# B4112-P
# HARMONİK SENTEZ
# KULLANIM KILAVUZU

## GİRİŞ

Bu panel, fourier teorisinin periyodik sinyallerinin spektral bileşimi üzerinde bir uygulamasıdır. Panel, frekansları 300,600,900.....2400 Hz olan ve fazı dikkatle kontrol edilen EPROM hafızalarının ürettiği 8 sine dalga sağlar.

Bu sine dalgaların,sentezlenecek dalga şeklinin, temel ilke ve harmonisi olarak kullanılmak üzere, seviyesi ayarlanır ve toplanır.

Herhangi periyodik bir dalga formu sentezlenebilir. Verilen deneylerde bulunan örnekler:

- Kare Dalga
- Üçgen
- Sine Yarı Dalga
- Parabol
- Üstel

Panele +/- 15v'lik bir kaynak tarafından güç verilir.Bizim B4190 güç kaynağımızın kullanılması tavsiye edilir.
Bu kaynakların her birinden geçen güç akımı 100mA'yı geçmez.

Bu eğitim setinin,bütün eğitim özelliklerinin kullanılabilmesi, basit ve genel amaçlı laboratuar cihazlarının kullanılmasını gerektirir:

- İki hatlı osiloskop,20 MHz band genişliği
- Frekans metre

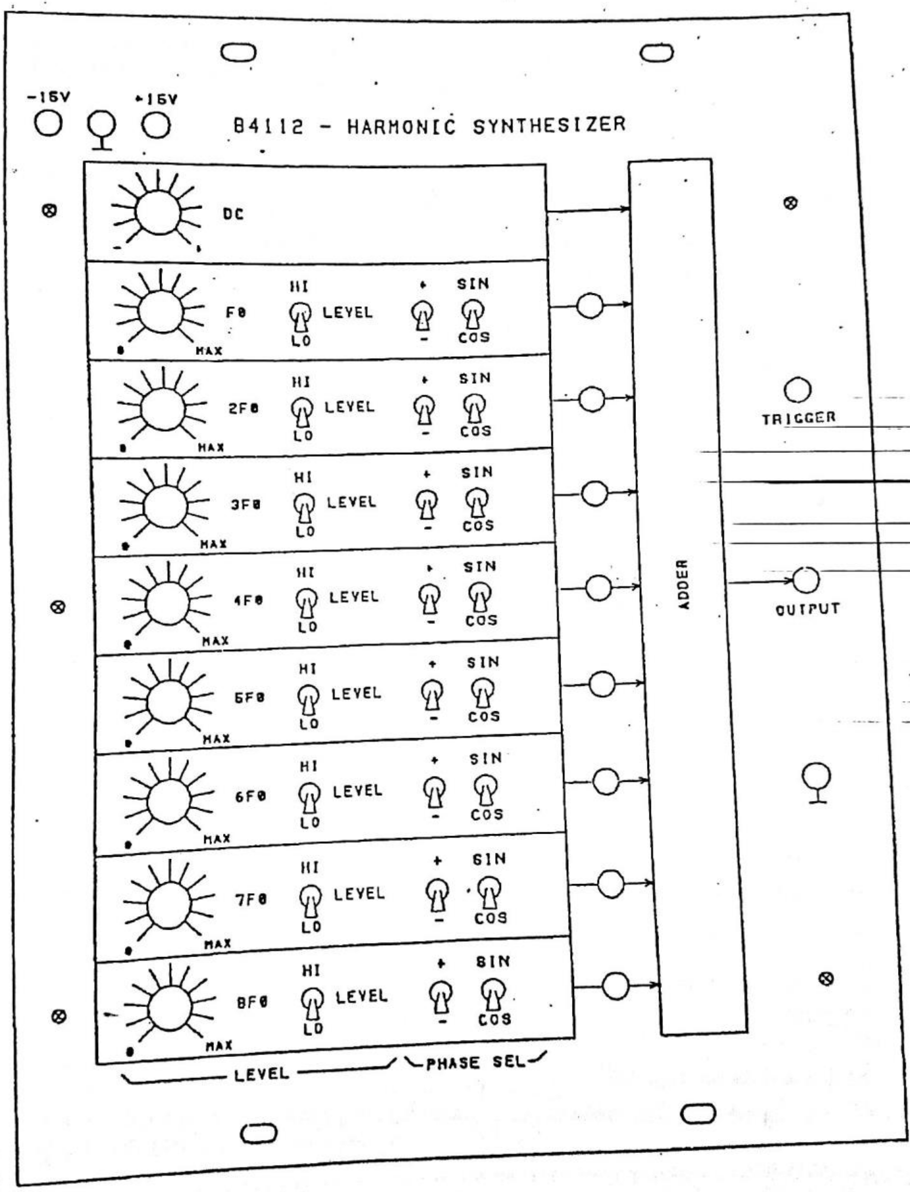
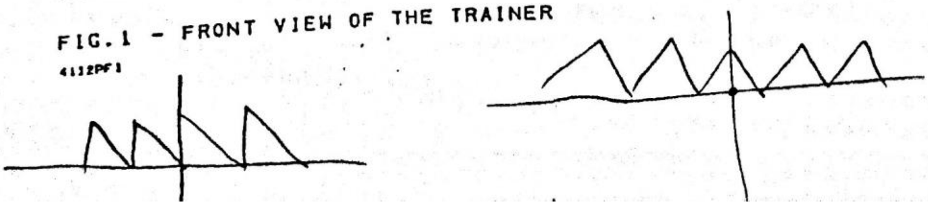



