

YILDIZ TECHNICAL UNIVERSITY
FACULTY of ELECTRICAL & ELECTRONICS ENG. / DEPT. of COMPUTER ENGINEERING

Student Name Surname:	Number:	Signature:
Course: BLM3620 Digital Signal Processing	Date/Time: 09/06/2023 09:00	Duration: 70 min.
Exam. Type: Final	MidTerm	MakeUp
Instructor: Assoc. Prof. Dr. Ali Can Karaca & Dr. Ahmet Elbir	Final <input checked="" type="checkbox"/>	MUFinal

ÖNEMLİ NOTLAR

- Her soru için çözümünüzü veya çözümün fotoğrafını soruların altındaki boşluklara ekleyiniz.
- Çözümlerinizi PDF olarak sadece online.yildiz.edu.tr sistemine yükleyiniz. E-posta kabul edilmeyecektir.
- Tüm çözümleri kurşun kalemle yazmalısınız, her sayfanın sol-üst köşesine mavi mürekkepli kalemle AD-SOYAD yazınız. Dijital olarak veya IPAD vb cihazlara el yazısı olarak yazılan çözümler kabul edilmeyecektir.**
- Sınavın son 5-10 dakikasını cevap yükleme süresi olarak ayırmayı unutmayınız. Kendiniz saat tutunuz, sistemin gösterdiği saat içsel olarak doğru olsa da bu saat bilgisi web tarayıcıda düzenli olarak güncellenmeyebiliyor.
- Yüklemenin başarılı olduğunu gösteren ekranın ekran görüntüsünü kanıt olarak kaydediniz. Kanıt olmadan, olağan dışı sorunlar olunca e-posta vb. diğer kanallardan gönderilen çözümler kabul edilmeyecektir.**

S1) (20p) $x[n] = [2, 1, 4, 0]$ ayrık zamanlı işareti verilmektedir. Bu ayrık zamanlı işaretin frekans düzlemindeki karşılığını 4 noktalı DFT kullanarak hesaplayınız. Yaptığınız işlemleri DFT formülü kullanarak adım adım gösteriniz, **FFT kullanmayınız**. DFT özellikleri ile kısa yoldan hesaplama için ilgili özelliği açıklayarak kullanabilirsiniz. Doğrudan yazılan çözümler kabul edilmeyecektir.

$$X[k] = \sum_{n=0}^{N-1} x[n] \cdot e^{-j \frac{2\pi}{N} \cdot k n}$$

$X[0]$ hesaplaması

$$X[0] = \sum_{n=0}^3 x[n] \cdot e^{-j \frac{2\pi}{4} \cdot 0 \cdot n}$$

$X[1]$ hesaplaması

$$X[1] = \sum_{n=0}^3 x[n] \cdot e^{-j \frac{2\pi}{4} \cdot 1 \cdot n}$$

$X[2]$ hesaplaması

$$X[2] = \sum_{n=0}^3 x[n] \cdot e^{-j \frac{2\pi}{4} \cdot 2 \cdot n}$$

$X[3]$ hesaplaması

$$X[3] = \sum_{n=0}^3 x[n] \cdot e^{-j \frac{2\pi}{4} \cdot 3 \cdot n}$$

DFT hesaplaması

$$X[0] = 7$$

$$X[1] = -2 - j$$

$$X[2] = 5$$

$$X[3] = -2 + j$$

S2) (15p) Aşağıdaki soruları birbirinden bağımsız olarak kısaca cevaplayınız. Cevabı anlamsız veya yanlış hale getiren, soruyla alakası olmayan veya gereksiz ayrıntıya yer veren uzun ifadeler olmamalıdır. Aksi halde cevap yanlış olarak değerlendirilecektir

a) FFT ve STFT (Windowing) kavramlarını aralarındaki farkları belirterek kısaca açıklayınız.

1) FFT (Fast Fourier Transform):

FFT, sinyallerin frekans alanındaki temsillerini elde etmek için kullanılan bir algoritmadır. Tek boyutlu bir sinyali alır ve onun frekans spektrumunu çıkarır. Ancak, FFT'nin sınırlılıklarından biri, sinyalin tüm süresi boyunca aynı frekans bileşenlerine sahip olduğunu varsaymasıdır. Yani, FFT zaman-frekans çözünürlüğü sağlayamaz.

2) STFT (Short-Time Fourier Transform) ve Windowing:

STFT, bu zaman-frekans çözünürlüğü eksikliğini gidermek için tasarlanmış bir tekniktir. Sinyali kısa zaman dilimlerine ("pencereler") böler ve bu pencerelere FFT uygular. Bu sayede, hem zaman hem de frekans bilgisi elde edilir, yani sinyalin zamanla nasıl değiştiği hakkında bilgi alınabilir.

b) Spectrogram'ın FFT ve STFT ile ilişkisi nedir, kısaca belirtiniz. Spectrogram'ı hangisiyle birlikte kullanmak en uygundur kısaca açıklayınız.

Spectrogram, bir sinyalin zamanla nasıl değiştiğini gösteren bir görüntü oluşturmak için FFT veya STFT'nin sonuçlarından oluşturulur. Ancak zaman-frekans çözünürlüğü nedeniyle, Spectrogram oluşturmak için STFT kullanmak genellikle daha uygundur.

c) Kaydedilmiş bir ses dosyasının STFT ve Spectrogram sonucunu elde etmek için yapılması gerekenleri sözde kod olarak maddeler halinde açıklayınız

1. Gerekli kütüphaneleri (örn. bir ses dosyasını okuyabilecek, STFT hesaplayabilecek ve Spectrogram oluşturabilecek bir kütüphane) projeye dahil et.
2. Kaydedilmiş ses dosyasını okuy.
3. STFT'yi hesaplamak için gereken parametreleri belirle.
4. Belirlenen pencere boyutu ve tipi ile STFT'yi hesapla.
5. STFT'nin mutlak değerinin karesini alarak Spectrogram'ı hesapla.
6. Sonuçları görselleştir.

