

ภาคผนวก

เฉลยแบบทดสอบที่ 1 คุณสมบัติทางไฟฟ้าและพารามิเตอร์ย่านความถี่สูง จำนวน 20 ข้อ

1. $C_D(0) = 0.6 \text{ pF}$ มีความหมายว่า C_D มีค่าความจุไฟฟ้า 0.6 pF ขณะที่ไม่มีแรงดันไบแอสกลับทาง ตกคร่อม 0 V
2. $I_F = 10 \text{ mA}$ มีความหมายว่า มีกระแส 10 mA ไหลผ่านไดโอด ขณะที่ได้รับแรงดันไบอัสไปหน้า
3. t_{rr} มีความหมายว่า ช่วงเวลาที่มีกระแสไฟฟ้าไหลผ่านไดโอด ขณะที่ได้รับแรงดันไบอัสกลับทาง
4. $r_d = \left\{ \frac{(k_B T / q)}{I_F} \right\} = 2.596 \ \Omega$
5. $r_D = 1.4 \ \Omega$ มีความหมายว่า ความต้านทานไปหน้ามีค่า 1.4 Ω ขณะที่มิกระแสตรงไปหน้าไหลผ่าน ไดโอด 100 mA
6. $L_S = 1.5 \text{ nH}$ มีความหมายว่า ความเหนี่ยวนำอนุกรมมีค่า 1.5 nH ขณะที่มิกระแสตรงไปหน้าไหล ผ่านไดโอด 100 mA
7. $C_D(0) \approx 570 \text{ fF}$ มีความหมายว่า ความจุไดโอดมีค่าประมาณ 570 fF ขณะที่ไม่มีแรงดันไบแอสกลับทาง ตกคร่อม 0 V
8. $\frac{C_D(2 \text{ V})}{C_D(8 \text{ V})}$ มีความหมายว่า อัตราส่วนระหว่างค่าความจุไดโอดที่ 2 V ต่อ ค่าความจุไดโอดที่ 8 V
9. $C_D(-2 \text{ V}) = \frac{C_D(0)}{\left(1 + \left|\frac{V_R}{V_F}\right|\right)^n} = \frac{75 \times 10^{-12}}{\left(1 + \left|\frac{-2}{0.6}\right|\right)^{\frac{1}{3}}} = 46.003 \text{ pF}$
10. $V_{CBO} = 20 \text{ V}$ มีความหมายว่า แรงดันกลับทางระหว่างขาคอลเล็กเตอร์ กับขาเบส ขณะที่ขาอีมีด-เตอร์ลอย มีแรงดัน 20 V
11. $g_m = 194.552 \text{ mS}$
12. $C_{b'e} = 4.663 \text{ pF}$
13. $r_{b'e} = 514.001 \ \Omega$
14. V_{CC} จะต้องไม่เกิน 20 V
15. $BV_{GSS} = -25 \text{ V}$ มีความหมายว่า แรงดันกลับทางระหว่างขาเกต กับขาซอส ขณะที่ลัดวงจรขาเดรน กับขาซอส มีค่า -25 V
16. $C_{iss} = 4 \text{ pF}$ มีความหมายว่า ความจุต้านเข้าระหว่างขาเกต กับขาซอส ขณะที่ลัดวงจรขาเดรน กับขาซอส มีค่า 4 pF

ภาคผนวก

17. $g_{m0} = 9.6 \text{ mS}$
18. $V_{GS} = -1.2 \text{ V}$ $g_m = 4.992 \text{ mS}$
19. $V_{GS} = -1.2 \text{ V}$ $C_T = 8.992 \text{ pF}$
20. V_{DD} ไม่เกิน 25 V

