มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี
คณะวิศวกรรมศาสตร์
ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า
การสอบกลางภาคเรียนที่ 1/2560

ข้อสอบวิชา EEE 321 Machines 2
สำหรับนักศึกษา ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้าปี 3
สอบ วันอังคาร ที่ 26 กันยายน 2560 เวลา 13.00-16.00 น

คำเตือน

1. ข้อสอบมีทั้งหมด 11 ข้อ 24 หน้า รวมแผ่นนี้ คะแนนรวม 220 คะแนน (เก็บ 40%) ข้อละ 20 คะแนน
2. ห้ามนำเอกสารทุกชนิดเข้าห้องสอบ
3. อนุญาตให้ใช้เครื่องคำนวณตามระเบียบของมหาวิทยาลัยได้
4. ทำในกระดาษคำถาม และอนุญาตให้ใช้ดินสอทำได้
5. ข้อสอบได้ตรวจสอบแล้ว ไม่มีข้อผิดพลาด และไม่มีการแก้ไขใด ๆ ทั้งสิ้น ถ้าหากนักศึกษามีข้อสงสัยให้อธิบายในกระดาษคำตอบ

เมื่อนักศึกษาทำข้อสอบเสร็จ ต้องยกมือบอกกรรมการคุมสอบ เพื่อขออนุญาตออกนอกห้องสอบ
ห้ามนักศึกษานำข้อสอบออกนอกห้องสอบ
นักศึกษาซึ่งทุจริตในการสอบ อาจถูกพิจารณาโทษสูงสุดให้พ้นสภาพการเป็นนักศึกษา

ข้อสอบนี้ได้ผ่านการประเมินจากทางภาควิชาแล้ว

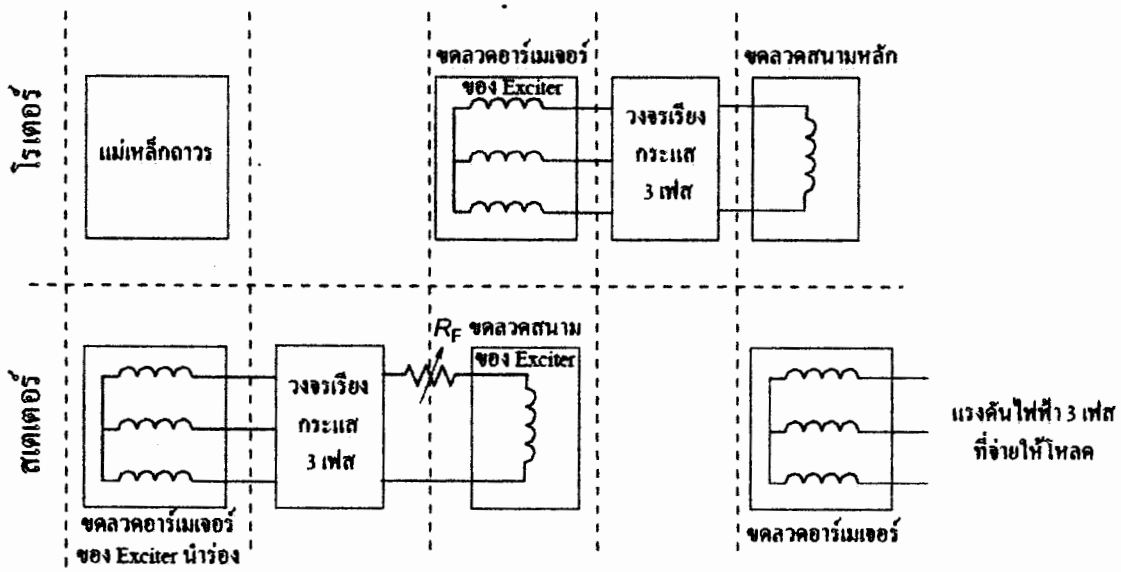
ผู้ประเมิน.....

ผู้ออกข้อสอบ.....
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ฮาคร โพธิ์งาม

ชื่อ.....นามสกุล.....รหัส.....เลขที่นั่งสอบ.....

