

## برقی ادوار

خالد خان یوسفزئی  
کامیٹ انسٹیٹیوٹ آف انفارمیشن ٹیکنالوجی، اسلام آباد  
khalidyousafzai@comsats.edu.pk



## عنوان

1	بنیاد	1
1	برقی بار، برقی رواور برقی دباو	1.1
6	قانون اوہم	1.2
8	توانائی اور طاقت	1.3
15	برقی پڑے	1.4
15	غیر تابع منبع	1.4.1
17	تابع منبع	1.4.2
27	مزاحمتی ادوار	2
27	قانون اوہم	2.1
35	قوانین کرخوف	2.2
51	سلسلہ وار جڑے پڑوں میں رو	2.3
52	تقسیم دباو	2.4
55	متعدد سلسلہ وار مزاحمت	2.5
58	سلسلہ وار متعدد منبع دباو اور مزاحمت	2.6
59	متوازی جڑے مزاحمت پر یکساں دباو پایا جاتا ہے	2.7
61	تقسیم رو	2.8
68	سلسلہ وار اور متوازی مزاحمت	2.9
73	تخصیص مزاحمت	2.10
76	سلسلہ وار اور متوازی مزاحمتوں کے ادوار کا حل	2.11
84	ستارہ-تکون تبادلہ	2.12
91	تابع منبع استعمال کرنے والے ادوار	2.13
101	ترکیب جوڑ اور دائری ترکیب	3
101	تجزیہ جوڑ	3.1
104	غیر تابع منبع رواستعمال کرنے والے ادوار	3.2
117	تابع منبع رواستعمال کرنے والے ادوار	3.3
123	غیر تابع منبع دباو استعمال کرنے والے ادوار	3.4

132 . . . . .	3.5	تابع منبع دباوا استعمال کرنے والے ادوار . . . . .
139 . . . . .	3.6	دائری تجزیہ . . . . .
140 . . . . .	3.7	غیر تابع منبع استعمال کرنے والے ادوار . . . . .
148 . . . . .	3.8	غیر تابع منبع رواستعمال کرنے والے ادوار . . . . .
154 . . . . .	3.9	تابع منبع استعمال کرنے والے ادوار . . . . .
158 . . . . .	3.10	دائری ترکیب اور ترکیب جوڑ کا موازنہ . . . . .

161	4	حسابی ایپلیفائر
171 . . . . .	4.1	کامل حسابی ایپلیفائر
171 . . . . .	4.2	منفی ایپلیفائر
174 . . . . .	4.3	مثبت ایپلیفائر
176 . . . . .	4.4	مستقام کار
176 . . . . .	4.5	منفی کار
178 . . . . .	4.6	جمع کار
181 . . . . .	4.7	متوازن اور غیر متوازن صورت
185 . . . . .	4.8	موازنہ کار
185 . . . . .	4.9	آلاتی ایپلیفائر

187	5	ادوار حل کرنے کے دیگر ترکیب
187 . . . . .	5.1	مساوی دور
189 . . . . .	5.2	خطیت
191 . . . . .	5.3	منبع کے انفرادی اثرات کا مجموعہ تمام منبع کا مجموعی اثر ہوتا ہے۔

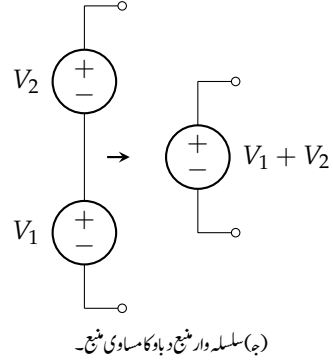
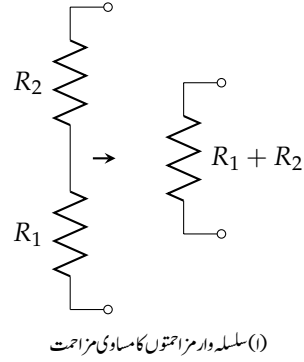
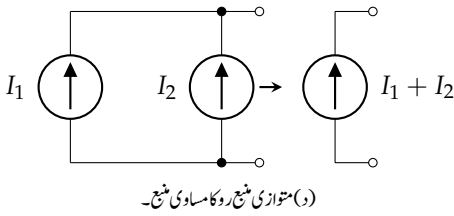
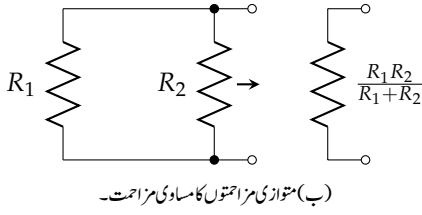
## باب 5

