

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	مزامتی ادوار	2
27	قانون اوہم	2.1
35	قوانین کر خوف	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 دباو 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	مساوی ادوار	5.4
206	مسئلہ تصون، مسئلہ نارٹن اور مسئلہ تبادلہ منبع	5.5
225	تابع منبع استعمال کرنے والے ادوار	5.6
231	تابع منبع اور غیر تابع منبع دونوں استعمال کرنے والے ادوار	5.7

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۔

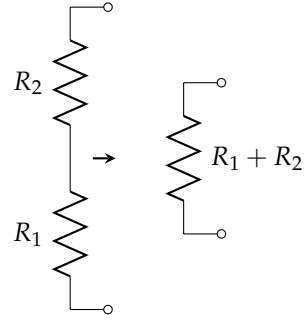
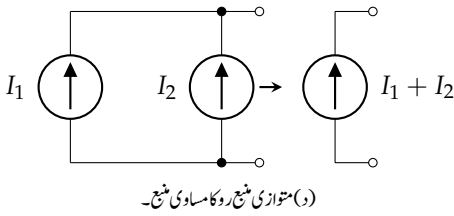
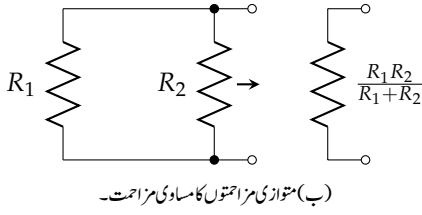
5.1 مساوی دور

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۔

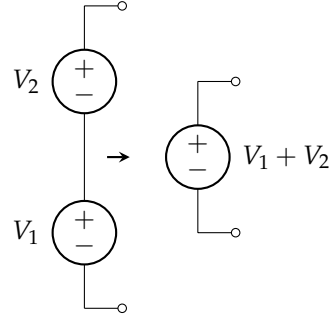
5.2 مسئلہ خطیت

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 خطی¹ ہے۔ انہیں خطی ادوار کہا جاتا ہے۔ خطی ادوار میں ایک متغیرہ کو n گنا کرنے سے دوسرے متغیرات بھی

¹linear

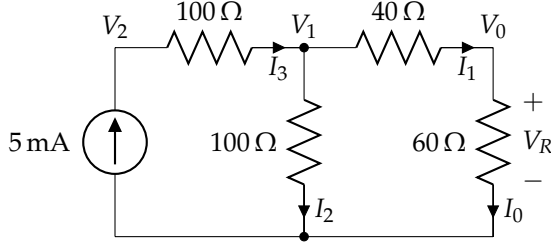


(i) سلسلہ وار مزاحمتوں کا مساوی مزاحمت



(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 60Ω 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 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

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

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

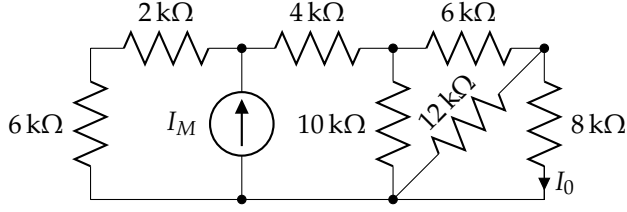
$$I_1 = I_0 = \frac{1}{60} \text{ A}$$

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

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

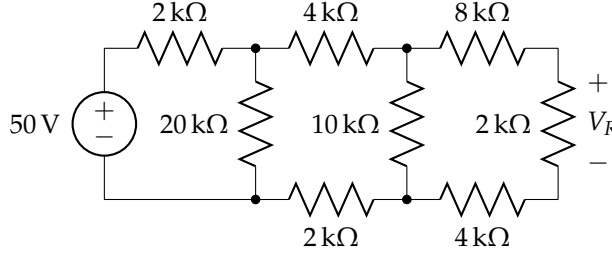
ہو گا۔ یوں $V_R = 1 \text{ V}$ تصور کرتے ہوئے منبع کی رو $\frac{1}{30} \text{ A}$ متوقع ہے۔

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

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

ہو گی۔

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۔

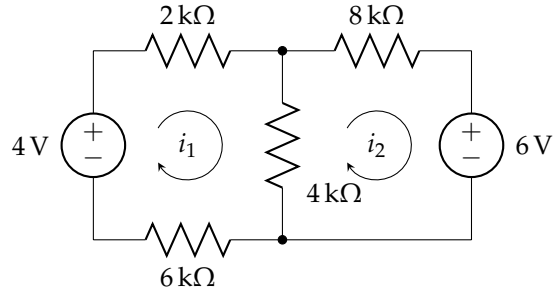
$$-4 + 2000i_1 + 4000(i_1 - i_2) + 6000i_1 = 0$$

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

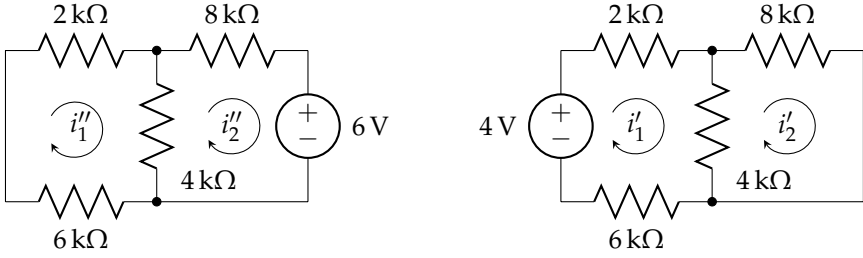
ان کا حل درج ذیل ہے۔

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

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



(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 نافذ 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 قصر دور کیا جاتا ہے جبکہ منبع رو کے اثر کو ختم کرنے کی خاطر اس کو کھلے دور کیا جاتا ہے۔

آئیں انفرادی منبع کی نافذ رو در یافت کریں۔ یوں $4V$ منبع کی نافذ رو حاصل کرتے وقت $6V$ کی منبع کو قصر 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 ہیں۔

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

اسی طرح $6V$ منبع کی نافذ رو حاصل کرنے کی خاطر $4V$ منبع کو قصر 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 ہیں۔

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

آپ دیکھ سکتے ہیں کہ انفرادی منبع کی نافذ رو کا مجموعہ تمام منبع کی مجموعی نافذ رو کے برابر ہے۔

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

اس حقیقت کو مسئلہ نفاذ² 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 نافذ دباؤ (رو)، تمام منبع کے انفرادی نافذ کردہ قیمتوں کے مجموعے کے برابر ہوگا۔

آپ دیکھ سکتے ہیں کہ ہر منبع، دور میں یوں دباؤ اور رو نافذ کرتا ہے جیسے دور میں کوئی دوسرا منبع پایا ہی نا جاتا ہو۔

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 $RI = V$ کا حل $I = R^{-1}V$ ہے۔ چونکہ مزاحمتی قالب R کے اجزاء صرف اور صرف دور کے مزاحمتوں پر مبنی ہے لہذا اس کے ریاضی معکوس R^{-1} کے اجزاء بھی صرف مزاحمتوں پر مبنی ہوں گے۔ ریاضی معکوس کے قالب کو درج ذیل عمومی شکل میں لکھا جاسکتا ہے۔

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

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 قصر دور کیا جائے تب ان کی قیمت 0 V پر کرتے ہوئے مساوات 5.2 سے

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

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

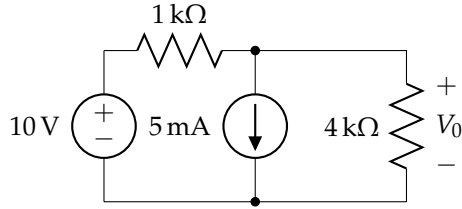
مساوات 5.1 ان ادوار کو ظاہر کرتی ہے جن میں صرف منبع دباؤ پائے جاتے ہوں۔ آپ اسی ترکیب کو استعمال کرتے ہوئے منبع رو کے اثرات کو بھی شامل کر سکتے ہیں۔

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

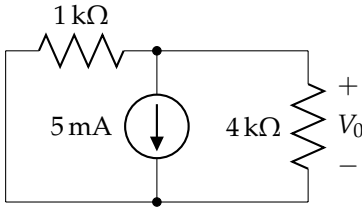
مثال 5.2: شکل 5.6 میں منبع دباؤ اور منبع رو کے انفرادی نافذ دباؤ حاصل کرتے ہوئے کل V_0 حاصل کریں۔

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

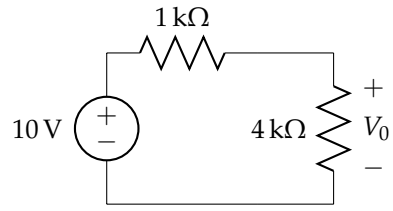
حل: شکل 5.8-الف میں منبع رو کو کھلے دور کیا گیا ہے تاکہ منبع دباؤ سے پیدا دباؤ کا حصہ دریافت کریں۔ شکل 5.8-ب میں شکل کو قدر مختلف صورت دی گئی ہے۔ چونکہ $4\text{ k}\Omega$ کا ایک سرا کہیں نہیں جڑا لہذا اس کا بقایا دور پر کوئی اثر نہیں ہوگا اور اسی لئے اس کو شکل-ب میں نہیں دکھایا گیا ہے۔



(الف)

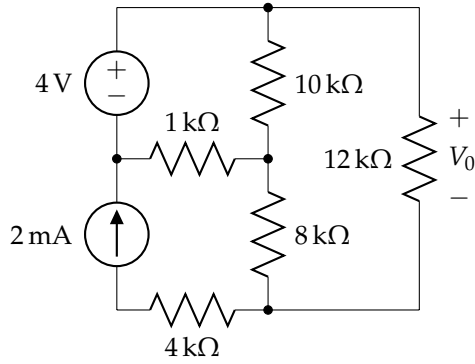


(پ)

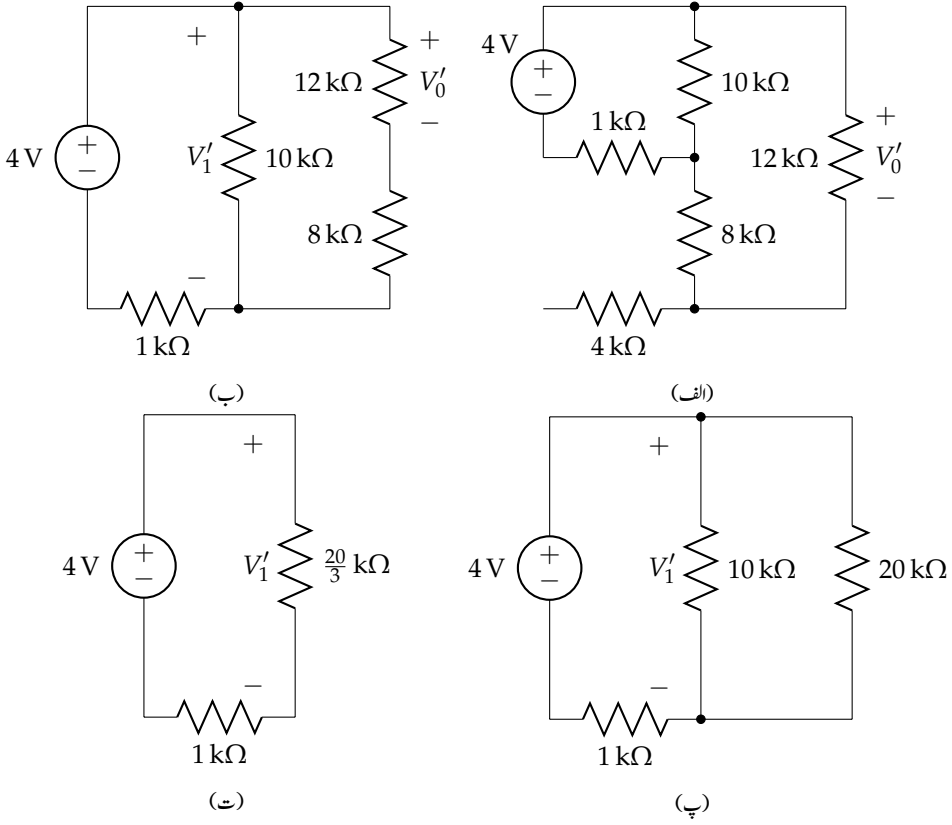


(ب)

