

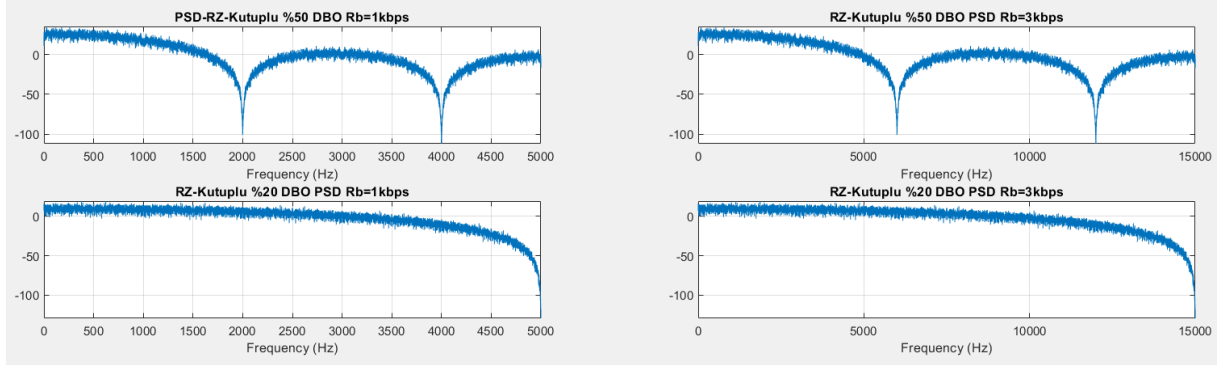
SAYISAL HABERLEŞME LABORATUVARI LAB#1

Zeynep Saklı 160207013

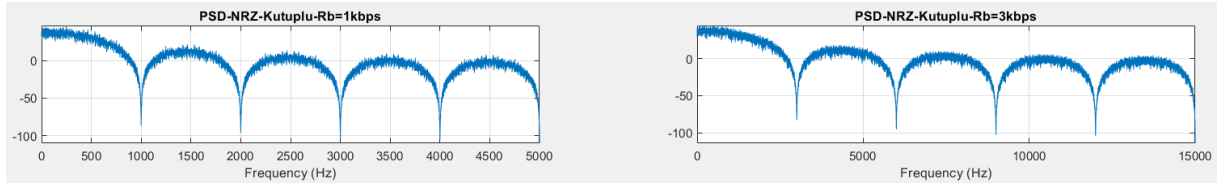
BÖLÜM A

SORU-1 İőaretleőme türünü, aőağıda istenen şekilde değiştirerek, gÜç spektral yoğunluğundaki deęiőimleri çizdiriniz ve inceleyiniz.

Kutuplu RZ (%50, %20 DBO):

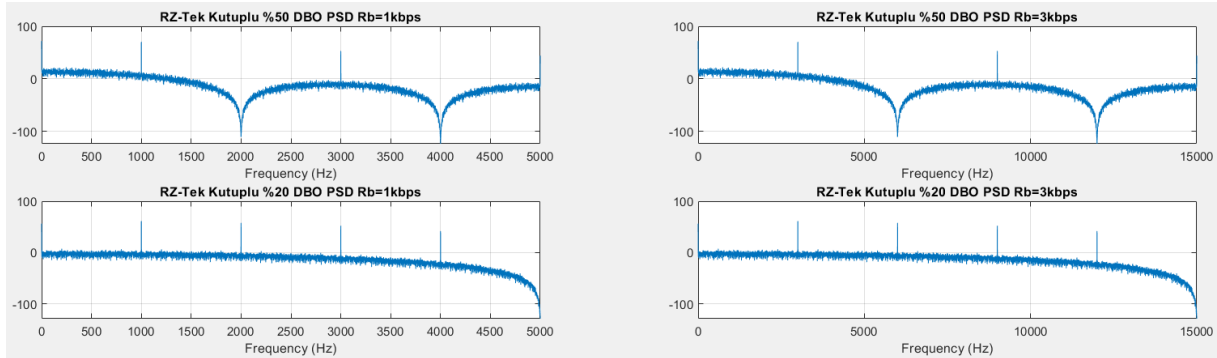


Kutuplu NRZ:



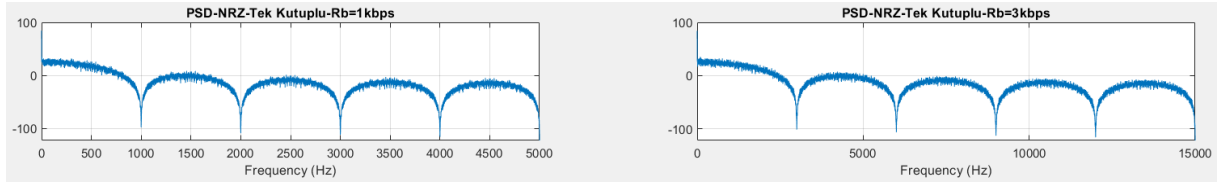
→Zamanlama bilgisi yok fakat doğrultucu kullanarak elde edilebilir.

Tek kutuplu RZ (%50, %20 DBO):



→Tek kutuplu RZ'nin gÜç spektral yoğunluğu ifadesindeki ikinci terim, sadece sembol oranı fb'nin çift katlarında sıfır olmaktadır. Dolayısıyla tek-kutuplu RZ iőaretleőmesinin gÜç spektral yoğunluğunda sembol oranının tek katlarında dÜrtÜ bileşeni oluőmaktadır.

Tek kutuplu NRZ:



→Zamanlama bilgisinin olmadığını görmüş olduk.

SORU-2 Bit hızı ve güç spektral yoğunluğu arasındaki ilişkiyi elde etmiş olduğunuz grafiklere referans vererek yorumlayınız.

→Güç spektral yoğunluğu iletim için kullanılan gücün frekans bandına göre dağılımını göstermektedir. Kullanılması gereken güç miktarı genellikle BW, hata olasılığı veya sistem karmaşıklığı ile ters orantılı olmaktadır. Bit hızının etkisini düşünürsek Rb değeri 1kbps'den 3kbps'ye gittikçe yani $R_b = 1/T_b$ eşitliğinden Rb artıkça T_b azalığı için güç spektral yoğunluğu değerinin azaldığı görülmektedir.

SORU-3 Doluluk boşluk oranı ve bant genişliği arasındaki ilişkiyi elde etmiş olduğunuz grafiklere referans vererek yorumlayınız.

→DBO %50 olan tek kutuplu RZ'de, NRZ işaretlemeye oranla iki kat fazla bant genişliği kapsadığı görülmektedir. DBO %50 kutuplu RZ kodlamanın, DBO %20 kutuplu RZ kodlamaya oranla bant genişliği yaklaşık iki kat fazla gelmiştir. Yani DBO artıkça bant genişliği artacaktır. Kutuplu NRZ ve DBO %50 kutuplu RZ işaretlemesinde kutuplu RZ için darbe süresi yarıya indiğinden işaret bant genişliği iki katına çıkmıştır.

SORU-4 BW, güç tüketimi vb. kısıtlar düşünüldüğünde hat kodlaması türlerinin avantaj ve dezavantajlarını elde etmiş olduğunuz grafiklere referans vererek detaylıca karşılaştırınız.

→NRZ'de RZ'deki gibi dürtü şeklinde frekans bileşeni oluşmamaktadır. Sebebi ise kutuplu işaretlemeye bir sembol için kullanılan darbenin tersinin diğer sembol için kullanılması nedeniyle güç spektral yoğunluğunda dürtü bileşenlerinin birbirlerini götürmesidir. Kutuplu RZ'de bitin bir zamandan sonra 0 seviyesine dönmesi sayesinde zamanlama bilgisi çıkmaktadır. Kutuplu NRZ'de ise doğrultucu kullanarak zaman bilgisi elde edilebilir. Tek kutuplu NRZ'de bu bilgi hiç yok.

