Engineering
By TycoonOz

ตะลุยข้อสอบ
วิศวกรไฟฟ้า

อ่านสนุก ได้ความรู้ เข้าใจง่าย เนื้อหาครบทุกรายวิชา

เล่มที่ 2

พิมพ์ครั้งที่ 3

กิตติภณ ทองพรหม

เกียรตินิยมอันดับ1 สาขาวิศวกรรมไฟฟ้า
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี

ตะลุยข้อสอบวิศวกรไฟฟ้า

สงวนลิขสิทธิ์:

ห้ามนำส่วนหนึ่งส่วนใดในหนังสือ ตะลุยข้อสอบวิศวกรไฟฟ้า ไปทำซ้ำหรือเผยแพร่ในรูปแบบใดๆ หรือด้วยวิธีอื่นใดไม่ว่าจะเป็นทางอิเล็คทรอนิกส์ การถ่ายเอกสาร การบันทึก การสแกนหรืออื่นๆ โดยไม่ได้รับอนุญาตเป็นลายลักษณ์อักษรจากทางผู้เขียน นายกิตติภณ ทองพรหม

ผู้เขียน: นายกิตติภณ ทองพรหม

จัดทำโดย: Electrical Engineering by TycoonOz (EET)

ออกแบบปก: นางสาวอนงนาต เยี่ยมศุภโชค

รูปเล่มและประสานงาน: นางสาวอนงนาต เยี่ยมศุภโชค

ช่องทางติดต่อ: Kittipon.ee@outlook.com

Facebook : ติวข้อสอบวิศวกรไฟฟ้า by TycoonOz

บทนำ

ผมเชื่อว่ามีหลายคนที่กำลังเตรียมตัวสอบแต่ไม่รู้ว่าจะต้องเตรียมตัวอย่างไรบ้างหรือเริ่มอ่านจากอะไรก่อนดีเนื่องจากมีเนื้อหามากมายให้อ่าน หรือบางคนกำลังมองหาแนวทางว่าการสอบเป็นแบบไหนต้องเตรียมตัวอะไรบ้าง เพราะเพิ่งสอบเป็นครั้งแรก หรืออาจมีหลายคนที่แค่อยากมีหนังสือเก็บเอาไว้สำหรับทบทวนความรู้เพิ่มเติม ไม่ว่าด้วยเหตุผลอะไรผมเชื่อว่าหนังสือเล่มนี้จะตอบโจทย์คุณไม่มากก็น้อยครับ

เหตุผลที่ผมเขียนหนังสือเล่มนี้ขึ้นมาก็เพราะว่าอยากเก็บความรู้ต่างๆที่ได้เจอมาบันทึกไว้ ไม่ว่าจะเป็นข้อสอบ ประสบการณ์ ปัญหาต่างๆ โดยในหนังสือเล่มนี้จะเน้นเนื้อหาไปทางข้อสอบวิชาการ และอาจผสมกับการนำทฤษฎีในข้อสอบไปอธิบายปัญหาในชีวิตการทำงานที่พบเจอได้ ผมเชื่อว่าหลายๆคนในที่นี้มีความสามารถในตัวอยู่แล้วแต่บางทีเวลาอาจทำให้เราลืม หรือจำได้บ้างในบางเรื่องและนั้นเป็นสาเหตุที่ผมชอบเก็บบันทึกความรู้ต่างๆไว้เพื่อมาทวนได้เสมอในวันที่เราต้องใช้มันด้วยเหตุนี้ผมก็เลยอยากมาแชร์ความรู้ให้กับคนที่สนใจไม่ว่าด้วยเหตุผลอะไรก็ตามและที่ผมเลือกเขียนหนังสือแนวข้อสอบวิศวกรไฟฟ้านั้นเพราะผมมองว่ามันเป็นก้าวแรก และเป็นก้าวเล็กๆที่สำคัญสำหรับหลายคนเพราะในสังคมปัจจุบันที่เน้นวัดความสามารถคนจากคะแนนข้อสอบ ก่อนดูที่ผลงานและความสามารถของบุคคลนั้น

“โอกาสที่มาพร้อมกับการสอบ....”

