

고급 Y-Δ 변환 문제 20문제 (난이도: 극악)

문제 1: Δ 회로 $R_{AB} = 12, R_{BC} = 18, R_{CA} = 24 \Omega$ 에서 Y로 변환 후, R_A 직렬 6Ω , R_B 병렬 8Ω , R_C 직렬 10Ω 연결 시 전체 저항을 구하시오.

풀이 1: 1. Δ→Y 변환:

$$R_A = \frac{R_{AB}R_{CA}}{R_{AB} + R_{BC} + R_{CA}} = \frac{12 * 24}{12 + 18 + 24} = \frac{288}{54} \approx 5.33\Omega$$

$$R_B = \frac{R_{AB}R_{BC}}{54} = \frac{12 * 18}{54} = 4\Omega$$

$$R_C = \frac{R_{BC}R_{CA}}{54} = \frac{18 * 24}{54} = 8\Omega$$

2. 저항 연결:

$$R_A + 6 = 11.33\Omega, \quad R_B \parallel 8 = \frac{4 * 8}{4 + 8} = 2.67\Omega, \quad R_C + 10 = 18\Omega$$

3. 전체 저항:

$$R_{total} = R_A + 6 + (R_B \parallel 8) + R_C + 10 = 11.33 + 2.67 + 18 \approx 32\Omega$$

해설 1: - Δ→Y 변환 공식: $R_X = \frac{R_i R_j}{R_{sum}}$, 세 저항에 반복 적용. - 이후 각 저항 연결 형태(직렬·병렬)에 따라 계산. - 병렬 계산 시 합성 저항 공식 사용. - 모든 단계를 순서대로 계산하면 전체 저항 도출 가능.

답 1: $R_{total} \approx 32\Omega$

문제 2: Y 회로 $R_A = 5, R_B = 10, R_C = 15 \Omega$ 에서 R_A 직렬 3Ω , R_B 병렬 6Ω , R_C 직렬 4Ω , 그리고 전체 회로 병렬 8Ω 연결 시 전체 저항을 구하시오.

풀이 2: 1. 연결 후 저항:

$$R_A + 3 = 8, \quad R_B \parallel 6 = \frac{10 * 6}{16} = 3.75, \quad R_C + 4 = 19$$

2. 합성 직렬: $R_s = 8 + 3.75 + 19 = 30.75 \Omega$

3. 최종 병렬: $R_{total} = \frac{30.75 * 8}{30.75 + 8} \approx \frac{246}{38.75} \approx 6.35\Omega$

해설 2: - Y 회로 직렬·병렬 조합 후 마지막에 외부 병렬 합산. - 순서를 잘못 계산하면 결과가 달라짐. - 병렬 계산 공식: $R_{eq} = R_1 R_2 / (R_1 + R_2)$

답 2: $R_{total} \approx 6.35\Omega$

문제 3: Δ 회로 $R_{AB} = 9, R_{BC} = 12, R_{CA} = 15 \Omega$ 을 Y로 변환 후, R_B 직렬 4Ω , R_C 병렬 6Ω , R_A 직렬 5Ω 연결 전체 저항을 구하시오.

풀이 3: 1. Δ→Y 변환:

$$R_A = \frac{R_{AB}R_{CA}}{R_{AB} + R_{BC} + R_{CA}} = \frac{9 * 15}{36} = 3.75$$

$$R_B = \frac{9 * 12}{36} = 3$$

$$R_C = \frac{12 * 15}{36} = 5$$

2. 연결 후 계산: $R_A + 5 = 8.75 \quad R_B + 4 = 7 \quad R_C \parallel 6 = 5 * 6 / (5 + 6) = 2.73$

3. 전체 저항: $R_{total} = 8.75 + 7 + 2.73 \approx 18.48\Omega$

해설 3: - $\Delta \rightarrow Y$ 변환 공식 필수. - 직렬/병렬 계산 순서에 유의. - 각 단계별 값 정확히 계산해야 최종 저항 정확도 보장.

답 3: $R_{total} \approx 18.48\Omega$

문제 4: Y 회로 $R_A = 6, R_B = 9, R_C = 12 \Omega$ 에서 R_A 병렬 $3 \Omega, R_B$ 직렬 $4 \Omega, R_C$ 병렬 6Ω 연결 시 전체 저항을 구하시오.