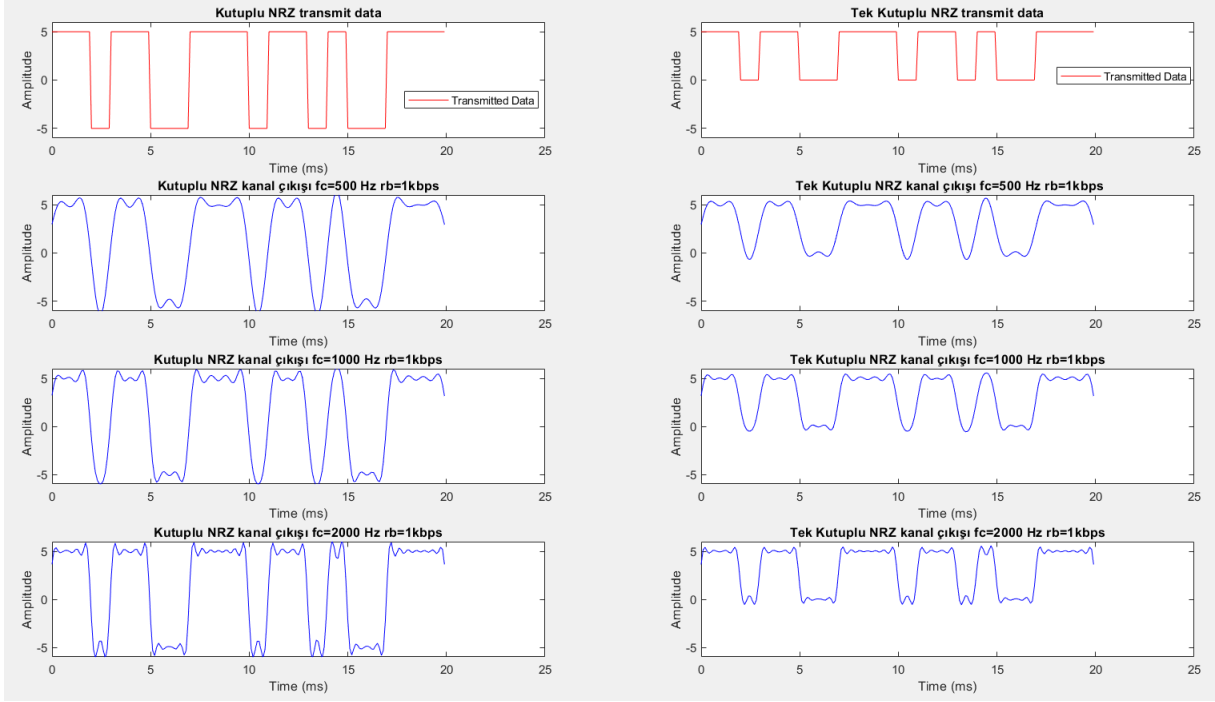
→Tek kutuplu RZ işaretlemeye zaman uzayında darbenin genişliği azaldığından, frekans uzayında spektrum genişlemesi görülmektedir. Ayrıca RZ spektrumunda sembol oranı f_b 'nin tek katlarında dürtü şeklinde spektral bileşenler oluşturmaktadır. Bu Sayede zamanlama bilgisi çıkarılmaktadır harici bir sisteme ihtiyaç duymadan.

Tek Kutuplu	Kutuplu
$P_{NRZ} > P_{RZ}$	$P_{NRZ} > P_{RZ}$
$BW_{RZ} > BW_{NRZ}$	$BW_{RZ} > BW_{NRZ}$
$DC_{RZ} < DC_{NRZ}$	$DC_{RZ} < DC_{NRZ}$

BÖLÜM B.

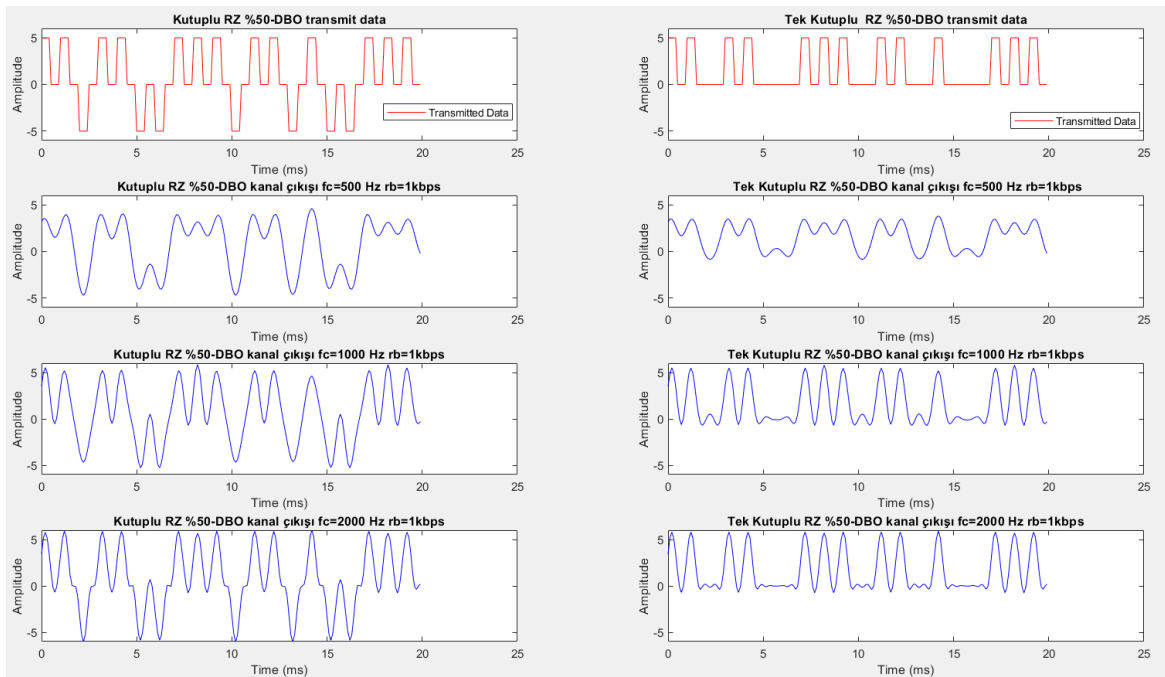
SORU-5) Haberleşme kanalını alçak geçiren filtre olarak modelleyiniz. Alçak geçiren filtrenin kesim frekansını değiştiriniz /azaltınız ($r_b = 1000 \text{ bps}$ için $f_{kesim} \in \{2000 \text{ Hz}, 1000 \text{ Hz}, 500 \text{ Hz}, \dots\}$). Hangi problem ile karşılaşılmaktadır? Etkinin görünür olduğu parametre seçimleri için, gönderilen ve alınan işaretleri çizdiriniz.

→Kutuplu ve Tek Kutuplu NRZ $r_b=1 \text{ kbps}$;



→Frekans arttıkça periyot artar yani zaman uzayında daha fazla örnek alırız bu da kare dalgaya daha çok yakınsar. Kanalin bant genişliği ne kadar küçük olursa işaret o kadar az elde edilir ve kendinden önceki sinyalleri o kadar bozar.

