

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 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 رواسعمال کرنے والے ادوار	3.8
154	تابع منبع استعمال کرنے والے ادوار	3.9
158	دائری ترکیب اور ترکیب جوڑکا 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 تھون، مسئلہ نارٹن اور مسئلہ تبادلہ منبع	5.4
223	تابع منبع استعمال کرنے والے ادوار	5.5

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۔

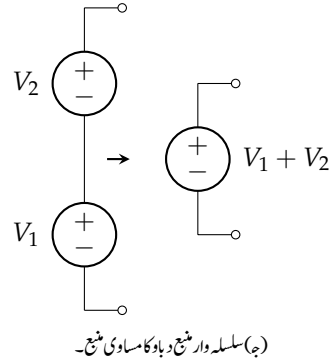
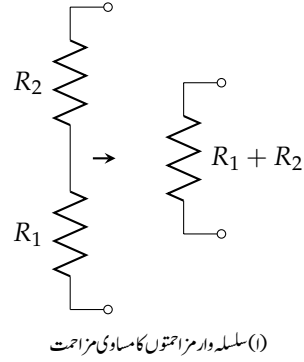
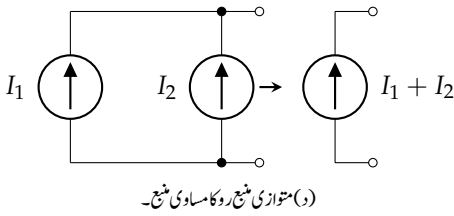
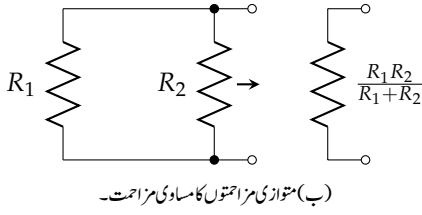
5.1 مساوی دور

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۔

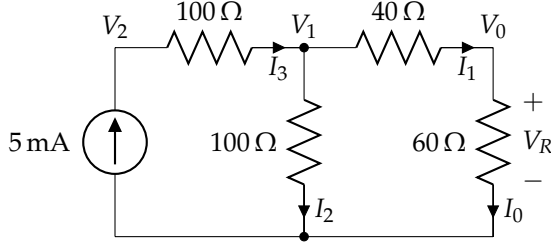
5.2 مسئلہ خطیت

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



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

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

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

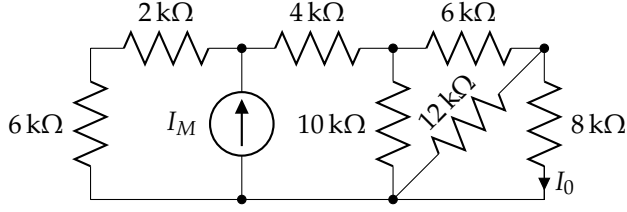
$$I_1 = I_0 = \frac{1}{60} \text{ A}$$

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

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

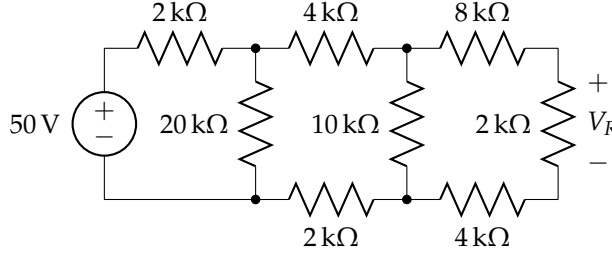
ہو گا۔ یوں $V_R = 1 \text{ V}$ تصور کرتے ہوئے منبع کی رو $\frac{1}{30} \text{ A}$ متوقع ہے۔

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۔

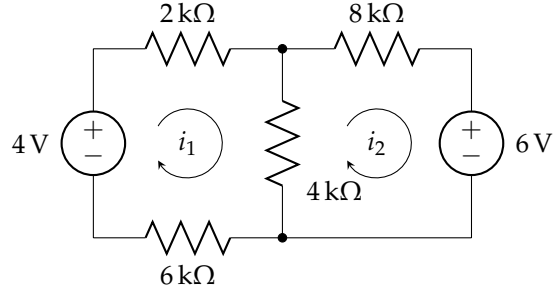
$$-4 + 2000i_1 + 4000(i_1 - i_2) + 6000i_1 = 0$$

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

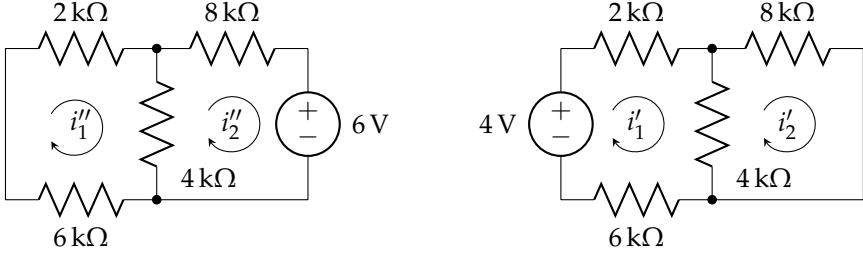
ان کا حل درج ذیل ہے۔

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

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



(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۔

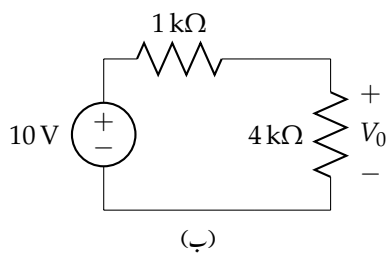
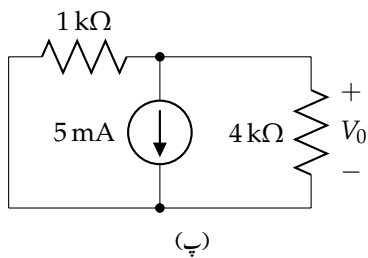
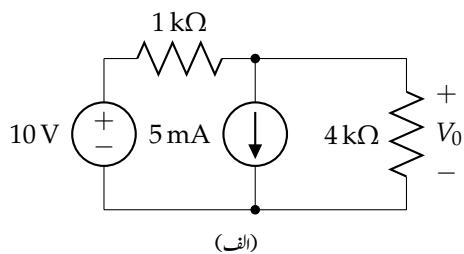
مساوات 5.1 ان ادوار کو ظاہر کرتی ہے جن میں صرف منبع دباؤ پائے جاتے ہوں۔ آپ اسی ترکیب کو استعمال کرتے ہوئے منبع رو کے اثرات کو بھی شامل کر سکتے ہیں۔

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۔

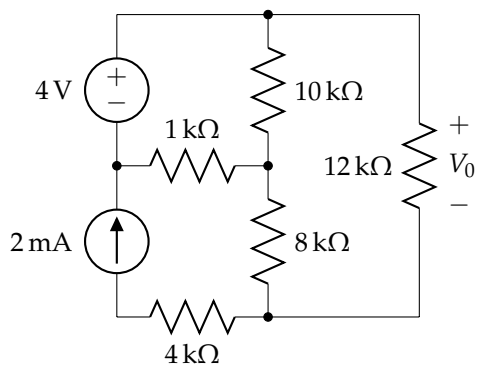
مثال 5.2: شکل 5.6 میں منبع دباؤ اور منبع رو کے انفرادی نافذ دباؤ حاصل کرتے ہوئے کل V_0 حاصل کریں۔

