

مدارهای الکتریکی و الکترونیکی - دکتر شکفته

امیرحسین منصوری - ۹۹۲۴۳۰۶۹ - تمرین سری ۱

سوال ۱ - a)

جریانی که به قطب مثبت a وارد می‌شود برابر ۵۱A است. بنابراین:

$$P = V \cdot I = (-18v)(+51A) = -918W$$

(۹۱۸ وات تولید می‌کند.)

سوال ۱ - b)

جریانی که به قطب مثبت b وارد می‌شود برابر ۴۵A است. بنابراین:

$$P = V \cdot I = (-18v)(+45A) = -810W$$

(۸۱۰ وات تولید می‌کند.)

سوال ۱ - c)

جریانی که به قطب مثبت c وارد می‌شود برابر ۶A است. بنابراین:

$$P = V \cdot I = (+2v)(-6A) = -12W$$

(۱۲ وات تولید می‌کند.)

سوال ۱ - d)

جریانی که به قطب مثبت d وارد می‌شود برابر ۲۰A است. بنابراین:

$$P = V \cdot I = (+20v)(+20A) = +400W$$

(۴۰۰ وات مصرف می‌کند.)

سوال ۱ - e)

جریانی که به قطب مثبت e وارد می‌شود برابر ۱۴A است. بنابراین:

$$P = V \cdot I = (+16v)(+14A) = +224W$$

(۲۲۴ وات مصرف می‌کند.)

سوال ۱ - f)

جریانی که به قطب مثبت f وارد می‌شود برابر ۳۱A است. بنابراین:

$$P = V \cdot I = (+36v)(+31A) = +1116W$$

(۱۱۱۶ وات مصرف می‌کند.)

جمع توان‌ها برابر است با:

$$-918 - 810 - 12 + 400 + 224 + 1116 = 0$$

که پایستگی انرژی را نشان می‌دهد.

سوال ۱ - P1)

جریانی که به قطب مثبت P1 وارد می‌شود برابر ۶A است. بنابراین:

$$P = V \cdot I = (+30v)(-6A) = -180W$$

(۱۸۰ وات تولید می‌کند.)

سوال ۱ - P2)

جریانی که به قطب مثبت P2 وارد می‌شود برابر ۶A است. بنابراین:

$$P = V \cdot I = (+12v)(+6A) = +72W$$

(۷۲ وات مصرف می‌کند.)

سوال ۱ - P3)

با توجه به KVL در حلقه پایین چپ مدار داریم (در جهت ساعتگرد):

$$-30v + 12v + v_0 = 0$$

$$\Rightarrow v_0 = +18v$$

$$P = V \cdot I = (+18v)(+3A) = +54W$$

سوال ۱ - P4

جریانی که به قطب مثبت P4 وارد می‌شود برابر +1A است. بنابراین:

$$P = V \cdot I = (+28v)(+1A) = +28W$$

(۲۸ وات مصرف می‌کند.)

سوال ۱ - P5

جریانی که به قطب مثبت P4 وارد می‌شود برابر +۲A است. بنابراین:

$$P = V \cdot I = (+28v)(+2A) = +56W$$

(۵۶ وات مصرف می‌کند.)

سوال ۱ - P6

جریانی که به قطب مثبت P6 وارد می‌شود برابر -۳A است. بنابراین:

$$P = V \cdot I = (+10v)(-3A) = -30W$$

(۲۰ وات مصرف می‌کند.)

جمع توان‌ها برابر است با:

$$-180 + 72 + 54 + 28 + 56 - 30 = 0$$

که پایستگی انرژی را نشان می‌دهد.

سوال ۲ (مدار سمت راست)

چون همه اجزای مدار به صورت موازی بسته شده‌اند، ولتاژ دو سر همه آن‌ها برابر v است. برای ولتاژ مقاومت ۳ اهمی و ۱ اهمی داریم:

$$V_{3\Omega} = V_{1\Omega}$$

همچنین با استفاده از KCL، جریان ورودی به مقاومت ۱ اهمی برابر $4i_x + 2A$ است. بنابراین طبق قانون اهم داریم:

$$\Rightarrow (3\Omega)i_x = (1\Omega)(4i_x + 2A)$$

$$\Rightarrow i_x = -2A$$

حال برای به دست آوردن v ، اختلاف پتانسیل دو سر مقاومت ۳ اهمی را به دست می‌آوریم. با توجه به پلاریته مشخص شده برای v ، قطب مثبت مقاومت ۳ اهمی در بالای آن است. با توجه به این که جریان $2A$ به قطب مثبت مقاومت ۳ اهمی وارد شده و این مقاومت، جذب‌کننده توان است، پس علامت v مثبت است. همچنین مقدار v طبق قانون اهم برابر است با:

$$V = I \cdot R = 2A \times 3\Omega = +6v$$

سوال ۲ (مدار سمت چپ)

