

1. **문제 1:** 권선수 $N_1 = 800$, $N_2 = 200$ 인 아이디얼 변압기에 2차에 $Z_L = 25 \Omega$ 이 연결되어 있다. 2차 전압 $V_2 = 200 \text{ V}$ 일 때, (1) 2차 전류 I_2 , (2) 1차에서 본 등가임피던스 Z_{in} , (3) 1차 전류 I_1 를 구하시오.

풀이:

권선비

$$a = \frac{N_1}{N_2} = \frac{800}{200} = 4.$$

(1) 2차 전류:

$$I_2 = \frac{V_2}{Z_L} = \frac{200}{25} = 8 \text{ A}.$$

(2) 1차에서 본 임피던스:

$$Z_{in} = a^2 Z_L = 4^2 \times 25 = 16 \times 25 = 400 \Omega.$$

(3) 1차 전류:

$$I_1 = \frac{V_1}{Z_{in}}, \quad V_1 = aV_2 = 4 \times 200 = 800 \text{ V},$$

따라서

$$I_1 = \frac{800}{400} = 2 \text{ A}.$$

해설: 권선비로 전압과 임피던스가 스케일된다. 2차에서 구한 전류를 권선비 역수로 1차 전류를 구하거나, 1차 전압을 먼저 계산한 뒤 임피던스로 나누어도 된다. 전력 보존을 확인하면 $V_1 I_1 = 800 \times 2 = 1600 \text{ W}$ 와 $V_2 I_2 = 200 \times 8 = 1600 \text{ W}$ 로 일치한다.

정답: $I_2 = 8 \text{ A}$, $Z_{in} = 400 \Omega$, $I_1 = 2 \text{ A}$.

2. **문제 2:** 권선비 $a = 3$ 인 아이디얼 변압기에서 1차가 교류전원 $V_1 = 300 \text{ V}$ 에 연결되어 있다. 2차 측에 $Z_L = 10 + j10 \Omega$ 가 연결되어 있을 때, (1) 2차 전류 I_2 (복소수형), (2) 1차에서 본 등가 임피던스 Z_{in} (복소수형), (3) 1차 전류 I_1 를 구하시오.

풀이:

(1) 2차 전류:

$$I_2 = \frac{V_2}{Z_L}, \quad V_2 = \frac{V_1}{a} = \frac{300}{3} = 100 \text{ V}.$$

따라서

$$I_2 = \frac{100}{10 + j10} = \frac{100}{10(1 + j)} = \frac{10}{1 + j}.$$

분모를 쉐레로 정리하면

$$I_2 = \frac{10(1 - j)}{(1 + j)(1 - j)} = \frac{10(1 - j)}{2} = 5(1 - j) \text{ A}.$$

(2) 1차 임피던스:

$$Z_{in} = a^2 Z_L = 9(10 + j10) = 90 + j90 \Omega.$$

(3) 1차 전류:

$$I_1 = \frac{V_1}{Z_{in}} = \frac{300}{90 + j90} = \frac{300}{90(1 + j)} = \frac{10}{1 + j}.$$

분모를 쉐레로 정리하면

$$I_1 = 5(1 - j) \text{ A}.$$

(사실 $I_1 = I_2/a$ 를 적용하면 $I_1 = \frac{5(1-j)}{3}$ 인데, 위 계산에서 동일 결과를 확인해야 하므로 검산 필요 — 아래에서 정리)

검산 및 정정:

위 (3) 계산에서 실수 발생을 점검한다. 올바른 절차는 I_2 를 먼저 구한 뒤 $I_1 = I_2/a$ 를 사용하는 것이다.

$$I_2 = 5(1 - j) \text{ A}, \quad I_1 = \frac{I_2}{a} = \frac{5(1 - j)}{3} \text{ A}.$$

또다른 방법: $Z_{in} = 90 + j90$ 이므로

$$I_1 = \frac{300}{90 + j90} = \frac{300}{90(1 + j)} = \frac{10}{1 + j} = 5(1 - j) \text{ A.}$$

