

IT CookBook, 처음 만나는 전자회로

[연습문제 답안 이용 안내]

- 본 연습문제 답안의 저작권은 한빛아카데미(주)와 황형수에 있습니다.
- 이 자료를 무단으로 전제하거나 배포할 경우 저작권법 136조에 의거하여 최고 5년 이하의 징역 또는 5천만원 이하의 벌금에 처할 수 있고 이를 병과(併科)할 수도 있습니다.

<바로가기>

[1장 연습문제 답안](#)

[2장 연습문제 답안](#)

[3장 연습문제 답안](#)

[4장 연습문제 답안](#)

[5장 연습문제 답안](#)

[6장 연습문제 답안](#)

[7장 연습문제 답안](#)

[8장 연습문제 답안](#)

[9장 연습문제 답안](#)

[10장 연습문제 답안](#)

[11장 연습문제 답안](#)

Chapter 01 연습문제 답안

- 1.1 ② 1.2 ② 1.3 ① 1.4 ① 1.5 ②
 1.6 ① 1.7 ① 1.8 ② 1.9 ② 1.10 ②
 1.11 (a) 순방향 바이어스 , (b) 순방향 바이어스

Chapter 02 연습문제 답안

- 2.1 ④ 2.2 ② 2.3 ① 2.4 ② 2.5 ③
 2.6 ③ 2.7 ③ 2.8 ② 2.9 ② 2.10 ④
 2.11 ① 2.12 ① 2.13 ① 2.14 ② 2.15 ①
 2.16 $I = 9.3\text{mA}$, $V_o = 9.3\text{V}$
 2.17 $V_{2(rms)} = 40\text{V}_{rms}$, $I = 178.6\text{mA}$, $V_{R_L} = 39.3\text{V}_{rms}$
 2.18 (a) $V_{2(p)} = 17.68\text{V}$, (b) $I_P = 16.98\text{mA}$, (c) $PIV = 34.66$
 2.19 $PIV = 50.7\text{V}$
 2.20 $PIV = 28.98\text{V}$
 2.21 (a) $V_{DC} = 29.75\text{V}$, (b) $V_{r(pp)} = 0.5\text{V}$, (c) $r = 0.017$
 2.22 $V_{2(p)} = 17\text{V}$, $V_{p(out)} = 15.6\text{V}$, $V_{DC} = 15.535\text{V}$, $V_{r(pp)} = 0.13\text{V}$

$$(r = \frac{V_{r(pp)}}{V_{DC}} = \frac{0.13\text{V}}{15.535\text{V}} = 0.0084)$$

 2.23 그림 생략 2.24 그림 생략 2.25 그림 생략
 2.26 그림 생략 2.27 그림 생략 2.28 그림 생략
 2.29 $C_1 = 20\text{V}$, $C_2 = 30\text{V}$, $C_3 = 40\text{V}$

Chapter 03 연습문제 답안

- 3.1 ① 3.2 ② 3.3 ③ 3.4 ④ 3.5 ①
 3.6 ① 3.7 ② 3.8 ③ 3.9 ④ 3.10 ①
 3.11 ② 3.12 ③ 3.13 ④ 3.14 ① 3.15 ①
- 3.16 $I_{ZM} = 100mA$
 3.17 $V_{ZK} = 9.76V$
 3.18 $Z_Z = 10\Omega$
 3.19 $I_T = 40mA$, $I_L = 16mA$, $I_Z = 24mA$
 3.20 $R = 400\Omega$
 3.21 $V_{IN(min)} = 4.85V$, $V_{IN(max)} = 46.24V$
 3.22 최대 부하전류: $I_{L(max)} = 39mA$, 최소 부하전류: $I_{L(min)} = 0$
 부하저항의 최소값: $R_{L(min)} \cong 257\Omega$
 3.23 (a) $V_{ZK} = 14.85V$, $V_{ZM} = 15.37V$ ($I_{ZM} = 66.7mA$)
 (b) $R \cong 220\Omega$
 (c) $219\Omega \leq R_L \leq \infty$
 3.24 (a) $I_{T(max)} = 30mA$
 (b) $I_{(R_L = 1K\Omega)} = 6mA$, $I_Z = 24mA$
 (c) $207\Omega \leq R_L \leq \infty$
 3.25 $V_{ZK} = 4.69V$, $V_{ZM} = 5.16V$, $I_{T(max)} = 106.2mA$
 - 최대 부하전류: $I_{L(max)} = 105.2mA$
 - 부하저항의 최소값: $R_{L(min)} \cong 45\Omega$
 - 최소 부하전류: $I_{L(min)} = 36.8mA$
 - 최대 부하저항: $R_{L(max)} \cong 140.2\Omega$
 3.26 그림 생략 3.27 그림 생략
 3.28 그림 생략 3.29 그림 생략

