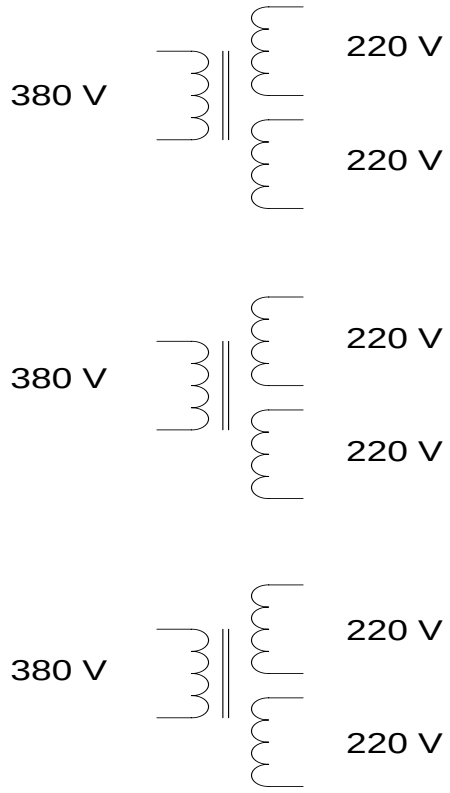
บทที่ 3

การออกแบบโครงงาน

ในบทนี้จะเป็นการออกแบบในส่วนต่างๆของโครงงานซึ่งแบ่งได้ดังนี้

การออกแบบหม้อแปลงแบบซิกแซก และการออกแบบวงจรการต่อหม้อแปลงซิกแซก แบบ Dz0, Dz6 และ Yz1

3.1 การออกแบบหม้อแปลง



ภาพที่ 3.1 ลักษณะขดลวดของหม้อแปลง

การคำนวณจากทฤษฎีเพื่อออกแบบหม้อแปลง

Input voltage, V_{in}	=	380 V
Output voltage, V_{out}	=	220 V
Output current, I_o	=	1.364 A
Output power, P_o	=	300 VA
Frequency, f	=	50 Hz
Efficiency, η	=	80 %
Regulation, $\propto$	=	5 %
Operating flux density, B_{ac}	=	1.6 tesla
Core Material	=	Silicon M6X
Window utilization, K_u	=	0.4
Temperature rise goal, T_r	=	40 ℃

ขั้นตอนที่ 1 คำนวณค่ากำลังไฟฟ้าด้านทุติยภูมิ

$$P_t = P_o \left[\frac{1}{\eta} + 1\right]$$

$$P_t = 300 \left[\frac{1}{0.8} + 1\right]$$

$$P_t = 513 \text{ W}$$

ขั้นตอนที่ 2 คำนวณค่าสัมประสิทธิ์การเกิด wave form ของสนามแม่เหล็ก

K_e = 0.145 $(K_f)^2$ $(f)^2$ $(B_m)^2$ (10^{-4})

f = 4.44 , [sine wave]

K_e = 0.145 $(4.44)^2$ $(50)^2$ $(1.6)^2$ (10^{-4})

K_e = 1.83

ขั้นตอนที่ 3 คำนวณค่าสัมประสิทธิ์ของแกน

$$K_g = \frac{P_t}{2K_e\, a}$$

$$K_g = \frac{(675)}{2(1.83)(5)}$$

K_g = 36.89 cm^5

Lamination number	=	EI-150
Manufacturer	=	Thomas and Skinner
Magnetic path length, MPL	=	22.9 cm
Core weight, W_{tfe}	=	2.334 g
Copper weight, W_{tce}	=	853 kg
Mean length turn, MLT	=	22 cm
Iron area, A_c	=	13.790 cm^2
Window area, W_a	=	10.887 cm^2

