

MEH-310 DIGITAL COMMUNICATIONS LABORATORY

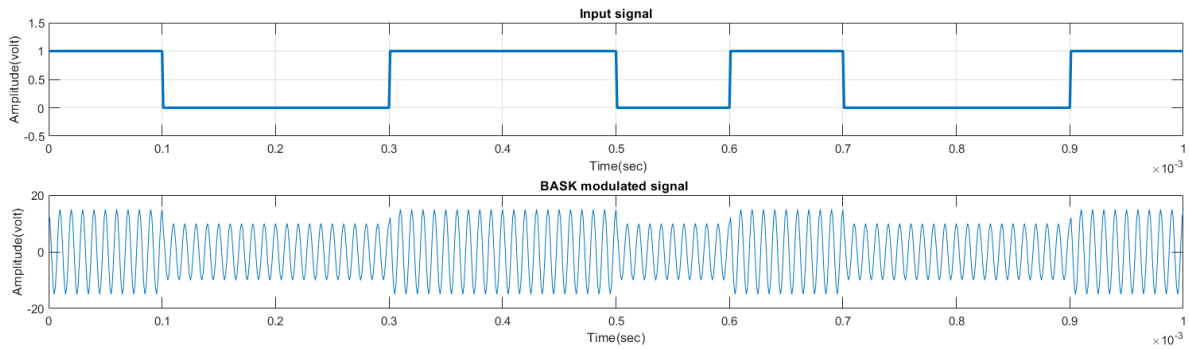
MATLAB EXERCISE#2: ASK MODULATION

ZEYNEP SAKLI 160207013

CANSIN DÜŞEN 160207051

PART A. MODULATION (30 pts)

Q1) Plot input signal and ASK modulated signal. (Check below for the axis labels&sizes.)



→[1 0 0 1 1 0 1 0 0 1] ile 10 bit ürettirerek $A_1=15\text{ V}$ $A_0=10\text{ V}$ genliklerinde ikili ASK modülasyon sonucunu görmemiz gerektiği gibi gördük. 1 biti için 15V 0 biti için 10 V'lu bir ASK modülasyonu gerçekleşti.

Q2) What is the relationship between the digital signal and the carrier in the ASK signal?

→Dijital sinyalin sonlu genlik seviyeleri vardır, ikili sinyal için iki seviye vardır. ASK, taşıyıcı genliğin, onu modüle eden dijital sinyalin seviyesine bağlı olarak farklı seviyeler arasında değiştirildiği 'Genlik Kaydırma Anahtarlama' anlamına gelir. Belirli bir OOK (Açık Kapalı Anahtarlama) durumunda, dijital sinyalin 1 veya 0 (Yüksek veya Düşük seviye) olmasına bağlı olarak taşıyıcı kolayca Açık veya Kapalı konuma getirilir. Kısacası, taşıyıcı genliği dijital sinyal seviyelerine göre değişir.

→Genliklerin ikisi de pozitif ya da ikisi de negatif olmalıdır çünkü biri pozitif biri negatif olursa faz eklendiği için genlik kaydırmalı anahtarlama bozulmuş olur.

→1 biti için taşıyıcıda A_1 genliği 0 biti taşıyıcıda ise A_0 genliği kullanılır yaygın olarak.

Q3) What is the ASK signal's voltage when the digital signal is logic-0?

→Burada BASK modülasyon yaptığımız için 1 bitinde $A_1 \cdot \cos(2 \cdot \pi \cdot f_c \cdot t)$ taşıyıcısıyla 0 için ise değil işlevinden geçirilip $A_0 \cdot \cos(2 \cdot \pi \cdot f_c \cdot t)$ taşıyıcısıyla çarpıtılıp en son toplamaya tabi tutulur. Dolayısıyla 0 biti geldiğinde modülasyon çıkışında A_0 genliğinde voltaj gözükmektedir. Yani koda göre 10 V.

→Eğer OOK (on off keying) var yok haberleşmesi olsaydı 0 biti gönderiminde 0 voltaj gorecektik. Çünkü Var yok haberleşmesinde 0 biti için 0V gider.

Q4) What feature of the ASK signal suggests that it's an AM signal?

