ชื่อ.....สกุล.....รหัส.....

มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

คณะวิศวกรรมศาสตร์

การสอบปลายภาค: ภาคการศึกษาที่ 1 ปีการศึกษา: 2547

วันที่สอบ: 30 กันยายน 2547 เวลาสอบ: 9.00-12.00 น.

รหัสวิชา: 240-371 ห้องสอบ: R201

ชื่อวิชา: แนะนำระบบควบคุม

คำสั่ง

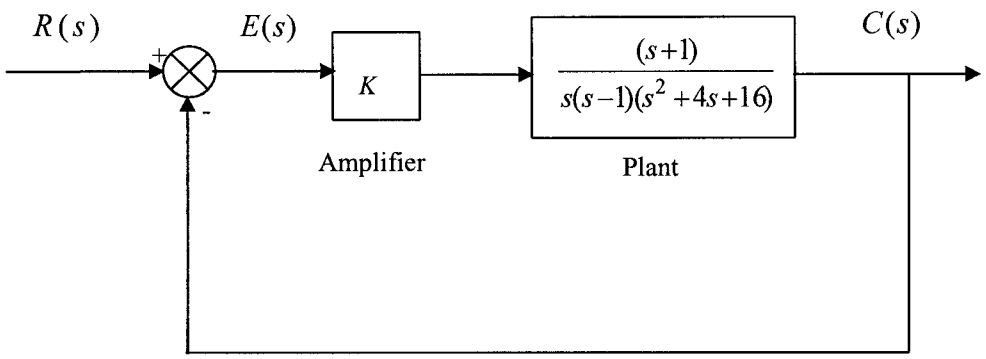
1. ข้อสอบมีทั้งหมด 4 ข้อ คะแนนเต็ม 40 คะแนน ให้นักศึกษาทำทุกข้อ ลงในข้อสอบ ถ้าเขียนไม่พอ สามารถทำด้านหลังของกระดาษข้อสอบได้
2. อนุญาตให้นำเครื่องคิดเลขเข้าห้องสอบได้
3. ไม่อนุญาตให้นำเอกสารหรือหนังสือใด ๆ เข้าห้องสอบ
4. ทุจริตในการสอบ โทษขั้นต่ำคือ ปรับตกในรายวิชานี้และพักการเรียนหนึ่งภาคการศึกษา โทษสูงสุดคือไล่ออก

สำหรับผู้ตรวจข้อสอบ

ข้อ	คะแนน
รวม	

ชื่อ.....สกุล.....รหัส.....

1. จงแสดงเส้นทางเดินของราก (root locus) ของระบบควบคุม ซึ่งแสดงดังรูปที่ 1 โดยแสดงวิธีหาคำตอบและวาดผลลัพธ์ที่ได้ในแต่ละข้อลงใน s-plane (ข้อย่อยละ 2 คะแนน)



รูปที่ 1

กำหนดให้

$$\frac{dK}{d\sigma} = -\frac{3\sigma^4+10\sigma^3+21\sigma^2+24\sigma-16}{(\sigma+1)^2} = 0$$

$$\sigma = 0.46, -2.22, -0.79 \pm j2.16$$

1.1 จงหาส่วนของเส้นทางเดินของรากที่อยู่บนแกนจริง

.....

