

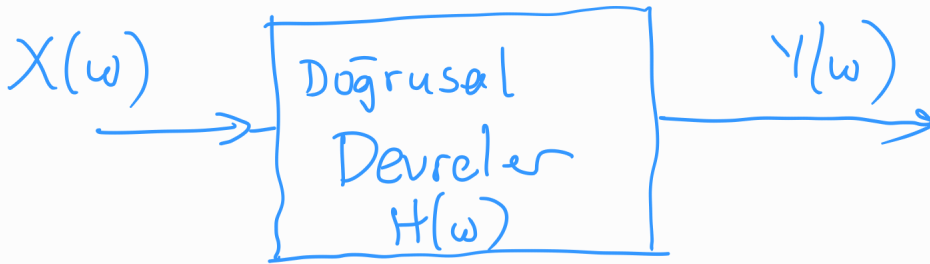
CH4 : FREKANS TEPKİSİ :

14.1 Giriş:

- Devrenin giriş frekansı değiştikçe devrenin karakteristiği değişir $(j\omega L, \frac{1}{j\omega C})$
- Şu ana kadar devrenin kaynağında tek bir frekans var saydık. (ör. 50 Hz)
- Ses sinyallerinde, haberleşme sinyallerinde tek bir frekans yoktur. Bu sinyaller belli bir "frekans aralığında" varlık gösterir
- Bunun uygulaması frekans seçici devrelerdir. Yani filtreler - Süzgeçler.

14.2 TRANSFER FONKSİYONU:

$H(\omega)$



- $H(\omega)$: Devrenin çıktı fazörünün girdi fazörüne bölümüdür.

$$Y(\omega) = X(\omega) H(\omega)$$

$$H(\omega) = \frac{Y(\omega)}{X(\omega)}$$

- $H(\omega)$ bulmak için önce fazör ω değerini buluruz (ama frekansı ω olarak bırakırız)

- $\frac{Y(w)}{X(w)} \rightarrow \left. \begin{array}{l} \text{çıkış} \\ \text{girdi} \end{array} \right\}$ bunlar gerilim veya akım olabilir.

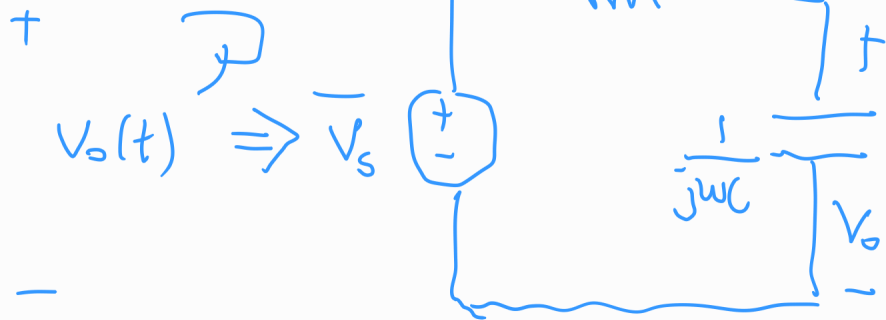
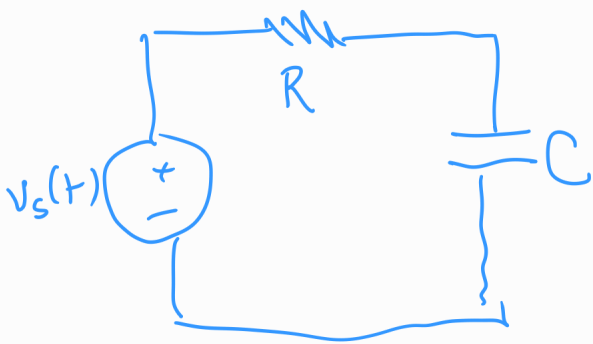
$$H(\omega) = \underline{N(\omega)} \rightarrow \text{poly polinomu.}$$