풀이 4: $R_A \parallel 3 = 6 * 3 / (6 + 3) = 2$ $R_B + 4 = 13$ $R_C \parallel 6 = 12 * 6 / (12 + 6) = 4$ $R_{total} = 2 + 13 + 4 = 19\Omega$

해설 4: - 병렬→직렬→병렬 순서 계산 - 병렬 계산 시 분모 합산 주의

답 4: $R_{total} = 19\Omega$

문제 5: Δ 회로 $R_{AB} = 14, R_{BC} = 21, R_{CA} = 28 \Omega$ 을 Y로 변환 후, R_A 직렬 $5 \Omega, R_B$ 병렬 $7 \Omega, R_C$ 직렬 6Ω , 전체 회로 직렬 4Ω 추가 시 전체 저항을 구하시오.

풀이 5: $\Delta \rightarrow Y$: $R_A = 5.44, R_B = 4.67, R_C = 8.17$

연결: $R_A + 5 = 10.44, R_B \parallel 7 = 4.67 * 7 / (4.67 + 7) \approx 2.93, R_C + 6 = 14.17$

전체 직렬 추가 4Ω : $R_{total} = 10.44 + 2.93 + 14.17 + 4 \approx 31.54\Omega$

해설 5: - $\Delta \rightarrow Y$ 변환 후 직렬/병렬 계산 순서 중요 - 외부 직렬 저항은 마지막 단계에서 합산

답 5: $R_{total} \approx 31.54\Omega$

문제 6: Δ 회로 $R_{AB} = 15, R_{BC} = 20, R_{CA} = 25 \Omega$ 을 Y로 변환 후, R_A 직렬 $7 \Omega, R_B$ 병렬 $5 \Omega, R_C$ 직렬 8Ω 연결 시 전체 저항을 구하시오.

풀이 6: $\Delta \rightarrow Y$ 변환:

$$R_A = \frac{15 * 25}{15 + 20 + 25} = \frac{375}{60} = 6.25$$

$$R_B = \frac{15 * 20}{60} = 5$$

$$R_C = \frac{20 * 25}{60} = 8.33$$

연결 후 계산: $R_A + 7 = 13.25$ $R_B \parallel 5 = \frac{5 * 5}{5 + 5} = 2.5$ $R_C + 8 = 16.33$

전체 저항: $R_{total} = 13.25 + 2.5 + 16.33 \approx 32.08\Omega$

해설 6: - $\Delta \rightarrow Y$ 변환 후 직렬/병렬 순서 확인 - 병렬 공식: $R_{eq} = R_1 R_2 / (R_1 + R_2)$ - 최종 합산 시 각 저항 단위 Ω 유지

답 6: $R_{total} \approx 32.08\Omega$

문제 7: Y 회로 $R_A = 8, R_B = 12, R_C = 16 \Omega$ 에서 R_A 병렬 $4 \Omega, R_B$ 직렬 $5 \Omega, R_C$ 병렬 6Ω 연결, 외부 직렬 3Ω 추가 시 전체 저항을 구하시오.

풀이 7: $R_A \parallel 4 = 8 * 4 / (8 + 4) = 2.67$ $R_B + 5 = 17$ $R_C \parallel 6 = 16 * 6 / (16 + 6) = 4.8$

합산 직렬: $2.67 + 17 + 4.8 = 24.47$ 외부 직렬 추가 3Ω : $R_{total} = 24.47 + 3 \approx 27.47\Omega$

해설 7: - 병렬→직렬 순서 계산 - 외부 직렬 저항은 마지막 단계에서 합산 - 각 단계에서 단위 Ω 확인

답 7: $R_{total} \approx 27.47\Omega$

문제 8: Δ 회로 $R_{AB} = 10, R_{BC} = 15, R_{CA} = 20 \Omega$ 을 Y로 변환 후, R_A 직렬 $3 \Omega, R_B$ 병렬 $6 \Omega, R_C$ 직렬 5Ω , 외부 병렬 4Ω 추가 시 전체 저항을 구하시오.