1. จงออกแบบการพันอาร์เมเจอร์เพื่อใช้กับไฟ 3 เฟส ซึ่งพันแบบ Lap โดยที่อาร์เมเจอร์มีจำนวนช่องและขั้วแม่เหล็กเป็น 24 ช่อง และ 8 ขั้วตามลำดับ ให้แสดงแผนผังของการพันขดลวดลงในช่องต่าง ๆ เหล่านั้นด้วย

2. จงอธิบายการสร้างแรงดันไฟฟ้า 3 เฟส โดยใช้วงจรดังรูป อย่างละเอียด

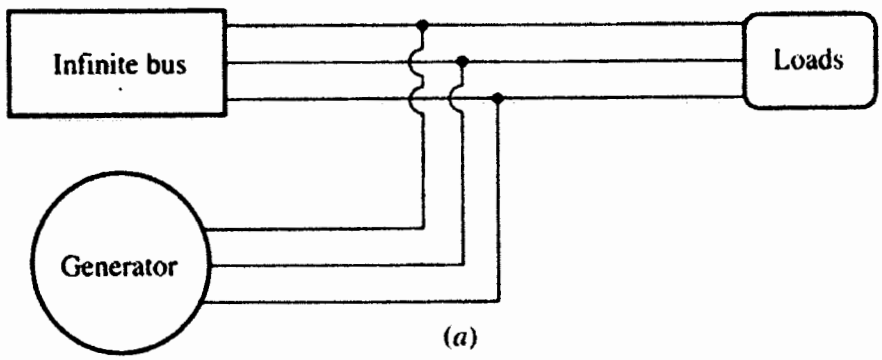


3. เครื่องกำเนิดไฟฟ้าขนาด 200 kVA / 480V /50 Hz ต่อแบบ Delta มีผลการทดสอบเมื่อป้อนกระแสสร้างสนามแม่เหล็กพิกัดเท่ากับ 5A ดังนี้

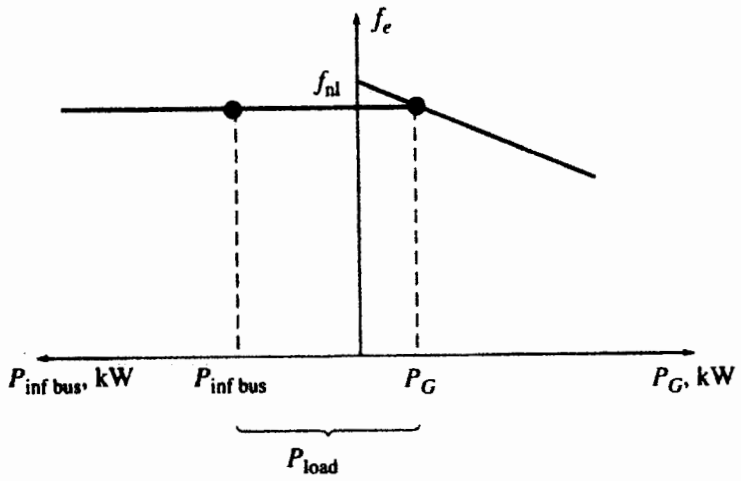
   - แรงดันเปิดวงจร $V_{T,OC} = 540V$
   - กระแสลัดวงจร $I_{L,SC} = 300A$
   - เมื่อป้อนแรงดันกระแสตรงขนาด $10V$ **เข้าที่ขั้ว (2 เส้น)** วัดกระแสได้ $25A$

   จงหา X_S และ R_A ของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า

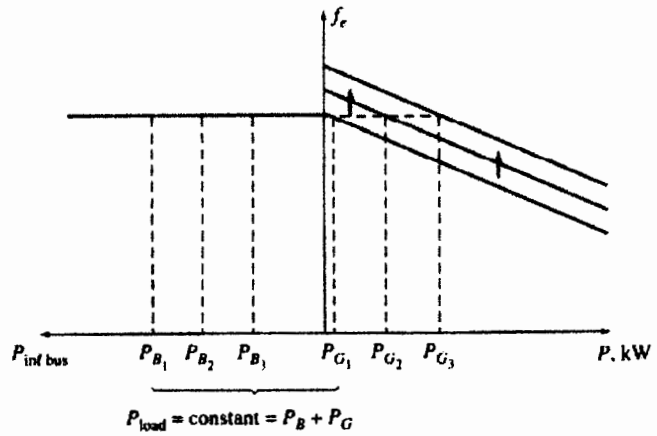
4. จงอธิบายการขนานเครื่องกำเนิดไฟฟ้าและการแบ่งโหลดในการต่อกับ Infinite bus ของรูปดังต่อไปนี้