จากประสบการณ์หลายปีที่ผมได้ตระเวรสอบหลายๆสนามมา ทำให้ผมค้นพบว่าข้อสอบในหลายๆสนามนั้นมีหลักการคล้ายๆกันคือ เน้นข้อสอบชุดเดิมๆวนไป หรือก็หมายความว่าถ้าคุณเคยสอบสนามนี้มาแล้วในสนามหน้าคุณอาจเจอข้อสอบที่คล้ายๆกันซึ่งมีหลายคนมาถามผมว่าถ้าอยากสอบติดต้องทำยังไง ผมก็จะแนะนำให้คุณไปสอบสักครั้งไม่ต้องรอให้พร้อมไปสอบเพื่อให้ได้รู้แนวทางก่อนว่าในสนามนั้นเขาออกอะไรบ้างและสถานที่สอบ ขั้นตอนการสอบเป็นแบบไหนหลังจากนั้นคุณก็เก็บข้อมูลมาเพื่อในปีหน้าหากเปิดสอบอีกครั้งคุณจะได้มีโอกาสมากยิ่งขึ้นแต่ถ้าหากคุณไม่มีเวลาลองผิดลองถูกการที่คุณมีหนังสือเล่มนี้ก็ถือว่าคุณกำลังมาถูก

ทาง เพราะผมได้เขียนสิ่งที่ผมเจอมาให้เพื่อเป็นแนวทางให้คุณได้อ่านและทบทวนเพื่อเป็นก้าวเล็กๆให้คุณได้เริ่มเพื่อเป็นก้าวต่อไปตามที่คุณหวัง

นายกิตติภณ ทองพรหม

ผู้เขียน

สารบัญ

เรื่อง	หน้า
บทนำ	2
บทที่ 1 Measurement	5
บทที่ 2 Magnetic circuit	9
บทที่ 3 System design	20
บทที่ 4 Protection and relay	44
บทที่ 5 Power system	57
บทที่ 6 Circuit	64
บทที่ 7 Power transmission	71
บทที่ 8 PEA พื้นฐาน	79
บทที่ 9 MEA พื้นฐาน	90
บทที่ 10 MBA พื้นฐาน	93
บทที่ 11 Aptitude test	118
บทที่ 12 เอกสารแนบท้าย	164

บทที่ 1

Measurement

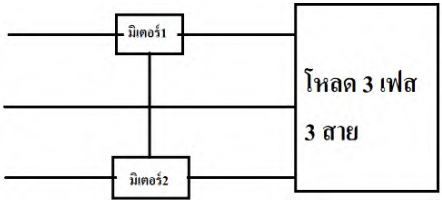
ตะลุยข้อสอบ

Ex.1 มิเตอร์ 2 ตัว วัดระบบไฟฟ้า 3 เฟส 3 สาย อ่านค่าได้ดังนี้ มิเตอร์ตัวที่หนึ่งอ่านได้ 1000Kw มิเตอร์ตัวที่สองอ่านได้ 500Kw อยากทราบ

1.1 Power **รวมของระบบไฟฟ้านี้** (1500kW)

วิธีทำ

จากโจทย์จะเป็นการทดสอบเรื่อง TWO WATT METHOD โดยเป็นวิธีการนำมิเตอร์กำลังมาวัดหากำลังไฟฟ้าของระบบโดยใช้แค่ 2 ตัวต่อดงรูปด้านล่าง



$$P_{total} = P_1 + P_2 = \sqrt{3}IV\cos\theta$$
$$P_{total} = 1000kW + 500kW = 1500kW$$

1.2 PF **ของระบบ** (0.866)

$$pf = \cos\tan^{-1}\sqrt{3}\frac{W_1 - W_2}{W_1 + W_2}$$
$$pf = \cos\tan^{-1}\sqrt{3}\frac{1000 - 500}{1000 + 500}$$
$$pf = \cos\tan^{-1}0.577$$
$$pf = \cos(29.984)$$
$$pf = 0.866$$

Ex.2 หน่วยฐาน SI มีอะไรบ้าง

ซึ่งที่ผ่านมาได้ถาม อุณหภูมิ แรง และ พลังงานไฟฟ้ามีหน่วยเป็นอะไร

SI Base unit 7 ตัวหลัก		
ปริมาณ	**ชื่อหน่วย**	**ตัวย่อ**
ความยาว	เมตร	m
มวล	กิโลกรัม	Kg
เวลา	วินาที	S
กระแสไฟฟ้า	แอมแปร์	A
อุณหภูมิ	เคลวิน	K
ความเข้มของการส่องสว่าง	แคนเดลา	Cd
ปริมาณสาร	โมล	mol