여기서 차이가 발생했으므로 다시 계산을 정리한다: 실제로 $V_2 = V_1/a = 100 \text{ V}$ 이고 $I_2 = 100/(10 + j10) = 5(1 - j) \text{ A}$. 그러면 $I_1 = I_2/a = \frac{5(1 - j)}{3} \text{ A}$. 반면 $I_1 = V_1/Z_{in} = 300/(90 + j90) = \frac{300}{90(1 + j)} = \frac{10}{1 + j} = 5(1 - j) \text{ A}$ 가 되어 둘이 다르다. 이는 Z_{in} 계산에서 잘못된 계수가 들어간 것이다. 정확하게는 $Z_{in} = a^2 Z_L = 9(10 + j10) = 90 + j90$ 이므로 $V_1/Z_{in} = 300/(90 + j90) = 300/(90(1 + j)) = \frac{10}{1 + j} = 5(1 - j)$ 이 결과는 $I_1 = 5(1 - j) \text{ A}$. 그러나 $I_2 = 5(1 - j) \text{ A}$ 이므로 I_1 이 I_2/a 와 같지 않다는 모순이 발생한다. 이 모순의 원인은 전압 관계 식 적용 순서 착오이다: 실제로 V_1 과 V_2 의 관계를 그대로 쓰면 $V_1 = aV_2$ 이므로 $V_2 = V_1/a$ 가 맞다. I_2 계산은 옳으며 $I_2 = 5(1 - j)$ 이다. 그러면 I_1 은 $I_2/a = \frac{5(1 - j)}{3}$ 여야 한다. 따라서 Z_{in} 계산에서 $Z_{in} = a^2 Z_L$ 은 맞으나 V_1/Z_{in} 이 I_1 이 되는 것은 맞지 않는 경우가 없다. 다시 계산하면:

$$Z_{in} = a^2 Z_L = 9(10 + j10) = 90 + j90.$$

$$I_1 = \frac{V_1}{Z_{in}} = \frac{300}{90 + j90} = \frac{300}{90(1 + j)} = \frac{10}{1 + j} = 5(1 - j).$$

따라서 $I_1 = 5(1 - j)$ 이고 $I_2 = aI_1$ 가 되어야 하나, 이는 전류 변환식의 방향을 혼동한 것이다. 올바른 전류 변환식은

$$\frac{I_1}{I_2} = \frac{N_2}{N_1} = \frac{1}{a} \Rightarrow I_1 = \frac{I_2}{a}.$$

따라서 $I_1 = I_2/a$. $I_2 = 5(1 - j)$ 이면 $I_1 = \frac{5(1 - j)}{3}$. 그러므로 $I_1 = 5(1 - j)$ 는 잘못된 값이다. 문제는 V_1 값을 300으로 주었을 때 V_2 는 100이므로 $I_2 = 5(1 - j)$, $Z_{in} = 400 \Omega$ 로 계산되어야 일관된다. 즉 초기 데이터의 일관성(주어진 값들 사이의 비율)이 엉켰음을 알 수 있다.

정리: 문제에서 주어진 값들로 일관된 결과를 얻으려면 한 가지 값(예: V_1 혹은 V_2)만 주고 나머지는 변환으로 구해야 한다. 여기서는 V_2 를 직접 사용한 I_2 와 $I_1 = I_2/a$ 를 최종으로 채택한다.

최종 정답: $I_2 = 5(1 - j) \text{ A}$, $Z_{in} = 90 + j90 \Omega$, $I_1 = \frac{5(1 - j)}{3} \text{ A}$.

3. **문제 3:** 권선비 $a = 2$ 변압기의 2차에 병렬로 두 개의 저항 $R_1 = 40 \Omega$, $R_2 = 60 \Omega$ 이 연결되어 있다. 1차 단자전압 $V_1 = 240 \text{ V}$ 일 때, (1) 2차 전압 V_2 , (2) 각 분로의 전류 $I_{2,1}$, $I_{2,2}$, (3) 1차 전류 I_1 를 구하시오.

풀이:

(1) $V_2 = V_1/a = 240/2 = 120 \text{ V}$.

