

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

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

187	مسئلے	5
187 . . . . .	مساوی دور . . . . .	5.1
187 . . . . .	مسئلہ خطیت	5.2
191 . . . . .	مسئلہ نفاذ	5.3
201 . . . . .	مسئلہ تھوٹن اور مسئلہ نارٹن	5.4

## باب 5

### مسئلے

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۔

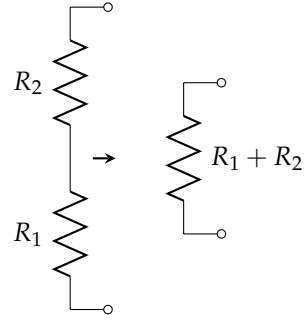
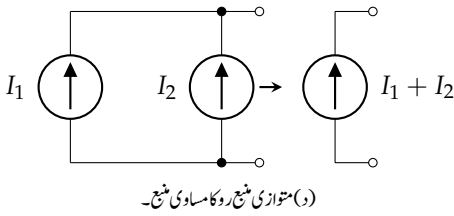
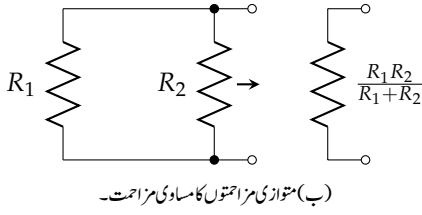
#### 5.1 مساوی دور

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 اور متوازی منبع رو کا مساوی بالترتیب 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 ایک ہی سمت میں ہوں۔ 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۔

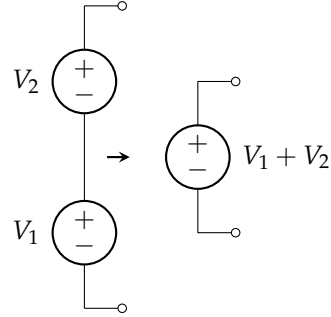
#### 5.2 مسئلہ خطیت

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 دوسرے متغیرات بھی

<sup>1</sup>linear

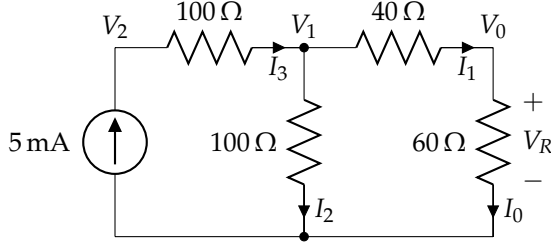


(i) سلسلہ وار مزاحمتوں کا مساوی مزاحمت



(ج) سلسلہ وار منبع دباؤ کا مساوی منبع۔

شکل 5.1: مساوی ادوار کی مثال۔



شکل 5.2: مثال 5.1 کا دور۔

$n$  گنا ہو جاتے ہیں۔ آپس 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۔ آپس 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

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

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

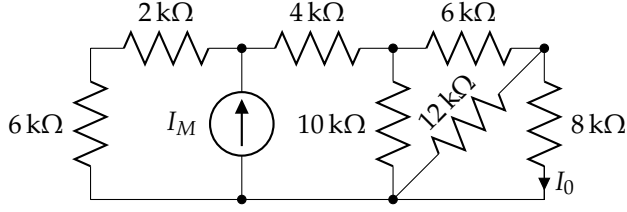
$$I_1 = I_0 = \frac{1}{60} \text{ A}$$

حاصل ہوتے ہیں۔ قانون اوہم استعمال کرتے ہوئے

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

یعنی

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



شکل 5.3: مشق 5.1 کا دور۔

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۔

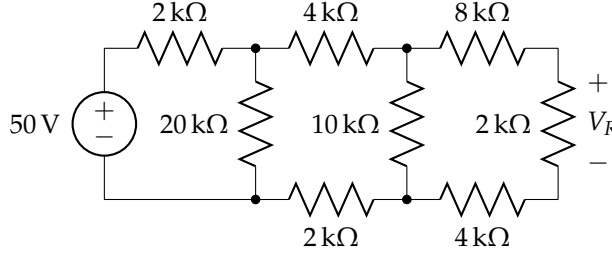
اب ہم کہہ سکتے ہیں کہ اگر منبع کی رو  $\frac{1}{30} \text{ A}$  ہو تب  $V_R = 1 \text{ V}$  ہوگا لہذا خطیت کے اصول کو استعمال کرتے ہوئے ہم کہہ سکتے ہیں کہ منبع کی رو  $5 \text{ mA}$  ہونے کی صورت میں  $V_R$  کی قیمت