D(w) → przyda polinomu

$N(w) = 0$ denkleminin kökleri $\rightarrow$ Sıfırlar (zeros)

$$D(w)=0 \quad \Rightarrow \quad \Rightarrow \quad \rightarrow \text{Kutuplar (poles)}$$

Örnek 14.1

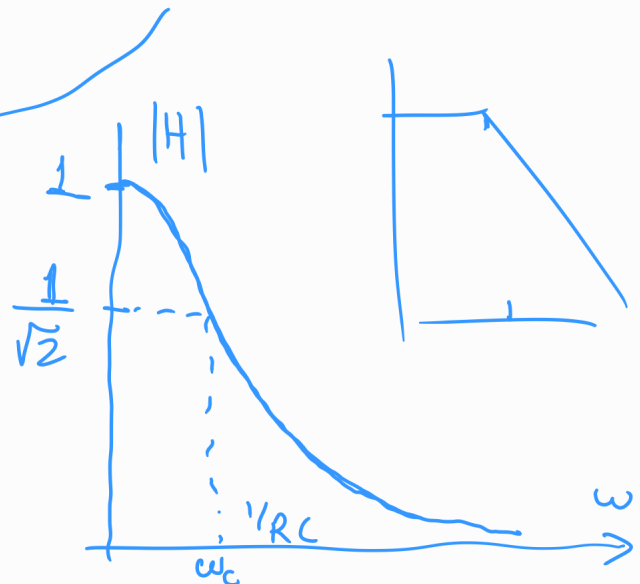


$$\frac{\underline{V}_o}{\underline{V}_s} = H(\omega) = \frac{\frac{1}{j\omega C}}{R + \frac{1}{j\omega C}} = \frac{1}{1 + j\omega RC} = \frac{1/R_C}{\frac{1}{R_C} + j\omega}$$

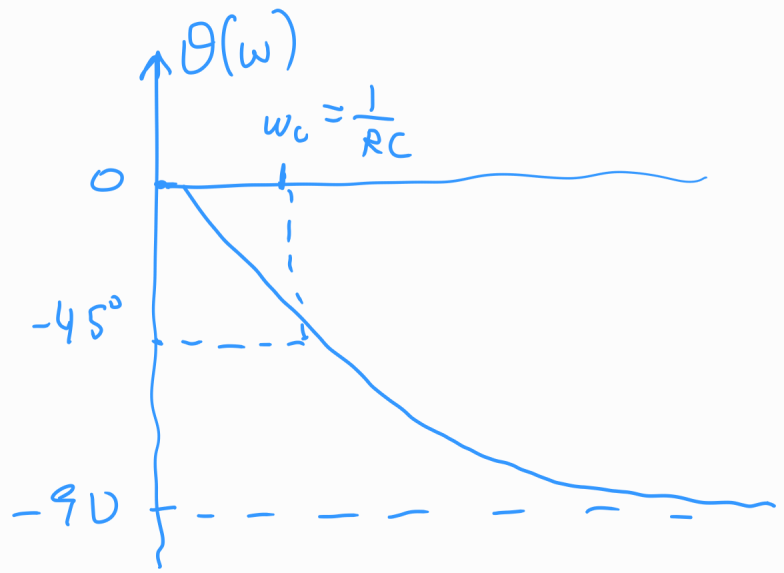
$$|H(\omega)| = \frac{1}{\sqrt{1 + \omega^2 R^2 C^2}}$$