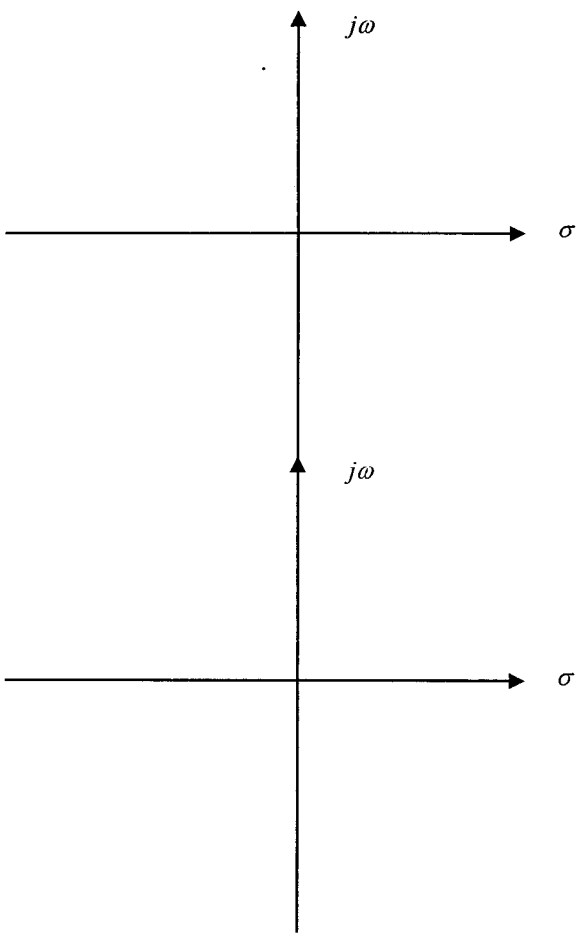
.....

.....

.....

.....

.....



1.2 จงแสดงลักษณะของเส้นทางเดินของรากที่ infinity

.....

.....

.....

.....

.....

ชื่อ.....สกุล.....รหัส.....

1.3 จงหาจุด break-away และ/หรือ จุด break-in ของเส้นทางเดินของรากบนแกนจริง

.....

.....

.....

.....

.....

.....

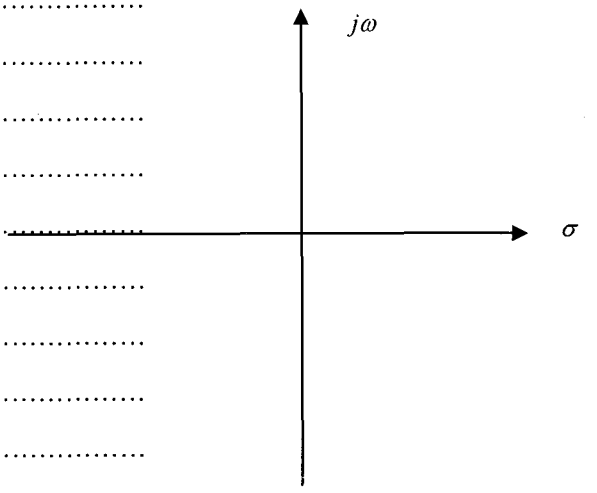
.....

.....

.....

.....

.....



1.4 จงหาจุดตัดบนแกนจินตภาพของเส้นทางเดินของราก

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

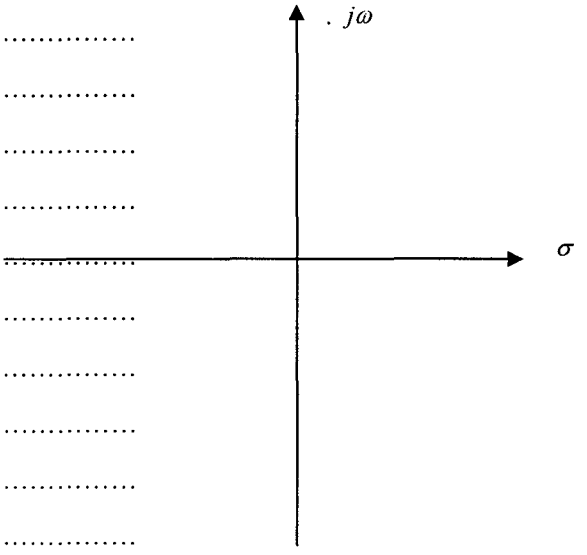
.....

.....

.....

.....

.....



.....

.....

