

برقی ادوار

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

عنوان

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

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 تھون، مسئلہ نارٹن اور مسئلہ متبادلہ 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
239	زیادہ سے زیادہ طاقت منتقل کرنے کا مسئلہ	5.8
247	برق گیر اور امالہ گیر	6
247	برق گیر	6.1
261	امالہ گیر	6.2
270	برق گیر اور امالہ گیر کے خصوصیات	6.3
273	سلسلہ وار جڑے برق گیر	6.4
277	متوازی جڑے برق گیر	6.5
281	سلسلہ وار امالہ گیر	6.6
283	متوازی امالہ گیر	6.7
287	حسابی ایپلیفائر کے RC ادوار	6.8
288	تفرق کار	6.9
293	عارضی رد عمل	7
293	تعارف	7.1
293	ایک درجی ادوار	7.2

295	7.2.1 رد عمل کی عمومی مساوات
321	7.3 دھڑکن
328	7.4 دو درجی ادوار
359	8 تجزیہ برقرار حال
359	8.1 مخلوط اعداد
364	8.2 سائن نمائندگی
373	8.3 سائن نما اور مخلوط جبری تفاعل
381	8.4 دوری سمتیہ
386	8.5 مزاحمت، امالہ گیر اور برقی گیر کے انفرادی دوری سمتیہ تعلق
396	8.6 برقی رکاوٹ اور برقی فراوانی
409	8.7 دوری سمتیہ کے اشکال
419	8.8 کر خوف مساوات
424	8.9 تجزیاتی تراکیب
443	9 برقرار برقی طاقت
443	9.1 لمبائی طاقت
446	9.2 اوسط طاقت
453	9.3 زیادہ سے زیادہ اوسط طاقت منتقل کرنے کا مسئلہ
463	9.4 موثر قیمت
472	9.5 جزو طاقت
476	9.6 مخلوط طاقت
484	9.7 جزو طاقت کی درستی
489	9.8 برقی چھٹکا
491	9.9 نم زمین
492	9.10 ایک دور کا نظام
497	9.11 حفاظتی تدابیر
499	10 مقناطیسی جڑے ادوار
499	10.1 مشترکہ امالہ
517	10.2 مشترکہ امالہ میں توانائی کا ذخیرہ
523	10.3 کامل ٹرانسفارمر
547	11 تین دوری نظام
547	11.1 تین دوری ستارہ دیاو
553	11.2 ستارہ ستارہ (YY) جوڑ
561	11.3 تین دوری ٹکونی (Δ) دیاو
566	11.4 ٹکونی بوجھ
571	11.5 طاقت کے کلیات
580	11.6 جزو طاقت کی درستی

585	12	تعددی رد عمل
596	12.1	جال
598	12.2	صفر اور قطب
601	12.3	سائن نمائندگی تجزیہ
601	12.3.1	یوڈا خطوط
622	12.4	گنگی ادوار
656	12.5	جھلنی
669	13	لاپلاس بدل
669	13.1	تعریف
670	13.2	تفاعل یکتائی
677	13.3	لاپلاس بدل کی جوڑیاں
681	13.4	خواص البدل
686	13.5	الٹ لاپلاس بدل کا حصول
687	13.5.1	جزوی کسری پھیلاؤ
698	13.6	تکمل الجھاؤ
702	13.7	مسئلہ ابتدائی قیمت اور مسئلہ اختتامی قیمت
707	14	ادوار کا حل بذریعہ لاپلاس بدل
707	14.1	ادوار کا حل
709	14.2	پرزوں کے مساوی لاپلاسی ادوار
713	14.3	تجزیاتی ترکیب
733	14.4	تبادلہ تفاعل جال
745	14.5	ترسیم قطبین و صفر اور یوڈا خط
747	14.6	برقرار حال رد عمل
757	15	فوریز تجزیہ
783	15.1	تشاکل تفاعل
783	15.1.1	جفت تفاعل تشاکل
785	15.1.2	طاق تفاعل تشاکل
787	15.2	منتقلی وقت
789	15.3	تخلیقی موج
790	15.4	تعددی طیف
795	15.5	برقرار حال برقی جال
795	15.5.1	اوسط طاقت
800	15.6	فوریز بدل
807	15.7	فوریز بدل کے خواص
810	15.8	مسئلہ پارسیوال
823	16	چار سر ادوار کے ریاضی نمونے

828	رکاوٹی نمونہ	16.1
833	دوغلانی نمونہ	16.2
835	ترسیلی نمونہ	16.3
837	چار سرا دو ار کے باہمی جوڑ	16.4

باب 1

بنیاد

اس کتاب میں بین الاقوامی نظام اکائی¹ استعمال کی گئی ہے جس کے چند بنیادی اکائیاں کلو گرام (kg)، میٹر (m)، سیکنڈ (s) اور کیلون (K) ہیں۔ ان اکائیوں کے ساتھ عموماً شکل 1.1 میں دکھائے گئے ضربیے استعمال کئے جاتے ہیں جن سے آپ بخوبی واقف ہیں۔

1.1 برقی بار، برقی روادور برقی دباؤ

اس کتاب میں برقی بار² اور برقی دو³ کلیدی کردار ادا کریں گے۔ برقی بار کی اصطلاح کو چھوٹا کر کے صرف برقی یا صرف بار کی اصطلاح استعمال کی جائے گی جبکہ برقی رو کی اصطلاح کو چھوٹا کر کے دو کی اصطلاح استعمال کی جائے گی۔ برقی بار کے

SI system¹
electric charge²
electric current³

10 ⁻¹²	10 ⁻⁹	10 ⁻⁶	10 ⁻³	10 ⁰	10 ³	10 ⁶	10 ⁹	10 ¹²
p	n	μ	m		k	M	G	T
pico	nano	micro	milli		kilo	mega	giga	tera
پیکو	نیو	مائیکرو	ملی		کلو	میگا	گیگا	ٹیرا

شکل 1.1: بین الاقوامی نظام اکائی کے ضربیے۔

حرکت کو برقی رو کہتے ہیں۔ چونکہ بار کی حرکت سے توانائی ایک مقام سے دوسرے مقام منتقل ہوتی ہے لہذا ہماری دلچسپی کا مرکز برقی رو ہوگی۔

موصول تار کی مدد سے برقی پرزہ جات کو مختلف انداز میں آپس میں جوڑنے سے برقی دور⁴ حاصل ہوتا ہے۔ جیسے پائپ سے پانی کو ایک مقام سے دوسرے مقام تک منتقل کیا جاتا ہے، بالکل اسی طرح برقی دور میں ایک نقطے سے دوسرے نقطے تک بار موصول تار کے ذریعہ پہنچایا جاتا ہے۔ یوں اگر پانی کو بار تصور کیا جائے تو حرکت کرتے پانی کو برقی رو تصور کیا جائے گا جبکہ موصول تار کو پائپ تصور کیا جائے گا۔ برقی ادوار سمجھنے میں یہ مشابہت مددگار ثابت ہوتی ہے۔

کسی بھی نقطے پر برقی رو سے مراد اس نقطے سے فی سیکنڈ گزرتا بار ہے۔ رو اور بار کے تعلق کو تفریق⁵ صورت میں یوں

$$(1.1) \quad i = \frac{dq}{dt}$$

اور مکملہ صورت⁶ میں یوں

$$(1.2) \quad q = \int_{-\infty}^t i dt$$

لکھا جاسکتا ہے جہاں برقی بار کو q سے ظاہر کیا گیا ہے اور برقی رو کو i سے ظاہر کیا گیا ہے۔ بدلتے متغیرات کو انگریزی کے چھوٹے حروف تہجی مثلاً i یا q سے ظاہر کیا جاتا ہے جبکہ غیر متغیر مقدار کو انگریزی کے بڑے حروف تہجی سے ظاہر کیا جاتا ہے۔ یوں غیر متغیر رو کو I اور غیر متغیر بار کو Q سے ظاہر کیا جائے گا۔

بار کی اکائی کو کولمب⁷ کہتے ہیں جسے C کی علامت سے ظاہر کیا جاتا ہے جبکہ رو کی اکائی کو ایمپیئر⁸ کہتے ہیں۔ ایمپیئر کی علامت A ہے۔ اگر تار سے ایک سیکنڈ دورانیے میں ایک کولمب کا بار گزر رہا ہو تب تار میں ایک ایمپیئر کی برقی رو پائی جائے گی۔

روایتی طور پر یہ تصور کیا جاتا تھا کہ مثبت بار کے حرکت سے برقی رو پیدا ہوتی ہے۔ اب ہم جانتے ہیں کہ حقیقت میں موصول تار میں مثبت ایٹم ساکن ہوتے ہیں اور آزاد منفی الیکٹران کے حرکت سے رو پیدا ہوتی ہے۔ اس حقیقت کے باوجود، تصور کیا جاتا ہے کہ مثبت بار کی حرکت برقی رو کو جنم دیتی ہے۔ شکل-الف میں فی سیکنڈ $3C$ کا بار بائیں سے دائیں جانب منتقل ہو رہا ہے جبکہ شکل-ب میں فی سیکنڈ $2C$ کا بار دائیں سے بائیں جانب منتقل ہو رہا ہے۔ یوں آپ دیکھ سکتے ہیں کہ برقی رو کی مقدار اور سمت دونوں بیان کرنا ضروری ہیں۔