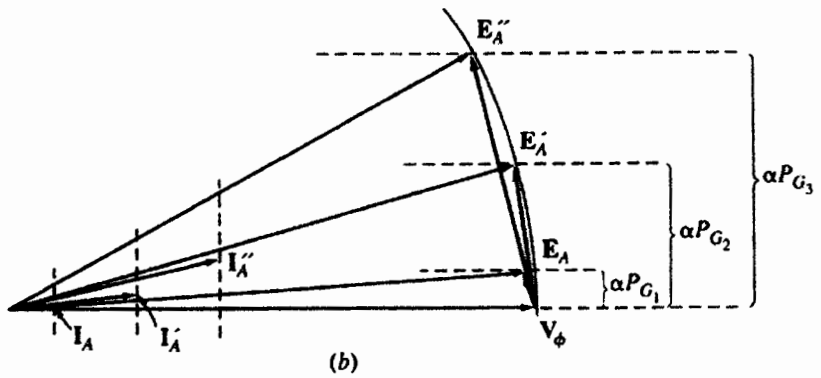


4.1



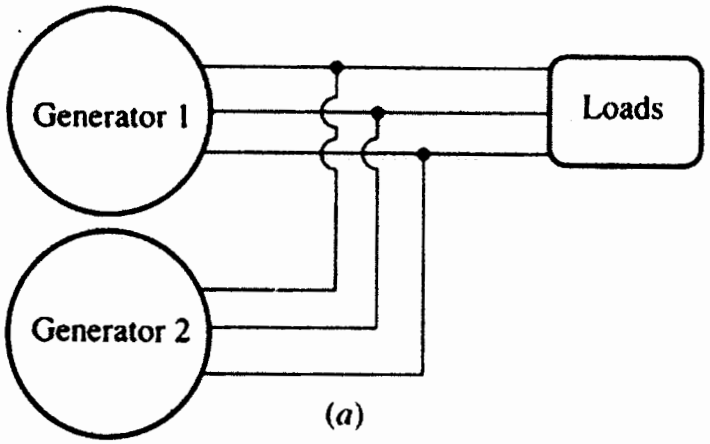
4.2


f_e
$P_{\text{inf bus}}$
P_{B_1} P_{B_2} P_{B_3}
P_{G_1} P_{G_2} P_{G_3}
P, kW
$P_{\text{load}} = \text{constant} = P_B + P_G$

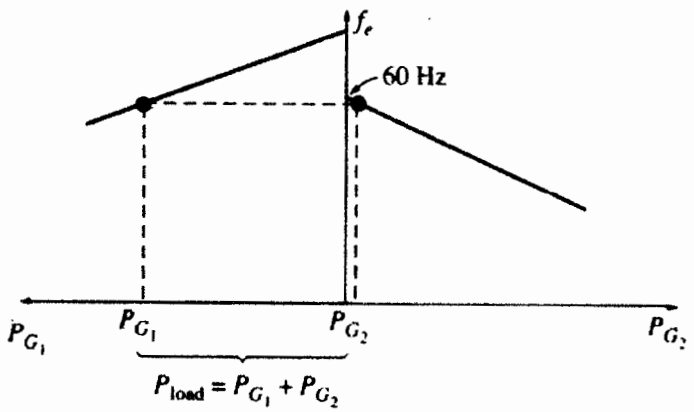

$\mathbf{E}_A''$
$\mathbf{E}_A'$
$\mathbf{E}_A$
αP_{G_3}
αP_{G_2}
αP_{G_1}
$\mathbf{I}_A''$
$\mathbf{I}_A$
$\mathbf{I}_A'$
$\mathbf{V}_\phi$

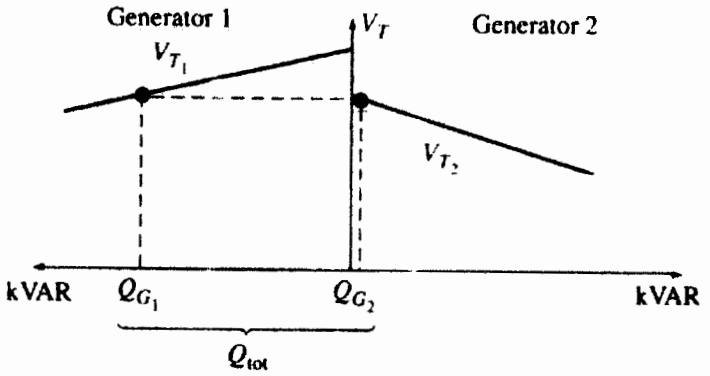
(*b*)