FIG.1 - FRONT VIEW OF THE TRAINER

4112PF1



## FOURİER TEORİSİ-TEORİNİN GÖZDEN GEÇİRİLMESİ

Bazı matematiksel şartlara uyan PERİYODİK fonksiyonların,sonsuz sayıda temel terim veya KOMPONENTLER' den oluştuğu kabul edilebilir.

Her bir komponent, periyodu orijinal fonksiyon periyoduna eşit veya bunun alt katı olan farklı genliğin, sinüsoid bir fonksiyonudur.

Fourier serisine açılımı için periyodik fonksiyonun doğrulaması gereken matematiksel şartlar oluştukça kompleks fakat çok sınırlayıcı değildir. Eğer kendimizi matematiksel şartları genel olarak değilde, elektronikte karşılaşılan PRATİK DALGA ŞEKİLLERİ olarak kabul etmek için zorlarsak, şundan emin olabiliriz ki bunlardan herhangi birisi Fourier serisine geliştirilebilir. Bunun için aşağıdakilerde, fonksiyonlardan çok dalga şekillerinden bahsedeceğiz.

Sonuçta herhangi bir dalga şekli f(t) aşağıdaki genel formda gösterilebilir.

$$f(t) = \frac{A_0}{2} + \sum_{n=1}^{\infty} A_n \cos(n\omega t) + B_n \sin(n\omega t)$$

burada $A_n$ ve $B_n$ her bir sine dalga komponenti için gerekli genlik katsayısıdır.
Bu sonuncular aşağıdaki genel anlatımla verilir

$$A_n = \frac{2}{T} \int_{-T/2}^{T/2} f(t) \cos(n\omega t)\,dt$$

$$B_n = 2/T \int_{-T/2}^{+T/2} f(t) \sin(n\omega t)\,dt$$

**t=waveshape period**
**ω= angular frequency**

Şunlara dikkat edin:

- n=0 olan terim,sıfır-frekans komponentidir,yani genliği $A_0/2$ olan DC seviyesidir.
- n=1 olan terim orijinal dalga şekli ile aynı frekansa sahiptir ve FUNDEMENTAL (ana) terim olarak adlandırılır,diğerleri harmoniktir.
- Farklı terimlerin genlik katsayıları, her bir harmoniğin daha yüksek sıralaması için düşme eğilimi gösterir. Fourier serisinin,armoniklerinin genliği hızlı veya yavaş olarak azaldıkça, daha hızlı veya daha yavaş birleştiği söylenir .

- Belirli bir sıranın ötesinde,harmonik komponentler bütün pratik amaçlar için gözardı edilebilmesi için böyle düşük bir genliğe sahiptir,yani,bunlar orijinal dalga şeklini f(t) oluşturmada çok az katkıda bulunurlar.

## SİMETRİK DALGA ŞEKİLLERİ

$A_n$ ve $B_n$ terimlerinin hesaplanması genel olarak zordur. Ekseni etrafında belirli simetri özelliğine sahip dalga şekilleri için önemli bir basitleştirme mevcuttur. Şimdi bu simetri durumlarından söz edelim:

### Yatay Eksen Etrafında Simetri

Bu ekseni DC gerilim seviyesi olarak düşünelim

$$f(t) = -f\left(t + \frac{T}{2}\right)$$

Bu matematik tanımlama "sinyali yarım devir ileri hareket ettir ve yatay eksen çevresinde aşağı doğru katla" olarak özetlenebilir.