### ادوار حل کرنے کے دیگر ترکیب

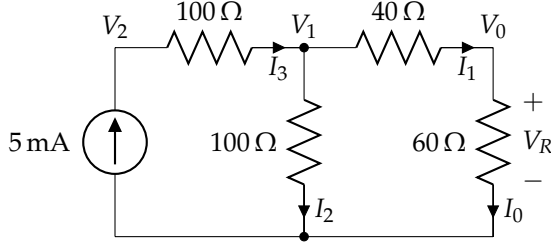
گزشتہ بابوں میں ہم نے ادوار میں مختلف مقامات پر دباؤ اور رو حاصل کرنے کے چند ترکیب دیکھے۔ ایسا کرتے ہوئے ہم نے چند حقائق کا استعمال کیا جنہیں یہاں دوبارہ پیش کرتے ہیں۔

#### 5.1 مساوی دور

آپ جانتے ہیں کہ سلسلہ وار مزاحمتوں کی جگہ ان کا مساوی مزاحمت نسب کرتے ہوئے ان کی رو حاصل کی جاسکتی ہے۔ اسی طرح متوازی مزاحمتوں کی جگہ ان کا مساوی مزاحمت نسب کرتے ہوئے ان پر دباؤ حاصل کیا جاسکتا ہے۔ یہ عمل شکل 5.1 میں دکھائے گئے ہیں۔ اسی طرح سلسلہ وار منبع دباؤ کا مساوی منبع اور متوازی منبع رو کی مساوی منبع شکل-ج اور شکل-د میں دکھائے گئے ہیں۔ یاد رہے کہ دو یا دو سے زیادہ منبع رو کو صرف اور صرف اس صورت سلسلہ وار جوڑا جاسکتا ہے جب تمام کی رو برابر ہو اور تمام رو کی ایک ہی سمت ہو۔ اسی طرح دو یا دو سے زیادہ منبع دباؤ کو صرف اور صرف اس صورت متوازی جوڑا جاسکتا ہے جب تمام منبع کی دباؤ برابر اور سمت ایک ہو۔



شکل 5.1: مساوی ادوار کی مثال۔



شکل 5.2: مثال 5.1 کا دور۔

## 5.2 خطیت

برقی ادوار میں دباؤ اور رو درکار متغیرات ہیں۔ اس کتاب میں صرف ایسے ادوار پر غور کیا جائے گا جن میں دباؤ اور رو کا تعلق خطی<sup>1</sup> ہے۔ انہیں خطی ادوار کہا جاتا ہے۔ خطی ادوار میں ایک متغیرہ کو  $n$  گنا کرنے سے دوسری متغیرہ بھی  $n$  گنا ہوگی۔ آئیں خطیت کی خاصیت سے دور حل کرنا دیکھیں۔

مثال 5.1: شکل 5.2 میں  $60 \Omega$  پر دباؤ معلوم کریں۔

حل: ہم اس دور کو با آسانی قوانین کرخوف سے حل کر سکتے ہیں۔ آئیں اس دور کو خطیت کی خاصیت کی مدد سے حل کریں۔ اس ترکیب میں ہم درکار دباؤ کو  $1 \text{ V}$  تصور کرتے ہوئے منبع رو کی قیمت دریافت کریں گے۔ اس کے بعد خطیت کو استعمال کرتے ہوئے منبع رو کی اصل قیمت کے مطابقت سے درکار دباؤ حاصل کی جائے گی۔