4.3 จงอธิบายการขนานเครื่องกำเนิดไฟฟ้าและการแบ่งโหลดในการต่อกับ เครื่องกำเนิดไฟฟ้า 2 ตัว ของรูปดังต่อไปนี้

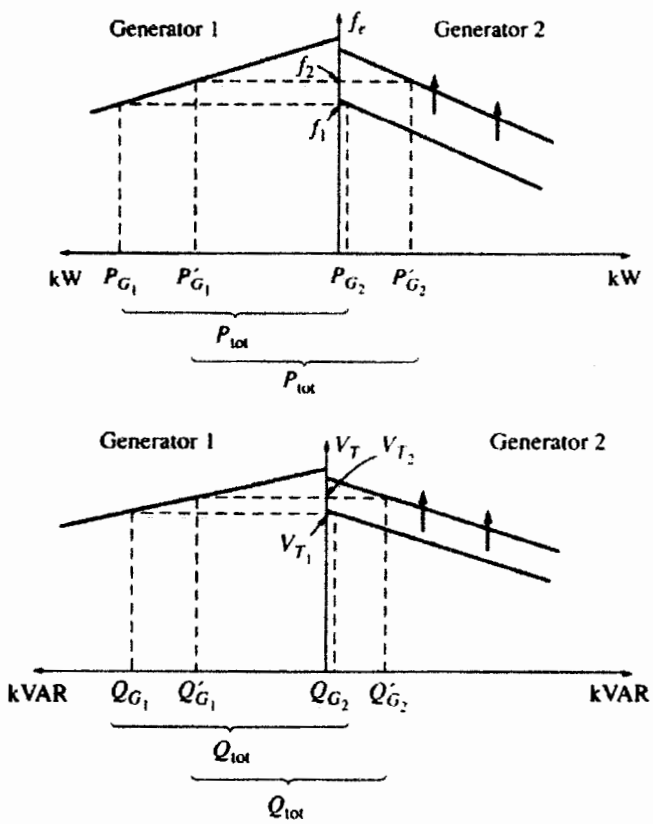


(a)





4.4


Generator 1
f_e
Generator 2
f_2
f_1
kW
P_{G_1}
P'_{G_1}
P_{G_2}
P'_{G_2}
kW
P_{tot}
P_{tot}
Generator 1
V_T
V_{T_2}
Generator 2
V_{T_1}
kVAR
Q_{G_1}
Q'_{G_1}
Q_{G_2}
Q'_{G_2}
kVAR
Q_{tot}
Q_{tot}

5. เครื่องกำเนิดไฟฟ้าขนาด 480 V 6 ขั้ว 50 Hz ต่อแบบ Y มี $X_S = 1\Omega$ ไม่คิดค่าความต้านทาน เมื่อทำงานเต็มพิกัด เครื่องกำเนิดไฟฟ้าจ่ายกระแส 60 A ที่ 0.8 lagging PF ที่ภาวะนี้ การสูญเสียเนื่องจากความฝืดและแรงลมมีค่าเท่ากับ 1.5 kW, การสูญเสียเนื่องจากแกนเหล็กมีค่าเท่ากับ 1 kW และไม่คำนึงกำลังสูญเสียในวงจรสนาม ขณะนี้ได้ปรับกระแสสนามเพื่อให้แรงดันขั้วในภาวะไร้โหลดมีค่า 480 V และมีค่าคงที่ตลอดเวลา (ไม่มีการปรับกระแสสร้างสนามแม่เหล็ก)

จงตอบคาถามต่อไปนี้

5.1) จงหา $\mathbf{V_T}$ เมื่อเครื่องกำเนิดไฟฟ้าจ่ายกระแสพิกัดที่ 0.8 lagging PF, 1.0 PF และ 0.8 leading PF

5.2) จงหาประสิทธิภาพและ %Voltage Regulation เมื่อจ่ายภาวะตามของ 5.1) (0.8 lagging PF, 1.0 PF และ 0.8 leading PF)

6. Two generators are supplying a load. Generator 1 has a no-load frequency of 61.5 Hz and a slope Sp of 1MW/Hz. Generator 2 has a no-load frequency of 61.0 Hz and a slope Sp of 1 MW/Hz. The two generators are supplying a real power of 2.5 MVA at 0.8 PF lagging to the load.