หน่วยอนุพันธ์ SI ที่ควรรู้จัก		
มุม	**เรเดียน**	**Rad**
ความถี่	เฮิรตซ์	Hz
ความดัน	พาสคัล	Pa
แรง	นิวตัน	N
พลังงาน	จูล	J
กำลังไฟฟ้า	วัตต์	W
ประจุไฟฟ้า	คูลอมบ์	C
ศักย์ไฟฟ้า	โวลต์	V
ความจุ	ฟารัด	F
ความต้านทานไฟฟ้า	โอห์ม	W
ฟลักซ์แม่เหล็ก	เวเบอร์	Wb
ความหนาแน่นฟลักซ์แม่เหล็ก	เทสลา	T
ความเหนี่ยวนำ	เฮนรี	H

Ex.3 1kW กี่ kcal

คำตอบ 860kcal

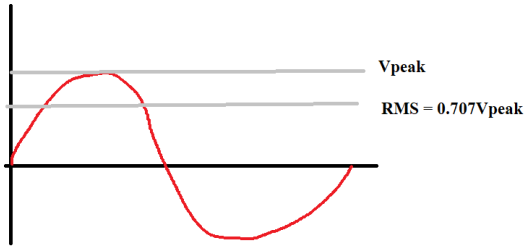
Ex.4 **ทำไมมิเตอร์แบบเข็มจำเป็นต้องปรับ** Adjust **ศูนย์ก่อนทุกครั้ง**

คำตอบ เพื่อชดเชยแรงดันแบตที่ลดลงเนื่องจากสายไฟมีค่าความต้านทาน ดังนั้นเพื่อให้จ่ายกระแสไฟได้เท่าเดิมแต่แรงดันลดลงเราจำเป็นต้อง Adjust ทุกครั้ง ซึ่งการ Adjust นั้นคือการปรับค่าความต้านทานภายในมิเตอร์นั่นเอง

$$I_{meter} = \frac{V \downarrow}{R_{meter} \downarrow + R_{cable}}$$

Ex.5 220/380 V **ค่าที่กล่าวถึงเป็นค่าที่อ่านจาก**

คำตอบ Rms

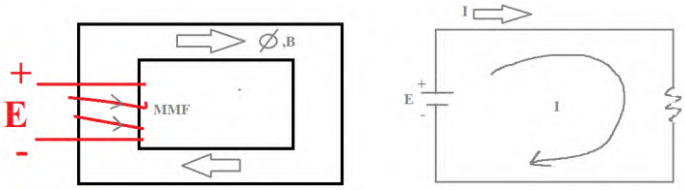


ค่าแรงดันไฟฟ้าที่เราพูดถึงหรือใช้กันทุกวันจะเป็นค่า RMS นะครับ โดยที่มาจากรูปด้านบนไม่ใช่ค่ายอดหรือค่าเฉลี่ยนะ

บทที่ 2

Magnetic circuit

ความรู้พื้นฐาน



หลักการคิดจะเหมือนวงจรไฟฟ้าพื้นฐานที่เราคุ้นกันดังรูปด้านขวา โดยเรามารู้จักวงจรสนามแม่เหล็กกันก่อนว่าตัวแปรแต่ละตัวเรียกว่าอะไร

1. **ฟลักซ์แม่เหล็ก** (ϕ) เทียบได้กับกระแสไฟฟ้าในวงจรไฟฟ้า

2.**ความหนาแน่นของฟลักซ์** (B) คือปริมาณฟลักที่วิ่งผ่านต่อพื้นที่หน้าตัด

$$B = \frac{\phi}{A}$$; โดย A = พื้นที่หน้าตัด

3.**แรงดันแม่เหล็ก**, MMF เทียบได้กับแรงดันไฟฟ้าในวงจรไฟฟ้า โดยแรงดันแม่เหล็กจะทำหน้าที่สร้างฟลักแม่เหล็กในระบบตามสมการ