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۔

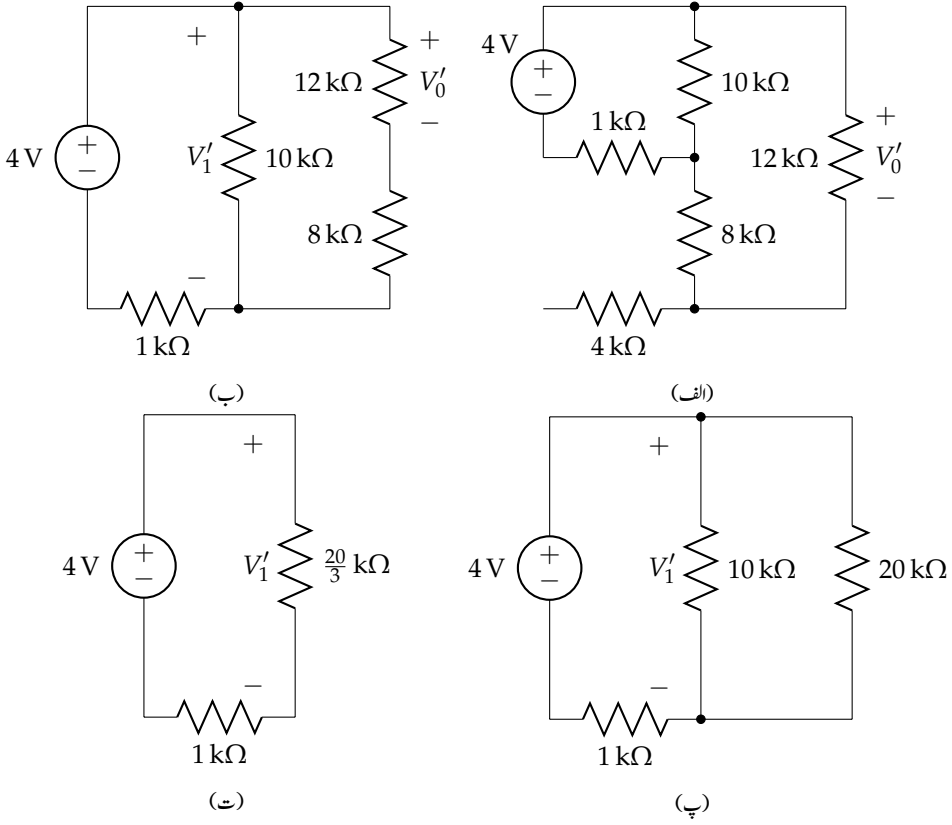
حل: شکل 5.8-الف میں منبع رو کو کھلے دور کیا گیا ہے تاکہ منبع دباؤ سے پیدا دباؤ کا حصہ دریافت کریں۔ شکل 5.8-ب میں شکل کو قدر مختلف صورت دی گئی ہے۔ چونکہ $4\text{ k}\Omega$ کا ایک سرا کہیں نہیں جڑا لہذا اس کا بقایا دور پر کوئی اثر نہیں ہوگا اور اسی لئے اس کو شکل-ب میں نہیں دکھایا گیا ہے۔



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-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۔

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

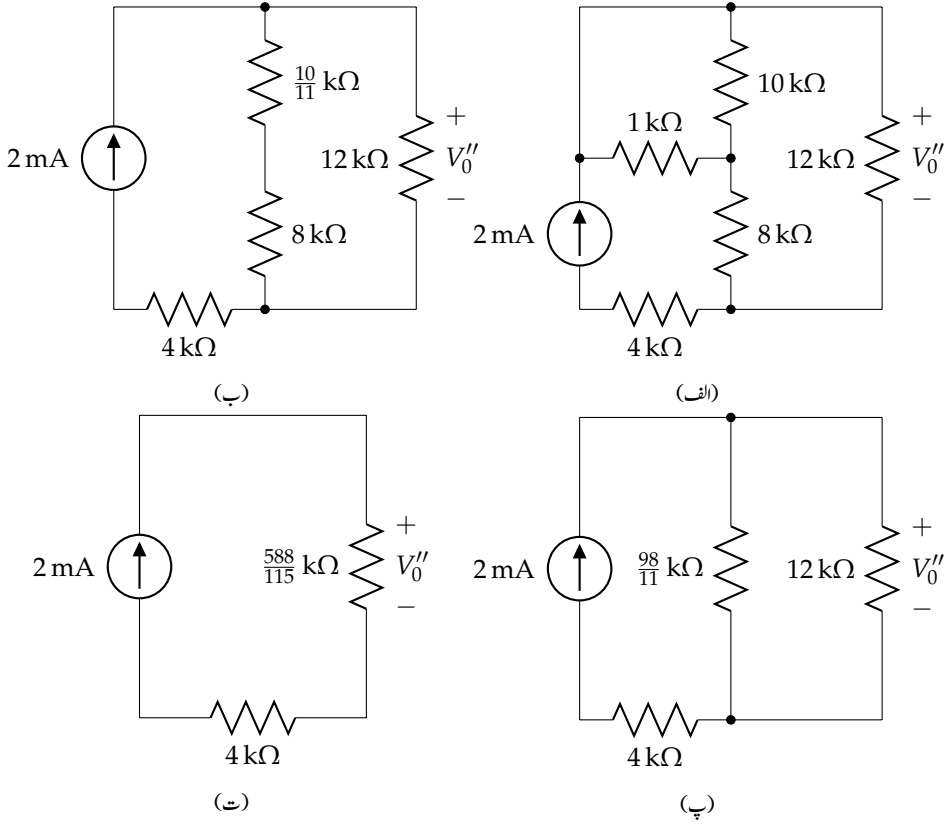
آئیں اب منبع دباؤ کو قصر دور کرتے ہوئے حل کریں۔ شکل 5.9-الف میں منبع دباؤ کو قصر دور کیا گیا ہے۔ آپ دیکھ سکتے ہیں کہ $1\text{ k}\Omega$ اور $10\text{ k}\Omega$ متوازی جڑے ہیں لہذا ان کی جگہ $\frac{1\text{ k}\Omega \times 10\text{ k}\Omega}{1\text{ k}\Omega + 10\text{ k}\Omega} = \frac{10}{11}\text{ k}\Omega$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

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

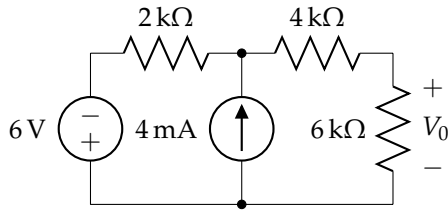
یوں دونوں منبع کی موجودگی میں جواب درج ذیل ہوگا۔