$$|H(\omega_c)| = \frac{1}{\sqrt{2}} \Rightarrow \omega_c = \frac{1}{RC}$$

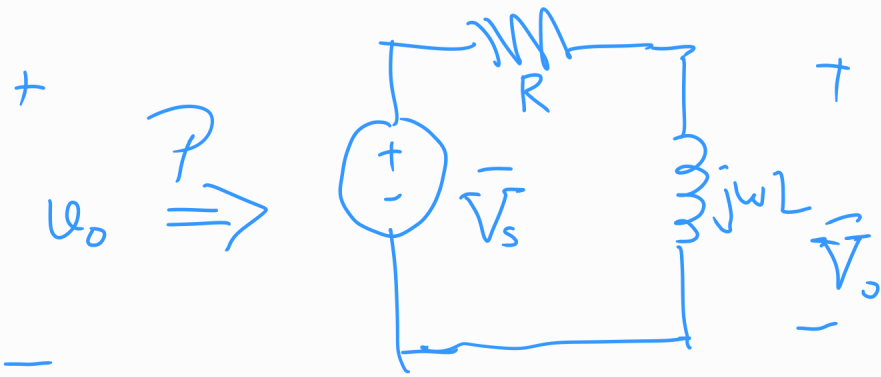
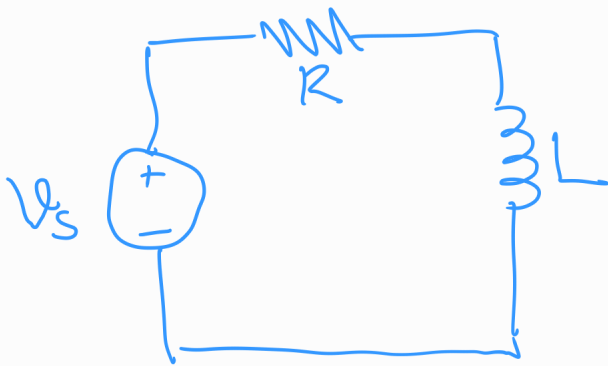
Kesim (yarmı güç) frekansı,
cutoff



$$\theta(\omega) = -\tan^{-1}(\omega RC)$$



Problem 14.1



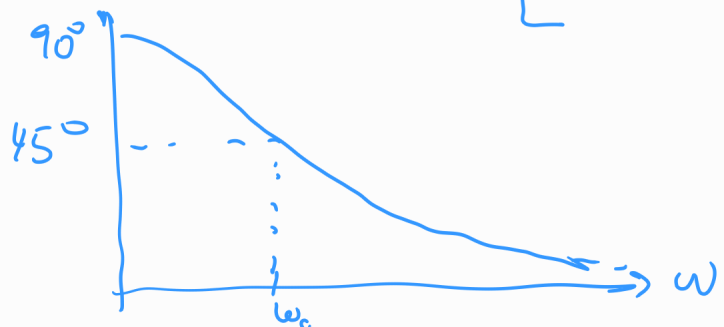
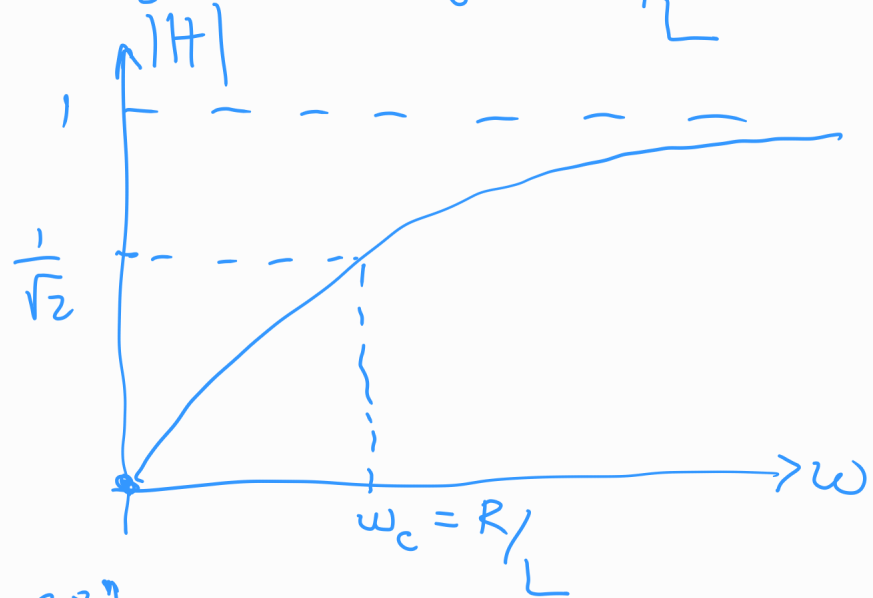
$$H(\omega) = \frac{\bar{V}_o}{\bar{V}_s} = \frac{j\omega L}{j\omega L + R} = \frac{j\omega}{j\omega + R/L}$$