$$MMF = IN = HL$$

โดย I = กระแสที่จ่ายให้ขดลวด, N =จำนวนรอบของขดลวด

4.**ความเข็มสนามแม่เหล็ก**, H

$$H = \frac{NI}{L}$$

H = ความเข็มของสนามแม่เหล็ก N = จำนวนรอบของขดลวด

I = กระแสไฟฟ้าที่จ่ายให้ขดลวด L = ความยาวของแกนตัวนำแม่เหล็ก

5.**ความซึมซาบจำเพาะและความซึมซาบสัมพัทธ์** คือตัวที่บอกคุณสมบัติของวัสดุนั้นว่ายอมให้เกิดสนามแม่เหล็กไหลได้มากน้อยเพียงใด

$$\mu = \mu_r \mu_o$$

μ : ความซึบซาบจำเพาะของวัสดุตัวนำนั้น

μ_r : ความซึบซาบสัมพัทธ์ของวัสดุตัวนำนั้น ถ้าอากาศ = 1

μ_o : ความซึบซาบของอากาศ = 4π X 10^{-7}

$$B = \mu H$$

6.**ความต้านทานฟลักซ์แม่เหล็ก**

$$R = \frac{L}{\mu A}$$

R = ความต้านทานฟลักซ์แม่เหล็ก

L = ความยาวของแกนตัวนำแม่เหล็ก

A = พื้นที่หน้าตัดของแกนแม่เหล็ก

μ : ความซึบซาบจำเพาะของวัสดุตัวนำนั้น

Ex.1 แกนตัวนำแม่เหล็กพันลวด 1000 รอบมีกระแสไฟฟ้าจ่ายมายังขดลวดขนาด 3 A จงหาแรงดันแม่เหล็ก MMF และความเข้มของสนามแม่เหล็ก H

วิธีทำ

1.1 แรงดันแม่เหล็ก MMF

MMF = IN = 3(1000) = 3,000 A

1.3 ความเข้มของสนามแม่เหล็ก H

$$MMF = IN = HL$$

$$H = \frac{NI}{L}$$

สามารถหาได้จาก 2 สูตรแล้วแต่ถนัด แอดมินขอใช้สูตรที่ 2 ที่ตรงตัวกรณีเราไม่รู้ค่า MMF

$$H = \frac{NI}{L}$$

N = 1000, I = 3 A, L = ?

L คือความยาวแกนเหล็กจากรูปจะได้

L = 15cm +10cm +15cm +10cm =50cm

โดยเปลี่ยนเป็นหน่วย m จะได้เท่ากับ 0.5m

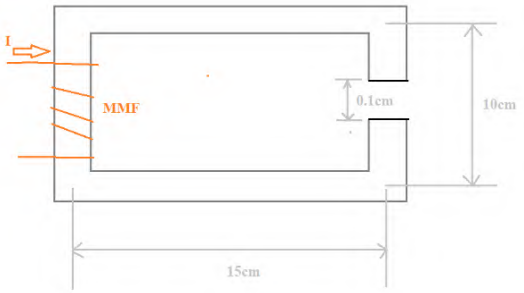
$$H = \frac{NI}{L} = \frac{1{,}000\ x\ 3}{0.5} = 6{,}000\ A/m$$

Ex.2 แกนตัวนำแม่เหล็ก Cast iron มีค่ามีพื้นที่หน้าตัด 0.002 ตารางเมตร โดยมีฟลักซ์แม่เหล็ก 15 x10^{-4} Wb จงหาแรงดันแม่เหล็กที่ cast iron และ Air gap โดยกำหนดค่าให้ดังนี้

μ_r : ความซึมซาบสัมพัทธ์ของ Cast iron = 200

μ_r : ความซึมซาบสัมพัทธ์ของอากาศ = 1

μ_o : ความซึมซาบของอากาศ = 4π x 10^{-7}



วิธีทำ

MMF? = IN = HL

โดยจากข้อมูลที่เรารู้นั้นเราจะไม่มีทางทราบค่าจำนวนรอบขดลวดกับกระแสได้เลย ดังนั้นเราต้องใช้สูตร MMF= HL แทนโดย

$$B = \mu H$$

$$B = \frac{\Phi}{A} = \frac{15\ x\ 10^{-4}}{0.002} = 0.75\ Wb/m^2$$

****คิดที่แกนตัวนำแม่เหล็ก** Cast iron

$$\mu = \mu_r \mu_o = 200\ x\ 4\pi x 10^{-7} = 2.51 x 10^{-4} \frac{Wb/m^2}{A/m}$$

$$H = \frac{B}{\mu} = \frac{0.75}{2.51\ x\ 10^{-4}} = 2988\ A/m$$

ความยาวของแกนเหล็ก = 15cm + 10cm +15cm + (10cm -0.1cm)