غیر متغیر برقی رو کو یک سمتی⁹ دو کہتے ہیں۔ یک سمتی رو کی مقدار وقت کے ساتھ تبدیل نہیں ہوتی۔ وقت کے ساتھ

⁴ electric circuit

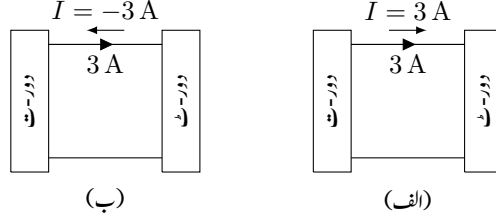
⁵ differential form

⁶ integral form

⁷ Coulomb

⁸ Ampere

⁹ direct current, DC



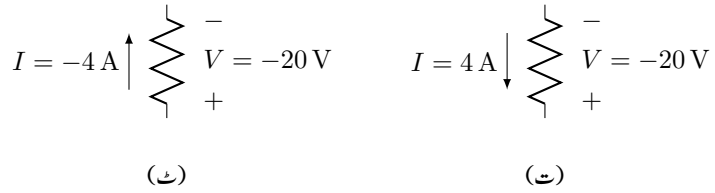
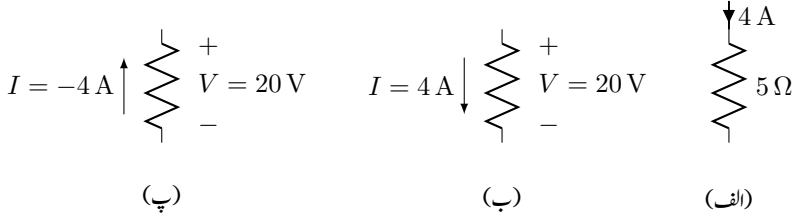
شکل 1.2: برقی روا کو بیان کرنے کے درست طریقے۔

تبدیل ہوتی برقی روا کو بدلتی روا¹⁰ کہتے ہیں۔ ان دونوں کو شکل میں دکھایا گیا ہے۔ موبائل کی بیٹری یک سمتی روا پیدا کرتی ہے جبکہ گھریلو پکھا بدلتی روا سے چلتا ہے۔

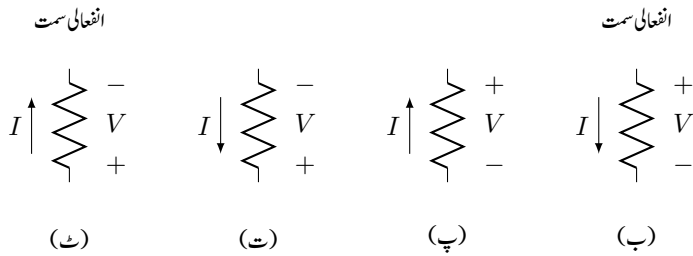
شکل 1.2-الف میں دور ت اور دور ٹ کو دو تاروں سے آپس میں جوڑا گیا ہے۔ بالائی تار میں دور ٹ سے دور ٹ کی جانب تین ایمپیر کی رو پائی جاتی ہے۔ اس تار پر تیر کا نشان رو کی سمت کو ظاہر کرتا ہے جبکہ تار کے نیچے 3 A لکھ کر رو کی مقدار بیان کی گئی ہے۔ اب تصور کریں کہ تار پر تیر کا نشان نہیں دیا گیا ہے۔ ایسی صورت میں برقی روا I کو یا تو دور ت سے دور ٹ کی جانب تصور کیا جاسکتا ہے اور یا دور ٹ سے دور ت کی جانب۔ پہلی صورت کو شکل-الف میں دکھایا گیا ہے جہاں تار سے ہٹ کر دور ت سے دور ٹ کی جانب تیر سے رو I کو دکھایا گیا ہے۔ چونکہ اصل رو اسی سمت میں ہے لہذا $I = 3 A$ لکھا جائے گا۔ دوسری صورت کو شکل-ب میں دکھایا گیا ہے جہاں دور ٹ سے دور ت کی جانب تیر کھینچا گیا ہے۔ یوں شکل-ب میں برقی روا کی سمت دور ٹ سے دور ت کی جانب لی گئی ہے۔ چونکہ اصل رو کی سمت تصور کردہ سمت کے الٹ ہے لہذا یہاں $I = -3 A$ لکھا جائے گا۔ شکل-الف اور شکل-ب میں دکھائے گئے دونوں طریقے درست ہیں۔

شکل 1.3-الف میں 5Ω کی مزاحمت میں 4 A کی رو پائی جاتی ہے۔ اس مزاحمت کے دونوں سرے مزید پرزہ جات سے جڑے ہیں جنہیں شکل میں نہیں دکھایا گیا ہے۔ شکل-ب تا شکل-ٹ میں مزاحمت پر دباو اور مزاحمت میں رو کو مختلف طریقوں سے لکھا گیا ہے۔ کسی بھی دو متغیرات کو کل چار انداز میں لکھا جاسکتا ہے۔ یہی دو عدد متغیرات یعنی دباو اور رو کے لئے بھی درست ہے لہذا انہیں لکھنے کے کل چار طریقے ہیں۔ شکل 1.4 میں برقی دباو اور برقی رو کے مقدار لکھے بغیر یہی چار طریقے دوبارہ دکھائے گئے ہیں۔ ان میں شکل-ب اور شکل-ٹ کے طرز کو انفعالی سمت کی ترکیب¹¹ کہتے ہیں۔ انفعالی سمت کی ترکیب میں دباو V اور رو I کی سمتیں یوں چننی جاتی ہیں کہ برقی پرزے میں رو مثبت سرے سے داخل ہوتی ہے۔ یوں شکل-ب میں مزاحمت کے بالائی سرے کو دباو کا مثبت سرا چنا گیا ہے لہذا انفعالی سمت کی ترکیب میں اسی سرے پر رو مزاحمت میں ہوگی۔ اسی طرح شکل-ٹ میں مزاحمت کا نچلا سرا دباو کا مثبت سر ہے لہذا انفعالی سمت کی ترکیب میں

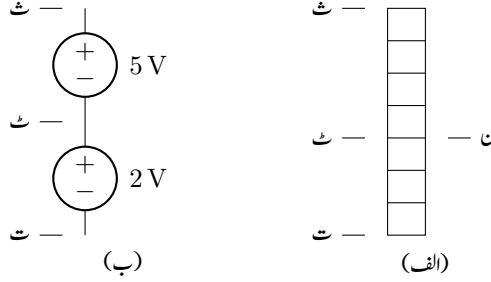
alternating current, AC¹⁰
passive sign convention¹¹



شکل 1.3: مزاحمت کی رو اور دباؤ لکھنے کے چار ممکنہ طریقے۔



شکل 1.4: انفعالی سمت کے ترکیب کی پہچان۔



شکل 1.5: برقی دباؤ میں نقطہ حوالہ کی اہمیت۔

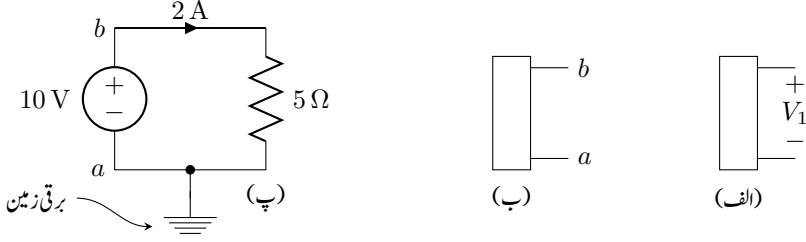
اسی سرپر مزاحمت میں روداخل ہوگی۔ یاد رہے کہ انفعالی سمت کی ترکیب میں اصل برقی رد اور برقی دباؤ کی درست سمتوں کا کوئی کردار نہیں۔ قانون اوہم¹² اور طاقت کے حساب میں انفعالی سمت کی ترکیب استعمال کیا جاتا ہے۔

انفعالی سمت کی ترکیب میں برقی پرزے پردباؤ کی سمت چننے کے بعد رو کی سمت یوں چنی جاتی ہے کہ چنے گئے دباؤ کے مثبت سر سے پرزے میں روداخل ہو۔

عام زندگی میں اونچائی کو زمین سے ناپا جاتا ہے جہاں زمین کی اونچائی صفر کے برابر لی جاتی ہے۔ یوں اونچائی کے ناپ میں زمین کو نقطہ حوالہ¹³ لیا جاتا ہے۔ شکل 1.5-الف میں سات منزلہ عمارت دکھائی گئی ہے۔ اگر زمین نقطہ ت پر ہو تب نقطہ ن مثبت تین پڑھا جاسکتا ہے۔ اس کے برعکس اگر زمین نقطہ ٹ پر ہو تب نقطہ ن زمین یعنی صفر پر ہے جبکہ زمین نقطہ ٹ پر ہونے کی صورت میں نقطہ ن منفی چار پر ہوگا۔ آپ دیکھ سکتے ہیں کہ نقطہ ن کی حتمی اونچائی کوئی معنی نہیں رکھتی۔ اونچائی صرف اس صورت میں معنی خیز ہوتی ہے جب نقطہ حوالہ بھی بیان کیا جائے۔ برقی دباؤ بھی بالکل اونچائی کی طرح ناپی جاتی ہے۔ یوں شکل 1.5-ب میں نقطہ ت کے حوالے سے نقطہ ٹ مثبت دو وولٹ 2V پر ہے جبکہ نقطہ ٹ کے حوالے سے نقطہ ٹ منفی پانچ وولٹ 5V پر ہے۔ اسی طرح نقطہ ٹ کے حوالے سے نقطہ ت 2V پر اور نقطہ ٹ 5V پر ہیں۔ نقطہ ت کے حوالے سے نقطہ ٹ 7V پر ہے جبکہ نقطہ ٹ کے حوالے سے نقطہ ت 7V پر ہے۔ یاد رہے کہ نقطہ حوالہ کی برقی دباؤ صفر تصور کی جاتی ہے۔