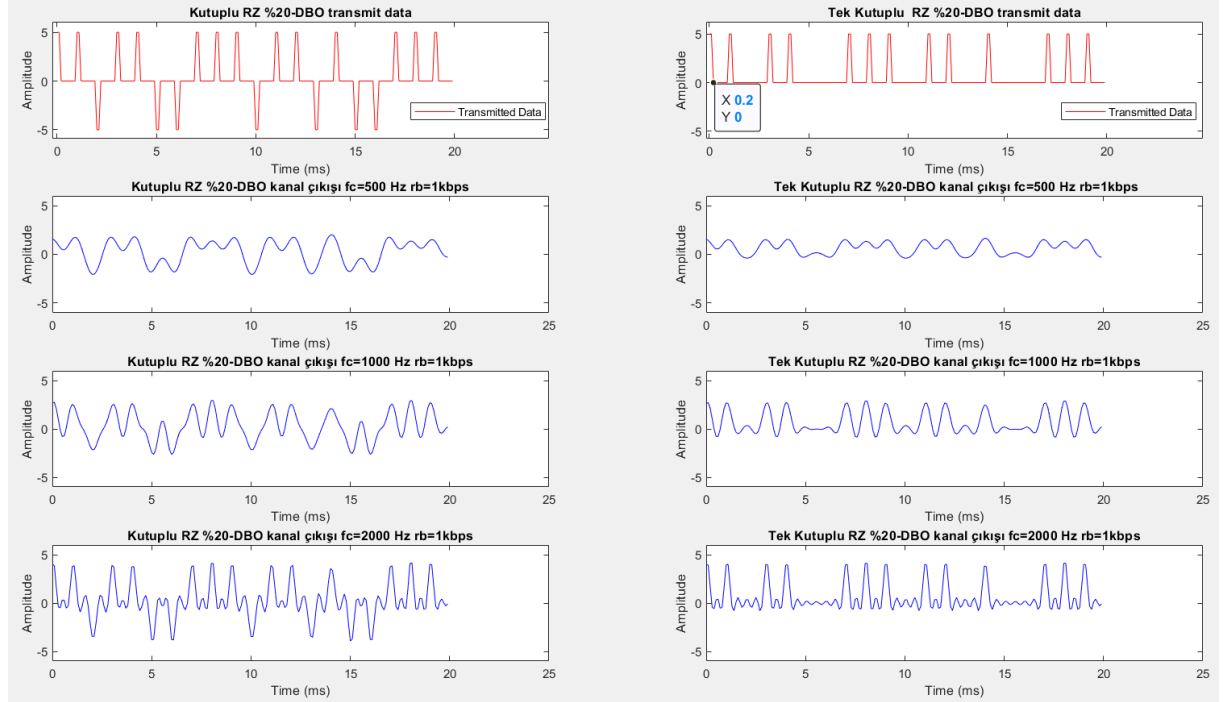
→Kutuplu ve Tek Kutuplu RZ %50 DBO $r_b=1 \text{ kbps}$;



→Görüldüğü gibi teorik bilgimizle de uyuşan bir grafik elde ediyoruz. Fc kesim frekansı arttıkça orijinal sinyale daha benzer sinyal elde ediyoruz. %20 DBO RZ'ye göre bw daha fazla gelmelidir. Öyle de oldu. Fc arttıkça işaretin genliği toparlanmıştır.

→Tek kutuplu RZ %50 DBO'da 0 seviyelerinde fc arttıkça değer azalmakta düzleşmektedir. Sebebi ise periyot arttığı için daha doğru gösteriyor.

→Kutuplu ve Tek Kutuplu RZ %20 DBO rb=1 kbps ;

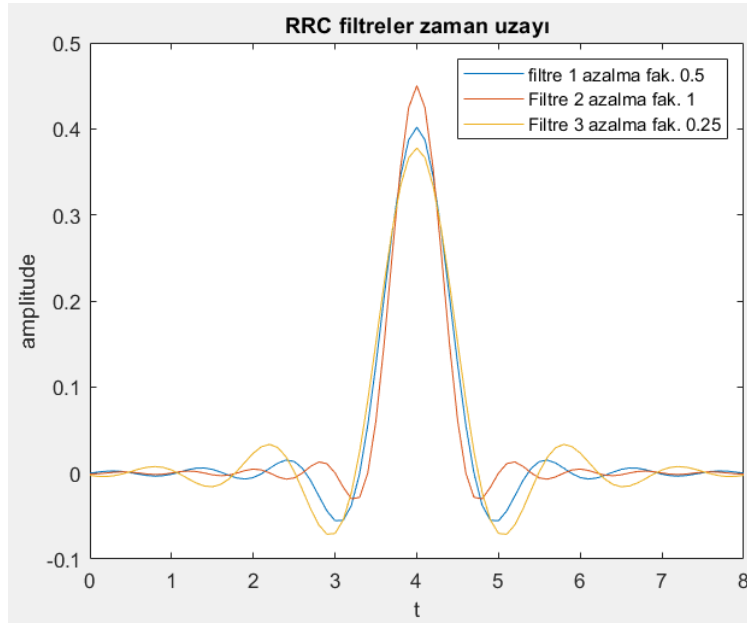


→Kesim frekansı arttıkça kanal çıkışındaki işaretin genliğinde düzleşme görülmekte. Bununla birlikte Kutuplu RZ %50 DBO'ya göre BW düştü. Bununla birlikte görüldüğü gibi 0.2 olan DBO'a çıkan işarete $f_c=500$ Hzde 0.4lerdeyken $f_c=2000$ olduğunda 0.2'ye daha yaklaşıyor. Bu da f_c arttıkça daha fazla örnek alındığı için mümkün olmaktadır. Son olarak 0 seviyelerinde işarete değer görülmekte %50 DBO'da bu daha iyiydi %20de düştü.

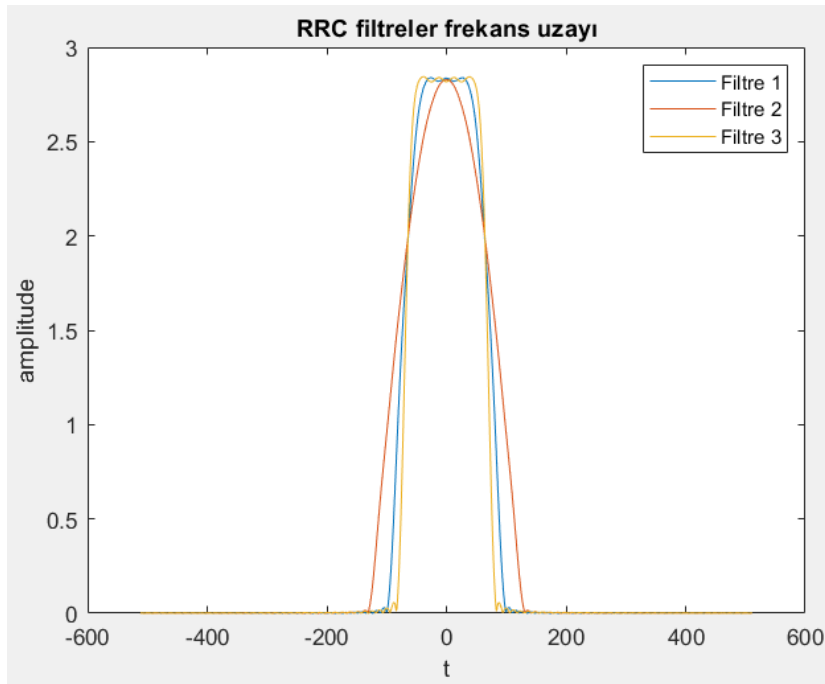
SORU-6) Filtre1.mat, Filtre2.mat, Filtre3.mat dosyalarında, darbe biçimlendirme için kullanacağınız RRC filtreler bulunmaktadır. Paylaşılan RRC Filtrelerin azalma faktörleri 0,25 , 0,5 ve 1'dir. Ancak filtre numaraları r ye göre sıralı verilmemiştir.

a) Bu filtreleri load komutu ile Matlab'e tanıtın. 3 filtreyi de zaman bölgesinde hold on komutunu kullanarak üst üste çizdirin. Lejant komutu ile filtre numaralarını belirtin. Kendi zaman dilimindeki ve dışındaki davranışı yorumlayınız. Bu durum Simgeler Arası Girişimi (ISI) nasıl etkileyeceğini açıklayınız.