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

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 5.4: 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 مسئلہ نفاذ

متعدد منبع کی صورت میں ہر منبع کا انفرادی اثر دیکھنے کی خاطر شکل 5.5-الف کو مثال بناتے ہیں۔ دونوں منبع کا مجموعی اثر دیکھنے کی خاطر دونوں منبع کی موجودگی میں اس دور کو حل کرتے ہیں۔ دو خانوں کے مساوات لکھتے ہیں۔

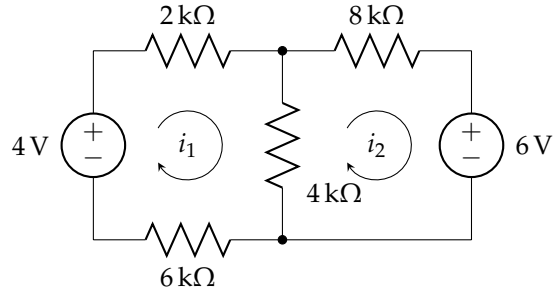
$$-4 + 2000i_1 + 4000(i_1 - i_2) + 6000i_1 = 0$$

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

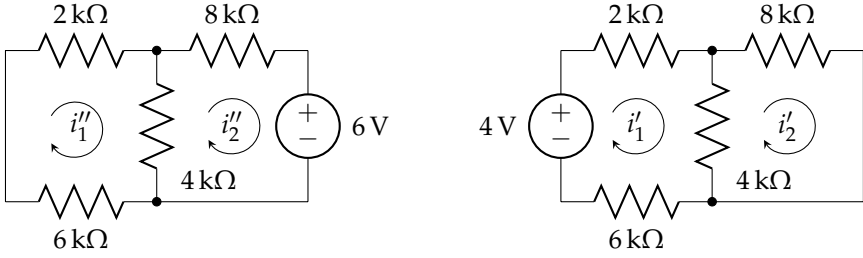
ان کا حل درج ذیل ہے۔

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

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



(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۔

انفرادی منبع سے دور میں مختلف مقامات پر پیدا دباؤ اور رو در یافت کرنے کی خاطر باری باری ایک ایک منبع کے علاوہ بتایا 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۔

آئیں انفرادی منبع سے پیدا رو در یافت کریں۔ یوں  $4V$  منبع کی رو حاصل کرتے وقت  $6V$  کی منبع کو کسر دور کرتے ہیں۔ ایسا کرنے سے شکل 5.5-ب حاصل ہوتا ہے جس کے مساوات

$$\begin{aligned} -4 + 2000i'_1 + 4000(i'_1 - i'_2) + 6000i'_1 &= 0 \\ 4000(i'_2 - i'_1) + 8000i'_2 &= 0 \end{aligned}$$

اور حل درج ذیل ہے۔

$$\begin{aligned} i'_1 &= \frac{3}{8} \text{ mA} \\ i'_2 &= \frac{1}{8} \text{ mA} \end{aligned}$$

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

$$\begin{aligned} 2000i''_1 + 4000(i''_1 - i''_2) + 6000i''_1 &= 0 \\ 4000(i''_2 - i''_1) + 8000i''_2 + 6 &= 0 \end{aligned}$$

اور حل درج ذیل ہے۔

$$\begin{aligned} i''_1 &= -\frac{3}{16} \text{ mA} \\ i''_2 &= -\frac{9}{16} \text{ mA} \end{aligned}$$

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

$$\begin{aligned} i_1 &= i'_1 + i''_1 \\ i_2 &= i'_2 + i''_2 \end{aligned}$$

اس حقیقت مسئلہ نفاذ<sup>2</sup> کہا جاتا ہے جسے درج ذیل طریقے سے بیان کیا جاسکتا ہے۔

مسئلہ نفاذ کے تحت 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 ہوگا۔

مسئلہ نفاذ 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 ہوگا

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

جس سے  $i_1$  لکھتے ہیں۔

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

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 پیدا رو بھی حاصل کئے جاسکتے ہیں۔ آپ دیکھ سکتے ہیں کہ تمام منبع سے پیدا انفرادی رو کا مجموعہ مساوات 5.2 ہے۔

