



### ANALOG ELEKTRONİK DEVRELERİ – Ödev 3

(Yrd.Doç.Dr. Metin YAZGI)

---

SORU:

Bir işlemsel kuvvetlendiricinin transfer fonksiyonu  $A(s) = \frac{1000}{\left(1 + \frac{s}{\pi 10^5}\right) \left(1 + \frac{s}{2 \cdot \pi 10^6}\right) \left(1 + \frac{s}{4 \cdot \pi 10^7}\right)}$  olarak

verilmiştir. Bu işlemsel kuvvetlendiriciye frekanstan bağımsız geribesleme uygulanmaktadır. Birim geribesleme uygulanması durumunda:

- Devreye **birim** geribesleme uygulandığı durumda devrenin kararlılığını,  $\Phi_m$  faz payını ve kazanç payını inceleyerek belirleyiniz. İşlemsel kuvvetlendiriciye birim g.b. uygulanmış halini gösteriniz.
- Devre kararsız ise devreyi kararlı yapacak **sınır** geribesleme değeri ne olmalıdır? Bu geribesleme değerini nasıl gerçeklersiniz, gösteriniz. (İş.Kuv. (IK) + g.b. devresi )
- Kutup sayısını değiştirmeden birim g.b. uygulanmış bu devrede eleman değerlerinde değişiklik yapılarak devre mutlak kararlı hale getirilebilir mi?
  - Evet** ise nasıl? Açıklayınız.
  - Hayır** ise neden? Açıklayınız.
- Frekans eğrisinde tepe olmaması için geribesleme sınır değeri ne olmalıdır.

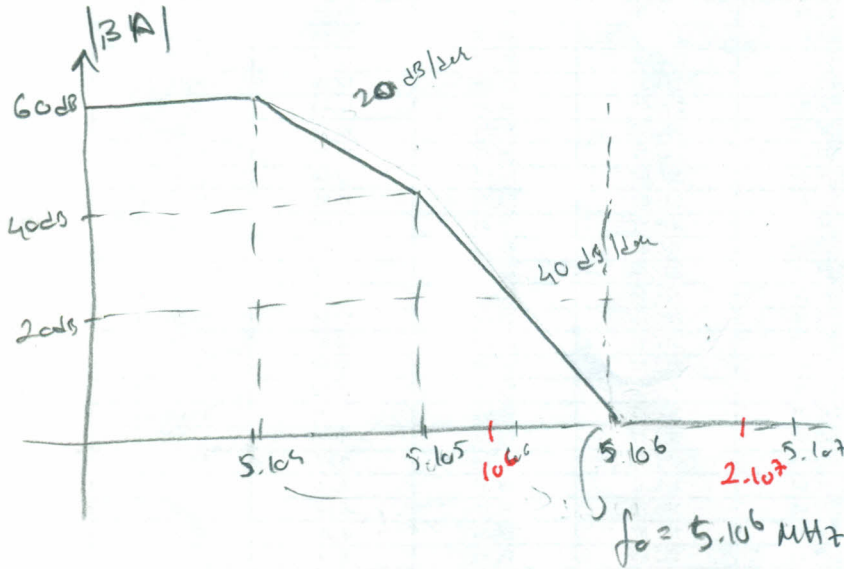
a)  $A(s) = \frac{10^3}{\left(1 + \frac{s}{\pi 10^5}\right) \left(1 + \frac{s}{2\pi 10^6}\right) \left(1 + \frac{s}{4\pi 10^7}\right)}$

$2\pi f = \pi 10^5 \Rightarrow f_1 = 5 \cdot 10^4$

$f_2 = 10^6$

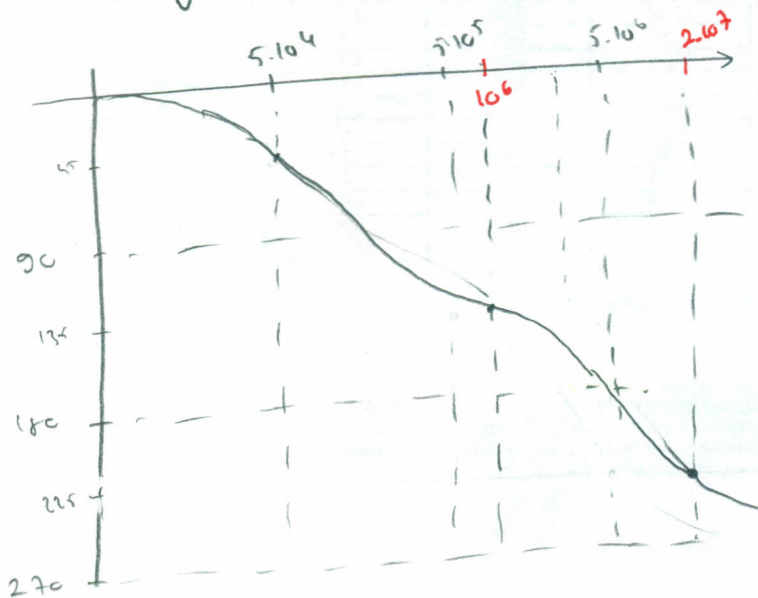
$f_3 = 2 \cdot 10^7$

$K_0 = 10^3 = 60 \text{ dB}$



$$\begin{aligned} \angle A(f_0) &= -\tan^{-1}\left(\frac{f_0}{f_1}\right) - \tan^{-1}\left(\frac{f_0}{f_2}\right) - \tan^{-1}\left(\frac{f_0}{f_3}\right) \\ &= -\tan^{-1}\left(\frac{5 \cdot 10^6}{5 \cdot 10^4}\right) - \tan^{-1}\left(\frac{5 \cdot 10^6}{10^6}\right) - \tan^{-1}\left(\frac{5 \cdot 10^6}{2 \cdot 10^7}\right) \\ &\approx -89,4^\circ - 78,7^\circ - 14^\circ \\ &\approx -182^\circ \end{aligned}$$