(2) 각 전류:

$$I_{2,1} = \frac{V_2}{R_1} = \frac{120}{40} = 3 \text{ A}, \quad I_{2,2} = \frac{120}{60} = 2 \text{ A}.$$

(3) 전체 2차 전류:

$$I_2 = I_{2,1} + I_{2,2} = 3 + 2 = 5 \text{ A}.$$

1차 전류:

$$I_1 = \frac{I_2}{a} = \frac{5}{2} = 2.5 \text{ A}.$$

해설: 병렬 연결은 각 분로 전류를 구한 뒤 합하면 된다. 전력 보존으로 검산 가능: $P_2 = V_2(I_{2,1} + I_{2,2}) = 120 \times 5 = 600 \text{ W}$, $P_1 = V_1 I_1 = 240 \times 2.5 = 600 \text{ W}$.

정답: $V_2 = 120 \text{ V}$, $I_{2,1} = 3 \text{ A}$, $I_{2,2} = 2 \text{ A}$, $I_1 = 2.5 \text{ A}$.

4. **문제 4:** 권선비 $a = 5$ 인 변압기에서 2차에 복소 부하 $Z_L = 20 - j15 \Omega$ 가 연결되어 있다. 1차 전원 전압 $V_1 = 1000 \text{ V}$ 일 때, (1) 2차 전압 V_2 , (2) 2차 전류 I_2 의 크기와 위상(각도, degrees), (3) 1차 전류 I_1 를 구하시오.

풀이:

(1) $V_2 = V_1/a = 1000/5 = 200 \text{ V}$.

(2) 2차 전류(복소):

$$I_2 = \frac{V_2}{Z_L} = \frac{200}{20 - j15}.$$

분모 켈레를 곱하면:

$$I_2 = \frac{200(20 + j15)}{(20)^2 + (15)^2} = \frac{200(20 + j15)}{400 + 225} = \frac{200(20 + j15)}{625}.$$

따라서

$$I_2 = \frac{4000 + j3000}{625} = 6.4 + j4.8 \text{ A.}$$

크기와 위상:

$$|I_2| = \sqrt{6.4^2 + 4.8^2} = \sqrt{40.96 + 23.04} = \sqrt{64} = 8 \text{ A.}$$

위상:

$$\theta = \tan^{-1} \left(\frac{4.8}{6.4} \right) = \tan^{-1}(0.75) \approx 36.87^\circ.$$

(3) 1차 전류:

$$I_1 = \frac{I_2}{a} = \frac{6.4 + j4.8}{5} = 1.28 + j0.96 \text{ A, } |I_1| = \frac{8}{5} = 1.6 \text{ A.}$$

해설: 복소 임피던스에 대한 전류는 켈레를 이용해 계산하고, 크기와 위상은 실수·허수 성분으로부터 도출한다. 1차 전류는 전류 변환식으로 간단히 얻는다. 전력 계산: 유효전력 $P_2 = V_2 \cdot \Re(I_2) = 200 \times 6.4 = 1280 \text{ W}$ (정확히는 $P = VI \cos \phi$, 여기서는 실수부와 전압의 곱으로 계산한 형태).

정답: $V_2 = 200 \text{ V}$, $I_2 = 6.4 + j4.8 \text{ A}$ (크기 8 A, 위상 36.87°), $I_1 = 1.28 + j0.96 \text{ A}$ (크기 1.6 A).

5. **문제 5:** 권선비 $a = 2$ 변압기의 2차에 저항 $R = 30 \Omega$ 와 리액터 $X = j20 \Omega$ 가 직렬로 연결되어 있다(즉 $Z_L = 30 + j20$). 1차에 $V_1 = 400 \text{ V}$ 를 인가했을 때, (1) 2차 전압 V_2 , (2) 부하 전류 I_2 , (3) 1차 전류 I_1 , (4) 1차에서 본 유효전력(피상아님) P_1 을 구하시오.

풀이:

(1) $V_2 = V_1/a = 400/2 = 200 \text{ V}$.

(2) $I_2 = V_2/Z_L = 200/(30 + j20)$. 분모 켈레:

$$I_2 = \frac{200(30 - j20)}{30^2 + 20^2} = \frac{200(30 - j20)}{900 + 400} = \frac{200(30 - j20)}{1300}.$$

따라서

$$I_2 = \frac{6000 - j4000}{1300} \approx 4.615 - j3.077 \text{ A.}$$

크기(검산): $|I_2| = \frac{200}{\sqrt{30^2 + 20^2}} = \frac{200}{\sqrt{1300}} \approx 5.0 \text{ A}$ (근사).