یوں  $V_R = 1 \text{ V}$  تصور کرتے ہوئے

$$V_0 = 1 \text{ V}$$

$$I_0 = \frac{V_0}{60} = \frac{1}{60} \text{ A}$$

$$I_1 = I_0 = \frac{1}{60} \text{ A}$$

linear<sup>1</sup>

حاصل ہوتے ہیں۔ قانون اوہم استعمال کرتے ہوئے

$$V_1 - V_0 = 40 \times \frac{1}{60} = \frac{2}{3} \text{ V}$$

یعنی

$$V_1 = 1 + \frac{2}{3} = \frac{5}{3} \text{ V}$$

حاصل ہوتا ہے۔ قانون اوہم کا دوبارہ استعمال کرنے سے

$$I_2 = \frac{\frac{5}{3}}{100} = \frac{1}{60} \text{ A}$$

ملتا ہے لہذا

$$I_3 = I_1 + I_2 = \frac{1}{60} + \frac{1}{60} = \frac{1}{30} \text{ A}$$

ہوگا۔ یوں  $V_R = 1 \text{ V}$  تصور کرتے ہوئے منبع کی رو  $\frac{1}{30} \text{ A}$  متوقع ہے۔

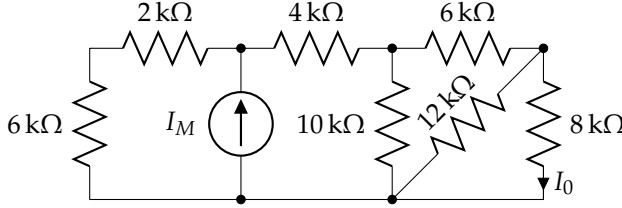
اب ہم کہہ سکتے ہیں کہ اگر منبع کی رو  $\frac{1}{30} \text{ A}$  ہو تب  $V_R = 1 \text{ V}$  ہوگا لہذا خطیت کے اصول کو استعمال کرتے ہوئے ہم کہہ سکتے ہیں کہ منبع کی رو  $5 \text{ mA}$  ہونے کی صورت میں  $V_R$  کی قیمت

$$\frac{0.005 \times 1}{\frac{1}{30}} = 0.15 \text{ V}$$

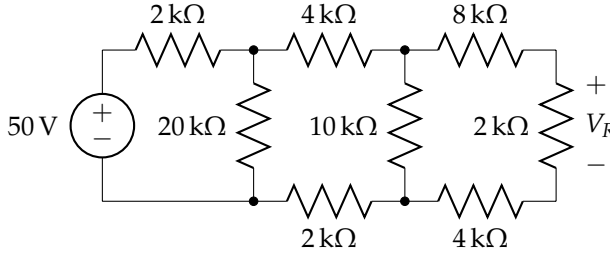
ہوگی۔

مشق 5.1: شکل 5.3 میں  $I_0 = 10 \text{ mA}$  تصور کرتے ہوئے  $I_M$  حاصل کریں۔ اب  $I_M = 20 \text{ mA}$  کی صورت میں خطیت کے استعمال سے  $I_0$  معلوم کریں۔





شکل 5.3: مشق 5.1 کا دور۔



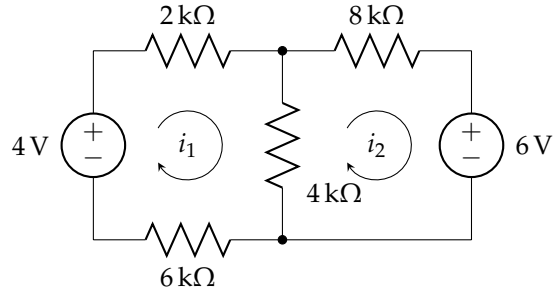
شکل 5.4: مشق 5.2 کا دور۔

مشق 5.2: شکل 5.4 میں  $V_R = 2\text{ V}$  تصور کرتے ہوئے منبع دباؤ کی قیمت دریافت کریں۔ خطیت کے استعمال سے منبع دباؤ کی اصل قیمت پر  $V_R$  دریافت کریں۔