برقی دباؤ کی قیمت بھی بیان کرتے ہوئے ضروری ہے کہ نقطہ حوالہ بیان کیا جائے۔ برقی دور میں دباؤ کی نشاندہی کرتے ہوئے نقطہ حوالہ کو منفی کی علامت (−) سے ظاہر کیا جاتا ہے جبکہ مطلوبہ نقطے کو مثبت علامت (+) سے ظاہر کیا

¹² Ohm's law
¹³ reference



شکل 1.6: برقی دباؤ کا اظہار۔

جاتا ہے۔ شکل 1.6-الف میں یوں پچلی تار نقطہ حوالہ ہے۔ یوں اگر $V_1 = 4V$ ہو تب پچلی تار کی نسبت سے بالائی تار مثبت چار وولٹ پر ہو گا۔ اسی طرح $V_1 = -7V$ کی صورت میں پچلی تار کی نسبت سے بالائی تار منفی سات وولٹ پر ہو گا جس کا مطلب ہے کہ بالائی تار کو حوالہ لیتے ہوئے پچلی تار کی برقی دباؤ مثبت سات وولٹ ہو گی۔ شکل 1.6-ب میں پچلی تار کو 'a' نام دیا گیا ہے جبکہ بالائی تار کو 'b' کہا گیا ہے۔ اس صورت میں پچلی تار کے حوالے سے بالائی تار کی دباؤ کو V_{ba} لکھا جاتا ہے۔ یوں اگر V_{ba} کی قیمت منفی ہو تب بالائی تار کے حوالے سے پچلی تار پر مثبت دباؤ ہو گا۔ برقی دور میں عموماً کسی ایک نقطے کو برقی زمین¹⁴ چنا جاتا ہے۔ یوں مختلف مقامات کے دباؤ بیان کرتے ہوئے ہر مرتبہ برقی زمین کی نشاندہی کرنا ضروری نہیں ہوتا۔ شکل 1.6-پ میں برقی زمین کی علامت استعمال کی گئی ہے۔ برقی زمین کی برقی دباؤ صفر کے برابر لی جاتی ہے۔ جب کسی نقطے کی دباؤ کو برقی زمین کی نسبت سے ناپا جائے تب نقطہ حوالے کا ذکر کرنا ضروری نہیں ہوتا۔ یوں اس شکل میں بالائی تار کی برقی دباؤ $V_b = 10V$ لکھی جاسکتی ہے جہاں زیر نوشت میں نقطہ حوالہ کا ذکر نہیں کیا گیا۔ شکل-پ میں اب بھی $V_{ba} = 10V$ یا $V_{ab} = -10V$ لکھا جاسکتا ہے۔

1.2 قانونِ اوہم

قانونِ اوہم¹⁵ سے آپ بخوبی واقف ہیں

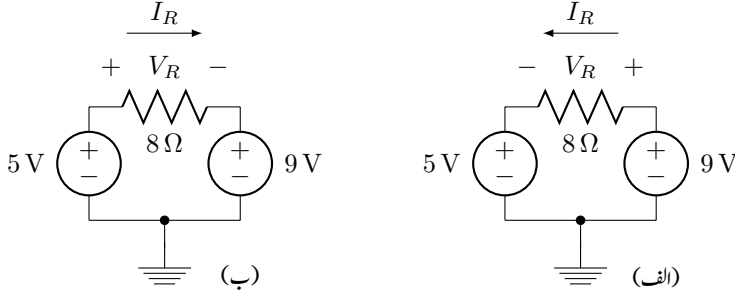
$$V = IR \quad (1.3)$$

جو مزاحمت کی برقی رو اور مزاحمت کی برقی دباؤ کا تعلق بیان کرتا ہے۔ اس قانون¹⁶ کے استعمال میں دباؤ V اور رو I کو انفعالی سمت کی ترکیب سے چنا جاتا ہے۔ شکل 1.7 میں ایک عدد مزاحمت اور دو عدد منبع دباؤ کا دور دکھایا گیا ہے۔ برقی

¹⁴electrical ground

¹⁵Ohm's law

¹⁶یہ قانون جرمنی کے جارج سائمن اوہم نے پیش کیا۔



شکل 1.7: قانون اوہم اور انفعالی سمت کی ترکیب۔

زمین کے حوالے سے مزاحمت کے بائیں سرے پر 5 V اور دائیں سرے پر 9 V دباؤ پایا جاتا ہے۔ قانون اوہم میں مزاحمت کے دوسروں کے مابین برقی دباؤ استعمال کیا جاتا ہے۔ یوں مزاحمت کے ایک سرے کو حوالہ لیتے ہوئے مزاحمت کے دوسرے سرے پر برقی دباؤ لی جاتی ہے۔ شکل-الف میں مزاحمت کا بائیں سرہ بطور حوالہ چننا گیا ہے جبکہ مزاحمت کے دائیں سرے پر برقی دباؤ استعمال کی جائے گی۔ یہ حقیقت مزاحمت کے قریب V_R کے بائیں جانب (-) کی علامت اور دائیں جانب (+) کی علامت سے ظاہر کی جاتی ہے۔ یوں انفعالی سمت کی ترکیب کے تحت برقی رو کی سمت دائیں سے بائیں جانب چنی جائے گی۔ شکل-الف میں یوں

$$V_R = 9 - 5 = 4 \text{ V}$$

ہو گا جسے اوہم کے قانون میں استعمال کرتے ہوئے

$$I_R = \frac{V_R}{R} = \frac{4}{8} = 0.5 \text{ A}$$

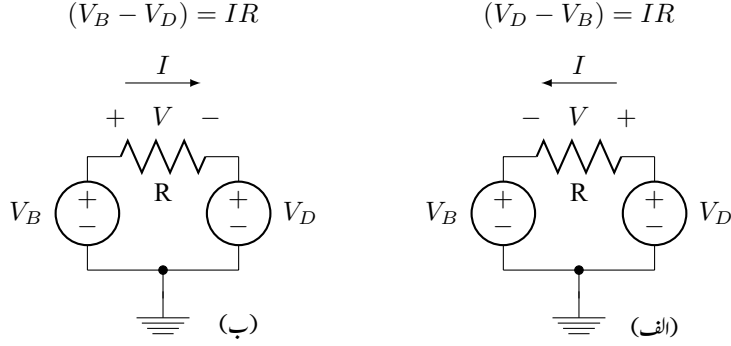
حاصل ہوتا ہے۔ حاصل برقی رو کی قیمت مثبت مقدار ہے جس کا مطلب ہے کہ رو کی سمت وہی ہے جو شکل-الف میں چنی گئی ہے۔

شکل 1.7-ب میں مزاحمت کا دایاں سرہ بطور نقطہ حوالہ چننا گیا ہے۔ یوں V_R کے دائیں جانب (-) کی علامت لگائی گئی ہے۔ انفعالی سمت کی ترکیب کے تحت رو کی سمت بائیں سے دائیں کو چنی گئی ہے۔ یہاں

$$V_R = 5 - 9 = -4 \text{ V}$$

کے برابر ہے جسے اوہم کے قانون میں استعمال کرتے ہوئے

$$I_R = \frac{-4}{8} = -0.5 \text{ A}$$



شکل 1.8: قانون اوہم کا صحیح استعمال۔

حاصل ہوتا ہے۔ شکل-ب میں V_R کی قیمت منفی حاصل ہوئی جس کا مطلب ہے کہ حقیقت میں مزاحمت پر برقی دباؤ چننی گئی سمت کے الٹ ہے۔ اسی طرح رو I_R کی قیمت بھی منفی حاصل ہوئی ہے جس کا مطلب ہے کہ حقیقت میں رو چننی گئی سمت کے الٹ ہے یعنی برقی رو حقیقت میں دائیں سے بائیں جانب کو ہے۔

شکل 1.8 میں قانون اوہم کا صحیح استعمال دکھایا گیا ہے۔

1.3 توانائی اور طاقت

ثقلی میدان¹⁷ میں میکانی بار m پر قوت $F = mg$ عمل کرتا ہے جہاں $g = 9.8 \text{ m s}^{-2}$ کے برابر ہے۔ یوں ثقلی میدان کے مخالف m کو h بلندی تک پہنچانے کی خاطر $w = Fh = mgh$ توانائی درکار ہے۔ بالکل اسی طرح برقی میدان¹⁸ E میں برقی بار q پر $F = qE$ قوت عمل کرتا ہے اور برقی میدان کے مخالف h فاصلے تک بار کو منتقل کرنے کی خاطر

$$w = qEh \quad (1.4)$$

توانائی درکار ہے۔ برقی میدان میں ابتدائی نقطے سے اختتامی نقطے تک اکائی برقی بار منتقل کرنے کے لئے درکار توانائی کو ابتدائی نقطے کے حوالے سے اختتامی نقطے کی برقی دباؤ کہا جاتا ہے۔