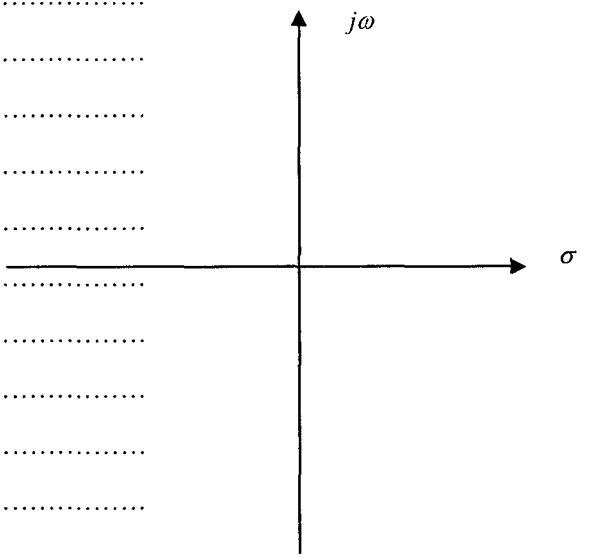
.....

ชื่อ.....สกุล.....รหัส.....

1.5 จงหามุมที่เส้นทางเดินของรากเคลื่อนออกจากโพลหรือเคลื่อนเข้าหาซีโร่ที่เป็นจำนวนเชิงซ้อน

.....

.....



.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

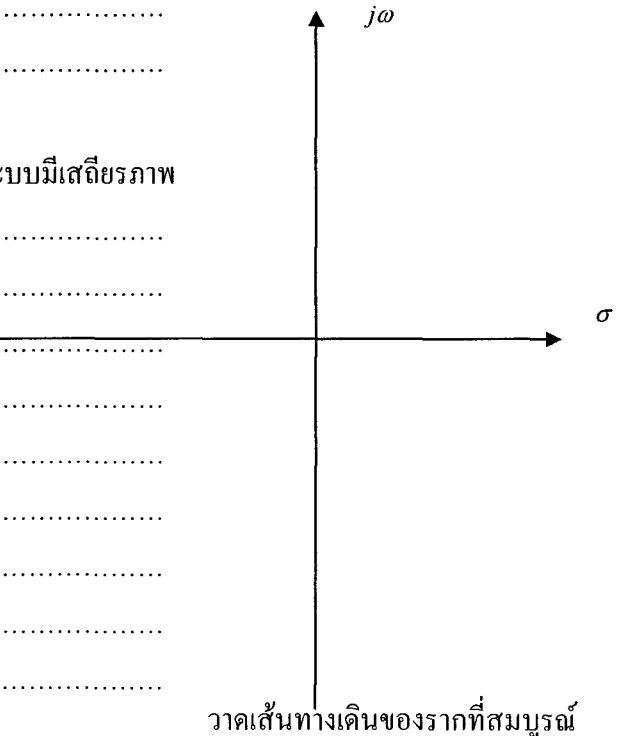
.....

.....

.....

.....

.....



1.6 จงสรุปว่าค่าเกน K ควรมีค่าอยู่ในช่วงใดจึงจะทำให้ระบบมีเสถียรภาพ

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

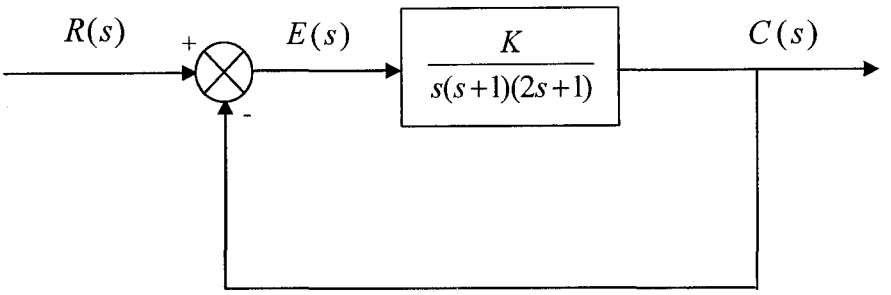
.....