= 49.9 cm = 50 cm ** โดยเราไม่คิด Airgap ก็ได้

แปลงเป็นหน่วย เมตร = 0.5 m

$$MMF_{\text{Cast iron}} = HL = 2988 \times 0.5 = 1494\ A$$

****คิดที่** Air gap

$$\mu = \mu_r \mu_o = 1x4\pi x 10^{-7} = 4\pi x 10^{-7} \frac{Wb/m^2}{A/m}$$

$$H = \frac{B}{\mu} = \frac{0.75}{4\pi\ x\ 10^{-7}} = 5.95 \times 10^5\ A/m$$

ความยาวของAir gap =0.1cm = 0.001m

$$MMF_{\text{Air gap}} = HL = 5.95 \times 10^5 \times 0.001 = 595\ A$$

$$MMF_{\text{Total}} = MMF_{\text{Air gap}} + MMF_{\text{Cast iron}} = 595 + 1494 = 2089\ A$$

Ex.3 หากลดจำนวนขดลวดลง 50% แต่ต้องการให้ความหนาแน่นของฟลักซ์ (B) เท่าเดิม สามารถทำได้อย่างไร

วิธีทำ

$$H = \frac{NI}{L}$$

$$B = \mu H = \frac{\mu NI}{L}$$

จากสมการข้างบน หากต้องการให้ B เท่าเดิมโดยที่ขดลวดลดลง 50% สามารถทำได้โดย เพิ่มกระแสเป็น 2 เท่า หรือลดความยาวแกนแม่เหล็กลง 50%อย่างใดอย่างหนึ่ง

Ex.4 Current density เทียบเท่ากับ flux หรือไม่

คำตอบ ไม่เท่าเพราะ flux ถ้าเปรียบเทียบแล้วคือ กระแส ส่วน current density = กระแสต่อพื้นที่ ซึ่งจะเทียบเท่ากับความหนาแน่นของฟลักซ์ (B) คือ ปริมาณฟลักซ์ที่วิ่งผ่านต่อพื้นที่หน้าตัด

Ex.5 หากต้องการลด MMF ลง 50% สามารถทำได้อย่างไร

วิธีทำ

$$MMF = IN = HL$$

จากสมการเราสามารถลด MMF ลง 50% ได้ โดยลดกระแสเข้าขดลวดลง 50% หรือลดจำนวนขดลวด 50% หรือลดความยาวแกนเหล็กลง 50% ก็ได้เช่นกัน

Ex.5 แม่เหล็กถาวร (Permanent Magnetic) คืออะไร

คำตอบ แม่เหล็กที่มีคุณสมบัติเป็นแม่เหล็กตลอดไปด้วยตัวเอง แม่เหล็กธรรมชาติและแม่เหล็กเทียม (อลูมิเนียม - นิกเกิลโคบอลต์ – อัลลอยด์)

Ex.6 ความเข้มของสนามแม่เหล็กที่ Air gap **มีค่าเท่ากับ** 1,000 A/m **จงหาความหนาแน่นของฟลักซ์แม่เหล็ก**

วิธีทำ

$$B = \mu H$$

$$\mu = \mu_r \mu_o$$

μ_r : ความซึมซาบสัมพัทธ์ของ Cast iron = 200

μ_r : ความซึมซาบสัมพัทธ์ของอากาศ = 1

μ_o : ความซึมซาบของอากาศ = 4π x 10^{-7}

$$\mu = \mu_r \mu_o = 1 \times 4\pi \times 10^{-7}$$

$B = \mu H$ = 1 x 4π x 10^{-7} x 1,000 = 1.25 x 10^{-3}

Ex.7 แกนเหล็กมีพื้นที่หน้าตัด 0.05 **ตารางเมตร หากมีฟลักซ์แม่เหล็กใน** Airgap **มีค่า** 0.2 Wb **จงหาความเข้มของสนามแม่เหล็ก**