¹⁷ gravitational field
¹⁸ electric field

مثال 1.1: برقی میدان $E = 600 \text{ V m}^{-1}$ میں 0.2 C بار قوت کے مخالف 12 mm فاصلہ دور منتقل کیا جاتا ہے۔ درکار توانائی حاصل کریں۔ ابتدائی نقطہ i اور اختتامی نقطہ k کے مابین برقی دباؤ حاصل کریں۔

حل: درکار توانائی

$$w = 0.2 \times 600 \times 0.012 = 1.44 \text{ J}$$

کے برابر ہے جبکہ برقی دباؤ

$$V_{ki} = \frac{1.44}{0.2} = 7.2 \text{ V}$$

کے برابر ہے۔

مساوات 1.4 کی تفرقی صورت

$$dw = Eh dq$$

لکھی جاسکتی ہے جو چھوٹی برقی بار dq کو منتقل کرنے کے لئے درکار توانائی dw دیتی ہے۔ یوں اکائی بار کو منتقل کرنے کی خاطر $\frac{dw}{dq}$ توانائی درکار ہوگی جسے برقی دباؤ v کہتے ہیں یعنی

$$v = \frac{dw}{dq} \quad (1.5)$$

لکھی جاسکتی ہے۔

مساوات 1.5 کو مساوات 1.1 سے ضرب دینے سے

$$v \times i = \frac{dw}{dq} \times \frac{dq}{dt} = \frac{dw}{dt} = p \quad (1.6)$$

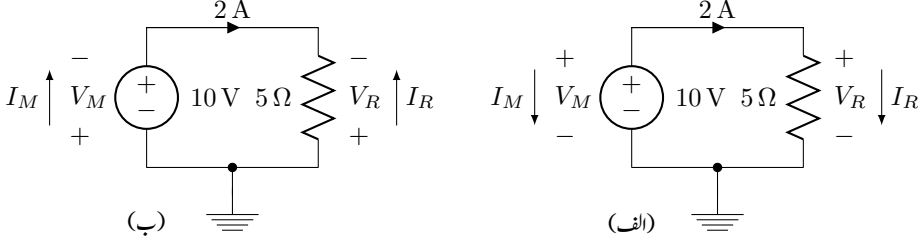
حاصل ہوتا ہے جو طاقت p^{19} کو ظاہر کرتا ہے۔ فی سیکنڈ درکار توانائی کو طاقت کہتے ہیں۔ طاقت کی اکائی واٹ W^{20} ہے۔ مندرجہ بالا مساوات کی مکملہ صورت درج ذیل ہے۔

$$(1.7) \quad w = \int_{t_1}^{t_2} p \, dt = \int_{t_1}^{t_2} vi \, dt$$

آئیں ان معلومات کو مد نظر رکھتے ہوئے شکل 1.9 پر غور کریں جہاں 10 V کی منبع برقی دباؤ 21 کے ساتھ 5Ω کی برقی مزاحمت 22 جوڑی گئی ہے۔ اس دور میں برقی رو کو منبع پیدا کرتی ہے لہذا منبع کو فعال پرزہ 23 جبکہ مزاحمت کو انفعال پرزہ 24 کہا جاتا ہے۔ انفعالی سمت کی ترکیب کا نام اسی حقیقت سے نکلا ہے کہ اس ترکیب کے استعمال سے انفعالی پرزہ جات پر مثبت طاقت حاصل ہوتا ہے۔

قانون اوہم 25 کے تحت شکل 1.9 کے دور میں سمت گھڑی 26 2 A کی برقی رو پائی جائے گی جسے دور میں بالائی تار پر تیر کے نشان سے دکھایا گیا ہے۔ دور میں 2 A برقی رو سے مراد یہ ہے کہ دور میں کسی بھی نقطے پر اگر دیکھا جائے تو اس نقطے سے فی سیکنڈ 2 C بار گزرے گا۔ اس دور میں پٹلی تار کے حوالے سے بالائی تار پر مثبت دس وولٹ کی دباؤ ہے۔ یوں مزاحمت کے بالائی یعنی مثبت سرے سے مزاحمت کے نچلے یعنی منفی سرے کی جانب فی سیکنڈ دو کولمب بار منتقل ہوتا ہے۔ یہ بالکل ایسا ہی ہے جیسے ثقلی میدان میں بلند مقام سے میکانی بار گر رہا ہو۔ دو کولمب کا بار دس وولٹ نیچے گرتے ہوئے 20 J کی مخفی توانائی 27 کھوئے 28 گا جو حرارتی توانائی 29 میں تبدیل ہو کر مزاحمت کو گرم کرے گی۔ ہم کہتے ہیں کہ مزاحمت میں فی سیکنڈ توانائی کا ضیاع 30 20 J ہے یا کہ مزاحمت میں طاقتی ضیاع 31 20 W ہے۔ مزاحمت میں طاقت کے ضیاع کو حرارتی ضیاع 32 اور مزاحمتی ضیاع 33 بھی کہتے ہیں۔

power¹⁹watt²⁰voltage source²¹electrical resistance²²active component²³passive component²⁴Ohm's law²⁵clockwise²⁶potential energy²⁷ثقلی توانائی کی اصطلاح خفیہ توانائی سے حاصل کی گئی ہے۔²⁸thermal energy²⁹loss³⁰power loss³¹thermal loss³²resistive loss³³



شکل 1.9: طاقت کی پیداوار اور طاقت کا ضیاع۔

انفعالی سمت کی ترکیب استعمال کرتے ہوئے ہم شکل 1.9-الف میں منبع کی دباؤ کو V_M اور مزاحمت کی دباؤ کو V_R چنے کے بعد ان دباؤ کے مثبت سر سے منفی سر کی جانب رو کی سمت چنتے ہیں۔ یوں حاصل منبع کی برقی رو I_M اور مزاحمت کی برقی رو I_R کو شکل-الف میں دکھایا گیا ہے۔ شکل-کو دیکھتے ہوئے درج ذیل لکھا جاسکتا ہے۔

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

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

$$I_M = -2 \text{ A}$$

$$I_R = 2 \text{ A}$$

ان قیمتوں کو مساوات 1.6 میں پر کرتے ہوئے منبع اور مزاحمت کی طاقت حاصل کرتے ہیں۔

$$P_M = 10 \times (-2) = -20 \text{ W} \quad \text{طاقت کی منفی قیمت، طاقت کی پیداوار کو ظاہر کرتی ہے}$$

$$P_R = 10 \times 2 = 20 \text{ W} \quad \text{طاقت کی مثبت قیمت، طاقت کی ضیاع کو ظاہر کرتی ہے}$$

یہاں غیر متغیر طاقت کو بڑھے حروف تہجی میں P_M اور P_R لکھا گیا۔ مزاحمت کی طاقت مثبت مقدار حاصل ہوئی ہے جبکہ منبع کی طاقت منفی مقدار ہے۔ یوں مساوات 1.6 سے حاصل مثبت مقدار طاقت کے ضیاع کو ظاہر کرتی ہے جبکہ منفی مقدار طاقت کی پیداوار کو ظاہر کرتی ہے۔

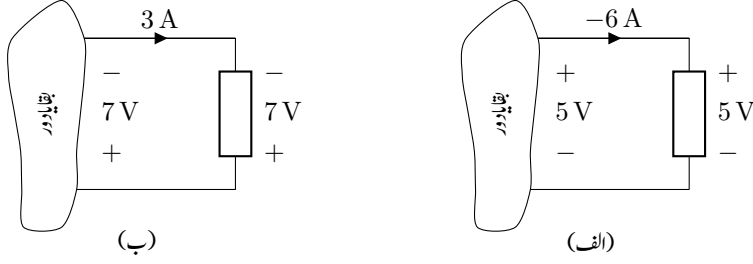
شکل 1.9 میں برقی دباؤ کے سمت الٹ چنتے گئے جس کی وجہ سے رو کی سمتیں بھی الٹ کر دی گئی ہیں۔ یوں

$$V_M = -10 \text{ V}$$

$$V_R = -10 \text{ V}$$

$$I_M = 2 \text{ A}$$

$$I_R = -2 \text{ A}$$



شکل 1.10: فعال اور انفعال پرزے کی مثال۔

لکھے جائیں گے جن سے دوبارہ

طاقت کی منفی قیمت، طاقت کی پیداوار کو ظاہر کرتی ہے

$$P_M = (-10) \times 2 = -20 \text{ W}$$

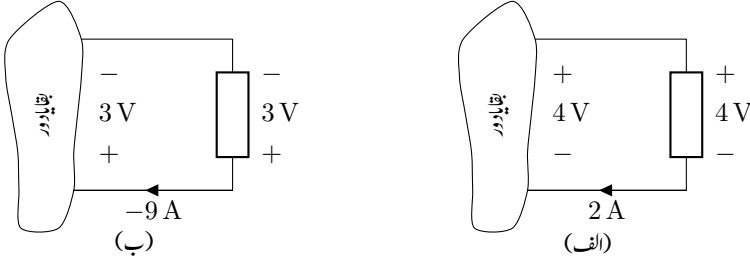
طاقت کی مثبت قیمت، طاقت کی ضیاع کو ظاہر کرتی ہے

$$P_R = (-10) \times (-2) = 20 \text{ W}$$

حاصل ہوتے ہیں۔

مثال 1.2: شکل 1.10 میں دو ادوار دکھائے گئے ہیں۔ دریافت کریں کہ آیا بیرونی پرزہ بقایا دور کو طاقت فراہم کرتا ہے یا کہ اس سے طاقت حاصل کرتا ہے۔ طاقت کی قیمت بھی دریافت کریں۔