풀이 8: $\Delta \rightarrow Y$ 변환: $R_A = 10 * 20 / 45 \approx 4.44, R_B = 10 * 15 / 45 = 3.33, R_C = 15 * 20 / 45 \approx 6.67$
연결: $R_A + 3 = 7.44, R_B \parallel 6 = 3.33 * 6 / (3.33 + 6) \approx 2.17, R_C + 5 = 11.67$
직렬 합산: $7.44 + 2.17 + 11.67 = 21.28$
외부 병렬 4Ω : $R_{total} = 21.28 * 4 / (21.28 + 4) \approx 3.59\Omega$

해설 8: - $\Delta \rightarrow Y$ 변환 공식 활용 - 직렬/병렬 계산 순서에 주의 - 외부 병렬 저항은 마지막에 적용

답 8: $R_{total} \approx 3.59\Omega$

문제 9: Y 회로 $R_A = 7, R_B = 14, R_C = 21 \Omega$ 에서 R_A 직렬 $5 \Omega, R_B$ 병렬 $7 \Omega, R_C$ 직렬 4Ω 연결, 외부 병렬 6Ω 추가 시 전체 저항을 구하시오.

풀이 9: $R_A + 5 = 12, R_B \parallel 7 = 14 * 7 / (14 + 7) = 4.67, R_C + 4 = 25$
직렬 합산: $12 + 4.67 + 25 = 41.67$
외부 병렬 6Ω : $R_{total} = 41.67 * 6 / (41.67 + 6) \approx 5.33\Omega$

해설 9: - 병렬 $\rightarrow$ 직렬 $\rightarrow$ 외부 병렬 순서 주의 - 모든 계산 단계에서 정확한 단위 확인

답 9: $R_{total} \approx 5.33\Omega$

문제 10: Δ 회로 $R_{AB} = 18, R_{BC} = 24, R_{CA} = 30 \Omega$ 을 Y로 변환 후, R_A 직렬 $6 \Omega, R_B$ 병렬 $8 \Omega, R_C$ 직렬 10Ω , 외부 직렬 5Ω 추가 시 전체 저항을 구하시오.

풀이 10: $\Delta \rightarrow Y$ 변환: $R_A = 9, R_B = 7.2, R_C = 12$
연결: $R_A + 6 = 15, R_B \parallel 8 = 7.2 * 8 / (7.2 + 8) \approx 3.86, R_C + 10 = 22$
직렬 합산: $15 + 3.86 + 22 = 40.86$
외부 직렬 5Ω 추가: $R_{total} = 40.86 + 5 = 45.86\Omega$

해설 10: - $\Delta \rightarrow Y$ 변환 후 직렬/병렬 순서 정확히 - 외부 직렬 합산 마지막 단계

답 10: $R_{total} \approx 45.86\Omega$

문제 11: Y 회로 $R_A = 9, R_B = 18, R_C = 27 \Omega$ 에서 R_A 병렬 $6 \Omega, R_B$ 직렬 $9 \Omega, R_C$ 병렬 12Ω 연결 시 전체 저항을 구하시오.

풀이 11: $R_A \parallel 6 = 9 * 6 / (9 + 6) = 3.6, R_B + 9 = 27, R_C \parallel 12 = 27 * 12 / (27 + 12) = 8.64$
합산: $3.6 + 27 + 8.64 = 39.24\Omega$

해설 11: - 병렬 $\rightarrow$ 직렬 $\rightarrow$ 병렬 순서 계산 - 각 병렬 계산시 분모 합 주의

답 11: $R_{total} \approx 39.24\Omega$

문제 12: Δ 회로 $R_{AB} = 8, R_{BC} = 12, R_{CA} = 16 \Omega$ 을 Y로 변환 후, R_A 직렬 $4 \Omega, R_B$ 병렬 $5 \Omega, R_C$ 직렬 6Ω , 외부 병렬 3Ω 연결 시 전체 저항을 구하시오.