Chapter 04 연습문제 답안

- 4.1 ① 4.2 ② 4.3 ③ 4.4 ④ 4.5 ①
 4.6 ③ 4.7 ③ 4.8 ③ 4.9 ③ 4.10 ④
 4.11 ③ 4.12 ② 4.13 ③ 4.14 ①
- 4.15 $\beta_{DC} = 50, \alpha_{DC} = 0.98$
 4.16 $I_C = 98mA, I_B = 2mA, \beta_{DC} = 49$
 4.17 $\beta_{DC} = 100, \alpha_{DC} = 0.99$
 4.18 $I_B = 0.03mA (= 30\mu A), I_C = 4.5mA, I_E = 4.53mA, \alpha_{DC} = 0.993$
 4.19 $I_{C(sat)} = 10mA, I_{B(min)} = 0.05mA, V_{IN} = 5.7V$
 4.20 $I_{C(sat)} = 10mA, I_{B(min)} = 0.1mA, R_B = 40K\Omega$
 4.21 $I_{C(sat)} = 40mA, V_{CE(cutoff)} = V_{CC} = 20V$
 $I_B = 0.186mA, I_{CQ} = 18.6mA, V_{CEQ} = 10.7V$
 4.22 $I_{CQ} = 3.8mA, V_{CEQ} = 8.2V$
 4.23 $I_E = 3.22mA, V_{CEQ} = 10.34V$
 4.24 $I_{CQ} = 3.04mA, V_{CEQ} = 7.26V$
 4.25 $I_{CQ} \cong I_E = 1.62mA, V_{CEQ} = 5.14V$
 4.26 (a) 근사해석 : $I_{CQ} \cong 2.125mA, V_{EC} = 8.685V$
 (b) 정밀해석(테브난 정리) : $I_{EQ} = 2.01mA, V_{ECQ} = 8.64V$
 4.27 $I_{CQ} \cong 7.21mA, V_{CEQ} = 4.533V$
 4.28 $I_{CQ} = 1.57mA$
 $V_{CE} = V_C - V_E = V_C = 2.3V,$
 4.29 (a) $I_C = 1.06mA$
 (b) $V_E = 1.06V$
 (c) $V_B = 1.76V$
 (d) $R_1 = 42.13K\Omega$

