TOBB Ekonomi ve Teknoloji Üniversitesi
Ele 371 Sinyaller ve Sistemler
Proje - Teslim Tarihi 03/08/2025 23:59

I. KURALLAR VE AÇIKLAMALAR

1) Projeyi tek başınıza yapmalısınız.
2) Yükseköğretim Kurumları Öğrenci Disiplin Yönetmeliğine göre "sınavlarda kopya yapmak veya yaptırmak veya bunlara teşebbüs etmek" fiilinin suçu **Yükseköğretim Kurumundan bir veya iki yarıyıl için uzaklaştırma** cezasıdır.
3) Her bir madde için istenenleri içeren bir rapor yazın. Raporunuza her bir madde için açıklamalarınızı, varsa o madde için kullandığınız Matlab kodlarını (yazı olarak) ve matematiksel analizlerinizi ekleyin.
4) Raporunuza ek olarak Matlab kodlarınızı da teslim etmelisiniz (.m file dosyaları şeklinde).
5) Matlab kodunuzun anlaşılır olması için kısa açıklamalar ekleyin.
6) Raporunuz ve kodunuz için Turnitin değerlendirmesi yapılacaktır. Turnitin ile ilgili bilgiler daha sonra duyurulacaktır.
7) xlabel, ylabel, grid, xlim, ylim, title ve legend gibi komutları kullanarak grafiklerinizi anlaşılır hale getirin.

II. BİRİNCİ KISIM (20 PUAN)

Aşağıdaki kursları kendi Matlab hesabınızla tamamlayın. Her bir kurs için "Certificate & Progress Report" bağlantısına tıklayarak pdf formatında oluşturduğunuz Progress Report'u uzak.etu.edu.tr adresindeki ilgili kısma yükleyin. Ayrıca aynı bölümde "Share progress with another user (e.g., your instructor)" bağlantısına tıklayıp ekazikli@etu.edu.tr adresini girerek ilerlemenizi dersin öğretim üyesi ile paylaşın.

1) Matlab Onramp: https://matlabacademy.mathworks.com/details/matlab-onramp/gettingstarted
2) Signal Processing Onramp: https://matlabacademy.mathworks.com/details/signal-processing-onramp/signalprocessing

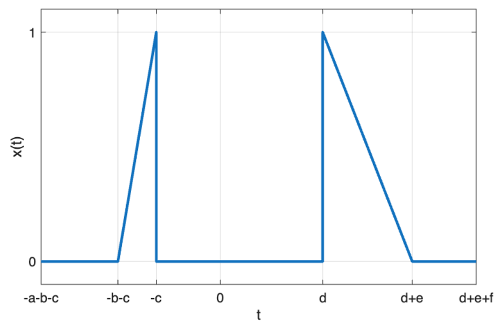
III. İKİNCİ KISIM (25 PUAN)

1) Aşağıdaki Matlab kodunda studentId değişkenini kendi öğrenci numaranız olarak tanımlayın. Bu Matlab kodunu çalıştırıp a, b, c, d, e ve f değerlerini elde edin. Bu değerleri raporunuzda belirtin.

```
studentId = ...;
rng(studentId)
a = randi(4);
b = randi(4);
c = randi(4);
d = randi(4);
```

```
e = randi(4);
f = randi(4);
```

2) Temel dönemi $T = a + b + c + d + e + f$ olan $x(t)$ sinyalinin bir dönemi aşağıda verilmiştir. $x(t)$ sinyalinin matematiksel ifadesini yukarıda elde ettiğiniz a, b, c, d, e ve f değerleri için çıkarın.



3) $x(t)$ sinyalinin Fourier dizisi katsayılarını a_k ile ifade ediyoruz. a_k'yı teorik olarak elde edin. $|a_k|$ ifadesinin k'ya göre grafiğini $k = -30, -29, \ldots, +29, +30$ için Matlab'da stem komutunu kullanarak çizdirin. Teorik analizinizi ve elde ettiğiniz grafiği raporunuza ekleyin. İpucu: a_0 hesabını ve $k \neq 0$ için a_k hesabını ayrı ayrı yapın.

4) $x(t)$ sinyalinin matematiksel ifadesini kullanarak bir döneminin grafiğini Matlab'da çizdirmek istiyoruz. Bu işlemi sürekli zamanda yapamayacağımız için ayrık zaman anları belirlememiz gerekir. $t = -a - b - c$'den $t = d + e + f$'ye kadar 0.01 saniye aralıklarla noktalar tanımlayıp zaman isimli bir vektöre kaydedin. xt adında aynı uzunlukta bir vektör tanımlayıp $x(t)$ sinyalinin ayrık zamanlarda aldığı değerleri bu vektöre kaydedin. zaman ve xt vektörlerini kullanarak $x(t)$ sinyalinin bir döneminin grafiğini Matlab'da plot komutunu kullanarak çizdirin. Grafiği raporunuza ekleyin.