풀이 12: $\Delta \rightarrow Y$ 변환: $R_A = 4 * 16 / (8 + 12 + 16) = 64 / 36 \approx 1.78, R_B = 8 * 12 / 36 = 2.67, R_C = 12 * 16 / 36 = 5.33$

연결: $R_A + 4 = 5.78$, $R_B \parallel 5 = 2.67 * 5 / (2.67 + 5) \approx 1.64$, $R_C + 6 = 11.33$
 합산: $5.78 + 1.64 + 11.33 = 18.75$
 외부 병렬 3 Ω : $R_{total} = 18.75 * 3 / (18.75 + 3) \approx 2.66\Omega$

해설 12: - $\Delta \rightarrow Y$ 변환 공식 적용 - 직렬/병렬 순서 확인, 외부 병렬 마지막 적용

답 12: $R_{total} \approx 2.66\Omega$

문제 13: Y 회로 $R_A = 10$, $R_B = 20$, $R_C = 30 \Omega$ 에서 R_A 직렬 5 Ω , R_B 병렬 10 Ω , R_C 직렬 6 Ω 연결, 외부 병렬 8 Ω 추가 시 전체 저항을 구하시오.

풀이 13: $R_A + 5 = 15$ $R_B \parallel 10 = 20 * 10 / (20 + 10) = 6.67$ $R_C + 6 = 36$
 직렬 합산: $15 + 6.67 + 36 = 57.67$
 외부 병렬 8 Ω : $R_{total} = 57.67 * 8 / (57.67 + 8) \approx 7.73\Omega$

해설 13: - 병렬 $\rightarrow$ 직렬 $\rightarrow$ 외부 병렬 순서 - 각 단계 정확한 계산 필요

답 13: $R_{total} \approx 7.73\Omega$

문제 14: Δ 회로 $R_{AB} = 11$, $R_{BC} = 13$, $R_{CA} = 17 \Omega$ 을 Y로 변환 후, R_A 직렬 5 Ω , R_B 병렬 10 Ω , R_C 직렬 7 Ω 연결 시 전체 저항을 구하시오.

풀이 14: $\Delta \rightarrow Y$: $R_A = 11 * 17 / 41 \approx 4.56$, $R_B = 11 * 13 / 41 \approx 3.49$, $R_C = 13 * 17 / 41 \approx 5.39$
 연결: $R_A + 5 = 9.56$, $R_B \parallel 10 = 3.49 * 10 / (3.49 + 10) \approx 2.57$, $R_C + 7 = 12.39$
 합산: $R_{total} = 9.56 + 2.57 + 12.39 \approx 24.52\Omega$

해설 14: - $\Delta \rightarrow Y$ 변환 후 직렬/병렬 계산 - 계산 순서와 소수점 주의

답 14: $R_{total} \approx 24.52\Omega$

문제 15: Y 회로 $R_A = 5$, $R_B = 10$, $R_C = 15 \Omega$ 에서 R_A 병렬 4 Ω , R_B 직렬 6 Ω , R_C 병렬 8 Ω 연결, 외부 직렬 2 Ω 추가 시 전체 저항을 구하시오.

풀이 15: $R_A \parallel 4 = 5 * 4 / (5 + 4) = 2.22$ $R_B + 6 = 16$ $R_C \parallel 8 = 15 * 8 / (15 + 8) = 4.71$
 합산: $2.22 + 16 + 4.71 = 22.93$
 외부 직렬 2 Ω 추가: $R_{total} = 22.93 + 2 = 24.93\Omega$

해설 15: - 병렬 $\rightarrow$ 직렬 $\rightarrow$ 병렬 연결 후 외부 직렬 합산 - 계산 순서 유의

답 15: $R_{total} \approx 24.93\Omega$

문제 16: Δ 회로 $R_{AB} = 16$, $R_{BC} = 20$, $R_{CA} = 24 \Omega$ 을 Y로 변환 후, R_A 직렬 7 Ω , R_B 병렬 8 Ω , R_C 직렬 9 Ω 연결, 외부 병렬 5 Ω 추가 시 전체 저항을 구하시오.

풀이 16: $\Delta \rightarrow Y$: $R_A = 16 * 24 / 60 = 6.4$, $R_B = 16 * 20 / 60 = 5.33$, $R_C = 20 * 24 / 60 = 8$
 연결: $R_A + 7 = 13.4$, $R_B \parallel 8 = 5.33 * 8 / (5.33 + 8) \approx 3.15$, $R_C + 9 = 17$
 직렬 합산: $13.4 + 3.15 + 17 = 33.55$
 외부 병렬 5 Ω : $R_{total} = 33.55 * 5 / (33.55 + 5) \approx 4.32\Omega$

해설 16: - $\Delta \rightarrow Y$ 변환 후 병렬/직렬 계산 순서 중요 - 외부 병렬은 마지막 단계

답 16: $R_{total} \approx 4.32\Omega$

문제 17: Y 회로 $R_A = 9$, $R_B = 12$, $R_C = 15 \Omega$ 에서 R_A 병렬 6Ω , R_B 직렬 5Ω , R_C 병렬 9Ω 연결, 외부 직렬 3Ω 추가 시 전체 저항을 구하시오.