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۔

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

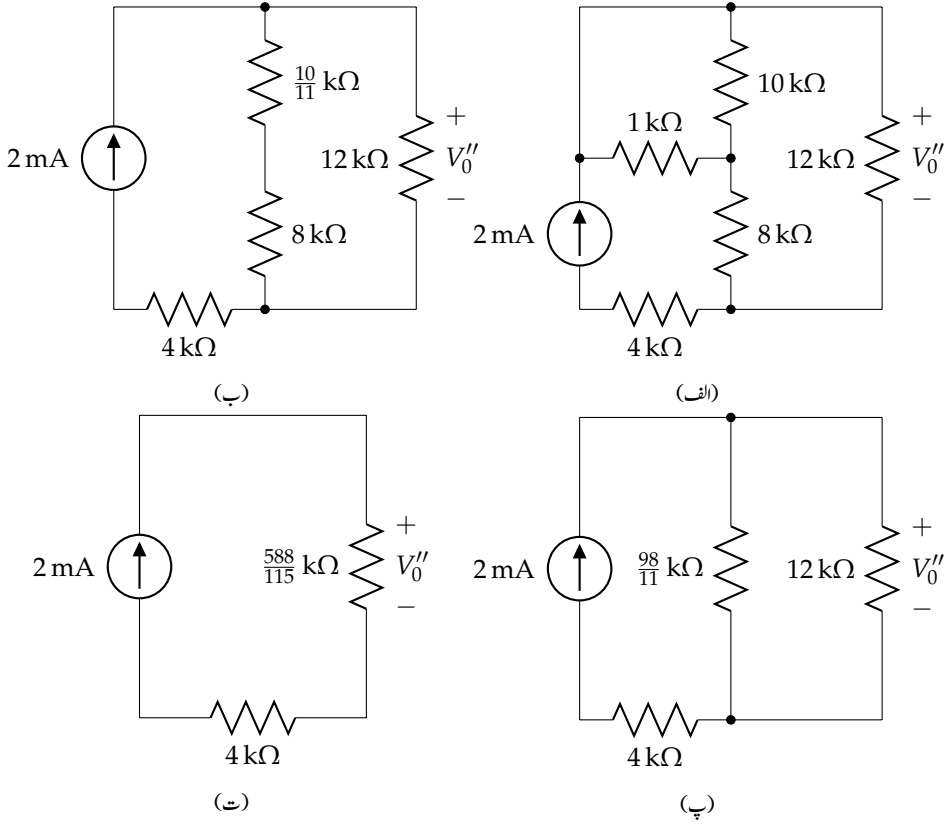
آئیں اب منبع دباؤ کو قصر دور کرتے ہوئے حل کریں۔ شکل 5.9-الف میں منبع دباؤ کو قصر دور کیا گیا ہے۔ آپ دیکھ سکتے ہیں کہ $1\text{ k}\Omega$ اور $10\text{ k}\Omega$ متوازی جڑے ہیں لہذا ان کی جگہ $\frac{1\text{ k}\Omega \times 10\text{ k}\Omega}{1\text{ k}\Omega + 10\text{ k}\Omega} = \frac{10}{11}\text{ k}\Omega$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

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

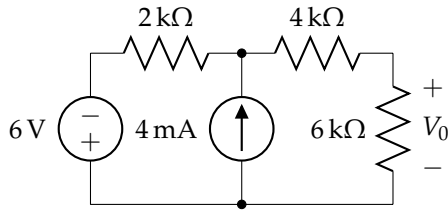
یوں دونوں منبع کی موجودگی میں جواب درج ذیل ہوگا۔

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

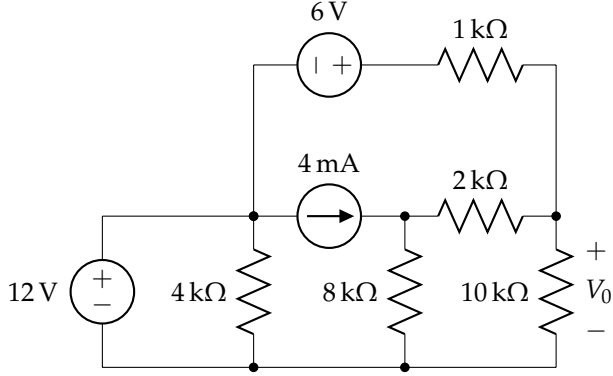
مسئلہ نفاذ سے متعدد منبع استعمال کرنے والے ادوار حل کرتے ہوئے ضروری نہیں کہ تمام منبع کے انفرادی نافذ حصوں کو علیحدہ علیحدہ جانا جائے۔ یوں بھی ممکن ہے کہ منبع کے گروہ بناتے ہوئے باری باری ایک ایک گروہ کے مجموعی نافذ دباؤ یا رو دیکھیں جائیں اور آخر میں تمام کا مجموعہ لیا جائے۔ مسئلہ نفاذ سے دور میں کسی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



شکل 5.9: منبع دباؤ کو قصردور کیا گیا ہے۔



شکل 5.10: مشتق 5.3 کا دور۔

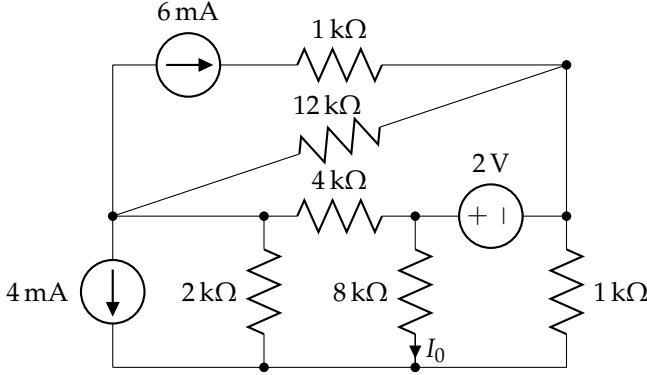


شکل 5.11: مشق 5.4 کا دور۔

مشق 5.3: شکل 5.10 میں باری باری ایک ایک منبع کا نافذ دہاؤ 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۔

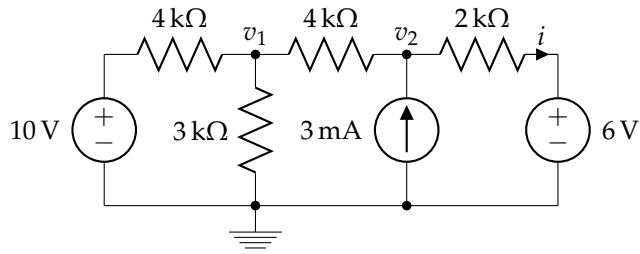
مشق 5.6: شکل 5.13 میں 6 V منبع کے اثر کو ختم کرتے ہوئے 10 V اور 3 mA منبع کا مجموعی نافذ رو i' حاصل کریں۔ اب اکیلے 6 V منبع کا اسی مزاحمت میں نافذ رو i'' دریافت کریں۔ دونوں جوابات سے تینوں منبع سے پیدا مجموعی رو $i = i' + i''$ دریافت کریں۔

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۔

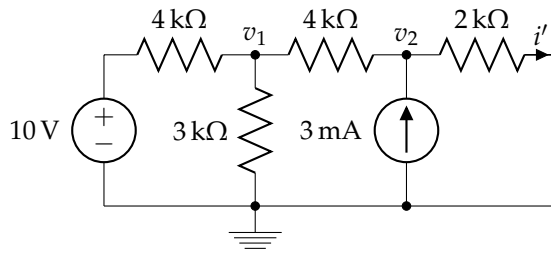
5.4 مساوی ادوار

شکل 5.14 میں دو عدد ادوار نقطہ دار لکیر میں بند دکھائے گئے ہیں۔ تصور کریں کہ نقطہ دار لکیر بند ڈبے کو ظاہر کرتی ہے جس کے اندر دیکھنا ممکن نہیں ہے۔ ہم بند ڈبے سے باہر نکلتی برقی سروں پر مختلف مزاحمت یا ادوار نسب کرتے ہوئے معلوم کرنا چاہتے ہیں کہ ان کے اندر کیا نسب ہے۔

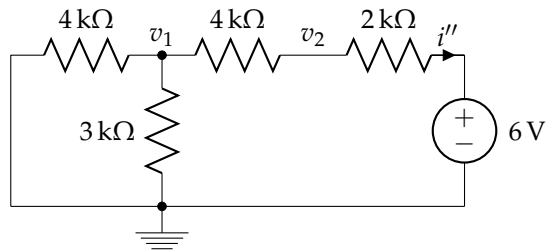
مثال 5.4: شکل 5.14-الف اور شکل 5.14-ب کے برقی سروں پر 8 kΩ مزاحمت نسب کرتے ہوئے برقی سروں پر دباؤ اور رو حاصل کریں۔ بند ڈبے کو نہیں دکھایا گیا تاکہ شکل صاف ستھری نظر آئے۔



(الف)

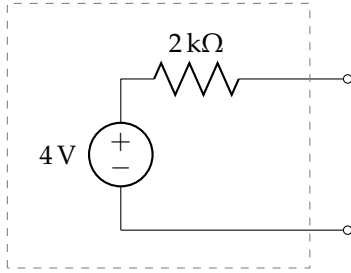


(ب)

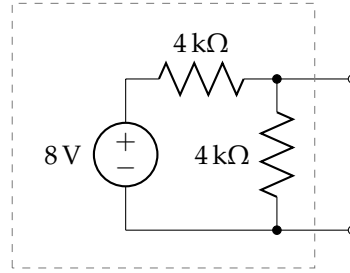


(پ)

شکل 5.13: مشق 5.6 کا دورہ

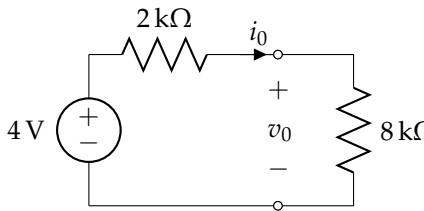


(ب)

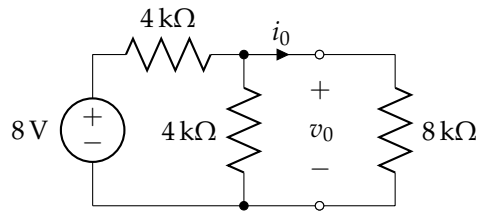


(الف)

شکل 5.14: مساوی ادوار۔



(ب)



(الف)

شکل 5.15: مثال 5.4 کے ادوار۔

حل: شکل 5.15 میں صورت حال دکھایا گیا ہے جہاں v_0 اور i_0 مطلوب ہیں۔ شکل 5.15-الف میں $4 \text{ k}\Omega \parallel 8 \text{ k}\Omega = \frac{8}{3} \text{ k}\Omega$ لیتے ہوئے تقسیم دباؤ کے کلیے سے

$$v_0 = 8 \left(\frac{\frac{8}{3} \text{ k}\Omega}{\frac{8}{3} \text{ k}\Omega + 4 \text{ k}\Omega} \right) = \frac{16}{5} \text{ V}$$

لکھا جاسکتا ہے اور یوں

$$i_0 = \frac{v_0}{8 \text{ k}\Omega} = \frac{\frac{16}{5}}{8000} = \frac{2}{5} \text{ mA}$$

ہوگی۔ شکل 5.15-ب کو دیکھ کر درج ذیل لکھا جاسکتا ہے۔

$$v_0 = \frac{4 \times 8000}{4000 + 8000} = \frac{16}{5} \text{ V}$$

$$i_0 = \frac{4}{2000 + 8000} = \frac{2}{5} \text{ mA}$$

ہم دیکھتے ہیں کہ شکل-الف اور شکل-ب دونوں سے یکساں جوابات حاصل ہوتے ہیں۔ انہیں مزید تجربے کرتے ہوئے دیکھیں کہ بند ڈبوں میں کیا پایا جاتا ہے۔

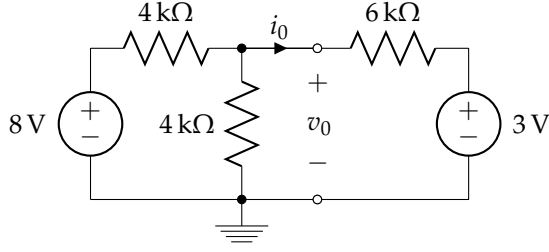
مثال 5.5: شکل 5.14 کے برقی سروں پر سلسلہ وار جڑے منبع دباؤ اور مزاحمت نسب کرتے ہوئے شکل 5.16 میں دکھایا گیا ہے۔ انہیں حل کریں۔

حل: پگلی جوڑ کو زمین چنتے ہوئے بالائی جوڑ پر دباؤ v_0 لکھی جائے گی۔ یوں شکل 5.16-الف کے بالائی جوڑ پر درج ذیل کرخوف مساوات رو لکھی جاسکتی ہے

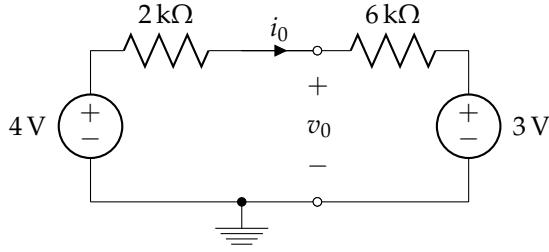
$$\frac{v_0 - 8}{4000} + \frac{v_0}{4000} + \frac{v_0 - 3}{6000} = 0$$

جسے حل کرنے سے

$$v_0 = \frac{15}{4} \text{ V}$$



(الف)



(ب)

شکل 5.16: مثال 5.5 کے ادوار۔

حاصل ہوتا ہے اور یوں

$$i_0 = \frac{v_0 - 3}{6000} = \frac{\frac{15}{4} - 3}{6000} = \frac{1}{8} \text{ mA}$$

