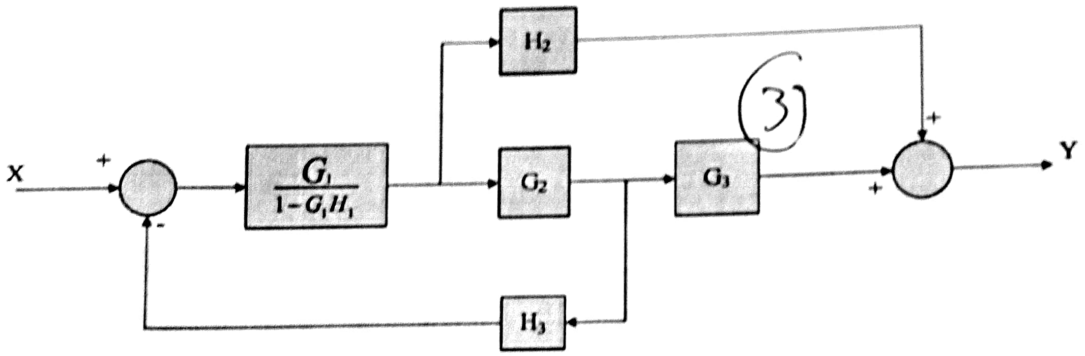
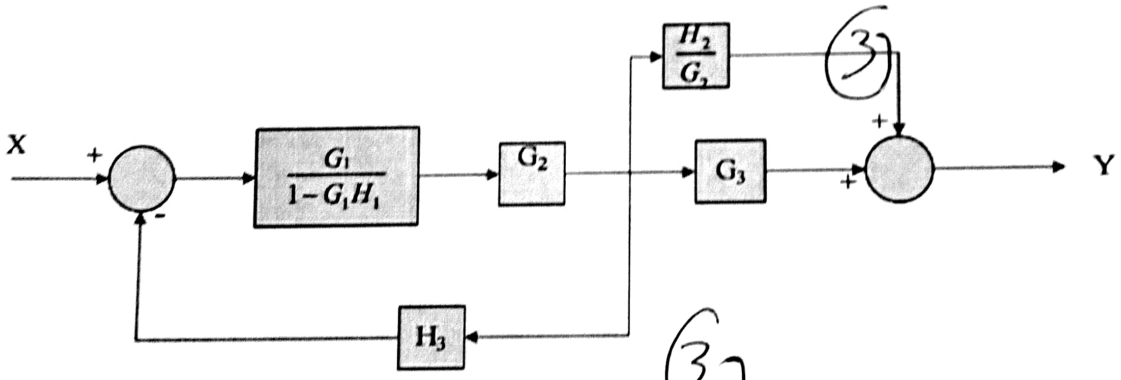
جامعة البعث
كلية الهندسة الميكانيكية والكهربائية
قسم هندسة التصميم والإنتاج

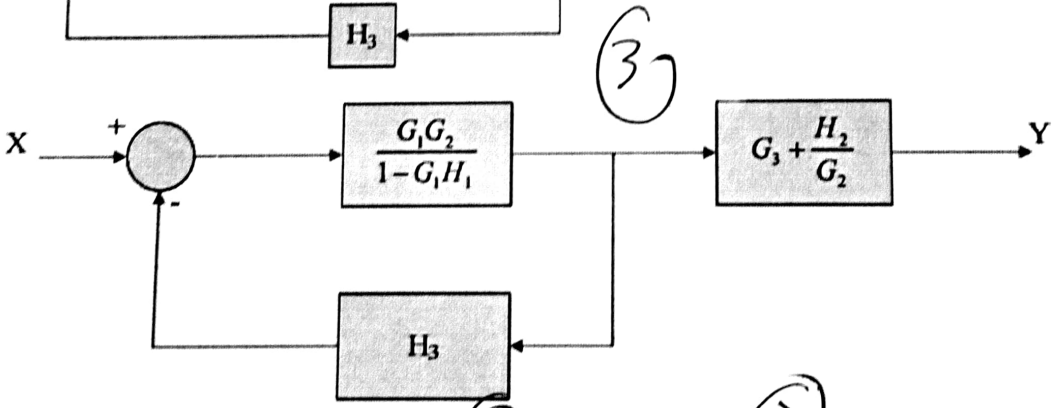
سلم امتحان الفصل الثاني
2023 - 2022
التحكم الآلي – السنة الثالثة معادن