เฉลยแบบทดสอบที่ 2 วงจรขยายย่านความถี่สูง จำนวน 60 ข้อ

1. $R_C = \frac{0.35V_{CC}}{I_C} = 1 \text{ k}\Omega$
2. $R_E = \frac{0.15V_{CC}}{(\beta_F + 1)I_B} = 423.280 \Omega$
3. $R_{TH} = 15R_E = 6.379 \text{ k}\Omega$
4. $V_{TH} = 2.734 \text{ V}$
5. $R_{B1} = 27.998 \text{ k}\Omega$
6. $R_{B2} = 8.261 \text{ k}\Omega$
7. ค่ามาตรฐานของ $R_C = 1 \text{ k}\Omega$
8. ค่ามาตรฐานของ $R_E = 430 \Omega$
9. ค่ามาตรฐานของ $R_{B1} = 27 \text{ k}\Omega$
10. ค่ามาตรฐานของ $R_{B2} = 8.2 \text{ k}\Omega$
11. $V_{TH} = 2.795 \text{ V}$
12. $R_{TH} = 6.289 \text{ k}\Omega$
13. $I_B = 53.381 \mu\text{A}$
14. $I_C = 4.270 \text{ mA}$
15. $V_{CE} = 5.870 \text{ V}$
16. $C_B = \frac{1}{2\pi R_{FLCB} F_L} = 433.422 \text{ pF}$
17. $R_{FLCB} = 524.845 \Omega$
18. $r_{b'e} = 481.501 \Omega$
19. $g_m = 166.147 \text{ mS}$
20. $C_C = C_E = \frac{1}{2\pi R_{FLCE} F_L} = 454.959 \text{ nF}$ หรือ $0.4549 \mu\text{F}$
21. ค่ามาตรฐาน $C_B = 470 \text{ pF}$
22. ค่ามาตรฐานของ $C_C = C_E = 0.47 \mu\text{F}$

ภาคผนวก

23. $F_L = 645.522 \text{ kHz}$

24. $C_{b'e} = 86.888 \text{ pF}$

25. $R_{out} = 69.767 \ \Omega$

26. $C_T = 103.257 \text{ pF}$

27. $R_{FH1} = 77.116 \ \Omega$

28. $R_{FH} = 66.470 \ \Omega$

29. $F_H = 23.200 \text{ MHz}$

30. $B_W = 22.554 \text{ MHz}$

31. $A_{V(F_{Mid})} = -\frac{V_o}{E_g} = -9.873$

32. $Z_i = 484.501 \ \Omega$

33. $Z_{in} = 449.845 \ \Omega$

34. $A_{V(F_L)} = -6.980$

35. $P_G = \frac{V_o}{E_g} \times \frac{I_{R_L}}{I_b} = 734.786$

36. $R_D = \frac{V_{DD} - (0.5V_{DD} + 0.586|V_P|)}{I_D} = 848.40 \ \Omega$

37. $R_S = \frac{0.586|V_P|}{I_D} = 351.60 \ \Omega$

38. $V_{R_{G2}} = 0.293V_P + 0.586|V_P| = 0.879 \text{ V}$

39. $R_{G1} = \frac{(V_{DD} - V_{R_{G2}})R_{G2}}{V_{R_{G2}}} = 126.518 \text{ k}\Omega$

