

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	مزا جمتی 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
56	متعدد سلسلہ وار مزاحمت	2.5
59	سلسلہ وار متعدد منبع دباو اور مزاحمت	2.6
61	متوازی جڑے مزاحمت پر یکساں دباو پایا جاتا ہے	2.7
61	تقسیم رو	2.8
69	سلسلہ وار اور متوازی مزاحمت	2.9
74	تخصیص مزاحمت	2.10
77	سلسلہ وار اور متوازی مزاحمتوں کے ادوار کا حل	2.11
85	ستارہ-تکون تبادلہ	2.12
92	تابع منبع استعمال کرتے ادوار	2.13
101	جوڑ اور دائری تجزیہ	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
122	غیر تابع منبع دباو استعمال کرنے والے ادوار	3.4

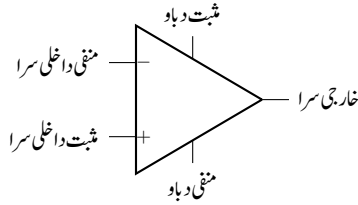
132	3.5	تابع منبع دباوا استعمال کرنے والے ادوار
139	3.6	دائری تجزیہ
140	3.7	غیر تابع منبع استعمال کرنے والے ادوار
148	3.8	غیر تابع منبع رواستعمال کرنے والے ادوار
154	3.9	تابع منبع استعمال کرنے والے ادوار
158	3.10	دائری ترکیب اور ترکیب جوڑ کا موازنہ

باب 4

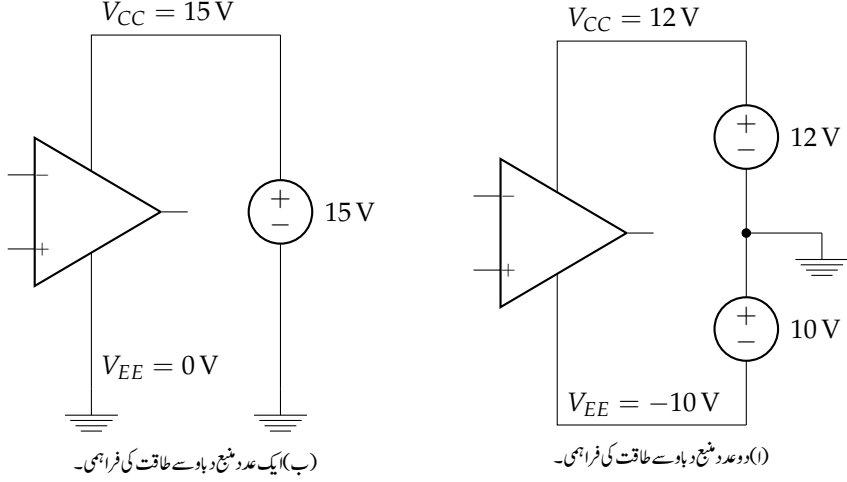
حسابی ایمپلیفائر

شکل 4.1 میں حسابی ایمپلیفائر¹ کی علامت دکھائی گئی ہے۔ حسابی ایمپلیفائر کے دو عدد داخلی سرے (پنیے) ہیں جنہیں مثبت داخلی سرا² اور منفی داخلی سرا³ کہا جاتا ہے جبکہ اس کا ایک عدد خارجی سرا (پنیا) ہے۔ اس کے علاوہ دو عدد طاقتی پنیے⁴ حسابی ایمپلیفائر کو برقی طاقت فراہم کرنے کے لئے استعمال کئے جاتے ہیں جن میں ایک پر مثبت دباؤ اور دوسرے پر منفی دباؤ فراہم کی جاتی ہے۔ حسابی ایمپلیفائر کے ادوار کر خوف کے قوانین سے با آسانی حل ہوتے ہیں۔