ہوگی۔ آئیں اب شکل 5.16-ب کو حل کرتے ہیں۔ بالائی جوڑ پر کرخوف مساوات رو

$$\frac{v_0 - 4}{2000} + \frac{v_0 - 3}{6000} = 0$$

سے

$$v_0 = \frac{15}{4} \text{ V}$$

حاصل ہوتا ہے جبکہ قانون اوہم سے رو درج ذیل لکھی جاسکتی ہے۔

$$i_0 = \frac{4 - 3}{2000 + 6000} = \frac{1}{8} \text{ mA}$$

مندرجہ بالا دو مثالوں کے تجربات سے گمان ہوتا ہے کہ شکل 5.14 کے دونوں بند ڈبوں میں یکساں ادوار پائے جاتے ہیں۔ دیکھا یہ گیا ہے کہ دونوں بند ڈبوں کے بیرونی برقی سروں پر یکساں دور نسب کرنے سے بالکل یکساں جوابات حاصل ہوتے ہیں۔ یہ ایک دلچسپ صورت حال ہے۔ ایسی صورت میں ہم کہتے ہیں کہ شکل 5.14-الف اور شکل 5.14-ب مساوی ادوار³ ہیں۔ مزید یہ کہ شکل-الف کا دور، خطی ہونے کی صورت میں، جتنا بھی پیچیدہ کیوں نہ ہو، اس کا مساوی دور ایک عدد منبع اور ایک عدد مزاحمت سلسلہ وار جوڑنے سے حاصل کیا جاسکتا ہے۔

مساوی ادوار صرف اور صرف برقی سروں پر یکساں جوابات دیتے ہیں۔ اس حقیقت کو سمجھنے کی خاطر شکل 5.14 میں برقی سرے کھلے رکھتے ہوئے دونوں ادوار میں طاقت کا ضیاع دریافت کرتے ہیں۔ شکل-الف میں طاقت کا ضیاع

$$\frac{8^2}{4000 + 4000} = 8 \text{ mW}$$

ہے جبکہ شکل-ب میں طاقت کا ضیاع 0 W ہے۔ مساوی ادوار کے اندرونی متغیرات عموماً یکساں نہیں ہوتے۔

اگلے حصے میں تھوئن مساوی دور اور نارٹن مساوی دور پر غور کیا جائے گا۔ ان پر غور کرتے ہوئے مسئلہ تبادلہ منبع بھی اخذ کیا جائے گا۔

5.5 مسئلہ تھوئن، مسئلہ نارٹن اور مسئلہ تبادلہ منبع

شکل 5.17-الف کے تین جوڑ پر کرخوف مساوات رو لکھتے

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

$$\frac{v_2 - v_1}{4000} - 0.003 + \frac{v_2 - v_3}{2000} = 0$$

$$\frac{v_3 - v_2}{2000} + \frac{v_3}{6000} + \frac{v_3 + 2}{8000} = 0$$

ہوئے حل کرنے سے درج ذیل حاصل ہوتے ہیں۔

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

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

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

دباؤ جوڑ جانتے ہوئے تمام شاخوں کی رودریافت کی جاسکتی ہے۔ آئیں اس دور کو نقطہ دار لکیر پر دو ٹکڑوں میں تقسیم کرتے ہیں۔ شکل 5.17-ب میں بائیں حصے کو دکھایا گیا ہے جہاں جوڑ v_3 پر 6 V منبع دباؤ نسب کیا گیا ہے۔ اس کو حل کرنے کی خاطر کر خوف 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 دباؤ جوڑ بالکل تبدیل نہیں ہوئے لہذا اس میں تمام مقامات پر رو بھی وہی ہوگی جو شکل-الف میں تھی۔

شکل 5.17-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 دباؤ 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 5.17-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 ہیں جہاں چار کلو اوہم اور تین کلو اوہم متوازی $3 \text{ k}\Omega \parallel 4 \text{ k}\Omega$ جڑے 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

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

ہو گا جسے تھونن مزاحمت⁴ کہتے ہیں۔

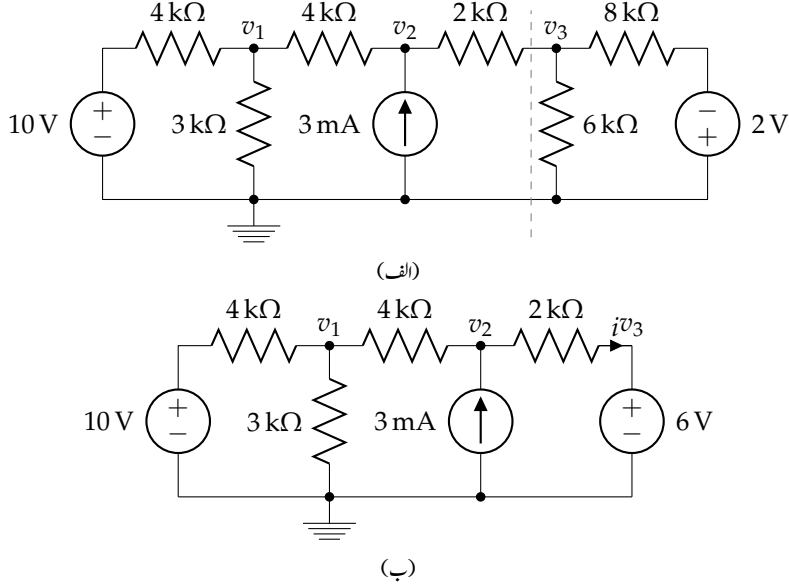
آئیں ان حقائق کو سامنے رکھتے ہوئے مسئلہ تھونن⁵ اور مسئلہ نارٹن⁶ سیکھیں۔ ساتھ ہی ساتھ مسئلہ تبادلہ منبع⁷ پر بھی غور کیا جائے گا۔ مسئلہ تھونن کہتا ہے کہ کسی بھی خطی دور کو سلسلہ وار جڑے ایک عدد منبع اور ایک عدد مزاحمت سے

⁴Thevenin Resistance

⁵Thevenin theorem

⁶Norton theorem

⁷Source Transformation theorem



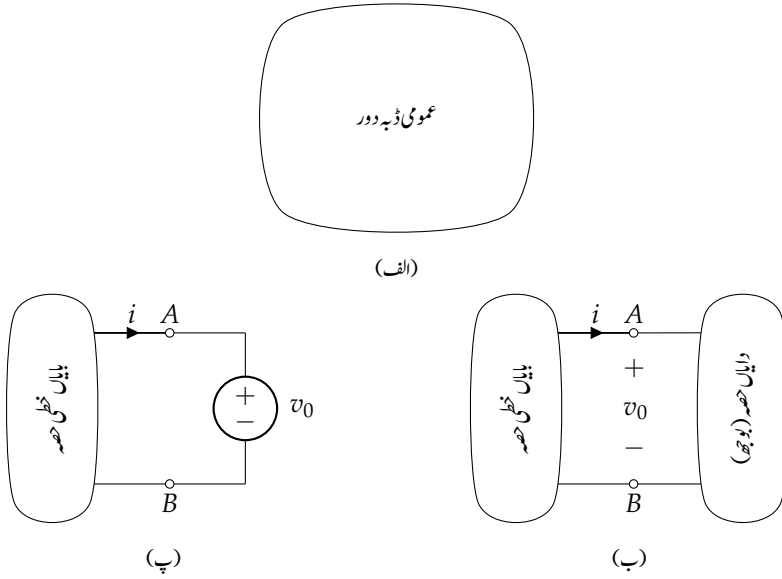
شکل 5.17: مسئلہ تھون سمجھنے کا دور۔

ظاہر کیا جاسکتا ہے۔ اس دور کو مساوی تھون دور کہا جائے گا۔ اسی طرح مسئلہ نارٹن کہتا ہے کہ کسی بھی خطی دور کو متوازی جڑے ایک عدد منبع رو اور ایک عدد مزاحمت سے ظاہر کیا جاسکتا ہے۔ اس دور کو مساوی نارٹن دور کہا جائے گا۔

شکل 5.18- الف میں عمومی ڈبہ دور دکھایا گیا ہے۔ اس کو دو حصوں میں تقسیم کرتے ہوئے شکل- ب حاصل ہوتا ہے۔ شکل- ب میں بائیں حصے کے مساوی تھون دور اور مساوی نارٹن دور حاصل کیے جائیں گے۔ بائیں حصہ خطی ہونا ضروری ہے۔ دایاں حصہ خطی یا غیر خطی ہو سکتا ہے۔ دائیں حصے کو برقی بوجھ تصور کیا جائے گا۔ یہ حصے دو تاروں سے آپس میں جڑے ہیں۔ ان تاروں کے مابین v_0 دباؤ پایا جاتا ہے جبکہ بوجھ کو i مہیا کی جاتی ہے۔ اگر شکل- ب میں بائیں ڈبے دور کی جگہ اس کا مساوی تھون دور یا مساوی نارٹن دور نسب کرنے سے v_0 اور i کی قیمتوں پر فرق نہیں پڑے تب دائیں ڈبے کی نقطہ نظر سے دور میں کوئی تبدیلی رونما نہیں ہوئی ہے لہذا اس کے لئے بائیں ڈبے کا دور اور مساوی تھون (یا مساوی نارٹن) دور یک برابر ہیں۔

شکل- الف میں تابع منبع کی موجودگی میں ڈبے دور کو اس طرح دو ٹکڑوں میں تقسیم کیا جائے گا کہ تابع منبع اور اسے قابو کرنے والا متغیر ایک ہی ڈبے کا حصہ بنیں۔ تابع منبع استعمال کرنے والے ادوار کو حل کرنا اگلے حصے میں سکھایا جائے گا۔

شکل- پ میں دائیں حصے کی جگہ منبع دباؤ نسب کیا گیا ہے جس کا دباؤ v_0 ہے۔



شکل 5.18: مسئلہ تھونن کا عمومی دور۔

شکل 5.18-پ میں i کو مسئلہ نفاذ کی مدد سے دو حصوں میں تقسیم کیا جاسکتا ہے۔ پہلا حصہ i' کو ڈبہ دور کے اندرونی منبع نافذ کرتے ہیں جبکہ دوسرا حصہ i'' کو بیرونی منبع v_0 نافذ کرتا ہے۔ جیسا شکل 5.19-الف میں دکھایا گیا ہے، i' حاصل کرتے وقت بیرونی منبع کو قصر دور کیا جاتا ہے لہذا اس رو کو i کہا جائے گا۔

$$(5.3) \quad i' = i_{\text{قصر}}$$

اسی طرح جیسا شکل 5.19-ب میں دکھایا گیا ہے، i'' حاصل کرتے وقت ڈبہ دور کے تمام اندرونی منبع کے اثر کو ختم کیا جاتا ہے۔ ڈبہ دور کے تمام اندرونی منبع کو صفر کرنے سے بیرونی منبع v_0 کو ڈبہ دور کے اندرونی مزاحمتوں کا مساوی مزاحمت R نظر آئے گا لہذا درج ذیل ہوگی۔

$$(5.4) \quad i'' = \frac{v_0}{R_{\text{تھونن}}}$$

شکل 5.19-الف اور شکل 5.19-ب میں رو کی سمتوں کو دیکھتے ہوئی $i = i' - i''$ لکھا جاسکتا ہے۔

$$(5.5) \quad i = i_{\text{قصر}} - \frac{v_0}{R_{\text{تھونن}}} \quad \text{مسئلہ نارٹن}$$

لکھا جاسکتا ہے۔

مساوات 5.5 عمومی مساوات ہے جس میں i قصر اور R تھونن صرف بائیں ڈبہ دور پر منحصر ہیں جبکہ v_0 اور i پر دایاں ڈبہ دور بھی اثر انداز ہوتا ہے۔ یوں اگر شکل 5.18-ب میں بائیں ڈبہ دور تبدیل نہ کیا جائے تب i قصر اور R تھونن اٹل قیمتیں ہوں گی جبکہ v_0 اور i متغیرات ہوں گے جو دائیں ڈبہ دور پر منحصر ہوں گے۔ چونکہ مساوات 5.5 عمومی مساوات ہے لہذا یہ ہر ممکنہ صورت حال کے لئے درست ہوگی۔ یوں دائیں ڈبہ دور کھلا دور ہونے کی صورت میں بھی یہی مساوات کارآمد ہوگی۔ اگر دائیں ڈبہ دور کو کھلا دور تصور کیا جائے تب

$$(5.6) \quad \begin{aligned} i &= 0 \\ v_0 &= v_{\text{کھلا}} \end{aligned}$$

ہوں گے۔ شکل 5.20 میں کھلے دور کی صورت حال دکھائی گئی ہے۔ اس طرح مساوات 5.5 میں مساوات 5.6 پُر کرتے ہوئے

$$0 = i - \frac{v_{\text{کھلا}}}{R_{\text{تھونن}}}$$

یعنی

$$(5.7) \quad i = \frac{v_{\text{کھلا}}}{R_{\text{تھونن}}} \quad \text{مسئلہ تبادله منبع}$$

