

**문제 1.** 1차 권선 저항  $R_1 = 0.8 \Omega$ , 누설 리액턴스  $X_1 = 1.5 \Omega$ , 2차 권선 저항  $R_2 = 0.3 \Omega$ , 누설 리액턴스  $X_2 = 1.2 \Omega$ , 변압비  $a = 10$ , 철손 저항  $R_c = 1500 \Omega$ , 자기 리액턴스  $X_m = 3000 \Omega$ 인 트랜스포머에서 2차 부하 임피던스가  $Z_L = 25 + j15 \Omega$ 일 때, 1차측 등가 임피던스  $Z_{eq1}$ 를 구하시오.

**풀이.** 2차 권선 임피던스와 부하 임피던스를 직렬 합산한다:

$$Z_2 = R_2 + jX_2 + Z_L = 0.3 + j1.2 + 25 + j15 = 25.3 + j16.2 \Omega$$

1차측으로 변압비 제공만큼 반사:

$$Z'_2 = a^2 Z_2 = 10^2 \times (25.3 + j16.2) = 100 \times (25.3 + j16.2) = 2530 + j1620 \Omega$$

1차 권선 임피던스 더함:

$$Z_1 = R_1 + jX_1 = 0.8 + j1.5 \Omega$$

$$Z_{series} = Z_1 + Z'_2 = (0.8 + 2530) + j(1.5 + 1620) = 2530.8 + j1621.5 \Omega$$

철손 회로 임피던스:

$$Z_{core} = \frac{R_c \times jX_m}{R_c + jX_m} = \frac{1500 \times j3000}{1500 + j3000}$$

분모에 켈레복소수 곱하여 실수화:

$$(1500 + j3000)(1500 - j3000) = 1500^2 + 3000^2 = 2,250,000 + 9,000,000 = 11,250,000$$

분자:

$$j4,500,000(1500 - j3000) = j6,750,000,000 + 13,500,000,000$$

즉,

$$Z_{core} = \frac{13,500,000,000 + j6,750,000,000}{11,250,000} \approx 1200 + j600 \Omega$$

병렬 임피던스 공식으로 최종 등가 임피던스:

$$\frac{1}{Z_{eq1}} = \frac{1}{Z_{series}} + \frac{1}{Z_{core}}$$

복소수 병렬 계산을 위해 분모와 분자를 적절히 계산한다. 곱셈:

$$\begin{aligned} Z_{series} \times Z_{core} &= (2530.8 + j1621.5)(1200 + j600) \\ &= 3,036,960 + j1,518,480 + j1,945,800 - 972,900 = 2,064,060 + j3,464,280 \end{aligned}$$

덧셈:

$$Z_{series} + Z_{core} = (2530.8 + 1200) + j(1621.5 + 600) = 3730.8 + j2221.5$$

분모의 실수화:

$$3730.8^2 + 2221.5^2 = 13,919,893 + 4,937,062 = 18,856,955$$

따라서:

$$Z_{eq1} = \frac{2,064,060 + j3,464,280}{3730.8 + j2221.5}$$

복소수 나눗셈 계산 후,

$$Z_{eq1} \approx 3327 + j526 \Omega$$

**해설.** 트랜스포머 등가회로는 2차 임피던스를 변압비 제공으로 1차에 반사한 후, 1차 임피던스와 직렬 합산하고 철손 회로 임피던스와 병렬 연결하여 최종 등가 임피던스를 구한다. 복소수 곱셈과 병렬 연결 공식을 정확히 적용해야 한다.

**답.**

$$Z_{eq1} \approx 3327 + j526 \Omega$$

**문제 2.** 1차 권선 저항  $R_1 = 1\Omega$ , 누설 리액턴스  $X_1 = 3\Omega$ , 2차 권선 저항  $R_2 = 0.5\Omega$ , 누설 리액턴스  $X_2 = 1.5\Omega$ , 변압비  $a = 12$ , 부하 임피던스  $Z_L = 40 + j25\Omega$ , 철손 저항  $R_c = 1800\Omega$ , 자기 리액턴스  $X_m = 3500\Omega$ , 1차 전압 220V일 때, 1차 전류  $I_1$ 과 입력 전력  $P$ 을 구하시오.

**풀이.** 2차측 임피던스 합산:

$$Z_2 = R_2 + jX_2 + Z_L = 0.5 + j1.5 + 40 + j25 = 40.5 + j26.5\Omega$$

1차로 변환:

$$Z'_2 = a^2 Z_2 = 12^2 \times (40.5 + j26.5) = 144 \times (40.5 + j26.5) = 5832 + j3816\Omega$$

1차 권선 임피던스:

$$Z_1 = 1 + j3\Omega$$

합산:

$$Z_{series} = Z_1 + Z'_2 = (1 + 5832) + j(3 + 3816) = 5833 + j3819\Omega$$

철손 임피던스:

$$Z_{core} = \frac{R_c \times jX_m}{R_c + jX_m} = \frac{1800 \times j3500}{1800 + j3500}$$

분모 실수화:

$$1800^2 + 3500^2 = 3,240,000 + 12,250,000 = 15,490,000$$

분자:

$$j6,300,000(1800 - j3500) = 22,050,000,000 + j11,340,000,000$$

즉,

$$Z_{core} = \frac{22,050,000,000 + j11,340,000,000}{15,490,000} \approx 1423 + j732\Omega$$

병렬 임피던스:

$$\frac{1}{Z_{eq1}} = \frac{1}{Z_{series}} + \frac{1}{Z_{core}}$$

곱셈:

$$Z_{series} \times Z_{core} = (5833 + j3819)(1423 + j732) = 5,505,451 + j9,706,293$$

합산:

$$Z_{series} + Z_{core} = (5833 + 1423) + j(3819 + 732) = 7256 + j4551$$

분모 실수화:

$$7256^2 + 4551^2 = 52,645,536 + 20,712,801 = 73,358,337$$

최종 등가 임피던스:

$$Z_{eq1} = \frac{5,505,451 + j9,706,293}{7256 + j4551} \approx 849 + j262\Omega$$

임피던스 크기:

$$|Z_{eq1}| = \sqrt{849^2 + 262^2} \approx 888.5\Omega$$

1차 전류:

$$I_1 = \frac{220}{888.5} \approx 0.247 A$$

입력 전력:

$$P = I_1^2 \times R = (0.247)^2 \times 849 = 0.061 \times 849 = 51.8 W$$

**해설.** 복소수 임피던스를 병렬과 직렬로 조합해 1차측 등가 임피던스를 구하고, 이를 이용해 전류와 유효전력을 산출한다. 복소수 연산과 전력 공식 이해가 중요하다.

**답.**

$$I_1 \approx 0.247 A, \quad P \approx 51.8 W$$

**문제 3.** 1차 권선 저항  $R_1 = 1.2\Omega$ , 누설 리액턴스  $X_1 = 2.5\Omega$ , 2차 권선 저항  $R_2 = 0.4\Omega$ , 누설 리액턴스  $X_2 = 1.0\Omega$ , 변압비  $a = 15$ , 부하 임피던스  $Z_L = 18 + j10\Omega$ , 철손 저항  $R_c = 2000\Omega$ , 자기 리액턴스  $X_m = 3200\Omega$ 인 트랜스포머에서 2차 전류  $I_2 = 10A$ 일 때, 1차 전류와 부하 유효 전력을 구하시오.

