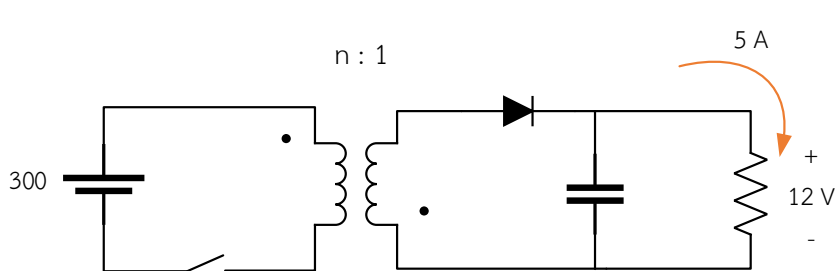


เฉลย CW#5

ให้ออกแบบหม้อแปลง Flyback ที่มีแรงดันเข้า 300 V.DC แรงดันออก 12 V.DC กระแสโหลด 5 A ทำงานที่ขีดแบ่ง $B_{\max} = 0.1 \text{ T}$ $D = 0.5$ ความหนาแน่นกระแส $J = 4 \text{ A/mm}^2$ $k = 0.6$ ทางานที่ความถี่ $f = 50 \text{ kHz}$ ค่าความนำไฟฟ้าจำเพาะ $\sigma = 5.81 \times 10^7 \text{ } \Omega^{-1}\text{m}^{-1}$ $\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7} \text{ Hm}^{-1}$ โดยวิธี Ap

- จงเขียนรูปวงจร คำนวณค่า Ap และเลือกขนาดแกน
- คำนวณค่า skin depth
- หาเบอร์เส้นลวด จำนวนเส้นที่ขนานและจำนวนรอบของขดลวดทั้ง 2 ขด (พท. error $\leq 10\%$ และขนานน้อย เส้น รอบน้อยให้ปัดเศษลง, รอบ > 20 ให้ปัดเศษปกติ)
- ความยาวลวด
- หาระยะช่องว่างอากาศและระยะห่างแกน