Eğer bu durumda tam bir üst üstte binme söz konusu ise,simetri vardır. Bu böyle bir dalga için Fourier serisinin sadece tek sayıları içerdiğini belirtir. Çift indeksli bütün katsayılar sıfır olacaktır.

### Dikey Eksen Etrafında Simetri

Dikey simetrinin ilk tipi ;

$F(t) = f(-t)$
Bu matematiksel eşitlik : "eğriyi dikey eksen etrafında katlayın" anlamına gelir.
Eğer üst üstte geliyorsa,dalga şekli EVEN (çift) simetriye sahip denir ve bunun serileri sadece kosinüs terimleri içerir.
$(B_n=0)$
orijinal sinyal kosinüs bir dalga olarak yerleştirilir.
Bir başka tip dikey simetri:
$F(t) = -f(-t)$
Bu eşitlik:" eğriyi dikey eksen çevresinde katlayın ve sonra aşağı doğru katlayın " anlamına gelir.
Eğer şimdi üst üstte gelme varsa dalga şekli ODD(tek) simetriye sahip denir ve bunun serileri sadece sinüs terimlerini içerir
$(A_n=0)$.
Orijinal sinyal bir sine dalga olarak yerleştirilir.

2,3,4 nolu figürler simetrik dalga şekli örnekleridir.
Figür 5'teki gibi bir kare dalga için,simetri araştırması;
Sadece tek terimler ve sadece sinüs terimleri. $A_0=0$ gösterir.

Figür 6,sonuçları frekans spektrumu olarak çizilmiş bir şekilde gösterir. Burada frekanslar yatay eksen üzerinde ve bunların genlikleri de eksen üzerinde yerleştirilmiştir.

