

برقی ادوار

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

عنوان

1	بنیاد	1
1	برقی بار، برقی رو اور برقی دباؤ	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 جتنی ادوار	2
27	قانون اوہم	2.1
35	قوانین کرخوف	2.2
51	سلسلہ وار جڑے پڑوں میں رو	2.3
52	تقسیم دباؤ	2.4
55	متعدد سلسلہ وار مزاحمتوں کا مساوی مزاحمت	2.5
58	سلسلہ وار متعدد منبع دباؤ اور مزاحمت	2.6
59	متوازی جڑے مزاحمت پر یکساں دباؤ پایا جاتا ہے	2.7
61	تقسیم رو اور متعدد متوازی مزاحمتوں کا مساوی مزاحمت	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 رو استعمال کرنے والے ادوار	3.2
117	تابع منبع رو استعمال کرنے والے ادوار	3.3
123	غیر تابع منبع دباؤ 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 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 برقرار حالت بدلتی رو	
359	8.1 مخلوط اعداد	
364	8.2 سائن نمائندگی	
373	8.3 سائن نماد اور مخلوط جبری تفاعل	
381	8.4 دوری سمتیہ	
386	8.5 مزاحمت، امالہ گیر اور برق گیر کے انفرادی دوری سمتیہ تعلق	
396	8.6 برقی رکاوٹ اور برقی فراوانی	
409	8.7 دوری سمتیہ کے اشکال	
419	8.8 کرخوف 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 درنگی	
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 مشیر کہ امالہ	
517	10.2 مشیر کہ امالہ میں توانائی کا ذخیرہ	
523	10.3 کامل ٹرانسفارمر	
547	11 کثیر دوری ادوار	
547	11.1 تین دوری نظام	
551	11.2 ستارہ اور ٹیکنونی جوڑ	

باب 11

کثیر دوری ادوار

11.1 تین دوری نظام

اب تک بدلتی روطاقت کی بات کرتے ہوئے ایک عدد منبع دباؤ کی بات کی جاتی رہی۔ حقیقت میں بدلتی روطاقت کی پیداوار اور ترسیل تین دوری نظام سے کی جاتی ہے۔ شکل 11.1 میں تین دوری نظام دکھایا گیا ہے جہاں تین عدد منبع استعمال کئے گئے ہیں جو آپس میں 120° زاویائی فاصلہ رکھتے ہیں۔ تمام دباؤ کے حیٹے یک برابر ہونے کی صورت میں اس کو متوازن تین دوری نظام کہا جاتا ہے۔ دکھائے گئے متوازن نظام کے دباؤ درج ذیل ہیں جن کے دوری سمتیات کو شکل-ب میں دکھایا گیا ہے۔

$$\begin{aligned}\hat{V}_{an} &= 230/0^\circ \text{ Vrms} \\ \hat{V}_{bn} &= 230/-120^\circ \text{ Vrms} \\ \hat{V}_{cn} &= 230/-240^\circ \text{ Vrms} \\ &= 230/120^\circ \text{ Vrms}\end{aligned}\quad (11.1)$$

انہیں کو وقتی دائرہ کار میں درج ذیل لکھا جائے گا۔ شکل-پ میں انہیں دکھایا گیا ہے۔

$$\begin{aligned}v_{an}(t) &= 230\sqrt{2} \cos \omega t \text{ V} \\ v_{bn}(t) &= 230\sqrt{2} \cos(\omega t - 120^\circ) \text{ V} \\ v_{cn}(t) &= 230\sqrt{2} \cos(\omega t + 120^\circ) \text{ V}\end{aligned}\quad (11.2)$$

balanced three phase system¹

متوازن بوجھ کی صورت میں تینوں رو کے حیصے اور زاوے بھی برابر ہوں گے لہذا انہیں درج ذیل لکھا جائے گا۔

$$\begin{aligned} i_{an}(t) &= I_0 \cos(\omega t - \theta) \text{ A} \\ i_{bn}(t) &= I_0 \cos(\omega t - 120^\circ - \theta) \text{ A} \\ i_{cn}(t) &= I_0 \cos(\omega t + 120^\circ - \theta) \text{ A} \end{aligned} \quad (11.3)$$