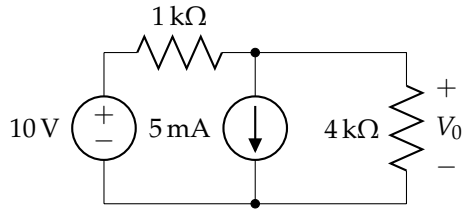
مساوات 5.1 ان ادوار کو ظاہر کرتی ہے جن میں صرف منبع دباؤ پائے جاتے ہوں۔ آپ اسی ترکیب کو استعمال کرتے ہوئے منبع رو کے اثرات کو بھی شامل کر سکتے ہیں۔

مسئلہ نفاذ ان ادوار پر بھی لاگو ہوتا ہے جن میں تابع منبع پائے جاتے ہوں البتہ تابع منبع دباؤ کو کسر دور اور تابع منبع رو کو کھلے دور نہیں کیا جاتا۔ آئیں مسئلہ نفاذ کا استعمال چند مثالوں کی مدد سے سیکھیں۔

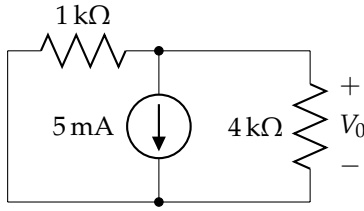
مثال 5.2: شکل 5.6 میں منبع دباؤ اور منبع رو کے انفرادی اثرات حاصل کرتے ہوئے کل  $V_0$  حاصل کریں۔

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۔

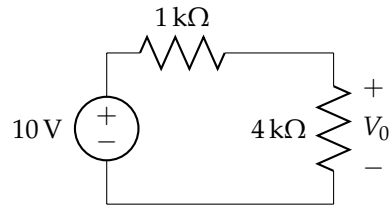
حل: شکل 5.8-الف میں منبع رو کو کھلے دور کیا گیا ہے تاکہ منبع دباؤ سے پیدا دباؤ کا حصہ دریافت کریں۔ شکل 5.8-ب میں شکل کو قدر مختلف صورت دی گئی ہے۔ چونکہ  $4k\Omega$  کا ایک سرا کہیں نہیں جڑا لہذا اس کا بقایا دور پر کوئی اثر نہیں ہوگا اور اسی لئے اس کو شکل-ب میں نہیں دکھایا گیا ہے۔



(الف)

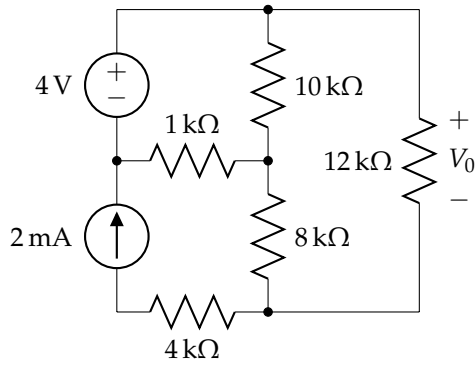


(پ)