a. จงเขียนรูปวงจร คำนวณค่า Ap และเลือกขนาดแกน



$$B_{\text{rex}} = 0.1 \text{ T}$$

$$D = 0.5$$

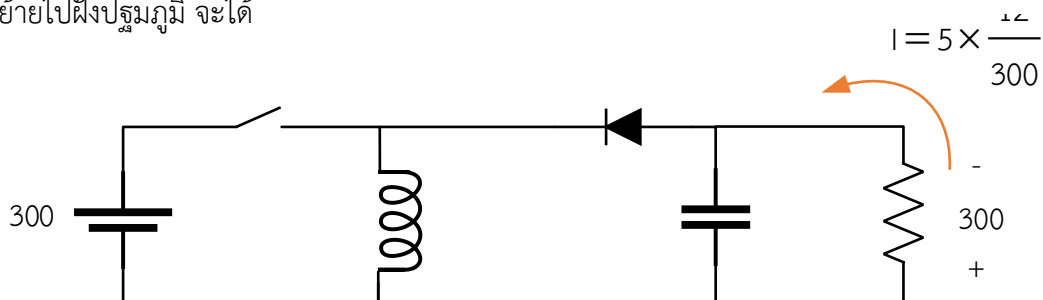
$$J = 4 \text{ A/mm}^2$$

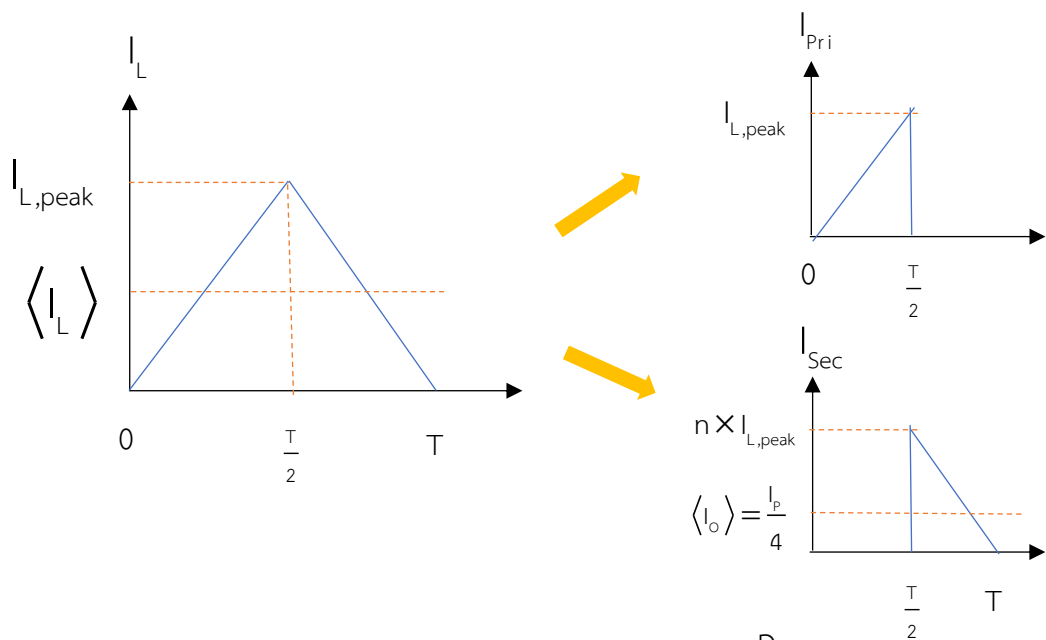
$$f = 50 \text{ kHz}$$

$$\sigma = 5.81 \times 10^7 \text{ } \Omega^{-1}\text{m}^{-1}$$

$$\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7} \text{ Hm}^{-1}$$

ย้ายไปฝั่งปฐมภูมิ จะได้





จากสมการ

$$V_o = \frac{D}{D'} V_i n$$

แทนค่า V_o และ V_i จากโจทย์จะได้

$$300 = 12 n$$

เพราะฉะนั้น

$$n = 2.5$$

หาค่า $I_{L,peak}$ จากสมการ

$$I_{L,peak} = 2 \langle I_L \rangle$$

แทนค่า

$$I_{L,peak} = \frac{4 \times 5 \times 12}{300}$$

จะได้

$$I_{L,peak} = 0.8 \text{ A} \quad \text{Ans}$$

หาค่า L_p จากสมการ

$$L_p = \frac{V_i (DT)}{\Delta I}$$

แทนค่า

$$L_p = \frac{300}{2(50 \text{ k})(0.8)}$$

จะได้

$$L_p = 3.75 \text{ mH} \quad \text{Ans}$$

หาค่า $I_{P,RMS}$ จากสมการ

$$I_{P,RMS} = \frac{I_{L,peak}}{\sqrt{3}} \times \frac{1}{\sqrt{2}}$$

แทนค่า

$$I_{P,RMS} = \frac{0.8}{\sqrt{6}}$$

จะได้

$$I_{P,RMS} = 0.3266 \text{ A} \quad \text{Ans}$$

b. คำนวณค่า skin depth

จากสูตร
$$A_p = \frac{L_{P,RMS}}{KJB_m} \times 2 \quad ; \quad \frac{L_{Pri,P,RMS}}{KJB_m} + \frac{L_{Sec,P,RMS}}{KJB_m}$$

แทนค่าต่าง ๆ จะได้
$$A_p = \frac{3.75 \text{ m}(0.3266)(0.8)}{0.6(4 \times 10^6)(0.1)} \times 2$$

เพราะฉะนั้น
$$A_p = 8,165 \text{ mm}^4 \quad \text{Ans}$$

ใช้เบอร์ EI-35: $A_p = 9,500 \text{ mm}^4$, $S = 100 \text{ mm}^2$, $W = 95 \text{ mm}^2$, $t = 80 \text{ mm}^2$ Ans

c. หาเบอร์เส้นลวด จำนวนเส้นที่ขนานและจำนวนรอบของขดลวดทั้ง 2 ขด (พท. error $\leq 10\%$ และขนานน้อยเส้น รอบน้อยให้ปัดเศษลง, รอบ > 20 ให้ปัดเศษปกติ)

สูตรช่องว่างของแกนแม่เหล็ก
$$\delta = \sqrt{\frac{2}{\omega \mu_0 \sigma}}$$

แทนค่าต่าง ๆ จะได้
$$\delta = \sqrt{\frac{2}{2\pi(50 \times 10^3)(4\pi \times 10^{-7})(5.81 \times 10^7)}}$$