حل: شکل-الف میں برقی رو کی قیمت منفی لکھی گئی ہے جس کا مطلب ہے کہ حقیقت میں رو تیر کے نشان کے الٹ سمت میں ہے۔ رو کی سمت الٹ تصور کرتے ہوئے ہم دیکھتے ہیں کہ بقایا دور کے مثبت سرے پر روانہ داخل ہوتی ہے۔ یوں بقایا دور انفعال ہے۔ بیرونی پرزے کے مثبت سرے سے حقیقی رو خارج ہوتی ہے لہذا یہ فعال پرزہ ہے۔ یوں بیرونی پرزہ طاقت فراہم کرتا ہے جبکہ بقایا دور میں طاقت خرچ ہوتا ہے۔ یہی نتائج انفعال سمت کے ترکیب سے یوں حاصل ہوتی ہے۔ بیرونی پرزے کے برقی دباؤ کو دیکھتے ہوئے رو کی دکھائی گئی سمت ہی استعمال کی جائے گی۔ یوں بیرونی پرزے کی طاقت $P = 5 \times (-6) = -30 \text{ W}$ ہے جو طاقت کی پیداوار ہے۔ بقایا دور میں رو کی انفعال سمت دکھائے گئے سمت کے الٹ ہے لہذا طاقت $P = 5 \times 6 = 30 \text{ W}$ حاصل ہوتا ہے جو طاقت کی ضیاع کو ظاہر کرتا ہے۔ آپ نے دیکھا کہ بیرونی پرزہ 30 W طاقت پیدا کرتا ہے جبکہ بقایا دور اتنی ہی طاقت استعمال کرتا ہے۔ آپ دیکھ سکتے ہیں قانون بقا³⁴ کارآمد ہے۔ کسی بھی دور میں توانائی کی پیداوار اور خرچ برابر ہوتے ہیں۔



شکل 1.11: فعال اور انفعال پرزے کی مشق۔

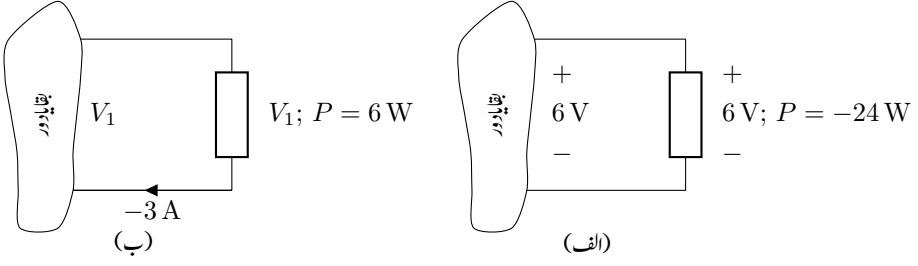
شکل-ب میں روٹلی تار میں دائیں سے بائیں طرف رواں ہے۔ یوں بیرونی پرزے کے مثبت سرے سے رو خارج ہوتی ہے جبکہ بقایا دور کے مثبت سرے میں رو داخل ہوتی ہے۔ یوں بیرونی پرزہ فعال اور بقایا دور انفعال ہے۔ بیرونی پرزے کی طاقت $P = 7 \times (-3) = -21 \text{ W}$ ہے جو طاقت کی پیداوار ہے جبکہ بقایا دور کی طاقت $P = 7 \times 3 = 21 \text{ W}$ ہے جو طاقت کی ضیاع کو ظاہر کرتی ہے۔

مشق 1.1: شکل 1.11 میں بیرونی پرزے کی طاقت حاصل کریں۔

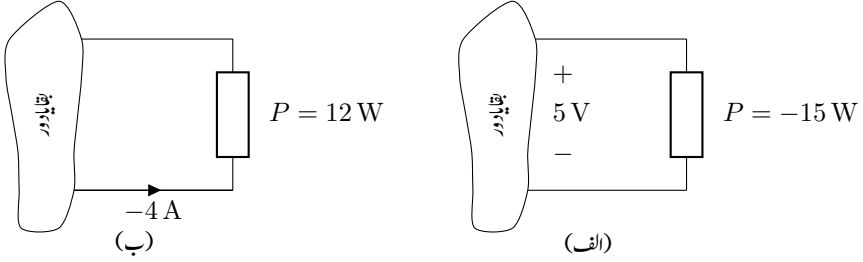
جوابات: (الف) 8 W؛ (ب) 27 W

مثال 1.3: شکل 1.12-الف میں برقی رو کی مقدار اور سمت حاصل کریں جبکہ شکل-ب میں برقی دباؤ اور اس کا مثبت سرا دریافت کریں۔

حل: شکل-الف میں بیرونی پرزے کی طاقت منفی ہے۔ یوں بیرونی پرزہ طاقت پیدا کرتا ہے لہذا اس کے مثبت سرے سے رو خارج ہوگی یعنی دور میں گھڑی کے الٹ سمت میں رو پائی جائے گی۔ رو کی قیمت 4 A ہوگی۔



شکل 1.12: طاقت اور ایک متغیرہ دیا گیا ہے۔ دوسرا دریافت کرنا ہے۔



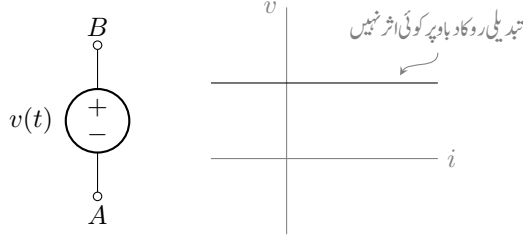
شکل 1.13: طاقت اور ایک متغیرہ دیا گیا ہے۔ دوسرا دریافت کریں۔

شکل-ب میں بیرونی پرزے کی طاقت مثبت ہے لہذا اس میں طاقت کا ضیاع ہوگا اور برقی رو مثبت سرے سے پرزے میں داخل ہوگی۔ دور میں گھڑی کی سمت میں منفی رو دکھائی گئی ہے لہذا حقیقت میں رو گھڑی کی الٹ سمت ہے۔ حقیقی رو کو گھڑی کے الٹ سمت تصور کرتے ہوئے بیرونی پرزے کا نچلا سرا مثبت ہوگا اور برقی دباؤ کی قیمت 2 V ہوگی۔

مشق 1.2: شکل 1.13 میں نامعلوم متغیرہ دریافت کریں۔

حل: (الف) گھڑی کے الٹ 3 A ; (ب) بالائی تار مثبت ہے جبکہ دباؤ 3 V ہے۔

آخر میں دوبارہ اس حقیقت کی نشاندہی کرتے ہیں کہ کسی بھی برقی دور میں پیداوار طاقت اور طاقت کا ضیاع برابر ہوں گے۔



شکل 1.14: غیر تابع منبع دباؤ اور اس کا $v - i$ خط۔

1.4 برقی پوزے

برقی پوزوں کو دو اقسام میں تقسیم کیا جاسکتا ہے۔ وہ پوزے جو طاقت پیدا کرتے ہیں فعال پوزے³⁵ کہلاتے ہیں جبکہ طاقت ضائع کرنے والے پوزوں کو انفعال پوزے³⁶ کہتے ہیں۔ جزیئر اور بیٹری فعال پوزوں کی مثال ہے جبکہ مزاحمت، امالہ گیر³⁷ اور برق گیر³⁸ انفعال پوزے ہیں۔

فعال پوزوں پر اس باب میں غور کیا جائے گا جبکہ انفعال پوزوں پر اگلے باب میں تفصیلاً غور کیا جائے گا۔

1.4.1 غیر تابع منبع

غیر تابع منبع دباؤ³⁹ سے مراد ایسی منبع ہے جو، منبع میں سے گزرتی رو کے قطع نظر، اپنے دوسروں کے درمیان مخصوص برقی دباؤ برقرار رکھتا ہے۔ غیر تابع منبع دباؤ کی علامت کو شکل 1.14 میں دکھایا گیا ہے جہاں نقطہ A کے حوالے سے نقطہ B پر $v(t)$ برقی دباؤ برقرار رہتا ہے۔ شکل میں غیر تابع منبع دباؤ کا دباؤ بالمقابل رو $v - i$ خط بھی دکھایا گیا ہے۔ اس خط کے مطابق برقی دباؤ کی قیمت پر برقی رو کا کوئی اثر نہیں پایا جاتا۔

شکل 1.15 میں غیر تابع منبع رو⁴⁰ کی علامت اور رو بالمقابل دباؤ $v - i$ خط دکھایا گیا ہے۔ غیر تابع منبع رو سے مراد ایسی منبع ہے جو، منبع پر دباؤ کے قطع نظر، مخصوص برقی رو برقرار رکھتا ہے۔ غیر تابع منبع رو کے دباؤ بالمقابل رو خط کے تحت منبع پر برقی دباؤ کے تبدیلی کا منبع کی رو پر کوئی اثر نہیں پایا جاتا۔ منبع رو کی مثبت رو کی سمت کو تیر کے نشان سے دکھایا جاتا ہے۔

