \cos(\omega_0 t + \phi)$$

şeklinde olacaktır.



İkili Frekans Kaydırmalı Anahtarlama: (Binary Frequency shift Keying, **BFSK**)

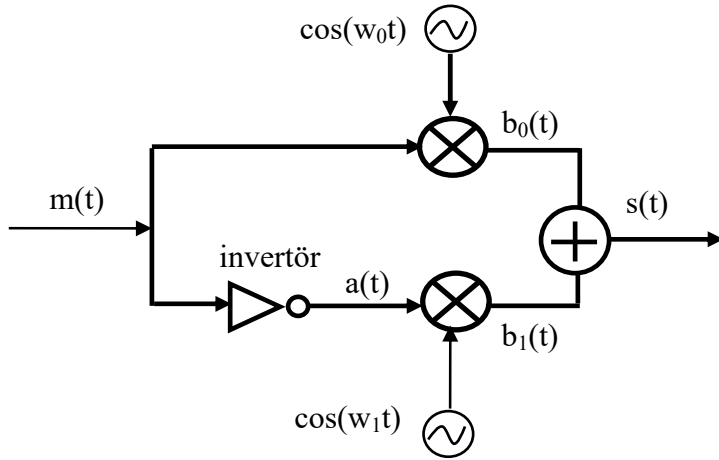
BSFK modülasyon sisteminde taşıyıcı frekansı f_c ,

mesaj işareti 1 olduğunda frekans $f_c + \Delta f$,

mesaj işareti 0 olduğunda frekans $f_c - \Delta f$,

sekindeki dzenleme yapılır.

FSK Modulasyon Devresi



Frekans Kaydırmalı Anahtarlama(FSK) modulasyon Devresi

İnvertör gelen işaret 0 ise 1 yapar, 1 ise 0 yapar.

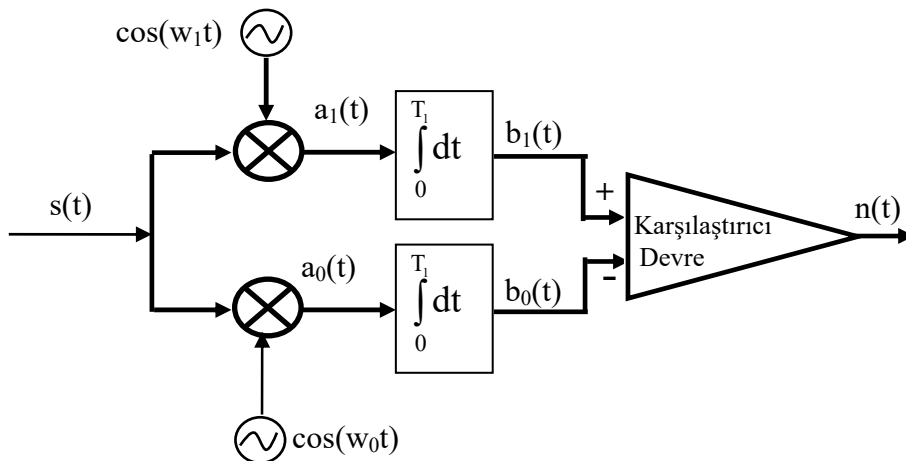
$m(t)$ işareti ya 0 dir yada 1 dir.

$m(t)=1$ ise $a(t)=0$ dir. $b_1(t)=0$ olur. $s(t)=b_0(t)=\cos(w_0t)$ olur.

$m(t)=0$ ise $b_0(t)=0$ olur. $a(t)=1$ dir. $s(t)=b_1(t)=\cos(w_1t)$ olur.

$s(t)$ işareti modüle edilmiş FSK işareti olur.

Eşevreli(coherent) FSK Demodulasyon Devresi



Integral devresi toplama işlevi görür. Gelen gerilimleri toplar.

$s(t)$ işareti alıcıya gelen modüle edilmiş FSK işareti.

$s(t)$ işareti ya $A \cos(w_0t)$ yada $\cos(w_1t)$ şeklinde olacaktır.

Üst kolda $a_1(t)=s(t) \cos(w_1t)$

Alt kolda $a_0(t)=s(t) \cos(w_0t)$

olacağı açıktır.

a) Girişte $s(t)=A \cos(w_1t)$ gelirse

Üst kolda $a_1(t)= A \cos(w_1t) \cos(w_1t)$

Alt kolda $a_0(t)= A \cos(w_1t) \cos(w_0t)$

Üst kolda

$\cos(w_1t) \cos(w_1t)=\cos^2(w_1t)$ devamlı pozitif olur.

Toplama devresi bu pozitif değerleri toplar.

Alt kolda

$\cos(w_1t) \cos(w_0t)$

Bazan pozitif Bazan negatif olur. Toplama devresi bu değerleri topladığında sifıra yakın bir değer bulur.

Sonuçta girişte $s(t)=A \cos(w_1t)$ gelirse devamlı olarak

$b_1(t) > b_0(t)$ olur.

b) Girişte $s(t)=A \cos(w_0t)$ gelirse

yukarıda anlatılanların tersi olur devamlı olarak

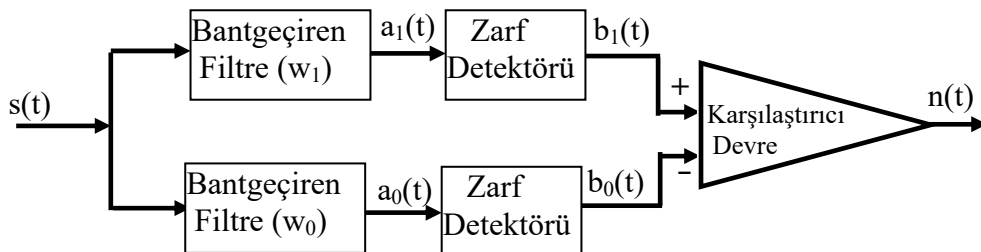
$b_0(t) > b_1(t)$ olur.

Karşılaştırmalı devre

$b_1 > b_0$ ise çıkış $n(t)=1$ dir diyecek

$b_0 > b_1$ ise çıkış $n(t)=0$ dir diyecek

Eşvreli olmayan (noncoherent) FSK Demodulasyon Devresi



a) Girişte $s(t)=A \cos(w_1t)$ gelirse

Üst kolda $a_1(t)=A \cos(w_1t)$

Alt kolda $a_0(t)=0$

Zarf detektörü üst kolda pozitif gerilimleri $b_1(t)$ ye iletecek.

$a_0(t)=0$ olduğu için alt koldaki zarf detektörü çıkışı $b_0(t)=0$

$b_1 > b_0$ olduğu için $n(t)=1$

b) Girişte $s(t)=A \cos(w_0 t)$ gelirse

Üst kolda $a_1(t)=0$

Alt kolda $a_0(t)= A \cos(w_0 t)$

$a_1(t)=0$ olduğu için üst koldaki zarf detektörü çıkışı $b_1(t)=0$

Alt koldaki zarf detektörü pozitif gerilimleri $b_0(t)$ ye iletecek.

$b_0 > b_1$ olduğu için $n(t)=-1$