$$|H(\omega)| = \frac{\omega}{\sqrt{\omega^2 + (R/L)^2}}$$

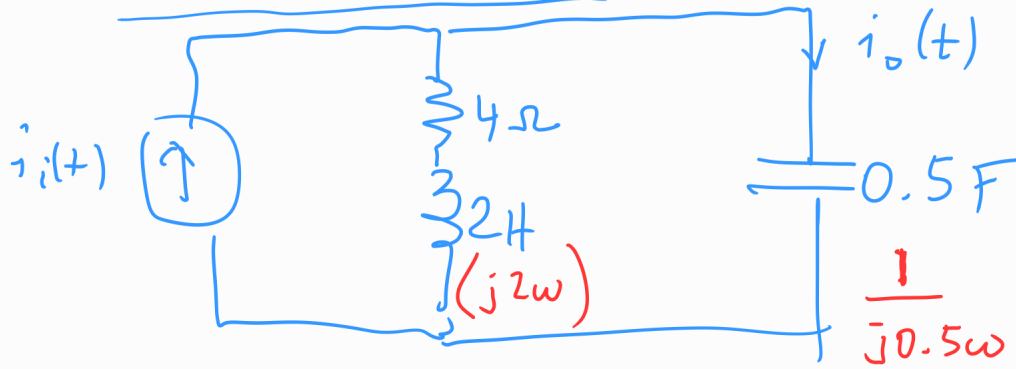
$$\lim_{\omega \rightarrow 0} |H(\omega)| = 0$$

$$\lim_{\omega \rightarrow \infty} |H(\omega)| = 1$$

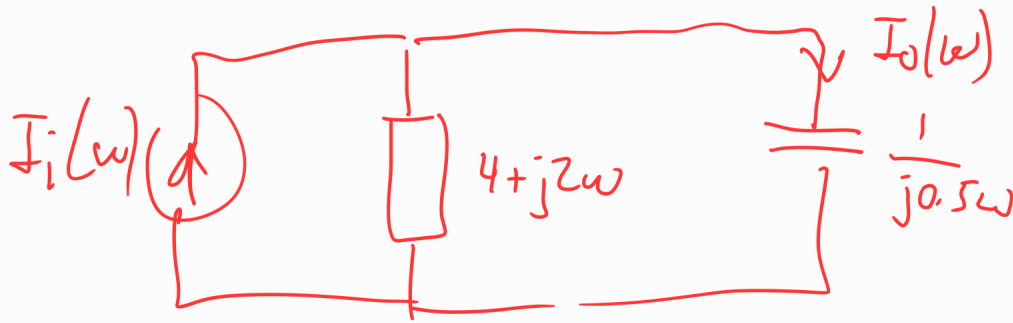
$$\theta(\omega) = 90 - \tan^{-1}\left(\frac{\omega L}{R}\right)$$



Example 14.2 :



$\frac{I_o(w)}{I_i(w)} = ?$
poles ?
zeros ?



$$I_o(w) = I_i(w) \frac{(4 + j2w)}{4 + j2w + \frac{1}{j0.5w}} \Rightarrow H(w) = \frac{I_o(w)}{I_i(w)} = \frac{4 + j2w}{4 + j2w + \frac{1}{j0.5w}}$$