operational amplifier, opamp¹
non-inverting pin²
inverting pin³
power pins⁴



شکل 4.1: حسابی ایمپلیفائر کی علامت۔



شکل 4.2: حسابی ایمپلیفائر کو طاقت کی فراہمی کے طریقے۔

شکل 4.2-الف میں حسابی ایمپلیفائر کو دو عدد منبع دباو سے طاقت فراہم کی گئی ہے جبکہ شکل-ب میں ایک عدد منبع دباو سے حسابی ایمپلیفائر کو طاقت کی فراہمی کی گئی ہے۔ مثبت طاقتی دباو کو V_{CC} اور منفی طاقتی دباو کو V_{EE} لکھا جاتا ہے۔ شکل-الف میں $V_{CC} = 12V$ اور $V_{EE} = -10V$ ہیں۔ عموماً ادوار میں مثبت اور منفی طاقتی دباو کے حتمی قیمتیں برابر ہوتی ہیں۔ حسابی ایمپلیفائر کے داخلی سروں پر برقی اشارات⁵ فراہم کئے جاتے ہیں۔

حسابی ایمپلیفائر داخلی سروں پر فراہم کردہ اشارات v_k اور v_n میں فرق v_d

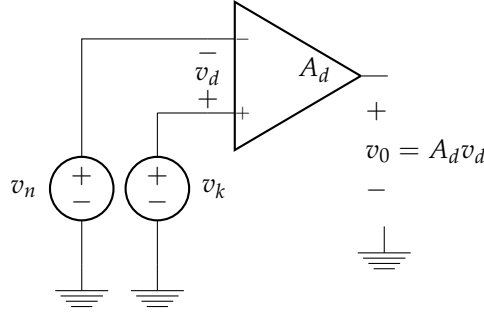
$$(4.1) \quad v_d = v_k - v_n$$

کو A_d گٹا بڑھا کر خارجی پنیپر خارج کرتا ہے۔

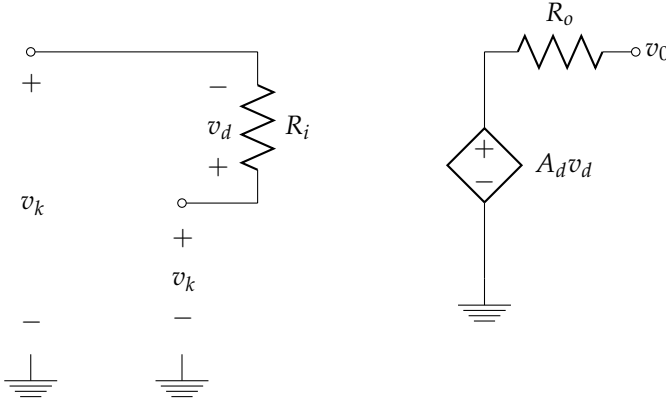
$$(4.2) \quad v_0 = A_d v_d = A_d (v_k - v_n)$$

حسابی ایمپلیفائر v_d کو داخلی اشارہ تصور کرتا ہے۔ v_d کو تفوقی اشارہ⁶ کہتے ہیں۔ داخلی اشارہ بڑھانے کی صلاحیت کو افزائش⁷ کہتے ہیں اور A_d سے ظاہر کرتے ہیں۔ حسابی ایمپلیفائر کے ادوار کے اشکال میں عموماً طاقتی پنیے نہیں دکھائے جاتے تاکہ اشکال صاف ستھرے نظر آئیں۔ شکل 4.3 میں ایسا ہی کرتے ہوئے حسابی ایمپلیفائر کے طاقتی پنیے نہیں دکھائے گئے ہیں۔ شکل 4.4 میں حسابی ایمپلیفائر کے ریاضی نمونے⁸ کا دور دکھایا گیا ہے جو حسابی ایمپلیفائر کی کارکردگی دکھلاتا ہے۔ اس

electrical signals⁵
difference signal⁶
gain⁷
model⁸



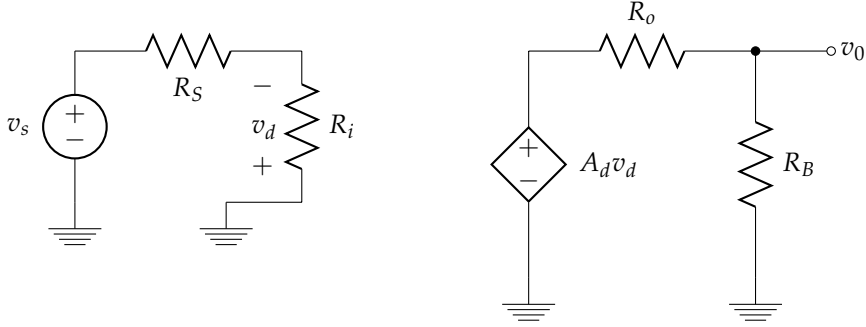
شکل 4.3: حسابی ایمپلیفائر داخلی اشارات کے فرق کو بڑھاتا ہے۔