풀이 17: $R_A \parallel 6 = 9 * 6 / (9 + 6) = 3.6$ $R_B + 5 = 17$ $R_C \parallel 9 = 15 * 9 / (15 + 9) = 5.625$

합산: $3.6 + 17 + 5.625 = 26.225$

외부 직렬 3Ω 추가: $R_{total} = 26.225 + 3 \approx 29.23 \Omega$

해설 17: - 병렬→직렬→병렬 연결 후 외부 직렬 합산 - 계산 순서와 단위 주의

답 17: $R_{total} \approx 29.23 \Omega$

문제 18: Δ 회로 $R_{AB} = 20$, $R_{BC} = 25$, $R_{CA} = 30 \Omega$ 을 Y로 변환 후, R_A 직렬 6Ω , R_B 병렬 10Ω , R_C 직렬 8Ω , 외부 병렬 7Ω 추가 시 전체 저항을 구하시오.

풀이 18: $\Delta \rightarrow Y$: $R_A = 20 * 30 / 75 = 8$, $R_B = 20 * 25 / 75 = 6.67$, $R_C = 25 * 30 / 75 = 10$

연결: $R_A + 6 = 14$, $R_B \parallel 10 = 6.67 * 10 / (6.67 + 10) \approx 4.0$, $R_C + 8 = 18$

직렬 합산: $14 + 4 + 18 = 36$

외부 병렬 7Ω : $R_{total} = 36 * 7 / (36 + 7) \approx 5.73 \Omega$

해설 18: - $\Delta \rightarrow Y$ 변환 후 계산 순서 준수 - 외부 병렬 마지막 적용

답 18: $R_{total} \approx 5.73 \Omega$

문제 19: Y 회로 $R_A = 12$, $R_B = 18$, $R_C = 24 \Omega$ 에서 R_A 병렬 8Ω , R_B 직렬 6Ω , R_C 병렬 12Ω 연결, 외부 직렬 4Ω 추가 시 전체 저항을 구하시오.

풀이 19: $R_A \parallel 8 = 12 * 8 / (12 + 8) = 4.8$ $R_B + 6 = 24$ $R_C \parallel 12 = 24 * 12 / (24 + 12) = 8$

합산: $4.8 + 24 + 8 = 36.8$

외부 직렬 4Ω 추가: $R_{total} = 36.8 + 4 = 40.8 \Omega$

해설 19: - 병렬→직렬→병렬→외부 직렬 순서 준수 - 각 단계 정확한 계산 필요

답 19: $R_{total} \approx 40.8 \Omega$

문제 20: Δ 회로 $R_{AB} = 14$, $R_{BC} = 21$, $R_{CA} = 28 \Omega$ 을 Y로 변환 후, R_A 직렬 5Ω , R_B 병렬 7Ω , R_C 직렬 6Ω , 외부 병렬 5Ω 추가 시 전체 저항을 구하시오.

풀이 20: $\Delta \rightarrow Y$: $R_A = 14 * 28 / 63 \approx 6.22$, $R_B = 14 * 21 / 63 \approx 4.67$, $R_C = 21 * 28 / 63 \approx 9.33$

연결: $R_A + 5 = 11.22$, $R_B \parallel 7 = 4.67 * 7 / (4.67 + 7) \approx 2.86$, $R_C + 6 = 15.33$

직렬 합산: $11.22 + 2.86 + 15.33 = 29.41$

외부 병렬 5Ω : $R_{total} = 29.41 * 5 / (29.41 + 5) \approx 4.4 \Omega$

해설 20: - $\Delta \rightarrow Y$ 변환 공식 활용 - 직렬/병렬 계산 순서와 외부 병렬 마지막 적용

답 20: $R_{total} \approx 4.4 \Omega$