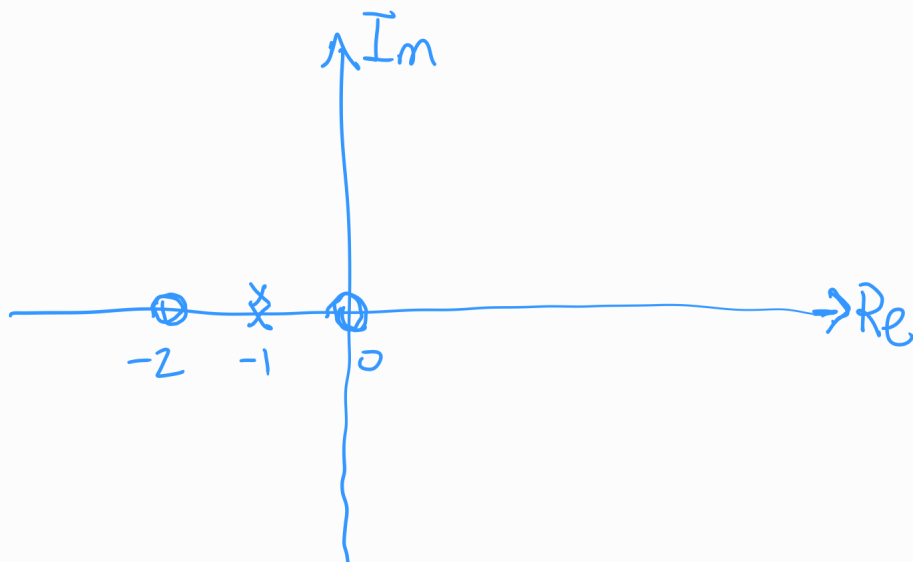
jw yerine " s " koyalım.

$$H(s) = \frac{4 + 2s}{4 + 2s + \frac{1}{0.5s}} = \frac{2(s+2)}{\frac{2s + s^2 + 1}{0.5s}}$$

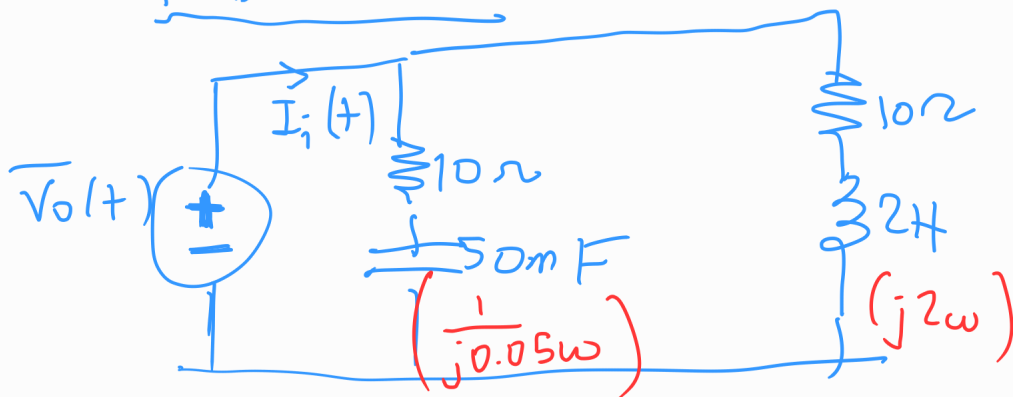
$$H(s) = \frac{s(s+2)}{s^2 + 2s + 1} = \frac{s(s+2)}{(s+1)^2}$$

sıfırlar (zeros) : $z_1 = 0$, $z_2 = -2$

kutuplar (poles) : $p_{1,2} = -1$ (tekrar ediyor)



Problem 14.2



$$\frac{V_o(\omega)}{I_i(\omega)} = ?$$

$$\frac{V_o(\omega)}{I_i(\omega)} = \left(10 + \frac{1}{j0.05\omega} \right) \parallel \left(10 + j2\omega \right) = H(\omega)$$

$$H(s) = \frac{10(s+2)(s+5)}{s^2 + 10s + 10}$$

Zeros : $z_1 = -2, z_2 = -5$

poles :

$$P_{1,2} = \frac{-10 \mp \sqrt{100 - 40}}{2} = \frac{-10 \mp \sqrt{60}}{2}$$

$$= -5 \mp \sqrt{15}$$

$$P_{1,2} = -1.127, -8.873$$

14.3 Desibel Skalası:

çıkış gücü P_2
giriş gücü P_1

$$G = \log_{10} \left(\frac{P_2}{P_1} \right)$$

birimi Bel'dir.