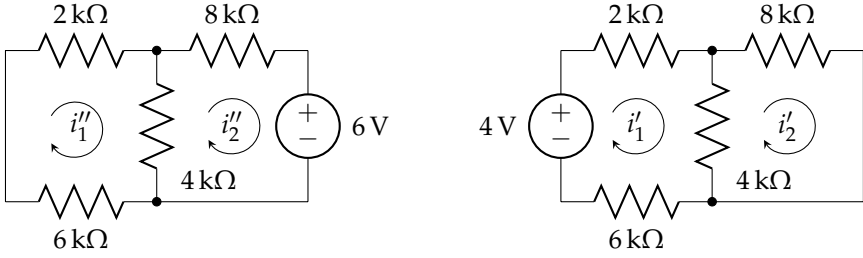
### 5.3 منبع کے انفرادی اثرات کا مجموعہ تمام منبع کا مجموعی اثر ہوتا ہے۔

اس خاصیت کو سمجھنے کی خاطر شکل 5.5-الف پر غور کرتے ہیں۔ دونوں منبع کا مجموعی اثر دیکھنے کی خاطر دونوں منبع کی موجودگی میں اس دور کو حل کرتے ہیں۔ دو خانوں کی مساوات لکھتے ہیں۔

$$\begin{aligned} -4 + 2000i_1 + 4000(i_1 - i_2) + 6000i_1 &= 0 \\ 4000(i_2 - i_1) + 8000i_2 + 6 &= 0 \end{aligned}$$



(الف) دو عدد انفرادی منبع کا مجموعی اثر۔



(پ) دائیں منبع کا اثر دیکھتے وقت بائیں منبع کے اثر کو ختم کیا گیا ہے۔

(ب) بائیں منبع کا اثر دیکھتے وقت دائیں منبع کے اثر کو ختم کیا گیا ہے۔

شکل 5.5: مجموعی اثر انفرادی اثرات کا مجموعہ ہے۔

5.3. منبع کے انفرادی اثرات کا مجموعہ تمام منبع کا مجموعی اثر ہوتا ہے۔

ان کا حل درج ذیل ہے۔

$$i_1 = \frac{3}{16} \text{ mA}$$

$$i_2 = -\frac{7}{16} \text{ mA}$$

آئیں انفرادی منبع سے پیدا رو دریافت کریں۔ ایسا کرنے کی خاطر باری باری ایک منبع کے علاوہ بقایا تمام منبع کے اثر کو ختم کرتے ہوئے دور کو حل کیا جاتا ہے۔ منبع دباؤ کا اثر ختم کرنے کی خاطر اس کو کسر دور کیا جاتا ہے جبکہ منبع رو کے اثر کو ختم کرنے کی خاطر اس کو کھلے دور کیا جاتا ہے۔ یوں 4 V منبع کی رو حاصل کرتے وقت 6 V کی منبع کو کسر دور کرتے ہیں۔ ایسا کرنے سے شکل 5.5-ب حاصل ہوتا ہے جس کے مساوات

$$-4 + 2000i_1' + 4000(i_1' - i_2') + 6000i_1' = 0$$

$$4000(i_2' - i_1') + 8000i_2' = 0$$

اور حل درج ذیل ہے۔

$$i_1' = \frac{3}{8} \text{ mA}$$

$$i_2' = \frac{1}{8} \text{ mA}$$

اسی طرح 6 V منبع کا اثر دیکھنے کی خاطر 4 V منبع کو کسر دور کیا جاتا ہے۔ ایسا شکل 5.5-پ میں دکھایا گیا ہے جس کے مساوات

$$2000i_1'' + 4000(i_1'' - i_2'') + 6000i_1'' = 0$$

$$4000(i_2'' - i_1'') + 8000i_2'' + 6 = 0$$

اور حل درج ذیل ہے۔

$$i_1'' = -\frac{3}{16} \text{ mA}$$

$$i_2'' = -\frac{9}{16} \text{ mA}$$

آپ دیکھ سکتے ہیں کہ انفرادی منبع کے اثرات کا مجموعہ تمام منبع کے مجموعی اثر کے برابر ہے یعنی

$$i_1 = i_1' + i_1''$$

$$i_2 = i_2' + i_2''$$

اس حقیقت کو درج ذیل طریقے سے بیان کیا جاسکتا ہے۔

کسی بھی خطی دور، جس میں متعدد غیر تابع منبع دباؤ اور غیر تابع منبع روپائے جاتے ہوں، میں کسی بھی مقام پر دباؤ یا رو، تمام منبع کے انفرادی اثرات کے مجموعے کے برابر ہو گا۔