Öncelikle AM'den bahsetmek gerekirse genel olarak, genlik modülasyonu tanımını, taşıyıcı dalganın genliğinin, modüle edici verilere veya sinyale göre bir miktar değiştiği bir modülasyon tipi olarak veririz.

Mekanizmaya gelince, genlik modülasyonu kullanıldığında, taşıyıcının genliğinde bir değişiklik vardır. Burada, bilgi sinyalinin voltajı veya güç seviyesi, taşıyıcının genliğini değiştirir.

Taşıyıcı, $c(t) = A_c \sin \omega_c t$

Bilgi işareti, $m(t) = A_m \sin \omega_m t$

AM için genel formül, $(m(t) = (A_c + A_m \sin \omega_m t) \sin \omega_c t$

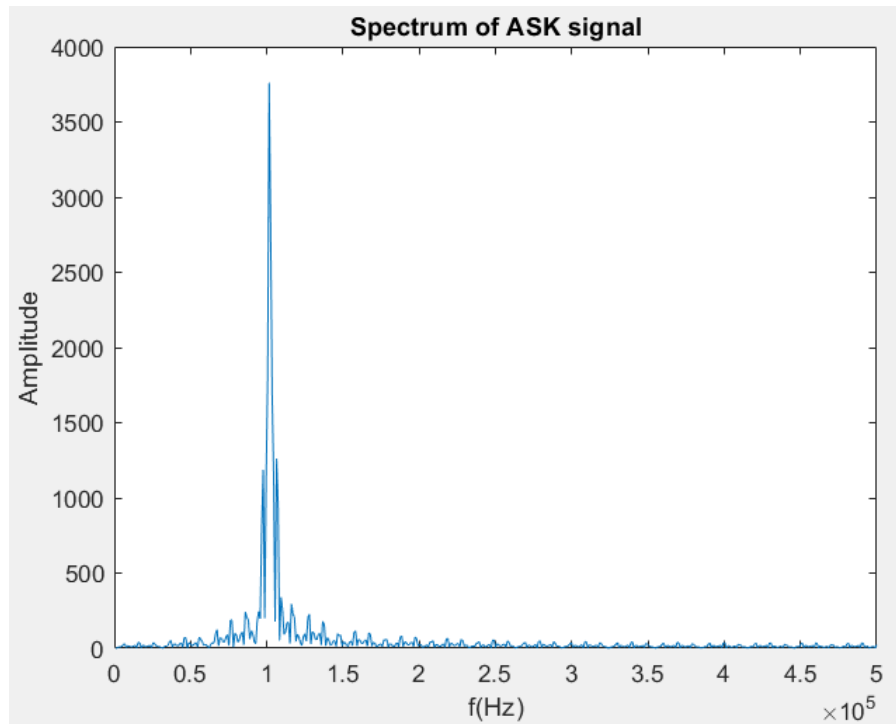
Şimdi de ASK'a bakacak olursak isminden de anlaşılacağı üzere genlik kaydırmalı anahtarlama olarak sinyalde yalnızca genlik değişmektedir.

→Sonuç olarak ikisinde de faz ve frekans sabitken yalnızca genlik değişmektedir.

Q5) Plot the spectrum of ASK signal. X axis should represent frequency[Hz] (Use linear scaling and take abs or real of the calculated FFT).

→Modüleli ASK sinyalinin frekans spektrumunda sinc görmemiz gerekirdi. Biz de öyle gördük. Tek bir taşıyıcı frekansıyla çalışıldığı için F_c taşıyıcı frekansımız da tek ve 1×10^5 Hz fakat Kodumuzla alakalı olduğunu düşünüyoruz bw'de bir sorun var ya da biz yorumlayamadık tam. Kusura bakmayın o yüzden.