40. $I_D = 0.5I_{DSS} = 5 \text{ mA}$

41. ค่ามาตรฐานของ $R_D = 820 \ \Omega$

42. ค่ามาตรฐานของ $R_S = 360 \ \Omega$

43. ค่ามาตรฐานของ $R_{G1} = 130 \text{ k}\Omega$

44. $I_{DSS} = 10.169 \text{ mA}$

45. $V_{R_{G2}} = V_G = 0.857 \text{ V}$

46. $a = 0.406$

47. $b = 3.440$

48. $c = 2.803$

49. $V_{GS} = -0.913 \text{ V}$

ภาคผนวก

$$50. I_D = 4.921 \text{ mA}$$

$$51. V_{DS} = 6.193 \text{ V}$$

$$52. C_G = \frac{1}{2\pi R_{FLCG} F_L} = 17.012 \text{ pF}$$

$$53. R_{FLCG} = 9.36 \text{ k}\Omega$$

$$54. C_S = C_D = \frac{1}{2\pi R_{FLCD} F_L} = 0.318 \text{ }\mu\text{F}$$

$$55. \text{ค่ามาตรฐานของ } C_G = 18 \text{ pF}$$

$$56. \text{ค่ามาตรฐานของ } C_S = C_D = 0.33 \text{ }\mu\text{F}$$

$$57. F_L = \frac{1}{2\pi R_{FLCG} C_G} = 945.130 \text{ kHz}$$

$$58. R_{FH} = 74.399 \text{ }\Omega$$

$$59. F_H = 438.494 \text{ MHz}$$

$$60. A_{V(F_{Mid})} = -\frac{V_o}{E_g} = -2.107$$

เฉลยแบบทดสอบที่ 3 วงจรขยายจูน จำนวน 60 ข้อ

$$1. L = 5.394 \text{ }\mu\text{H}$$

$$2. R = 16.939 \text{ k}\Omega$$

$$3. Z_{FR} = 16.939 \text{ k}\Omega$$

$$4. Z_{FH} = 11.976 \text{ k}\Omega$$

$$5. Z_{FL} = 11.976 \text{ k}\Omega$$

$$6. Q_L = \frac{RR_P}{(R + R_P)\omega L_P} = 0.990$$

$$7. E_S = 25 \text{ V}_{\text{rms}}$$

$$8. I_P = 83.333 \text{ mA}_{\text{rms}}$$

$$9. I_S = 333.333 \text{ mA}_{\text{rms}}$$

$$10. E_P I_P = 8.333 \text{ VA}$$

$$11. Z_P = 1.2 \text{ k}\Omega$$

$$12. R_{LP} = 75 \text{ }\Omega$$

$$13. C_{1P} = 40 \text{ nF}$$

$$14. C_{2P} = 24 \text{ nF}$$

$$15. C = C_{1P} + C_{2P} = 64 \text{ nF}$$

ภาคผนวก

$$16. R = 37.50 \Omega$$

$$17. E_P = 50 \text{ V}_{\text{rms}}$$

$$18. F_R = \frac{1}{2\pi\sqrt{L_1(C_{1P} + C_{2P})}} = 28.149 \text{ kHz}$$

$$19. B_W = \frac{1}{2\pi CR} = 66.348 \text{ kHz}$$

$$20. V_{R_L} = \frac{E_P N_3}{N_1} = 50 \text{ V}_{\text{rms}}$$

$$21. R_E = 495.867 \Omega$$

$$22. R_{B1} = 12.155 \text{ k}\Omega$$

$$23. R_{B2} = 19.165 \text{ k}\Omega$$

$$24. \text{ค่ามาตรฐานของ } R_E = 510 \Omega$$

$$25. \text{ค่ามาตรฐานของ } R_{B1} = 12 \text{ k}\Omega$$

$$26. \text{ค่ามาตรฐาน } R_{B2} = 20 \text{ k}\Omega$$

$$27. I_B = 99.696 \mu\text{A}$$

$$28. I_C = 11.963 \text{ mA}$$

$$29. V_{CE} = 5.847 \text{ V}$$

$$30. C_E = \frac{1}{2\pi R_{FLCE} F_L} = 0.006369 \mu\text{F}$$

$$31. C_{BB} = C_E = C_{BP1} = 0.006369 \mu\text{F}$$

$$32. \text{ค่ามาตรฐานของ } C_{BB} = C_E = C_{BP1} = 0.0068 \mu\text{F}$$

$$33. L_{11} = \frac{R_{BW(L_{11})}}{\omega Q} = 9.251 \text{ nH}$$

$$34. L_{21} = \frac{L_{11} N_{21}^2}{N_{11}^2} = 9.851 \text{ nH}$$

$$35. L_{12} = \frac{R_{L(ab)}}{\omega Q} = 298.566 \text{ nH}$$

$$36. L_{22} = \frac{L_{12} N_{22}^2}{N_{12}^2} = 1.194 \mu\text{H}$$

$$37. L_{32} = \frac{L_{12} N_{32}^2}{N_{12}^2} = 11.942 \text{ nH}$$

$$38. C_{BT} = \frac{1}{L_{11} (2\pi F_{R(L_{11})})^2} - C_{b'ep} = 1.074 \text{ nF}$$