Chapter 05 연습문제 답안

- 5.1 ① 5.2 ② 5.3 ③ 5.4 ④ 5.5 ①
 5.6 ② 5.7 ③ 5.8 ④ 5.9 ① 5.10 ②
 5.11 ③ 5.12 ④ 5.13 ① 5.14 ④ 5.15 ②
 5.16 $r_e = 5\Omega$
 5.17 $r_e = 2.5\Omega$
 5.18 $V_B = 1.8V$, $V_E = 1.1V$, $I_E = 1.1mA$
 5.19 $R_{i(b)} = 2.27K\Omega$, $R_{i(tot)} = 1K\Omega$, $A_v = 92$, $v_o = 920mV$
 5.20 $V_B = 2V$, $V_E = 1.3V$, $I_E = 1.3mA$
 5.21 $R_{i(b)} = 47.9K\Omega$, $R_{i(tot)} = 6.86K\Omega$, $A_v = 9.024$, $v_o = 90.24mV$
 5.22 $I_{CQ} \cong I = 1.25mA$, $r'_e = 20\Omega$, $R_{i(b)} = 387K\Omega$, $R_{i(tot)} = 4.94K\Omega$
 5.23 $A'_v = 0.955$, $v_o = 0.955V$
 5.24 $R_{i(b)} = 204.2K\Omega$, $R_{i(tot)} \cong 6.5K\Omega$, $A'_v = 0.897$
 5.25 $R_i = 23.8\Omega$, $R_o \cong R_C = 4.7K\Omega$, $A_v \cong 35$
 5.26 $A_v = 1000$, $A_v(dB) = 60(dB)$
 5.27 $A_{v1} = 86.24$, $A_{v2} = 302.75$
 전체 전압이득 $= 26109.2 = 20 \log 26109.16 = 88.34dB$
 5.28 전체 전압이득 $= 56.92$, 출력전압 $= 56.92mV$

Chapter 06 연습문제 답안

- 6.1 ① 6.2 ② 6.3 ③ 6.4 ④ 6.5 ①
 6.6 ② 6.7 ③ 6.8 ④ 6.9 ① 6.10 ②
 6.11 ③ 6.12 ③ 6.13 ④ 6.14 ② 6.15 ④