→Darbelerin zamanda yayılması sonucu bir darbe diğer darbenin zaman dilimine girerek taşma oluşturur. Bu durumda ISI yani simgeler arası karışma meydana gelir. Azalma faktörü arttıkça ISI katkısı azalır. Eğer ISI artarsa zaman dilimindeki sembollerin hata algılamaya olasılığı azalır ve iletim performansı düşer.



b) Bu filtrelerin fft komutu ile 512 noktalı Fourier dönüşümlerini hesaplayın ve üst üste çizdirin. Lejant (legend) komutu ile filtre numaralarını belirtin. BW'lerini yorumlayınız.



→Azalma faktörü arttıkça BW artmaktadır. Filtre 2'nin (Kırmızı)azalma faktörü 1'dir bu yüzden. BW arttıkça ISI azalır. Filtre 3'te azalma faktörü neredeyse 0 olduğu için BW'si en düşüktür.

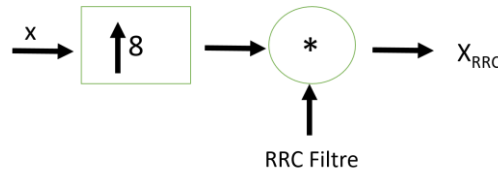
→Düşük azalma faktörleri daha düşük iletim bant genişliği sağladığı halde, düşük azalma faktörlerinde yükseltilmiş kosinüs süzgecinin frekans yanıtı, ideal alçak geçiren süzgecin frekans yanıtına yaklaşmaktadır. Uygulamada ideal bir süzgeç yanıtı elde edilememesinden dolayı, düşük azalma faktörlerinde daha fazla singeler arası karışma meydana gelmektedir.

a ve b şıkları için aşağıdaki tabloyu doldurun. Eşleşmeye nasıl karar verdiğinizi kısaca açıklayınız.

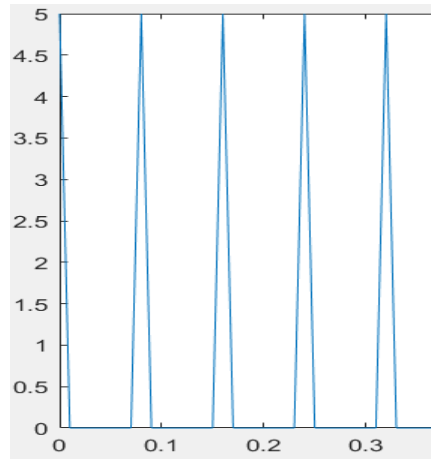
→Eşleşmeye karar verirken frekansta bant genişliği en yüksek olanın azalma faktörünün en yüksek olması gerektiğini bilerek Filtre 2'ye 1 dedik. En düşük olana da azalma faktörü en küçük olan değeri koyunca sonuç böyle çıktı. Teorikle de uyuyor.

Filtre	Azalma Faktörü
1	0.5
2	1
3	0.25

Aşağıdaki şekilde darbe biçimlendirme için bir blok şema verilmiştir. Ürettiğiniz bit dizinini üst örnekleddikten sonra RRC filtreler ile konvolüsyona tabi tutmanız gerekmektedir. İlgili kodu yazarak orijinal veriyi ve darbe biçimlendirilmiş veriyi üst üste (lejan ile) çizdiriniz. (“upsample” ve “conv” komutlarını inceleyiniz.)

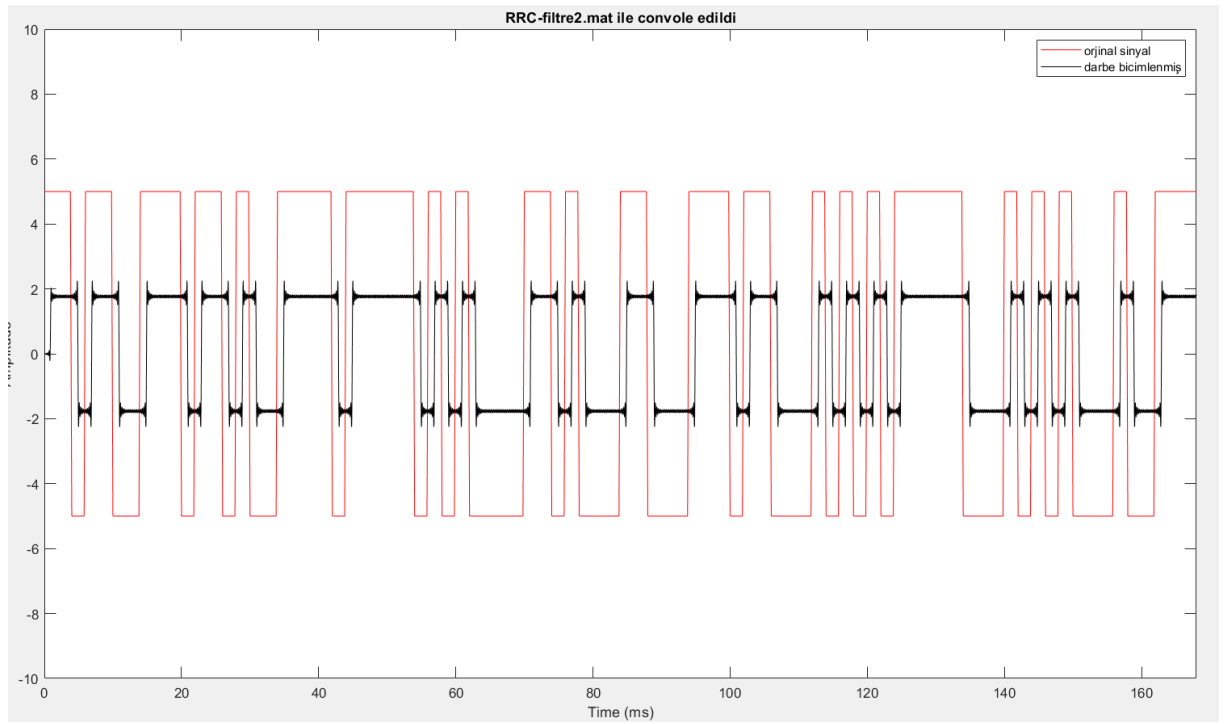
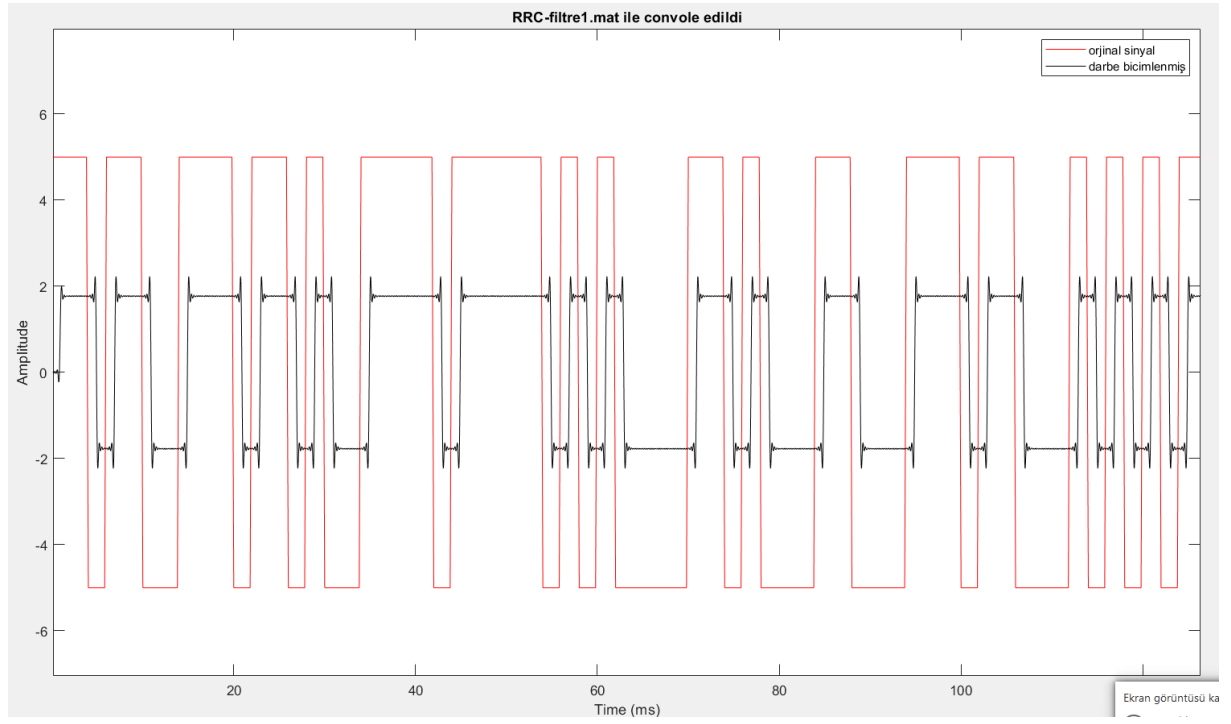