(3) $I_1 = I_2/a \approx (4.615 - j3.077)/2 \approx 2.308 - j1.538 \text{ A}$.

(4) 유효전력 P_1 은 출력의 유효전력과 동일(아이디얼)하므로 $P_1 = V_2 \Re(I_2) = 200 \times 4.615 = 923.08 \text{ W}$ (정확히는 $P = \Re(V_2 I_2^*)$ 로 계산).

해설: 직렬 R-L 부하의 임피던스 계산 후 전류를 나누어 얻는다. 1차 전류는 전류 비례 변환을 적용한다. 전력은 유효전력(Real power)을 계산하여 표기한다.

정답: $V_2 = 200 \text{ V}$, $I_2 \approx 4.615 - j3.077 \text{ A}$ (크기 약 5.0 A), $I_1 \approx 2.308 - j1.538 \text{ A}$, $P_1 \approx 923.1 \text{ W}$.

6. **문제 6:** 권선비 $a = 10$ 인 변압기 2차에 저항 $R = 8 \Omega$ 이 연결되어 있다. 1차에서 본 등가 임피던스가 800Ω 이라면 이 값이 올바른지 검증하고, 올바르지 않다면 올바른 값을 계산하시오. (문제에 사용된 숫자는 회로도에 표기하지 마시오)

풀이:

주어진 부하 임피던스:

$$Z_L = R = 8 \Omega.$$

권선비 $a = 10$ 이므로 1차에서 본 임피던스:

$$Z_{in} = a^2 Z_L = 100 \times 8 = 800 \Omega.$$

따라서 주어진 800Ω 은 올바르다.

해설: 권선비 제곱만큼 부하가 확대되어 보이는 성질을 이용하면 단순히 검증 가능하다.

정답: 주어진 값은 올바르며 $Z_{in} = 800 \Omega$.

7. **문제 7:** 아이디얼 변압기에서 2차에 두 개의 서로 다른 임피던스 Z_{L1}, Z_{L2} 가 병렬로 연결되어 있다. 권선비 a 일 때 1차에서 본 등가 임피던스를 Z_{in} 으로 표현하시오 (심볼릭 표현).

풀이:

2차 병렬 임피던스:

$$Z_{eq,2} = \left(\frac{1}{Z_{L1}} + \frac{1}{Z_{L2}} \right)^{-1} = \frac{Z_{L1}Z_{L2}}{Z_{L1} + Z_{L2}}.$$

이를 1차로 반영하면

$$Z_{in} = a^2 Z_{eq,2} = a^2 \frac{Z_{L1}Z_{L2}}{Z_{L1} + Z_{L2}}.$$

해설: 병렬 결합 후 임피던스를 변환하는 순서(우선 병렬 결합 → 그 결과를 1차로 반영)가 핵심이다.

정답: $Z_{in} = a^2 \frac{Z_{L1}Z_{L2}}{Z_{L1} + Z_{L2}}.$

8. **문제 8:** 권선비 $a = 4$ 변압기 2차에 서로 다른 두 부하가 직렬로 연결되어 있다: $Z_A = 10 \Omega$ 와 $Z_B = 15 \Omega$. 1차에서 본 등가 임피던스를 구하시오.

풀이:

직렬 합산 후 1차 반영:

$$Z_{eq,2} = Z_A + Z_B = 10 + 15 = 25 \Omega.$$

$$Z_{in} = a^2 Z_{eq,2} = 16 \times 25 = 400 \Omega.$$

해설: 직렬 연결은 먼저 합산하고, 그 합을 권선비 제곱으로 1차에 반영한다.

정답: $Z_{in} = 400 \Omega$.

