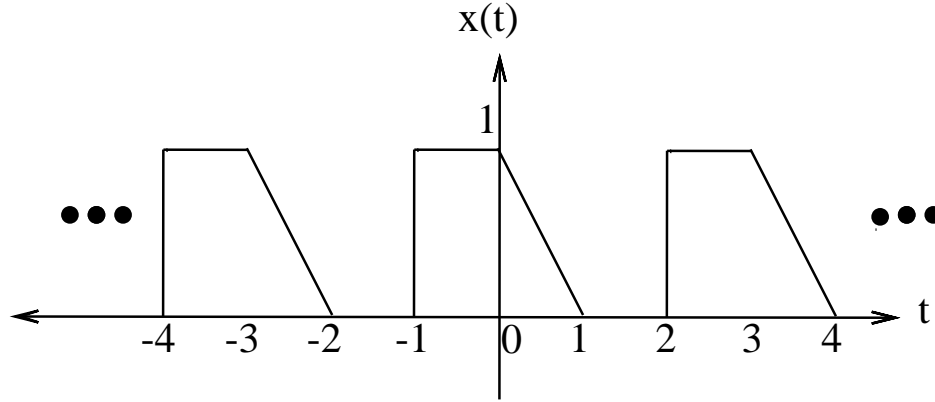


## Proje 2

Bu projede Fourier serisi ve Fourier dönüşümü kavramlarını inceleyeceğiz.

### 1. *Fourier Serisi*



Yukarıdaki şekilde verilen  $T = 3$  ile periyodik dalganın Fourier serisi katsayılarını hesaplayınız ve fonksiyonu

$$x(t) = a_0 + \sum_{k=1}^{\infty} 2a_k \cos(k\omega_0 t)$$

ifadesine uygun şekilde yazınız.

- (a) MATLAB’da  $x(t)$  fonksiyonunu,  $t \in [-2.5, 2.5]$  aralığı için çizdirmek istiyoruz. Bu işlemi sürekli zamanda yapamayacağımız için ayrık zaman anları belirlemeniz gerekir.  $-2.5$ ’ten  $2.49$ ’a kadar  $0.01$  aralıkla 500 nokta tanımlayıp, “zaman” isimli vektöre kaydediniz. Yine 500 noktalı “xt” vektörünü linspace komutunu kullanarak tanımlayıp, bu vektörü “zaman” isimli vektörünüze karşılık plot komutunu kullanarak çizdiriniz.

```
1 plot(zaman, xt)
2 xlabel('zaman')
3 ylabel('x(t)')
4 title('x(t) fonksiyonu')
```

- (b)  $K = 0$  için  $\hat{x}_0(t) = a_0$  olur. Tüm zaman değerleri için  $a_0$  değerini alan bu fonksiyonunu MATLAB’da çizdirin.  $a_0$  değeri,  $x(t)$  fonksiyonu için neye karşılık gelir, fiziksel anlamı nedir?

(c)

$$\hat{x}_K(t) = a_0 + \sum_{k=1}^K 2a_k \cos(k\omega_0 t) \quad (1)$$

fonksiyonlarını,  $K = 1, 3, 5, 7, 9$  için aynı grafiğin üzerine çizdirin. Grafiğinize lejant ekleyin.  $K$  değeri arttıkça ne olduğunu yorumlayın.

## 2. Hesaplanmış Fourier dönüşümünü MATLAB’da çizdirmek

(a)  $\text{sinc}^2(t)$  fonksiyonu

$$\text{sinc}^2(t) = \frac{\sin^2(\pi t)}{(\pi t)^2}$$

olarak tanımlanmıştır. Bu fonksiyonu -5’ten 5’e 1001 noktalı bir vektör olarak MATLAB’da **zamana karşı** çizdiriniz, yatay ve dikey eksenleri belirtiniz.

(b)  $\text{sinc}^2(t)$  fonksiyonunun sürekli zaman Fourier dönüşümü  $\mathcal{F}\{\text{sinc}^2(t)\}$  nedir, teorik olarak hesaplayınız. Kitaptaki tablolardan ve Fourier dönüşümünün özelliklerinden yararlanabilirsiniz. Bulduğunuz sonucu MATLAB’da çizdiriniz. Yatay ve dikey eksenleri belirtiniz. Bu fonksiyon, yatay eksenini hangi açısal frekans değerlerinde kesmektedir?

1 `axis([-8,8,-0.1,1.2])`

komutunu kullanarak yatay eksen aralığını  $[-8, 8]$ , dikey eksen aralığını  $[-0.1, 1.2]$  olarak sabitleyiniz.