5) Fourier dizileri analizi ile dönemli $x(t)$ sinyalinin aşağıdaki gibi temsil edilebileceğini gösterdik:

$$x(t) = \sum_{k=-\infty}^{+\infty} a_k e^{jk(2\pi/T)t}.$$

$N = 3, 10, 50$ için aşağıda tanımlanmış $\hat{x}_N(t)$ sinyalinin grafiğini Matlab'da plot komutunu kullanarak ayrı ayrı çizdirin. Grafiklere önceki şıktaki orijinal sinyal çizimini ekleyin. N arttıkça $\hat{x}_N(t)$ sinyalinin $x(t)$ sinyaline yakınsadığını gözlemleyin. Grafikleri raporunuza ekleyin.

$$\hat{x}_N(t) = \sum_{k=-N}^{+N} a_k e^{jk(2\pi/T)t}$$

IV. ÜÇÜNCÜ KISIM (25 PUAN)

1) Aşağıdaki Matlab kodunda studentId değişkenini kendi öğrenci numaranız olarak tanımlayın. Bu Matlab kodunu çalıştırıp a, b, c, d, e ve f değerlerini elde edin. Bu değerleri raporunuzda belirtin.

```
studentId = ...;
rng(studentId)
a = randi(10);
b = a+randi(10);
c = randi(10);
```

2) Sinc fonksiyonu aşağıdaki gibi tanımlanmıştır:

$$\mathrm{sinc}(\alpha t) = \frac{\sin(\alpha t)}{\pi t}.$$

$h_1(t) = \mathrm{sinc}(at)$, $h_2(t) = \mathrm{sinc}(bt) - \mathrm{sinc}(at)$ ve $h_3(t) = \mathrm{sinc}(at)\cos(ct)$ sinyallerini $t \in (-50, 50)$ zaman aralığında ve zaman ekseninde 0.01 saniye aralıklarla sinyallerden örnekler alarak Matlab'da plot komutunu kullanarak ayrı ayrı grafiklerde çizdirin. İpucu: $t = 0$ için sinc fonksiyonunun aldığı değeri L'Hopital kuralını kullanarak elde edin.

3) $h_1(t)$, $h_2(t)$ ve $h_3(t)$ sinyallerinin sürekli zaman Fourier dönüşümlerini teorik olarak elde edin. $|H_1(j\omega)|$, $|H_2(j\omega)|$ ve $|H_3(j\omega)|$ fonksiyonlarının grafiklerini ω'ya göre Matlab'da plot komutunu kullanarak ayrı ayrı çizdirin. Grafiklerde frekans aralığını $\omega \in (-50, 50)$ alın ve frekans ekseninde 0.01 radyan/saniye aralıklarla fonksiyonlardan örnekler alın. Grafikleri ve teorik analizinizi raporunuza ekleyin. $h_1(t)$, $h_2(t)$ ve $h_3(t)$ doğrusal ve zamanla değişmez sistemlerin dürtü yanıtları olduğunda gerçekleştirdikleri işlemleri yorumlayın.

4) $h_4(t) = h_1(t)h_2(t)$ ve $h_5(t) = h_2(t) * h_3(t)$ sinyallerinin sürekli zaman Fourier dönüşümlerini teorik olarak elde edin. Fourier dönüşümü özelliklerini kullanabilirsiniz. $|H_4(j\omega)|$ ve $|H_5(j\omega)|$ fonksiyonlarının grafiklerini ω'ya göre Matlab'da plot komutunu kullanarak ayrı ayrı çizdirin. Grafiklerde frekans aralığını $\omega \in (-50, 50)$ alın ve frekans ekseninde 0.01 radyan/saniye aralıklarla fonksiyonlardan örnekler alın. Grafikleri ve teorik analizinizi raporunuza ekleyin. Not: $*$ evrişim integralini ifade etmektedir.

5) Bu bölümde Fourier dönüşümü hesabını Matlab'da fft ve fftshift komutlarını kullanarak gerçekleştireceğiz. $t \in (-10, 10)$ zaman aralığında ve zaman ekseninde $T_s = 0.01$ saniye aralıklarla $h_1(t)$ sinyalinden ayrık örnekler alıp h1t vektörüne kaydedin. h1t vektörüne $N = 4096$ için sırasıyla fft ve fftshift komutlarını uygulayın. Elde ettiğimiz vektör $H_1[k]$ sürekli zaman Fourier dönüşümünün aşağıda ifade edildiği gibi belirli ayrık frekanslardaki örneklerine karşılık gelmektedir:

$$H_1[k] = \frac{1}{T_s} H_1(j\omega)\Big|_{\omega = \frac{2\pi(k-N/2-1)}{NT_s}}, \quad k = 1, 2, \ldots, 4095, 4096.$$

Elde ettiğiniz $H_1[k]$'yı kullanarak $|H_1(j\omega)|$ ifadesinin ω'ya göre grafiğini Matlab'da plot komutunu kullanarak çizdirin. Bu şıkkı $h_2(t)$, $h_3(t)$ ve $h_4(t)$ için tekrar edin. Grafikleri raporunuza ekleyin.