³⁵ active components

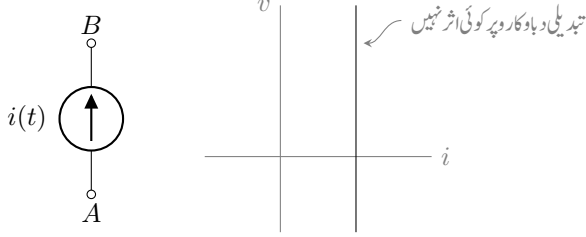
³⁶ passive components

³⁷ inductor

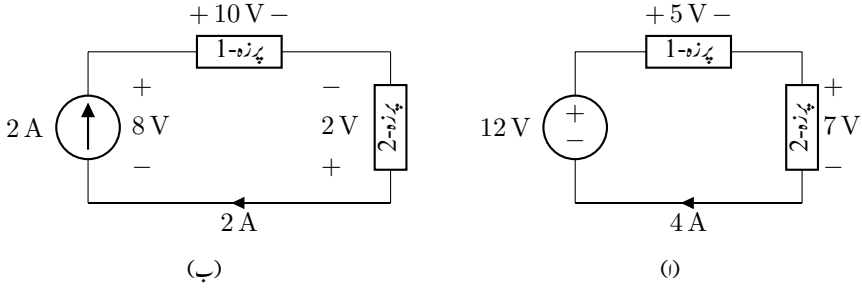
³⁸ capacitor

³⁹ independent voltage source

⁴⁰ independent current source



شکل 1.15: غیر تابع منبع روا اور اس کا $v - i$ خط۔



شکل 1.16: طاقت کا حساب۔

عام استعمال میں منبع بقایا دور کو طاقت فراہم کرتی ہے۔ شکل 1.13-ب میں اگر بیرونی پرزہ منبع ہو تب آپ دیکھ سکتے ہیں کہ منبع کو بھی طاقت فراہم کی جاسکتی ہے۔

منبع محدود صلاحیت کا حامل ہے۔ اگرچہ ہم توقع کرتے ہیں کہ منبع دباؤ کسی بھی قیمت کی برقی روا فراہم کرتے ہوئے پیدا کردہ برقی دباؤ برقرار رکھے گا، حقیقت میں کوئی بھی منبع کسی محدود رو کی حد تک ایسا کر پاتا ہے۔

مثال 1.4: شکل 1.16-الف میں تینوں پرزوں کی طاقت دریافت کریں۔ (اشارہ: سلسلہ وار جڑے پرزوں میں یکساں رو پائی جاتی ہے۔)

حل: منبع کے مثبت سر سے رو خارج ہو رہی ہے لہذا یہ پرزہ طاقت فراہم کر رہا ہے جبکہ بقایا دو پرزوں کے مثبت سر سے رو پرزے میں داخل ہوتی ہے لہذا ان دونوں پرزوں میں طاقت ضائع ہوتا ہے۔ منبع کی طاقت $12 \times (-4) = -48 \text{ W}$

ہے جبکہ پزہ-1 کی طاقت $5 \times 4 = 20 \text{ W}$ اور پزہ-2 کی طاقت $7 \times 4 = 28 \text{ W}$ ہے۔ آپ دیکھ سکتے ہیں کہ طاقت کی ضیاع $20 \text{ W} + 28 \text{ W} = 48 \text{ W}$ عین طاقت کی پیداوار کے برابر ہے۔

مشق 1.3: شکل 1.16-ب میں تینوں پزروں کی طاقت حاصل کریں۔

جوابت: منبع رو کی طاقت -16 W ہے۔ پزہ-1 کی طاقت 20 W ہے۔ پزہ-2 بھی منبع ہے اور اس کی طاقت -4 W ہے۔

1.4.2 تابع منبع

غیر تابع منبع دباؤ کی پیدا کردہ دباؤ کا انحصار منبع سے گزرتی رو پر بالکل نہیں ہوتا۔ اسی طرح غیر تابع منبع رو کی پیدا کردہ رو کا انحصار منبع پر دباؤ پر بالکل نہیں ہوتا۔ اس کے برعکس تابع منبع دباؤ⁴¹ کی پیدا کردہ دباؤ، دور میں کسی مخصوص مقام کی رو یا دباؤ پر منحصر ہوتا ہے۔ اسی طرح تابع منبع رو⁴² کی پیدا کردہ رو، دور میں کسی مخصوص مقام کی رو یا دباؤ پر منحصر ہوتا ہے۔ تابع منبع برقیات کی میدان میں کلیدی کردار ادا کرتے ہیں جہاں برقیاتی پزہ جات مثلاً دو جوڑ ٹرانزسٹر⁴³ یا میدانی ٹرانزسٹر⁴⁴ کے ریاضی نمونے⁴⁵ تابع منبع سے بنائے جاتے ہیں۔ متعدد ٹرانزسٹر پر مبنی برقیاتی ادوار کا حسابی حل انہیں ریاضی نمونوں کی مدد سے حاصل کیا جاتا ہے۔

غیر تابع منبع کو گول دائرے سے ظاہر کیا جاتا ہے جبکہ تابع منبع کو ہیرا شکل سے ظاہر کیا جاتا ہے۔ شکل 1.17 میں چار اقسام کے تابع منبع دکھائے گئے ہیں۔ شکل-الف میں تابع منبع دباؤ⁴⁶ کی پیدا کردہ دباؤ کا انحصار بائیں جانب کے دباؤ v_s پر

dependent voltage source⁴¹

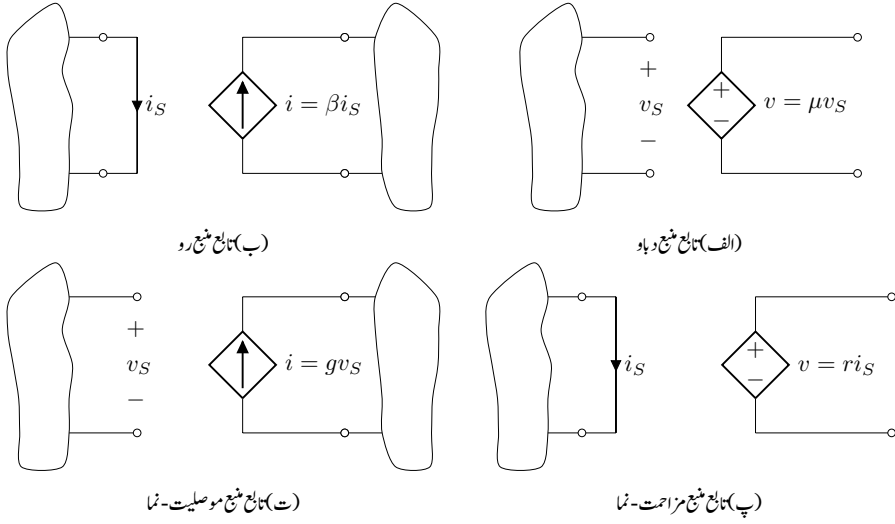
dependent current source⁴²

bipolar transistor, BJT⁴³

MOSFET⁴⁴

mathematical model⁴⁵

dependent voltage source⁴⁶



شکل 1.17: تابع منبع کے چار اقسام۔

ہے۔ یوں v_S ضابط دباو⁴⁷ کہلاتا ہے۔ یہ منبع μv_S دباو پیدا کرتا ہے۔ شکل-ب میں تابع منبع رو⁴⁸ کو i_S قابو کرتا ہے۔ ان دو اقسام کے منبع کے مستقل μ اور β بے بُعد⁴⁹ مقدار ہیں۔ شکل-پ میں i_S رو پیدا کردہ دباو کو قابو کرتی ہے۔ اس منبع کے مستقل r کا بُعد⁵⁰ $V A^{-1}$ ہے جو عین مزاحمت کی بُعد ہے۔ اسی لئے اس منبع کو تابع منبع مزاحمت-نما⁵¹ کہا جاتا ہے۔ شکل-ت میں تابع منبع موصلیت-نما⁵² کی پیدا کردہ رو کا انحصار v_S پر ہے۔ اس منبع کے مستقل g کا بُعد $A V^{-1}$ ہے جو موصلیت کی بھی بُعد ہے۔

مثال 1.5: شکل 1.18-الف میں خارجی دباو اور شکل-ب میں خارجی رو دریافت کریں۔

حل: شکل-الف میں ضابط دباو $0.2V$ اور منبع کا مستقل 7 ہے۔ یوں پیدا کردہ دباو $0.2 \times 7 = 1.4V$ ہو گا۔ شکل-ب میں ضابط رو $3mA$ اور منبع کا مستقل 12 ہے۔ یوں پیدا کردہ رو $0.003 \times 12 = 36mA$ ہو گی۔