**풀이.** 2차 전압:

$$V_2 = I_2 \times Z_L = 10 \times (18 + j10) = 180 + j100V$$

전압 크기:

$$|V_2| = \sqrt{180^2 + 100^2} = \sqrt{32400 + 10000} = \sqrt{42400} \approx 205.9V$$

1차 전압:

$$V_1 = a \times |V_2| = 15 \times 205.9 = 3088.5V$$

1차 전류:

$$I_1 = \frac{I_2}{a} = \frac{10}{15} = 0.667A$$

부하 유효 전력:

$$P_{load} = I_2^2 \times R_L = 10^2 \times 18 = 100 \times 18 = 1800W$$

**해설.** 2차 전류와 부하 임피던스로부터 2차 전압을 구하고, 변압비로 1차 전압을 산출한다. 전류는 변압비로 변환하며, 유효 전력은 부하 저항과 전류 제곱 곱으로 계산한다.

**답.**

$$I_1 = 0.667A, \quad P_{load} = 1800W$$

**문제 4.** 트랜스포머 1차 권선 저항  $R_1 = 0.5\Omega$ , 누설 리액턴스  $X_1 = 1.0\Omega$ , 2차 권선 저항  $R_2 = 0.2\Omega$ , 누설 리액턴스  $X_2 = 0.8\Omega$ , 변압비  $a = 8$ , 부하 임피던스  $Z_L = 10 + j6\Omega$ , 철손 저항  $R_c = 1200\Omega$ , 자기 리액턴스  $X_m = 2500\Omega$ 일 때, 1차 전압이 110V일 때, 1차 전류와 역률을 구하시오.

**풀이.** 2차 임피던스 합산:

$$Z_2 = R_2 + jX_2 + Z_L = 0.2 + j0.8 + 10 + j6 = 10.2 + j6.8\Omega$$

1차측 변환:

$$Z'_2 = a^2 Z_2 = 8^2(10.2 + j6.8) = 64(10.2 + j6.8) = 652.8 + j435.2\Omega$$

1차 권선 임피던스:

$$Z_1 = 0.5 + j1.0\Omega$$

합산:

$$Z_{series} = Z_1 + Z'_2 = (0.5 + 652.8) + j(1.0 + 435.2) = 653.3 + j436.2\Omega$$

철손 임피던스:

$$Z_{core} = \frac{R_c \times jX_m}{R_c + jX_m} = \frac{1200 \times j2500}{1200 + j2500}$$

분모 실수화:

$$1200^2 + 2500^2 = 1,440,000 + 6,250,000 = 7,690,000$$

분자:

$$j3,000,000(1200 - j2500) = 7,200,000,000 + j3,000,000,000$$

즉,

$$Z_{core} = \frac{7,200,000,000 + j3,000,000,000}{7,690,000} \approx 936 + j390\Omega$$

병렬 임피던스:

$$\frac{1}{Z_{eq1}} = \frac{1}{Z_{series}} + \frac{1}{Z_{core}}$$

곱셈:

$$Z_{series} \times Z_{core} = (653.3 + j436.2)(936 + j390) = 360,582 + j635,062$$

합산:

$$Z_{series} + Z_{core} = (653.3 + 936) + j(436.2 + 390) = 1589.3 + j826.2$$

분모 실수화:

$$1589.3^2 + 826.2^2 = 2,525,863 + 682,628 = 3,208,491$$

최종 임피던스:

$$Z_{eq1} = \frac{360,582 + j635,062}{1589.3 + j826.2} \approx 221 + j108 \Omega$$

임피던스 크기:

$$|Z_{eq1}| = \sqrt{221^2 + 108^2} = \sqrt{48,841 + 11,664} = \sqrt{60,505} \approx 246 \Omega$$

1차 전류:

$$I_1 = \frac{110}{246} \approx 0.447 A$$

역률 계산:

$$\cos \phi = \frac{R}{|Z|} = \frac{221}{246} = 0.898$$

**해설.** 철손 임피던스 병렬과 권선 및 부하 임피던스 직렬함을 이용하여 등가 임피던스를 구하고, 이를 이용한 전류 및 역률 계산이 핵심이다.

**답.**

$$I_1 \approx 0.447 A, \quad \cos \phi \approx 0.898$$

**문제 5.** 트랜스포머 1차 권선 저항  $R_1 = 1 \Omega$ , 누설 리액턴스  $X_1 = 2 \Omega$ , 2차 권선 저항  $R_2 = 0.6 \Omega$ , 누설 리액턴스  $X_2 = 1.3 \Omega$ , 변압비  $a = 9$ , 부하 임피던스  $Z_L = 30 + j20 \Omega$ , 철손 저항  $R_c = 1400 \Omega$ , 자기 리액턴스  $X_m = 2800 \Omega$ 에서 2차측 전압이 240 V일 때, 1차 전류와 철손 손실을 구하시오.

**풀이.** 1. 2차 부하 전류 계산:

$$I_2 = \frac{V_2}{|Z_L|} = \frac{240}{\sqrt{30^2 + 20^2}} = \frac{240}{\sqrt{900 + 400}} = \frac{240}{\sqrt{1300}} = \frac{240}{36.06} \approx 6.66 A$$

2. 2차 권선 임피던스 합산:

$$Z_2 = R_2 + jX_2 + Z_L = 0.6 + j1.3 + 30 + j20 = 30.6 + j21.3 \Omega$$

3. 1차로 반사:

$$Z'_2 = a^2 Z_2 = 81 \times (30.6 + j21.3) = 2480 + j1725 \Omega$$

4. 1차 임피던스:

$$Z_1 = 1 + j2 \Omega$$

5. 합산:

$$Z_{series} = Z_1 + Z'_2 = 2481 + j1727 \Omega$$

6. 철손 임피던스:

$$Z_{core} = \frac{1400 \times j2800}{1400 + j2800}$$

분모:

$$1400^2 + 2800^2 = 1,960,000 + 7,840,000 = 9,800,000$$

분자:

$$j3,920,000(1400 - j2800) = 5,488,000,000 + j1,960,000,000$$

철손 임피던스:

$$Z_{core} = \frac{5,488,000,000 + j1,960,000,000}{9,800,000} \approx 560 + j200 \Omega$$

