

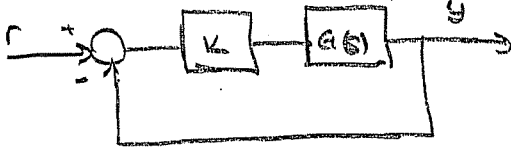
Kitapta sayf 218 2.soru,

Transfer fonksiyonu $G(s) = \frac{1}{s^3 + 2s^2 + 2s}$ olarak verilen bir sistem için aşağıda verilen tabloyu da

kullanarak;

a) Nyquist eğrisini (bütün frekans değerleri için) çiziniz.

b) Bu eğri yardımıyla aşağıda verilen blok diyagramı için kapalı çevrim sistemi kararlı yapan K değerlerinin aralığını belirleyiniz.

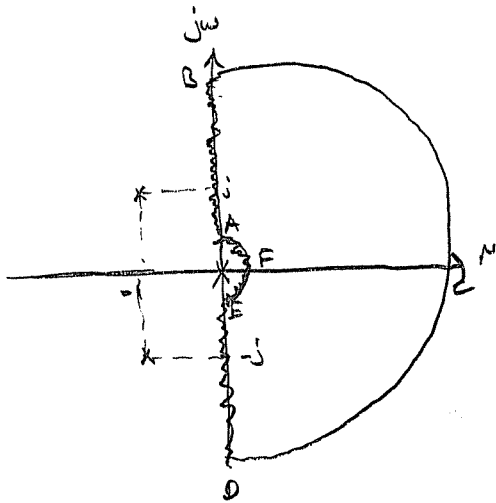


ω	$\text{Re}[G(j\omega)]$	$\text{Im}[G(j\omega)]$
0,1	-0,5	-4,87
1	-0,4	-0,2
1,414	-0,25	0
2	-0,1	0,05
5	-0,003	0,007

$$a) G(s) = \frac{1}{s^3 + 2s^2 + 2s} \Rightarrow G(j\omega) = \frac{-2j\omega^2}{\omega^6 + 4\omega^2} + j \frac{\omega^3 - 2\omega}{\omega^6 + 4\omega^2}$$

$$\Rightarrow |G(j\omega)| = \sqrt{\left(\frac{-2\omega^2}{\omega^6 + 4\omega^2}\right)^2 + \left(\frac{\omega^3 - 2\omega}{\omega^6 + 4\omega^2}\right)^2} \quad \angle G(j\omega) = \arctan \frac{\omega^3 - 2\omega}{-2\omega^2}$$

* Görüldüğü gibi $\omega = \infty$ için eğri 0'a yaklaşmaktadır. Ancak $\omega = 0$ için eğrinin nereye gittiğini bulmak, özellikle ifadelere bakılarak dursu zor görülmektedir. Bunun için kutuplar ve kontur çizilip değerler gösterilmi yapılsın.