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

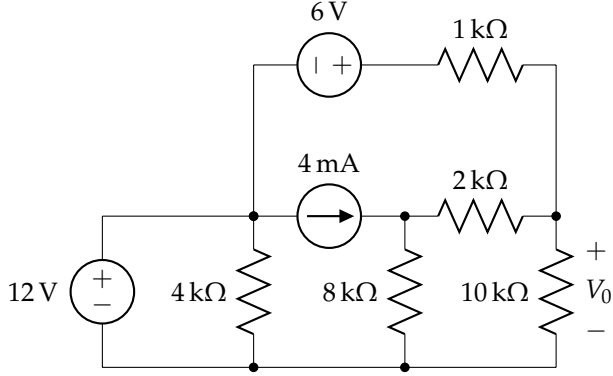
مسئلہ نفاذ سے متعدد منبع استعمال کرنے والے ادوار حل کرتے ہوئے ضروری نہیں کہ تمام منبع کے انفرادی نافذ حصوں کو علیحدہ علیحدہ جانا جائے۔ یوں بھی ممکن ہے کہ منبع کے گروہ بناتے ہوئے باری باری ایک ایک گروہ کے مجموعی نافذ دباؤ یا رو دیکھیں جائیں اور آخر میں تمام کا مجموعہ لیا جائے۔ مسئلہ نفاذ سے دور میں کسی 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 $\frac{V^2}{T}$ 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۔

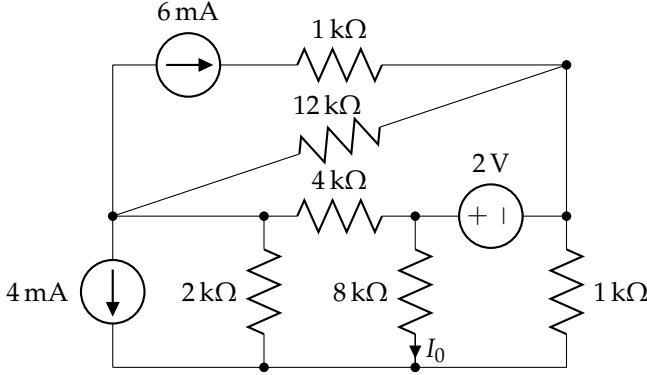


شکل 5.11: مشق 5.4 کا دور۔

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۔

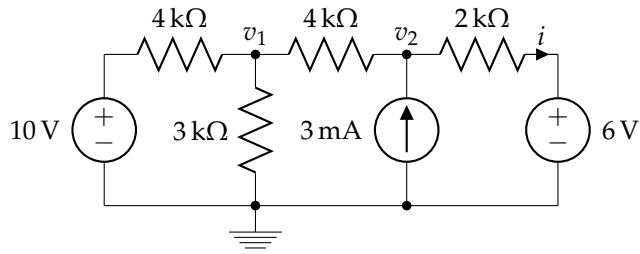
مشق 5.6: شکل 5.13 میں 6 V منبع کے اثر کو ختم کرتے ہوئے 10 V اور 3 mA منبع کا مجموعی نافذ رو i' حاصل کریں۔ اب اکیلے 6 V منبع کا اسی مزاحمت میں نافذ رو i'' دریافت کریں۔ دونوں جوابات سے تینوں منبع سے پیدا مجموعی رو $i = i' + i''$ دریافت کریں۔

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۔

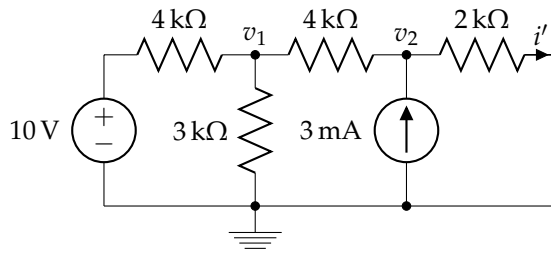
5.4 مسئلہ تھونن، مسئلہ نارٹن اور مسئلہ متبادلہ منبع

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

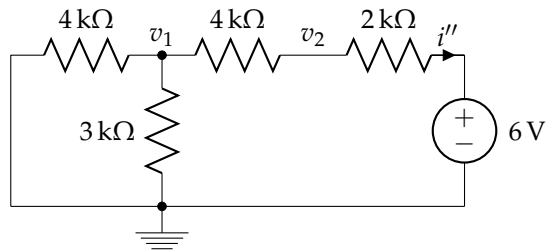
$$\begin{aligned} \frac{v_1 - 10}{4000} + \frac{v_1}{3000} + \frac{v_1 - v_2}{4000} &= 0 \\ \frac{v_2 - v_1}{4000} - 0.003 + \frac{v_2 - v_3}{2000} &= 0 \\ \frac{v_3 - v_2}{2000} + \frac{v_3}{6000} + \frac{v_3 + 2}{8000} &= 0 \end{aligned}$$



(الف)



(ب)



(پ)

شکل 5.13: مشتق 5.6 کا دورہ

ہوئے حل کرنے سے درج ذیل حاصل ہوتے ہیں۔

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

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

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

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 5.14-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 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

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

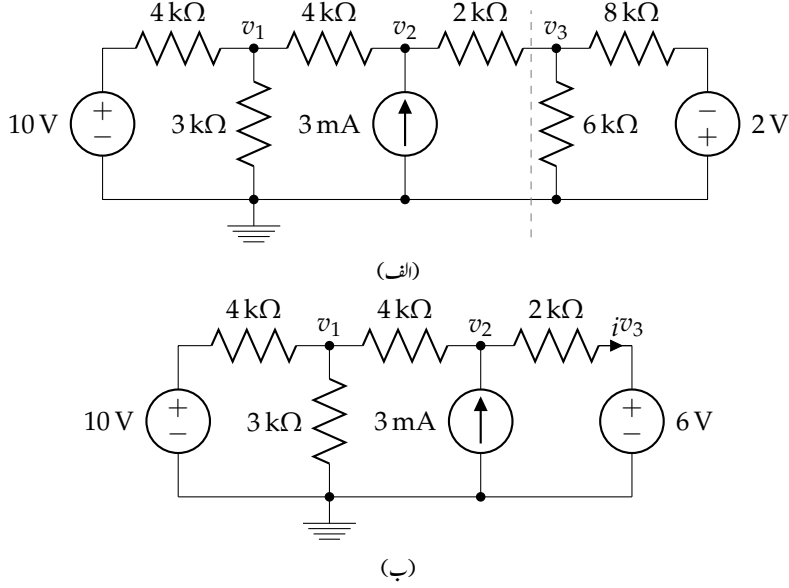
$$v_2 = 10 \text{ V}$$

حاصل ہوتے ہیں۔ آپ نے دیکھا کہ شکل-ب کے دباؤ 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 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 5.14-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 ہیں جہاں چار کلو اوہم اور تین کلو اوہم متوازی $3 \text{ k}\Omega \parallel 4 \text{ k}\Omega$ جڑے ہیں۔ متوازی جڑے مزاحمت اذ 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