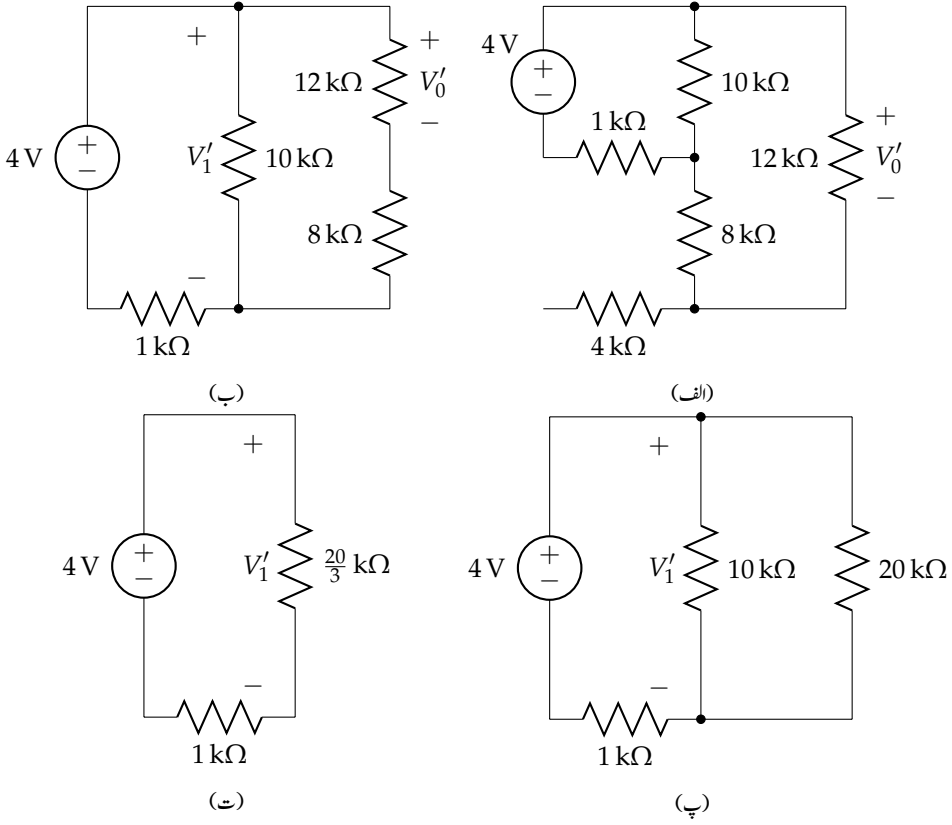


(ب)

شکل 5.6: مثال 5.2 کا دور



شکل 5.7: مثال 5.3 کا دور



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

شکل-ب میں  $12\text{ k}\Omega$  اور  $8\text{ k}\Omega$  سلسلہ وار جڑے ہیں لہذا ان کا مساوی مزاحمت  $20\text{ k}\Omega$  ہوگا۔ شکل-پ میں ایسا دکھایا گیا ہے۔ شکل-پ میں  $20\text{ k}\Omega$  اور  $10\text{ k}\Omega$  متوازی جڑے ہیں لہذا ان کا مساوی مزاحمت  $\frac{20\text{ k}\Omega \times 10\text{ k}\Omega}{20\text{ k}\Omega + 10\text{ k}\Omega} = \frac{20}{3}\text{ k}\Omega$  ہوگا جسے شکل-ت میں دکھایا گیا ہے جہاں سے تقسیم دباؤ کے کلیے سے

$$V'_1 = 4 \left( \frac{\frac{20}{3}\text{ k}\Omega}{1\text{ k}\Omega + \frac{20}{3}\text{ k}\Omega} \right) = \frac{80}{23}\text{ V}$$

لکھا جاسکتا ہے۔ شکل-ب کو دیکھتے ہوئے تقسیم دباؤ کے کلیے سے درج ذیل حاصل ہوتا ہے۔

$$V'_0 = \frac{80}{23} \left( \frac{12\text{ k}\Omega}{12\text{ k}\Omega + 8\text{ k}\Omega} \right) = \frac{48}{23}\text{ V}$$

آئیں اب منبع دباؤ کو کسر دور کرتے ہوئے حل کریں۔ شکل 5.9-الف میں منبع دباؤ کو کسر دور کیا گیا ہے۔ آپ دیکھ سکتے ہیں کہ  $1\text{ k}\Omega$  اور  $10\text{ k}\Omega$  متوازی جڑے ہیں لہذا ان کی جگہ  $\frac{1\text{ k}\Omega \times 10\text{ k}\Omega}{1\text{ k}\Omega + 10\text{ k}\Omega} = \frac{10}{11}\text{ k}\Omega$  نسب کیا جاسکتا ہے۔ ایسا ہی شکل-ب میں کیا گیا ہے جہاں  $\frac{10}{11}\text{ k}\Omega$  اور  $8\text{ k}\Omega$  سلسلہ وار جڑے ہیں لہذا ان کی جگہ شکل-پ میں  $\frac{98}{11}\text{ k}\Omega$  نسب کیا گیا ہے۔ شکل-ت میں متوازی جڑے  $\frac{98}{11}\text{ k}\Omega$  اور  $12\text{ k}\Omega$  کی جگہ  $\frac{588}{115}\text{ k}\Omega$  نسب کیا گیا ہے۔ اس شکل سے درج ذیل لکھا جاسکتا ہے۔