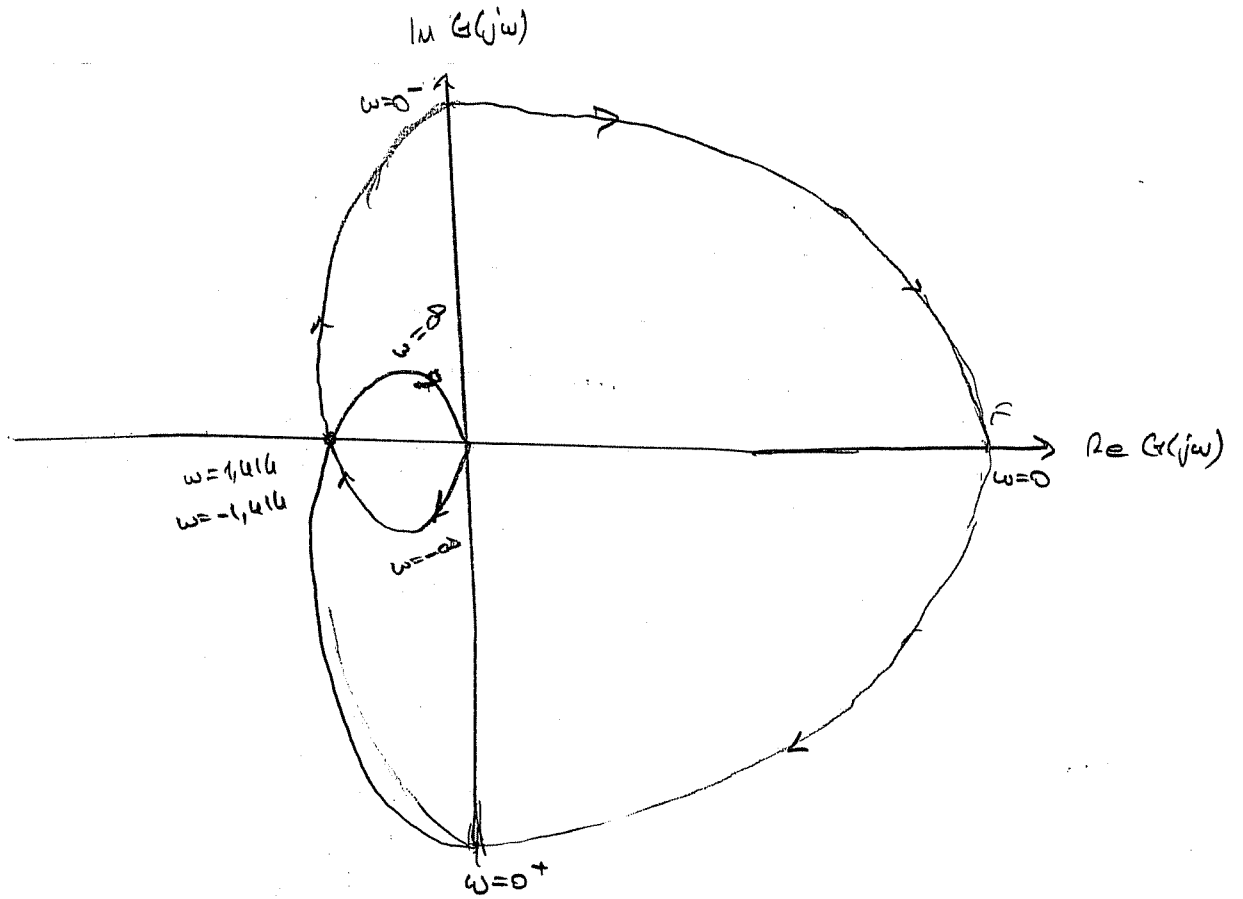


Görüldüğü gibi F noktası için $\angle G(j\omega) = 0$ ve $|G(j\omega)| = \infty$ 'dur.

A noktası için $\angle G(j\omega) = -90$ ve $|G(j\omega)| = \infty$ dur.

* Ayrıca negatif ω 'lar için Nyquist eğrisi, pozitif ω 'lar için olan eğrinin red ayesine göre simetrisidir.

Tüm bu bilgiler ve tablodaki bilgiler çizilme gerektirerek dursu !



b) $\omega = 1,414$ için Nyquist eğrisi negatif reel eksenini $-0,25$ 'te kesmektedir. Kapalı çevrim sistemin kararlı olması için bu eğrinin -1 noktasını kaç kere çevrelediği bulunmalıdır.

$$Z = N + P \quad (P=0)$$

↙ Sağ yarı düzlemin pozitif reel kutup sayısı

Sağ yarı düzlemin kapalı çevrim kutup sayısı (0 olduğunu istiyoruz!)

$$\Rightarrow 0 = N + 0 \Rightarrow N = 0$$

Eğri -1 noktasını çevrelenmelidir.

K reel bir sayı olduğu için Nyquist eğrisine herhangi bir açı katkısı yapmaz, sadece genliği etkiler.

$K=1$ için eğri negatif reel eksenini $-0,25$ 'te kestiğine göre herhangi bir K değeri için $-0,25K$ 'da keser. O halde

$$-0,25K > 1 \text{ olmalıdır.}$$

Yani

$$0 < K < 4 \text{ için sistem kararlıdır.}$$