تینوں دباؤ کو عمومی شکل میں لکھتے ہوئے

$$\begin{aligned} v_{an}(t) &= V_0 \cos \omega t \text{ V} \\ v_{bn}(t) &= V_0 \cos(\omega t - 120^\circ) \text{ V} \\ v_{cn}(t) &= V_0 \cos(\omega t + 120^\circ) \text{ V} \end{aligned} \quad (11.4)$$

آگے بڑھنے سے پہلے درج ذیل مثال میں ایک اہم مساوات ثابت کرتے ہیں۔

مثال 11.1: درج ذیل مساوات کو ثابت کریں۔

$$\cos \alpha + \cos(\alpha + 120^\circ) + \cos(\alpha - 120^\circ) = 0 \quad (11.5)$$

$$\cos \alpha + \cos(\alpha - 240^\circ) + \cos(\alpha + 240^\circ) = 0 \quad (11.6)$$

حل: مساوات 11.5 میں دوسرے اور تیسرے اجزاء کو درج ذیل لکھا جاسکتا ہے۔

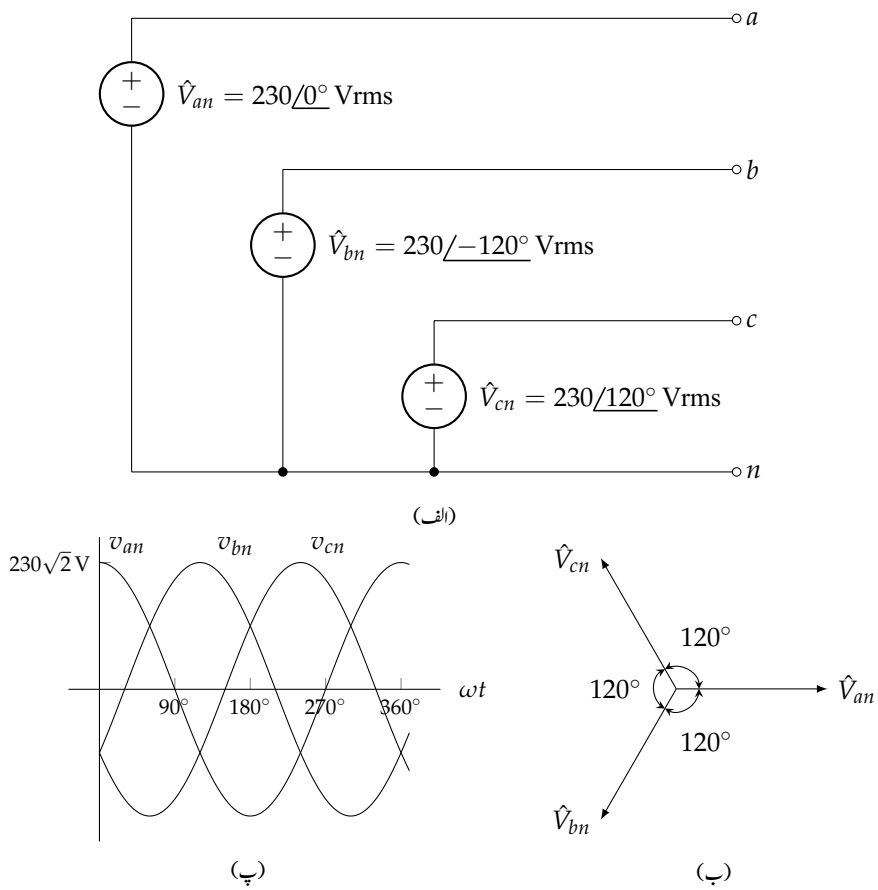
$$\cos(\alpha + 120^\circ) = \cos \alpha \cos 120^\circ - \sin \alpha \sin 120^\circ = -\frac{1}{2} \cos \alpha - \frac{\sqrt{3}}{2} \sin \alpha$$

$$\cos(\alpha - 120^\circ) = \cos \alpha \cos 120^\circ + \sin \alpha \sin 120^\circ = -\frac{1}{2} \cos \alpha + \frac{\sqrt{3}}{2} \sin \alpha$$

یوں تینوں اجزاء کا مجموعہ درج ذیل ہے۔

$$(\cos \alpha) + \left(-\frac{1}{2} \cos \alpha - \frac{\sqrt{3}}{2} \sin \alpha\right) + \left(-\frac{1}{2} \cos \alpha + \frac{\sqrt{3}}{2} \sin \alpha\right) = 0$$