Area product, A_{P} = 150.136 cm^4

Core geometry, K_{g} = 37.579 cm^5

Surface area, A_{t} = 479 cm^2

ขั้นตอนที่ 4 คำนวณค่าความเร็วรอบด้านปฐมภูมิ

$$N_P = \frac{V_{in}\,(\,10^4\,)}{K_f\,B_{ac}\,f\,A_c}$$

$$N_P = \frac{(380)(\,10^4\,)}{(4.44)(1.6)(50)(13.790)}$$

N_P = 775.794 turns

ขั้นตอนที่ 5 คำนวณค่าความหนาแน่นของกระแสที่ไหลผ่านแกน

$$\mathrm{J} = \frac{P_t\,(\,10^4\,)}{K_f\,K_u\,B_{ac}\,f\,A_p}$$

$$\mathrm{J} = \frac{(675)(\,10^4\,)}{(4.44)(0.4)(1.6)(50)(150.136)}$$

J = 316.44 A/cm^2

ขั้นตอนที่ 6 คำนวณค่ากระแสด้านอินพุต

$$I_{\mathrm{in}} = \frac{P_o}{V_{\mathrm{in}}\,\eta}$$

$$I_{\mathrm{in}} = \frac{300}{(380)(0.8)}$$

I_{in} = 0.99 A

ขั้นตอนที่ 7 คำนวณค่าพื้นที่โดยรวมของสายด้านปฐมภูมิ

$$A_{\text{wp(B)}} = \frac{I_{\text{in}}}{J}$$

$$A_{\text{wp(B)}} = \frac{0.99}{316.44}$$

$$A_{\text{wp(B)}} = 0.00313 \text{ cm}^2$$

ขั้นตอนที่ 8 คำนวณขนาดของสาย

$$\text{AWG} = \#23$$

$$A_{\text{wp(B)}} = 0.002588 \text{ cm}^2$$

$$A_{\text{wp}} = 0.003135 \text{ cm}^2$$

$$\left[\frac{\mu\Omega}{\text{cm}}\right] = 666 \ \mu\Omega/\text{cm}$$

ขั้นตอนที่ 9 คำนวณค่าความต้านทานด้านปฐมภูมิ

$$R_P = \text{MLT}\,(N_P)(N_P)\left[\frac{\mu\Omega}{\text{cm}}\right](10^{-6})$$

$$R_P = (22)(775.794)(666)(10^{-6})$$

$$R_P = 11.367 \ \Omega$$

ขั้นตอนที่ 10 คำนวณค่าความสูญเสียของขดลวดด้านปฐมภูมิ

$$P_P = {I^2}_P \ R_P$$

$$P_P = (0.99)^2\,(11.367)$$

$$P_P = 11.141 \ \text{W}$$

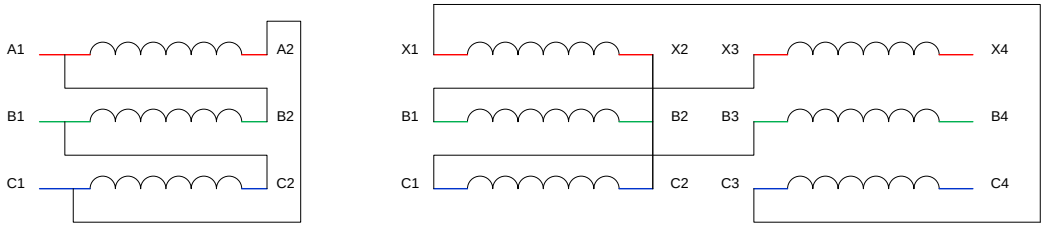
ขั้นตอนที่ 11 คำนวณค่าความเร็วรอบด้านทุติยภูมิ

$$N_s = \frac{N_P\ N_S}{V_{\text{in}}}\left[1+\frac{\propto}{100}\right]$$

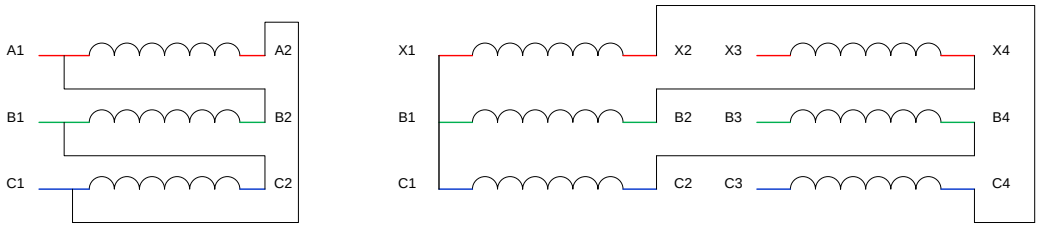
$$N_s = \frac{(755.794)\ (200)}{380}\left[1+\frac{5}{100}\right]$$

$$N_s = 471.6 \text{ turns}$$

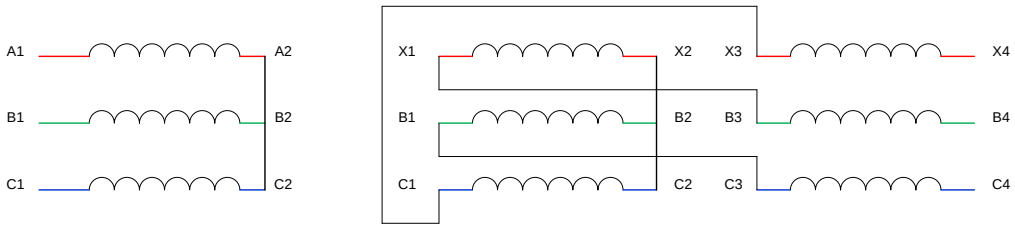
3.2 การออกแบบวงจรการต่อหม้อแปลงซิกแซก



ภาพที่ 3.2 การต่อหม้อแปลง แบบที่ 1 Dz0



ภาพที่ 3.3 การต่อหม้อแปลง แบบที่ 2 Dz6



ภาพที่ 3.4 การต่อหม้อแปลง แบบที่ 3 Yz1