یا

$$(5.8) \quad v_{\text{کھلا}} = i R_{\text{تھونن}} \quad \text{مسئلہ تبادله منبع}$$

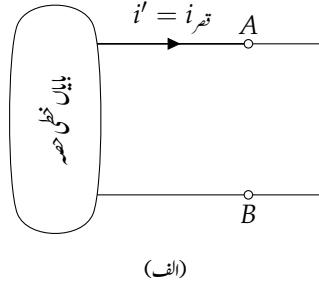
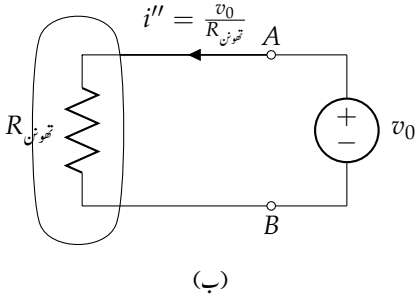
حاصل ہوتا ہے۔ مساوات 5.7 کو مساوات 5.5 میں پُر کرنے سے

$$i = \frac{v_{\text{کھلا}}}{R_{\text{تھونن}}} - \frac{v_0}{R_{\text{تھونن}}}$$

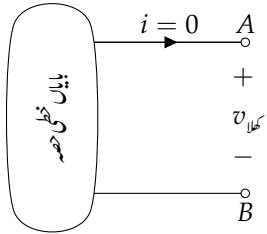
یعنی

$$(5.9) \quad v_0 = v_{\text{کھلا}} - i R_{\text{تھونن}} \quad \text{مسئلہ تھونن}$$

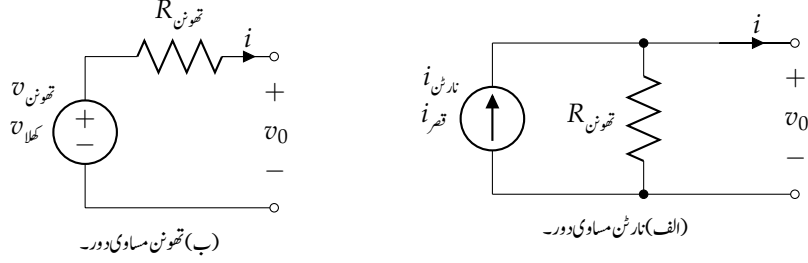
حاصل ہوتا ہے۔



شکل 5.19: رو کو مسئلہ نفاذ سے دو حصوں میں تقسیم کیا جاسکتا ہے۔



شکل 5.20: کھلے دور سروں پر صفر رو اور تھون دبا پائی جاتی ہے۔



شکل 5.21: تھون اور نارٹن مساوی ادوار۔

مساوات 5.5 مسئلہ نارٹن⁹⁸ بیان کرتی ہے جسے شکل 5.21-الف میں دکھایا گیا ہے جبکہ مساوات 5.9 مسئلہ تھون¹¹¹⁰ بیان کرتی ہے جسے شکل 5.21-ب میں دکھایا گیا ہے۔ مساوات 5.7 مسئلہ متبادلہ منبع¹² بیان کرتی ہے۔

شکل 5.21-الف کی کرخوف مساوات دباو اور شکل 5.21-ب کے بالائی جوڑ پر کرخوف مساوات رو درج ذیل ہیں۔

$$v_0 = v_{\text{کھلا}} - iR_{\text{تھون}}$$

$$i = i_{\text{قصر}} - \frac{v_0}{R_{\text{تھون}}}$$

ان کا مساوات 5.5 اور مساوات 5.6 سے موازنہ کرنے سے صاف ظاہر ہے کہ شکل 5.21-الف اور شکل 5.21-ب انہیں مساوات کو ظاہر کرتے ہیں۔

یوں کسی بھی دور کو شکل 5.21-الف کا تھون مساوی دور یا شکل 5.21-ب کا نارٹن مساوی دور ظاہر کر سکتا ہے۔ نارٹن مساوی دور میں منبع رو کو i نارٹن یعنی نارٹن دو¹³ بھی پکارا جاتا ہے۔ اسی طرح تھون مساوی دور میں منبع دباو کو v تھون یعنی تھون دباو¹⁴ بھی پکارا جاتا ہے۔

مساوات 5.7 یا مساوات 5.8 یعنی مسئلہ متبادلہ منبع کی مدد سے تھون دور سے نارٹن دور اور نارٹن دور سے تھون دور حاصل ہوتا ہے۔

⁸ ایڈورڈ لوری نارٹن اور ہنس فرڈینانڈ میسر نے اس مسئلے کو علیحدہ علیحدہ 1926 میں اخذ کیا۔

⁹ Norton Theorem

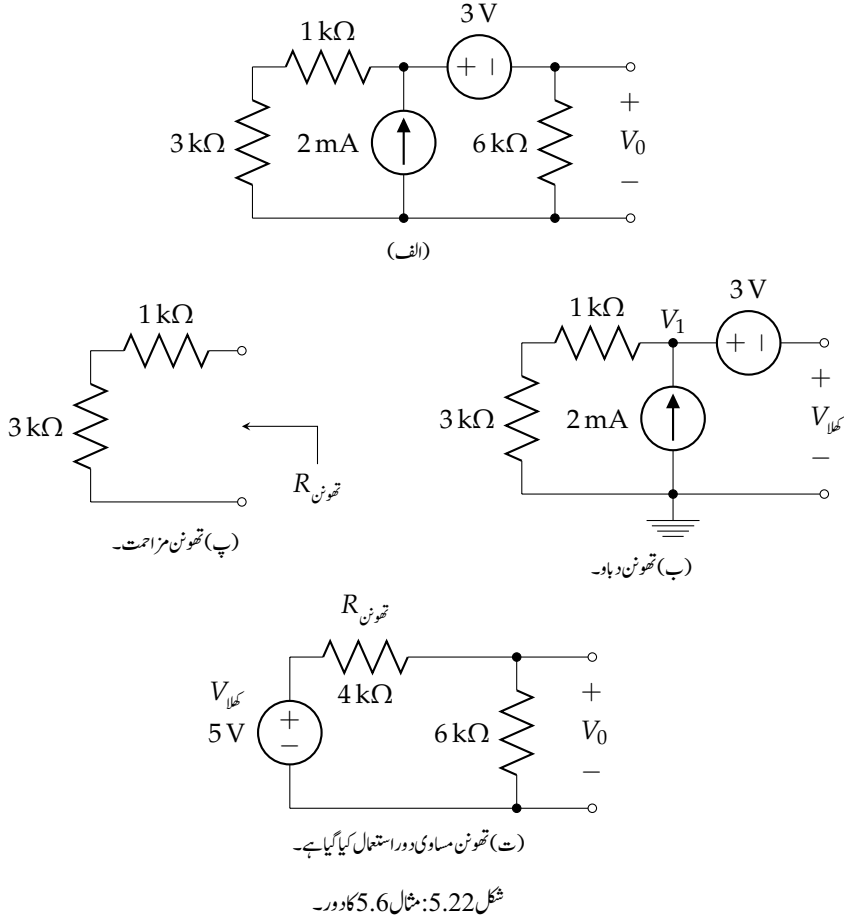
¹⁰ لیون شارلس تھون نے 1883 میں اور ہرمن لڈوگ فرڈینانڈون ہلم ہولٹز نے 1853 میں اس مسئلے کو علیحدہ علیحدہ اخذ کیا۔

¹¹ Thevenin Theorem

¹² Source Transformation Theorem

¹³ norton current

¹⁴ thevenin voltage



آئیں ان مسئلوں کا استعمال مثالوں کو حل کرتے ہوئے دیکھیں۔

مثال 5.6: شکل 5.22-الف میں مسئلہ تھونن استعمال کرتے ہوئے V_0 حاصل کریں۔

حل: اس دور کو حل کرنے کی خاطر ہم $6\text{ k}\Omega$ کے علاوہ بقایا دور کا تھونن مساوی دور حاصل کرتے ہیں۔ یوں $6\text{ k}\Omega$ کو بوجھ تصور کیا جائے گا۔ شکل-ب میں بوجھ کو ہٹاتے ہوئے بقایا دور دکھایا گیا ہے جس کا تھونن مساوی دور درکار ہے۔ اس

دور کے کھلے سروں پر $V_{\text{کھلا}}$ پایا جاتا ہے۔ نیچلی جوڑ کو زمین تصور کرتے ہوئے بالائی جوڑ V_1 پر دباو دریافت کرتے ہیں۔ منبع رو کی پوری رو بائیں خانے میں گھڑی کی الٹ گھومتی ہے لہذا

$$V_1 = 2 \text{ mA} (3 \text{ k}\Omega + 1 \text{ k}\Omega) = 8 \text{ V}$$

لکھا جاسکتا ہے۔ یوں

$$V_{\text{کھلا}} = V_1 - 3 \text{ V} = 5 \text{ V}$$

حاصل ہوتا ہے۔ آئیں اب تھون مزاحمت حاصل کریں۔

دور میں منبع دباو کو قصر دور اور منبع رو کو کھلے دور کرتے ہوئے شکل-پ حاصل ہوتا ہے جہاں سے

$$R_{\text{تھون}} = 4 \text{ k}\Omega$$

لکھا جاسکتا ہے۔ یوں شکل-ب کی جگہ اس کا مساوی تھون دور نسب کرتے ہوئے شکل-الف کی جگہ شکل-ت حاصل ہوتا ہے جسے دیکھتے ہوئے تقسیم دباو کے کلیے سے بوجھ پر دباو درج ذیل لکھا جاسکتا ہے۔

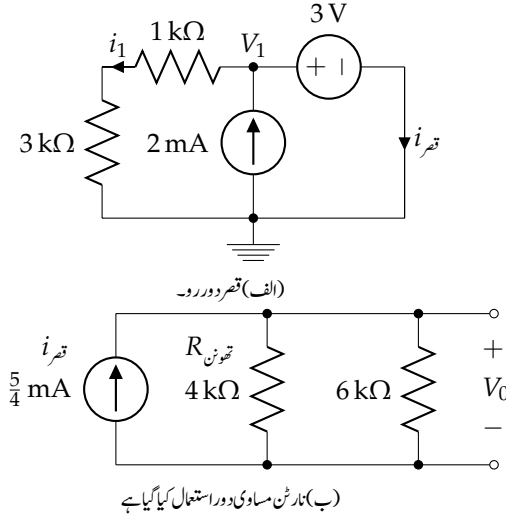
$$(5.10) \quad V_0 = 5 \left(\frac{6 \text{ k}\Omega}{6 \text{ k}\Omega + 4 \text{ k}\Omega} \right) = 3 \text{ V}$$

مثال 5.7: شکل 5.22-الف میں مسئلہ نارٹن استعمال کرتے ہوئے V_0 حاصل کریں۔

حل: گزشتہ مثال کی طرح دور کو دو ٹکڑوں میں تقسیم کیا جاتا ہے لہذا شکل 5.22-الف میں $6 \text{ k}\Omega$ کو بوجھ سمجھتے ہوئے بقایا دور، جسے شکل 5.22-ب میں دکھایا گیا ہے، کا نارٹن مساوی دور حاصل کیا جائے گا۔

نارٹن مساوی دور میں تھون R کے ساتھ ساتھ تھر i بھی درکار ہے۔ تھون مزاحمت کو گزشتہ مثال میں حاصل کیا گیا ہے لہذا صرف قصر دور رو معلوم کرنا باقی ہے۔ شکل 5.22-ب کو قصر دور کرتے ہوئے شکل 5.23-الف میں دکھایا گیا ہے جس سے تھر i حاصل کرتے ہیں۔ دور کو دیکھتے ہوئے

$$V_1 = 3 \text{ V}$$



شکل 5.23: مثال 5.7 کا دور۔

اور یوں

$$i_1 = \frac{3V}{1k\Omega + 3k\Omega} = \frac{3}{4} \text{ mA}$$

لکھا جاسکتا ہے۔ بالائی جوڑ V_1 پر کرخوف قانون رو سے درج ذیل لکھا جاسکتا ہے۔

$$i_{\text{قصر}} = 2 \text{ mA} - \frac{3}{4} \text{ mA} = \frac{5}{4} \text{ mA}$$