شکل 4.4: حسابی ایمپلیفائر کار باضی نمونہ۔

نمونے سے ظاہر ہے کہ حسابی ایمپلیفائر کے داخلی سروں پر داخلی رو i_d اور دباؤ v_d راست تناسب کا تعلق رکھتے ہیں۔ یہ حقیقت داخلی پینوں کے مابین مزاحمت $R_i = \frac{v_d}{i_i}$ ظاہر کرتی ہے۔ اسی طرح خارجی جانب بھی مزاحمتی اثر پایا جاتا ہے جسے R_o سے ظاہر کیا گیا ہے۔ آئیں حسابی ایمپلیفائر کا دور اس کے ریاضی نمونے کی مدد سے حل کریں۔ شکل 4.5 میں حسابی ایمپلیفائر کے داخلی جانب منفی داخلی پینے پر اشارہ v_s اور مزاحمت R_S سلسلہ وار جوڑے گئے ہیں جبکہ مثبت پینا کو زمین کے ساتھ جوڑا گیا ہے۔ خارجی جانب حسابی ایمپلیفائر پر مزاحمتی بوجھ R_B ڈالا گیا ہے۔ داخلی جانب تقسیم دباؤ سے

$$v_d = - \left(\frac{R_i}{R_i + R_S} \right) v_s$$



شکل 4.5: حسابی ایمپلیفائر کا دور۔

لکھا جائے گا۔ خارجی جانب تقسیم دباؤ سے درج ذیل لکھا جاتا ہے۔

$$v_0 = \left(\frac{R_B}{R_B + R_o} \right) A_d v_d$$

مندرجہ بالا دو مساوات کو ملاتے ہوئے

$$(4.3) \quad \frac{v_0}{v_s} = -A_d \left(\frac{R_B}{R_B + R_o} \right) \left(\frac{R_i}{R_i + R_S} \right) = A_v$$

حاصل ہوتا ہے جہاں A_v بوجھ بردار حسابی ایمپلیفائر کی افزائش دباؤ⁹ کہلاتی ہے۔

مساوات 4.3 میں دونوں قوسین کی قیمت اکائی سے کم ہے لہذا A_v کی قیمت A_d سے کم ہوگی۔ زیادہ سے زیادہ A_v حاصل کرنے کی خاطر دونوں قوسین کی قیمت اکائی کے قریب ترین ہونا ضروری ہے۔ ایسا تب ممکن ہوگا جب

$$(4.4) \quad \begin{aligned} R_i &\gg R_S \\ R_o &\ll R_B \end{aligned}$$

ہوں۔

جدول 4.1 میں حسابی ایمپلیفائر کے ریاضی نمونے کے متغیرات کی قیمتوں کے عمومی حدود دیے گئے ہیں۔ آپ دیکھ سکتے ہیں کہ ایسے حسابی ایمپلیفائر دستیاب ہیں جن کی افزائش $50\,000 \text{ V V}^{-1}$ ہے اور ایسے ایمپلیفائر بھی دستیاب ہیں جن کی افزائش $1\,000\,000 \text{ V V}^{-1}$ ہے۔

⁹ voltage gain

جدول 4.1: حسابی ایمپلیفائر کے نمونے کے متغیرات کی عمومی قیمتیں۔

$R_0(\Omega)$	$R_i(\Omega)$	$A_d(VV^{-1})$
2 – 200	$10^5 - 10^{12}$	50 000 – 1 000 000