Grafikleri önceki şıktaki teorik sonuçlarınızla karşılaştırın ve yorumlayın. Karşılaştırma için grafikleri yeterince yakınlaştırın ve raporunuza bu grafikleri ekleyin.

V. DÖRDÜNCÜ KISIM (30 PUAN)

1) Aşağıdaki Matlab kodunda studentId değişkenini kendi öğrenci numaranız olarak tanımlayın. Bu Matlab kodunu çalıştırıp a, b ve c değerlerini elde edin. Bu değerleri raporunuzda belirtin.

```
studentId = ...;
rng(studentId)
a = 2+randi(8);
b = 2+randi(8);
c = 2+randi(8);
```

2) Doğrusal ve zamanla değişmez ayrık zaman sisteminin girişi $x[n]$ ve çıkışı $y[n]$ ile ifade edilmektedir. Giriş çıkış ilişkisi aşağıdaki gibidir:

$$y[n] = -(1/a)y[n-1] + (1/b)y[n-2] + (1/c)x[n].$$

$x[n] = \delta[n]$ için çıkış sinyalini yukarıdaki eşitliği yinelemeli bir şekilde uygulayarak elde eden Matlab kodu yazın. Buradaki çözüm için kitaptaki Örnek 2.15'i inceleyin. $h[n]$ sinyalinin grafiğini $n = -100, -99, \ldots, 99, 100$ için Matlab'da stem komutunu kullanarak çizdirin.

3) Yukarıdaki eşitliği frekans uzayına alarak (ayrık zaman Fourier dönüşümü) sistemin frekans yanıtını $H(e^{j\omega})$'yı teorik olarak elde edin. Frekans yanıtının grafiğini $\omega \in (-\pi, \pi)$ için 0.01 radyan/saniye aralıklarla Matlab'da plot komutunu kullanarak çizdirin. Frekans yanıtını kısmi kesirlere ayrıştırıp (partial fraction expansion) ters Fourier dönüşümü uygulayarak dürtü yanıtını elde edin.

4) Giriş sinyali $x[n] = (1/2)^n u[n]$ olduğu durumda çıkış sinyalini teorik olarak hesaplayın. Teorik analizinizi raporunuza ekleyin. İpucu: Çıkış sinyalinin ayrık zaman Fourier dönüşümünü kısmi kesirlere ayrıştırıp ters Fourier dönüşümü uygulayın.

5) Matlab'da filter komutunun kullanımını açıklayın. Giriş sinyalinden $x[n] = (1/2)^n u[n]$ $n = -100, -99, \ldots, 99, 100$ için örnekler oluşturup xn adından bir vektöre kaydedin. Bu giriş sinyali için çıkış sinyalini Matlab'da filter komutunu kullanarak hesaplayın. Çıkış sinyalinin grafiğini $n = -20, -19, \ldots, 19, 20$ için Matlab'da stem komutunu kullanarak çizdirin.

6) Matlab'da conv komutunun kullanımını açıklayın. Giriş sinyalinden $x[n] = (1/2)^n u[n]$ $n = -100, -99, \ldots, 99, 100$ için örnekler oluşturup xn adından bir vektöre kaydedin. Bu giriş sinyali için çıkış sinyalini Matlab'da conv komutunu kullanarak hesaplayın. Çıkış sinyalinin grafiğini

$n = -20, -19, \ldots, 19, 20$ için Matlab'da stem komutunu kullanarak çizdirin. İpucu: conv komutunun verdiği sonucun çıkış sinyalinin hangi zamanlarına karşılık geldiğine dikkat edin.

7) $x[n] = (1/2)^n u[n]$ giriş sinyalinden $n = -100, -99, \ldots, 99, 100$ için örnekler oluşturup xn adından bir vektöre kaydedin. Teorik olarak elde ettiğiniz $h[n]$ sinyalinden $n = -100, -99, \ldots, 99, 100$ için örnekler oluşturup hn adında bir vektöre kaydedin. $N = 512$ için xn vektörüne fft komutu uygulayın. Elde ettiğiniz $X[k]$ vektörü aşağıda belirtildiği gibi $X(e^{j\omega})$ fonksiyonundan ayrık örneklere karşılık gelmektedir:

$$X[k] = X(e^{j\omega})\Big|_{\omega=\frac{2\pi(k-1)}{N}}, \quad k = 1, 2 \ldots, 511, 512.$$

$X[k]$ vektörünü kullanarak $|X(e^{j\omega})|$ fonksiyonun grafiğini Matlab'da plot komutunu kullanarak çizdirin. Aynı işlemleri $h[n]$ için tekrarlayın. Zamanda evrişimin frekansta çarpmaya karşılık gelmesi özelliğini kullanarak $Y(e^{j\omega})$'yı elde edin ve $|Y(e^{j\omega})|$ fonksiyonunun grafiğini Matlab'da plot komutunu kullanarak çizdirin. ifft komutunu kullanarak $y[n]$ sinyalini elde edin ve grafiğini çizdirin.

8) Önceki dört maddedeki çıktıları Matlab'da aynı grafikte çizdirin. Sonuçları karşılaştırın.