نارٹن دور کے متغیرات استعمال کرتے ہوئے شکل 5.23-ب حاصل ہوتا ہے جہاں منبع رو کے متوازی مزاحمتوں کا مساوی

$$4k\Omega \parallel 6k\Omega = \frac{12}{5} k\Omega$$

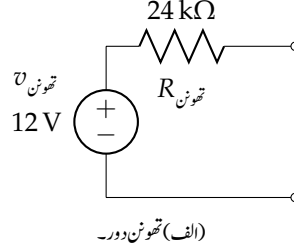
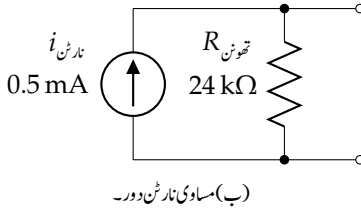
ہے جس میں $\frac{5}{4} \text{ mA}$ گزرنے سے دباؤ

$$V_0 = \frac{5}{4} \text{ mA} \times \frac{12}{5} k\Omega = 3V$$

پیدا ہوگا۔

اس مثال میں i کو مساوات 5.8 یعنی مسئلہ تبادلہ منبع سے بھی حاصل کیا جاسکتا تھا یعنی

$$i_{\text{قصر}} = \frac{v_{\text{کھلا}}}{R_{\text{تھونن}}} = \frac{5V}{4k\Omega} = \frac{5}{4} \text{ mA}$$



شکل 5.24: مثال 5.8 کا مساوی تھونن دور۔

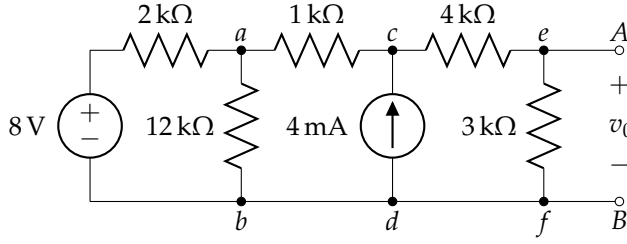
مثال 5.8: شکل 5.24-الف میں ایک دور کا مساوی تھونن دور دیا گیا ہے۔ اس دور کا مساوی نارٹن دور حاصل کریں۔

حل: تھونن دور سے نارٹن دور یا نارٹن دور سے تھونن دور کے حصول میں مساوات 5.8 اہم کردار ادا کرتی ہے۔ اس مساوات کی مدد سے تھونن دور کے متغیرات $v_{کھلا}$ اور $R_{تھونن}$ سے نارٹن دور میں استعمال ہونے والا متغیر $i_{قصر}$ حاصل کیا جاسکتا ہے۔ اسی طرح اسی مساوات کی مدد سے نارٹن دور میں استعمال ہونے والے متغیرات i اور $R_{تھونن}$ سے تھونن دور کا متغیر $v_{کھلا}$ حاصل کیا جاسکتا ہے۔ دونوں ادوار میں $R_{تھونن}$ کی قیمت یکساں ہے۔

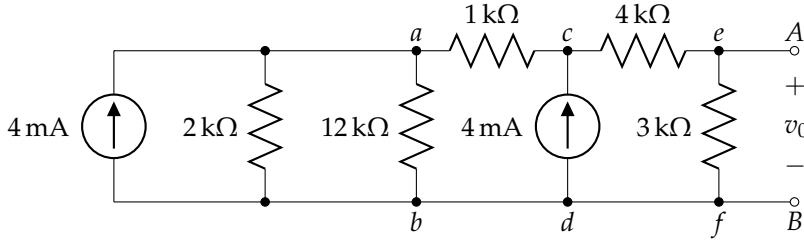
مساوات 5.8 استعمال کرتے ہوئے

$$i_{قصر} = \frac{v_{کھلا}}{R_{تھونن}} = \frac{12 \text{ V}}{24 \text{ k}\Omega} = 0.5 \text{ mA}$$

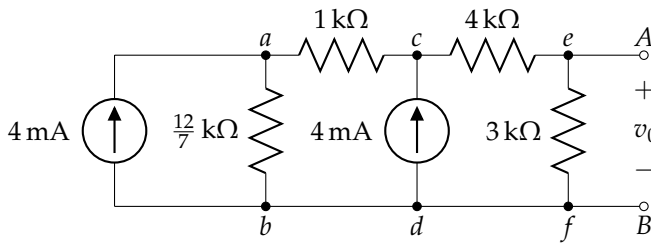
حاصل ہوتا ہے جسے استعمال کرتے ہوئے شکل 5.24-ب کا مساوی نارٹن دور حاصل ہوتا ہے۔



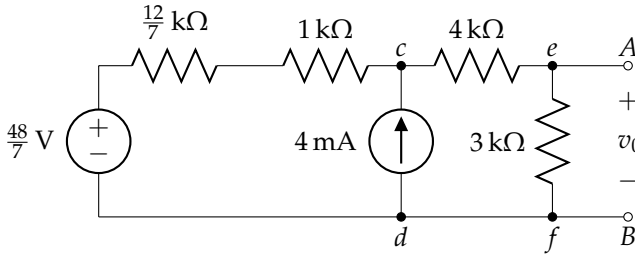
(الف)



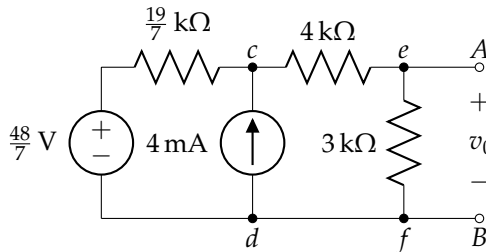
(ب)



(پ)



(ت)



(ث)

مثال 5.9: شکل 5.25-الف میں $3 \text{ k}\Omega$ کو بوجھ تصور کریں۔ بار بار تھون سے نارٹن اور نارٹن سے تھون مساوی دور حاصل کرتے ہوئے بقایا دور کا تھون مساوی حاصل کرتے ہوئے بوجھ پر دباو حاصل کریں۔

حل: شکل 5.25 کے بائیں سر سے شروع کرتے ہیں جہاں 8 V اور $2 \text{ k}\Omega$ کو تھون مساوی دور تصور کیا جاسکتا ہے۔ اس دور کے سروں کو a اور b تصور کیا جاسکتا ہے۔ یوں 8 V تھون v اور $2 \text{ k}\Omega$ تھون R لیتے ہوئے مساوات 5.7 کی مدد سے

$$i_{\text{نارٹن}} = \frac{8 \text{ V}}{2 \text{ k}\Omega} = 4 \text{ mA}$$

حاصل ہوتا ہے۔ نقطہ a اور b کے بائیں جانب تھون دور کی جگہ یوں مساوی نارٹن دور نسب کیا جاسکتا ہے۔ شکل-ب میں ایسا ہی کیا ہوا دکھایا گیا ہے جہاں $2 \text{ k}\Omega$ اور $12 \text{ k}\Omega$ متوازی مزاحمتوں کا مساوی $\frac{2 \text{ k}\Omega \times 12 \text{ k}\Omega}{2 \text{ k}\Omega + 12 \text{ k}\Omega} = \frac{12}{7} \text{ k}\Omega$ ہوگا۔ شکل-پ میں متوازی مزاحمتوں کی جگہ $\frac{12}{7} \text{ k}\Omega$ کو دکھایا گیا ہے۔

شکل-پ میں 4 mA کو نارٹن i اور $\frac{12}{7} \text{ k}\Omega$ کو تھون R تصور کیا جاسکتا ہے۔ ان دو اجزاء کے نارٹن دور کا مساوی تھون دور حاصل کرنے کی خاطر مساوات 5.7 کی مدد سے

$$v_{\text{تھون}} = i_{\text{نارٹن}} R_{\text{تھون}} = 4 \text{ mA} \times \frac{12}{7} \text{ k}\Omega = \frac{48}{7} \text{ V}$$

حاصل کیا جاتا ہے۔ شکل-پ میں 4 mA اور $\frac{12}{7} \text{ k}\Omega$ کے نارٹن دور کی جگہ $\frac{48}{7} \text{ V}$ اور $\frac{12}{7} \text{ k}\Omega$ کا تھون دور نسب کرنے سے شکل-ت حاصل ہوتا ہے۔ شکل-ت میں سلسلہ وار جڑے $\frac{12}{7} \text{ k}\Omega$ اور $1 \text{ k}\Omega$ کی جگہ ان کا مساوی $\frac{19}{7} \text{ k}\Omega$ نسب کرنے سے شکل-ٹ حاصل ہوتا ہے۔

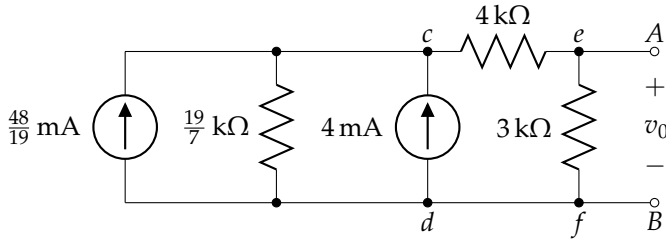
شکل-ٹ میں $\frac{19}{7} \text{ k}\Omega$ اور $\frac{48}{7} \text{ V}$ مل کر تھون دور بناتے ہیں جن کی جگہ نارٹن دور نسب کرنے کی غرض سے

$$i_{\text{نارٹن}} = \frac{v_{\text{تھون}}}{R_{\text{تھون}}} = \frac{\frac{48}{7} \text{ V}}{\frac{19}{7} \text{ k}\Omega} = \frac{48}{19} \text{ mA}$$

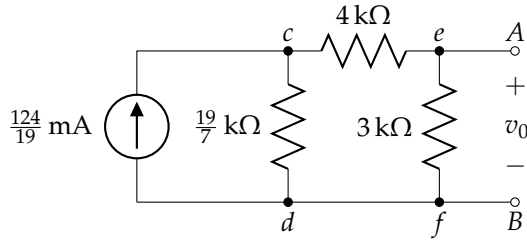
حاصل کرتے ہیں۔ شکل 5.26-الف میں حاصل دور دکھایا گیا ہے جہاں $\frac{48}{19} \text{ mA}$ اور 4 mA متوازی جڑے منبع ہیں جن کا مجموعہ

$$\frac{48}{19} \text{ mA} + 4 \text{ mA} = \frac{124}{19} \text{ mA}$$

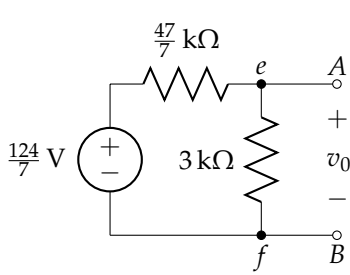
کے برابر ہے۔ شکل 5.26-ب میں متوازی منبع کی جگہ ان کی مجموعی قیمت کا منبع نسب کیا گیا ہے۔



(الف)



(ب)



(پ)

(ت)

شکل 5.26: مثال 5.9 حل کرتے ہوئے حاصل کئے گئے ادوار۔

شکل 5.26-ب میں $\frac{124}{19}$ mA اور $\frac{19}{7}$ k Ω نارٹن دور کی جگہ ان کا مساوی تھونن دور نسب کرنے سے شکل-پ حاصل ہوتا ہے جس میں $\frac{19}{7}$ k Ω اور 4 k Ω سلسلہ وار جڑے ہیں جن کا مساوی $\frac{47}{7}$ k Ω ہے۔ شکل 5.26-ت میں یہی مساوی مزاحمت دکھایا گیا ہے۔

شکل-ت میں 3 k Ω بوجھ ہے جبکہ بقایا تھونن مساوی ہے۔ تقسیم دباو سے بوجھ پر دباو درج ذیل حاصل ہوتا ہے۔

$$v_0 = \frac{124}{7} \left(\frac{3 \text{ k}\Omega}{3 \text{ k}\Omega + \frac{47}{7} \text{ k}\Omega} \right) = \frac{93}{17} \text{ V}$$

مثال 5.10: گزشتہ مثال کا تھونن دور دوبارہ حاصل کرتے ہیں۔ اس مرتبہ دور کو ایسی جگہوں پر ٹکڑے کرتے ہوئے حل کرتے ہیں کہ جواب جلد حاصل ہو۔ شکل 5.27 میں دور کو دوبارہ پیش کیا گیا ہے۔

حل: دور کو cd پر توڑ کر شکل-ب میں دکھایا گیا ہے۔ یوں cd پر مساوی دور حاصل کیا جائے گا۔ شکل-ب میں v_{ab} اور v_{cd} برابر ہیں۔ یوں

$$v_{\text{کھلا}} = v_{cd} = v_{ab} = \frac{8 \times 12000}{12000 + 2000} = \frac{48}{7} \text{ V}$$

ہو گا اور cd سے دیکھتے ہوئے تھونن مزاحمت

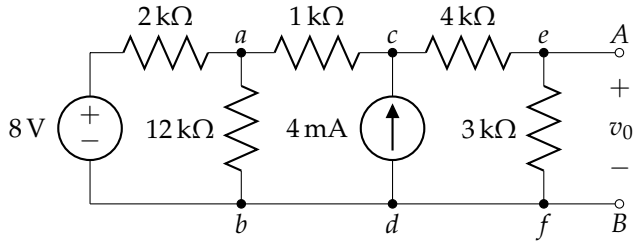
$$\frac{2000 \times 12000}{2000 + 12000} + 1000 = \frac{19}{7} \text{ k}\Omega$$