เพราะฉะนั้น
$$\delta = 0.295 \text{ mm}$$

ซึ่ง
$$\phi_{ลวด} \leq 0.59$$

จาก
$$A_{\omega P} = \frac{I_{P,RMS}}{J}$$

แทนค่า
$$A_{\omega P} = \frac{0.3266}{4} \text{ mm}^2$$

จะได้
$$A_{\omega P} = 0.08165 \text{ mm}^2 ; R = 0.161, \phi = 0.322 \text{ mm}^2 \quad \text{Ans}$$

จาก
$$A_{\omega S} = A_{\omega P} \times \frac{300}{12}$$

จะได้
$$A_{\omega S} = 2.041 \text{ mm}^2 \quad ; \quad \phi = 0.8 \text{ mm (ใหญ่ไป)} \quad \text{Ans}$$

Primary: SWG 29: $\phi = 0.34 \text{ mm}$ (111%) error เกิน -> SWG 30: $\phi = 0.3 \text{ mm}$ (92.7%) Ans

Secondary ใช้ SWG 24: $\phi = 0.55 \text{ mm}$ ใช้ 8.59 เส้น -> ก็คือใช้ 9 เส้น (error 4.7%) Ans

d. ความยาวลวด สามารถคำนวณได้ 2 แบบ ได้แก่

แบบที่ 1 ยึด B_{\max} แกน เหลือพื้นที่ว่าง

จากสูตร
$$N_p = \frac{LI_{p,peak}}{B_{\max} S}$$

แทนค่า
$$N_p = \frac{3.74 \times 10^{-3} \times 0.8}{0.1 \times 100 \times 10^{-6}}$$

จะได้
$$N_p = 300 \text{ รอบ} \quad \text{Ans}$$

สำหรับ N_s จากสูตร
$$N_s = \frac{LI_{s,peak}}{B_{\max} S}$$

แทนค่า
$$N_s = \frac{6 \times 10^{-6} \times 20}{0.1 \times 100 \times 10^{-6}}$$

จะได้
$$N_s = 12 \text{ รอบ} \quad \text{Ans}$$

เพราะฉะนั้น SWG#29 ยาว $= (80 \times 10^{-3})(300) = 24 \text{ m} \quad \text{Ans}$

และ SWG#24 ยาว $= (80 \times 10^{-3})(9)(12) = 8.64 \text{ m} \quad \text{Ans}$

แบบที่ 2 พันให้เต็ม เพื่อลด ϕ ในแกน

จากสูตร
$$\frac{kW}{2} = N_p A_{wp}$$

แทนค่าและย้ายข้าง
$$N_p = \frac{0.6(95)}{2(0.08165)}$$

จะได้
$$N_p = 349 \text{ รอบ} \quad \text{Ans}$$

สำหรับ Secondary
$$N_s = N_p \times \frac{12}{300}$$

จะได้
$$N_s = 13.96 \text{ รอบ} \rightarrow 14 \text{ (13 รอบก็ได้)} \quad \text{Ans}$$

เพราะฉะนั้น SWG#29 ยาว $= (80 \times 10^{-3})(349) = 27.92 \text{ m} \quad \text{Ans}$

และ SWG#24 ยาว $= (80 \times 10^{-3})(9)(14) = 10.08 \text{ m} \quad \text{Ans}$

e. หาระยะช่องว่างอากาศและระยะห่างแกน

ระยะช่องว่างอากาศ

จากสูตร
$$\ell_g = \frac{N^2 \mu_0 S}{L}$$

แทนค่าต่าง ๆ จะได้
$$\ell_g = \frac{(349)^2 (4\pi \times 10^{-7}) (100 \times 10^{-6})}{3.75 \times 10^{-3}}$$

ระยะช่องว่างอากาศเป็น $\ell_g = 4.08 \text{ mm}$ Ans

หรือ
$$\ell_g = \frac{(300)^2 (4\pi \times 10^{-7}) (100 \times 10^{-6})}{3.75 \times 10^{-3}}$$

ระยะช่องว่างอากาศเป็น $\ell_g = 3.016 \text{ mm}$ Ans

ระยะห่างแกน

จากสูตรระยะห่างแกน
$$\frac{\ell_g}{2}$$

แทนค่า ℓ_g จะได้ $\ell_g = 2.04 \text{ mm}$ Ans

หรือ $\ell_g = 1.508 \text{ mm}$ Ans