วิธีทำ

$$B = \mu H = \frac{\phi}{A}$$

$$\mu = \mu_r \mu_o$$

μ_r : ความซึมซาบสัมพัทธ์ของ Cast iron = 200

μ_r : ความซึมซาบสัมพัทธ์ของอากาศ = 1

μ_o : ความซึมซาบของอากาศ = 4π x 10^{-7}

$$H = \frac{\phi}{A\mu} = \frac{0.2}{0.05\ x\ 4\pi\ x\ 10^{-7}} = 3.18x10^6 A/m$$

Ex.8 แกนตัวนำแม่เหล็ก Cast iron พื้นที่หน้าตัด 0.02 ตารางเมตรความยาวแกนเหล็กทั้งหมด 0.5 เมตร โดยมีขดลวดพัน 100 รอบหากมีกระแสไหลผ่านขดลวด 10A จงหาฟลักซ์แม่เหล็ก โดยกำหนดให้ μ_r = 185

วิธีทำ

$$B = \mu H = \frac{\Phi}{A}$$

$$H = \frac{NI}{L}$$

$$\mu = \mu_r \mu_o$$

μ_r : ความซึบซาบสัมพัทธ์ของ Cast iron = 200

μ_r : ความซึบซาบสัมพัทธ์ของอากาศ = 1

μ_o : ความซึบซาบของอากาศ = 4π x 10^{-7}

8.1 หาความซึบซาบจำเพาะของวัสดุ

$\mu = \mu_r \mu_o$ = 185 x 4π x 10^{-7} = 2.32 x 10^{-4}

8.2 หาความเข้มของสนามแม่เหล็ก

$$H = \frac{NI}{L} = \frac{100\ x\ 10}{0.5} = 2000$$

8.3 ความหนาแน่นของฟลักซ์ (B) ปริมาณฟลักซ์ที่วิ่งผ่านต่อพื้นที่หน้าตัด

$B = \mu H$ = 2.32 x 10^{-4} x 2000 = 0.464

8.4 หาฟลักซ์แม่เหล็ก $B = \frac{\Phi}{A}$

$\Phi = BA$ = 0.464 x 0.02 = 9.28 x 10^{-3} Wb

Ex.9 แกนตัวนำแม่เหล็กมีพื้นที่หน้าตัด 0.02 ตารางเมตร โดยแกนตัวนำนี้ทำจากวัสดุ 2 ชนิดได้แก่ cast steel ความยาว 0.05 เมตร และ cast iron ความยาว 0.1 เมตร โดยมีขดลวดพัน 100 รอบ หากมีฟลักซ์แม่เหล็ก 0.05 Wb จงหาค่า MMF และกระแสในขดลวด

โดยกำหนด $\mu_{\mathbf{r}\text{cast steel}} = 3$, $\mu_{\mathbf{r}\text{cast iron}} = 2$

วิธีทำ

$$MMF = IN = HL$$

$$B = \mu H = \frac{\Phi}{A}$$

$$\mu = \mu_r \mu_o$$

μ_r : ความซึบซาบสัมพัทธ์ของ Cast iron = 200

μ_r : ความซึบซาบสัมพัทธ์ของอากาศ = 1

μ_o : ความซึบซาบของอากาศ = 4π x 10^{-7}

9.1 **ความหนาแน่นของฟลักซ์ (B) ของระบบ**

$$B = \frac{\Phi}{A} = \frac{0.05}{0.02} = 2.5$$

9.2 **หา H cast steel , MMF cast steel**

$$\mu = \mu_r \mu_o = 3 \text{ x } 4\pi \text{ x } 10^{-7} = 3.77 \text{ x } 10^{-6}$$

$$B = \mu H; \quad 2.5 = 3.77 \text{ x } 10^{-6} \text{ x H}$$

$$H = 6.63 \text{ x } 10^{-5}$$

$$MMF = HL = 6.63 \text{ x } 10^{-5} x\ 0.05 = 3.315 \text{ x } 10^{-6} A --Cast\ steel$$