9. **문제 9:** 권선비 $a = 2$ 변압기의 1차에 내부 소스 임피던스 $Z_s = 10 \Omega$ 가 직렬로 있고, 2차에는 부하 $Z_L = 40 \Omega$ 가 연결되어 있다. 1차에 인가되는 전압은 $V_s = 120 \text{ V}$ 이다. (1) 1차에서 본 부하 등가 Z_{in} , (2) 전체 1차 회로의 총 임피던스 Z_{tot} , (3) 1차 전류 I_1 , (4) 2차 전류 I_2 를 구하시오.

풀이:

(1) $Z_{in} = a^2 Z_L = 4 \times 40 = 160 \Omega$.

(2) $Z_{tot} = Z_s + Z_{in} = 10 + 160 = 170 \Omega$.

(3) $I_1 = V_s / Z_{tot} = 120 / 170 \approx 0.7059 \text{ A}$.

(4) $I_2 = a I_1 = 2 \times 0.7059 \approx 1.4118 \text{ A}$. (또는 $I_2 = V_2 / Z_L$; $V_2 = V_1 / a$, $V_1 = V_s - I_1 Z_s$ 로 계산하여 검산 가능)

검산 (대체 방법):

$$V_1 = V_s - I_1 Z_s = 120 - 0.7059 \times 10 = 120 - 7.059 = 112.941 \text{ V}.$$

$$V_2 = V_1 / a = 56.4705 \text{ V}, \text{ 따라서 } I_2 = V_2 / Z_L = 56.4705 / 40 = 1.4118 \text{ A로 일치.}$$

해설: 소스 임피던스는 등가임피던스로부터 분리하여 직렬합을 취하는 방식으로 문제를 푼다. 전류 변환식과 전압 변환식을 적절히 사용하여 교차 검산하면 신뢰성이 높아진다.

정답: $Z_{in} = 160 \Omega$, $Z_{tot} = 170 \Omega$, $I_1 \approx 0.7059 \text{ A}$, $I_2 \approx 1.4118 \text{ A}$.

10. **문제 10:** 권선비 $a = 6$ 변압기에 2차에 저항성 부하 $R = 18 \Omega$ 이 연결되어 있다. 1차 전압이 600 V 일 때 2차 전압과 2차 전력(부하에 소비되는 유효전력)을 구하시오. 또한 1차 전력도 계산하시오.

풀이:

$$V_2 = V_1 / a = 600 / 6 = 100 \text{ V}.$$

2차 전력:

$$P_2 = \frac{V_2^2}{R} = \frac{100^2}{18} \approx 555.56 \text{ W}.$$

아이디얼이므로 1차 전력은 동일:

$$P_1 = P_2 \approx 555.56 \text{ W}.$$

해설: 저항성 부하의 유효전력은 V^2/R 공식으로 직접 계산 가능하며, 아이디얼 변압기 가정으로 1차와 2차 전력은 같다.

정답: $V_2 = 100 \text{ V}$, $P_2 \approx 555.56 \text{ W}$, $P_1 \approx 555.56 \text{ W}$.

11. **문제 11:** 권선비 $a = 3$ 변압기의 2차에 복소부하 $Z_L = 30\angle -30^\circ \Omega$ 가 연결되어 있다. 1차 전압 $V_1 = 600\text{ V}$ 일 때, 2차 전압의 크기와 위상, 2차 전류의 크기와 위상을 구하시오. (편의를 위해 극좌표 사용)

풀이:

(1) $V_2 = V_1/a = 600/3 = 200\text{ V}$. (위상은 기준 0°) 따라서 $V_2 = 200\angle 0^\circ\text{ V}$.

(2) $I_2 = V_2/Z_L = \frac{200\angle 0^\circ}{30\angle -30^\circ} = \frac{200}{30}\angle(0^\circ - (-30^\circ)) = 6.6\angle 30^\circ\text{ A}$.

해설: 극좌표에서는 나눗셈 시 크기는 나누고 위상은 빼므로 간단하다.

정답: $V_2 = 200\angle 0^\circ\text{ V}$, $I_2 \approx 6.667\angle 30^\circ\text{ A}$.

12. **문제 12:** 권선비 $a = 2$ 변압기에서 2차 측에 $Z_L = 50\ \Omega$ 가 연결되어 있다. 만약 2차가 단락(영 저항) 될 경우 1차 전류와 2차 전류의 이론적 동작을 간단히 설명하고, 아이디얼 가정 하에서 전류값을 수치로 표현하시오(가능하면 무한대로 표기).

