

## 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  $V_{2(rms)} = 40V_{rms}$ ,  $I = 178.6\text{mA}$ ,  $V_{R_L} = 39.3V_{rms}$   
 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  $V_B = 1.8V, \quad V_E = 1.1V, \quad I_E = 1.1mA$   
 5.19  $R_{i(b)} = 2.27K\Omega, \quad R_{i(tot)} = 1K\Omega, \quad A_v = 92, \quad v_o = 920mV$   
 5.20  $V_B = 2V, \quad V_E = 1.3V, \quad I_E = 1.3mA$   
 5.21  $R_{i(b)} = 47.9K\Omega, \quad R_{i(tot)} = 6.86K\Omega, \quad A_v = 9.024, \quad v_o = 90.24mV$   
 5.22  $I_{CQ} \cong I = 1.25mA, \quad r'_e = 20\Omega, \quad R_{i(b)} = 387K\Omega, \quad R_{i(tot)} = 4.94K\Omega$   
 5.23  $A'_v = 0.955, \quad v_o = 0.955V$   
 5.24  $R_{i(b)} = 204.2K\Omega, \quad R_{i(tot)} \cong 6.5K\Omega, \quad A'_v = 0.897$   
 5.25  $R_i = 23.8\Omega, \quad R_o \cong R_C = 4.7K\Omega, \quad A_v \cong 35$   
 5.26  $A_v = 1000, \quad A_v(dB) = 60(dB)$   
 5.27  $A_{v1} = 86.24, \quad A_{v2} = 302.75$   
       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  $P_{D(avg)} = 1m W$

6.30  $\eta = 0.999$  (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)  $g_{m0} = 3.2mS$   
 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)  $g_{m0} = 4mS$     (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:  $V_P = 9.3 V$

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

9.28 턴-온 전압 :  $V_A = 5.7 V$

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

<파형그림 생략>

9.30  $V_G = 2.5 V$ , 턴-온 전압:  $V_A = 3.2 V$

<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  $\frac{V_o}{V_i} = -\frac{R_1}{R_2} \left( 1 + \frac{R_3}{R_4} \right)$