.....

วาดเส้นทางเดินของรากที่สมบูรณ์ลงใน s-plane นี้

ชื่อ.....สกุล.....รหัส.....

2. จงแสดงการหาช่วงของค่าเกน K ที่ทำให้ระบบควบคุมดังรูปที่ 2 มีเสถียรภาพ โดยใช้ Nyquist criterion (8 คะแนน)



รูปที่ 2

2.1 จงอธิบายหลักการตรวจสอบเสถียรภาพโดยใช้ Nyquist criterion (2 คะแนน)

.....

.....

.....

.....

.....

.....

2.2 จงหาจุดตัดระหว่าง nyquist plot กับแกนจริงลบ (negative real axis) (4 คะแนน)

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ชื่อ.....สกุล.....รหัส.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

2.3 จงสรุปว่าค่าเกน K ควรมีค่าอยู่ในช่วงใดจึงจะทำให้ระบบมีเสถียรภาพ (2 คะแนน)

.....

.....

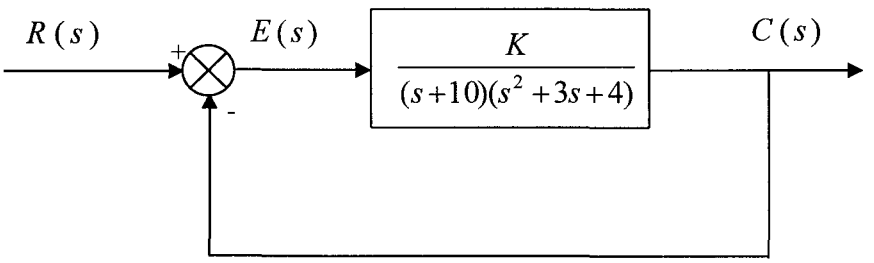
.....

.....

.....

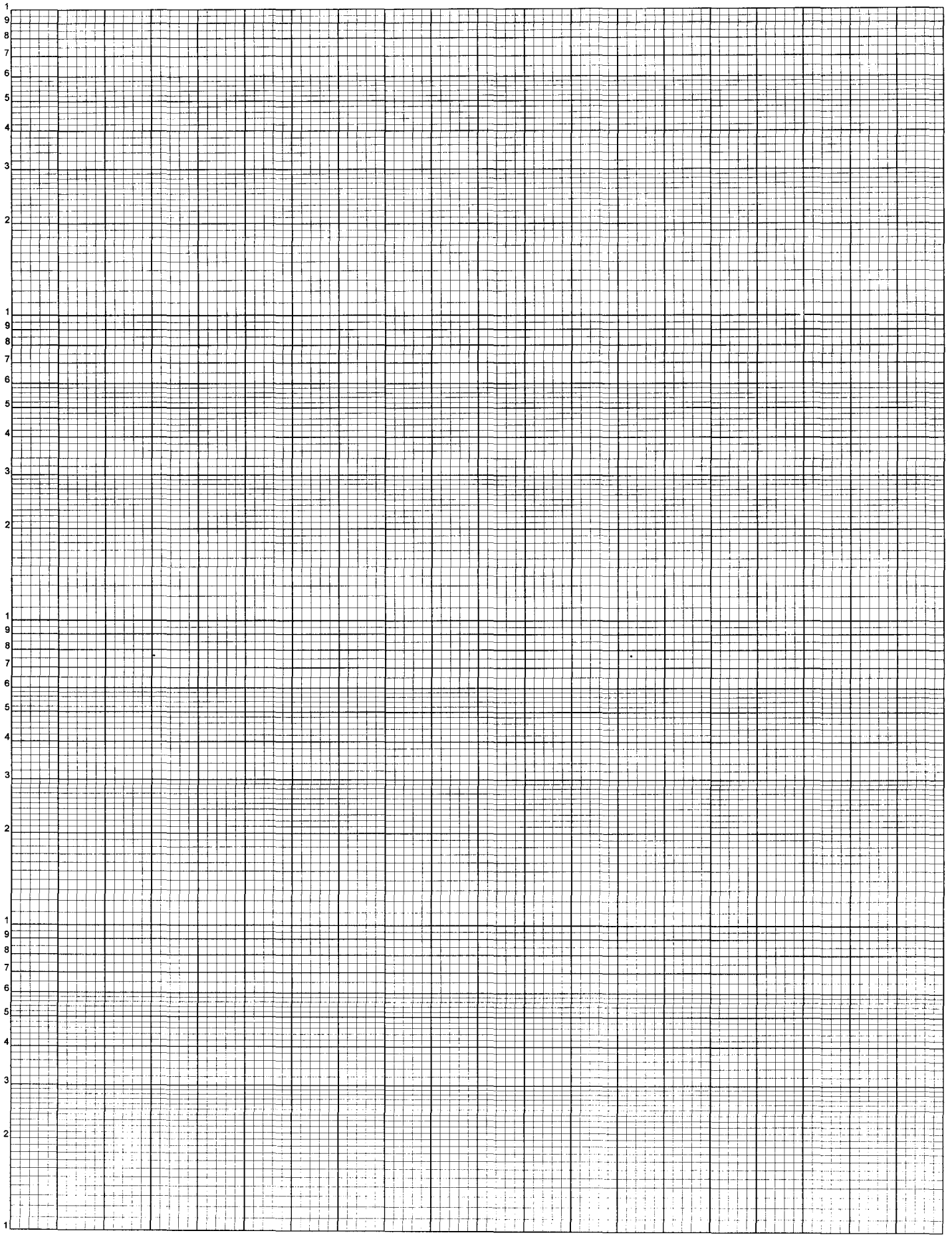
.....