الاسم:
المدة: ساعتين
الدرجة: 70 درجة

السؤال الأول: (15 marks):







$$\frac{Y(s)}{X(s)}=\frac{\frac{G_1G_2}{1-G_1H_1}}{1+\frac{G_1G_2H_3}{1-G_1H_1}}\left(G_3+\frac{H_2}{G_2}\right)=\frac{G_1G_2G_3+G_1H_2}{1-G_1H_1+G_1G_2H_3}$$

السؤال الثاني: (15 marks):

s^4	1	$4+K$	25
s^3	2	9	0
s^2	$\frac{2K-1}{2}$	25	
s^1	$\frac{18K-109}{2K-1}$	0	(5)
s^0	25		

For stability, we require

$$\frac{2K-1}{2} > 0 \quad , \quad \frac{18K-109}{2K-1} > 0 \qquad (5)$$

or

$$K > 0.5 \quad , \quad 18K > 109$$

Hence

$$K > \frac{109}{18} = 6.056$$

For stability, K must be greater than 109/18. (5)

السؤال الثالث (20 marks):

خطوات الرسم:

1- تحديد المحل الهندسي على المحور الحقيقي حيث يتم وضع أقطاب الحلقة المفتوحة على المستوي العقدي (2)

$$Zeros: --, Ploes: s = 0; -1, -2$$

2- عدد المقاربات (2)

$$n - m = 3 - 0 = 3$$

3- نقطة تقاطع المقاربات (2)

$$\sigma_a = \frac{-3}{3} = -1$$

4- زوايا المقاربات

$$\theta = \frac{\pm 180}{3} = \pm 60, -180$$

5- تحديد نقطة الانفصال:

$$\frac{K}{s(s+1)(s+2)} + 1 = 0$$
$$K = -(s^3 + 3s^2 + 2s)$$

وبجعل $\frac{dK}{ds} = 0$ نحصل على:

$$\frac{dK}{ds} = -(3s^2 + 6s + 2) = 0$$

أي أن: $s = -1.5774$, $s = -0.4226$.

طالما أن نقطة الانفصال يجب أن تقع على المحل الهندسي للجذور بين الـ **0** والـ **-1** , فإنه من الواضح أن **$s = -0.4226$** مطابقة لنقطة الانفصال الفعلية.

أما النقطة **$s = -1.5774$** لا تقع على المحل الهندسي للجذور ومن هنا فإن هذه النقطة ليست نقطة انفصال أو نقطة اتصال فعلية.

6- **نقاط تقاطع المحل الهندسي للجذور مع المحور التخيلي:**

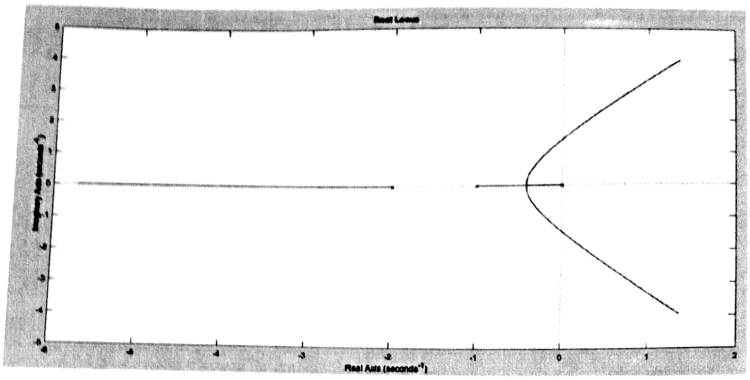
إن المعادلة المميزة بعد تعويض $s = j\omega$ هي:

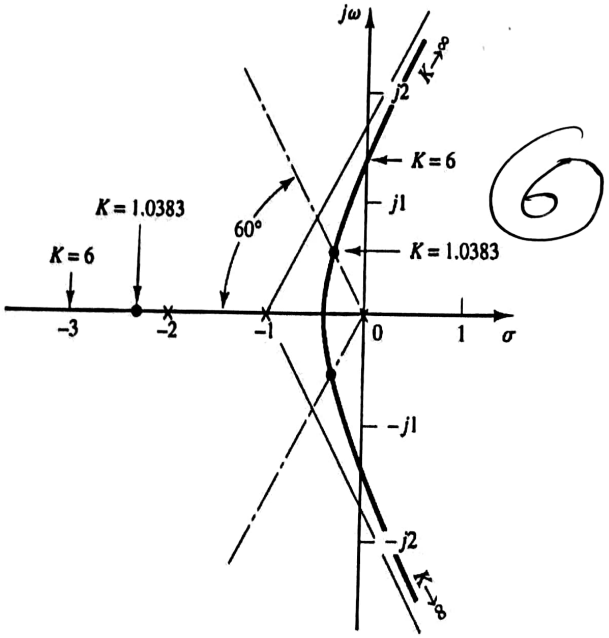
$$(j\omega)^3 + 3(j\omega)^2 + 2(j\omega) + K = 0$$
$$(K - 3\omega^2) + j(2\omega - \omega^3) = 0$$