Desibel : $G_{dB} = 10 \log_{10} \frac{P_2}{P_1}$

Giriş - çıkış aynı ise ($P_2 = P_1$) : 0dB

Çıkış iki kat $\frac{P_2}{P_1} = 2$: 3dB

Çıkış yarıya ise $\frac{P_2}{P_1} = \frac{1}{2}$: -3dB olur.

$$G_{dB} = 10 \log_{10} \frac{P_2}{P_1} = 10 \log_{10} \frac{V_2^2 / R}{V_1^2 / R} = 20 \log_{10} \frac{V_2}{V_1}$$

1. Güç oranlarken 10,
gerilim ve akım için ise 20 faktörü
kullanılır.

14.4 BODE ÇİZGELERİ:

Amac: $|H(\omega)|$ ve $\theta(\omega)$ 'yı hızlı bir şekilde
çizilebilmek.

logaritmik ekserli (hem dikey, hem yatay)
(dB)

↓
daha anlaşılır olması.

Transfer fonksiyonu $H(j\omega) = H e^{j\theta}$

$$|H|_{dB} = 20 \log_{10} H$$

$$H(j\omega) = \frac{K (j\omega)^{\pm 1} \left(1 + \frac{j\omega}{z_1}\right) \left[1 + \frac{j2\rho_1\omega}{\omega_k} + \left(\frac{j\omega}{\omega_k}\right)^2\right]}{\left(1 + \frac{j\omega}{p_1}\right) \left[1 + \frac{j2\rho_2\omega}{\omega_n} + \left(\frac{j\omega}{\omega_n}\right)^2\right]}$$

1) Kazanç K

2) Orijinde bir kutup veya sıfır

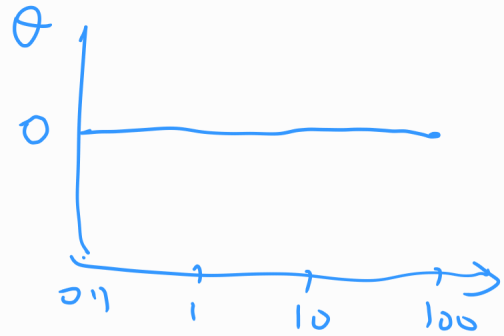
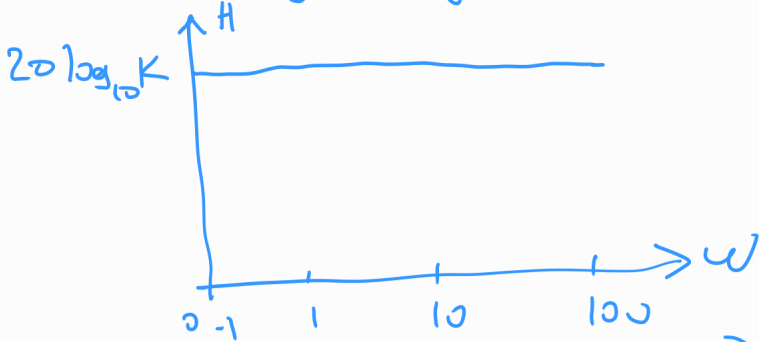
3) Basit kutuplar veya sıfırlar

4) Kuadratik kutuplar veya sıfırlar.