GPT 2 TÜRLÜ CEVAP VERDİ ONA GÖRE

```
START
IMPORT gerekli kütüphaneler
SET dosya_yolu = 'ses_dosyasi.wav'
READ ses_dosyasi dosya_yolu
SET pencere_boyutu ve pencere_tipi (örneğin Hanning, Hamming vb.)
FOR her pencere içinde sinyal
CALCULATE STFT kullanarak frekans bilgisi
ENDFOR
CALCULATE Spectrogram, STFT'nin mutlak değerinin karesini alarak
DISPLAY Spectrogram ve STFT sonuçları
END
```

S4) (30p) Aşağıda giriş-çıkış ilişkisi verilen doğrusal ve zamanla değişmez (LTI) bir sistem ile ilgili sorulara cevap veriniz.

$$y[n] - 0.1y[n - 1] - 0.2y[n - 2] = x[n] - x[n - 2]$$

- a) Sistemin transfer fonksiyonu $H(z)$ 'yi elde ediniz. (10p)
- b) Sıfır-kutup düzleminde (karmaşık düzlemde) sıfır, kutup ve yakınsaklık alanını (ROC) gösteriniz. (10p)
- c) Filtreyi kararlılık açısından inceleyiniz. Kararlı mıdır, neden? (5p)
- d) Sıfır ve kutupların konumlarına bakarak filtrenin tipini belirleyiniz (Örn. alçak geçiren, yüksek geçiren, bant geçiren veya bant durduran filtre). (5p)

→ penelde. kutupların mutlak değeri 1'den küçükse sistem kararlıdır

S3) (5x3=15p) Aşağıdaki ifadelerin her birisi için True/False cevabını işaretleyiniz.

- Eğer $z = -1$ konumuna iki sıfır ve $z = 1$ konumuna iki kutup eklenirse, sistem tasarımı bir yüksek geçiren filtre gibi davranacaktır.
- Doğrusal konvolüsyon ve dairesel konvolüsyon sonuçları farklıdır ancak sinyallere sıfırlar eklenerek de aynı sonuçlar elde edilebilir.
- Bir sayısal işarete 5 noktalı ortalama filtresi uygulanırsa elde edilen işaret gürültüleri azaltılmış veya yok edilmiş hale gelebilir.
- *fft sadece frekans bilgisini verir*
N noktalı bir işarete FFT uygulandığında elde edilen işareten zaman-frekans ve genlik bilgisi elde edilebilir.
- Pencereleme, frekans alanındaki istenmeyen spektral etkileri azaltmak için periyodik sinyaller için güçlü bir ön işleme tekniğidir

FALSE

TRUE

TRUE

FALSE

TRUE

$$y[n] - 0.1y[n-1] - 0.2y[n-2] = x[n] - x[n-2]$$

Transfer fonksiyonu $H(z)$

$$Y(z) - 0.1Y(z)z^{-1} - 0.2Y(z)z^{-2} = X(z) - X(z)z^{-2}$$

$$Y(z)(1 - 0.1z^{-1} - 0.2z^{-2}) = X(z)(1 - z^{-2})$$

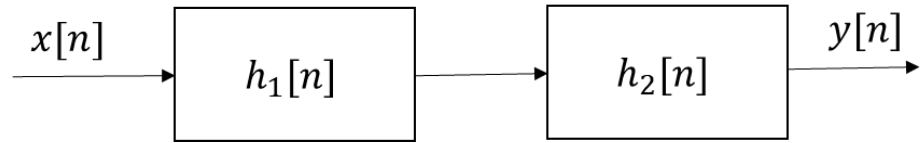
$$H(z) = \frac{Y(z)}{X(z)} = \frac{1 - z^{-2}}{1 - 0.1z^{-1} - 0.2z^{-2}}$$

şifirler! $z^2 = 1$

Gözümleri $z \pm 1$

Kutplar $1 - 0.1z^{-1} - 0.2z^{-2} = 0$ denkleminin gözümleri 2 değerleridir ve ROC, kutpların dışında olan bölgeyi kapsar

S5) (20p)



Yukarıda gösterilen iki nedensel DZD/LTI sisteminin kaskad ara bağlantısı veriliyor. Bu sistemlerin dürtü yanıtı (impulse response) aşağıda verilmiştir.

$$h_1[n] = 2u[n-2] - 2u[n+1], \quad h_2[n] = -\frac{1}{3}\delta[n-1]$$

Z dönüşümünü kullanarak sistemlerin genel transfer fonksiyonu $H(z)$ 'yi ve sistemin genel dürtü yanıtı $h[n]$ 'i ifade ediniz. Elde edilen dürtü yanıtını nasıl bir filtre ile elde edebilirsiniz, yorumlayınız.

$$1[n] - 2[n-1] - 2u[n+1]$$

$$h_1[n] = 20[n-2] - 20[n+2]$$

$$h_2[n] = -\frac{1}{3} f[n-1]$$

$$H_1(z) = 2z^{-2} \cdot \frac{1}{1-z^{-1}} - 2$$