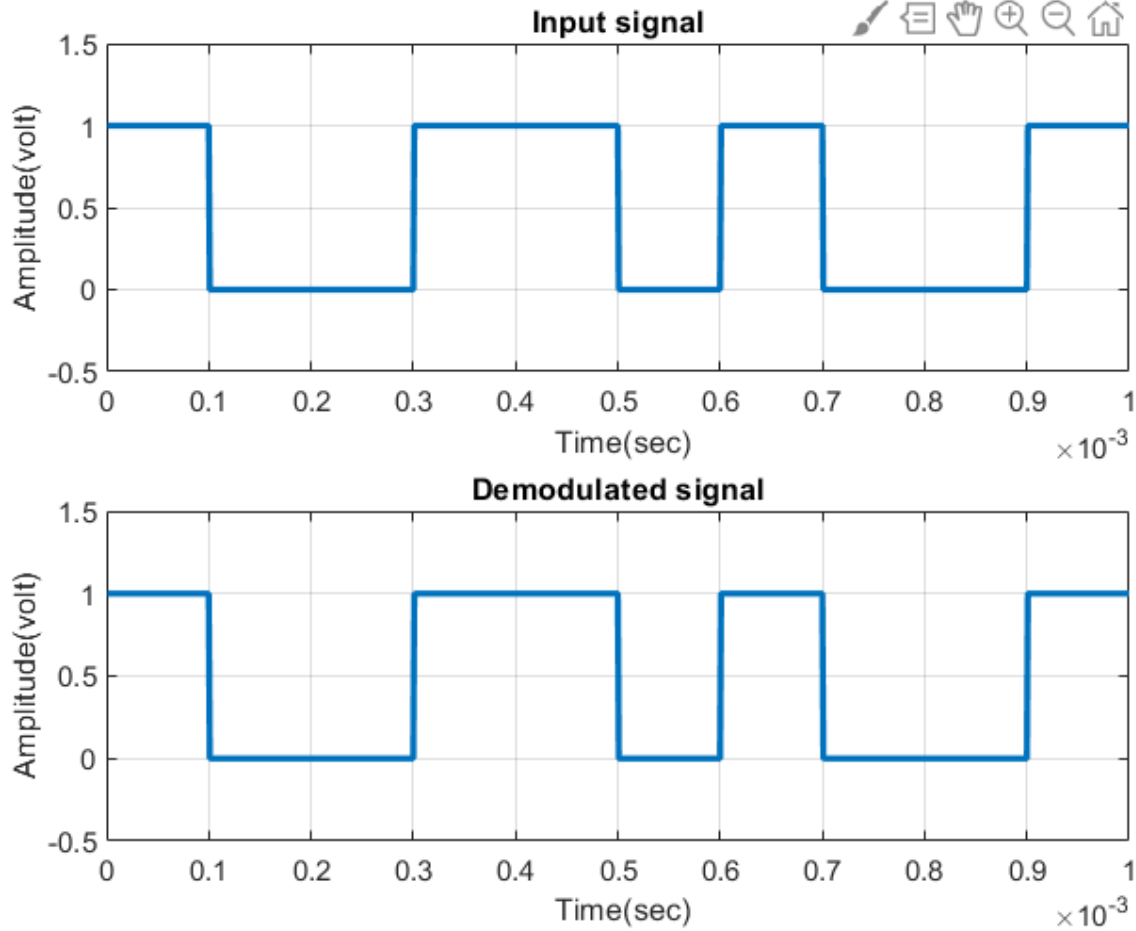
→Genlik modülasyonunda tabanbant bilgi işareti ile kosinüs taşıyıcısı doğrudan çarpıldığı için, tabanbant işaretinin frekans spektrumu taşıyıcı frekansına kaymakta ve bunun neticesinde iletim için gerekli bant genişliğinin iki katına eşit olmaktadır.



PART B. COHERENT DEMODULATION (30 pts)

You may use trapz command for integration and simple if else statement for decision device. Please check course book for details (see Figure 6.4.).

Q5) Plot input signal and demodulated ASK signal. (Check below for the axis labels&sizes.)



→BASK demodülasyonu için dürtü yanıtı $h(t)=A\cos(2\pi f_c t)$ olan bir uyumlu süzgeç kullanılabilmektedir. Karar devresinde uyumlu süzgeç çıkışındaki değere bağlı olarak hangi sembolün alındığına karar verilmektedir. Ancak uygulamada gerçekleştirmesi zordur.