7. 병렬 임피던스:

$$\frac{1}{Z_{eq1}} = \frac{1}{Z_{series}} + \frac{1}{Z_{core}}$$

곱셈:

$$Z_{series} \times Z_{core} = (2481 + j1727)(560 + j200) = 1,287,360 + j1,448,200$$

합산:

$$Z_{series} + Z_{core} = (2481 + 560) + j(1727 + 200) = 3041 + j1927$$

분모 실수화:

$$3041^2 + 1927^2 = 9,247,681 + 3,715,729 = 12,963,410$$

최종 임피던스:

$$Z_{eq1} = \frac{1,287,360 + j1,448,200}{3041 + j1927} \approx 423 + j128 \Omega$$

8. 1차 전류 계산:

$$I_1 = \frac{V_1}{|Z_{eq1}|} = \frac{a \times V_2}{\sqrt{423^2 + 128^2}} = \frac{9 \times 240}{\sqrt{178,929 + 16,384}} = \frac{2160}{\sqrt{195,313}} = \frac{2160}{441.9} \approx 4.89 A$$

9. 철손 손실: 철손 저항에 흐르는 전류는 전체 전류 중 철손 회로 부분 전류임을 감안하여 근사한다. 철손 임피던스 크기:

$$|Z_{core}| = \sqrt{560^2 + 200^2} = \sqrt{313,600 + 40,000} = \sqrt{353,600} \approx 594.6 \Omega$$

철손 회로에 흐르는 전류:

$$I_c = \frac{V_1}{|Z_{core}|} = \frac{2160}{594.6} \approx 3.63 A$$

철손 손실은:

$$P_c = I_c^2 \times R_c = (3.63)^2 \times 1400 = 13.18 \times 1400 = 18,452 W$$

**해설.** 부하와 권선 임피던스를 합산해 1차 임피던스로 변환 후 철손 임피던스와 병렬 연결하여 전체 임피던스를 구하고, 1차 전류를 산출한다. 철손 회로에 흐르는 전류로 철손 손실을 계산한다.

**답.**

$$I_1 \approx 4.89 A, \quad P_c \approx 18,452 W$$

**문제 6.** 트랜스포머의 1차 권선 저항  $R_1 = 0.9 \Omega$ , 누설 리액턴스  $X_1 = 1.8 \Omega$ , 2차 권선 저항  $R_2 = 0.35 \Omega$ , 누설 리액턴스  $X_2 = 1.1 \Omega$ , 변압비  $a = 11$ , 부하 임피던스  $Z_L = 28 + j14 \Omega$ , 철손 저항  $R_c = 1600 \Omega$ , 자기 리액턴스  $X_m = 3100 \Omega$ , 1차 전압 230 V일 때, 2차 전류  $I_2$ 와 1차 전류  $I_1$ 을 구하시오.

**풀이.** 1. 2차 임피던스 합산:

$$Z_2 = R_2 + jX_2 + Z_L = 0.35 + j1.1 + 28 + j14 = 28.35 + j15.1 \Omega$$

2. 2차 전류 계산: 2차 전압  $V_2$ 는 1차 전압을 변압비로 나눈 값이다.

$$V_2 = \frac{V_1}{a} = \frac{230}{11} \approx 20.91 V$$

따라서,

$$I_2 = \frac{V_2}{|Z_2|} = \frac{20.91}{\sqrt{28.35^2 + 15.1^2}} = \frac{20.91}{\sqrt{803.5 + 228.0}} = \frac{20.91}{\sqrt{1031.5}} = \frac{20.91}{32.12} \approx 0.651 A$$

3. 1차 전류:

$$I_1 = \frac{I_2}{a} = \frac{0.651}{11} \approx 0.059 A$$

**해설.** 2차 임피던스 크기를 계산하고, 2차 전압에서 임피던스를 나누어 전류를 구한다. 1차 전류는 변압비로 나눈 2차 전류이다. 변압비 관계에 유의해야 한다.

**답.**

$$I_2 \approx 0.651 A, \quad I_1 \approx 0.059 A$$

**문제 7.** 트랜스포머의 권선 저항과 누설 리액턴스가 각각  $R_1 = 1.1 \Omega$ ,  $X_1 = 2.2 \Omega$ ,  $R_2 = 0.45 \Omega$ ,  $X_2 = 1.3 \Omega$ , 변압비  $a = 13$ , 철손 저항  $R_c = 1700 \Omega$ , 자기 리액턴스  $X_m = 3300 \Omega$ , 부하 임피던스  $Z_L = 35 + j25 \Omega$ 일 때, 1차 측 등가 임피던스  $Z_{eq1}$ 을 구하시오.

**풀이.** 1. 2차 임피던스:

$$Z_2 = R_2 + jX_2 + Z_L = 0.45 + j1.3 + 35 + j25 = 35.45 + j26.3 \Omega$$

2. 1차 측 반사 임피던스:

$$Z'_2 = a^2 Z_2 = 13^2 \times (35.45 + j26.3) = 169 \times (35.45 + j26.3) = 5994 + j4445 \Omega$$

3. 1차 권선 임피던스:

$$Z_1 = 1.1 + j2.2 \Omega$$

4. 직렬 합산:

$$Z_{series} = Z_1 + Z'_2 = (1.1 + 5994) + j(2.2 + 4445) = 5995.1 + j4447.2 \Omega$$

5. 철손 임피던스:

$$Z_{core} = \frac{R_c \times jX_m}{R_c + jX_m} = \frac{1700 \times j3300}{1700 + j3300}$$

분모 계산:

$$1700^2 + 3300^2 = 2,890,000 + 10,890,000 = 13,780,000$$

분자:

$$j5,610,000(1700 - j3300) = 9,537,000,000 + j3,057,000,000$$

즉,

$$Z_{core} = \frac{9,537,000,000 + j3,057,000,000}{13,780,000} \approx 692 + j222 \Omega$$

6. 병렬 임피던스 계산:

$$\frac{1}{Z_{eq1}} = \frac{1}{Z_{series}} + \frac{1}{Z_{core}}$$

곱셈:

$$Z_{series} \times Z_{core} = (5995.1 + j4447.2)(692 + j222) = 2,902,942 + j3,871,896$$

합산:

$$Z_{series} + Z_{core} = (5995.1 + 692) + j(4447.2 + 222) = 6687.1 + j4669.2$$

분모 실수화:

$$6687.1^2 + 4669.2^2 = 44,734,636 + 21,803,462 = 66,538,098$$

따라서,

$$Z_{eq1} = \frac{2,902,942 + j3,871,896}{6687.1 + j4669.2} \approx 489 + j244 \Omega$$

**해설.** 권선 임피던스와 부하 임피던스를 직렬로 합산 후, 철손 임피던스와 병렬 결합하여 최종 등가 임피던스를 구한다. 복소수 연산 주의.

**답.**

$$Z_{eq1} \approx 489 + j244 \Omega$$

**문제 8.** 트랜스포머의 1차 권선 저항  $R_1 = 0.7 \Omega$ , 누설 리액턴스  $X_1 = 1.6 \Omega$ , 2차 권선 저항  $R_2 = 0.25 \Omega$ , 누설 리액턴스  $X_2 = 0.9 \Omega$ , 변압비  $a = 10$ , 부하 임피던스  $Z_L = 22 + j18 \Omega$ , 철손 저항  $R_c = 1300 \Omega$ , 자기 리액턴스  $X_m = 2700 \Omega$ 일 때, 1차 전압 200 V에서 1차 전류와 유효 전력을 구하시오.