مثال 4.1: شکل 4.5 میں $R_S = \infty$ ، $R_0 = 100 \Omega$ ، $R_i = 10^{12} \Omega$ ، $A_d = 100\,000 VV^{-1}$ کے ساتھ $R_B = 10\,k\Omega$ اور $50\,k\Omega$ ہیں۔ ایمپلیفائر کی افزائش دباؤ A_v حاصل کریں۔
حل: مساوات 4.3 میں دی گئی قیمتیں پُر کرتے ہیں۔

$$A_v = -100\,000 \left(\frac{10\,000}{10\,000 + 100} \right) \left(\frac{10^{12}}{10^{12} + 50\,000} \right) = 99\,010 VV^{-1}$$

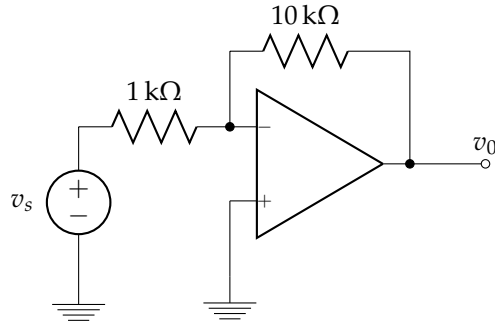
حسابی ایمپلیفائر کا خارجی اشارہ کسی بھی صورت میں مثبت طاقت دباؤ V_{CC} سے زیادہ نہیں ہو سکتا۔ اسی طرح خارجی اشارہ کسی صورت میں بھی V_{EE} سے کم نہیں ہو سکتا۔ کئی اقسام کے حسابی ایمپلیفائر کا خارجی اشارہ طاقتی دباؤ سے چند ملی وولٹ کے فاصلے تک پہنچ پاتا ہے۔ عموماً حسابی ایمپلیفائر ایسا کرنے کی صلاحیت نہیں رکھتے اور ان کا خارجی اشارہ مثبت طاقتی دباؤ سے $1\,V$ تا $3\,V$ کم اور منفی طاقتی دباؤ سے $1\,V$ تا $3\,V$ زیادہ ہی ہوتا ہے۔

$$(4.5) \quad V_{CC} - \Delta_+ > v_0 > V_{EE} + \Delta_-$$

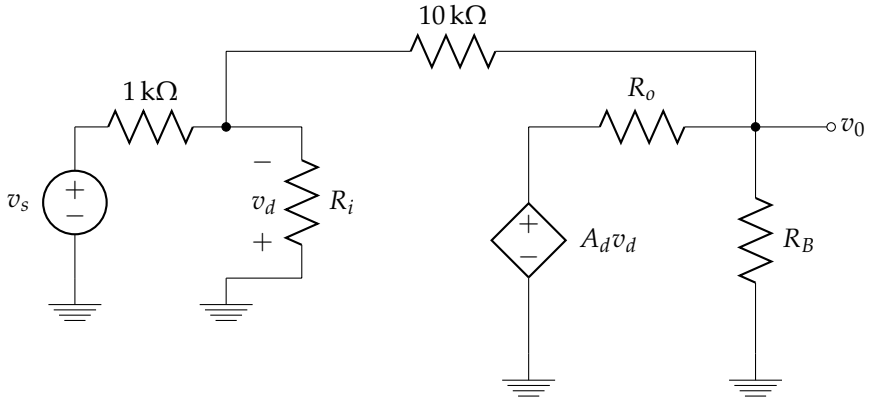
آئیں اس حقیقت کے اثرات ایک مثال کی مدد سے دیکھیں۔

مثال 4.2: شکل 4.6 میں منفی ایمپلیفائر دکھایا گیا ہے۔ اس میں $\Delta_+ = \Delta_- = 1.5\,V$ لیتے ہوئے v_0 دریافت کریں۔

حل: شکل 4.6-الف میں حسابی ایمپلیفائر کی جگہ اس کا نمونہ نسب کرنے سے شکل-ب حاصل ہوتا ہے جسے کرنوف کے قوانین سے حل کیا جاسکتا ہے۔ شکل-ب منفی ایمپلیفائر کا مساوی دور ہے۔



(ا) منفی ایپلیٹائر کا دور۔



(ب) منفی دور کا مساوی برقی دور۔

شکل 4.6: منفی ایپلیٹائر اور اس کا مساوی دور۔