→Uyumlu süzgeç mantığının gerçekleştirilebilmesi için eşvreli demodülasyon (ilinti alıcısı) kullanılabilmektedir. Genelde alıcı sistemde ilk olarak bant geçiren süzgeç (BPF) kullanılır. Bu sayede iletim için istenen frekans aralığı seçilir ve gürültü etkisi azaltılır. Daha sonra taşıyıcı ile çarpılır, çarpımın integral alıcısına verilmesiyle alınan işaret ile taşıyıcının ilintisi (korelasyonu) alınır. Bu işlemin sonucuna göre karar devresi hangi sembolün alındığına karar verir.

→Eşit olasılıklı sembol iletimi varsayıldığında en iyi karar eşiği, iki sembol için beklenen integral alıcı çıkış değerlerinin ortalamasına karşılık gelmektedir bunu uygulamamızda da tecrübe ettik.

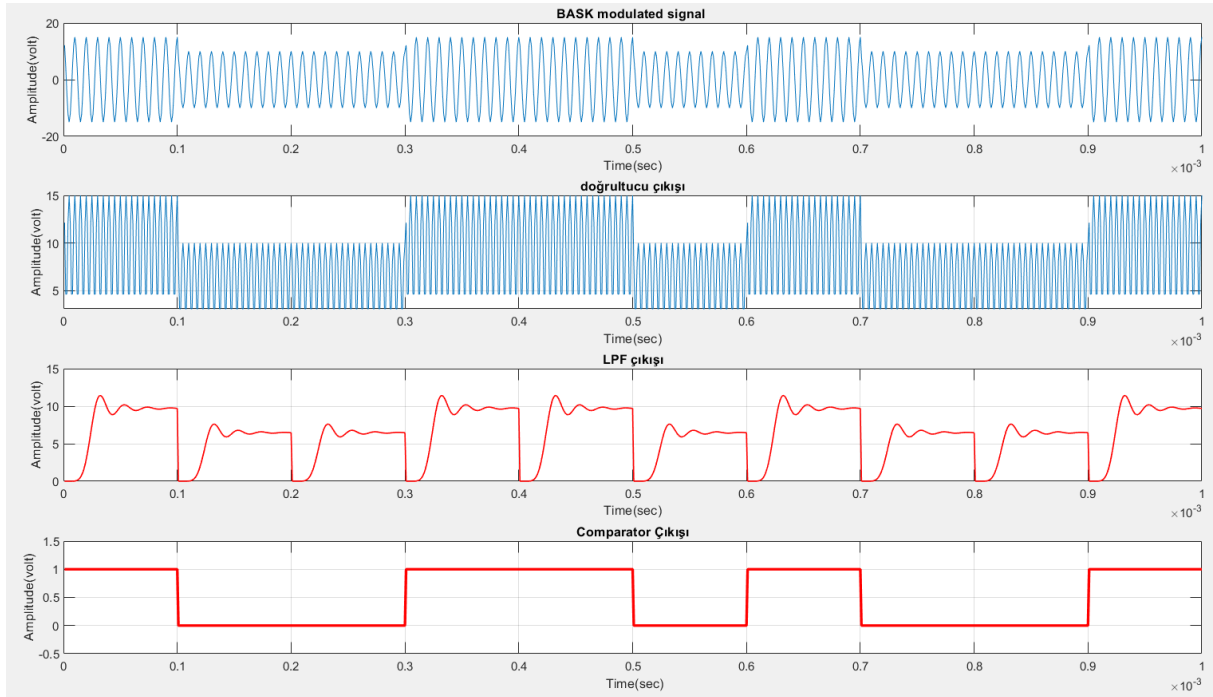
PART C. NON-COHERENT DEMODULATION (30 pts)

Check these commands for LPF implementation: “butter”, “filter”.



Figure 4. Non-coherent ASK demodulation

Q6) Plot ASK signal, rectifier input, LPF output and comparator output.



→Module edilmiş ASK sinyalini abs komutuyla doğrultucudan geçirip onu da lowpass filtereden geçirdik. Bu şekilde Doğrultucu+LPF ile zarf dedektörünü elde ettik.

→ Görüldüğü gibi LPF çıkışında işaretin üstündeki salınımlar zarf oluyor. En sonda da bir karar devresi tasarladık. Zarf dedektörü direkt taşıyıcının genliğini elde eder bu yüzden comparator kısmında yani karar devresinde , zarf dedektöründe bulunan genliğe göre hangi sayısal sembolün alınmış olduğuna karar verdirdik. ‘rend<=8’ ise 0 değil ise 1 dedik.