ہو گا۔ ان قیمتوں کو استعمال کرتے ہوئے مساوات 5.7 سے

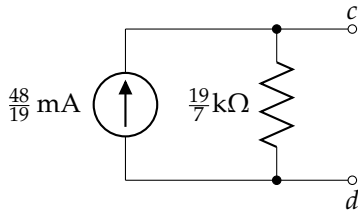
$$i_{\text{قصر}} = \frac{v_{\text{کھلا}}}{R_{\text{تھونن}}} = \frac{\frac{48}{7}}{\frac{19}{7}} = \frac{48}{19} \text{ mA}$$

ماتا ہے۔ یوں شکل-ب کا مساوی نارٹن دور شکل-پ حاصل ہوتا ہے جسے شکل-الف میں cd کے بائیں جانب دور کی جگہ نسب کرنے سے شکل-ت ملتا ہے۔ شکل-ت میں دو عدد منبع رو متوازی جڑی ہیں جن کی جگہ ایک عدد

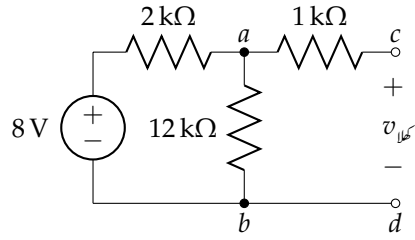
$$\frac{48}{19} \text{ mA} + 4 \text{ mA} = \frac{124}{19} \text{ mA}$$



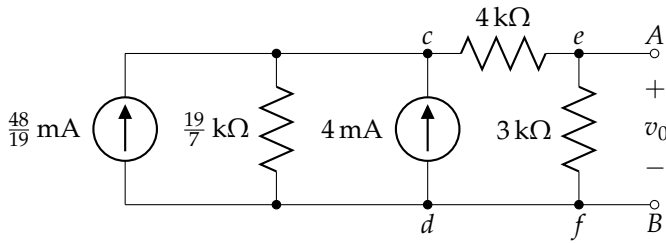
(الف)



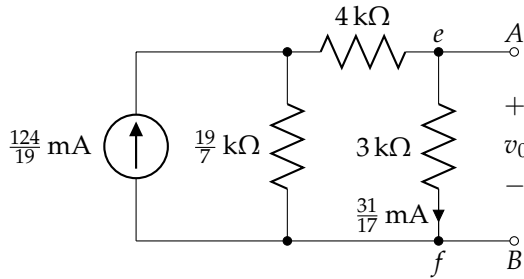
(پ)



(ب)



(ت)



(ث)

شکل 5.27: مثال 5.10 حل کرتے ہوئے حاصل کئے گئے ادوار۔

8 mA کی منبع نسب کی جاسکتی ہے جس سے شکل-ٹ حاصل ہوتا ہے۔ شکل-ٹ میں سلسلہ وار جڑے $4 \text{ k}\Omega$ اور $3 \text{ k}\Omega$ از خود $\frac{19}{7} \text{ k}\Omega$ کے متوازی ہے۔ یوں سلسلہ وار مزاحمتوں میں رو کو تقسیم رو کے کلیے سے درج ذیل لکھا جاسکتا ہے

$$\frac{124}{19} \text{ mA} \left(\frac{\frac{19}{7} \text{ k}\Omega}{\frac{19}{7} \text{ k}\Omega + 4 \text{ k}\Omega + 3 \text{ k}\Omega} \right) = \frac{31}{17} \text{ mA}$$

جسے شکل 5.27-ٹ میں دکھایا گیا ہے۔ تین کلو بوجھ پر دباو درج ذیل ہے۔

$$v_{\text{کلا}} = \frac{31}{17} \text{ mA} \times 3 \text{ k}\Omega = \frac{93}{17} \text{ V}$$

آخر میں مسئلہ اتنا سادہ بن چکا تھا کہ تقسیم رو اور اوہم کے قانون سے دباو حاصل کیا گیا۔ آپ دیکھ سکتے ہیں کہ بوجھ پر دباو جلد حاصل ہوا لہذا مسئلے کو دیکھ کر فیصلہ کریں کہ کہاں سے دور کو ٹکڑے کرتے ہوئے حل کرنا ہے۔

مثال 5.11: شکل 5.28-الف میں مسئلہ نارٹن کی مدد سے V_0 حاصل کریں۔

حل: آٹھ کلو اوہم کی مزاحمت کو بوجھ تصور کرتے ہوئے بقایا دور کا نارٹن مساوی حاصل کرتے ہیں۔ بوجھ کو بقایا دور سے علیحدہ کرتے ہوئے تھوڑی مزاحمت حاصل کرنے کی خاطر منبع رو کو کھلے دور اور منبع دباو کو قصر دور کرتے ہوئے شکل 5.28-ب حاصل ہوتا ہے۔ اس کو دیکھ کر

$$R_{\text{تھون}} = \frac{4 \text{ k}\Omega \times 1 \text{ k}\Omega}{4 \text{ k}\Omega + 1 \text{ k}\Omega} + 6 \text{ k}\Omega + 2 \text{ k}\Omega = \frac{44}{5} \text{ k}\Omega$$

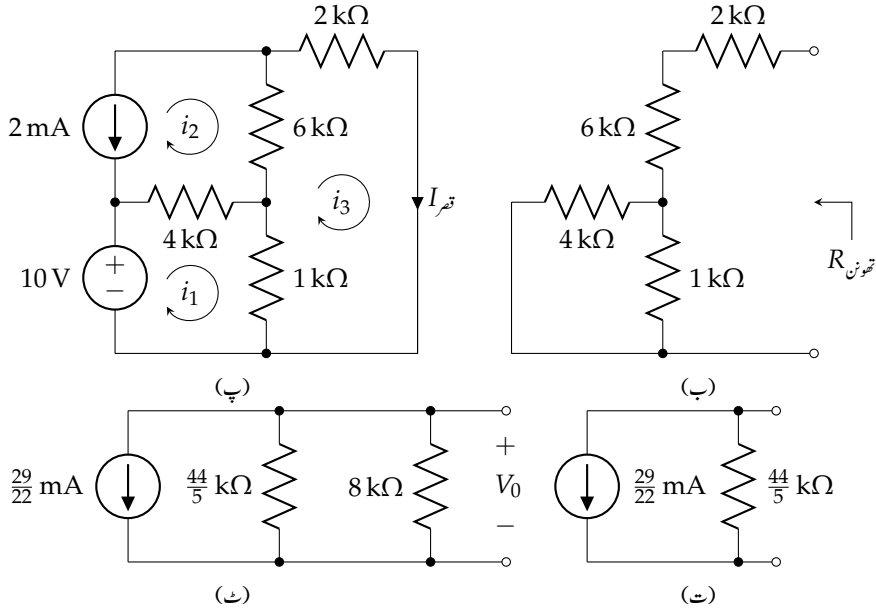
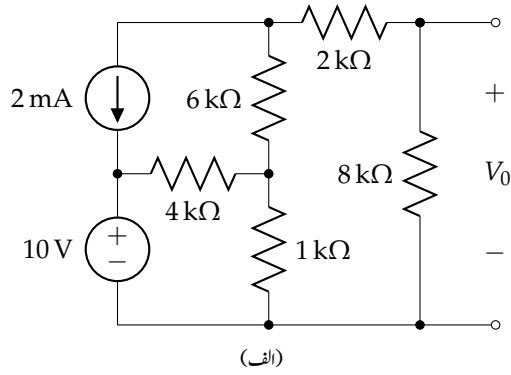
لکھا جاسکتا ہے۔

قصر دور رو یعنی نارٹن رو حاصل کرنے کی خاطر $8 \text{ k}\Omega$ بوجھ کو قصر دور کرتے ہوئے شکل 5.28-پ حاصل کرتے ہیں جس سے درج ذیل مساوات لکھے جاسکتے ہیں۔

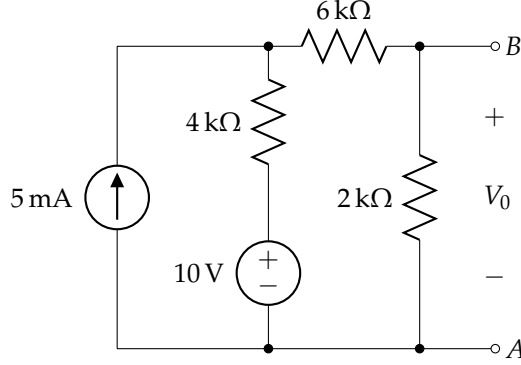
$$-10 + (4000 + 1000)i_1 - 4000i_2 - 1000i_3 = 0$$

$$i_2 = -0.002$$

$$-1000i_1 - 6000i_2 + (1000 + 6000 + 2000)i_3 = 0$$



شکل 5.28: مثال 5.11 کا دورہ



شکل 5.29: مشق 5.7 کا دور۔

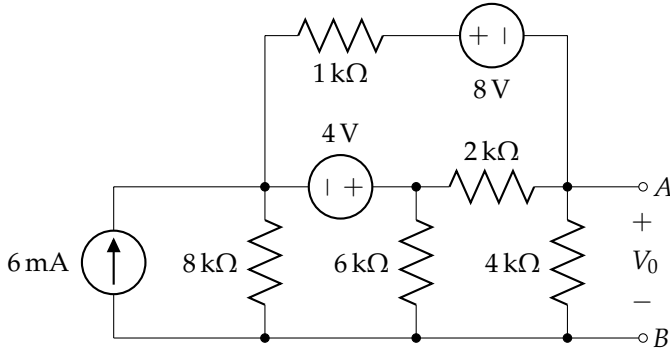
درج بالا مساوات کو حل کرنے سے

$$I_{\text{قر}} = i_3 = -\frac{29}{22} \text{ mA}$$

حاصل ہوتا ہے۔ تھونن مزاحمت اور نارٹن رو جانتے ہوئے $8 \text{ k}\Omega$ بوجھ کے علاوہ 5.28- الف کے بقایا دور کا مساوی نارٹن دور شکل 5.28- ت میں دکھایا گیا ہے جہاں نارٹن رو کی قیمت منفی ہونے کی بنا پر اسے الٹ سمت میں دکھایا گیا ہے۔ نارٹن مساوی دور کے ساتھ $8 \text{ k}\Omega$ بوجھ جوڑنے سے شکل-ٹ حاصل ہوتی ہے۔ اس شکل کو دیکھ کر درکار دباؤ درج ذیل لکھی جاسکتی ہے۔

$$V_0 = -\frac{29}{22} \text{ mA} \left(\frac{\frac{44}{5} \text{ k}\Omega \times 8 \text{ k}\Omega}{\frac{44}{5} \text{ k}\Omega + 8 \text{ k}\Omega} \right) = -\frac{116}{21} \text{ V}$$

مشق 5.7: شکل 5.29 میں دور دکھایا گیا ہے جسے مسئلہ تھونن سے حل کرتے ہوئے V_0 حاصل کریں۔



شکل 5.30: مشق 5.8 کا دور۔

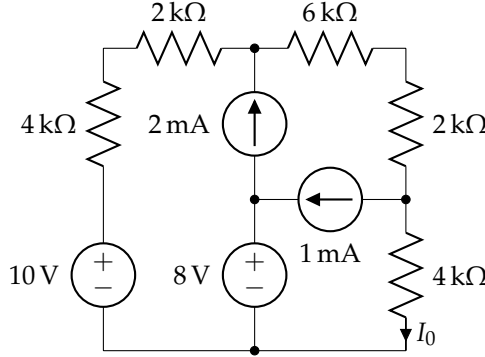
مشق 5.8: شکل 5.30 کو تھون مساوی دور سے حل کرتے ہوئے V_0 حاصل کریں۔

مشق 5.9: مسئلہ نارٹن کی مدد سے شکل 5.31 میں I_0 حاصل کریں۔

حل:

5.6 تابع منبع استعمال کرنے والے ادوار

صرف تابع منبع استعمال کرنے والے ادوار کا تھون یا نارٹن مساوی دور صرف تھون R ہوتا ہے۔ ایسے ادوار میں چونکہ غیر تابع منبع نہیں پایا جاتا لہذا یہ از خود طاقت مہیا نہیں کر سکتے اور یوں ان سے تھون دباؤ اور نارٹن روضہ حاصل ہوتی