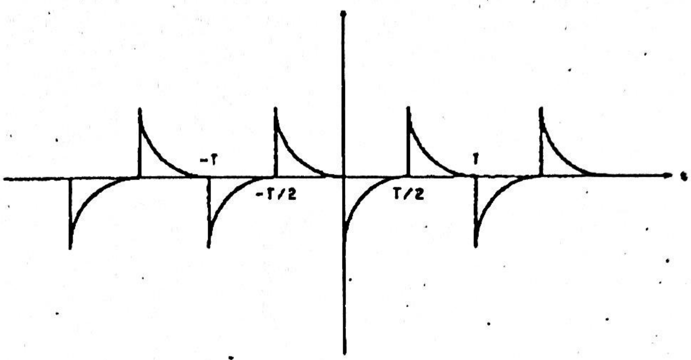



FIG.2 - EXAMPLE OF A WAVESHAPE SYMMETRICAL AROUND THE HORIZONTAL AXIS

4112PF2

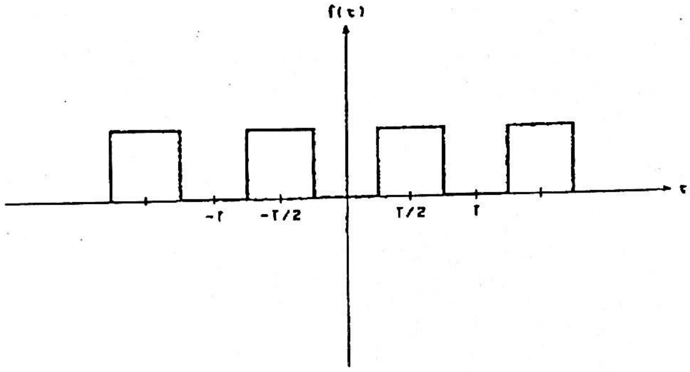



FIG.3 - EXAMPLE OF A WAVESHAPE WITH EVEN SYMMETRY AROUND THE VERTICAL AXIS

4112PF3

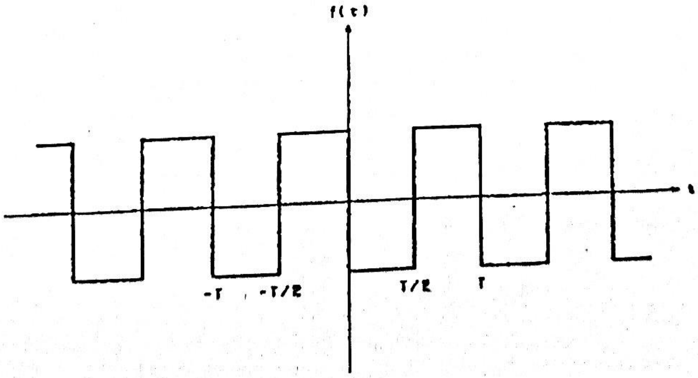



FIG. 4 - EXAMPLE OF A WAVESHAPE WITH ODD SIMMETRY AROUND THE VERTICAL AXIS

4112PF4

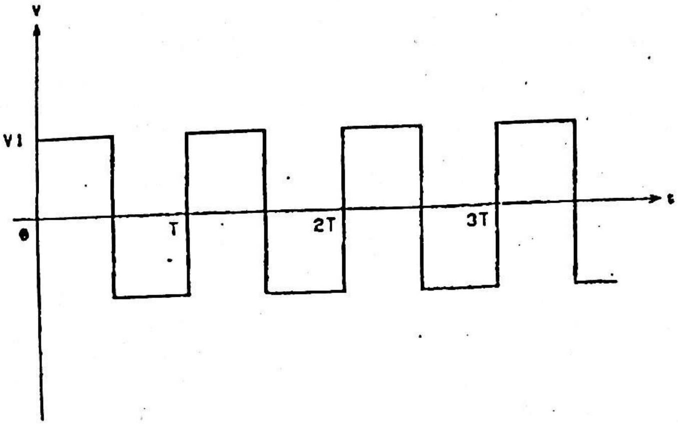



FIG.5 - EXAMPLE OF A FUNCTION WITH ONLY ODD TERMS AND ONLY SINE TERMS IN ITS FOURIER SERIES

4112PF5

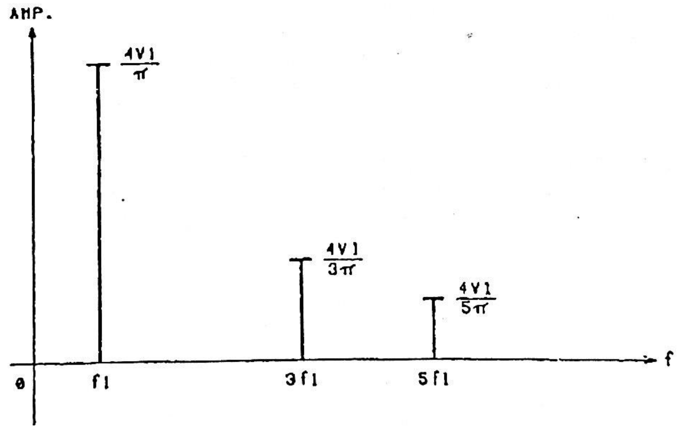



FIG.6 - SPECTRUM FOR THE FUNCTION OF FIG.5

4112PF6

## SİSTEM AÇIKLAMASI

Eğitim setinin ön yüzü sistemin blok diyagramını gösterir. Şekil 1'e bakın.

Sentezci, her biri diyagramın sol tarafında bir kutu olarak temsil edilen 9 jeneratörden oluşur. En üst blok , bir önceki bölümde açıklanan ve $A_0$ olarak belirtilen terim üreten bir DC jeneratörüdür.
Diğer 8 blok ,$F_0$,$2F_0$,$3F_0$......$8F_0$($F_0$=300 Hz) ile frekanslı sine dalga jeneratörüdür. Bu jeneratörler Sentez edilecek dalga şeklinin aslı yada harmonisi olarak kullanılır.
Bunun için, her bir sine dalga Tetik Sinyaline yapılan referans ile SİNE veya COSİNE olarak belirtmek üzere ayarlanabilir.
Aynı zamanda,her bir jeneratör tarafından iletilen sinyalin polaritesi değiştirilebilir ve bu sinyalin seviye aralığı ve seviyesi ayarlanabilir.
Jeneratörler tarafından izin verilen maksimum seviyenin nominal değeri $F_0$-$4F_0$ için 4 Vpp ve $5F_0$-$8F_0$ için 1 Vpp'dir. Yüksek sıralı harmoniklerin seviyesi her zaman düşük sıralı olanlardan daha küçük olduğu için yapılır.

Figür 7, $F_0$ jeneratörü tarafından , kontrol düğmelerinin çeşitli ayarları için iletilen sinyalin görünümünü gösterir. Aynısı bütün diğer jeneratörlerin sinyalleri için de uygulanabilir.