→Eşvreli olmayan demodülasyon toplanır iletim gürültüsü doğrudan iletilen işaretin genliğine etki edeceği için eşvreli olmayan demodülasyon gürültüye karşı daha hassas olmaktadır. Bu nedenle aynı gürültü altında eşvreli demodülasyon daha az hata ile çalışacaktır.

→Biz kodumuzda ikisine de gürültü eklemedik diye ikisinin arasındaki bu farkı gözlemlemedik. Fakat ikisine de aynı gürültüyü ekleysek eşvreli daha iyi sonuç verecekti.

Q7) Why we use comparator to recover digital signal?

→Digital sinyalde ikili bit kullanırız 1 ve 0 olarak. Comparator,Karar devresi, sayesinde iki farklı genlikteki 1 ve 0 bitlerini temsil eden işarette hangi genlikte 1 hangi genlik 0 biti geldiğini gösteririz.

→Bu bir karar devresidir aslında. Zarf dedektöründe bulunan genliğe göre hangi sayısal sembolün alınmış olduğuna karar vermek için kullanırız yani.

Q8) What is your cut off frequency (f_c) for the LPF? How did you determine f_c ?

→Kesim frekansımızı taşıyıcı işaretin kesim frekansı olarak belirledik. Çünkü ASK sinyalinde zaten frekans ve faz değişimi olmadığı için ve yalnızca tek bir taşıyıcı frekansına sahip olduğumuz için başka bir frekans kesim frekansı olarak belirlememiz doğru olmayacaktı. Bu yüzden bir kesim frekansını işaretimizdeki taşıyıcı f_c 100kHz olarak belirledik.

Q9) What is your reference voltage level (v_{ref}) for comparator? How did you determine v_{ref} ?

Zarf dedektörü direkt taşıyıcının genliğini elde eder bu yüzden comparator kısmında yani karar devresinde , zarf dedektöründe bulunan genliğe göre hangi sayısal sembolün alınmış olduğuna karar verdirdik. 'rend<=8' ise 0 değil ise 1 dedik.

→Burada LPF çıkışındaki zarf dedektörüne baktık. 8 V , 1 ve 0 bitini ayırt edebilmesi için iyi bir referans oldu.

PART D. NOISE (10 pts)

Consider an AWGN channel model.