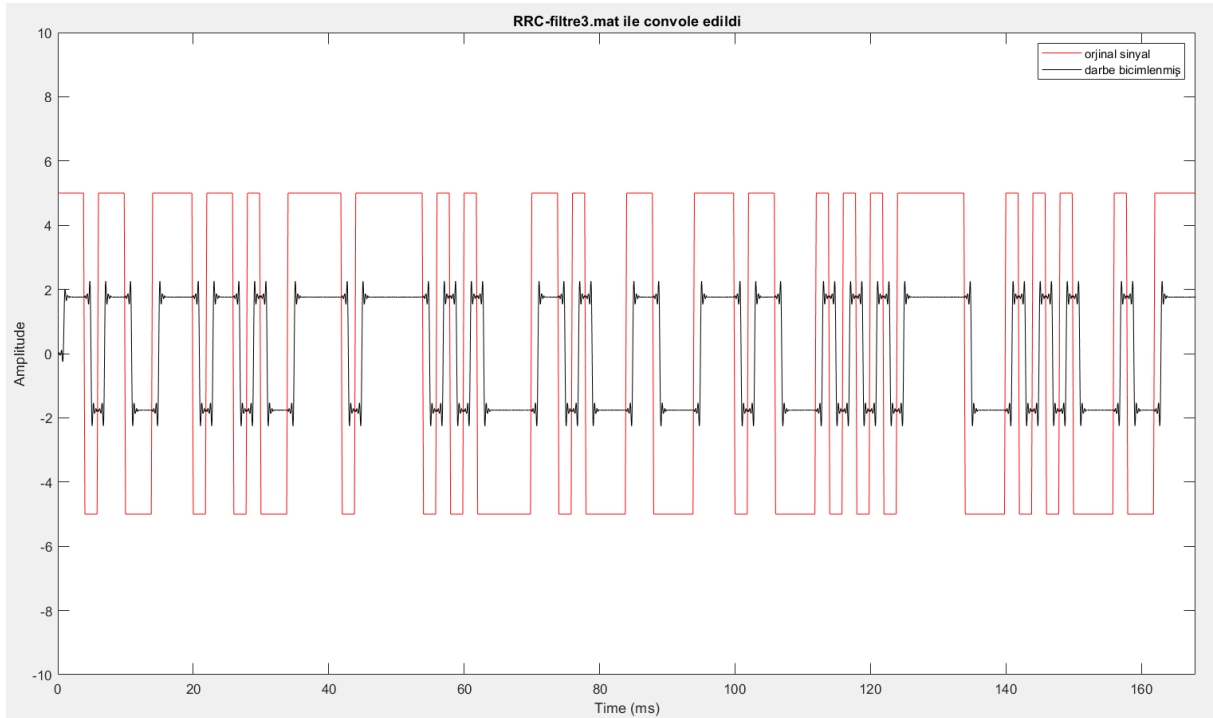
Şekil 1. Darbe biçimlendirme



→ Upsample verinin yanına sıfır ekleyerek veriyi genişletiyor. Bir nevi zamandaki örnek alma sıklığını artırıyor.

→ Alıcıda en iyi zamanlama bilgisi elde edebilmek için verici ile eş zamanlı çalışması sağlanmalıdır. Bu sayede her sembolün doğru zaman aralığında çözülmesi gerçekleşir. Eş zamanlaması için alıcıdaki örnekleme parametresinin belirlenmesi gerekmektedir. Sayısal sistemlerde zamanlama hataları sayısal olarak düzelttiği için mutlaka sembol oranından daha yüksek bir oranda örnekleme yapılması gerekmektedir.





→ Ürettiğimiz Kutuplu NRZ'yi $\text{upsample}(\text{NRZ}, 8)$ olarak üst örnekleyip RCC filtreler ile sırasıyla konvole ettik. Upsample yaptığımız için t_b 'nin arttığını gözlemledik.

→ Filtre 2 yani azalma faktörü 1 olanın convolusyon sonucunda bant genişliğinin daha fazla olduğu bilindiği için periyodu daha fazladır bu yüzden daha fazla salınım yapmıştır. En az filtre3dedir. Çünkü azalma faktörü en az olan odur. Grafikleri yakınlaştırmak koymadık ekstradan dosya boyutundan dolayı bunu gösteremedik.

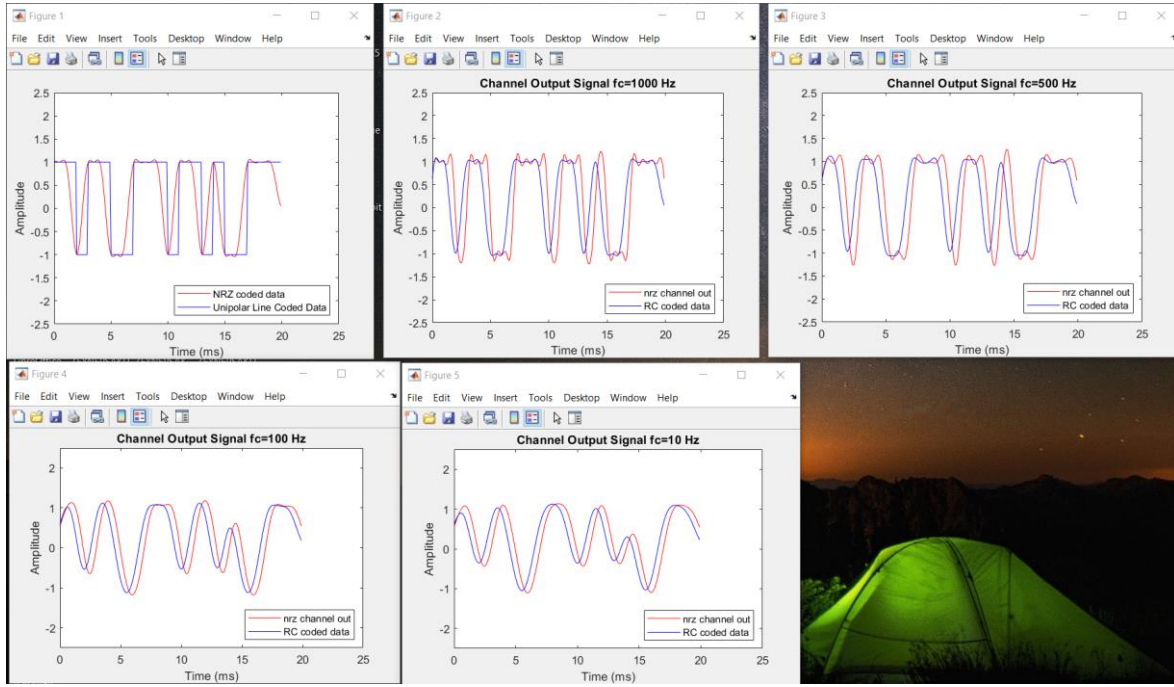
→ Konvolusyon sonucunda darbe biçimlenmiş işarete beklediğimiz gibi genlik düştü.