(a) At what frequency is this system operating and how much power is supplied by each generator?

(b) Suppose an additional 1 MVA at 0.8 PF leading load were attached to this power system. What would the new system frequency be, and how much power would each generator supplies now?

(c) With the system in the configuration of (b), what will the system frequency and generator powers be if the governor set point on G2 is increased by 0.25 Hz?

7. A $20\,MVA\ 12.2\,kV\ 0.85\,PF\ lagging$ Y-connected synchronous generator has a negligible armature resistance and a synchronous reactance of $1.1\,per-unit$. The generator is connected in parallel with a $60\,Hz\ 12.2\,kV$ infinite bus that is capable of supplying or consuming any amount of real or reactive power with no change in frequency or terminal voltage.

(a) What is the synchronous reactance of the generator in ohms?

(b) What is the internal generated voltage $\mathbf{E}_A$ of this generator under rated conditions?

(c) What is the armature current $\mathbf{I}_A$ in this machine at rated conditions?

(d) Suppose that the generator is initially operating at rated conditions. If the internal generated voltage $\mathbf{E}_A$ is decreased by 5%, what will the new armature current $\mathbf{I}_A$ be?

8. A $208V$ Y-connected synchronous motor is receiving $40A$ at unity power factor from a $208V$ power system. The field current flowing under these conditions is $2.7A$. Its synchronous reactance is $0.8\ \Omega$. Assume a linear open-circuit characteristic.

(a) Find the torque angle δ.

(b) How much field current would be required to make the motor operate at $0.8\,PF\ leading$ ($40A$)?

(c) What is the new torque angle in part (b)?

9. A 460V, 200 kVA, 0.80 PF leading, 400-Hz, six-pole, Y-connected synchronous motor has negligible armature resistance and a synchronous reactance of 0.50 per unit. Ignore all losses.

(a) What is the speed of rotation of this motor?

(b) What is the output torque of this motor at the rated conditions?

(c) What is the internal generated voltage $\mathbf{E}_A$ of this motor at the rated conditions?

10. A 100 Hp/ 440V/ 0.8PF leading Δ-connected synchronous motor has an armature resistance of 0.22 Ω and a synchronous reactance of 3.0 Ω. Its efficiency at full load is 89 percent.

(a) What is the input power to the motor at rated conditions?

(b) What is the line current of the motor at rated conditions? What is the phase current of the motor at rated conditions?

(c) What is the reactive power consumed by or supplied by the motor at rated conditions?

(d) What is the internal generated voltage $\mathbf{E}_A$ of this motor at rated conditions?

(e) What are the stator copper losses in the motor at rated conditions?

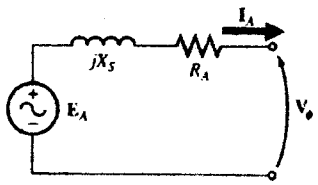
(f) What is P_{conv} at rated conditions?

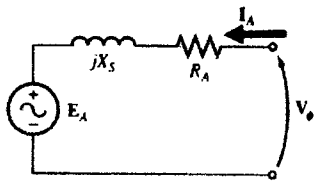
(g) If E_A is decreased by 10 percent, how much reactive power will be consumed by or supplied by the motor at 100 Hp ?

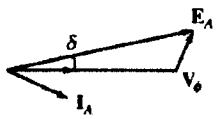
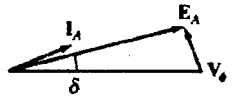
11. จงอธิบาย Active and Reactive Power flow ในรูปนี้อย่างละเอียด

4-17/41

Power Flow ของเครื่องจักรกลไฟฟ้าซิงโครนัส





	Supply reactive power Q $E_A \cos\delta > V_\phi$	Consume reactive power Q $E_A \cos\delta < V_\phi$
Supply power P Generator E_A leads V_ϕ		
Consume power P Motor E_A lags V_ϕ