**풀이.** 1. 2차 임피던스:

$$Z_2 = 0.25 + j0.9 + 22 + j18 = 22.25 + j18.9 \Omega$$

2. 1차측 반사 임피던스:

$$Z'_2 = 10^2 \times (22.25 + j18.9) = 100 \times (22.25 + j18.9) = 2225 + j1890 \Omega$$

3. 1차 권선 임피던스:

$$Z_1 = 0.7 + j1.6 \Omega$$

4. 직렬 합산:

$$Z_{series} = 0.7 + 2225 + j(1.6 + 1890) = 2225.7 + j1891.6 \Omega$$

5. 철손 임피던스:

$$Z_{core} = \frac{1300 \times j2700}{1300 + j2700}$$

분모:

$$1300^2 + 2700^2 = 1,690,000 + 7,290,000 = 8,980,000$$

분자:

$$j3,510,000(1300 - j2700) = 4,563,000,000 + j1,287,000,000$$

따라서,

$$Z_{core} = \frac{4,563,000,000 + j1,287,000,000}{8,980,000} \approx 508 + j143 \Omega$$

6. 병렬 임피던스:

$$\frac{1}{Z_{eq1}} = \frac{1}{Z_{series}} + \frac{1}{Z_{core}}$$

곱셈:

$$Z_{series} \times Z_{core} = (2225.7 + j1891.6)(508 + j143) = 1,011,733 + j1,213,527$$

합산:

$$Z_{series} + Z_{core} = (2225.7 + 508) + j(1891.6 + 143) = 2733.7 + j2034.6$$

분모 실수화:

$$2733.7^2 + 2034.6^2 = 7,476,136 + 4,139,668 = 11,615,804$$

최종 임피던스:

$$Z_{eq1} = \frac{1,011,733 + j1,213,527}{2733.7 + j2034.6} \approx 436 + j216 \Omega$$

7. 임피던스 크기:

$$|Z_{eq1}| = \sqrt{436^2 + 216^2} = \sqrt{190,096 + 46,656} = \sqrt{236,752} \approx 486 \Omega$$

8. 1차 전류:

$$I_1 = \frac{200}{486} \approx 0.412 A$$

9. 유효 전력:

$$P = I_1^2 \times R = (0.412)^2 \times 436 = 0.17 \times 436 = 74.1 W$$

**해설.** 등가 임피던스 병렬, 직렬 연산 후, 1차 전류 및 유효 전력 계산은 전력회로 해석의 기본 응용이다.

**답.**

$$I_1 \approx 0.412 A, \quad P \approx 74.1 W$$

**문제 9.** 트랜스포머에서 1차 권선 저항  $R_1 = 1.4 \Omega$ , 누설 리액턴스  $X_1 = 3.0 \Omega$ , 2차 권선 저항  $R_2 = 0.5 \Omega$ , 누설 리액턴스  $X_2 = 1.4 \Omega$ , 변압비  $a = 14$ , 부하 임피던스  $Z_L = 45 + j30 \Omega$ , 철손 저항  $R_c = 2200 \Omega$ , 자기 리액턴스  $X_m = 3600 \Omega$ 인 경우, 2차 전류가 15 A일 때, 1차 전류와 유효 전력을 구하시오.

**풀이.** 1. 부하 유효 전력:

$$P_{load} = I_2^2 \times R_L = 15^2 \times 45 = 225 \times 45 = 10,125 W$$

2. 1차 전류:

$$I_1 = \frac{I_2}{a} = \frac{15}{14} \approx 1.071 A$$

**해설.** 부하 유효 전력은 부하 저항과 전류 제곱의 곱이다. 1차 전류는 변압비로 2차 전류를 나누어 구한다.

**답.**

$$I_1 \approx 1.071 A, \quad P_{load} = 10,125 W$$

**문제 10.** 트랜스포머 1차 권선 저항  $R_1 = 0.6 \Omega$ , 누설 리액턴스  $X_1 = 1.2 \Omega$ , 2차 권선 저항  $R_2 = 0.3 \Omega$ , 누설 리액턴스  $X_2 = 0.7 \Omega$ , 변압비  $a = 9$ , 부하 임피던스  $Z_L = 18 + j10 \Omega$ , 철손 저항  $R_c = 1250 \Omega$ , 자기 리액턴스  $X_m = 2700 \Omega$ 에서 1차 전압이 150 V일 때, 1차 전류를 구하시오.

**풀이.** 1. 2차 임피던스:

$$Z_2 = 0.3 + j0.7 + 18 + j10 = 18.3 + j10.7 \Omega$$

2. 1차 반사 임피던스:

$$Z'_2 = 9^2 \times (18.3 + j10.7) = 81 \times (18.3 + j10.7) = 1482 + j867 \Omega$$

3. 1차 권선 임피던스:

$$Z_1 = 0.6 + j1.2 \Omega$$

4. 직렬합:

$$Z_{series} = 1482.6 + j868.2 \Omega$$

5. 철손 임피던스:

$$Z_{core} = \frac{1250 \times j2700}{1250 + j2700}$$

분모:

$$1250^2 + 2700^2 = 1,562,500 + 7,290,000 = 8,852,500$$

분자:

$$j3,375,000(1250 - j2700) = 4,218,750,000 + j1,687,500,000$$

따라서,

$$Z_{core} = \frac{4,218,750,000 + j1,687,500,000}{8,852,500} \approx 476 + j191 \Omega$$

6. 병렬 임피던스:

$$\frac{1}{Z_{eq1}} = \frac{1}{Z_{series}} + \frac{1}{Z_{core}}$$

곱셈:

$$Z_{series} \times Z_{core} = (1482.6 + j868.2)(476 + j191) = 418,008 + j591,770$$

합산:

$$Z_{series} + Z_{core} = (1482.6 + 476) + j(868.2 + 191) = 1958.6 + j1059.2$$

분모 실수화:

$$1958.6^2 + 1059.2^2 = 3,836,122 + 1,122,839 = 4,958,961$$

최종 임피던스:

$$Z_{eq1} = \frac{418,008 + j591,770}{1958.6 + j1059.2} \approx 249 + j107 \Omega$$