SORU-7) Yükseltilmiş kosinüs darbe biçimlendirmesi neden kullanılır? Haberleşme kanalı çıkışındaki sinyalleri çizdirip, karşılaştırarak yorumlayınız. Hem kutuplu NRZ işaret için hem de RC kodlanmış işaret için kanalın (LPF) kesim frekansını düşürerek değişimi inceleyiniz.

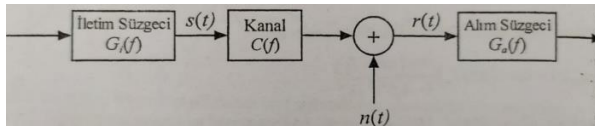
→ Yükseltilmiş kosinüs filtresi, işaretin bant genişliğinin sınırlandırılması ve simgeler arası girişimin azaltılması noktasında dar bantlı sayısal haberleşme yapılarında, Nyquist kriterine en uygun ve en çok kullanılan darbe biçimlendiricidir. . Bu filtrelemenin yarısı iletim tarafında yapılır ve yarısı alıcı tarafında yapılır. Daha iyi başarı sağladığı tespit edildiğinden uygulamalarda alıcı ve vericiye eşit olarak paylaştırılmaktadır. Yükseltilmiş kosinüs darbesi kullanarak vericide darbe biçimlendirilmesi yapılabilmektedir. Bu, semboller arası etkileşimi (ISI) en aza indirmeye yardımcı olur.

→ Yükseltilmiş kosinüs süzgecinin yanıtı kullanılarak, vericide darbe biçimlendirme yapılabilmekte ve bu sayede simgelerarası karışma etkisi azaltılabilmektedir. Daha iyi başarımlar sağlanabildiği tespit edildiğinden, uygulamada çoğunlukla darbe biçimlendirme işlevi verici ve alıcı arasında eşit olarak paylaştırılmaktadır.

→ Kesim frekansı düştükçe daha az örnek alınacağından aşağıdaki grafikler o şekilde oluşmuştur. Görüldüğü gibi RC kodlanmış işarete yüksek frekansta zamanlama daha iyidir.



→RC süzgecinin yanıtı kullanılarak, vericide darbe biçimlendirme yapılabilmekte ve bu sayede ISI etkisi azaltılmaktadır. Uygulamada çoğunlukla darbe biçimlendirme işlevi verici ve alıcı arasında eşit olarak paylaşılmaktadır.



Şekil 1 Darbe Biçimlendirme İşleminin Verici ve Alıcı Arasında Paylaşılması

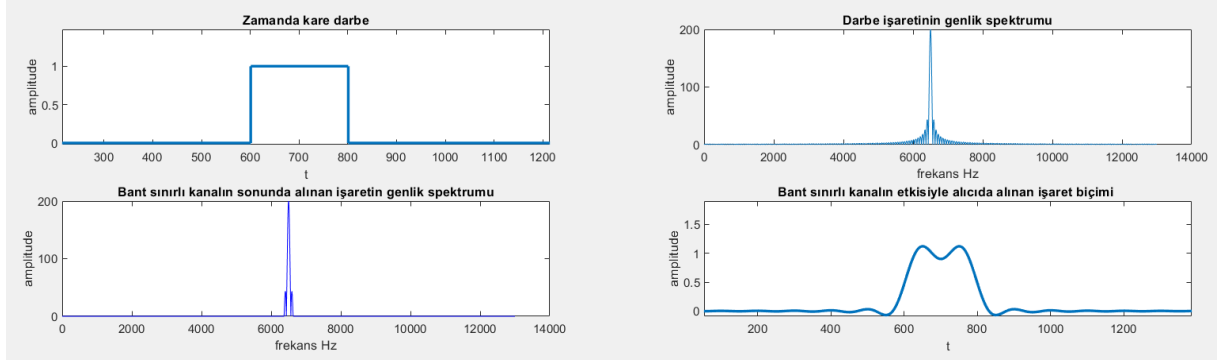
Şekilde görüldüğü gibi iletim süzgecinin yanıtı $G_t(f)$, alım süzgecinin yanıtı $G_a(f)$ olursa yükseltilmiş kosinüs yanıtı iki ifadenin çarpımına eşit olur. Yükseltilmiş kosinüs yanıtı, iki süzgece eşit olarak dağıtılacağından dolayı genlik yanıtı kareköküne eşit olur ve faz yanıtı doğrusal kabul edilir. Faz yanıtında “ τ ” kadar gecikme olduğu görülür. RRC filtrelerin frekans yanıtı ise yükseltilmiş kosinüs yanıtının kare kökü alınarak bulunur. Sonuç olarak ikisinde de gecikme olduğu için konvolüsyon sonucumuzda da gecikmeli bir işaret bekleriz.

SORU-8) Frekans uzayında sinc işareti oluşturunuz. İşareti, LPF filtrenin frekans yanıtıyla çarpınız (filtrenin kesim frekansı sinc işaretinin ilk sıfır geçişi olsun). Elde edeceğiniz işaretin IFFT dönüşümünü alarak çizdiriniz. İşaretteki bozulmanın sebebi nedir? LPF kesim frekansını değiştirerek bu bozulmayı azaltabilir misiniz?

→Şekil 2’de gözüktüğü gibi ilk sıfır geçişi 130. Örnekte bulunan bir sinc işareti oluşturduk.(Toplam 13000 işaret örneği var ve her bit 100 örnek ile ifade edildiğinden 130.örnek $f_b=1/T_b$ ’ye karşılık gelmektedir).

→Alıcıda alınan işareti oluşturmak için işaret spektrumunun ilk sıfır geçişinden sonraki frekans bileşenleri sıfırlanmakta. Alıcıda alınan işarete (3. Şekil) frekans bileşenleri mevcut olmaktadır. Zaman uzayında oluşturmak için ters fourier alınmalıdır.

→Şekil 4’te gözüktüğü gibi kanalın bant sınırı olması nedeniyle darbe şeklinde ciddi bir bozulma meydana gelmektedir. Frekansın sınırlandırılması sonucunda iletilen işaret zaman uzayında yayılmakta ve komşu sembol zaman dilimlerine taşmaktadır.



→Göndericide iletim için dikdörtgensel darbeler kullanıldığında, haberleşme kanalının sınırlı bant genişliği nedeniyle iletilen frekans bileşenlerinin bir kısmı alıcıya ulaşamayacağından alıcıda elde edilen darbe şekillerinde bozulmalar meydana gelmektedir.

Haberleşme kanalı bant genişliği yeteri kadar büyük tutulursa, yani sembol oranından($f_b=1/T_b$) birkaç kat büyük bir bant genişliği kullanılırsa, darbenin sinc(.) şeklinde spektrumunun büyük kısmı iletelebilmektedir. Bu durumda, sinc() spektrumunun göreceli olarak hızlı sönümleniyor olmasından dolayı simgelerarası karışma sonucunda oluşacak bozulmalar ihmal edilebilecek kadar küçük olmaktadır. Fakat, iletilen darbelerin enerjilerinin büyük bölümü $f_b=1/T_b$ frekansına kadar olan spektrum kısmında yer aldığından, bu frekans aralığından çok daha büyük bir bant genişliğinin ayrılması haberleşme kaynaklarının verimsiz kullanılmasına neden olduğundan bu yaklaşım tercih edilmemektedir.

→Filtrenin kesim frekansının değişmesi frekans düzleminde daralma ya da genişlemeye sebep olacaktır. Eğer frekans genişlerse simgeler arası girişim etkisi daha az olacak fakat bu sefer de sistemde verimsizlik oluşacaktır. Bu yüzden kesim frekansını işaretin ilk sıfır geçişinden büyük seçmemeliyiz. Yani $1/T_b$.