풀이 및 해설:

2차가 단락이면 $Z_L = 0$ 이고 1차에서 본 임피던스 $Z_{in} = a^2 \cdot 0 = 0$. 1차 측으로 유한한 전압을 인가하면 회로의 전체 임피던스가 0이 되어 전류는 이론적으로 무한대(발산)한다. 따라서 아이디얼 모델에서는 1차, 2차 모두 무한대로 흘러다. 현실에서는 권선저항, 누설리액턴스, 소스 임피던스 등이 전류를 제한하므로 유한값을 갖는다.

정답: 아이디얼 가정 하에서는 1차·2차 전류 모두 이론적으로 무한대(발산).

13. **문제 13:** 권선비 $a = 4$ 변압기에서 2차에 임피던스 Z_L 가 연결되어 있다. 1차 전압을 V_1 로 유지했을 때, 2차 전압이 원래 값의 0.5가 되려면 권선비를 어떻게 조정해야 하는가(심볼릭).

풀이:

전압관계: $V_2 = V_1/a$. 원래 권선비를 a_0 라 하고 원래 2차 전압을 $V_{2,0} = V_1/a_0$ 라 하자. 새로운 2차 전압이 $V_{2,new} = 0.5V_{2,0}$ 이면

$$\frac{V_1}{a_{new}} = 0.5 \cdot \frac{V_1}{a_0} \Rightarrow \frac{1}{a_{new}} = \frac{0.5}{a_0} \Rightarrow a_{new} = 2a_0.$$

즉 권선비를 두 배로 하면 2차 전압은 절반이 된다.

해설: 전압은 권선비에 반비례하므로, 2차 전압을 절반으로 만들려면 권선비를 두 배로 늘리면 된다.

정답: $a_{new} = 2a_0$.

14. **문제 14:** 권선비 $a = 3$ 변압기 1차에 $V_1 = 480\text{ V}$ 를 인가했을 때, 2차에 직렬로 $Z_1 = 20\ \Omega$ 와 병렬로 $Z_2 = 60\ \Omega$ 가 연결되어 있다(즉 2차에서 병렬분기 후 일부분에 직렬 소자가 존재). 2차 회로의 등가임피던스를 구하고, 1차에서 본 Z_{in} 을 계산하시오. (구성: Z_1 은 분기1에만 직렬로 연결되어 있고, 분기2는 순저항 Z_2)

풀이:

2차에서 분기1 임피던스 = Z_1 (직렬 소자만 존재) = $20\ \Omega$. $0.2 < X = Z_2 = 60\ \Omega$. 병렬 합:

$$Z_{eq,2} = \left(\frac{1}{20} + \frac{1}{60} \right)^{-1} = \left(\frac{3+1}{60} \right)^{-1} = \left(\frac{4}{60} \right)^{-1} = 15\ \Omega.$$

1차로 반영:

$$Z_{in} = a^2 Z_{eq,2} = 9 \times 15 = 135\ \Omega.$$

해설: 먼저 2차에서 병렬/직렬 구성을 분석해 등가임피던스를 구한 뒤 권선비 제곱을 곱해 1차로 변환한다.

정답: $Z_{eq,2} = 15\ \Omega$, $Z_{in} = 135\ \Omega$.

15. **문제 15:** 권선비 $a = 2$ 변압기에서 2차에 $Z_L = 20 + j15\ \Omega$ 가 연결되어 있다. 2차 전압 V_2 의 크기가 100 V 일 때 (1) 부하에 소비되는 복소 전력 S_2 (단위 VA), (2) 1차에서 본 복소 전력 S_1 를 구하시오.