7. 임피던스 크기:

$$|Z_{eq1}| = \sqrt{249^2 + 107^2} = \sqrt{62,001 + 11,449} = \sqrt{73,450} \approx 271 \Omega$$

8. 1차 전류:

$$I_1 = \frac{150}{271} \approx 0.554 A$$

**해설.** 등가 임피던스 산출과 1차 전압으로부터 1차 전류 산출 과정이 주된 핵심이다.

**답.**

$$I_1 \approx 0.554 A$$

**문제 11.** 1차 권선 저항  $R_1 = 1.0 \Omega$ , 누설 리액턴스  $X_1 = 2.0 \Omega$ , 2차 권선 저항  $R_2 = 0.5 \Omega$ , 누설 리액턴스  $X_2 = 1.5 \Omega$ , 변압비  $a = 12$ , 부하 임피던스  $Z_L = 40 + j20 \Omega$ , 철손 저항  $R_c = 1500 \Omega$ , 자기 리액턴스  $X_m = 3000 \Omega$ , 1차 전압 220 V일 때, 부하에 흐르는 전류  $I_2$ 와 1차 전류  $I_1$ 을 구하시오.

**풀이.** 1. 2차 임피던스:

$$Z_2 = 0.5 + j1.5 + 40 + j20 = 40.5 + j21.5 \Omega$$

2. 1차 전압에 따른 2차 전압:

$$V_2 = \frac{220}{12} \approx 18.33 V$$

3. 2차 전류:

$$I_2 = \frac{18.33}{\sqrt{40.5^2 + 21.5^2}} = \frac{18.33}{\sqrt{1640.25 + 462.25}} = \frac{18.33}{\sqrt{2102.5}} = \frac{18.33}{45.86} \approx 0.399 A$$

4. 1차 전류:

$$I_1 = \frac{I_2}{a} = \frac{0.399}{12} \approx 0.0333 A$$

**해설.** 변압비를 고려해 2차 전압을 산출하고, 임피던스를 통해 전류를 구한 후 1차 전류를 도출한다.

**답.**

$$I_2 \approx 0.399 A, \quad I_1 \approx 0.0333 A$$

**문제 12.** 트랜스포머 1차 권선 저항  $R_1 = 1.3 \Omega$ , 누설 리액턴스  $X_1 = 2.7 \Omega$ , 2차 권선 저항  $R_2 = 0.4 \Omega$ , 누설 리액턴스  $X_2 = 1.1 \Omega$ , 변압비  $a = 15$ , 부하 임피던스  $Z_L = 50 + j35 \Omega$ , 철손 저항  $R_c = 1800 \Omega$ , 자기 리액턴스  $X_m = 3500 \Omega$ 일 때, 1차 임피던스  $Z_{eq1}$ 를 구하고 임피던스 크기를 산출하시오.

**풀이.** 1. 2차 임피던스:

$$Z_2 = 0.4 + j1.1 + 50 + j35 = 50.4 + j36.1 \Omega$$

2. 1차 반사 임피던스:

$$Z'_2 = 15^2 \times (50.4 + j36.1) = 225 \times (50.4 + j36.1) = 11,340 + j8,122.5 \Omega$$

3. 1차 권선 임피던스:

$$Z_1 = 1.3 + j2.7 \Omega$$

4. 직렬합:

$$Z_{series} = 11,341.3 + j8,125.2 \Omega$$

5. 철손 임피던스:

$$Z_{core} = \frac{1800 \times j3500}{1800 + j3500}$$

분모:

$$1800^2 + 3500^2 = 3,240,000 + 12,250,000 = 15,490,000$$

분자:

$$j6,300,000(1800 - j3500) = 11,340,000,000 + j3,150,000,000$$

따라서,

$$Z_{core} = \frac{11,340,000,000 + j3,150,000,000}{15,490,000} \approx 732 + j203 \Omega$$

6. 병렬 임피던스:

$$\frac{1}{Z_{eq1}} = \frac{1}{Z_{series}} + \frac{1}{Z_{core}}$$

곱셈:

$$Z_{series} \times Z_{core} = (11,341.3 + j8,125.2)(732 + j203) \approx 7,222,000 + j9,277,000$$

합산:

$$Z_{series} + Z_{core} = (11,341.3 + 732) + j(8,125.2 + 203) = 12,073.3 + j8,328.2$$

분모 실수화:

$$12,073.3^2 + 8,328.2^2 \approx 145,764,000 + 69,366,000 = 215,130,000$$

따라서,

$$Z_{eq1} = \frac{7,222,000 + j9,277,000}{12,073.3 + j8,328.2} \approx 694 + j265 \Omega$$

7. 임피던스 크기:

$$|Z_{eq1}| = \sqrt{694^2 + 265^2} = \sqrt{481,636 + 70,225} = \sqrt{551,861} \approx 743 \Omega$$

**해설.** 1차 측 등가 임피던스 산출은 권선 임피던스와 반사된 2차 임피던스의 직렬 합과 철손 임피던스 병렬 결합으로 이뤄진다.

**답.**

$$Z_{eq1} \approx 694 + j265 \Omega, \quad |Z_{eq1}| \approx 743 \Omega$$

**문제 13.** 트랜스포머 1차 권선 저항  $R_1 = 0.8 \Omega$ , 누설 리액턴스  $X_1 = 1.7 \Omega$ , 2차 권선 저항  $R_2 = 0.3 \Omega$ , 누설 리액턴스  $X_2 = 0.9 \Omega$ , 변압비  $a = 10$ , 부하 임피던스  $Z_L = 25 + j15 \Omega$ , 철손 저항  $R_c = 1400 \Omega$ , 자기 리액턴스  $X_m = 2800 \Omega$ 일 때, 1차 전압 210 V에서 1차 전류를 구하시오.

풀이. 1. 2차 임피던스:

$$Z_2 = 0.3 + j0.9 + 25 + j15 = 25.3 + j15.9 \Omega$$

2. 1차 반사 임피던스:

$$Z'_2 = 10^2 \times (25.3 + j15.9) = 100 \times (25.3 + j15.9) = 2530 + j1590 \Omega$$

3. 1차 권선 임피던스:

$$Z_1 = 0.8 + j1.7 \Omega$$

4. 직렬 합:

$$Z_{series} = 2530.8 + j1591.7 \Omega$$

5. 철손 임피던스:

$$Z_{core} = \frac{1400 \times j2800}{1400 + j2800}$$

분모:

$$1400^2 + 2800^2 = 1,960,000 + 7,840,000 = 9,800,000$$

분자:

$$j3,920,000(1400 - j2800) = 5,488,000,000 + j1,960,000,000$$

따라서,

$$Z_{core} = \frac{5,488,000,000 + j1,960,000,000}{9,800,000} \approx 560 + j200 \Omega$$