DCkomponenti, asıl ve harmonikleri, çıktısı sentezlenen dalga şekli olan ADDER etiketli blokta toplanır.
ADDER aslında bir ters çevirici devredir,böylece, sentezlenen dalga şekli FİG.B-1'dekine ters olarak belirir. Bu durum çok önemli değildir, çünkü düzeltmek için bütün komponent düğmelerini "-" pozisyonuna getirmek yeterli olacaktır.

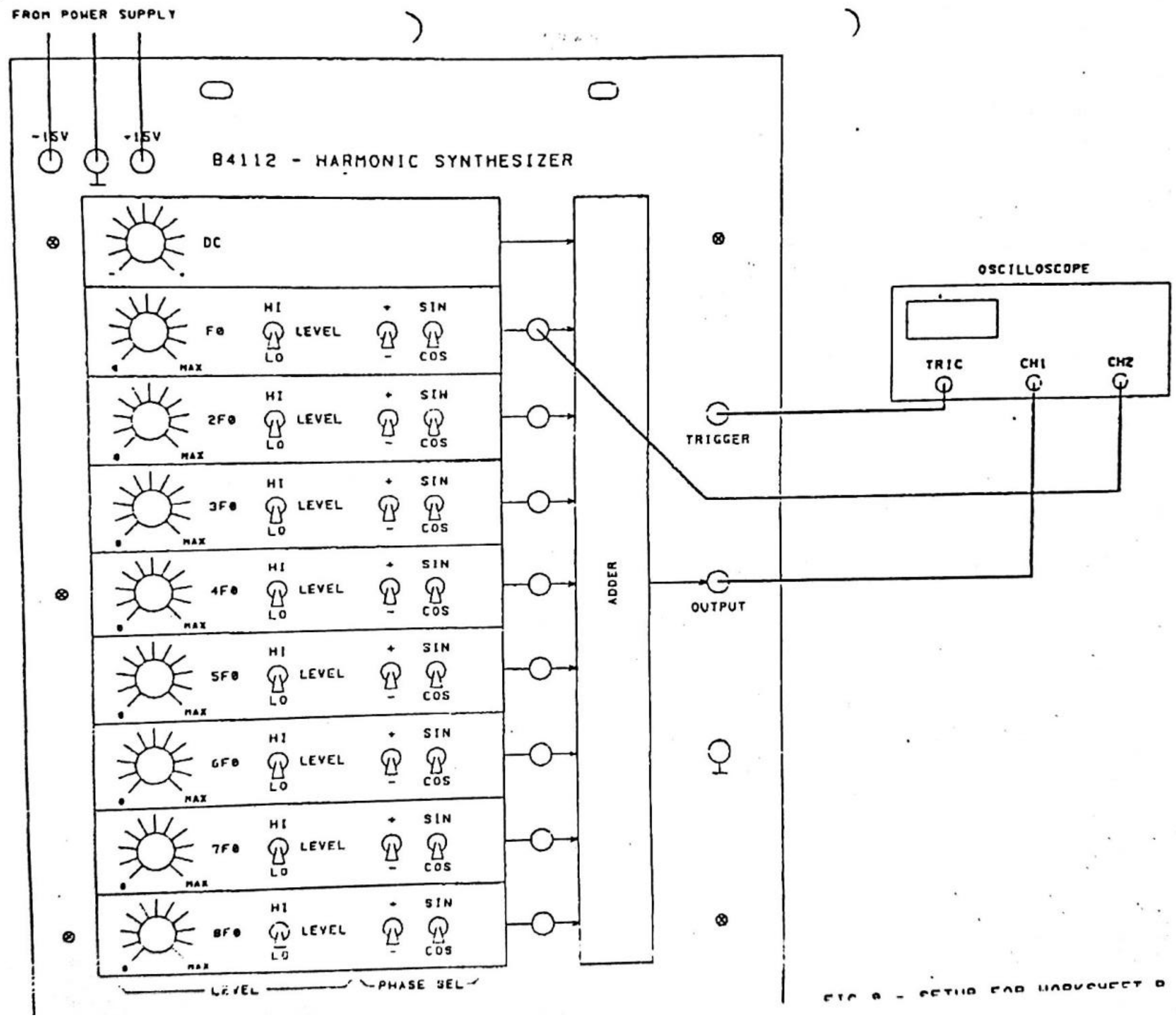



FIG 8 - SETUP FOR WORKSHEET B

**B-1** $f(x) = \begin{cases} 1 & 0 < x < \pi \\ -1 & -\pi < x < 0 \end{cases}$

$$\frac{4}{\pi}\left(\frac{\sin x}{1} + \frac{\sin 3x}{3} + \frac{\sin 5x}{5} + \cdots\right)$$