BÖLÜM C

SORU-9) Kısaca, kendi cümleleriniz ile açıklayınız.

Simgeler Arası Girişim (ISI)

→Sınırsız kanallarda, semboller arası mesafeler ve çeşitli ortamlar üzerinden sinyaller iletildiği için, semboller arası parazitlere (ISI) neden olabilir. Daha spesifik olarak, fiziksel çevrenin bu özelliği, bazı sembollerin verilen zaman aralığının ötesine yayılmasına neden olur. Bu soruna bir çözüm, darbe şekillendirme filtresinin uygulanmasıdır. Bu filtreyi üretilen her sembole uygulayarak ISI'yı azaltırken kanal bant genişliğini azaltabiliriz.

Ek olarak, bu etkileri en aza indirmek için alıcı tarafına bir eşleşme filtresi uygulamak yaygındır. Böylece, ISI, çok yollu yansılardan gelen sinyalleri zayıflatan bir sahte koruma aralığı sağlayarak azaltılır. Darbe biçimlendirme ile kontrol altına alabiliriz ama önleyemeyiz.

Darbe Biçimlendirme

→Darbe biçimlendirme sınırsız kanal oluşturma ve ISI etkisini azaltmada rol oynar. Dikdörtgen darbe yerine uygun biçimdeki bir darbenin kullanılması ile ISI kontrol altında tutularak sistem performansının etkilenmesi önlenabilir. Alıcının karar aşamasında ISI etkisi olmaması yeterlidir. Bu nedenle kendi zaman dilimi hariç, diğer zaman dilimlerinin karar esnasında sıfır değerine sahip bir darbe biçimi kullanıldığı takdirde pratik anlamda ISI göstermeyen bir işaret elde edilebilmektedir.

Göz Diyagramı

→ Bir haberleşme sistemindeki ISI ve gürültü miktarı osiloskopta gözlemlenebilmektedir. Alınan işaretin genliği osiloskopta düşey ekseninde yaklaşık olarak sembol oranından ($R_s=1/T_s$) biraz büyük bir yatay süpürme oranında görüntülendiğinde göz diagramı elde edilebilmektedir.

Sinyalleşme tipi, gürültü miktarı ve zamanlama bilgisi bu diyagram üzerinden görebileceğimiz durumlardır. Zamanlama bilgisi x ekseninde gürültü miktarı y ekseninden çıkarılabilir. Bir de sinyalleşme tipini eğer 1 ile -1 arasındaysa kutuplu olarak algılayabiliriz diye örnek verebiliriz.

KODLAR

Bölüm A

```
%% kutuplu NRZ
Nb=10000;
% Generate Nb bits randomly
b=rand(1,Nb)>0.5;
%Rb is the bit rate in bits/second
Rb=1000;
fs=10*Rb;
NRZ_out=[];
Vp=5;

%Line Coding
for index=1:size(b,2)
    if b(index)==1
        NRZ_out=[NRZ_out [1 1 1 1 1 1 1 1 1 1]*Vp];
    elseif b(index)==0
        NRZ_out=[NRZ_out [1 1 1 1 1 1 1 1 1 1]*(-Vp)];
    end
end
[Pxx f]=pwelch(NRZ_out) %psd gösterim için
subplot(421)
plot(f/pi*fs/2,db(abs(Pxx))),grid
title('PSD-NRZ-Kutuplu-Rb=1kbps');
xlabel('Frequency (Hz)')
```

Tek kutuplu NRZ için $-V_p$ yerine 0 yazılmalı.

Kutuplu RZ %50 DBO için

```
if b(index)==1
    NRZ_out=[NRZ_out [1 1 1 1 1 0 0 0 0 0]*Vp];
elseif b(index)==0
    NRZ_out=[NRZ_out [1 1 1 1 1 0 0 0 0 0]*(-Vp)]; % tek kutupta -Vp=0
End
```

%20 DBO için 1 1 0 0 0 0 0 0 0 0 yazılacak.

Bölüm B

Soru 5

%% kutuplu NRZ fc=500

Nsym = 6; % Filter span in symbol durations
beta = 1; % Roll-off factor
sampsPerSym = 10; % Upsampling factor

rctFilt = comm.RaisedCosineTransmitFilter(...
'Shape', 'Normal', ...
'RolloffFactor', beta, ...
'FilterSpanInSymbols', Nsym, ...
'OutputSamplesPerSymbol', sampsPerSym)
% Normalize to obtain maximum filter tap value of 1
b = coeffs(rctFilt);
rctFilt.Gain = 1/max(b.Numerator);

fvtool(rctFilt, 'Analysis', 'impulse') %impulse kapattım gözükmesin diye

% Parameters

DataL = 20; % Data length in symbols
R = 1000; % Data rate
Fs = R * sampsPerSym; % Sampling frequency
% Create a local random stream to be used by random number generators for
% repeatability
hStr = RandStream('mt19937ar', 'Seed', 0);
% Generate random data
x = 2*randi(hStr, [0 1], DataL, 1)-1;
% Time vector sampled at symbol rate in milliseconds
tx = 1000 * (0: DataL - 1) / R;
% Filter
yo = rctFilt([x; zeros(Nsym/2,1)]);
% Time vector sampled at sampling frequency in milliseconds
to = 5000 * (0: (DataL+Nsym/2)*sampsPerSym - 1) / Fs;
% Filter group delay, since raised cosine filter is linear phase and
% symmetric.
fltDelay = Nsym / (2*R);
% Correct for propagation delay by removing filter transients
yo = yo(fltDelay*Fs+1:end);
to = 1000 * (0: DataL*sampsPerSym - 1) / Fs;
NRZ_out=[];
Vp=5;

```
for index=1:size(x,1)
    if x(index)==1
        NRZ_out=[NRZ_out [1 1 1 1 1 1 1 1]*Vp]; %RZ için %50 DBO 1111100000 bunu yazıcaz %20 için
        1100000000 yazılmalı
    elseif x(index)==-1
        NRZ_out=[NRZ_out [1 1 1 1 1 1 1 1]*(-Vp)];
    end
end
subplot(421)
```

```

plot(to, NRZ_out, 'r-'); hold off;
title('Kutuplu NRZ transmit data')
% Set axes and labels.
axis([0 25 -5 5]); xlabel('Time (ms)'); ylabel('Amplitude');
legend('Transmitted Data', 'NRZ Coded Data', 'Unipolar Line Coded Data');
fpass=500;
NRZ_channel_out = lowpass(NRZ_out,fpass,Fs);

```

Kesim frekansı için fpass değiştirilecek.

Tek kutuplu NRZ için $-V_p=0$ olacak.

Kutuplu ve Tek kutuplu RZ'lerde DBO için Bölüm A'da belirttiğim gibi sırasıyla %50 ve %20 için 1 1 1 1 1 0 0 0 0 0 ve 1 1 0 0 0 0 0 0 0 yazılmalıdır.