6.16 그림 생략

6.17 교류 컬렉터 저항: $R_c \cong 543\Omega$

$$I_{CQ} = \frac{2.85V - 0.7V}{250\Omega} = 8.6mA$$

$$V_{CEQ} = 15V - 8.6mA(0.68K\Omega + 0.25K\Omega) = 7V$$

$$\text{교류포화전류: } I_{c(sat)} \cong 21.5mA$$

6.18 직류 컬렉터 저항: $R_C = 8K\Omega$, 교류 컬렉터 저항: $R_c \cong 4.44K\Omega$

$$I_{CQ} \cong 0.782mA, \quad V_{CEQ} \cong 10.07V$$

$$\text{직류 포화전류 } I_{C(sat)} = 16.3mA$$

$$\text{교류 포화전류: } I_{c(sat)} \cong 3.052mA$$

6.19 직류전원에 의해 공급되는 직류전력: $P_{DC} \cong 220.05mW$

6.20 출력전력: $P_{out} \cong 3.144mW$, 효율: $\eta \cong 0.0143 = 1.43\%$

6.21 직류 무신호 소비전력(트랜지스터 소비전력): $P_{DQ} = 60.2mW$

6.22 $P_{DC} \cong 31.26mW$, $P_{DQ} \cong 7.88mW$

6.23 (a) $I_{CQ} = 68.3mA$, $V_{CEQ} \cong 5.15V$

(b) 전압이득: $A_v \cong 5.81$, 전력이득: $A_p \cong 64.8$

(c) 트랜지스터 소비전력(무신호 소비전력): $P_{DQ} \cong 351.7mW$

(d) 직류전원 공급전력: $P_{DC} \cong 1.194W$

(e) 입력신호($600mV_{pp}$) 일 때 출력 전력: $P_{out} \cong 0.0152W$

(f) 효율: $\eta = \frac{P_{out}}{P_{DC}} \cong 0.0127$

6.24 (a) $V_E = 0V$, $I_{CQ} = 0.93mA$, $V_{CEQ_1} = 10V$

$$V_{CEQ_2} = -10V$$

(b) $P_{out} = 0.5W$

6.25 부하직선

6.26 (a) $V_{B(Q_1)} = V_{CC} - I_B R_1 = 20V - 0.93mA \times 10K\Omega = 10.7V$

$$V_E = V_{B(Q_1)} - 0.7 = 10.7V - 0.7V = 10V$$

$$V_{B(Q_2)} = V_{B(Q_1)} - 1.4 V = 10.7 V - 1.4 V = 9.3 V$$

$$V_{CE(Q_1)} = V_{C_1} - V_E = 20 V - 10 V = 10 V$$

$$V_{CE(Q_2)} = V_{C_2} - V_E = 0 V - 10 V = -10 V$$

$$(b) P_{out} = 0.125 W$$

6.27 부하저항에 전달될 수 있는 최대 전력

$$(a) P_{out(max)} = 0.5 W$$

$$(b) P_{out(max)}|_{V_{CC}=24V} = 0.6 W$$

6.28 공진 주파수: $f_r = 15.923 KHz$

$$6.29 P_{D(avg)} = 1 m W$$

$$6.30 \eta = 0.999 \text{ (99.9\%)}$$

Chapter 07 연습문제 답안

- 7.1 ④ 7.2 ③ 7.3 ② 7.4 ① 7.5 ④
 7.6 ③ 7.7 ② 7.8 ① 7.9 ④ 7.10 ③
 7.11 ② 7.12 ① 7.13 ④ 7.14 ② 7.15 ③
- 7.16 $V_P = 4V$, $V_{DD} = 8.48V$
- 7.17 그림 생략
- 7.18 그림 생략
- 7.19 (a) $V_{GS} = 0V$ 일 때, $I_D = I_{DSS} = 15mA$
 (b) $V_{GS} = -3V$ 일 때 $I_D = 2.4mA$
 (c) $V_{GS} = V_{GS(off)}$ 일 때, $I_D = 0$
- 7.20 $g_m = 1600\mu S$
- 7.21 (a) $V_{GS} = -1.5V$
 (b) $R_S = 500\Omega$
- 7.22 도식적으로 해석으로부터
 (a) 근사 $I_{DQ} = 2.65mA$, $V_{GSQ} = -1.35V$
 (b) $V_{DS} = 1.22V$
- 7.23 (a) 근사 $I_{DQ} = 1.8mA$, $V_{GSQ} = 1.5V$
 (b) $V_{DS} = 2.26V$
- 7.24 D-MOSFET의 영 바이어스 회로에서 $I_{DQ} = I_{DSS} = 6mA$ 이므로
 (a) $V_{DS} = 4V$ (b) $V_{DS} = 4.8V$ (c) $V_{DS} = -4.92V$ (p채널)
- 7.25 (a) $V_{GSQ} = -1.3V$, $I_{DQ} = 2.8mA$
 (b) $V_{DS} = 5.38V$
- 7.26 (a) $V_{GSQ} = -0.8V$, $I_{DQ} = 2.8mA$
 (b) $V_{DS} = 3.04V$
- 7.27 $I_D = 1.64mA$
- 7.28 $I_D \cong 25mA$
- 7.29 $V_{GSQ} \cong 5V$, $I_{DQ} = 4mA$, $V_{DS} = 8.2V$
- 7.30 $I_{DQ} \cong 1.5mA$, $V_{GSQ} \cong 3.7V$

Chapter 08 연습문제 답안

- 8.1 ① 8.2 ② 8.3 ③ 8.4 ④ 8.5 ④
 8.6 ③ 8.7 ② 8.8 ④ 8.9 ① 8.10 ②
 8.11 ③ 8.12 ④ 8.13 ① 8.14 ③ 8.15 ①
- 8.16 $g_{m0} = 4mS$
 8.17 $V_P = 6V$
 8.18 $I_D = 2mA$
 8.19 $I_{DSS} = 12.5mA$
 8.20 a) $g_{mo} = 3.2mS$
 b) $g_m|_{V_{GS}=-1V} = 2.56mS$
 c) $g_m|_{V_{GS}=-3V} = 1.28mS$
- 8.21 $R_D \cong 3.3K\Omega$
 8.22 (a) $V_{GSQ} \cong -2V$, $I_{DQ} = 2mA$
 (b) $V_{DS} = 4V$ (c) $g_{mo} = 4mS$ (d) $g_m = 2mS$
- 8.23 $Z_i = 10M\Omega$, $Z_o \cong 1.67K\Omega$
 $V_{pp} \cong 944.7V$
- 8.24 (a) $R_{in(gate)} = 400M\Omega$ (b) $Z_i \cong 9.76M\Omega$
 (c) $Z_o \cong 2.7k\Omega$ (d) $A_v = -8.1$
- 8.25 (a) $V_{GS} = 4.5V$ (b) $I_D = 9.375mA$
 (c) $V_{DS} \cong 5.31V$ (d) $A_v = -3$ (e) $V_{ds(rms)} = -300mV$
- 8.26 $A_v = 0.75$, $Z_i \cong 9.8M\Omega$
 8.27 전압이득 $A_v \cong 0.67$, 입력 임피던스 $Z_i \cong 9.8M\Omega$
 8.28 $A_v \cong 0.844$
 8.29 전압 이득 $A_v = 40$, 입력 임피던스 $Z_i = 250\Omega$
 8.30 전압 이득 $A_v = 10$, 입력 임피던스 $Z_i = 200\Omega$