شکل 5.31: مشق 5.9 کا دور۔

ہیں۔ تابع منبع استعمال کرنے والے ادوار کا تھون مزاحمت حاصل کرتے ہوئے اندرونی تابع منبع دباؤ کو قصر دور اور اندرونی تابع منبع رو کو کھلے دور نہیں کیا جاتا۔ ان ادوار کے برقی سروں پر پیمائشی دباؤ v_p مہیا کرتے ہوئے انہیں سروں پر i_p حاصل کی جاتی ہے۔ مزاحمت کی تعریف سے تھون مزاحمت درج ذیل لکھی جاتی ہے۔

$$(5.11) \quad R_{\text{تھون}} = \frac{v_p}{i_p}$$

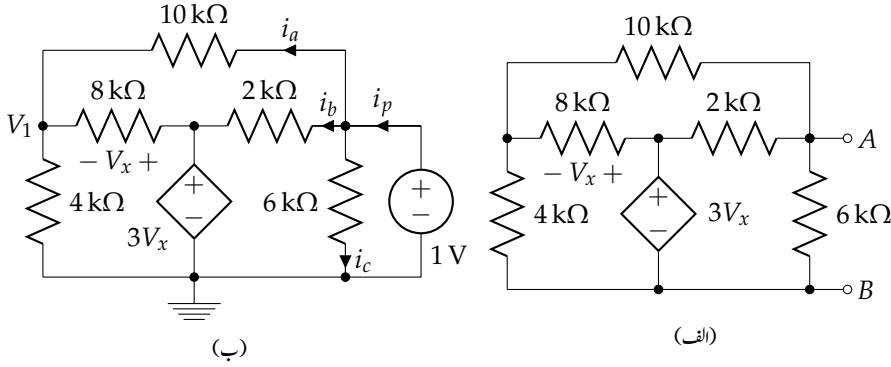
آئیں چند مثال دیکھیں۔

مثال 5.12: شکل 5.32- الف میں تابع منبع دباؤ پایا جاتا ہے۔ اس دور کا مساوی تھون دور حاصل کریں۔

حل: شکل 5.32- ب میں برقی سروں AB پر پیمائشی دباؤ لاگو کرتے ہوئے i_p حاصل کرتے ہیں۔ پیمائشی دباؤ کی قیمت کچھ بھی چنی جاسکتی ہے۔ ہم نے $v_p = 1 \text{ V}$ چنا ہے۔ ٹکلی جوڑ کو زمین چنتے ہوئے درج ذیل مساوات لکھے جاسکتے ہیں

$$\frac{V_1}{4 \text{ k}\Omega} + \frac{V_1 - 3V_x}{8 \text{ k}\Omega} + \frac{V_1 - 1}{10 \text{ k}\Omega} = 0$$

$$V_x = 3V_x - V_1$$



شکل 5.32: مثال 5.12 کا دور۔

جن سے

$$V_1 = \frac{8}{23} \text{ V}$$

$$V_x = \frac{4}{23} \text{ V}$$

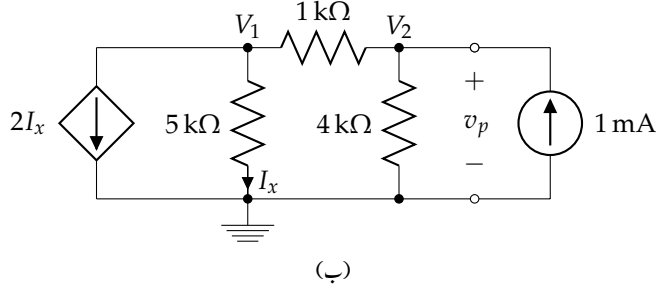
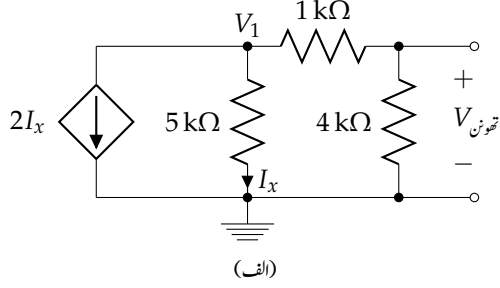
حاصل ہوتے ہیں لہذا دور کو دیکھتے ہوئے کرخوف قانون رو سے درج ذیل لکھا جاسکتا ہے۔

$$\begin{aligned} i_p &= i_a + i_b + i_c \\ &= \frac{1 - \frac{8}{23}}{10000} + \frac{1 - 3 \times \frac{4}{23}}{2000} + \frac{1}{6000} \\ &= \frac{65}{138} \text{ mA} \end{aligned}$$

تھون مزاحمت درج ذیل ہو گا۔

$$R_{\text{تھون}} = \frac{v_p}{i_p} = \frac{138}{65} \text{ k}\Omega$$

مثال 5.13: شکل 5.33- الف کا مساوی تھون دور حاصل کریں۔



شکل 5.33: مثال 5.13 کا دور۔

حل: اس دور میں صرف تابع منبع پایا جاتا ہے اور ہم توقع کرتے ہیں کہ نارٹن رویا تھونن دباؤ صفر حاصل ہو گا۔ آئیں دیکھیں کہ آیا ہماری توقع درست ہے۔ شکل 5.33-الف میں نچلے جوڑ کو زمین تصور کرتے ہوئے جوڑ V_1 پر کر خوف قانون رو سے درج ذیل لکھا جاسکتا ہے۔

$$2I_x + \frac{V_1}{5000} + \frac{V_1}{1000 + 4000} = 0$$

جس میں

$$I_x = \frac{V_1}{5000}$$

پُر کرنے سے

$$\frac{2V_1}{5000} + \frac{V_1}{5000} + \frac{V_1}{1000 + 4000} = 0$$

یعنی

$$V_1 = 0 \text{ V}$$

حاصل ہوتا ہے۔ تقسیم دباؤ کے کلیے سے

$$V_{\text{تھون}} = \left(\frac{1000}{1000 + 4000} \right) V_1 = 0 \text{ V}$$

حاصل ہوتا ہے۔ چونکہ تھون دباؤ صفر ہے لہذا مسئلہ متبادل منبع کے تحت نارٹن رو بھی صفر ہوگی۔

دور کی تھون مزاحمت حاصل کرنے کی خاطر برقی سروں پر بیرونی منبع نسب کرنا ہوگا۔ شکل 5.33-ب میں برقی سروں پر $i_p = 1 \text{ mA}$ کا پیمائشی رو نسب کیا گیا ہے۔ برقی سروں پر پیمائشی دباؤ v_p جانتے ہوئے تھون مزاحمت حاصل کی جا سکتی ہے۔

شکل 5.33-ب کے بالائی دو جوڑ پر کرخوف مساوات رو لکھتے ہیں۔

$$2I_x + \frac{V_1}{5000} + \frac{V_1 - V_2}{1000} = 0$$

$$\frac{V_2 - V_1}{1000} + \frac{V_2}{4000} - 0.001 = 0$$

ان میں $I_x = \frac{V_1}{5000}$ پُر کرتے اور ترتیب دیتے ہوئے دوبارہ لکھتے ہیں

$$8V_1 - 5V_2 = 0$$

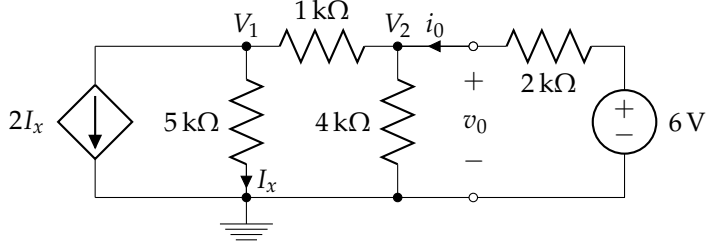
$$4V_1 - 5V_2 = -4$$

جس سے $V_2 = \frac{8}{5} \text{ V}$ حاصل ہوتا ہے لہذا

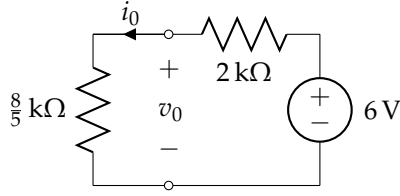
$$v_p = \frac{8}{5} \text{ V}$$

ہوگا۔ یوں تھون مزاحمت درج ذیل ہوگا۔

$$R_{\text{تھون}} = \frac{v_p}{i_p} = \frac{8}{5} \text{ k}\Omega$$



(الف)



(ب)

شکل 5.34: مثال 5.14 کا دور۔

مثال 5.14: گزشتہ مثال کے دور کو سلسلہ وار بڑے بیرونی منبع اور مزاحمت سے طاقت مہیا کی جاتی ہے۔ شکل 5.34 میں اسے دکھایا گیا ہے۔ برقی سروں پر دباؤ v_0 اور رو i_0 حاصل کریں۔ اب گزشتہ مثال کے دور کی جگہ اس کا مساوی تھونن دور نسب کرتے ہوئے دوبارہ حل کریں۔

حل: بالائی جوڑوں پر کرخوف مساوات رو لکھتے ہیں

$$2I_x + \frac{V_1}{5000} + \frac{V_1 - V_2}{1000} = 0$$

$$\frac{V_2 - V_1}{1000} + \frac{V_2}{4000} + \frac{V_2 - 6}{2000} = 0$$

جن میں $I_x = \frac{V_1}{5000}$ پر کرتے ہوئے اور ترتیب دیتے ہوئے درج ذیل حاصل ہوتا ہے۔

$$8V_1 - 5V_2 = 0$$

$$-4V_1 + 7V_2 = 12$$

انہیں حل کرتے ہوئے

$$V_1 = \frac{5}{3} V$$

$$V_2 = \frac{8}{3} V$$

حاصل ہوتے ہیں لہذا

$$v_0 = V_2 = \frac{8}{3} V$$

$$i_0 = \frac{6 - \frac{8}{3}}{2000} = \frac{5}{3} \text{ mA}$$

ہوں گے۔

آئیں اب تھون مساوی دور کی مدد سے اسی کو دوبارہ حل کریں۔ گزشتہ مثال میں $0 V$ تھون v اور R تھون $\frac{8}{5} k\Omega$ حاصل کئے گئے۔ تھون مساوی دور استعمال کرتے ہوئے شکل 5.34-ب حاصل ہوتا ہے جہاں قانون اوہم کی مدد سے

$$i_0 = \frac{6 V}{\frac{8}{5} k\Omega + 2 k\Omega} = \frac{5}{3} \text{ mA}$$

اور تقسیم دباؤ کے کلیے سے

$$v_0 = 6 \left(\frac{\frac{8}{5} k\Omega}{\frac{8}{5} k\Omega + 2 k\Omega} \right) = \frac{8}{3} V$$

حاصل ہوتے ہیں۔ آپ دیکھ سکتے ہیں کہ بیرونی برقی سروں پر اصل دور اور تھون مساوی دور بالکل یکساں دکھائی دیتے ہیں۔ آپ نے یہ بھی دیکھ لیا ہو گا کہ تھون دور استعمال کرتے ہوئے جوابات نہایت آسانی سے حاصل ہوتے ہیں۔

5.7 تابع منبع اور غیر تابع منبع دونوں استعمال کرنے والے ادوار

ان ادوار میں v اور i قدر حاصل کرتے ہوئے تھون R حاصل کیا جاتا ہے۔ یاد رہے کہ دور کو دو ٹکڑوں میں تقسیم کرتے ہوئے تابع منبع اور اس کا قابو متغیر علیحدہ نہیں کئے جاسکتے ہیں۔

آئیں چند مثال دیکھیں۔

مثال 5.15: شکل 5.35 میں V_0 کو مسئلہ تھون سے حاصل کریں۔

حل: دور کے ٹکڑے کرتے ہوئے تھون مساوی دور حاصل کرتے ہیں۔ یاد رہے کہ تابع منبع اور اس کا قابو متغیر کو علیحدہ نہیں کیا جاسکتا ہے لہذا قابو منبع رو اور $8 \text{ k}\Omega$ مزاحمت کو علیحدہ نہیں کیا جاسکتا ہے۔ یوں دور کو ٹکڑے کرتے ہوئے، برقی سروں سے دور ترین نقطے سے شروع کرتے ہوئے کم از کم اتنے اجزاء شامل کئے جائیں گے کہ قابو منبع سے لے کر تابع متغیر تک تمام اس میں موجود ہوں۔ شکل 5.35-ب میں ایسا ٹکڑا دکھایا گیا ہے جہاں قابو متغیر کو I'_x کہا گیا ہے۔ بالائی مخلوط جوڑ پر کر خوف مساوات رو لکھتے ہیں

$$4I'_x + \frac{V_{\text{کلا}} - 6}{4000} + \frac{V_{\text{کلا}}}{8000} = 0$$

جس میں $I'_x = \frac{V_{\text{کلا}}}{8000}$ پُر کرتے ہوئے حل کرنے سے

$$V_{\text{کلا}} = \frac{12}{7} \text{ V}$$

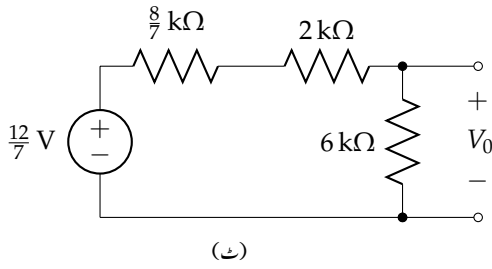
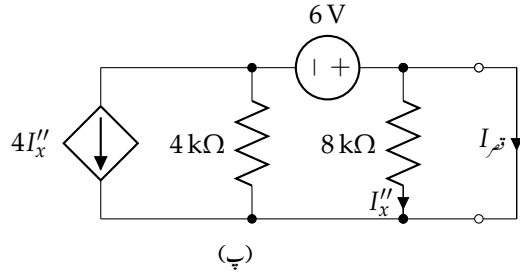
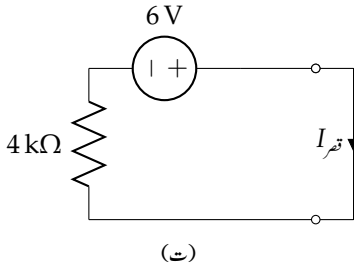
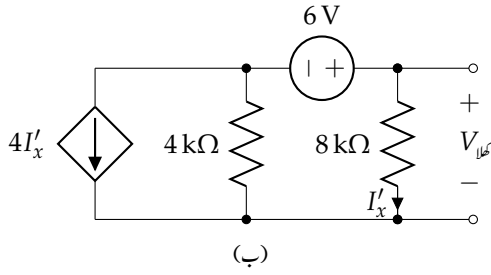
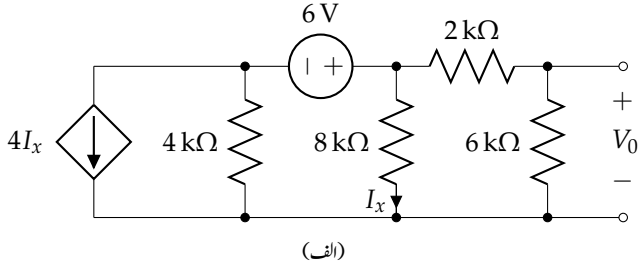
حاصل ہوتا ہے۔