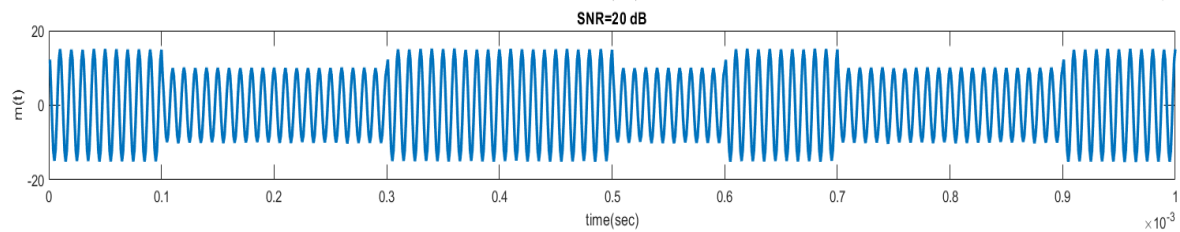
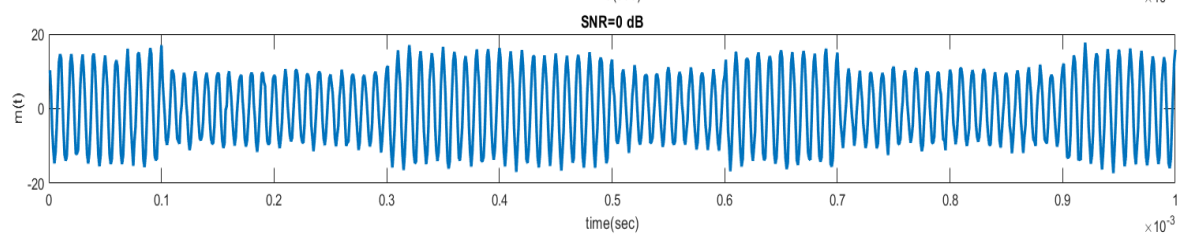
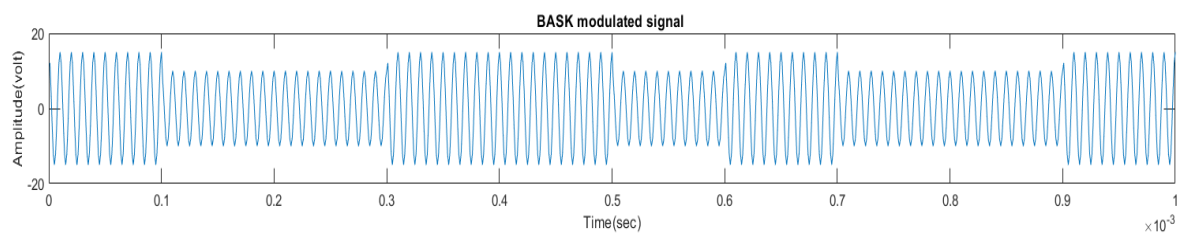
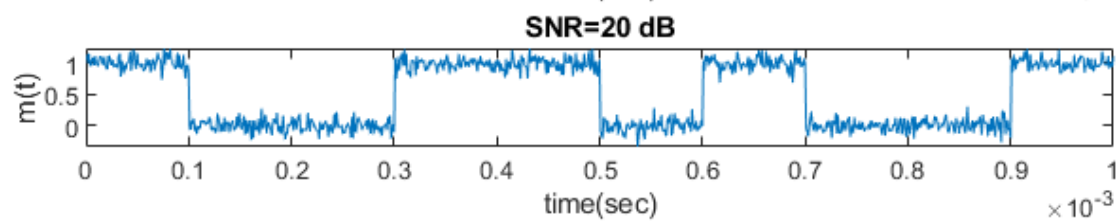
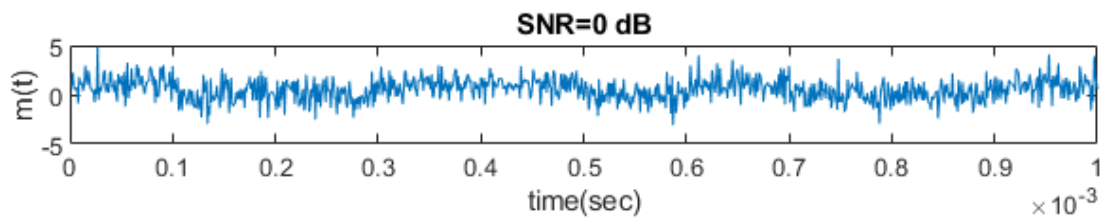
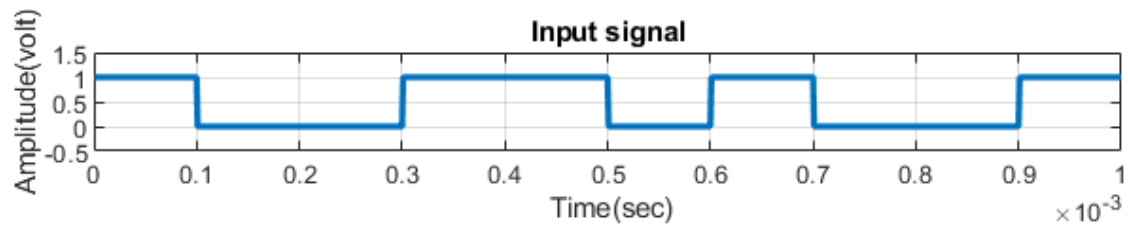
Q10) For SNR=0 dB and 20 dB, plot ASK modulated signals by using subplot command.

Bir AWGN kanalı, içinden geçen sinyale beyaz Gauss gürültüsü ekler.

AWGN kanalındaki gürültünün bağıl gücünü tanımlamak için kullanılan tipik parametrelerden biri SNR'dır. SNR örnek başına sinyal/gürültü oranıdır. SNR'ın fazla olmasını isteriz ki işaret doğru gözüksün.