اس حقیقت کا عمومی ثبوت پیش کرتے ہیں۔ صفحہ 147 پر مساوات 3.40 متعدد منبع دباؤ استعمال کرنے والے دور کی عمومی مساوات ہے جسے یہاں دوبارہ پیش کرتے ہیں۔

$$(5.1) \quad \begin{bmatrix} R_{11} & -R_{12} & -R_{13} & \cdots & -R_{1m} \\ -R_{21} & R_{22} & -R_{23} & \cdots & -R_{2m} \\ -R_{31} & -R_{32} & R_{33} & \cdots & -R_{3m} \\ \vdots & & & & \\ -R_{m1} & -R_{m2} & -R_{m3} & \cdots & R_{mm} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} i_1 \\ i_2 \\ i_3 \\ \vdots \\ i_m \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} v_1 \\ v_2 \\ v_3 \\ \vdots \\ v_m \end{bmatrix}$$

اس مساوات میں مزاحمتی قالب کا دار و مدار صرف اور صرف مزاحمتوں پر ہے۔ دور میں موجود منبع دباؤ کا اس قالب پر کوئی اثر نہیں ہے۔ اس قالبی مساوات  $\mathbf{RI} = \mathbf{V}$  کا حل  $\mathbf{I} = \mathbf{R}^{-1}\mathbf{V}$  ہے۔ چونکہ مزاحمتی قالب  $\mathbf{R}$  کے اجزاء صرف اور صرف دور کے مزاحمتوں پر مبنی ہے لہذا اس کے ریاضی معکوس  $\mathbf{R}^{-1}$  کے اجزاء بھی صرف مزاحمتوں پر مبنی ہوں گے۔ ریاضی معکوس کے قالب کو درج ذیل عمومی شکل میں لکھا جاسکتا ہے۔

$$\mathbf{R}^{-1} = \begin{bmatrix} g_{11} & -g_{12} & -g_{13} & \cdots & -g_{1m} \\ -g_{21} & g_{22} & -g_{23} & \cdots & -g_{2m} \\ -g_{31} & -g_{32} & g_{33} & \cdots & -g_{3m} \\ \vdots & & & & \\ -g_{m1} & -g_{m2} & -g_{m3} & \cdots & g_{mm} \end{bmatrix}$$

یوں حل درج ذیل ہو گا

$$\begin{bmatrix} i_1 \\ i_2 \\ i_3 \\ \vdots \\ i_m \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} g_{11} & -g_{12} & -g_{13} & \cdots & -g_{1m} \\ -g_{21} & g_{22} & -g_{23} & \cdots & -g_{2m} \\ -g_{31} & -g_{32} & g_{33} & \cdots & -g_{3m} \\ \vdots & & & & \\ -g_{m1} & -g_{m2} & -g_{m3} & \cdots & g_{mm} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} v_1 \\ v_2 \\ v_3 \\ \vdots \\ v_m \end{bmatrix}$$

جس سے  $i_1$  درج ذیل لکھا جاسکتا ہے۔

$$(5.2) \quad i_1 = g_{11}v_1 - g_{12}v_2 - g_{13}v_3 - \cdots - g_{1m}v_m$$

اگر  $v_1$  کے علاوہ تمام منبع دباؤ کو کسر دور کیا جائے تب ان کی قیمت  $0V$  پر کرتے ہوئے مساوات 5.2 سے

$$i'_1 = g_{11}v_1$$

حاصل ہوتا ہے۔ یہ صرف اور صرف  $v_1$  کا پیدا کردہ رو ہے۔ اسی طرح  $v_2$  کے علاوہ تمام منبع کو کسر دور کرنے سے  $i''_1 = -g_{12}v_2$  پیدا ہوتا ہے۔ اسی طرح بقایا منبع دباؤ کے انفرادی رو بھی حاصل کئے جاسکتے ہیں۔ آپ دیکھ سکتے ہیں کہ تمام انفرادی منبع سے پیدا رو کا مجموعہ مساوات 5.2 ہی دیتی ہے۔