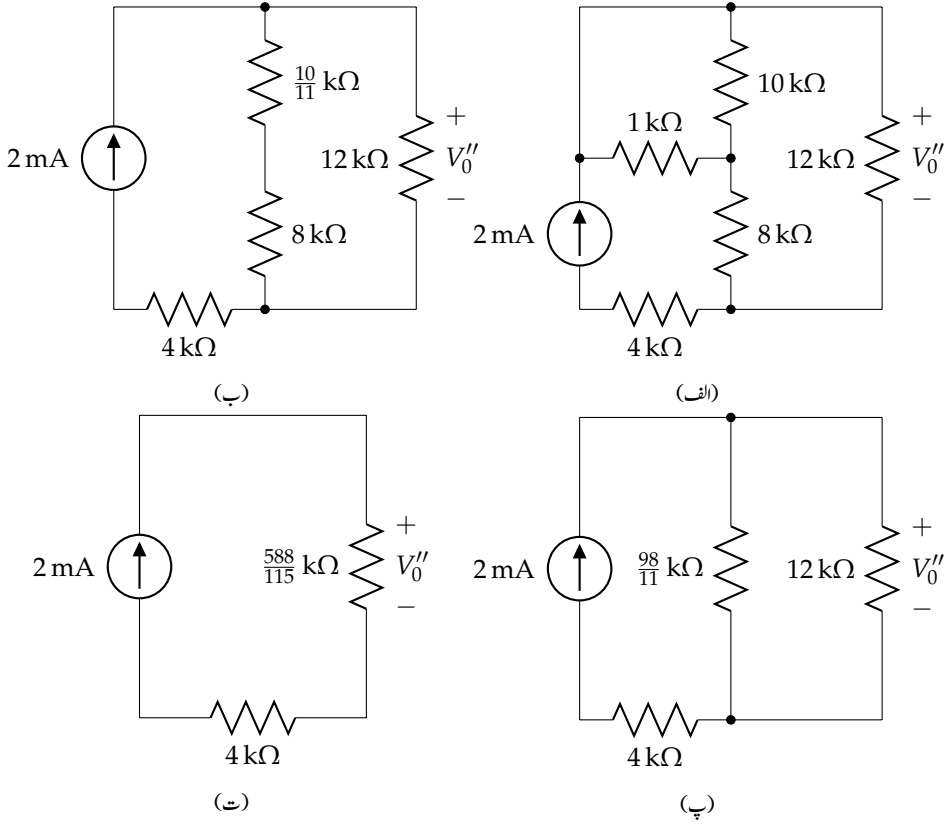
$$V''_0 = \frac{588}{115}\text{ k}\Omega \times 2\text{ mA} = \frac{1176}{115}\text{ V}$$

یوں دونوں منبع کی موجودگی میں جواب درج ذیل ہوگا۔

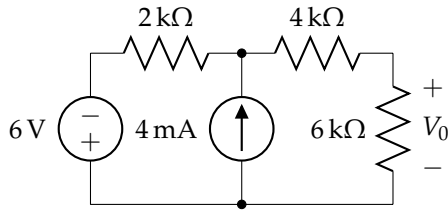
$$V_0 = V'_0 + V''_0 = 12\frac{36}{115}\text{ V}$$

مسئلہ نفاذ سے متعدد منبع والے ادوار حل کرتے ہوئے ضروری نہیں کہ تمام منبع کے انفرادی حصوں کو علیحدہ علیحدہ جانا جائے۔ یوں بھی ممکن ہے کہ منبع کے گروہ بناتے ہوئے باری باری ایک ایک گروہ کے مجموعی اثر دیکھیں جائیں اور آخر میں تمام کا مجموعہ لیا جائے۔ مسئلہ نفاذ سے دور میں کسی بھی مقام پر دباؤ یا رو حاصل کیا جاسکتا ہے البتہ اس مسئلے کا اطلاق طاقت دریافت کرنے کے لئے نہیں کیا جاسکتا۔ آپ جانتے ہیں کہ مزاحمت میں طاقت کو  $\frac{V^2}{T}$  یا  $I^2 R$  لکھا جاسکتا ہے جو غیر خطی تعلق کو ظاہر کرتے ہیں لہذا طاقت کو مسئلہ نفاذ کی مدد سے حاصل نہیں کیا جاسکتا۔