بمساواة كل من جزئي المعادلة المميزة الحقيقي والتخيلي بالصفر نحصل على:

$$K - 3\omega^2 = 0 \; ; \; 2\omega - \omega^3 = 0$$

من أجل: $\omega = 0$, **K=0** أو $\omega = \pm\sqrt{2}$, **K=6**





6

2- تحديد قيمة K:

أقطاب الحلقة المغلقة عندما $\zeta = 0.5$ تتوضع على الخطوط المارة من المبدأ وتصنع زوايا:

$\pm\cos^{-1}\zeta = \pm\cos^{-1} 0.5 = \pm 60^0$ مع المحور الحقيقي السالب:

$$s_1 = -0.3337 + j\,0.5780 \quad , \quad s_2 = -0.3337 - j\,0.5780$$

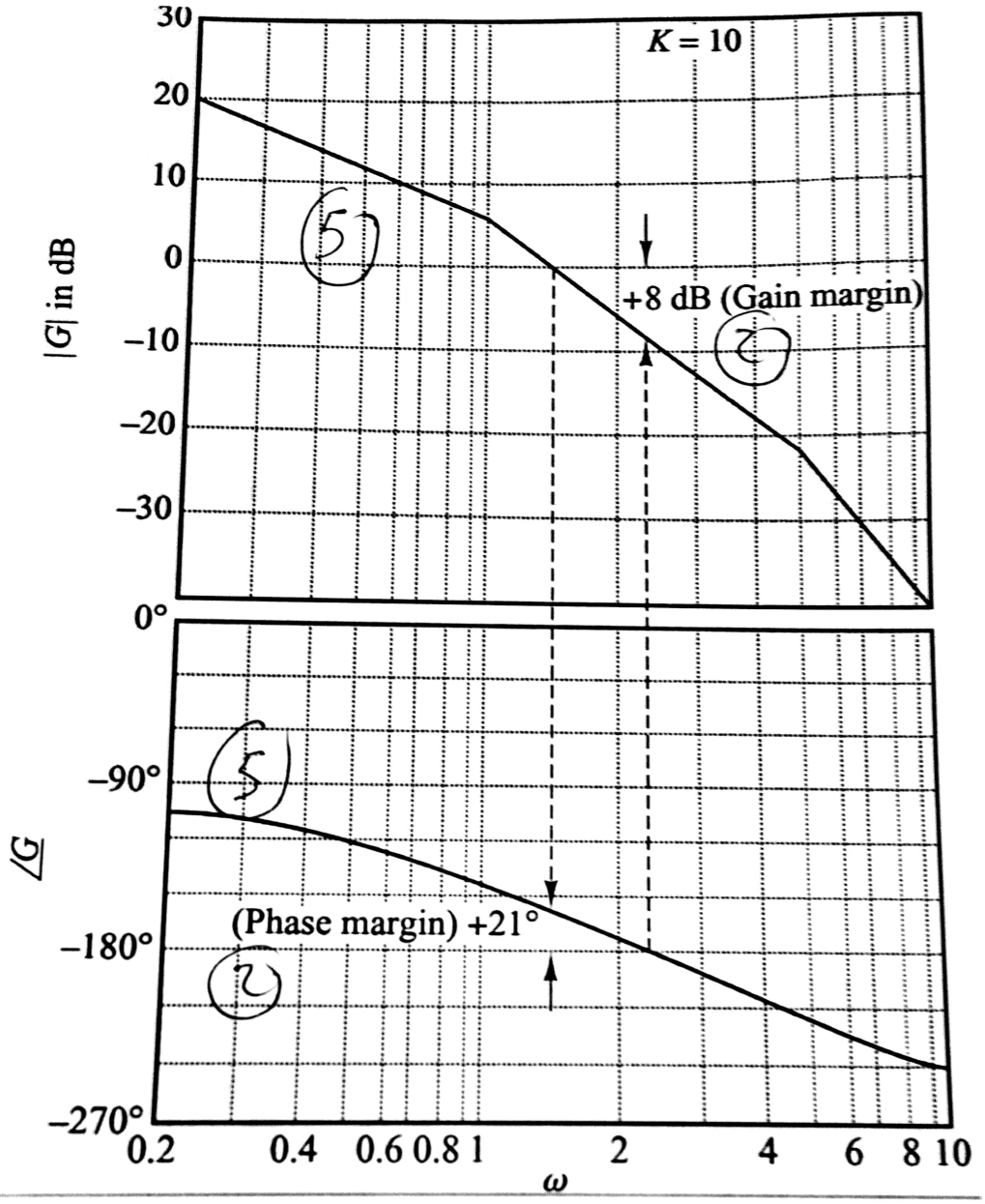
إن قيمة K التي تعطي مثل هذه الأقطاب يمكن إيجادها من شرط القيمة المطلقة كما يلي:

$$K = |s(s+1)(s+2)|_{s=-0.3337+0.5780j}$$

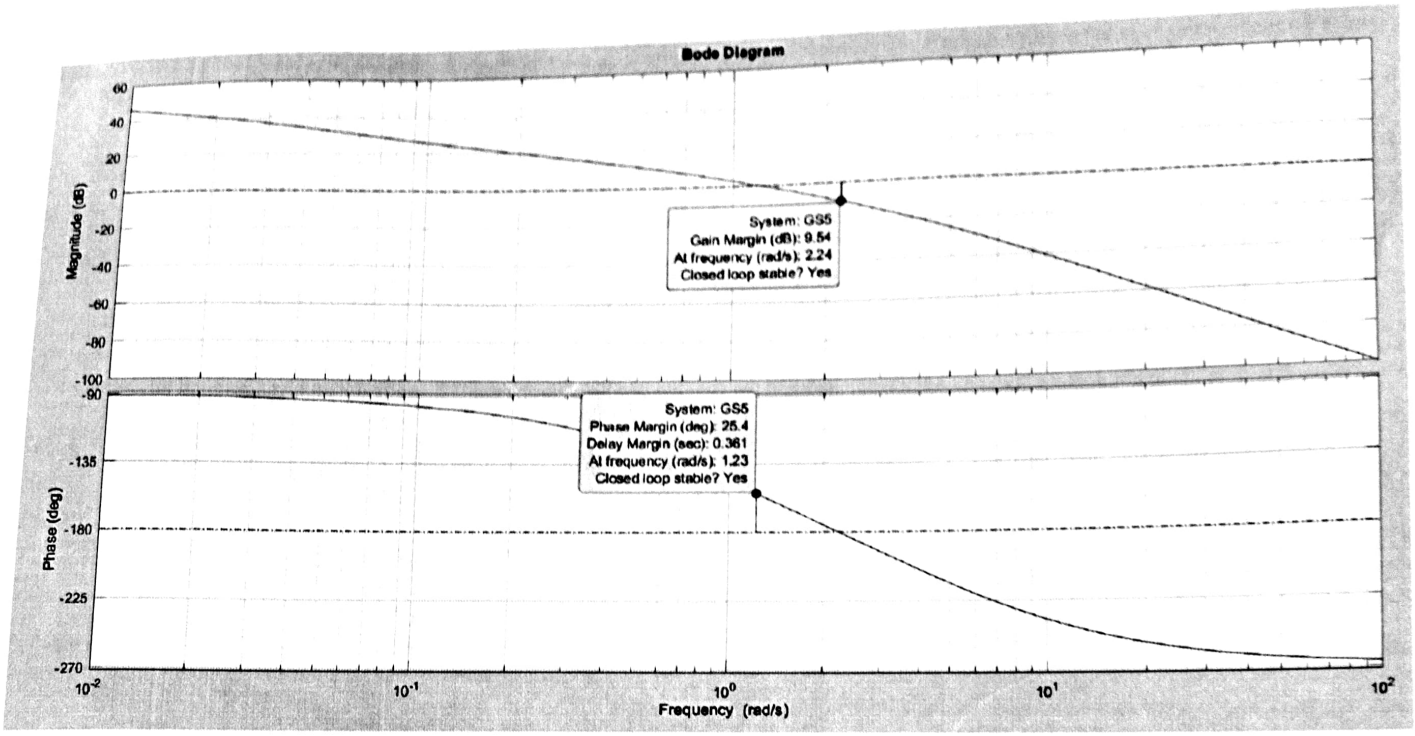
K =1.0383

2

السؤال الرابع (20marks):


30
20
10
0
−10
−20
−30
|G| in dB
K = 10
+8 dB (Gain margin)
0°
−90°
−180°
−270°
∠G
(Phase margin) +21°
0.2
0.4
0.6
0.8
1
2
4
6
8
10
ω

(6) هطول الرسم



د. أحمد الشيحاوي الدكتور المهندس: توفيق المسعود