Bu bileşenlerin önce her biri dB cinsinden çizilir sonra da toplanır (logaritmik olduğu için)

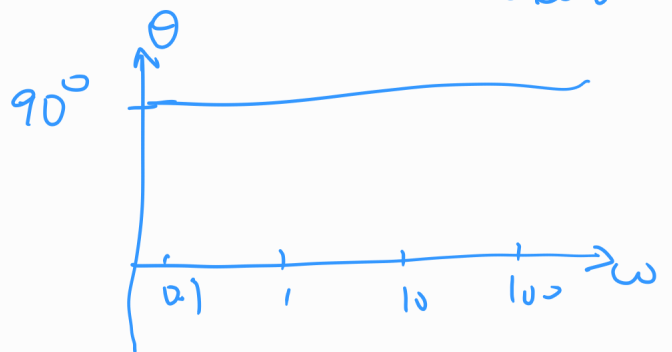
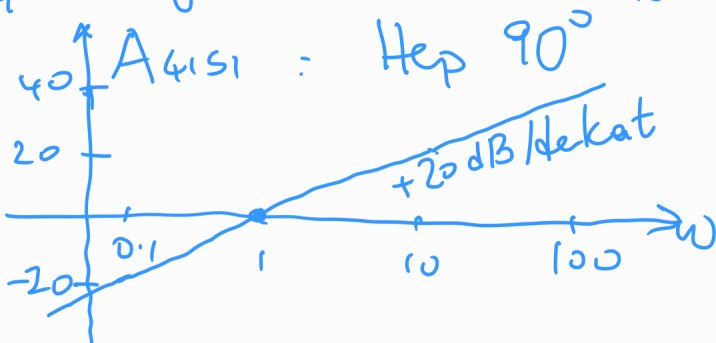
1) Sabit terim K:

Büyüklüğü $20 \log_{10} K$ ve açısı sıfır.



2) Orijindeki sıfır. $(j\omega)$

Büyüklüğü: $20 \log_{10} \omega$ dB → Eğim 20 dB/dekat



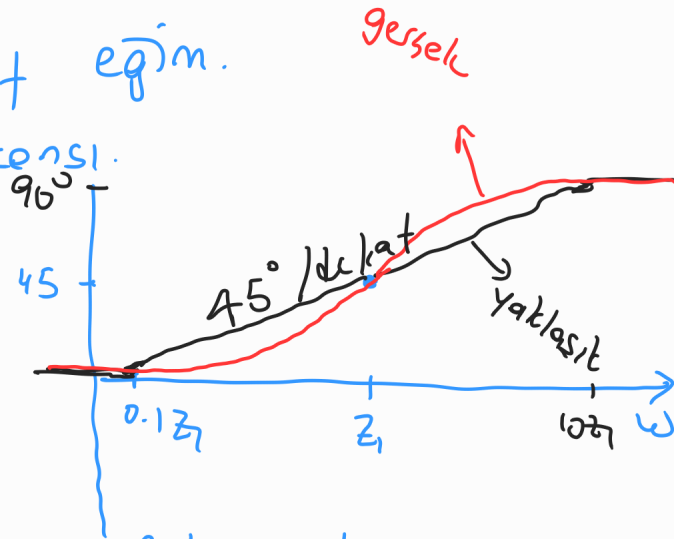
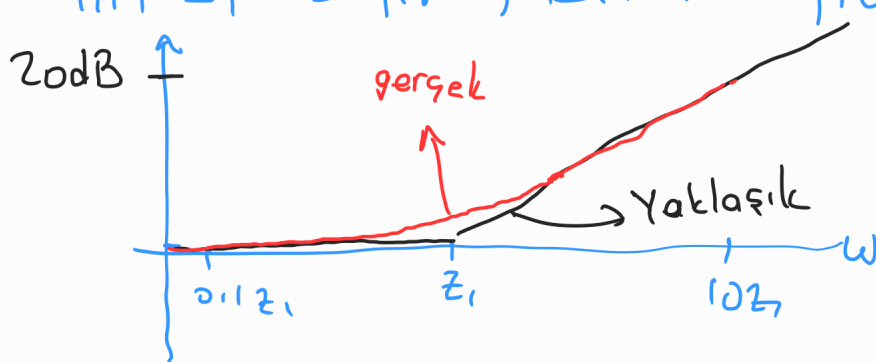
Orijindeki kutup için yukarıdaki grafiklerin tam tersi geçerlidir.