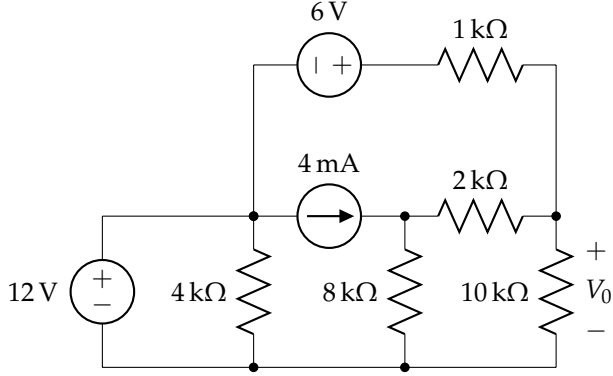




شکل 5.9: منبع دباؤ کو کسر دور کیا گیا ہے۔



شکل 5.10: مشتق 5.3 کا دور۔

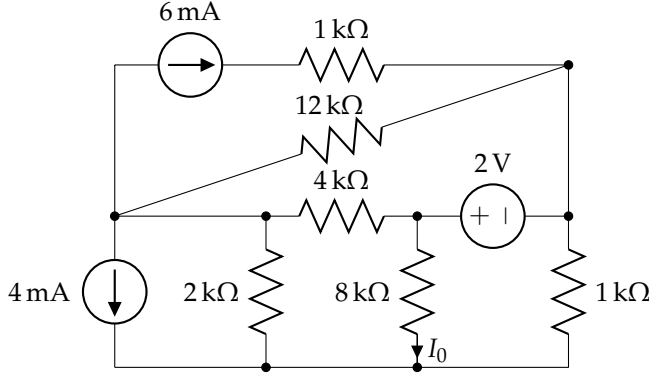


شکل 5.11: مشق 5.4 کا دور۔

مشق 5.3: شکل 5.10 میں باری باری ایک ایک منبع کا حصہ معلوم کرتے ہوئے  $V_0$  دریافت کریں۔

مشق 5.4: شکل 5.11 میں مسئلہ نفاذ کی مدد سے  $V_0$  دریافت کریں۔

مشق 5.5: شکل 5.12 کو مسئلہ نفاذ سے حل کرتے ہوئے  $I_0$  دریافت کریں۔



شکل 5.12: مشق 5.5 کا دور۔

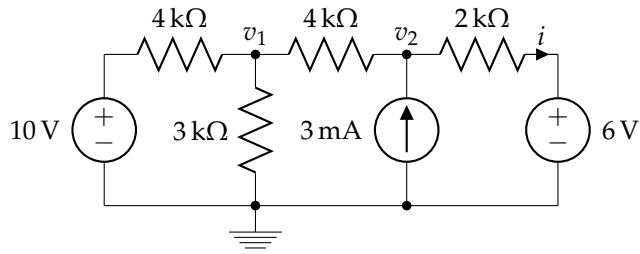
مشق 5.6: شکل 5.13 میں 6 V منبع کے اثر کو ختم کرتے ہوئے 10 V اور 3 mA منبع کا مجموعی رو  $i'$  حاصل کریں۔ اب اکیلے 6 V منبع کا اسی مزاحمت میں رو  $i''$  دریافت کریں۔ دونوں جوابات سے تینوں منبع سے پیدا مجموعی رو  $i = i' + i''$  دریافت کریں۔

جوابات: شکل 5.13 ب سے  $i' = \frac{25}{9}$  mA اور شکل 5.13 پ سے  $i'' = -\frac{7}{9}$  mA حاصل ہوتا ہے۔ یوں شکل الف میں  $i = 2$  mA حاصل ہوتا ہے۔