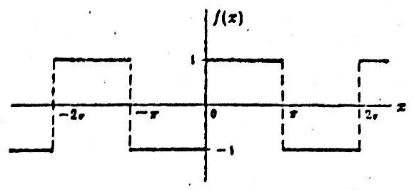



Fig. B-1

**B-2** $f(x) = |x| = \begin{cases} x & 0 < x < \pi \\ -x & -\pi < x < 0 \end{cases}$

$$\frac{\pi}{2} - \frac{4}{\pi}\left(\frac{\cos x}{1^2} + \frac{\cos 3x}{3^2} + \frac{\cos 5x}{5^2} + \cdots\right)$$

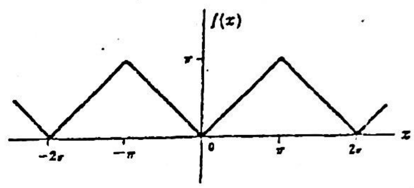



Fig. B-2

**B-3** $f(x) = x, \; -\pi < x < \pi$

$$2\left(\frac{\sin x}{1} - \frac{\sin 2x}{2} + \frac{\sin 3x}{3} - \cdots\right)$$

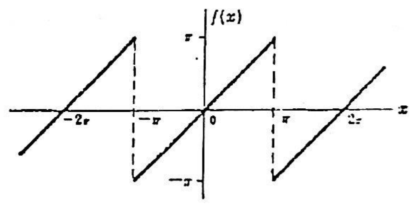



Fig. B-3

**B-4** $f(x) = x, \; 0 < x < 2\pi$

$$\pi - 2\left(\frac{\sin x}{1} + \frac{\sin 2x}{2} + \frac{\sin 3x}{3} + \cdots\right)$$

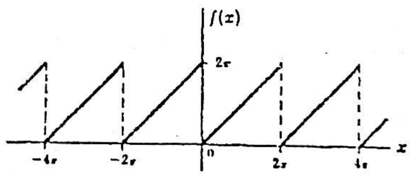



Fig. B-4

**B-5** $f(x) = |\sin x|, \; -\pi < x < \pi$

$$\frac{2}{\pi} - \frac{4}{\pi}\left(\frac{\cos 2x}{1\cdot 3} + \frac{\cos 4x}{3\cdot 5} + \frac{\cos 6x}{5\cdot 7} + \cdots\right)$$

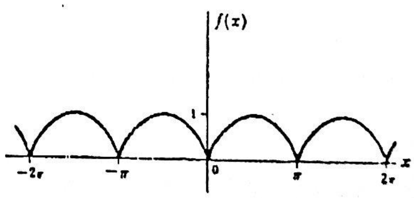



Fig. B-5

**B-6** $f(x) = \begin{cases} \sin x & 0 < x < \pi \\ 0 & \pi < x < 2\pi \end{cases}$

$$\frac{1}{\pi} + \frac{1}{2}\sin x - \frac{2}{\pi}\left(\frac{\cos 2x}{1\cdot 3} + \frac{\cos 4x}{3\cdot 5} + \frac{\cos 6x}{5\cdot 7} + \cdots\right)$$

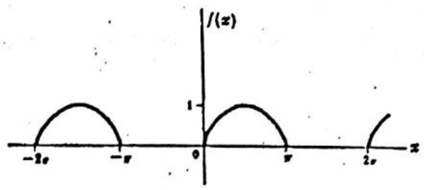



Fig. B-6

**B-7** $f(x) = \begin{cases} \cos x & 0 < x < \pi \\ -\cos x & -\pi < x < 0 \end{cases}$

$$\frac{8}{\pi}\left(\frac{\sin 2x}{1\cdot 3} + \frac{2\sin 4x}{3\cdot 5} + \frac{3\sin 6x}{5\cdot 7} + \cdots\right)$$