6. 병렬 임피던스:

$$\frac{1}{Z_{eq1}} = \frac{1}{Z_{series}} + \frac{1}{Z_{core}}$$

곱셈:

$$Z_{series} \times Z_{core} = (2530.8 + j1591.7)(560 + j200) = 1,416,000 + j1,592,000$$

합산:

$$Z_{series} + Z_{core} = (2530.8 + 560) + j(1591.7 + 200) = 3090.8 + j1791.7$$

분모 실수화:

$$3090.8^2 + 1791.7^2 = 9,553,000 + 3,211,200 = 12,764,200$$

최종 임피던스:

$$Z_{eq1} = \frac{1,416,000 + j1,592,000}{3090.8 + j1791.7} \approx 451 + j245 \Omega$$

7. 임피던스 크기:

$$|Z_{eq1}| = \sqrt{451^2 + 245^2} = \sqrt{203,401 + 60,025} = \sqrt{263,426} \approx 513 \Omega$$

8. 1차 전류:

$$I_1 = \frac{210}{513} \approx 0.409 A$$

해설. 1차 측 임피던스를 산출하고 이를 통해 1차 전류를 계산하는 전형적인 문제이다.

답.

$$I_1 \approx 0.409 A$$

**문제 14.** 트랜스포머의 1차 권선 저항  $R_1 = 1.2 \Omega$ , 누설 리액턴스  $X_1 = 2.5 \Omega$ , 2차 권선 저항  $R_2 = 0.6 \Omega$ , 누설 리액턴스  $X_2 = 1.4 \Omega$ , 변압비  $a = 12$ , 부하 임피던스  $Z_L = 38 + j28 \Omega$ , 철손 저항  $R_c = 1750 \Omega$ , 자기 리액턴스  $X_m = 3200 \Omega$ , 1차 전압 230 V일 때, 1차 전류와 유효 전력을 구하시오.

풀이. 1. 2차 임피던스:

$$Z_2 = 0.6 + j1.4 + 38 + j28 = 38.6 + j29.4 \Omega$$

2. 1차 반사 임피던스:

$$Z'_2 = 12^2 \times (38.6 + j29.4) = 144 \times (38.6 + j29.4) = 5558 + j4234 \Omega$$

3. 1차 권선 임피던스:

$$Z_1 = 1.2 + j2.5 \Omega$$

4. 직렬 합:

$$Z_{series} = 5559.2 + j4236.5 \Omega$$

5. 철손 임피던스:

$$Z_{core} = \frac{1750 \times j3200}{1750 + j3200}$$

분모:

$$1750^2 + 3200^2 = 3,062,500 + 10,240,000 = 13,302,500$$

분자:

$$j5,600,000(1750 - j3200) = 9,800,000,000 + j3,200,000,000$$

따라서,

$$Z_{core} = \frac{9,800,000,000 + j3,200,000,000}{13,302,500} \approx 736 + j241 \Omega$$

6. 병렬 임피던스:

$$\frac{1}{Z_{eq1}} = \frac{1}{Z_{series}} + \frac{1}{Z_{core}}$$

곱셈:

$$Z_{series} \times Z_{core} = (5559.2 + j4236.5)(736 + j241) = 5,735,000 + j6,027,000$$

합산:

$$Z_{series} + Z_{core} = (5559.2 + 736) + j(4236.5 + 241) = 6295.2 + j4477.5$$

분모 실수화:

$$6295.2^2 + 4477.5^2 = 39,613,000 + 20,052,000 = 59,665,000$$

따라서,

$$Z_{eq1} = \frac{5,735,000 + j6,027,000}{6295.2 + j4477.5} \approx 512 + j293 \Omega$$

7. 임피던스 크기:

$$|Z_{eq1}| = \sqrt{512^2 + 293^2} = \sqrt{262,144 + 85,849} = \sqrt{347,993} \approx 590 \Omega$$

8. 1차 전류:

$$I_1 = \frac{230}{590} \approx 0.390 A$$

9. 유효 전력:

$$P = I_1^2 \times R = (0.390)^2 \times 512 = 0.152 \times 512 = 77.8 W$$

해설. 1차 임피던스 산출과 전류, 유효 전력 계산 과정이 핵심이며 병렬-직렬 임피던스 해석 능력이 중요하다.

답.

$$I_1 \approx 0.390 A, \quad P \approx 77.8 W$$

**문제 15.** 트랜스포머 1차 권선 저항  $R_1 = 0.9 \Omega$ , 누설 리액턴스  $X_1 = 2.1 \Omega$ , 2차 권선 저항  $R_2 = 0.35 \Omega$ , 누설 리액턴스  $X_2 = 1.2 \Omega$ , 변압비  $a = 11$ , 부하 임피던스  $Z_L = 30 + j20 \Omega$ , 철손 저항  $R_c = 1600 \Omega$ , 자기 리액턴스  $X_m = 3100 \Omega$ 일 때, 1차 전압 240 V에서 부하에 흐르는 전류와 1차 전류를 구하시오.

풀이. 1. 2차 임피던스:

$$Z_2 = 0.35 + j1.2 + 30 + j20 = 30.35 + j21.2 \Omega$$

2. 2차 전압:

$$V_2 = \frac{240}{11} \approx 21.82 V$$

3. 2차 전류:

$$I_2 = \frac{21.82}{\sqrt{30.35^2 + 21.2^2}} = \frac{21.82}{\sqrt{920.9 + 449.4}} = \frac{21.82}{\sqrt{1370.3}} = \frac{21.82}{37.0} \approx 0.59 A$$

4. 1차 전류:

$$I_1 = \frac{0.59}{11} \approx 0.054 A$$

해설. 2차 임피던스를 합산하고 2차 전압에서 나누어 전류 산출 후 변압비에 의해 1차 전류를 구하는 기본 회로 해석 문제.

답.

$$I_2 \approx 0.59 A, \quad I_1 \approx 0.054 A$$

문제 16. 트랜스포머 1차 권선 저항  $R_1 = 1.0 \Omega$ , 누설 리액턴스  $X_1 = 2.4 \Omega$ , 2차 권선 저항  $R_2 = 0.45 \Omega$ , 누설 리액턴스  $X_2 = 1.3 \Omega$ , 변압비  $a = 13$ , 부하 임피던스  $Z_L = 40 + j30 \Omega$ , 철손 저항  $R_c = 1700 \Omega$ , 자기 리액턴스  $X_m = 3300 \Omega$ 일 때, 1차 등가 임피던스  $Z_{eq1}$ 와 임피던스 크기를 구하시오.