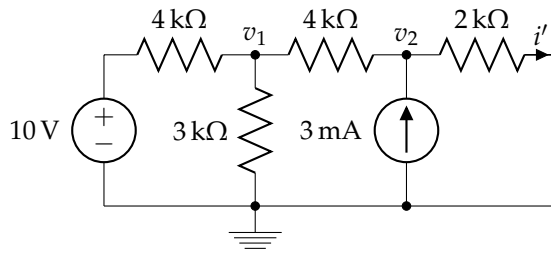
## 5.4 مسئلہ تھون اور مسئلہ نارٹن

شکل 5.14-الف کے تین جوڑ پر کر خوف مساوات رو لکھتے

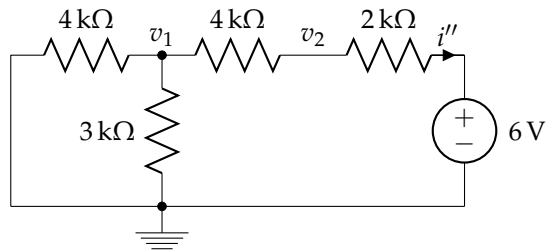
$$\begin{aligned} \frac{v_1 - 10}{4000} + \frac{v_1}{3000} + \frac{v_1 - v_2}{4000} &= 0 \\ \frac{v_2 - v_1}{4000} - 0.003 + \frac{v_2 - v_3}{2000} &= 0 \\ \frac{v_3 - v_2}{2000} + \frac{v_3}{6000} + \frac{v_3 + 2}{8000} &= 0 \end{aligned}$$



(الف)



(ب)



(پ)

شکل 5.13: مشق 5.6 کا دورہ

ہوئے حل کرنے سے درج ذیل حاصل ہوتے ہیں۔

$$v_1 = 6 \text{ V}$$

$$v_2 = 10 \text{ V}$$

$$v_3 = 6 \text{ V}$$

دباو جوڑ جانے ہوئے تمام شاخوں کی رودریافت کی جاسکتی ہے۔ آئیں اس دور کو نقطہ دار لکیر پر دو ٹکڑوں میں تقسیم کرتے ہیں۔ شکل 5.14-ب میں بائیں حصے کو دکھایا گیا ہے جہاں جوڑ  $v_3$  پر 6 V منبع دباو نسب کیا گیا ہے۔ اس کو حل کرنے کی خاطر کرخوف قانون رو سے درج ذیل لکھتے ہیں

$$\frac{v_1 - 10}{4000} + \frac{v_1}{3000} + \frac{v_1 - v_2}{4000} = 0$$

$$\frac{v_2 - v_1}{4000} - 0.003 + \frac{v_2 - 6}{2000} = 0$$

جنہیں حل کرتے ہوئے ایک بار دوبارہ

$$v_1 = 6 \text{ V}$$

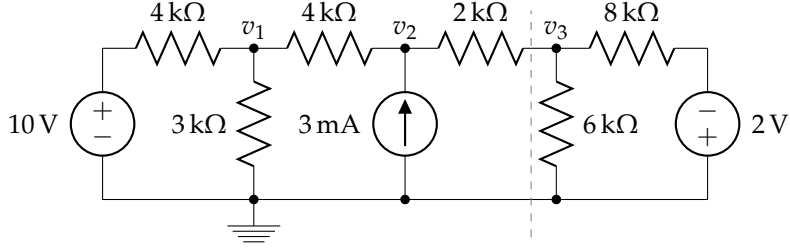
$$v_2 = 10 \text{ V}$$

حاصل ہوتے ہیں۔ آپ نے دیکھا کہ شکل-ب کے دباو جوڑ بالکل تبدیل نہیں ہوئے لہذا اس میں تمام مقامات پر رو بھی وہی ہوگی جو شکل-الف میں تھی۔

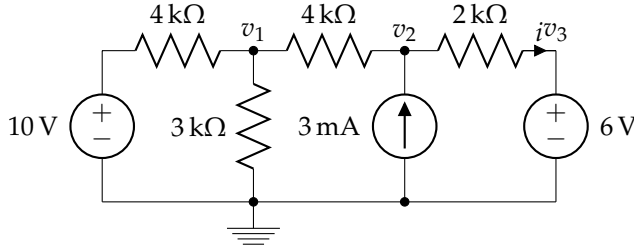
شکل 5.14-الف میں نقطہ دار لکیر کے بائیں حصے پر لکیر کے دائیں جانب دور کا اثر صرف اور صرف جوڑ  $v_3$  کے ذریعہ ہوتا ہے۔ یوں جیسا شکل-ب میں کیا گیا، اگر جوڑ  $v_3$  پر دباو اسی قیمت پر رکھا جائے جو لکیر کے دائیں جانب دور کے نسب کرنے سے حاصل ہوتا ہے، تب لکیر کے بائیں جانب دور کے متغیرات جوں کے توں رہتے ہیں۔