3. จงแสดงการหาช่วงของค่าเกน K ที่ทำให้ระบบควบคุมดังรูปที่ 3 มีเสถียรภาพ โดยใช้หลักการของ Bode diagram (10 คะแนน)



รูปที่ 3

3.1 จงวาด Bode diagram ของระบบโดยกำหนดให้ค่าเกน K มีค่าเท่ากับ 40 (ทำในกระดาษ semi-log) (6 คะแนน)



3.2 จงสรุปว่าค่าเกน K ควรมีค่าอยู่ในช่วงใดจึงจะทำให้ระบบมีเสถียรภาพ (ข้อแนะนำ : อย่าลืมทำการแปลงสเกลของ magnitude plot กลับให้เหมือนเดิมก่อนทำการหาช่วงของเกน K ด้วย) (4 คะแนน)

.....

.....

.....

.....

.....

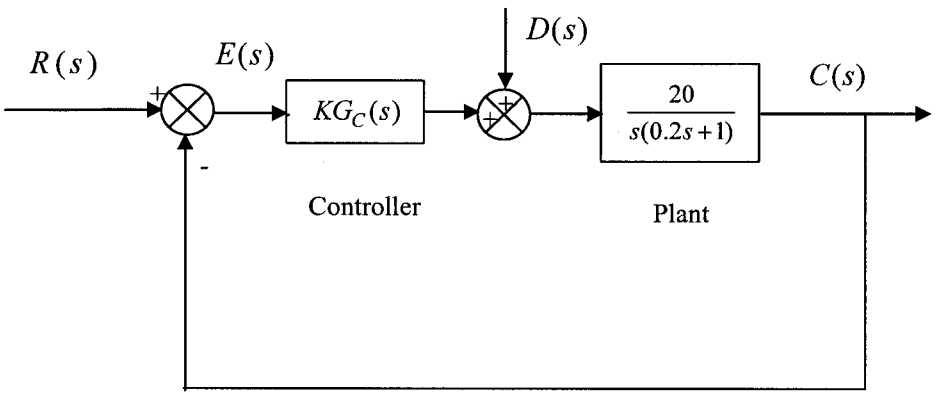
.....