$$39. C_{CT} = \frac{1}{L_{22} (2\pi F_{R(L_{22})})^2} = 8.494 \text{ pF}$$

ภาคผนวก

40. ค่ามาตรฐานของ $C_{BT} = 0.001 \mu\text{F}$
41. ค่ามาตรฐานของ $C_{CT} = 8.2 \text{ pF}$
42. $B_{W(L_{11})} = 2.711 \text{ MHz}$
43. $B_{W(L_{12})} = 2.589 \text{ MHz}$
44. B_W ของวงจรมีค่า 2.589 MHz
45. $F_{R(L_{11})} = \frac{1}{2\pi\sqrt{L_{11}(C_{BT} + C_{b'ep})}} = 52.074 \text{ MHz}$
46. $F_{R(L_{12})} = \frac{1}{2\pi\sqrt{L_{12}C_{CT(ab)}}} = 50.884 \text{ MHz}$
47. F_R ของวงจรมีค่า 50.884 MHz
48. $C_n = (n)C_{b'c} = 3.25 \text{ pF}$
49. $R_n = \frac{r_{bb'}(C_{b'e} + C_{b'c})}{(n)C_{b'c}} = 10.525 \Omega$
50. $A_{V(F_R)} = \frac{g_m R_L N_{12}}{N_{32}} \times \frac{r_{b'ep}}{R_g + r_{b'ep}} \times \frac{N_{21}}{N_{11}} = 135.218$
51. $R_C = \frac{0.35V_{CC}}{I_C} = 1 \text{ k}\Omega$
52. $R_E = \frac{0.15V_{CC}}{(\beta_F + 1)I_B} = 423.647 \Omega$
53. $R_{B1} = 28.135 \text{ k}\Omega$
54. $R_{B2} = 8.207 \text{ k}\Omega$
55. ค่ามาตรฐานของ $R_C = 1 \text{ k}\Omega$
56. ค่ามาตรฐานของ $R_E = 430 \Omega$
57. ค่ามาตรฐานของ $R_{B1} = 27 \text{ k}\Omega$
58. ค่ามาตรฐานของ $R_{B2} = 8.2 \text{ k}\Omega$
59. $C_B = C_E = C_C = \frac{1}{2\pi R_{FLCE} F_L} = 0.0579 \mu\text{F}$
60. ค่ามาตรฐานของ $C_B = C_E = C_C = 0.068 \mu\text{F}$

เฉลยแบบทดสอบที่ 4 วงจรทวีความถี่ จำนวน 40 ข้อ

- C_{CM} ทำหน้าที่ ร่วมกับ L_{43} เป็นวงจรเรโซแนนซ์มีความถี่ 600 kHz
- T_3 ทำหน้าที่ เหนี่ยวนำและจัดเฟสสัญญาณ 0° และ 180° ให้แก่ D_1 และ D_2 ตามลำดับ และเป็นหม้อแปลงจูนมีความถี่เรโซแนนซ์ 600 kHz

ภาคผนวก

3. $L_{43} = 670.720 \mu\text{H}$
4. $C_{CM} = 105.011 \text{ pF}$
5. ค่ามาตรฐานของ $C_{CM} = 100 \text{ pF}$
6. $I_{D_1} = 2.309 \text{ mA}_{\text{peak}}$
7. $V_{o(0-\pi)} = I_{D_1} R_L = 2.309 \text{ V}_{\text{peak}}$
8. $V_{o(\pi-2\pi)} = I_{D_2} R_L = 1.766 \text{ V}_{\text{peak}}$
9. $V_1 = 300 \text{ mV}_{\text{peak}}$
10. $F_R = 614.850 \text{ kHz}$
11. Q_1 ทำหน้าที่ ขยายแรงดัน และจัดเฟสของสัญญาณให้แก่ D_1 และ D_2 โดยขาคอลเล็กเตอร์กับขา อิมิตเตอร์มีเฟสตรงกันข้าม 180°
12. D_1 และ D_2 ทำหน้าที่ เรียงกระแสขอมให้กระแสไหลผ่านได้ทางเดียว และมีกระแสไฟฟ้าไหล ผ่าน R_L ในช่วง $(0-\pi)$ และ $(\pi-2\pi)$
13. $I_C = \frac{0.25V_{CC}}{R_C} = 4.838 \text{ mA}$
14. $R_C = \frac{0.25V_{CC}}{I_C} = 620 \Omega$
15. $R_E = \frac{0.25V_{CC}}{(\beta_F + 1)I_B} \approx \frac{0.25V_{CC}}{I_C} = 620 \Omega$
16. $R_{B1} = 26.577 \text{ k}\Omega$
17. $R_{B2} = 14.305 \text{ k}\Omega$
18. $R_L = 100R_C = 62 \text{ k}\Omega$
19. $R_1 = R_2 = 2.156 \text{ M}\Omega$
20. ค่ามาตรฐานของ $R_C = 620 \Omega$
21. ค่ามาตรฐานของ $R_E = 620 \Omega$
22. ค่ามาตรฐานของ $R_{B1} = 27 \text{ k}\Omega$
23. ค่ามาตรฐานของ $R_{B2} = 15 \text{ k}\Omega$
24. ค่ามาตรฐานของ $R_1 = R_2 = 2.2 \text{ M}\Omega$
25. ค่ามาตรฐานของ $R_L = 62 \text{ k}\Omega$
26. $I_B = 61.558 \mu\text{A}$
27. $I_C = 4.924 \text{ mA}$
28. $V_{CE} = 5.855 \text{ V}$