Soru 6

Zamanda RCC

```

fs=10; %uysun diye verdik
t=0:1/fs:fs-2; %zaman ayarladım filtre zamanıyla uyuşsun diye
load('RRC_filtre1.mat'); %filtreleri aldık sırasıyla
figure
plot(t,filtre);
hold on
load('RRC_filtre2.mat');
plot(t,filtre);
hold on
load('RRC_filtre3.mat');
plot(t,filtre);
legend('filtre 1 azalma fak. 0.5 ', 'Filtre 2 azalma fak. 1', 'Filtre 3 azalma fak. 0.25');
title('RRC filtreler zaman uzayı');
xlabel('t');
ylabel('amplitude');

```

Frekansta RCC

```

fs=10;
t=0:1/fs:fs-2;

load('RRC_filtre1.mat');
x=abs(fftshift(fft(filtre,1024)));
figure
plot([-512:511],x);

hold on
load('RRC_filtre2.mat');
y=abs(fftshift(fft(filtre,1024)));

plot([-512:511],y);
hold on
load('RRC_filtre3.mat');
z=abs(fftshift(fft(filtre,1024)));

plot([-512:511],z);
legend('Filtre 1', 'Filtre 2', 'Filtre 3');

```

```

title('RRC filtreler frekans uzayı');
xlabel('t');
ylabel('amplitude');
Upsample ve conv

Filtre 3 için: Kutuplu NRZ
to = 1000* (0: (200)*10 - 1) / 10000;
hStr = RandStream('mt19937ar', 'Seed', 0);
x = 2*randi(hStr, [0 1], 200, 1)-1;

NRZ_out=[];
Vp=5;
for index=1:size(x,1)
    if x(index)==1
        NRZ_out=[NRZ_out [1 1 1 1 1 1 1 1 1 1]*Vp];
    elseif x(index)==0
        NRZ_out=[NRZ_out [1 1 1 1 1 1 1 1 1 1]*(-Vp)];
    end
end

load('RRC_filtre3.mat');
plot(to, NRZ_out, 'r-'); ;
title('Kutuplu NRZ transmit data')
% % Set axes and labels.
axis([0 168 -10 10]); xlabel('Time (ms)'); ylabel('Amplitude');
a=upsample(NRZ_out,8);
darbe=conv(a,filtre);
tb = 1000* (0: (1608)*10 - 1) / 10000;
hold on
plot(tb/4,darbe,'Color','k');
title('RRC-filtre3.mat ile convole edildi');
legend('orjinal sinyal','darbe bicimlenmiş')

```

Soru 7

Kutuplu NRZ için

```

Nsym = 6; % Sembol sürelerinde filtre aralığı

beta = 1; % Roll-off factor
sampsPerSym = 10; % örnekleme oranı

rctFilt = comm.RaisedCosineTransmitFilter(...
    'Shape', 'Normal', ...
    'RolloffFactor', beta, ...
    'FilterSpanInSymbols', Nsym, ...
    'OutputSamplesPerSymbol', sampsPerSym)

% Normalize to obtain maximum filter tap value of 1
b = coeffs(rctFilt);
rctFilt.Gain = 1/max(b.Numerator);

% Parametreler
DataL = 20; % Data length in symbols

```

```

R = 1000; % Data rate
Fs = R * sampsPerSym; % Sampling frequency

% Create a local random stream to be used by random number generators for
% repeatability
hStr = RandStream('mt19937ar', 'Seed', 0);

% rastgele data olusturuyor
x = 2*randi(hStr, [0 1], DataL, 1)-1;
% mili saniyede göstermek icin
tx = 1000 * (0: DataL - 1) / R;

% Filter
yo = rctFilt([x; zeros(Nsym/2,1)]);
% Time vector sampled at sampling frequency in milliseconds
to = 1000 * (0: (DataL+Nsym/2)*sampsPerSym - 1) / Fs;

% Filter group delay, since raised cosine filter is linear phase and
% symmetric.
fltDelay = Nsym / (2*R);
% Correct for propagation delay by removing filter transients
yo = yo(fltDelay*Fs+1:end);
to = 1000 * (0: DataL*sampsPerSym - 1) / Fs;
% filtreli veri cizdiriliyor
plot(to, yo, 'r'); hold on;

%hat kodlama basliyor
NRZ_out=[];
Vp=1;

for index=1:size(x,1)
    if x(index)==1
        NRZ_out=[NRZ_out [1 1 1 1 1 1 1 1 1 1]*Vp];
    elseif x(index)==-1
        NRZ_out=[NRZ_out [1 1 1 1 1 1 1 1 1 1]*(-Vp)];
    end
end
%Line Coding stop

plot(to, NRZ_out, 'b'); hold off;
% Set axes and labels.
axis([0 25 -2.5 2.5]); xlabel('Time (ms)'); ylabel('Amplitude');
legend('NRZ coded data', 'Unipolar Line Coded Data', 'Location',
'southeast')

% CHANNEL MODEL
fpass=1000; %degistir
NRZ_channel_out = lowpass(NRZ_out,fpass,Fs);

% CHANNEL MODEL
NRZ_channel_out_rc = lowpass(yo,fpass,Fs);

figure
plot(to, NRZ_channel_out, 'r'); hold on;
plot(to, NRZ_channel_out_rc, 'b'); hold on;
%stem(tx, x, 'kx'); hold off;
% Set axes and labels.

```

```
axis([0 25 -2.5 2.5]); xlabel('Time (ms)'); ylabel('Amplitude');  
legend('nrz channel out', 'RC coded data', 'Location', 'southeast')  
title('Channel Output Signal fc=1000 Hz')
```

Kesim frekansını fpass ile değiştirilir. Kutuplu NRZ kodu bu. Diğerleri için yalnızca Line coding kısmında bölüm A'da belirttiğim değişiklikler yapılmalıdır.

Soru 8

```
fs=10000; %tabanbant modüle işaretin örnekleme frekansı  
fd=100; %mod. öncesi ikili işaretin örnekleme frekansı  
b=[0 0 0 0 0 0 1 1 0 0 0 0 0 0]; %binary bit dizini  
bnrz=tekkutuplu(b,fd,fs,'nrz'); %nrz işareti  
subplot(421)  
plot(bnrz,'b');  
stairs(bnrz,'LineWidth',2); %ikili bilgi dizinini çizdir  
title('Zamanda kare darbe');  
axis([0 1000 0 1.5]);  
xlabel('t');  
ylabel('amplitude');  
fx=fft(bnrz,13000); %frekans spektrumu hesapla  
subplot(422) %130. örnek fb=1/tb oranına  
karşılık gelir.  
plot(abs(fftshift(fx))); %genlik yanıtı  
title('Darbe işaretinin genlik spektrumu');  
xlabel('frekans Hz');  
ylabel('amplitude');  
  
fr=fx; %alınanı iletilene esitledik  
fr(130:13000-130)=0; %kanalın bantsınırlı olmasını alınan spektruma  
yansıt  
subplot(423)  
plot(abs(fftshift(fr)),'b');  
title('Bant sınırlı kanalın sonunda alınan işaretin genlik  
spektrumu')  
xlabel('frekans Hz');  
ylabel('amplitude');  
a=real(ifft(fr,13000)); %alınan isareti zaman uzayında olustur  
a=a(1:length(bnrz)); %alınan işaretin bilgi kısmını kes  
subplot(424)  
plot(a,'LineWidth',2);  
title('Bant sınırlı kanalın etkisiyle alıcıda alınan işaret biçimi  
)  
axis([0 1000 0 1.5]);  
xlabel('t');  
ylabel('amplitude')
```

Ders kitabındaki koddan faydalanılmıştır.

bnrz=tekkutuplu(b,fd,fs,'nrz'); satırındaki tek kutuplu fonksiyonu;

```
function y=tekkutuplu(isaret,fd,fs,kodlama)

oran=fs/fd;
if strcmp(kodlama,'nrz')
    for i=0:max(size(isaret))-1
        if isaret(i+1)==0
            y(i*oran+1:(i+1)*oran)=zeros(1,oran);
        else
            y(i*oran+1:(i+1)*oran)=ones(1,oran);
        end
    end
elseif strcmp(kodlama,'rz')
    for i=0:max(size(isaret))-1
        if isaret(i+1)==0
            y(i*oran+1:(i+1)*oran)=zeros(1,oran);
        else
            y(i*oran+1:ceil((i+0.5)*oran))=ones(1,ceil(orán*0.5));
            y(ceil((i+0.5)*oran+1):(i+1)*oran)=zeros(1,oran-
round(orán*0.5));
        end
    end
else
    error('hatalı hat kodu');
end
```

Zeynep Saklı 160207013