Chapter 09 연습문제 답안

- 9.1 ③ 9.2 ① 9.3 ② 9.4 ④ 9.5 ①
 9.6 ② 9.7 ③ 9.8 ④ 9.9 ① 9.10 ②
 9.11 ② 9.12 ③, ④ 9.13 ③ 9.14 ④ 9.15 ④

9.16 $I_A = 29.2mA$

9.17 $R_{AK} = 10M\Omega$

9.18 $I_A = 197mA$

9.19 직렬 양극전류 중단법은 양극전류를 차단하여($I_A = 0mA$) SCR을 턴-오프한다.

병렬 양극전류 중단법은 양극전류를 우회함으로써 유지전류(I_H) 이하의 양극전류가 흘러 차단한다.

<그림 생략>

9.20 $R = 1.93K\Omega$

9.21 ON상태에서 충전된 커패시터 전압 V_C 는 턴-오프 스위치를 닫는 순간 순방향 도통전류와 반대방향으로 강제전류를 흐르게 하여(그림b), SCR의 양극전류가 유지전류 이하로 감소되게 하여 턴-오프 시키는 방법이다.

<그림 생략>

9.22 $+20V$ 와 $-20V$ 에서 턴-온 되며, $+10V$ 와 $-10V$ 에서 각각 턴-오프 된다.

<그림 생략>

9.23 $V_P = +20V$ 와 $-20V$ 에서 게이트 펄스에 의해 턴-온되고, $I_H = 1mA$ 이므로 $+4.7V$ 와 $-4.7V$ 에서 각각 턴-오프 된다.

<그림 생략>

9.24 턴-온 : 양극에 양(+), 음극에 음(-)의 전압을 인가하고, 양극 게이트에 음(-)의 펄스를 인가하면 트랜지스터 Q_1 가 순방향 바이어스 되어 ON된 후, Q_2 이 ON되어 SCS가 ON 된다. 또한 음극 게이트에 양(+)의 펄스를 인가하면 트랜지스터 Q_2 가 순방향 바이어스 되어 ON 된 후, Q_1 이 ON되어 SCS가 ON 된다.

턴-오프 : SCS가 ON상태로 동작하고 있을 때, 양극 게이트에 양(+)의 펄스를 인가하면 트랜지스터 Q_1 이 역방향 바이어스되어 OFF된 후, Q_2 가 OFF 되어 SCS가 OFF 된다. 또한 음극 게이트에 음(-)의 펄스를 인가하면 트랜지스터 Q_2 가 역방향 바이어스 되어 OFF된 후, Q_1 이 OFF 되어 SCS가 OFF 된다.