شکل 5.14-ب میں رو  $i$  کو مسئلہ نفاذ سے حاصل کیا جاسکتا ہے۔ آپ مشق 5.6 میں اس دور کو مسئلہ نفاذ کی مدد سے حل کر چکے ہیں۔ اسی مشق کے شکل 5.13-پ میں بقایا منبع کے اثر کو ختم کرتے ہوئے 6 V کو صرف مزاحمت نظر آتے ہیں۔ آئیں شکل-پ میں دیے دور کا مساوی مزاحمت حاصل کرتے ہیں۔ منبع سے دور ترین نقطے سے شروع کرتے ہوئے چار کلو اوہم اور تین کلو اوہم مزاحمت متوازی جڑے ہیں۔ اس حقیقت کو  $4 \text{ k}\Omega \parallel 3 \text{ k}\Omega$  لکھا جاتا ہے جہاں دونوں مزاحمتوں کے درمیان دو عدد متوازی عمودی لکیریں مزاحمتوں کے متوازی جڑے ہونے کو ظاہر کرتی ہیں۔ متوازی جڑے مزاحمت از خود سلسلہ وار جڑے  $2 \text{ k}\Omega$  اور  $4 \text{ k}\Omega$  کے ساتھ سلسلہ وار پائے جاتے ہیں لہذا ان تمام کا مجموعی مساوی مزاحمت

$$R_{\text{تھون}} = (4 \text{ k}\Omega \parallel 3 \text{ k}\Omega) + (2 \text{ k}\Omega + 4 \text{ k}\Omega) = \frac{54}{7} \text{ k}\Omega$$



(الف)



(ب)

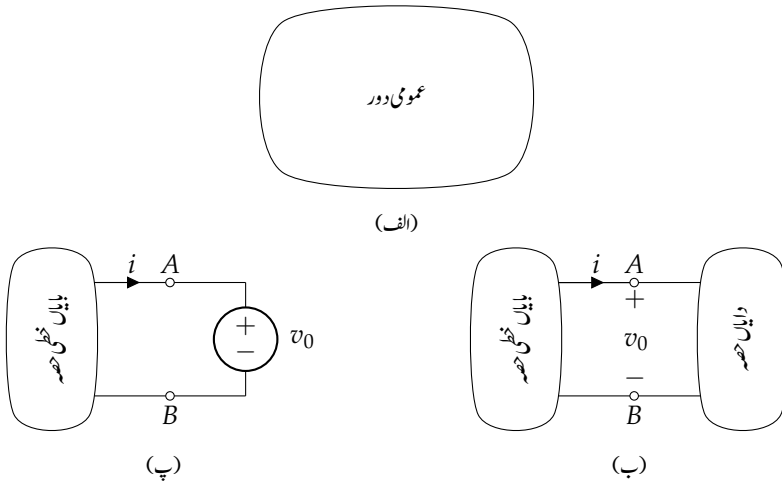
شکل 5.14: مسئلہ تھونن سمجھنے کا دور۔

ہو گا جسے تھونن مزاحمت<sup>3</sup> کہتے ہیں۔

آئیں ان حقائق کو سامنے رکھتے ہوئے مسئلہ تھونن<sup>4</sup> سیکھیں۔ شکل 5.15-الف میں عمومی دور دکھایا گیا ہے۔ اس کو دو حصوں میں تقسیم کرتے ہوئے شکل-ب حاصل ہوتا ہے۔ شکل-ب میں بائیں حصے کا مساوی تھونن دور حاصل کیا جائے گا۔ بائیں حصہ خطی ہونا ضروری ہے۔ دایاں حصہ خطی یا غیر خطی ہو سکتا ہے۔ یہ حصے دو تاروں سے آپس میں جڑے ہیں۔ ان تاروں کے مابین  $v_0$  دباؤ پایا جاتا ہے۔ شکل-پ میں دائیں حصے کی جگہ منبع دباؤ نسب کیا گیا ہے جس کا دباؤ  $v_0$  ہے۔

شکل 5.15-پ میں  $i$  کو مسئلہ نفاذ کی مدد سے دو حصوں میں تقسیم کیا جاسکتا ہے۔ پہلا حصہ  $i'$  ڈبہ دور کے اندر منبع اور مزاحمتوں کی وجہ سے پیدا ہو گا جبکہ دوسرا حصہ  $i''$  بیرونی منبع  $v_0$  کی وجہ سے پیدا ہو گا۔

<sup>3</sup>Thevenin resistance  
<sup>4</sup>Thevenin theorem



شکل 5.15: مسئلہ تھونن کا عمومی دور۔