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



شکل 5.14: مسئلہ تھونن سمجھنے کا دور۔

ہو گا جسے تھونن مزاحمت³ کہتے ہیں۔

آئیں ان حقائق کو سامنے رکھتے ہوئے مسئلہ تھونن⁴ اور مسئلہ نارٹن⁵ سیکھیں۔ ساتھ ہی ساتھ مسئلہ تبادلہ منبع⁶ 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 ظاہر کیا جاسکتا ہے۔ اس دور کو مساوی تھونن دور کہا جائے گا۔ اسی طرح مسئلہ نارٹن کہتا ہے کہ کسی بھی خطی دور کو متوازی جڑے ایک عدد منبع اور ایک عدد مزاحمت سے ظاہر کیا جاسکتا ہے۔ اس دور کو مساوی نارٹن دور کہا جائے گا۔

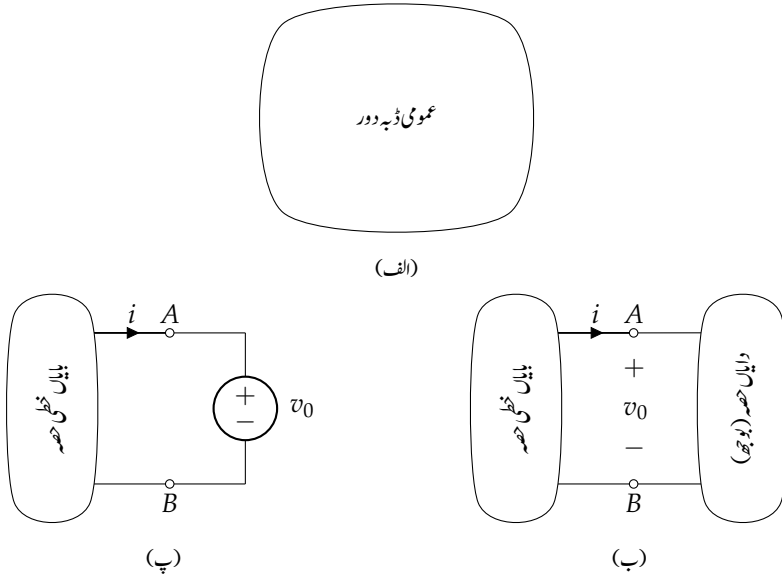
شکل 5.15- الف میں عمومی ڈبہ دور دکھایا گیا ہے۔ اس کو دو حصوں میں تقسیم کرتے ہوئے شکل- ب حاصل ہوتا ہے۔ شکل- ب میں بائیں حصے کے مساوی تھونن دور اور مساوی نارٹن دور حاصل کیے جائیں گے۔ بائیں حصہ خطی ہونا ضروری ہے۔ دایاں حصہ خطی یا غیر خطی ہو سکتا ہے۔ دائیں حصے کو برقی بوجھ تصور کیا جائے گا۔ یہ حصے دو تاروں 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

³Thevenin Resistance

⁴Thevenin theorem

⁵Norton theorem

⁶Source Transformation theorem



شکل 5.15: مسئلہ تھونن کا عمومی دور۔

مساوی تھونن 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 تھونن (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 5.15-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 5.16-الف میں دکھایا گیا ہے، i' حاصل کرتے وقت بیرونی منبع کو قصر دور کیا جاتا ہے لہذا اس رو کو قصر i کہا جائے گا۔

(5.3)

$$i' = i \text{ قصر}$$

اسی طرح جیسا شکل 5.16-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 تھون R نظر آئے گا لہذا درج ذیل ہوگی۔

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

شکل 5.16-الف اور شکل 5.16-ب میں رو کی سمتوں کو دیکھتے ہوئی $i = i' - i''$ لکھا جاسکتا ہے۔

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

لکھا جاسکتا ہے۔

مساوات 5.5 عمومی مساوات ہے جس میں $i_{\text{قصر}}$ اور تھون R صرف بائیں ڈبہ دور پر منحصر ہیں جبکہ v_0 اور i پر دایاں ڈبہ دور بھی اثر انداز ہوتا ہے۔ یوں اگر شکل 5.15-ب میں بائیں ڈبہ دور تبدیل نہ کیا جائے تب $i_{\text{قصر}}$ اور تھون R 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 5.17 میں کھلے دور کی صورت حال دکھائی گئی ہے۔ اس طرح مساوات 5.5 میں مساوات 5.6 پُر کرتے ہوئے

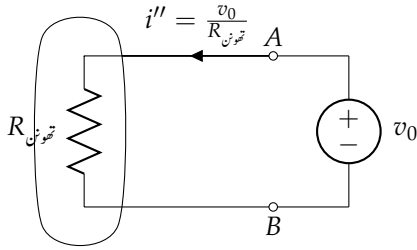
$$0 = i_{\text{قصر}} - \frac{v_{\text{کھلا}}}{R_{\text{تھون}}}$$

یعنی

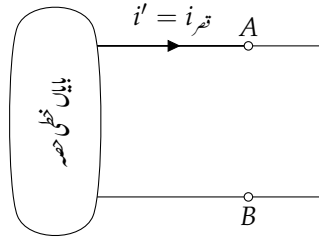
$$(5.7) \quad i_{\text{قصر}} = \frac{v_{\text{کھلا}}}{R_{\text{تھون}}} \quad \text{مسئلہ متبادلہ منبع}$$

یا

$$(5.8) \quad v_{\text{کھلا}} = i_{\text{قصر}} R_{\text{تھون}} \quad \text{مسئلہ متبادلہ منبع}$$

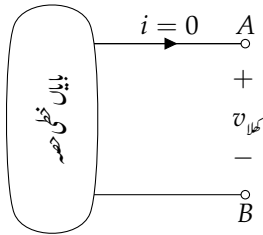


(ب)



(الف)

شکل 5.16: رو کو مسئلہ نفاذ سے دو حصوں میں تقسیم کیا جاسکتا ہے۔



شکل 5.17: کھلے دور سروں پر صفر رو اور تھونن دبا پائی جاتی ہے۔

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

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

حاصل ہوتا ہے۔

مساوات 5.5 مسئلہ نارٹن⁸⁷ بیان کرتی ہے جسے شکل 5.18-الف میں دکھایا گیا ہے جبکہ مساوات 5.9 مسئلہ تھونن¹⁰⁹ بیان کرتی ہے جسے شکل 5.18-ب میں دکھایا گیا ہے۔ مساوات 5.7 مسئلہ متبادلہ منبع¹¹ بیان کرتی ہے۔

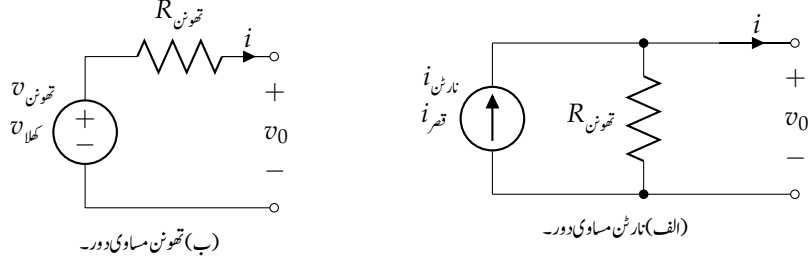
⁷ ایڈورڈ لوری نارٹن اور ہنس فرڈینانڈ میئر نے اس مسئلے کو علیحدہ علیحدہ 1926 میں اخذ کیا۔