.....

.....

.....

4. จากระบบควบคุมในรูปที่ 4 จงตอบคำถามต่อไปนี้ (10 คะแนน)



รูปที่ 4

4.1 เมื่อ $KG_c(s) = 1$ จงหา steady state error เนื่องจากอินพุต $r(t) = 5$ เมื่อ $d(t) = 0$ (1 คะแนน)

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ชื่อ.....สกุล.....รหัส.....

4.2 เมื่อ $KG_c(s) = 1$ จงหา steady state error เนื่องจากสัญญาณรบกวน $d(t) = 5$ เมื่อ $r(t) = 0$ (1 คะแนน)

.....

.....

.....

.....

.....

.....

4.3 เมื่อ $G_c(s) = 1$ จงหาค่า K ที่ทำให้ steady state error เนื่องจาก $r(t) = t$ มีค่าเป็น 0.02 (1 คะแนน)

.....

.....

.....

.....

.....

.....

4.4 จงออกแบบ Phase Lead Compensator ($G_c(s)$) เมื่อต้องการให้ระบบใหม่มี phase margin เท่ากับ 45 องศา และมี steady state error ตามข้อ 4.3 โดย Bode diagram ของ Plant แสดงดังรูปที่ 5 (7 คะแนน)

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ชื่อ.....สกุล.....รหัส.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

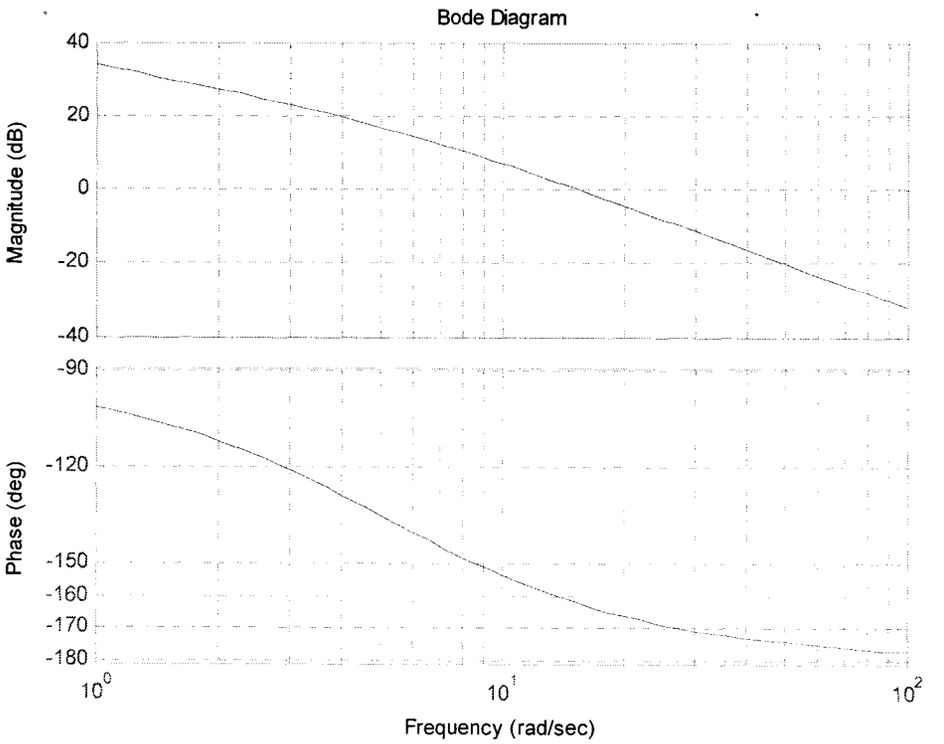
.....

.....

.....

.....

.....



รูปที่ 5