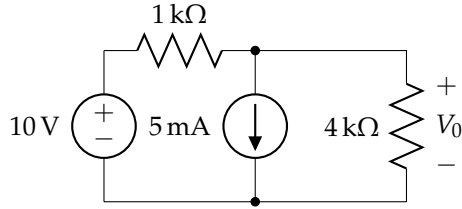
مساوات 5.1 ان ادوار کو ظاہر کرتی ہے جن میں صرف منبع دباؤ پائے جاتے ہوں۔ آپ اسی ترکیب کو استعمال کرتے ہوئے منبع رو کے اثرات کو بھی شامل کر سکتے ہیں۔

یہ اصول ان ادوار کے لئے بھی درست ہے جن میں تابع منبع بھی پائے جاتے ہوں البتہ تابع منبع دباؤ کو کسر دور اور تابع منبع رو کو کھلے دور نہیں کیا جاتا۔ آئیں چند مثال دیکھیں۔

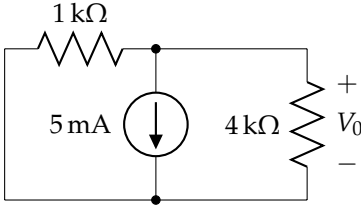
مثال 5.2: شکل 5.6 میں منبع دباؤ اور منبع رو کے انفرادی اثرات حاصل کرتے ہوئے کل  $V_0$  حاصل کریں۔

مثال 5.3: شکل 5.7 میں منبع دباؤ اور منبع رو کو باری باری لیتے ہوئے  $12k\Omega$  پر دباؤ حاصل کرتے ہوئے دونوں منبع کی موجودگی میں کل دباؤ حاصل کریں۔

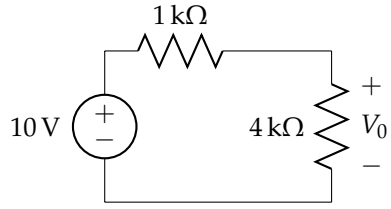
حل: شکل 5.8-الف میں منبع رو کو کھلے دور کیا گیا ہے تاکہ منبع دباؤ سے پیدا دباؤ کا حصہ دریافت کریں۔ شکل 5.8-ب میں شکل کو قدر مختلف صورت دی گئی ہے۔ چونکہ  $4k\Omega$  کا ایک سرا کہیں نہیں جڑا لہذا اس کا بقایا دور پر کوئی اثر نہیں ہوگا اور اسی لئے اس کو شکل-ب میں نہیں دکھایا گیا ہے۔



(الف)

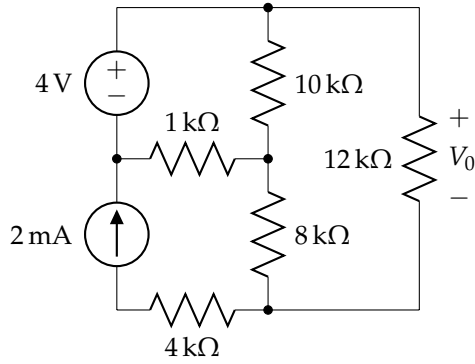


(پ)