⁴⁷control voltage

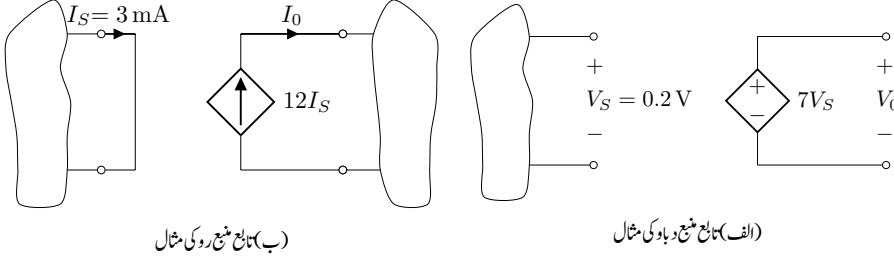
⁴⁸dependent current source

⁴⁹dimensionless

⁵⁰dimension

⁵¹dependent transresistance source

⁵²dependent transconductance source



شکل 1.18: تابع منبع دباؤ اور تابع منبع رو کے استعمال کی مثال۔

اس مثال میں تابع منبع دباؤ داخلی دباؤ کو 7 گنا بڑھاتا ہے گویا تابع بطور ایمپلیفائر دباؤ⁵³ کردار ادا کرتا ہے اور اس ایمپلیفائر کی افزائش دباؤ⁵⁴ 7 ہے۔ اسی طرح شکل-ب میں تابع منبع رونے داخلی رو کو 12 گنا بڑھا کر خارج کیا، گویا یہ تابع بطور ایمپلیفائر رو⁵⁵ کردار ادا کرتا ہے اور اس ایمپلیفائر کی افزائش رو⁵⁶ کی قیمت 12 ہے۔

شکل 1.17- پ بالکل اسی طرح داخلی ضابط رو کی نسبت سے برقی دباؤ خارج کرتے ہوئے بطور ایمپلیفائر مزاحمت⁵⁷ نما کردار ادا کرتا ہے جہاں تابع کا مستقل افزائش مزاحمت⁵⁸ نما کہلاتا ہے۔ شکل 1.17- ت بطور ایمپلیفائر موصلیت⁵⁹ نما کام کرتا ہے اور اس کے مستقل کو افزائش موصلیت⁶⁰ نما کہتے ہیں۔

مشق 1.4: شکل 1.19 میں برقی بوجھ کی طاقت دریافت کریں۔

جوابات: (الف): 69.3 W، (ب) 120 W

⁵³ voltage amplifier

⁵⁴ voltage gain

⁵⁵ current amplifier

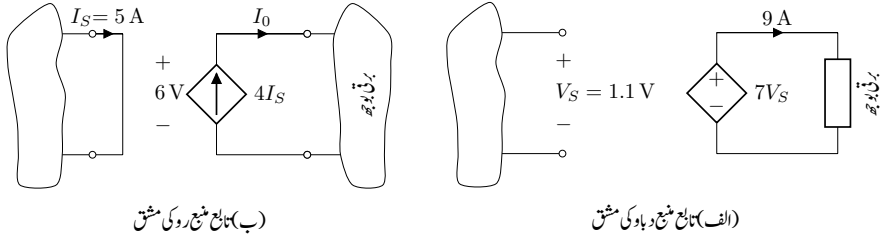
⁵⁶ current gain

⁵⁷ transresistance amplifier

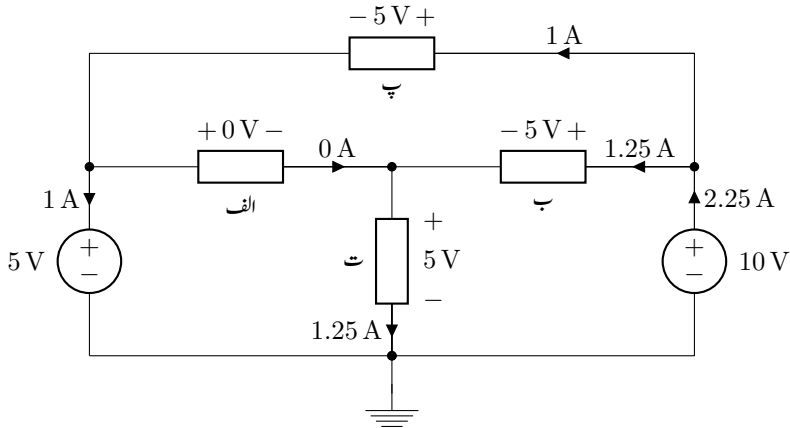
⁵⁸ transresistance gain

⁵⁹ transconductance amplifier

⁶⁰ transconductance gain



شکل 1.19: تابع منبع دہاؤ اور تابع منبع رو کے استعمال کی مشق۔

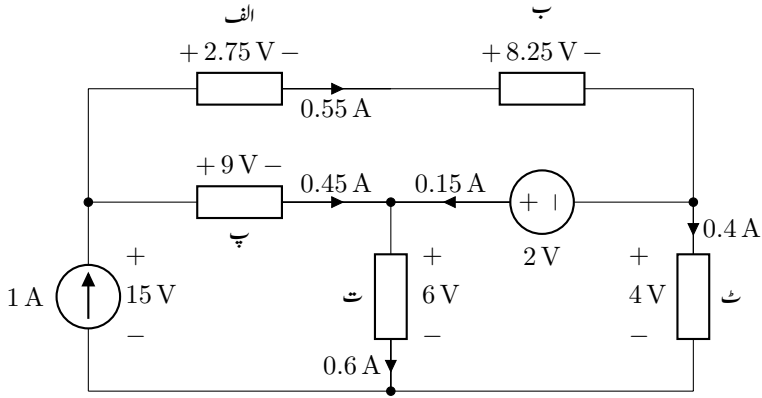


شکل 1.20: مثال 1.6 کا دور۔

مثال 1.6: شکل 1.20 میں تمام پرزہ جات کی طاقت دریافت کریں۔

حل: بوجھ-الف میں برقی رو صفر ہے اور اس کے دونوں سروں کے مابین دہاؤ بھی صفر ہے لہذا اس کی طاقت $0 \times 0 = 0$ W ہے۔ بوجھ-ب کی طاقت $5 \times 1.25 = 6.25$ W ہے۔ بوجھ-پ کی طاقت $5 \times 1 = 5$ W اور بوجھ-ت کی طاقت $5 \times 1.25 = 6.25$ W ہے۔ بائیں منبع کی طاقت $5 \times 1 = 5$ W جبکہ دائیں منبع کی طاقت $10 \times (-2.25) = -22.5$ W ہے۔

کل طاقت کا ضیاع $0 + 6.26 + 5 + 6.25 + 5 = 22.5$ W ہے۔ دایاں منبع تمام طاقت پیدا کرتا ہے جبکہ بائیں منبع کو از خود طاقت درکار ہے۔

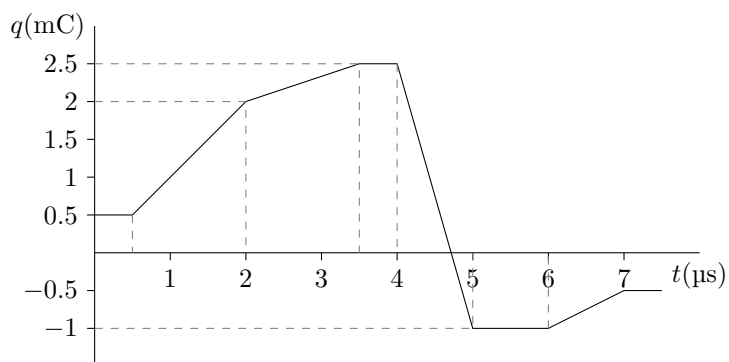
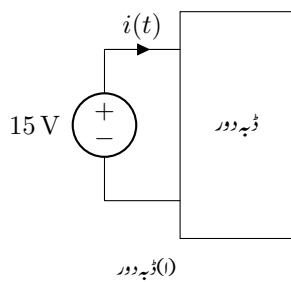


شکل 1.21: طاقت کے حصول کی مشق۔

مشق 1.5: شکل 1.21 کے تمام پرنزوں میں طاقت حاصل کریں۔ کیا طاقت کی پیداوار اور اس کا ضیاع برابر ہیں۔

جوابات: بالترتیب الف تا ت: 1.5125 W ، 4.5375 W ، 4.05 W ، 3.6 W ، 1.6 W ؛ منبع دباؤ کی طاقت -0.3 W اور منبع رو کی طاقت -15 W ہے۔ دور میں کل طاقت کی پیداوار 15.3 W ہے۔ اتنی ہی طاقت پیدا بھی ہوتی ہے لہذا دونوں برابر ہیں۔

مثال 1.7: شکل 1.22-الف میں ڈبہ دور دکھایا گیا ہے جس میں برقی بار بھری جا رہی ہے۔ برقی بار بالمتقابل وقت کا خط شکل-ب میں دیا گیا ہے۔ اس خط سے برقی رو بالمتقابل وقت کا خط حاصل کریں۔



(ب) بار بالمتقابل وقت کا خط۔

شکل 1.22: مثال 1.7 کا شکل۔

حل: وقت $t = 0$ تا $t = 0.5 \mu\text{s}$ تک برقی بار بلا تبدیل ہوئے 0.5 mC رہتا ہے لہذا $\Delta q = 0$ ہے اور یوں اس دورانیے میں

$$i = \frac{\Delta q}{\Delta t} = \frac{0 \text{ C}}{0.5 \mu\text{s}} = 0 \text{ A} \quad (0 < t < 0.5 \mu\text{s})$$

ہوگا۔ وقت $t = 0.5 \mu\text{s}$ تا $t = 2 \mu\text{s}$ کے دوران برقی بار 0.5 mC سے تبدیل ہو کر 2 mC ہو جاتا ہے لہذا اس دورانیے کے لئے

$$i = \frac{2 \text{ mC} - 0.5 \text{ mC}}{2 \mu\text{s} - 0.5 \mu\text{s}} = 1000 \text{ A} \quad (0.5 \mu\text{s} < t < 2 \mu\text{s})$$

