

TEL 351  
ANALOG HABERLEŞME  
Kısa Sınav 1

1.  $x(t) = \sin w_0 t + \cos w_0 t$  işaretinin Fourier serisi katsayılarını bulunuz ( $T_0 = \frac{2\pi}{w_0}$ ). Genlik ve faz spektrumunu çiziniz.

2. a)  $x(t)e^{j2\pi f_c t}$  'nin Fourier dönüşümünü  $X(f)$  cinsinden bulunuz.

- b)  $x(t)\cos(2\pi f_c t + \phi)$  'nin Fourier dönüşümünü  $X(f)$  cinsinden bulunuz.

TEL 351  
ANALOG HABERLEŞME  
Kısa Sınav 1

1.  $x(t) = \sin w_0 t + \cos w_0 t$  işaretinin Fourier serisi katsayılarını bulunuz ( $T_0 = \frac{2\pi}{w_0}$ ). Genlik ve faz spektrumunu çiziniz.

$$x(t) = \sin w_0 t + \cos w_0 t = \frac{e^{jw_0 t} - e^{-jw_0 t}}{2j} + \frac{e^{jw_0 t} + e^{-jw_0 t}}{2} = \frac{(1-j)}{2} e^{jw_0 t} + \frac{(1+j)}{2} e^{-jw_0 t}$$

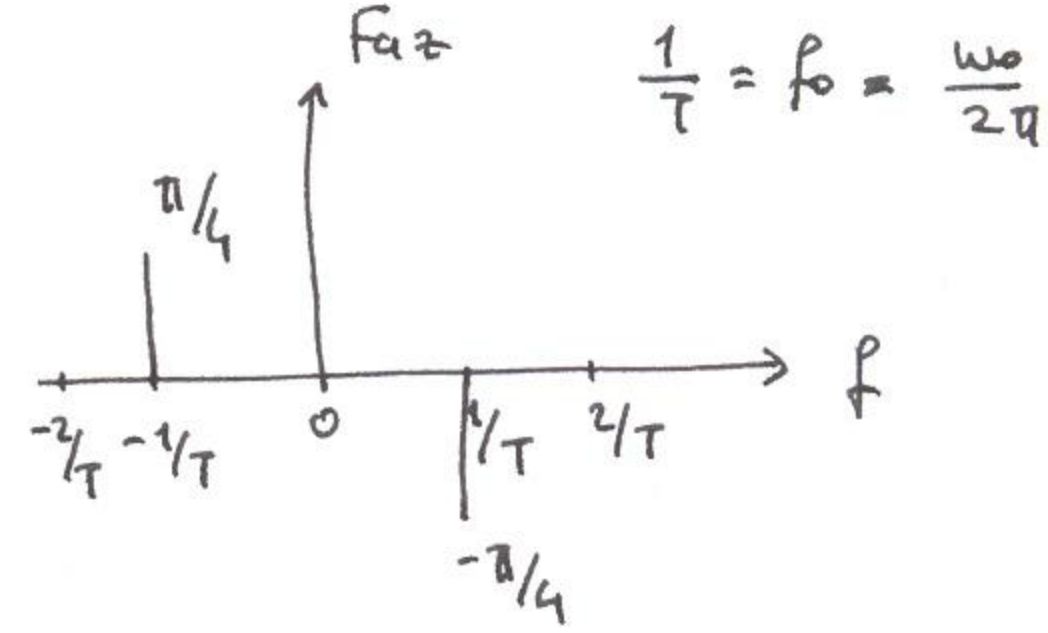
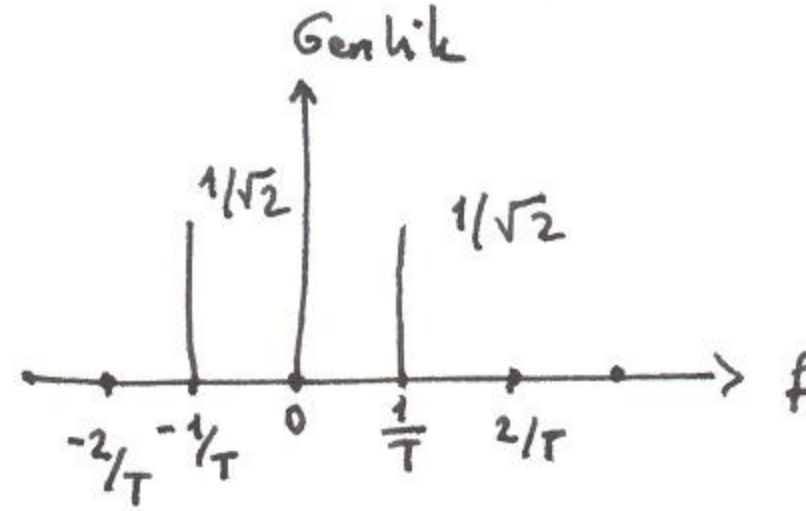
$$= \sum_n c_n e^{jn w_0 t} \Rightarrow c_0 = 0, c_1 = \frac{1-j}{2}, c_{-1} = \frac{1+j}{2}, c_n = 0 \rightarrow |n| \geq 2$$

$$c_n = |c_n| e^{j\theta_n} = a_n - j b_n \Rightarrow$$

$$|c_1| = |c_{-1}| = \frac{1}{\sqrt{2}}$$

$$\theta_1 = -\arctg \frac{1/2}{1/2} = -\frac{\pi}{4}$$

$$\theta_{-1} = -\arctg \frac{-1/2}{1/2} = \pi/4$$



2. a)  $x(t)e^{j2\pi f_c t}$ 'nin Fourier dönüşümünü  $X(f)$  cinsinden bulunuz.