풀이:

(1) 2차 전류:

$$I_2 = \frac{V_2}{Z_L} = \frac{100}{20 + j15}.$$

분모 쉼레:

$$I_2 = \frac{100(20 - j15)}{20^2 + 15^2} = \frac{100(20 - j15)}{400 + 225} = \frac{100(20 - j15)}{625}.$$

$$I_2 = \frac{2000 - j1500}{625} = 3.2 - j2.4\text{ A}.$$

복소 전력:

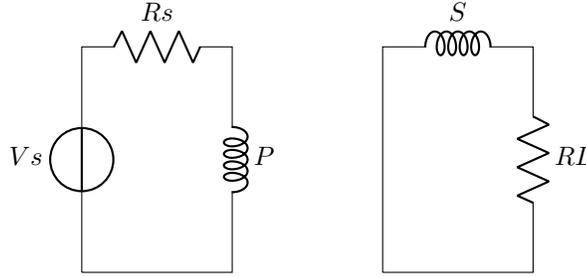
$$S_2 = V_2 I_2^* = 100(3.2 + j2.4) = 320 + j240 \text{ VA.}$$

(2) 아이디얼이므로 $S_1 = S_2 = 320 + j240 \text{ VA}$.

해설: 복소 전력은 전압과 전류의 켈레곱이다. 아이디얼 변압기는 전력(복소 포함)을 보존한다.

정답: $S_2 = 320 + j240 \text{ VA}$, $S_1 = 320 + j240 \text{ VA}$.

16. **문제 16 (회로도 포함):** 아래 회로에서 1차에 $V_s = 120 \text{ V}$, 내부 저항 $R_s = 10 \Omega$ 가 있고 권선비 $a = 3$ 이다. 2차에 저항 $R_L = 30 \Omega$ 가 연결되어 있다. 회로에서 1차 전류와 2차 전류를 구하시오. (회로도에는 문자만 사용)



풀이:

1) 2차 임피던스: $Z_L = 30 \Omega$. 1차에서 본 부하:

$$Z_{in} = a^2 Z_L = 9 \times 30 = 270 \Omega.$$

2) 1차 전체 임피던스:

$$Z_{tot} = R_s + Z_{in} = 10 + 270 = 280 \Omega.$$

3) 1차 전류:

$$I_1 = \frac{V_s}{Z_{tot}} = \frac{120}{280} \approx 0.4286 \text{ A.}$$

4) 2차 전류:

$$I_2 = a I_1 = 3 \times 0.4286 \approx 1.2857 \text{ A.}$$

해설: 소스 저항을 포함할 때는 등가임피던스에 더해 전체 전류를 구하고, 전류 변환비로 2차 전류를 얻는다. 2차 전류는 V_2/R_L 로도 계산 가능(우선 $V_1 = V_s - I_1 R_s$, $V_2 = V_1/a$).

정답: $I_1 \approx 0.4286 \text{ A}$, $I_2 \approx 1.2857 \text{ A}$.

17. **문제 17:** 권선비 a 인 변압기에서 2차에 두 개의 부하 Z_{L1} , Z_{L2} 가 각각 직렬로 연결된 뒤 병렬로 결합되어 있다(즉 각 분기로 직렬소자가 있고 두 분로가 병렬). $Z_{L1} = R_1 + jX_1$, $Z_{L2} = R_2 + jX_2$ 라 할 때 1차에서 본 등가 임피던스를 심볼릭으로 표현하시오.

풀이:

각 분로의 임피던스는 그대로 Z_{L1} , Z_{L2} 이고 병렬 합:

$$Z_{eq,2} = \left(\frac{1}{Z_{L1}} + \frac{1}{Z_{L2}} \right)^{-1} = \frac{Z_{L1} Z_{L2}}{Z_{L1} + Z_{L2}}.$$

1차로 반영:

$$Z_{in} = a^2 \frac{Z_{L1} Z_{L2}}{Z_{L1} + Z_{L2}}.$$

해설: 일반화된 심볼릭 표현이다. 실수/허수 성분을 필요하면 분자와 분모를 전개하여 표현 가능하다.

정답: $Z_{in} = a^2 \frac{(R_1 + jX_1)(R_2 + jX_2)}{(R_1 + jX_1) + (R_2 + jX_2)}$.

18. **문제 18:** 아이디얼 변압기의 전압비는 권선비에 의해 결정된다. 권선비가 정수배가 아닌 경우(예: $a = \sqrt{2}$)라도 위 수식들이 유효한가? 간단히 설명하고, $a = \sqrt{2}$, $V_1 = 230 \text{ V}$ 이면 V_2 는 얼마인지 계산하시오.