ہوگا۔ اسی طرح بقایا دورانیوں میں

$$i = \frac{2.5 \text{ mC} - 2 \text{ mC}}{3.5 \mu\text{s} - 2 \mu\text{s}} = 333.33 \text{ A} \quad (2 \mu\text{s} < t < 3.5 \mu\text{s})$$

$$i = \frac{2.5 \text{ mC} - 2.5 \text{ mC}}{4 \mu\text{s} - 3.5 \mu\text{s}} = 0 \text{ A} \quad (3.5 \mu\text{s} < t < 4 \mu\text{s})$$

$$i = \frac{-1 \text{ mC} - 2.5 \text{ mC}}{5 \mu\text{s} - 4 \mu\text{s}} = -3500 \text{ A} \quad (4 \mu\text{s} < t < 5 \mu\text{s})$$

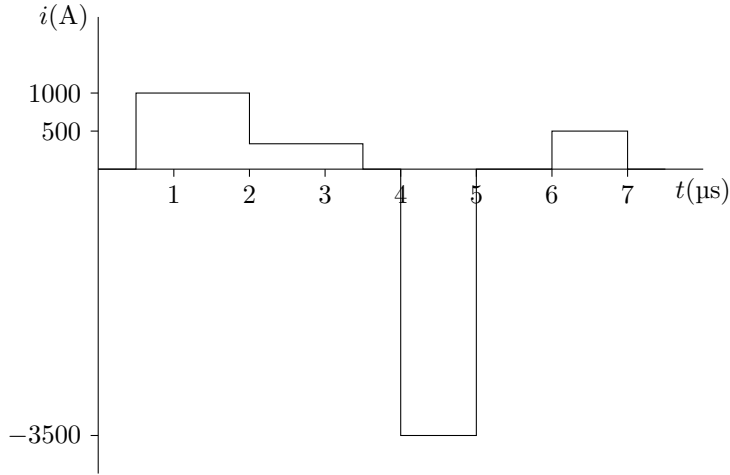
$$i = \frac{-1 \text{ mC} - (-1 \text{ mC})}{6 \mu\text{s} - 5 \mu\text{s}} = 0 \text{ A} \quad (5 \mu\text{s} < t < 6 \mu\text{s})$$

$$i = \frac{-0.5 \text{ mC} - (-1 \text{ mC})}{7 \mu\text{s} - 6 \mu\text{s}} = 500 \text{ A} \quad (6 \mu\text{s} < t < 7 \mu\text{s})$$

$$i = 0 \text{ A} \quad (7 \mu\text{s} < t)$$

اور اس کے بعد $i = 0 \text{ A}$ ہے۔ ان نتائج کو شکل 1.23 میں دکھایا گیا ہے۔ آپ دیکھ سکتے ہیں کہ بار نہ بدلنے کی صورت میں رو صفر ہوتی ہے۔ بڑھتے بار کی صورت میں مثبت رو اور گھٹتے بار کی صورت میں منفی رو پائی جاتی ہے۔

مثال 1.8: مندرجہ بالا مثال میں طاقت بالمقابل وقت حاصل کریں۔



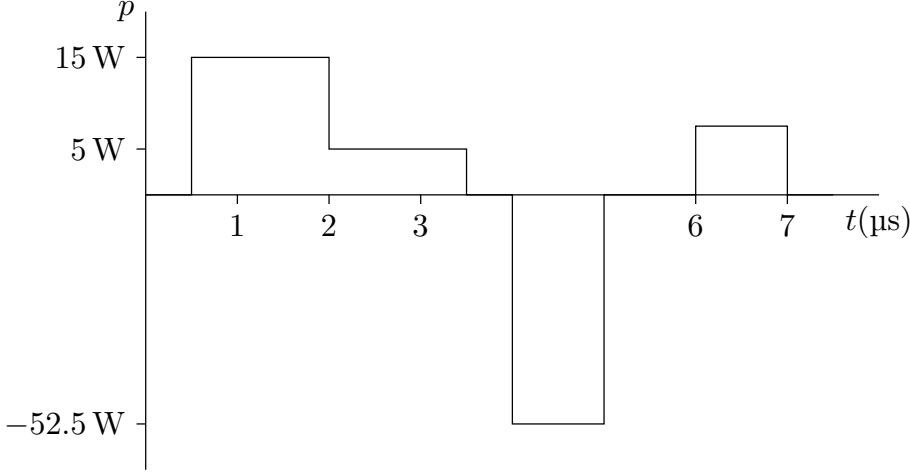
شکل 1.23: برقی رو مثال 1.7

حل: طاقت $p = vi$ ہوتا ہے۔ شکل 1.22-الف سے دباؤ کی قیمت 15 V ملتی ہے جبکہ شکل 1.23 سے رو کی قیمت مختلف دورانیے کے لئے حاصل کی جاسکتی ہے۔ یوں مختلف دورانیے کے طاقت درج ذیل حاصل ہوتے ہیں۔

$$\begin{aligned}
 p &= 15 \times 0 = 0 \text{ W} & (0 < t < 0.5 \mu\text{s}) \\
 p &= 15 \times 1000 = 15 \text{ kW} & (0.5 \mu\text{s} < t < 2 \mu\text{s}) \\
 p &= 15 \times 333.33 = 5 \text{ kW} & (2 \mu\text{s} < t < 3.5 \mu\text{s}) \\
 p &= 15 \times 0 = 0 \text{ W} & (3.5 \mu\text{s} < t < 4 \mu\text{s}) \\
 p &= 15 \times (-3500) = -52.5 \text{ kW} & (4 \mu\text{s} < t < 5 \mu\text{s}) \\
 p &= 15 \times 0 = 0 \text{ W} & (5 \mu\text{s} < t < 6 \mu\text{s}) \\
 p &= 15 \times 500 = 7.5 \text{ kW} & (6 \mu\text{s} < t < 7 \mu\text{s}) \\
 p &= 15 \times 0 = 0 \text{ W} & (7 \mu\text{s} < t)
 \end{aligned}$$

ان جوابات کو شکل 1.24 میں دکھایا گیا ہے۔





شکل 1.24: طاقت بالمشابل وقت

مثال 1.9: آج کل کمپیوٹر⁶¹ کا زمانہ ہے اور یو۔ ایس۔ بی⁶² یعنی عمومی سلسلہ وار پھانک کا استعمال عام ہے۔ کسی بھی کمپیوٹر یا عددی دور⁶³ کو عددی مواد⁶⁴ جن برقی تاروں کے ذریعہ فراہم کیا جاتا ہے وہ کمپیوٹر یا عددی دور کے داخلی پھانک⁶⁵ کہلاتے ہیں اور جن تاروں کے ذریعہ کمپیوٹر یا عددی دور سے عددی مواد حاصل کیا جاتا ہے، کمپیوٹر یا عددی دور کے خارجی پھانک⁶⁶ کہلاتے ہیں۔ عمومی سلسلہ وار پھانک (یو۔ ایس۔ بی) پر کمپیوٹر عددی مواد حاصل بھی کر سکتا ہے اور خارج بھی کر سکتا ہے۔ یوں یہ داخلی۔ خارجی پھانک⁶⁷ ہے۔ اس پھانک کی مدد سے کمپیوٹر کے ساتھ بیرونی آلات مثلاً موبائل فون، عددی کیمرہ وغیرہ جوڑے جاسکتے ہیں۔ یہ پھانک بیرونی آلات کو برقی طاقت فراہم کرنے کی صلاحیت بھی رکھتا ہے۔ یہ پھانک چار عدد برقی تاروں پر مشتمل ہے جن میں دو تار عددی مواد کے ترسیل اور دو تار برقی طاقت کی فراہمی کے لئے استعمال ہوتے ہیں۔ یہ پھانک عام حالت میں 100 mA برقی رو فراہم کر سکتا ہے جبکہ سافٹ ویئر کے ذریعہ پھانک سے برقی رو کی فراہمی 500 mA تک بڑھائی جاسکتی ہے۔

یو۔ ایس۔ بی پھانک استعمال کرتے ہوئے موبائل کی بسے بار⁶⁸ بیٹری میں بار بھرا جاتا ہے۔ بیٹری کی استعداد 1700 mA h

computer⁶¹
 USB Universal Serial Port⁶²
 digital circuit⁶³
 digital data⁶⁴
 input port⁶⁵
 output port⁶⁶
 input-output port⁶⁷
 discharged⁶⁸

ہے۔ الف) بیٹری کی استعداد کو لمب C میں حاصل کریں۔ ب) اگر پھاٹک 100 mA رو فراہم کر رہا ہو تب بیٹری کو مکمل بھرنے میں کتنی دیر لگے گی۔

حل: الف) مکمل بھری بیٹری میں کل بار ہی بیٹری کی استعداد ہوتی ہے۔ بیٹری کی استعداد کو کو لمب C کی بجائے Ah میں بیان کیا جاتا ہے۔ دی گئی بیٹری کی استعداد

$$Q = I \times t = 1700 \times 10^{-3} \times 3600 = 6120 \text{ C}$$

ہے جہاں ایک گھنٹہ 3600 سیکنڈ کے برابر ہے۔

ب) یوں 100 mA کی رو سے بیٹری بھرنے میں

$$t = \frac{6120}{100 \times 10^{-3}} = 61200 \text{ s} = 17 \text{ h}$$

سترہ گھنٹے درکار ہوں گے۔