ภาคผนวก

29. $I_{D_1} = 4.905 \mu\text{A}$
30. $r_{D_1} = 5.239 \text{ k}\Omega$
31. $C_B = \frac{1}{2\pi R_{FLCB} F_L} = 243.509 \text{ pF}$
32. $C_C = C_E = \frac{1}{2\pi R_{FLCE} F_L} = 3.980 \mu\text{F}$
33. ค่ามาตรฐานของ $C_B = 270 \text{ pF}$ ชนิด เซรามิก
34. ค่ามาตรฐานของ $C_C = C_E = 4.7 \mu\text{F}$ ชนิด เซรามิก
35. $F_H = \frac{1}{2\pi R_{FH} C_T} = 8.193 \text{ MHz}$
36. $E_i = 25 \text{ mV}_{\text{peak}}, V_{o(0-\pi)} = I_{d_2} R_L = 22.577 \text{ mV}_{\text{peak}}$
37. Q_1 OSC ทำหน้าที่ วงจรออสซิลเลเตอร์แบบแคลมป์ กำหนดความถี่ 1.5 MHz
38. Q_2 MIXER ทำหน้าที่ ขยายแรงดันสัญญาณ 4 MHz และสัญญาณ 1.5 MHz จากวงจรออสซิลเลเตอร์ ทำให้ได้ผลบวก, ผลต่าง และตัวจริงของสัญญาณ
39. C_{F1} 5.5 MHz ทำหน้าที่ กรองสัญญาณที่มีความถี่ 5.5 MHz ผ่านเท่านั้น
40. Q_1 OSC ออสซิลเลตที่ความถี่ 1.5 MHz

เฉลยแบบทดสอบที่ 5 วงจรออสซิลเลเตอร์ย่านความถี่สูง จำนวน 40 ข้อ

1. $C_3 = \frac{1}{L_T (2\pi F_o)^2} = 115.727 \text{ pF}$
2. $L_T = L_1 + L_2 + 2\sqrt{L_1 L_2} = 219.101 \mu\text{H}$
3. $R_E = 1.190 \text{ k}\Omega$
4. $R_{B1} = 29.170 \text{ k}\Omega$
5. $R_{B2} = 45.995 \text{ k}\Omega$
6. ค่ามาตรฐาน $R_E = 1.2 \text{ k}\Omega$
7. ค่ามาตรฐาน $R_{B1} = 30 \text{ k}\Omega$
8. ค่ามาตรฐาน $R_{B2} = 47 \text{ k}\Omega$
9. $I_B = 41.122 \mu\text{A}$
10. $I_C = 4.934 \text{ mA}$
11. $V_{CE} = 6.029 \text{ V}$
12. $C_1 = C_2 = 2C_3 = 231.454 \text{ pF}$
13. ค่ามาตรฐานของ $C_1 = C_2 = 270 \text{ pF}$ ชนิด เซรามิก