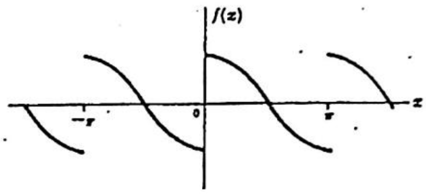



Fig. B-7

**B-8** $f(x) = x^2,\ -\pi < x < \pi$

$$\frac{\pi^2}{3} - 4\left(\frac{\cos x}{1^2} - \frac{\cos 2x}{2^2} + \frac{\cos 3x}{3^2} - \cdots\right)$$

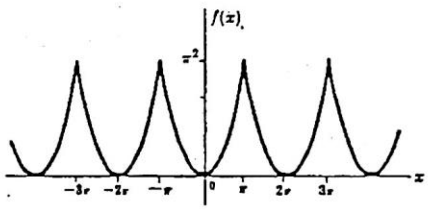



Fig. B-8

**B-9** $f(x) = x(\pi - x),\ 0 < x < \pi$

$$\frac{\pi^2}{6} - \left(\frac{\cos 2x}{1^2} + \frac{\cos 4x}{2^2} + \frac{\cos 6x}{3^2} + \cdots\right)$$

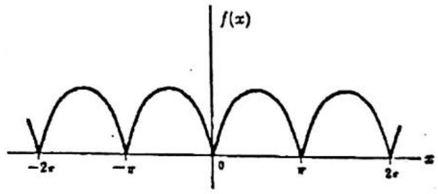



Fig. B-9

**B-10** $f(x) = x(\pi - x)(\pi + x),\ -\pi < x < \pi$

$$12\left(\frac{\sin x}{1^3} - \frac{\sin 2x}{2^3} + \frac{\sin 3x}{3^3} - \cdots\right)$$

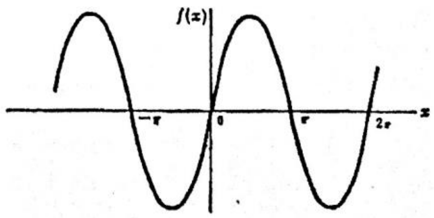



Fig. B-10

**B-11** $f(x) = \begin{cases} 0 & 0 < x < \pi - \alpha \\ 1 & \pi - \alpha < x < \pi + \alpha \\ 0 & \pi + \alpha < x < 2\pi \end{cases}$

$$\frac{\alpha}{\pi} - \frac{2}{\pi}\left(\frac{\sin \alpha \cos x}{1} - \frac{\sin 2\alpha \cos 2x}{2} + \frac{\sin 3\alpha \cos 3x}{3} - \cdots\right)$$

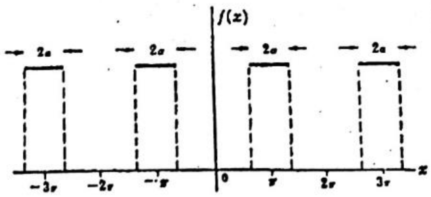



Fig. B-11

**B-12** $f(x) = \begin{cases} x(\pi - x) & 0 < x < \pi \\ -x(\pi - x) & -\pi < x < 0 \end{cases}$

$$\frac{8}{\pi}\left(\frac{\sin x}{1^3} + \frac{\sin 3x}{3^3} + \frac{\sin 5x}{5^3} + \cdots\right)$$

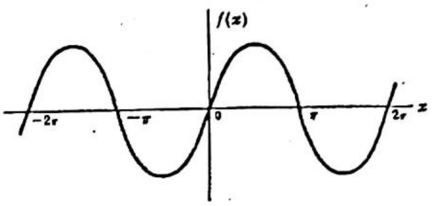



Fig. B-12

**B-13** $f(x) = \sin \mu x, \quad -\pi < x < \pi, \quad \mu \neq$ intero

$$\frac{2 \sin \mu\pi}{\pi}\left(\frac{\sin x}{1^2 - \mu^2} - \frac{2 \sin 2x}{2^2 - \mu^2} + \frac{3 \sin 3x}{3^2 - \mu^2} - \cdots\right)$$

**B-14** $f(x) = \cos \mu x, \quad -\pi < x < \pi, \quad \mu \neq$ intero

$$\frac{2\mu \sin \mu\pi}{\pi}\left(\frac{1}{2\mu^2} + \frac{\cos x}{1^2 - \mu^2} - \frac{\cos 2x}{2^2 - \mu^2} + \frac{\cos 3x}{3^2 - \mu^2} - \cdots\right)$$