بر اساس اطلاعات مدار:

$$v_1 = 2v$$

چون v_1 و v_2 موازی هستند ولتاژ یکسان دارند و:

$$v_2 = 2v$$

چون i_2 واردشونده به قطب مثبت مقاومت ۶ اهمی است، بنابراین علامت آن مثبت است. برای i_2 داریم:

$$i_2 = \frac{2v}{6\Omega} = \frac{1}{3}A$$

برای i_3 داریم:

$$i_3 = 5v_1 = 5(2) = 10A$$

برای v_4 داریم:

$$v_4 = 5i_2 = \frac{5}{3}v$$

چون v_4 و v_5 موازی هستند ولتاژ یکسان دارند و

$$v_5 = \frac{5}{3}v$$

برای i_5 داریم:

$$i_5 = \frac{(5/3)v}{5\Omega} = \frac{1}{3}A$$

طبق KCL در گره سمت چپ منبع جریان v_3 برای i_1 داریم:

$$i_1 = i_2 + i_3 = \frac{31}{3}A$$

طبق KCL در گره سمت راست منبع جریان v_3 برای i_1 داریم:

$$i_4 = i_3 - i_5 = \frac{29}{3}A$$

طبق KVL در حلقه بیرونی مدار داریم (با حرکت ساعتگرد):

$$-2v + v_3 + \frac{5}{3}v = 0$$

$$\Rightarrow v_3 = \frac{1}{3}v$$

بر اساس جریان‌های مدار و پلاریتی عناصر مدار، تنها عنصری که توان تحویل می‌دهد عنصر v_1 است که توان آن برابر است با:

$$P = (2v)(-\frac{31}{3}A) = -\frac{62}{3}W$$

سوال ۳ - الف)

با توجه به پلاریتی v_1 و مصرف‌کننده بودن آن، جهت جریان در مدار به صورت ساعتگرد است. طبق KVL داریم:

$$-12v + i_x(27\Omega) + i_x(33\Omega) + i_x(13\Omega) + 2v + i_x(19\Omega) = 0$$

$$\Rightarrow i_x = \frac{10}{92}A$$

$$\Rightarrow P_x = R \cdot I^2 = (13\Omega)(\frac{10}{92})^2 = 0.15W$$

سوال ۳ - ب)

با توجه به سری بودن مدار، و قانون اهم ($V = IR$)، ولتاژ هر مقاومت با اندازه مقاومت آن نسبت مستقیم دارد. در نتیجه داریم:

$$V_{33\Omega} = v_1, V_{27\Omega} = \frac{27}{33}v_1, V_{19\Omega} = \frac{19}{33}v_1$$

با توجه به KVL در مدار داریم (در جهت ساعتگرد):

$$-12v + \frac{27}{33}v_1 + v_1 + 4v_1 + 2v + \frac{19}{33}v_1 = 0$$

$$\Rightarrow v_1 = \frac{330}{211}v = 1.56v$$

$$\Rightarrow v_x = 4v_1 = \frac{1320}{211}v = 6.26v$$

$$\Rightarrow i_x = \frac{v_1}{R_1} = \frac{1.56v}{33\Omega} = 0.05A$$

$$\Rightarrow P_x = v_x \times i_x = 0.30W$$

(۰.۳۰ وات مصرف می‌کند)

سوال ۳ - پ)

با توجه به KVL در مدار داریم (در جهت ساعتگرد):

$$-12v + i_x(27\Omega) + i_x(33\Omega) + 4i_x + 2v + i_x(19\Omega) = 0$$

$$\Rightarrow i_x = 0.12A$$

$$\Rightarrow P_x = v_x \times i_x = 4i_x \times i_x = 4(0.12)(0.12) = 0.06W$$