ภาคผนวก

14. $F_o = \frac{1}{2\pi\sqrt{L_T C_3}} = 1.00 \text{ MHz}$
15. $C_2 = 430.676 \text{ nF}$
16. $C_1 = 430.676 \text{ nF}$
17. $C_3 = 21.533 \text{ nF}$
18. $C_4 = 861.352 \text{ nF}$
19. $L_3 = 6 \text{ nH}$
20. ค่ามาตรฐานของ $C_1 = C_2 = 0.47 \text{ }\mu\text{F}$
21. ค่ามาตรฐานของ $C_4 = 1 \text{ }\mu\text{F}$
22. ค่ามาตรฐานของ $C_3 = 0.022 \text{ }\mu\text{F}$
23. $R_E = 1.185 \text{ k}\Omega$
24. $R_{B1} = 27.665 \text{ k}\Omega$
25. $R_{B2} = 49.720 \text{ k}\Omega$
26. ค่ามาตรฐาน $R_E = 1.2 \text{ k}\Omega$
27. ค่ามาตรฐาน $R_{B1} = 27 \text{ k}\Omega$
28. ค่ามาตรฐาน $R_{B2} = 51 \text{ k}\Omega$
29. $X - TAL = 4.43 \text{ MHz}$
30. $F_o = \frac{1}{2\pi\sqrt{L_3 C_T}} = 20.141 \text{ MHz}$
31. $F_o = \frac{1}{2\pi\sqrt{L_1 C_3}} = 25.177 \text{ MHz}$
32. $V_{TH} = 7.578 \text{ V}$
33. $R_{TH} = 22.105 \text{ k}\Omega$
34. $I_B = 40.194 \text{ }\mu\text{A}$
35. $I_C = 4.019 \text{ mA}$
36. $V_{CE} = 5.910 \text{ V}$
37. $F_o = \frac{1}{2\pi\sqrt{L_1 C_T}} = 11.564 \text{ MHz}$
38. $C(1 \text{ V}) = 8.7 \text{ pF}$
39. $C(5 \text{ V}) = \frac{C(1 \text{ V})}{1.5} = 5.8 \text{ pF}$
40. $C_T = (C_{D1} \parallel C_3) = 15.8 \text{ pF}$

ภาคผนวก

เฉลยแบบทดสอบที่ 6 วงจรแม่ตซ์และฟิลเตอร์ จำนวน 20 ข้อ

1. การแม่ตซ์ หมายถึง การเชื่อมต่อวงจร 2 วงจรเข้าด้วยกัน มีการถ่านโอนกำลังไฟฟ้าได้สูงสุด และจะต้องมีการกำจัดค่ารีแอกแตนซ์ทั้งด้วย

$$2. P_G = \frac{R_{in}}{(R_S + R_{in})} = 0.970$$

3. P_G หมายถึง อัตราส่วนระหว่าง กำลังด้านออก ต่อ กำลังด้านเข้า

$$4. R_p = 319.039 \Omega$$

$$5. C_p = 5.298 \text{ pF}$$

$$6. Z_p = 218.768 \Omega \text{ มุม } (-46.708^\circ)$$

$$7. Z_s = 218.760 \Omega \text{ มุม } (-46.710^\circ)$$

$$8. R_{m5} = 75 \Omega$$

$$9. R_{m1} = 4.20 \Omega$$

$$10. C_{m3} = 3.370 \text{ pF}$$

$$11. \omega = 2\pi F_R = 942 \times 10^6 \text{ Rad/s}$$

$$12. C_{m4} = 58.113 \text{ pF}$$

$$13. L_{m2} = 352.707 \text{ nH}$$

$$14. X_{C_X} = 4.20 \Omega$$

$$15. C_X = \frac{1}{\omega X_{C_X}} = 252.755 \text{ pF}$$

$$16. L_{m2} = L_{m(new)} = 357.165 \text{ nH}$$

$$17. C_1 = 81.252 \text{ pF}$$

$$18. C_3 = 196.157 \text{ pF}$$

$$19. L_2 = 1.103 \mu\text{H}$$

$$20. L_4 = 457.046 \text{ nH}$$