풀이. 1. 2차 임피던스:

$$Z_2 = 0.45 + j1.3 + 40 + j30 = 40.45 + j31.3 \Omega$$

2. 1차 반사 임피던스:

$$Z'_2 = 13^2 \times (40.45 + j31.3) = 169 \times (40.45 + j31.3) = 6835 + j5289 \Omega$$

3. 1차 권선 임피던스:

$$Z_1 = 1.0 + j2.4 \Omega$$

4. 직렬 합:

$$Z_{series} = 6836 + j5291.4 \Omega$$

5. 철손 임피던스:

$$Z_{core} = \frac{1700 \times j3300}{1700 + j3300}$$

분모:

$$1700^2 + 3300^2 = 2,890,000 + 10,890,000 = 13,780,000$$

분자:

$$j5,610,000(1700 - j3300) = 9,537,000,000 + j3,057,000,000$$

따라서,

$$Z_{core} = \frac{9,537,000,000 + j3,057,000,000}{13,780,000} \approx 692 + j222 \Omega$$

6. 병렬 임피던스:

$$\frac{1}{Z_{eq1}} = \frac{1}{Z_{series}} + \frac{1}{Z_{core}}$$

곱셈:

$$Z_{series} \times Z_{core} = (6836 + j5291.4)(692 + j222) \approx 7,735,000 + j8,464,000$$

합산:

$$Z_{series} + Z_{core} = (6836 + 692) + j(5291.4 + 222) = 7528 + j5513.4$$

분모 실수화:

$$7528^2 + 5513.4^2 = 56,666,000 + 30,395,000 = 87,061,000$$

따라서,

$$Z_{eq1} = \frac{7,735,000 + j8,464,000}{7528 + j5513.4} \approx 722 + j315 \Omega$$

7. 임피던스 크기:

$$|Z_{eq1}| = \sqrt{722^2 + 315^2} = \sqrt{521,284 + 99,225} = \sqrt{620,509} \approx 788 \Omega$$

**해설.** 복소수 임피던스의 직렬 및 병렬 연산을 통한 1차 등가 임피던스 산출 문제이다.

**답.**

$$Z_{eq1} \approx 722 + j315 \Omega, \quad |Z_{eq1}| \approx 788 \Omega$$

**문제 17.** 트랜스포머의 1차 권선 저항  $R_1 = 1.1 \Omega$ , 누설 리액턴스  $X_1 = 2.3 \Omega$ , 2차 권선 저항  $R_2 = 0.5 \Omega$ , 누설 리액턴스  $X_2 = 1.5 \Omega$ , 변압비  $a = 14$ , 부하 임피던스  $Z_L = 48 + j32 \Omega$ , 철손 저항  $R_c = 2000 \Omega$ , 자기 리액턴스  $X_m = 3700 \Omega$ 일 때, 1차 전압이 225 V일 때 1차 전류를 구하시오.

**풀이.** 1. 2차 임피던스:

$$Z_2 = 0.5 + j1.5 + 48 + j32 = 48.5 + j33.5 \Omega$$

2. 1차 반사 임피던스:

$$Z'_2 = 14^2 \times (48.5 + j33.5) = 196 \times (48.5 + j33.5) = 9,506 + j6,566 \Omega$$

3. 1차 권선 임피던스:

$$Z_1 = 1.1 + j2.3 \Omega$$

4. 직렬 합:

$$Z_{series} = 9,507 + j6,568.3 \Omega$$

5. 철손 임피던스:

$$Z_{core} = \frac{2000 \times j3700}{2000 + j3700}$$

분모:

$$2000^2 + 3700^2 = 4,000,000 + 13,690,000 = 17,690,000$$

분자:

$$j7,400,000(2000 - j3700) = 14,800,000,000 + j7,400,000,000$$

따라서,

$$Z_{core} = \frac{14,800,000,000 + j7,400,000,000}{17,690,000} \approx 836 + j418 \Omega$$

6. 병렬 임피던스:

$$\frac{1}{Z_{eq1}} = \frac{1}{Z_{series}} + \frac{1}{Z_{core}}$$

곱셈:

$$Z_{series} \times Z_{core} = (9507 + j6568)(836 + j418) = 11,117,000 + j13,711,000$$

합산:

$$Z_{series} + Z_{core} = (9507 + 836) + j(6568 + 418) = 10,343 + j6,986$$

분모 실수화:

$$10,343^2 + 6,986^2 = 107,003,000 + 48,800,000 = 155,803,000$$

따라서,

$$Z_{eq1} = \frac{11,117,000 + j13,711,000}{10,343 + j6,986} \approx 903 + j544 \Omega$$

7. 임피던스 크기:

$$|Z_{eq1}| = \sqrt{903^2 + 544^2} = \sqrt{815,409 + 295,936} = \sqrt{1,111,345} \approx 1054 \Omega$$

8. 1차 전류:

$$I_1 = \frac{225}{1054} \approx 0.213 A$$

**해설.** 임피던스의 직렬 및 병렬 계산 후 1차 전류 산출이 문제의 핵심이다.

**답.**

$$I_1 \approx 0.213 A$$

**문제 18.** 트랜스포머의 1차 권선 저항  $R_1 = 0.7 \Omega$ , 누설 리액턴스  $X_1 = 1.8 \Omega$ , 2차 권선 저항  $R_2 = 0.25 \Omega$ , 누설 리액턴스  $X_2 = 0.85 \Omega$ , 변압비  $a = 9$ , 부하 임피던스  $Z_L = 28 + j18 \Omega$ , 철손 저항  $R_c = 1300 \Omega$ , 자기 리액턴스  $X_m = 2600 \Omega$ 일 때, 1차 등가 임피던스  $Z_{eq1}$ 와 1차 전류를 구하시오.

**풀이.** 1. 2차 임피던스:

$$Z_2 = 0.25 + j0.85 + 28 + j18 = 28.25 + j18.85 \Omega$$

2. 1차 반사 임피던스:

$$Z'_2 = 9^2 \times (28.25 + j18.85) = 81 \times (28.25 + j18.85) = 2,288 + j1,527 \Omega$$

3. 1차 권선 임피던스:

$$Z_1 = 0.7 + j1.8 \Omega$$

4. 직렬 합:

$$Z_{series} = 2,288.7 + j1,528.8 \Omega$$

5. 철손 임피던스:

$$Z_{core} = \frac{1300 \times j2600}{1300 + j2600}$$

분모:

$$1300^2 + 2600^2 = 1,690,000 + 6,760,000 = 8,450,000$$

분자:

$$j3,380,000(1300 - j2600) = 4,394,000,000 + j1,690,000,000$$

따라서,

$$Z_{core} = \frac{4,394,000,000 + j1,690,000,000}{8,450,000} \approx 520 + j200 \Omega$$

6. 병렬 임피던스:

$$\frac{1}{Z_{eq1}} = \frac{1}{Z_{series}} + \frac{1}{Z_{core}}$$

곱셈:

$$Z_{series} \times Z_{core} = (2288.7 + j1528.8)(520 + j200) \approx 1,412,000 + j1,586,000$$

합산:

$$Z_{series} + Z_{core} = (2288.7 + 520) + j(1528.8 + 200) = 2808.7 + j1728.8$$

분모 실수화:

$$2808.7^2 + 1728.8^2 = 7,890,000 + 2,989,000 = 10,879,000$$

따라서,

$$Z_{eq1} = \frac{1,412,000 + j1,586,000}{2808.7 + j1728.8} \approx 492 + j283 \Omega$$

7. 임피던스 크기:

$$|Z_{eq1}| = \sqrt{492^2 + 283^2} = \sqrt{242,064 + 80,089} = \sqrt{322,153} \approx 568 \Omega$$

8. 1차 전류:

$$I_1 = \frac{V_1}{|Z_{eq1}|} = \frac{230}{568} \approx 0.405 A$$

해설. 임피던스 병렬 및 직렬 계산 후 1차 전류 산출 절차를 익히는 문제이다.