$$x_1(t) \xrightarrow{F} X_1(f) \quad x_1(t) = x(t) e^{j2\pi f_c t}$$

$$X_1(f) = \int_{-\infty}^{\infty} x(t) e^{j2\pi f_c t} e^{-j2\pi f t} dt = \int_{-\infty}^{\infty} x(t) e^{-j2\pi (f-f_c) t} dt = X(f-f_c)$$

$$\underline{X_1(f) = X(f-f_c) \text{ olur.}}$$

- b)  $x(t) \cos(2\pi f_c t + \phi)$ 'nin Fourier dönüşümünü  $X(f)$  cinsinden bulunuz.

$$= x(t) \left( \frac{e^{j(2\pi f_c t + \phi)} + e^{-j(2\pi f_c t + \phi)}}{2} \right) = \frac{e^{j\phi}}{2} x(t) e^{j2\pi f_c t} + \frac{e^{-j\phi}}{2} x(t) e^{-j2\pi f_c t}$$

Bunun Fourier Dönüşümü;

$$\frac{e^{j\phi}}{2} X(f-f_c) + \frac{e^{-j\phi}}{2} X(f+f_c)$$

şeklinde olacaktır

TEL 351  
Analog Haberleşme  
(Kıyasınar 2)

① Bir taşıyıcı işaretin frekansı, 2 kHz'lik bir sinüsoidal ile modüle ediliyor. Maksimum frekans sapması 5 kHz olduğuna göre,

- Modüle edilmiş işaretin zaman domaini ifadesini yazınız.
- Frekans spektrumunu çiziniz.
- FM işaretin band genişliğini bulunuz.
- Bilgi işaretinin genliği 3 katına sıkartılır ve frekansında yarıya indirilirse, maksimum frekans sapması ne olur? Bu durumda FM işaretin band genişliğini bulunuz.



TEL 351

Analog Haberleşme

(Kıyasınar 2)  
Görünümü

- ① Bir taşıyıcı işaretin frekansı, 2 kHz'lik bir sinüsoidal ile modüle ediliyor. Maksimum frekans sapması 5 kHz olduğuna göre,

- Modüle edilmiş işaretin zaman domaini ifadesini yazınız.
- Frekans spektrumunu çiziniz.
- FM işaretin band genişliğini bulunuz.
- Bilgi işaretinin genliği 3 katına sıkartılır ve frekansıda yarıya indirilirse, maksimum frekans sapması ne olur? Bu durumda FM işaretin band genişliğini bulunuz.

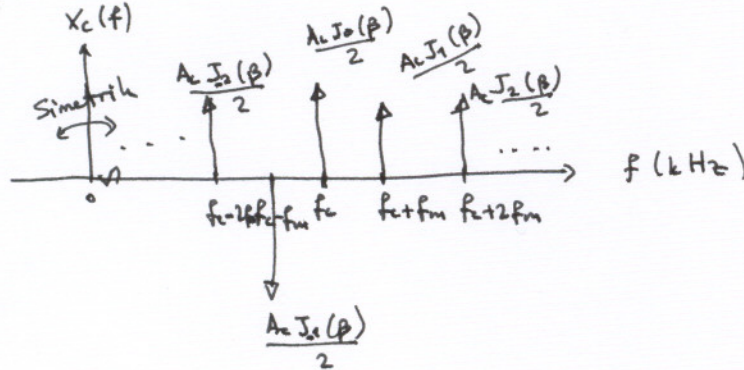
$$\Delta f = 5 \text{ kHz}, f_m = 2 \text{ kHz}$$

$$\beta = \frac{\Delta f}{f_m} = \frac{5}{2} = 2,5$$

$$\begin{aligned} \text{a) } x_c(t) &= A_c \cos(2\pi f_c t + \beta \sin 2\pi f_m t) \\ &= A_c \cos(2\pi f_c t + 2,5 \sin 2\pi \cdot 2 \cdot 10^3 t) \end{aligned}$$

(25 p)

$$\text{b) } x_c(t) = A_c \sum_{n=-\infty}^{\infty} J_n(\beta) \cos(2\pi(f_c + n f_m)t) \text{ 'den yola çıkılarak.}$$



(25 p)

$$\text{c) } B_{10} = 2(\Delta f + f_m) = 2(1 + \beta)f_m = 2(1 + 2,5)2 = \underline{14 \text{ kHz}}$$

(20 p)

$$\text{d) } \Delta f = \frac{k}{2\pi} |x(t)|_{\max} \quad f_{m1} = \frac{f_m}{2} = \frac{2 \text{ kHz}}{2} = 1 \text{ kHz} \text{ ( } f_m \text{ yarıya inerse)}$$

$x(t)$  nin genliği 3 kat artarsa

$\Delta f$  de 3 kat artar

$$\Delta f_1 = 3 \Delta f = 3 \times 5 = 15 \text{ kHz}$$

$$B_{10} = 2(\Delta f_1 + f_{m1}) = 2(15 + 1) = \underline{32 \text{ kHz}} \text{ olur.}$$

(30 p)