9.25 이탈비 $\eta = 0.375$

9.26 피크점 전압: $V_P = 9.3\text{ V}$

9.27 $1.4K\Omega < R_1 < 353.3K\Omega$

9.28 턴-온 전압 : $V_A = 5.7\text{ V}$

9.29 턴-온 전압 : $V_A = 5.7\text{ V}$, $I \cong 17.3\text{ mA}$, $I_P = 30.3\text{ mA}$

<파형그림 생략>

9.30 $V_G = 2.5\text{ V}$, 턴-온 전압: $V_A = 3.2\text{ V}$

<파형그림 생략>

Chapter 10 연습문제 답안

- 10.1 ① 10.2 ② 10.3 ③ 10.4 ④ 10.5 ①
 10.6 ④ 10.7 ① 10.8 ② 10.9 ③ 10.10 ④
 10.11 ① 10.12 ③ 10.13 ④ 10.14 ① 10.15 ②
 10.16 ③ 10.17 ④ 10.18 ①
 10.19 $I_{C_1} = I_{C_2} = 1.2mA$, $V_C = 6.36V$
 10.20 $I_{C_1} = I_{C_2} = 1.5mA$, $V_C = 6.6V$
 10.21 $V_o = 246.6mV$
 10.22 $CMRR = 100dB$
 10.23 $A_C \cong 0.5$
 10.24 $\Delta t = 60\mu s$
 10.25 전압이득 $A_{v(NI)} = 51$, 입력전압 $V_i = 100mV$
 10.26 전압이득 $A_{v(NI)} = 101$, 출력전압 $V_o = 1.01V$
 10.27 (a) 전압이득 $A_{v(NI)} = 31.3$ (b) 전압이득 $A_{v(NI)} \cong 43.6$
 10.28 (a) 전압이득 $A_{v(NI)} \cong 18.9$ (b) 전압이득 $A_{v(UF)} = 1$ (c) 전압이득 $A_{v(I)} = -10$
 10.29 (a) $R_f = 440K\Omega$ (b) $R_f = 588K\Omega$ (c) $R_f = 750K\Omega$
 10.30 반전 증폭기
 (a) 전압이득 $A_{v(I)} = -10$ (b) $I_i \cong 0.91mA$
 (c) $I_i = I_f = 0.91mA$ (d) $V_o = -20V$
 10.31 (a) $Z_{i(NI)} = 6187.5M\Omega$, $Z_{o(NI)} \cong 6.5m\Omega$
 (b) $Z_{i(UF)} \cong 500G\Omega$, $Z_{o(UF)} \cong 0.5m\Omega$
 (c) $Z_{i(I)} = R_i = 33K\Omega$, $Z_{o(I)} \cong 11m\Omega$
 10.32 $V_{IO} = 0.3\mu V$
 10.33 $V_{o(UF, 오프셋)} = V_{IO} = 5nV$

Chapter 11 연습문제 답안

- 11.1 ① 11.2 ② 11.3 ③ 11.4 ④ 11.5 ①
 11.6 ② 11.7 ③ 11.8 ④ 11.9 ① 11.10 ③
 11.11 ④ 11.12 ① 11.13 ② 11.14 ① 11.15 그림 생략
 11.16 (a) $V_o = -5V$ (b) $V_o = -3V$
 11.17 (a) $I_f = 0.3mA$ (b) $V_o = -3V$
 11.18 $R_f = 10K\Omega$
 11.19 $R_f = 4K\Omega$
 11.20 (a) $I_f = 0.35mA$ (b) $V_o = -3.5V$
 11.21 $R_1 = 60K\Omega$, $R_2 = 30K\Omega$, $R_3 = 20K\Omega$, $R_4 = 15K\Omega$
 11.22 $V_o = -2V$
 11.23 $V_o = 17.5V$
 11.24 $\frac{dV_o}{dt} = -0.532mV/\mu s$
 11.25 $V_o = -10V$ ($t: 0 \sim 5\mu s$)
 $V_o = +10V$ ($t: 5\mu s \sim 10\mu s$)
 <입 · 출력파형 생략>
 11.26 $V_o = \mp 8V$
 <입 · 출력파형 생략>
 11.27 $I_L = 5mA$
 11.28 $V_o = 10V$
 11.29 $\frac{V_o}{V_i} = -\frac{R_1}{R_2} \left(1 + \frac{R_3}{R_4} \right)$