답.

$$Z_{eq1} \approx 492 + j283 \Omega, \quad I_1 \approx 0.405 A$$

**문제 19.** 트랜스포머의 1차 권선 저항  $R_1 = 1.4 \Omega$ , 누설 리액턴스  $X_1 = 2.8 \Omega$ , 2차 권선 저항  $R_2 = 0.55 \Omega$ , 누설 리액턴스  $X_2 = 1.6 \Omega$ , 변압비  $a = 16$ , 부하 임피던스  $Z_L = 45 + j33 \Omega$ , 철손 저항  $R_c = 2100 \Omega$ , 자기 리액턴스  $X_m = 3800 \Omega$ 일 때, 1차 전압 235 V에서 1차 전류를 구하시오.

**풀이.** 1. 2차 임피던스:

$$Z_2 = 0.55 + j1.6 + 45 + j33 = 45.55 + j34.6 \Omega$$

2. 1차 반사 임피던스:

$$Z'_2 = 16^2 \times (45.55 + j34.6) = 256 \times (45.55 + j34.6) = 11,660 + j8,858 \Omega$$

3. 1차 권선 임피던스:

$$Z_1 = 1.4 + j2.8 \Omega$$

4. 직렬 합:

$$Z_{series} = 11,661.4 + j8,860.8 \Omega$$

5. 철손 임피던스:

$$Z_{core} = \frac{2100 \times j3800}{2100 + j3800}$$

분모:

$$2100^2 + 3800^2 = 4,410,000 + 14,440,000 = 18,850,000$$

분자:

$$j7,980,000(2100 - j3800) = 15,180,000,000 + j7,980,000,000$$

따라서,

$$Z_{core} = \frac{15,180,000,000 + j7,980,000,000}{18,850,000} \approx 805 + j423 \Omega$$

6. 병렬 임피던스:

$$\frac{1}{Z_{eq1}} = \frac{1}{Z_{series}} + \frac{1}{Z_{core}}$$

곱셈:

$$Z_{series} \times Z_{core} = (11661.4 + j8860.8)(805 + j423) = 12,199,000 + j14,441,000$$

합산:

$$Z_{series} + Z_{core} = (11661.4 + 805) + j(8860.8 + 423) = 12466.4 + j9283.8$$

분모 실수화:

$$12466.4^2 + 9283.8^2 = 155,473,000 + 86,212,000 = 241,685,000$$

따라서,

$$Z_{eq1} = \frac{12,199,000 + j14,441,000}{12466.4 + j9283.8} \approx 978 + j615 \Omega$$

7. 임피던스 크기:

$$|Z_{eq1}| = \sqrt{978^2 + 615^2} = \sqrt{956,484 + 378,225} = \sqrt{1,334,709} \approx 1155 \Omega$$

8. 1차 전류:

$$I_1 = \frac{235}{1155} \approx 0.203 A$$

**해설.** 직렬, 병렬 임피던스 계산 후 1차 전류 산출 문제로, 복소수 계산 숙련이 요구된다.

**답.**

$$I_1 \approx 0.203 A$$

**문제 20.** 트랜스포머 1차 권선 저항  $R_1 = 1.5 \Omega$ , 누설 리액턴스  $X_1 = 3.0 \Omega$ , 2차 권선 저항  $R_2 = 0.6 \Omega$ , 누설 리액턴스  $X_2 = 1.8 \Omega$ , 변압비  $a = 18$ , 부하 임피던스  $Z_L = 50 + j40 \Omega$ , 철손 저항  $R_c = 2300 \Omega$ , 자기 리액턴스  $X_m = 4000 \Omega$ 일 때, 1차 등가 임피던스와 임피던스 크기, 1차 전류를 구하시오.

**풀이.** 1. 2차 임피던스:

$$Z_2 = 0.6 + j1.8 + 50 + j40 = 50.6 + j41.8 \Omega$$

2. 1차 반사 임피던스:

$$Z'_2 = 18^2 \times (50.6 + j41.8) = 324 \times (50.6 + j41.8) = 16,394 + j13,543 \Omega$$

3. 1차 권선 임피던스:

$$Z_1 = 1.5 + j3.0 \Omega$$

4. 직렬 합:

$$Z_{series} = 16,395.5 + j13,546 \Omega$$

5. 철손 임피던스:

$$Z_{core} = \frac{2300 \times j4000}{2300 + j4000}$$

분모:

$$2300^2 + 4000^2 = 5,290,000 + 16,000,000 = 21,290,000$$

분자:

$$j9,200,000(2300 - j4000) = 14,360,000,000 + j9,200,000,000$$

따라서,

$$Z_{core} = \frac{14,360,000,000 + j9,200,000,000}{21,290,000} \approx 674 + j432 \Omega$$

6. 병렬 임피던스:

$$\frac{1}{Z_{eq1}} = \frac{1}{Z_{series}} + \frac{1}{Z_{core}}$$

곱셈:

$$Z_{series} \times Z_{core} = (16,395.5 + j13,546)(674 + j432) \approx 14,152,000 + j17,932,000$$

합산:

$$Z_{series} + Z_{core} = (16,395.5 + 674) + j(13,546 + 432) = 17,069.5 + j13,978$$

분모 실수화:

$$17,069.5^2 + 13,978^2 = 291,367,000 + 195,382,000 = 486,749,000$$

따라서,

$$Z_{eq1} = \frac{14,152,000 + j17,932,000}{17,069.5 + j13,978} \approx 904 + j641 \Omega$$

7. 임피던스 크기:

$$|Z_{eq1}| = \sqrt{904^2 + 641^2} = \sqrt{817,000 + 410,000} = \sqrt{1,227,000} \approx 1108 \Omega$$

8. 1차 전류:

$$I_1 = \frac{V_1}{|Z_{eq1}|} = \frac{240}{1108} \approx 0.216 A$$

**해설.** 임피던스 직렬 및 병렬 연산 후 1차 전류 산출에 대한 이해가 필수이다.

**답.**

$$Z_{eq1} \approx 904 + j641 \Omega, \quad |Z_{eq1}| \approx 1108 \Omega, \quad I_1 \approx 0.216 A$$

—