Norton Theorem⁸

⁹ کیوں شارلس تھونن نے 1883 میں اور ہرمن لڈوگ فرڈینانڈ ون بلیم ہولٹز نے 1853 میں اس مسئلے کو علیحدہ علیحدہ اخذ کیا۔

Thevenin Theorem¹⁰

Source Transformation Theorem¹¹



شکل 5.18: تھون اور نارٹن مساوی ادوار۔

شکل 5.18-الف کی کرخوف مساوات دباو اور شکل 5.18-ب کے بالائی جوڑ پر کرخوف مساوات رو درج ذیل ہیں۔

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

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

ان کا مساوات 5.5 اور مساوات 5.6 سے موازنہ کرنے سے صاف ظاہر ہے کہ شکل 5.18-الف اور شکل 5.18-ب انہیں مساوات کو ظاہر کرتے ہیں۔

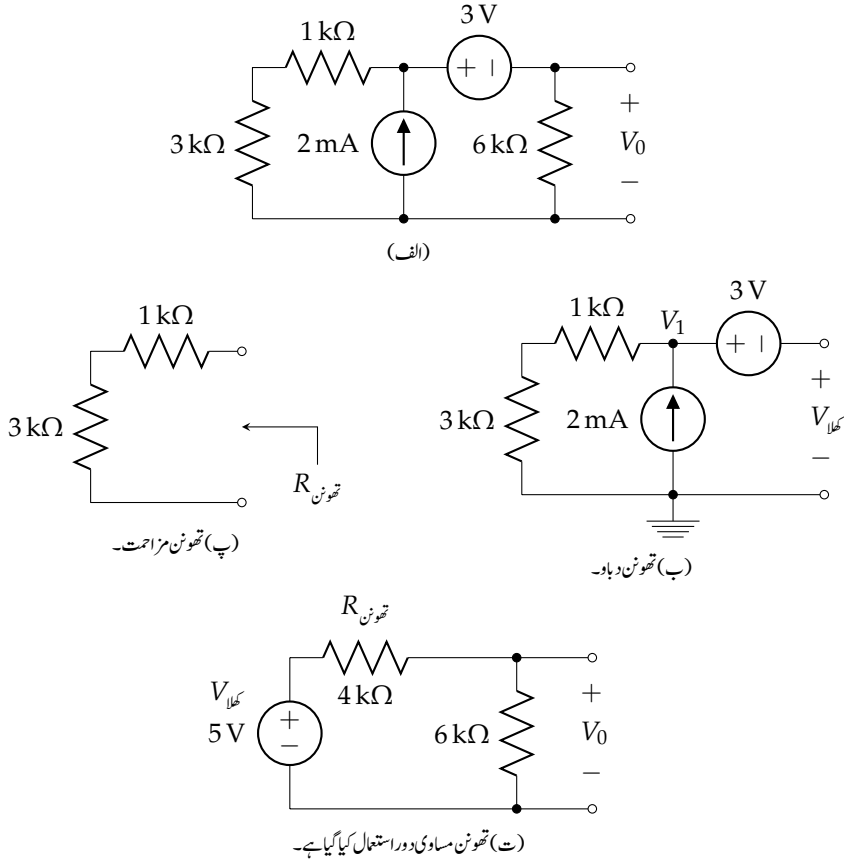
یوں کسی بھی دور کو شکل 5.18-الف کا تھون مساوی دور یا شکل 5.18-ب کا نارٹن مساوی دور ظاہر کر سکتا ہے۔ نارٹن مساوی دور میں منبع رو کو نارٹن i یعنی نارٹن دو¹² بھی پکارا جاتا ہے۔ اسی طرح تھون مساوی دور میں منبع دباو کو تھون v یعنی تھون دباو¹³ بھی پکارا جاتا ہے۔

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

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

مثال 5.4: شکل 5.19-الف میں مسئلہ تھون استعمال کرتے ہوئے V_0 حاصل کریں۔

¹² norton current
¹³ thevenin voltage



شکل 5.19: مثال 5.4 کا دور۔

حل: اس دور کو حل کرنے کی خاطر ہم $6\text{ k}\Omega$ کے علاوہ بقایا دور کا تھون 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 تھون مساوی دور درکار ہے۔ اس دور کے کھلے سروں پر $V_{\text{کھلا}}$ پایا جاتا ہے۔ پچلی 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

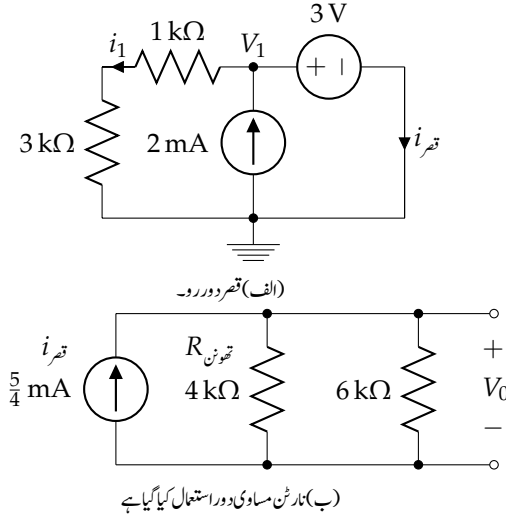
$$R_{\text{تھون}} = 4\text{ k}\Omega$$

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 پلے سے بوجھ پر دباو درج ذیل لکھا جاسکتا ہے۔

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

مثال 5.5: شکل 5.19-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 5.19-الف میں $6\text{ k}\Omega$ کو بوجھ سمجھتے ہوئے بقایا دور، جسے شکل 5.19-ب میں دکھایا گیا ہے، کا نارٹن مساوی دور حاصل کیا جائے گا۔



شکل 5.20: مثال 5.5 کا دور۔

نارٹن مساوی دور میں تھون R کے ساتھ ساتھ i بھی درکار ہے۔ تھون مزاحمت کو گزشتہ مثال میں حاصل کیا گیا ہے لہذا صرف قصر دور رو معلوم کرنا باقی ہے۔ شکل 5.19-ب کو قصر دور کرتے ہوئے شکل 5.20-الف میں دکھایا گیا ہے جس سے i حاصل کرتے ہیں۔ دور کو دیکھتے ہوئے

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

اور یوں

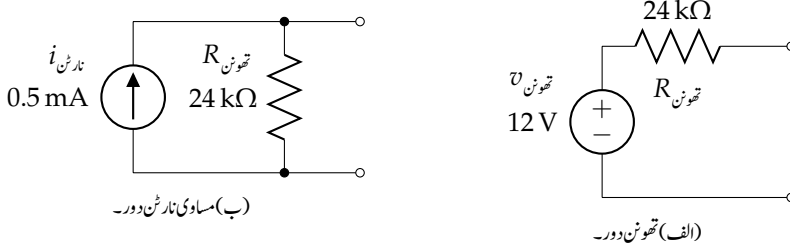
$$i_1 = \frac{3 \text{ V}}{1 \text{ k}\Omega + 3 \text{ k}\Omega} = \frac{3}{4} \text{ mA}$$