→Grafiklerde gördüğümüz gibi gürültü ekleyerek yani 0'dan 20 dB'ye çıkınca SNR arttığı için işaret daha doğru elde edilmektedir. Biz gözlemlemek için 40dB'de de denedik ve 20dB'ye göre büyük bir fark göremedik.

→SNR giriş sinyalimize uygularsak ne olur diye de gözlemlemek istedik ve SNR arttığında, kanalın veri akışı da artacağı için gürültü seviyesi azalınca kanalda iletilen gerçek veriler için daha fazla yer kalacağını iki grafikte de gördük.



KODLAR:

PART A

```
N=10; %bit sayısı
x_inp=[ 1 0 0 1 1 0 1 0 0 1]; %10 adet 0 ve 1 bitleri

Tb=0.0001; %bit periyodu
%% input signal
x_bit=[];
nb=100; % bbit/bit
for n=1:1:N
    if x_inp(n)==1;
        x_bitt=ones(1,nb);
    else x_inp(n)==0;
        x_bitt=zeros(1,nb);
    end
    x_bit=[x_bit x_bitt]; %giris sinyali olusturuldu.
end
t1=Tb/nb:Tb/nb:nb*N*(Tb/nb); % zaman ayarladık
f1 = figure(1);
set(f1,'color',[1 1 1]);
subplot(4,1,1);
plot(t1,x_bit,'lineWidth',2);grid on;
axis([ 0 Tb*N -0.5 1.5]);
ylabel('Amplitude(volt)');
xlabel(' Time(sec) ');
title('Input signal');
%% BASK modulasyonu
Ac1=15; % 1 biti için taşıyıcı genliği
Ac2=10; % 0 biti için taşıyıcı genliği
mc=10; % fc>>fs fc=mc*fs fs=1/Tb
fc=mc*(1/Tb); % taşıyıcı frekans
t2=Tb/nb:Tb/nb:Tb;
t2L=length(t2);
x_mod=[];
for (i=1:1:N)
    if (x_inp(i)==1)
        x_mod0=Ac1*cos(2*pi*fc*t2);%1 için modülasyon işarti
    else
        x_mod0=Ac2*cos(2*pi*fc*t2);%0 için modülasyon işareti
    end
    x_mod=[x_mod x_mod0]; %moduleli BASK işareti
end
t3=Tb/nb:Tb/nb:Tb*N;
subplot(4,1,2);
plot(t3,x_mod);
xlabel('Time(sec) ');
ylabel('Amplitude(volt) ');
title('BASK modulated signal ');
```

%%FREKANS SPEKTRUMU

```
fs=1/Tb;
NFFT = 2^nextpow2(length(x_mod));
N=NFFT;
df=fs/N; %normalize edilmiş frekans
ay=1:N/2;
fa=(ay*df); % x ekseninde işaretin frekans değerlerinin
gösterilmesi
sonuc=abs(fft(x_mod,1024)); %cizdirirken daha iyi gozukturdu
plot(fa,sonuc(1:N/2));
title('Spectrum of ASK signal');
xlabel('f(Hz)');
ylabel('Amplitude');
```

PART B

EŞEVRELİ DEMODÜLASYON

```
%***** iletilen sinyal x *****
x=x_mod;
% ***** Channel model h and w
*****
h=1; % zayıflama
w=0; % gürültü
% ***** alınan sinyal y
*****
y=h.*x+w;
%% BASK demodulasyon
y_dem=[];
for n=t2L:t2L:length(y)
    t=Tb/nb:Tb/nb:Tb;
    c=cos(2*pi*fc*t); % taşıyıcı frekans
    y_dem0=c.*y((n-(t2L-1)):n); %BPF ile taşıyıcı carp
    t4=Tb/nb:Tb/nb:Tb;
    z=trapz(t4,y_dem0); % integral ilinti alıcısı
    A_dem=round((2*z/Tb));
    if(A_dem>((Ac1+Ac2)/2)) % logic level = (Ac1+Ac2)/2
        A=1;
    else
        A=0;
    end
    y_dem=[y_dem A];
end
x_out=y_dem; % çıkış sinyali
% çıkış sinyali
xx_bit=[];
for n=1:length(x_out);
    if x_out(n)==1;
        xx_bitt=ones(1,nb);
    else x_out(n)==0;
        xx_bitt=zeros(1,nb);
    end
```



```

        xx_bit=[xx_bit xx_bitt];
end
t4=Tb/nb:Tb/nb:nb*length(x_out)*(Tb/nb);
subplot(3,1,3)
plot(t4,xx_bit,'LineWidth',2);grid on;
axis([ 0 Tb*length(x_out) -0.5 1.5]);
ylabel('Amplitude(volt)');
xlabel(' Time(sec) ');
title('Demodulated signal');