## 3. Zamanda kırpılmış sinyalin Fourier dönüşümü

Şimdi amacımız  $\text{tsinc}^2(t)$  fonksiyonunun Fourier dönüşümünü MATLAB’da hesaplatmak. Ancak, MATLAB sürekli zaman ve/veya sürekli frekans sinyalleri hesaplayamaz. Ayrıca sonsuz uzunluklu fonksiyonlar ile de çalışamaz. Bu nedenle ne  $\text{tsinc}^2(t)$  fonksiyonunu olduğu gibi yazabiliriz, ne de MATLAB tam olarak  $\mathcal{F}\{\text{tsinc}^2(t)\}$  fonksiyonunu hesaplayabilir. Bunun için sonsuz uzunluklu  $\text{tsinc}^2(t)$  fonksiyonunu öncelikle kırpmalıyız. Kırpma işlemini  $\text{tsinc}^2(t)\Pi(t)$  çarpımı ile gerçekleştirebiliriz. Burada

$\Pi(t)$  fonksiyonu

$$\Pi(t) = \begin{cases} 1, & |t| < 5 \\ 0, & \text{diğer} \end{cases}$$

olarak tanımlanmıştır.  $\text{tsinc}^2(t)\Pi(t)$  fonksiyonunun Fourier dönüşümünü kitabınızdaki tablolardan ve Fourier dönüşümünün özelliklerinden yararlanarak hesaplayınız. Frekanstaki evrişim işlemini MATLAB’a yaptırınız. MATLAB’daki evrişim sonucu kaç noktalı olur? Evrişim sonucunu **açısal frekansa karşı** çizdiriniz.

#### 4. Fourier Dönüşümünü MATLAB’da hesaplamak

- (a) Bir önceki maddelerde Fourier dönüşümünü kendimiz hesapladık, MATLAB’da sadece çizimini gerçekleştirdik. Şimdi Fourier dönüşüm hesabını da MATLAB’a yaptıralım. Bu amaç için “fft” ve “fftshift” komutlarından yararlanacağız. fft ve fftshift komutları nasıl çalışır, açıklayınız. Bu komutları kullanarak  $\text{sinc}^2(t)\Pi(t)$  fonksiyonunu, -5’ten, 5’e kadar 1001 noktalı bir vektör olarak tanımlayınız. Bu vektörün fft’sini MATLAB’a  $N = 4096$  için hesaplatınız, ardından fftshift komutunu kullanınız. Bu işlemler bize bir  $X[k]$  vektörünü sonuç olarak verir, vektör  $N$  uzunluğundadır.  $k$  indeks değerleri ile açısal frekans arasında

$$\omega = \frac{2\pi[k - N/2 - 1]}{NT_s}$$

ilişkisi vardır,  $k = 1, 2, \dots, N$ ,  $\omega \in [-\pi/T_s, \pi/T_s]$ . Ayrıca fft sonucu bulunan genlik değerlerini de  $T_s$  ile çarpmak gerekir. Diğer bir deyişle MATLAB’ın hesapladığı sonuç vektörü  $X[k]$  ile, sürekli zaman Fourier dönüşümü arasındaki ilişki:

$$X[k] = \frac{1}{T_s} X(j\omega)|_{\omega = \frac{2\pi[k - N/2 - 1]}{NT_s}}$$

şeklinde dir. Dikkat edilmesi gereken bir diğer nokta  $X[k]$  vektörünün karmaşık olabileceğidir. Bu nedenle mutlak değerini alarak (abs komutu) genlik spektrumunu çizdirmek gerekir. MATLAB’da hesapladığınız Fourier dönüşümünü **açısal frekansa** karşı çizdiriniz. Karşılaştırma açısından yine önceki şıklardaki eksen aralıklarını kullanınız. Sonuçları karşılaştırıp yorumlayınız.

- (b) Bir önceki şıktaki işlemlerin aynısını  $N = 128, 256, 512, 1024$  için yapınız. Sonuçları yorumlayınız.

**Teslim edilecekler:** adsoyadproje1.doc şeklinde kaydedilmiş, kod, grafik ve yorumlarınızı içeren bir Word dosyası Turnitin üzerinden gönderilmelidir. Ödev Turnitin’de tanımlanmıştır.

**Teslim tarihi:** 21 Nisan 2021 Salı günü saat 17.30’ye kadar. Turnitin bu saatten sonra teslim kabul etmemektedir. Lütfen geç göndermeyiniz.

**ÖNEMLİ UYARI 2:** Yükseköğretim Kurumları Öğrenci Disiplin Yönetmeliği Madde 9-m’ye göre “sınavlarda kopya yapmak veya yaptırmak veya bunlara teşebbüs etmek” fiilinin suçu YÜKSEKÖĞRETİM KURUMUNDAN BİR VEYA İKİ YARIYIL İÇİN UZAKLAŞTIRMA cezasıdır.

Turnitin sonucu %45’tan yüksek çıkan raporlarda kopya çekildiği kabul edilecektir. Bu durumdaki raporlar 0 alacaktır.