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

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

نارٹن دور کے متغیرات استعمال کرتے ہوئے شکل 5.20-ب حاصل ہوتا ہے جہاں منبع رو کے متوازی مزاحمتوں کا مساوی

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



شکل 5.21: مثال 5.6 کا مساوی تھونن دور۔

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

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

پیدا ہو گا۔

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

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

مثال 5.6: شکل 5.21-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 $v_{\text{کھلا}}$ اور $R_{\text{تھونن}}$ سے نارٹن دور میں استعمال ہونے والا متغیر $i_{\text{قصر}}$ حاصل کیا جاسکتا ہے۔ اسی طرح اسی مساوات کی مدد سے نارٹن دور میں استعمال ہونے والے متغیرات $i_{\text{قصر}}$ اور $R_{\text{تھونن}}$ سے تھونن دور کا متغیر $v_{\text{کھلا}}$ حاصل کیا جاسکتا ہے۔ دونوں ادوار میں $R_{\text{تھونن}}$ کی قیمت یکساں ہے۔

مساوات 5.8 استعمال کرتے ہوئے

$$i_{\text{تھون}} = \frac{v_{\text{کھلا}}}{R} = \frac{12 \text{ V}}{24 \text{ k}\Omega} = 0.5 \text{ mA}$$

حاصل ہوتا ہے جسے استعمال کرتے ہوئے شکل 5.21-ب کا مساوی نارٹن دور حاصل ہوتا ہے۔

مثال 5.7: شکل 5.22-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 5.22 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 $v_{\text{تھون}} = 8 \text{ V}$ اور $R_{\text{تھون}} = 2 \text{ k}\Omega$ لیتے ہوئے مساوات 5.7 کی مدد سے

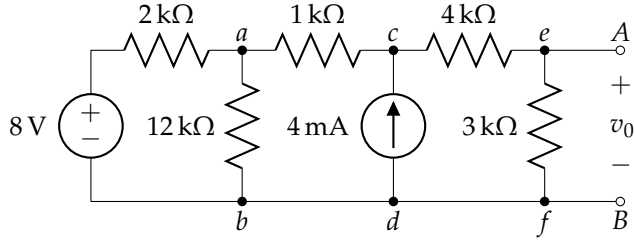
$$i_{\text{نارٹن}} = \frac{8 \text{ V}}{2 \text{ k}\Omega} = 4 \text{ mA}$$

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۔

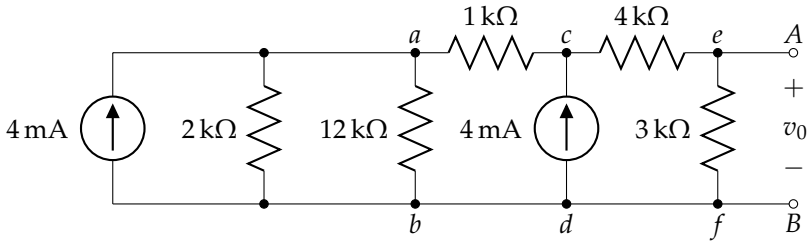
شکل-پ میں 4 mA کو نارٹن i اور $\frac{12}{7} \text{ k}\Omega$ کو تھون R تصور کیا جاسکتا ہے۔ ان دو اجزاء کے نارٹن دور کا مساوی تھون دور حاصل کرنے کی خاطر مساوات 5.7 کی مدد سے

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

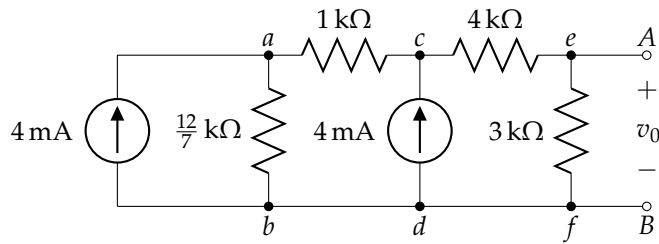
حاصل کیا جاتا ہے۔ شکل-پ میں 4 mA اور $\frac{12}{7} \text{ k}\Omega$ کے نارٹن دور کی جگہ $\frac{48}{7} \text{ V}$ اور $\frac{12}{7} \text{ k}\Omega$ کا تھون دور نسب کرنے سے شکل-ت حاصل ہوتا ہے۔ شکل-ت میں سلسلہ وار جڑے $\frac{12}{7} \text{ k}\Omega$ اور $1 \text{ k}\Omega$ کی جگہ ان کا مساوی $\frac{19}{7}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



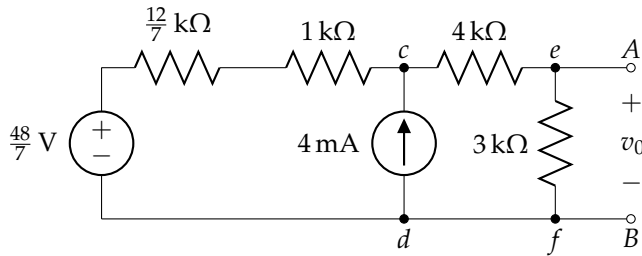
(الف)



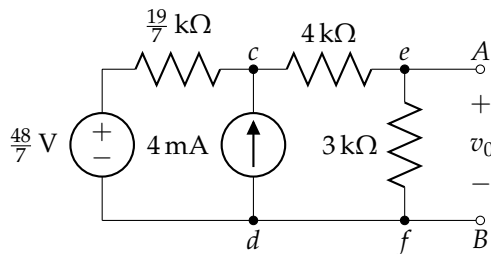
(ب)



(پ)



(ت)



(ث)

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 5.23-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 5.23-ب میں متوازی منبع کی جگہ ان کی مجموعی قیمت کا منبع نسب کیا گیا ہے۔

شکل 5.23-ب میں $\frac{124}{19} \text{ mA}$ اور $\frac{19}{7} \text{ k}\Omega$ نارٹن دور کی جگہ ان کا مساوی تھون دور نسب کرنے سے شکل-پ حاصل ہوتا ہے جس میں $\frac{19}{7} \text{ k}\Omega$ اور $4 \text{ k}\Omega$ سلسلہ وار جڑے ہیں جن کا مساوی $\frac{47}{7} \text{ k}\Omega$ ہے۔ شکل 5.23-ت میں یہی مساوی مزاحمت دکھایا گیا ہے۔

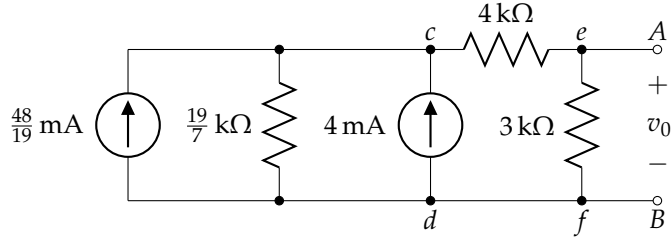
شکل-ت میں $3 \text{ k}\Omega$ بوجھ ہے جبکہ بقایا تھون مساوی ہے۔ تقسیم دباؤ سے بوجھ پر دباؤ درج ذیل حاصل ہوتا ہے۔