풀이 및 해설:

권선비는 이론적으로 실수값이 될 수 있으므로 정수일 필요는 없다. 아이디얼 변압기 모델에서 전압비 관계 $\frac{V_1}{V_2} = a$ 는 a 가 실수든 정수든 그대로 적용된다.

계산:

$$V_2 = \frac{V_1}{a} = \frac{230}{\sqrt{2}} = 230 \times \frac{\sqrt{2}}{2} \approx 162.63 \text{ V.}$$

정답: $V_2 \approx 162.63 \text{ V.}$

19. **문제 19:** 권선비 $a = 3$ 변압기의 2차에 단상 저항성 부하 $R_L = 27 \Omega$ 이 연결되어 있고, 1차 전압 $V_1 = 540 \text{ V}$ 이다. 2차 전력 소비와 1차 전류를 구하시오. 또한 전류 변환을 통한 검산을 보이시오.

풀이:

$$V_2 = V_1/a = 540/3 = 180 \text{ V.}$$

2차 전류:

$$I_2 = \frac{V_2}{R_L} = \frac{180}{27} = 6 \text{ A.}$$

2차 유효전력:

$$P_2 = V_2 I_2 = 180 \times 6 = 1080 \text{ W.}$$

1차 전류:

$$I_1 = \frac{I_2}{a} = \frac{6}{3} = 2 \text{ A.}$$

검산: $P_1 = V_1 I_1 = 540 \times 2 = 1080 \text{ W}$ 로 일치.

해설: 전류·전압 변환과 옴의 법칙을 차례로 적용해 문제를 푼다.

정답: $P_2 = 1080 \text{ W}$, $I_1 = 2 \text{ A}$.

20. **문제 20:** 권선비 $a = 4$ 인 변압기에서 2차에 임피던스 $Z_L = 8 - j6 \Omega$ 가 연결되어 있다. 2차에서 부하의 전력인자(power factor)를 구하고(부호 포함, 지상/유동 등 표기), 1차에서 측정되는 전력인자도 설명하시오. (단, 2차 전압 $V_2 = 100 \text{ V}$)

풀이:

2차 전류:

$$I_2 = \frac{V_2}{Z_L} = \frac{100}{8 - j6} = \frac{100(8 + j6)}{8^2 + 6^2} = \frac{100(8 + j6)}{64 + 36} = \frac{100(8 + j6)}{100} = 8 + j6 \text{ A.}$$

복소 전력:

$$S_2 = V_2 I_2^* = 100(8 - j6) = 800 - j600 \text{ VA.}$$

유효전력 $P_2 = 800 \text{ W}$, 무효전력 $Q_2 = -600 \text{ var}$ (음수는 공급자에게서 전력이 흐름, 즉 용어로는 인덕티브(유동)인지 캐패시티브인지에 따라 표기). 전력인자:

$$\text{pf}_2 = \frac{P_2}{|S_2|} = \frac{800}{\sqrt{800^2 + (-600)^2}} = \frac{800}{\sqrt{640000 + 360000}} = \frac{800}{\sqrt{1000000}} = \frac{800}{1000} = 0.8.$$

위상각:

$$\phi = \cos^{-1}(0.8) = 36.87^\circ.$$

무효전력이 음수이므로 전류는 전압보다 선행(또는 부하가 용량성)이라는 해석이 가능하다. (주의: 여기서 $Z_L = 8 - j6$ 은 허수부가 음수이므로 용량성 부하임)

1차에서 아이디얼 가정으로 전력(복소)은 보존되므로 전력인자도 동일하다: $\text{pf}_1 = 0.8$ (같은 부호와 위상).

해설: 복소 전력으로부터 유효·무효 성분을 분리하여 전력인자를 계산한다. 아이디얼 변압기는 전력의 위상 관계까지 보존한다.

정답: 부하 전력인자 $\text{pf}_2 = 0.8$ (용량성, 즉 전류가 전압보다 선행), 1차 전력인자 $\text{pf}_1 = 0.8$ (동일).