3. Basit sıfır: Büyüklük $20 \log_{10} \left| 1 + \frac{j\omega}{z_1} \right|$

ω çok küçükken ($\omega < z_1$) $\rightarrow 0 \text{ dB}$ Açısı $\tan^{-1} \left(\frac{\omega}{z_1} \right)$

$\omega > z_1 \rightarrow +20 \text{ dB/dekat eğim.}$

$|H|$ z_1 : sıfır, kırılma frekansı.



Basit kutup için olan grafikler bunun tam tersidir.

4. Kuadratik kutup:

Büyüklük: $20 \log_{10} \left| 1 + \frac{j2\zeta\omega}{\omega_n} + \left(\frac{j\omega}{\omega_n} \right)^2 \right|$

Açısı: $\tan^{-1} \left(\frac{2\zeta\omega}{1 - \frac{\omega^2}{\omega_n^2}} \right)$

$|H|$:

$\omega < 0.1\omega_n$: $|H| = 0 \text{ dB}$ eğim 0 dB

$0.1\omega_n < \omega$: eğim 40 dB/dekat

$\theta(\omega)$: $\omega < 0.1\omega_n$: $\theta = 0^\circ$ $\rightarrow$ orada $90^\circ/\text{dekat}$

$10\omega_n < \omega$: $\theta = -180^\circ$ $\rightarrow$

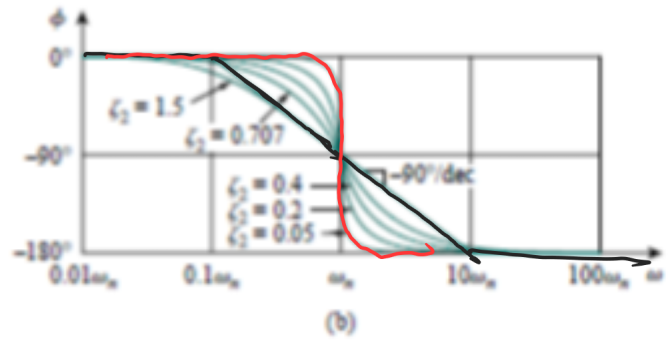
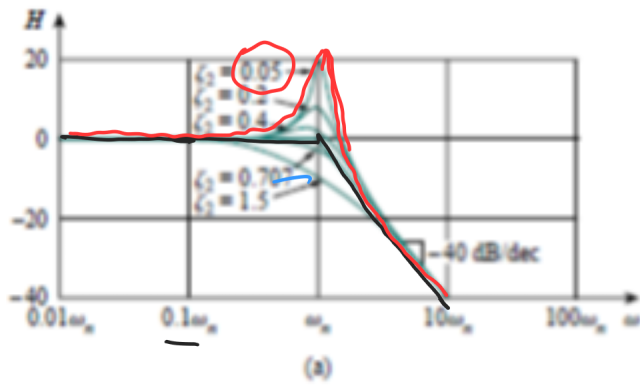


Figure 14.12 Bode plots of quadratic pole $[1 + j2\zeta\omega/\omega_n - \omega^2/\omega_n^2]^{-1}$: (a) magnitude plot, (b) phase plot.

Bu grafikler kuadratik kutup isindir, sıfır isin olan grafikler bunun tam tersidir.

Bode grafiği çizilirken önce kırılma noktaları belirlenir. Sonra da soldan sağa doğru grafikler çizilir.

Example 14.3 $H(\omega) = \frac{200j\omega}{(j\omega+2)(j\omega+10)}$

$$H(\omega) = \frac{200j\omega}{2(1+j\frac{\omega}{2})10(1+j\frac{\omega}{10})} = \frac{10j\omega}{(1+j\frac{\omega}{2})(1+j\frac{\omega}{10})}$$

Kırılma noktaları: 2 ve 10