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

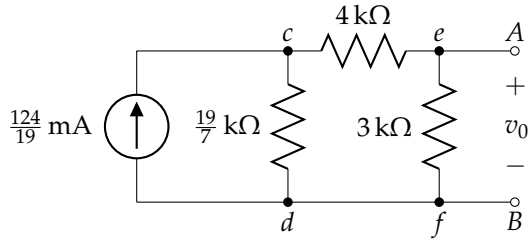
مثال 5.8: گزشتہ مثال کا تھون دور دوبارہ حاصل کرتے ہیں۔ اس مرتبہ دور کو ایسی جگہوں پر نکالنے کے لئے ہوتے ہوئے حل کرتے ہیں کہ جواب جلد حاصل ہو۔ شکل 5.24 میں دور کو دوبارہ پیش کیا گیا ہے۔

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

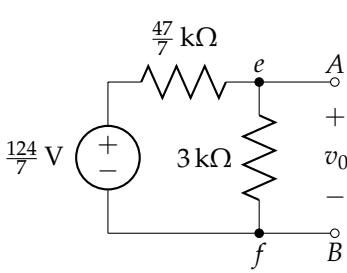
$$v_{\text{کل}} = v_{cd} = v_{ab} = \frac{8 \times 12000}{12000 + 2000} = \frac{48}{7} \text{ V}$$



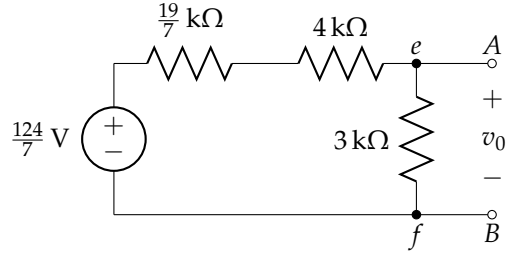
(الف)



(ب)

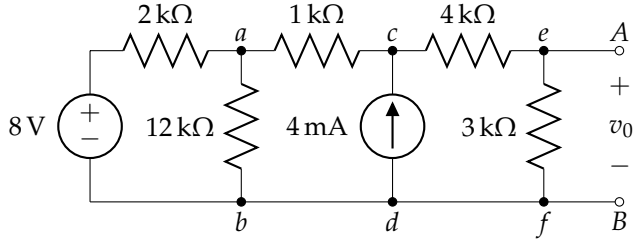


(ت)

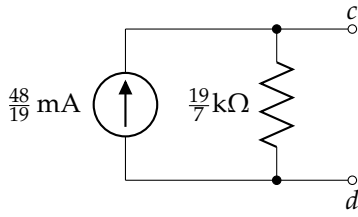


(پ)

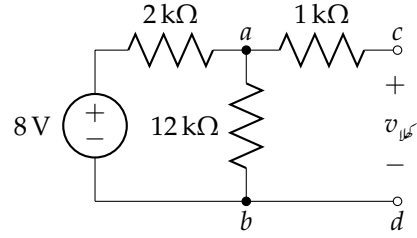
شکل 5.23: مثال 5.7 حل کرتے ہوئے حاصل کئے گئے ادوار۔



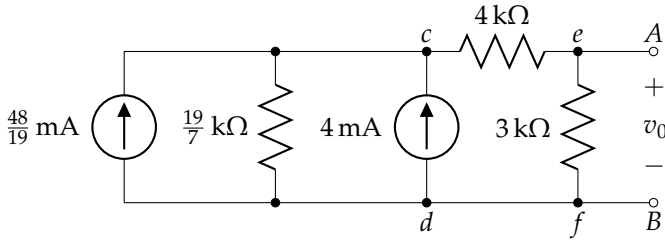
(الف)



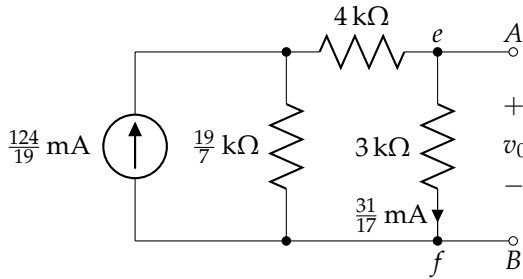
(پ)



(ب)



(ت)



(ث)

شکل 5.24: مثال 5.8 حل کرتے ہوئے حاصل کئے گئے ادوار۔

ہوگا اور cd سے دیکھتے ہوئے تھونن مزاحمت

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

ہوگا۔ ان قیمتوں کو استعمال کرتے ہوئے مساوات 5.7 سے

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

ملتا 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

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

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

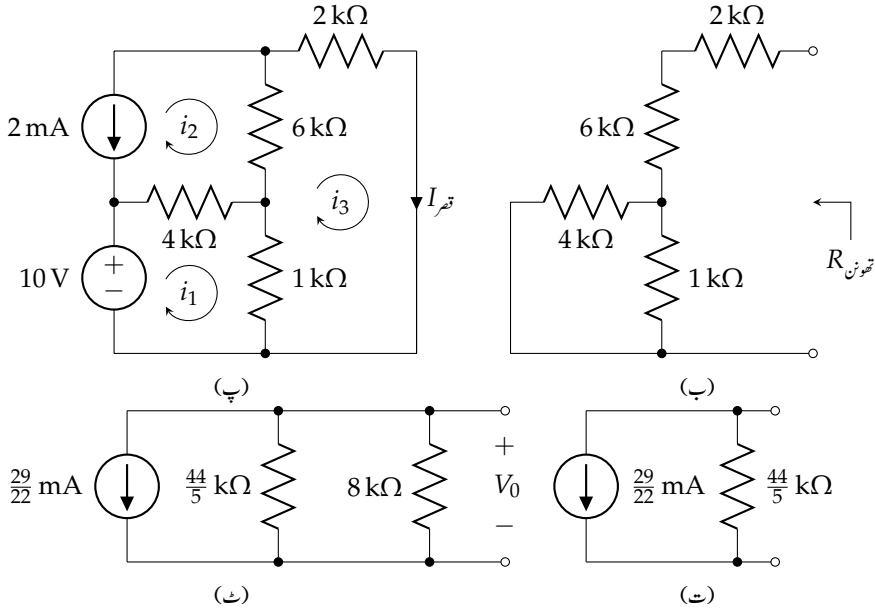
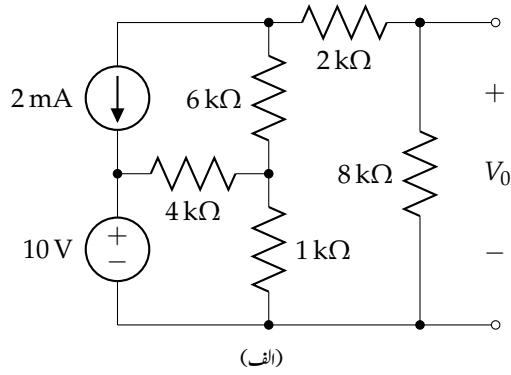
$$\frac{124}{19} \text{ mA} \left(\frac{\frac{19}{7} \text{ k}\Omega}{\frac{19}{7} \text{ k}\Omega + 4 \text{ k}\Omega + 3 \text{ k}\Omega} \right) = \frac{31}{17} \text{ mA}$$