**B-15** $f(x) = \tan^{-1}[(a \sin x)/(1 - a \cos x)], \quad -\pi < x < \pi, \quad |a| < 1$

$$a \sin x + \frac{a^2}{2} \sin 2x + \frac{a^3}{3} \sin 3x + \cdots$$

**B-16** $f(x) = \ln(1 - 2a \cos x + a^2), \quad -\pi < x < \pi, \quad |a| < 1$

$$-2\left(a \cos x + \frac{a^2}{2} \cos 2x + \frac{a^3}{3} \cos 3x + \cdots\right)$$

**B-17** $f(x) = \frac{1}{2} \tan^{-1}[(2a \sin x)/(1 - a^2)], \quad -\pi < x < \pi, \quad |a| < 1$

$$a \sin x + \frac{a^3}{3} \sin 3x + \frac{a^5}{5} \sin 5x + \cdots$$

**B-18** $f(x) = \frac{1}{2} \tan^{-1}[(2a \cos x)/(1 - a^2)], \quad -\pi < x < \pi, \quad |a| < 1$

$$a \cos x - \frac{a^3}{3} \cos 3x + \frac{a^5}{5} \cos 5x - \cdots$$

**B-19** $f(x) = e^{\mu x}, \quad -\pi < x < \pi$

$$\frac{2 \sinh \mu\pi}{\pi}\left(\frac{1}{2\mu} + \sum_{n=1}^{\infty} \frac{(-1)^n(\mu \cos nx - n \sin nx)}{\mu^2 + n^2}\right)$$

**B-20** $f(x) = \sinh \mu x, \quad -\pi < x < \pi$

$$\frac{2 \sinh \mu\pi}{\pi}\left(\frac{\sin x}{1^2 + \mu^2} - \frac{2 \sin 2x}{2^2 + \mu^2} + \frac{3 \sin 3x}{3^2 + \mu^2} - \cdots\right)$$

**B-21** $f(x) = \cosh \mu x, \quad -\pi < x < \pi$

$$\frac{2\mu \sinh \mu\pi}{\pi}\left(\frac{1}{2\mu^2} - \frac{\cos x}{1^2 + \mu^2} + \frac{\cos 2x}{2^2 + \mu^2} - \frac{\cos 3x}{3^2 + \mu^2} + \cdots\right)$$

**B-22** $f(x) = \ln |\sin \tfrac{1}{2}x|, \quad -\pi < x < \pi$

$$-\left(\ln 2 + \frac{\cos x}{1} + \frac{\cos 2x}{2} + \frac{\cos 3x}{3} + \cdots\right)$$

**B-23** $f(x) = \ln |\cos \tfrac{1}{2}x|, \quad -\pi < x < \pi$

$$-\left(\ln 2 - \frac{\cos x}{1} + \frac{\cos 2x}{2} - \frac{\cos 3x}{3} + \cdots\right)$$

**B-24** $f(x) = \tfrac{1}{6}\pi^2 - \tfrac{1}{2}\pi x + \tfrac{1}{4}x^2, \quad 0 \leqq x \leqq 2\pi$

$$\frac{\cos x}{1^2} + \frac{\cos 2x}{2^2} + \frac{\cos 3x}{3^2} + \cdots$$

**B-25** $f(x) = \tfrac{1}{12}x(x - \pi)(x - 2\pi), \quad 0 \leqq x \leqq 2\pi$

$$\frac{\sin x}{1^3} + \frac{\sin 2x}{2^3} + \frac{\sin 3x}{3^3} + \cdots$$

**B-26** $f(x) = \tfrac{1}{90}\pi^4 - \tfrac{1}{12}\pi^2 x^2 + \tfrac{1}{12}\pi x^3 - \tfrac{1}{48}x^4, \quad 0 \leqq x \leqq 2\pi$

$$\frac{\cos x}{1^4} + \frac{\cos 2x}{2^4} + \frac{\cos 3x}{3^4} + \cdots$$

TC
FIRAT ÜNİVERSİTESİ
TEKNİK EĞİTİM FAKÜLTESİ
ELEKTRONİK-BİLGİSAYAR EĞİTİMİ BÖLÜMÜ
ELEKTRONİK ÖĞRETMENLİĞİ

| **Dersin Adı:** | |
|---|---|
| **Öğrenci No:** | **Adı Soyadı:** |
| **Deney No:** | **Deneyin Adı:** |
| **Deneyin Amacı:** | |
| **Deney Sonuçları:** | |
| **Ders Sorumlusu:** | |

**Değerlendirme:**