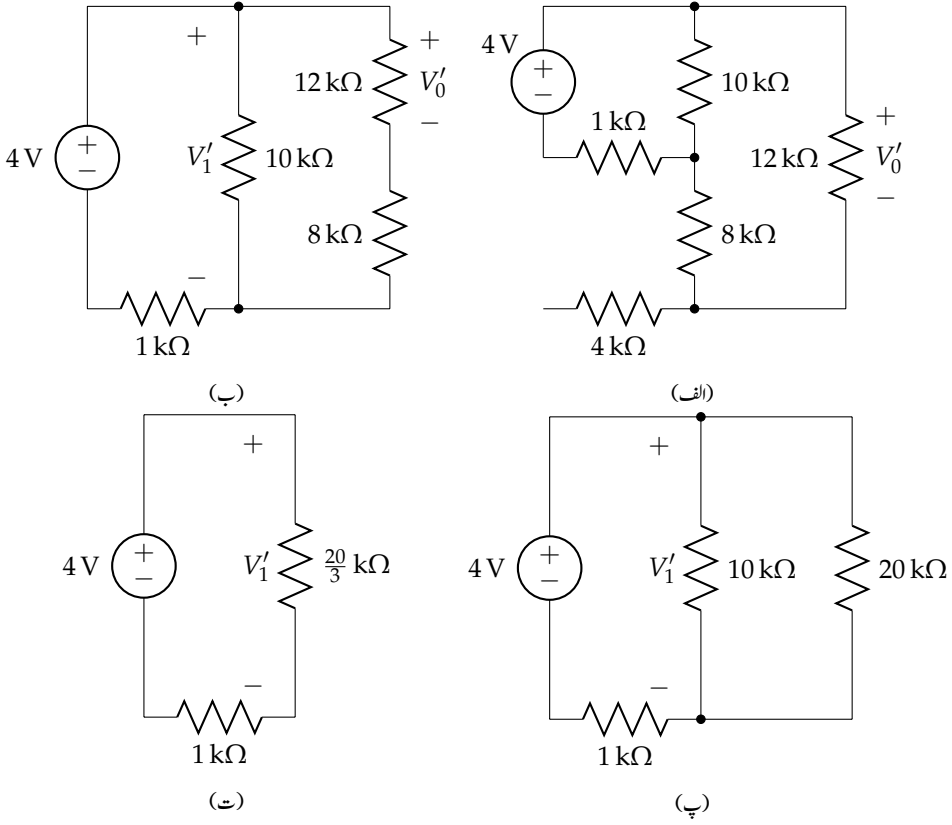


(ب)

شکل 5.6: مثال 5.2 کا دور



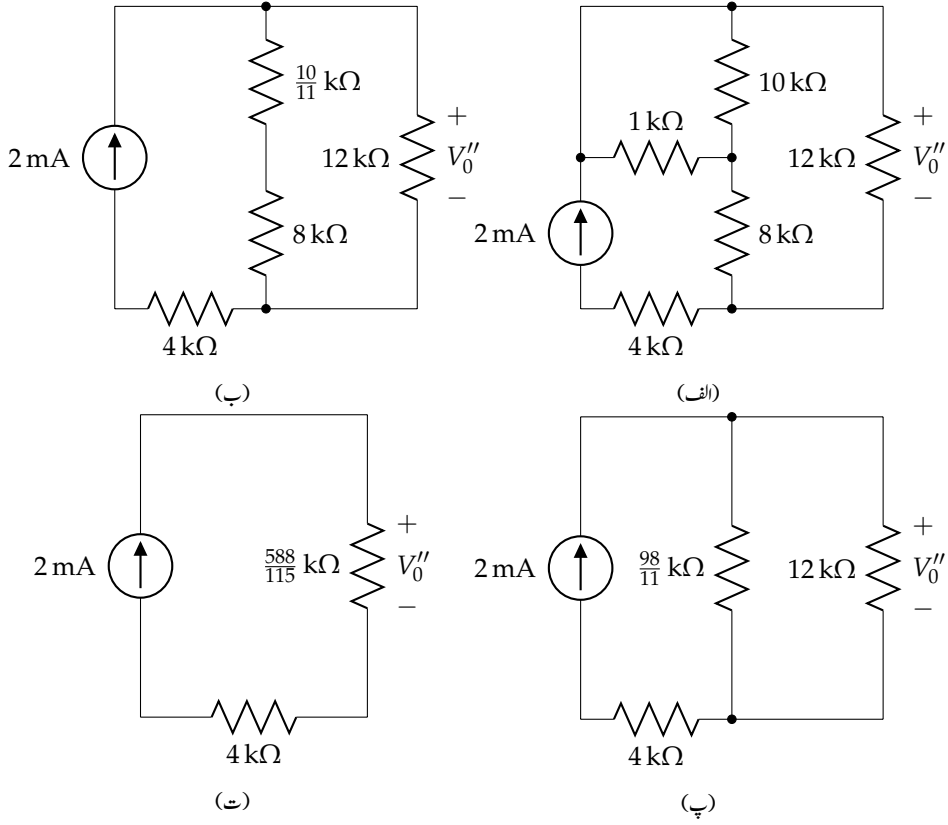
شکل 5.7: مثال 5.3 کا دور



شکل 5.8: منبع و باؤ کا حصہ معلوم کرتے ہیں۔







شکل 5.9: منبع دباؤ کو کسر دور کیا گیا ہے۔