جسے شکل 5.24-ٹ میں دکھایا گیا ہے۔ تین کلو بوجھ پر دباو درج ذیل ہے۔

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

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 5.9: شکل 5.25-الف میں مسئلہ نارٹن کی مدد سے V_0 حاصل کریں۔



شکل 5.25: مثال 5.9 کا دورہ

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 تھونن مزاحمت حاصل کرنے کی خاطر منبع رو کو کھلے دور اور منبع دباؤ کو قصر دور کرتے ہوئے شکل 5.25- ب حاصل ہوتا ہے۔ اس کو دیکھ کر

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

لکھا جاسکتا ہے۔

قصر دور رو یعنی نارٹن رو حاصل کرنے کی خاطر $8 \text{ k}\Omega$ بوجھ کو قصر دور کرتے ہوئے شکل 5.25- پ حاصل کرتے ہیں جس سے درج ذیل مساوات لکھے جاسکتے ہیں۔

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

$$i_2 = -0.002$$

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

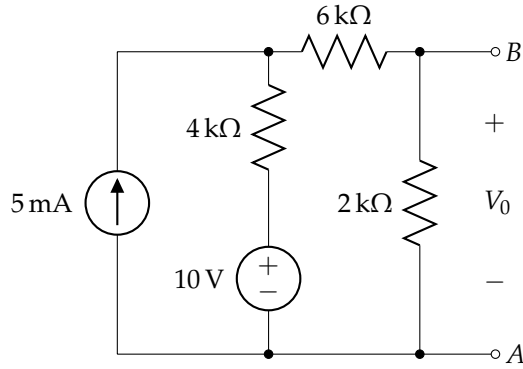
درج بالا مساوات کو حل کرنے سے

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

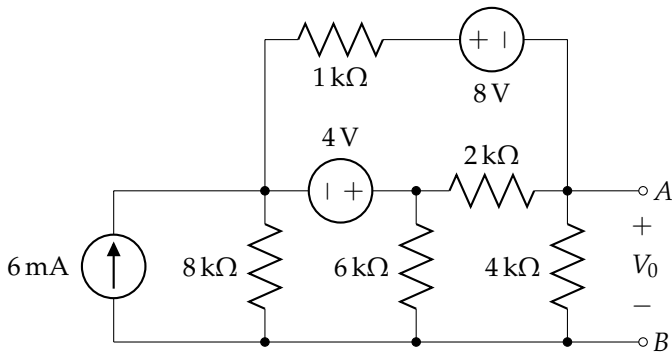
حاصل ہوتا ہے۔ تھونن مزاحمت اور نارٹن رو جانتے ہوئے $8 \text{ k}\Omega$ بوجھ کے علاوہ 5.25- الف کے بقایا دور کا مساوی نارٹن دور شکل 5.25- ت میں دکھایا گیا ہے جہاں نارٹن رو کی قیمت منفی ہونے کی بنا پر اسے الٹ سمت میں دکھایا گیا ہے۔ نارٹن مساوی دور کے ساتھ $8 \text{ k}\Omega$ بوجھ جوڑنے سے شکل- ٹ حاصل ہوتی ہے۔ اس شکل کو دیکھ کر درکار دباؤ درج ذیل لکھی جاسکتی ہے۔

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

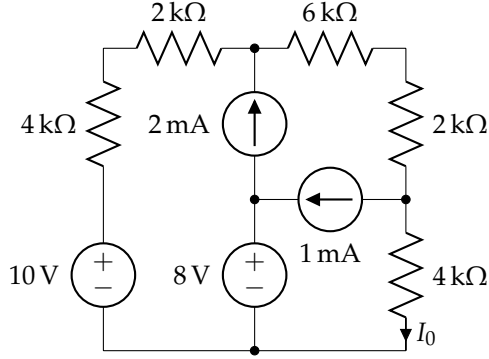
مشق 5.7: شکل 5.26 میں دور دکھایا گیا ہے جسے مسئلہ تھونن سے حل کرتے ہوئے V_0 حاصل کریں۔



شکل 5.26: مشق 5.7 کا دورہ



شکل 5.27: مشق 5.8 کا دورہ

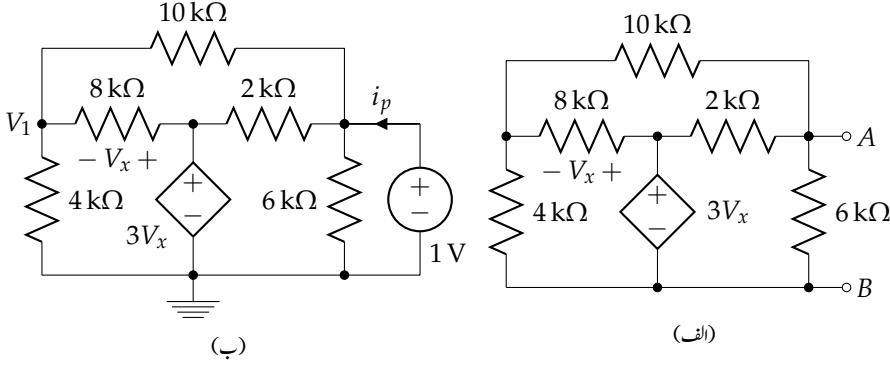


شکل 5.28: مشق 5.9 کا دور۔

مشق 5.8: شکل 5.27 کو تھونن مساوی دور سے حل کرتے ہوئے V_0 حاصل کریں۔

مشق 5.9: مسئلہ نارٹن کی مدد سے شکل 5.28 میں I_0 حاصل کریں۔

حل:



شکل 5.29: مثال 5.10 کا دور۔

5.5 تابع منبع استعمال کرنے والے ادوار

صرف تابع منبع استعمال کرنے والے ادوار کا تھونن یا نارٹن مساوی دور صرف تھونن 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 تھونن دباؤ اور نارٹن رو صفر حاصل ہوتی ہیں۔ تابع منبع استعمال کرنے والے ادوار کا تھونن 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 رو i_p حاصل کی جاتی ہے۔ مزاحمت کی تعریف سے تھونن مزاحمت درج ذیل لکھی جاتی ہے۔

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

آئیں چند مثال دیکھیں۔

مثال 5.10: شکل 5.29-الف میں تابع منبع دباؤ پایا جاتا ہے۔ اس دور کا مساوی تھونن دور حاصل کریں۔

حل: شکل 5.29-ب میں برقی سرورں AB پر پیمائشی دباؤ لاگو کرتے ہوئے i_p حاصل کرتے ہیں۔ پیمائشی دباؤ کی قیمت کچھ بھی چینی جاسکتی ہے۔ ہم نے $v_p = 1 \text{ V}$ چنا ہے۔ ٹچلی جوڑ کو زمین چنتے ہوئے درج ذیل مساوات لکھے جاسکتے ہیں

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

$$V_x = 3V_x - V_1$$

جن سے

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

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

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

$$i_p = \frac{1 - \frac{8}{23}}{10000} + \frac{1 - 3 \times \frac{4}{23}}{2000} + \frac{1}{6000} = \frac{65}{138} \text{ mA}$$

تھون مزاحمت درج ذیل ہو گا۔

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