شکل 5.35-ب میں قصر دور رو حاصل کرنے کی خاطر اس کے برقی سروں کو قصر دور کرتے ہوئے شکل-پ حاصل کیا جاتا ہے جس میں $I''_x = 0$ کی بنا پر قابو منبع کی رو بھی صفر ہوگی۔ ان حقائق کو مد نظر رکھتے ہوئے شکل 5.35-ت حاصل ہوتا ہے جسے دیکھ کر

$$I_{\text{قصر}} = \frac{6}{4000} = \frac{3}{2} \text{ mA}$$

لکھا جاسکتا ہے۔ تھون دباو اور نارٹن رو استعمال کرتے ہوئے تھون مزاحمت درج ذیل حاصل ہوتا ہے۔

$$R_{\text{تھون}} = \frac{V_{\text{کلا}}}{I_{\text{قصر}}} = \frac{\frac{12}{7} \text{ V}}{\frac{3}{2} \text{ mA}} = \frac{8}{7} \text{ k}\Omega$$



شکل 5.35: مثال 5.15 کا دور

شکل 5.35- ب کی جگہ تھونن مساوی دور نسب کرتے ہوئے شکل-الف سے شکل-ٹ حاصل ہوتا ہے جس سے تقسیم دباؤ کے کلیے سے

$$V_0 = \frac{\frac{12}{7} \text{ V}}{\frac{8}{7} \text{ k}\Omega + 2 \text{ k}\Omega + 6 \text{ k}\Omega} = \frac{3}{16} \text{ V}$$

لکھا جاسکتا ہے۔

مثال 5.16: شکل 5.36 میں مسئلہ تھونن کی مدد سے V_0 حاصل کریں۔

حل: خارجی $8 \text{ k}\Omega$ مزاحمت کو بوجھ تصور کرتے ہوئے بقایا دور جسے شکل 5.36-ب میں دکھایا گیا ہے کا تھونن مساوی حاصل کرتے ہیں۔ بالائی خانے کو دیکھ کر

$$i_2 = -0.004$$

لہذا

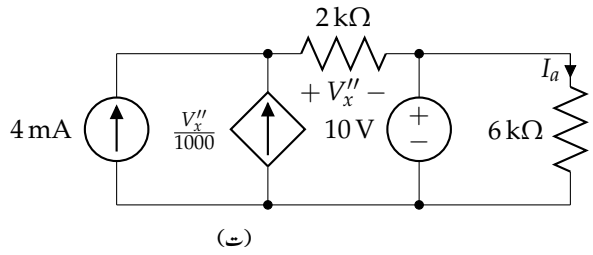
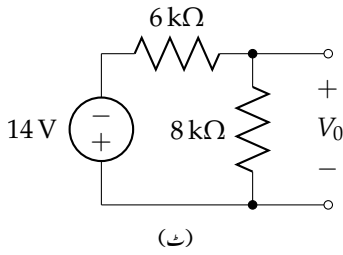
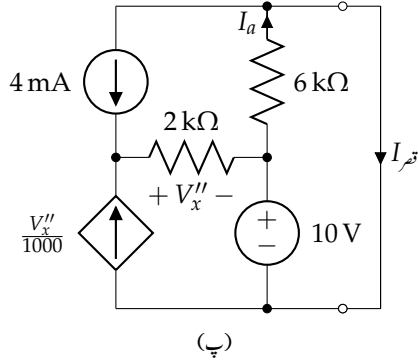
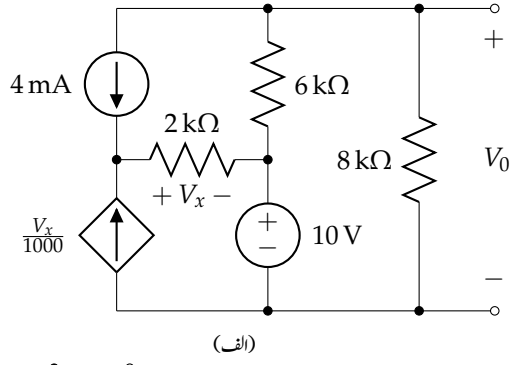
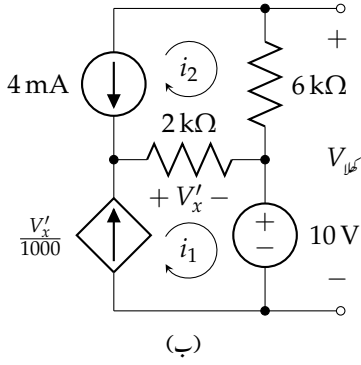
$$V_{\text{کھلا}} = 6000i_2 + 10 = 6000(-0.004) + 10 = -14 \text{ V}$$

لکھا جاسکتا ہے۔ تابع منبع کی موجودگی کی بنا پر تھونن مزاحمت حاصل کرنے کی خاطر قصر دور رو درکار ہوگی۔ شکل 5.36-ب کے برقی سر قصر دور کرتے ہوئے شکل-پ حاصل ہوتا ہے جسے شکل-ت کی طرز پر بنایا جاسکتا ہے۔ شکل-ت میں قصر I کی نشاندہی کرنا قدر مشکل کام ہے البتہ اس سے I_a نہایت آسانی سے

$$I_a = \frac{10 \text{ V}}{6 \text{ k}\Omega} = \frac{5}{3} \text{ mA}$$

حاصل ہوتی ہے۔ شکل 5.36-پ سے درج ذیل لکھا جاسکتا ہے۔

$$I_{\text{قصر}} = I_a - 4 \text{ mA} = \frac{5}{3} \text{ mA} - 4 \text{ mA} = -\frac{7}{3} \text{ mA}$$



شکل 5.36: مثال 5.16 کا دورہ

ان معلومات کو استعمال کرتے ہوئے

$$R_{\text{تھون}} = \frac{V_{\text{کھلا}}}{I_{\text{قصر}}} = \frac{-14 \text{ V}}{-\frac{7}{3} \text{ mA}} = 6 \text{ k}\Omega$$

حاصل ہوتا ہے جن کی مدد سے شکل-ب کا تھون مساوی دور حاصل کیا جاسکتا ہے جسے شکل-الف میں پُر کرنے سے شکل-ٹ حاصل ہوتا ہے۔ شکل-ٹ سے تقسیم دباؤ کے کلیے سے درج ذیل لکھا جاسکتا ہے۔

$$V_0 = -14 \left(\frac{8 \text{ k}\Omega}{8 \text{ k}\Omega + 6 \text{ k}\Omega} \right) = -8 \text{ V}$$

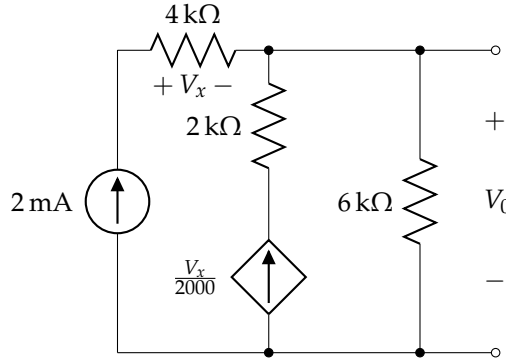
تھون ادوار حل کرنے کا قدم باقدم طریقہ

برقی بوجھ کو ہٹا کر کھلے سروں کے مابین دباؤ $V_{\text{کھلا}}$ حاصل کریں۔ تھون دباؤ حاصل کرتے وقت ادوار حل کرنے کے تمام طریقے بروئے کار لائے جاسکتے ہیں۔

کھلے سروں کے مابین تھون مزاحمت حاصل کریں۔ یہ مزاحمت حاصل کرتے وقت تین اقسام کے ادوار کا سامنا کرنا پڑ سکتا ہے۔ پہلی قسم کے ادوار میں صرف غیر تابع منبع استعمال کیا جاتا ہے۔ ان ادوار میں منبع دباؤ کو قصر دور اور منبع رو کو کھلے دور کرتے ہوئے تھون مزاحمت حاصل کی جاتی ہے۔ دوسری قسم کے ادوار میں صرف تابع منبع پائے جاتے ہیں۔ ان ادوار کے برقی سروں پر پینالٹی منبع دباؤ یا پینالٹی منبع رو نسب کرتے ہوئے برقی سروں پر دباؤ اور رو حاصل کی جاتی ہے۔ برقی سروں کی دباؤ تقسیم رو سے تھون مزاحمت حاصل ہوتی ہے۔ تیسری قسم کے ادوار میں تابع منبع اور غیر تابع منبع دونوں پائے جاتے ہیں۔ ان اقسام کے ادوار میں برقی سروں کو آپس میں قصر دور کرتے ہوئے قصر دور رو حاصل کی جاتی ہے۔ کھلے دور دباؤ تقسیم قصر دور رو کی شرح تھون مزاحمت دیتی ہے۔

سلسلہ وار جڑے کھلے دور دباؤ $V_{\text{کھلا}}$ اور تھون مزاحمت $R_{\text{تھون}}$ کے ساتھ بوجھ جوڑتے ہوئے بوجھ پر دباؤ اور اس کی رو حاصل کی جاتی ہے۔

مسئلہ نارٹن کے استعمال میں بالکل اسی طرح چلتے ہوئے آخری قدم پر متوازی جڑے قصر دور رو $I_{\text{قصر}}$ اور تھون مزاحمت $R_{\text{تھون}}$ کے ساتھ بوجھ جوڑتے ہوئے بوجھ کی دباؤ اور رو حاصل کی جاتی ہیں۔



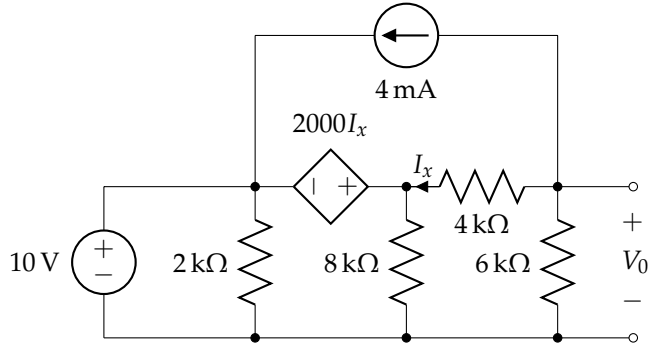
شکل 5.37: مشق 5.10 کا دور۔

مشق 5.10: شکل 5.37 میں مسئلہ تھونن کی مدد سے V_0 حاصل کریں۔

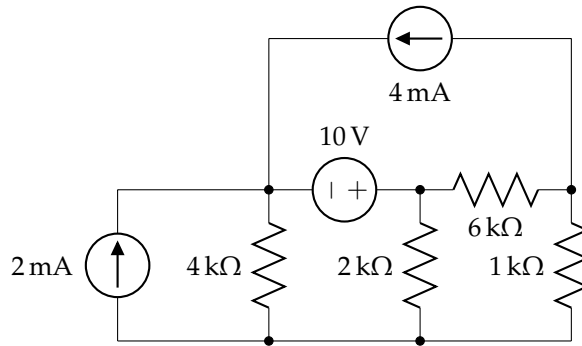
مشق 5.11: شکل 5.38 میں مسئلہ تھونن کی مدد سے V_0 حاصل کریں۔

مشق 5.12: شکل 5.39 میں مسئلہ تھونن کی مدد سے منبع دباؤ کی فراہم کردہ طاقت حاصل کریں۔

5.8 زیادہ سے زیادہ طاقت کی منتقل کرنے کا مسئلہ



شکل 5.38: مشق 5.11 کا دور۔



شکل 5.39: مشق 5.12 کا دور۔