Faz payı =  $\angle A(f_0) + 180^\circ = -2^\circ < 0$  kararsız



Faz payıdan anlaşılacağı ve faz grafisinden görüleceği gibi  $180^\circ$  faz dolmasında  $f_{iso} < 5 \cdot 10^6$  olacaktır ama çok uzakta olmayacaktır.

$f_{iso} = 4,5 \text{ MHz}$  alırsak

$$\begin{aligned} \angle f(4,5 \text{ M}) &= -\tan^{-1}(90) - \tan^{-1}(4,5) \\ &\quad - \tan(0,225) \\ &= -89,4^\circ - 77,5^\circ - 12,7^\circ \\ &= -179,6^\circ \end{aligned}$$

$$f_{180} = 4,7 \text{ MHz} \text{ aklım. } \triangle$$

$$|A(f_{180})| = \frac{10^3}{|1+j 92| \cdot |1+j 4,7| \cdot |1+j 0,235|} = \frac{10^3}{92 \cdot 4,8 \cdot 1,03} =$$

$$\approx 2,2 = 6,84 \text{ dB}$$

Kararlılık için faz  $180^\circ$  olduğunda kazancın  $\pm$  den küçük olmasıdır. Bu derrede kazancı 6,8 dB olmaktadır.  $\Rightarrow$  Kazan payı  $= -6,84 \text{ dB} < 0$

olmaktadır. Kararlı.

$$b) \quad \beta |A(f_{180})| < 1 \Rightarrow \beta < \frac{1}{2,2} \approx 0,45 \text{ olmak}$$

$$\beta A = 0,45 \cdot 10^3 = 450 \gg 1$$

$$\beta A \gg 1 \Rightarrow A_f \approx \frac{1}{\beta} = \frac{1}{0,45} \approx 2,2$$

$$\left. \begin{array}{l} 0 < \beta < 0,45 \\ 2,2 < A_f < 10^3 \end{array} \right\}$$

c) Mutlak kararlılık için  $F.P. > 0$  ve  $K.P. > 0$  olmalıdır.

$$\text{Şu anda } f_1 = 50 \text{ KHz} \quad f_{180} = 4,7 \text{ MHz}$$

"a" sikkinden görülmektedir ki.  $|B A| = 1 \Leftrightarrow \text{faz} < 180^\circ$  olmak  
 $f_1$  azaltılırsa  $(f_y) f_{180}$  frekansına etkisi değişmez  $(-90^\circ)$  de  
 etkisi kalır.  $(f_{1y}$ : yeni  $f_1$ ,  $f_{1e}$ : eski  $f_1$ )  $(f_{1y} < f_{1e})$

$$\frac{f_{180}}{f_{1y}} > \frac{f_{180}}{f_{1e}}$$

$$f_{1y} < f_{1e} \text{ olunca } |A(f_{180})| > 2,2 = 6,84 \text{ dB olacaktır.}$$

$$\text{Kazan payı } > 0 \text{ olması için kazancın } |A(f_{180})| > 6,84 \text{ dB}$$

$$\text{azaltmalı } 6,84 \text{ dB} = 2,2 \Rightarrow f_{1y} \approx f_{1e} / 2,2 \approx \frac{5 \cdot 10^4}{2,2} = 2,27$$

$$K.P. = 0 \text{ ve } F.P. = 0 \text{ şartı sağlanır. } f_{1y} = 2,27 \text{ MHz olunca}$$

$f_{ry} = 2,27 \text{ MHz}$  olursa  $KP \geq 0$  ve  $FP = 0$  şartı sağlanır.

$f_{ry} < 2,27 \text{ MHz}$  olursa faz ve kazanç payı pozitif olur.  
Devre mutlak kararlı olur.

d) Tepe dinama koşulu

$$1 - \beta K_0 \leq \frac{[f_{k3}(f_{u1} + f_{u2}) + f_{u1} \cdot f_{u2}]^2}{2f_{u1} \cdot f_{u2} \cdot f_{k3}(f_{u1} + f_{u2} + f_{k3})}$$

$$1 - \beta \cdot 10^3 \leq 0,525$$

$$-\beta \cdot 10^3 \leq -0,475 \Rightarrow \underline{\underline{-\beta \leq -0,475 \cdot 10^{-3}}}$$

a)



Birim j.b. İK

$$\begin{aligned} b) \quad \beta &\leq 0,475 \Rightarrow \frac{\beta R_1}{R_1 + R_2} = 0,475 \Rightarrow 0,55 R_1 = 0,475 R_2 \\ &\Rightarrow R_1 = 45 \text{ k} \Leftrightarrow \\ &\quad R_2 = 55 \text{ k} \end{aligned}$$