```

PART C

EŞEVRELİ OLMAYAN DEMODULASYON

```

Ac1=15; % 1 biti için taşıyıcı genliği
Ac2=10; % 0 biti için taşıyıcı genliği
mc=10; % fc>>fs fc=mc*fs fs=1/Tb
fc=mc*(1/Tb); % taşıyıcı frekans
t2=Tb/nb:Tb/nb:Tb;
t2L=length(t2);
x_mod=[];
y_mod=[];
rend_mod=[];
y_dem=[];

for (i=1:1:N)
    if (x_inp(i)==1)
        x_mod0=Ac1*cos(2*pi*fc*t2);%1 için modülasyon işarti
        y = abs(x_mod0); %Rectifier
        [B,A] = butter(10,fc/1000000,'low'); %LPF için
        rend=filter(B,A,y); %LPF filtre
    else
        x_mod0=Ac2*cos(2*pi*fc*t2);%0 için modülasyon işareti
        y = abs(x_mod0);
        [B,A] = butter(10,fc/1000000,'low');
        rend=filter(B,A,y);
    end
    %*****COMPARATOR*****
    if(rend<=8) % threshold verdik zarf dedektorune gore
        A=0;
    else
        A=1;
    end

    y_dem=[y_dem A];
    x_out=y_dem; % çıkış sinyali

xx_bit=[];
for n=1:length(x_out);
    if x_out(n)==1;
        xx_bitt=ones(1,nb);
    else x_out(n)==0;

```

```

xx_bitt=zeros(1,nb);
end
xx_bit=[xx_bit xx_bitt]; %Comparator çıkışı

end
x_mod=[x_mod x_mod0]; %moduleli BASK işareti
y_mod=[y_mod y]; %rectifier için
rend_mod=[rend_mod rend]; %LPF filtre
end
t3=Tb/nb:Tb/nb:Tb*N;
subplot(4,2,1);
plot(t3,x_mod);
xlabel('Time(sec)');
ylabel('Amplitude(volt)');
title('BASK modulated signal ');

subplot(4,2,2);
plot(t3,y_mod);
grid
title('doğrultucu çıkışı');
xlabel('Time(sec)');
ylabel('Amplitude(volt)');
subplot(4,2,3);
plot(t3,rend_mod,'LineWidth',1,'Color','r');
title('LPF çıkışı');
axis([0 0.001 0 15]);
xlabel('Time(sec)');
ylabel('Amplitude(volt)');
grid

t4=Tb/nb:Tb/nb:nb*length(x_out)*(Tb/nb);
subplot(4,2,4);
plot(t4,xx_bit,'LineWidth',2,'Color','r');grid on;
axis([0 Tb*length(x_out) -0.5 1.5]);
ylabel('Amplitude(volt)');
xlabel('Time(sec)');
title('Comparator Çıkışı');

```

PART D

```

%% AWGN channel model
n1=awgn(x_mod,0); %bask sinyaline awgn ama 0dB
subplot(4,1,3);
plot(t1,n1, 'LineWidth',2);
title('SNR=0 dB')
xlabel('time(sec)');
ylabel('m(t)');

n2=awgn(x_mod,20); %bask sinyaline awgn ama 20dB
subplot(4,1,4);
plot(t1,n2, 'LineWidth',2);%kalınlık ayarladık
title('SNR=20 dB')
xlabel('time(sec)');
ylabel('m(t)');

```

ZEYNEP SAKLI 160207013

CANSIN DÜŞEN 160207051