آئیں اب مساوات 11.6 کو ثابت کریں۔ مساوات کے دوسرے جزو میں $\cos(\alpha - 240^\circ) = \cos(\alpha + 120^\circ)$ استعمال کرتے ہوئے مساوات استعمال کرتے ہوئے $\cos(\alpha + 240^\circ) = \cos(\alpha - 120^\circ)$ استعمال کرتے ہوئے مساوات 11.5 ملتا ہے جسے ہم ثابت کر چکے ہیں۔



شکل 11.1: تین دوری نظام۔

تین دوری نظام میں علیحدہ علیحدہ دور کے لحاتی طاقت لکھتے ہیں

$$\begin{aligned}
 p_a(t) &= v_{an} i_{an} \\
 &= V_0 I_0 \cos \omega t \cos(\omega t - \theta) \\
 &= \frac{V_0 I_0}{2} [\cos \theta + \cos(2\omega t - \theta)] \\
 p_b(t) &= v_{bn} i_{bn} \\
 &= V_0 I_0 \cos(\omega t - 120^\circ) \cos(\omega t - 120^\circ - \theta) \\
 &= \frac{V_0 I_0}{2} [\cos \theta + \cos(2\omega t - \theta - 240^\circ)] \\
 p_c(t) &= v_{cn} i_{cn} \\
 &= V_0 I_0 \cos(\omega t + 120^\circ) \cos(\omega t + 120^\circ - \theta) \\
 &= \frac{V_0 I_0}{2} [\cos \theta + \cos(2\omega t - \theta + 240^\circ)]
 \end{aligned}$$

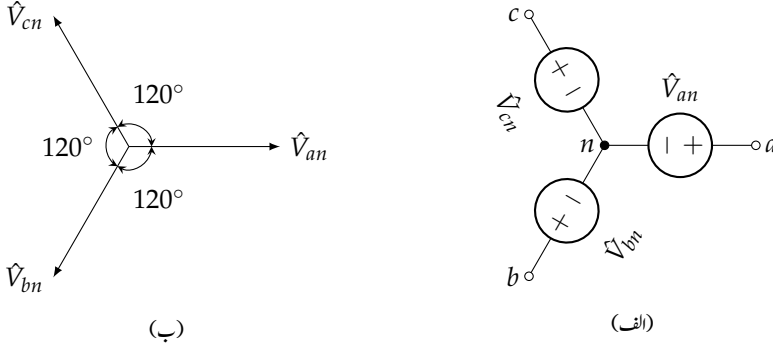
جہاں $\cos \alpha \cos \beta = \frac{1}{2} [\cos(\alpha - \beta) + \cos(\alpha + \beta)]$ کا استعمال کیا گیا ہے۔ یوں مکمل نظام کا لحاتی طاقت $p(t)$ درج بالا کا مجموعہ ہوگا۔

$$\begin{aligned}
 p(t) &= p_a(t) + p_b(t) + p_c(t) \\
 &= \frac{V_0 I_0}{2} [3 \cos \theta + \cos(2\omega t - \theta) + \cos(2\omega t - \theta - 240^\circ) + \cos(2\omega t - \theta + 240^\circ)]
 \end{aligned}$$

درج بالا مساوات میں $2\omega t - \theta = \alpha$ لکھتے ہوئے اور مساوات 11.6 استعمال کرتے ہوئے آخری تین اجزاء کے مجموعے کو صفر کے برابر لکھا جاسکتا ہے۔ یوں لحاتی طاقت درج ذیل حاصل ہوتی ہے۔

$$(11.7) \quad p(t) = \frac{3V_0 I_0}{2} \cos \theta = 3V_{rms} I_{rms} \cos \theta W$$

آپ مساوات 11.7 کا $p_a(t) = \frac{V_0 I_0}{2} [\cos \theta + \cos(2\omega t - \theta)]$ کے ساتھ موازنہ کریں جو دگنی تعدد یعنی 2ω کے ساتھ تبدیل ہوتا ہے۔ آپ دیکھ سکتے ہیں کہ تین دوری نظام میں لحاتی طاقت برقرار رہتا ہے۔ یہ انتہائی اہم نتیجہ ہے۔ تین دور کا موٹر برقرار میکانیکی قوت پیدا کرے گا لہذا اس میں ترترہٹ کم سے کم ہوگی جو میکانیکی خرابی کی وجہ بنتی ہے۔



شکل 11.2: ستارہ نما جوڑ۔

11.2 ستارہ اور ٹکونی جوڑ

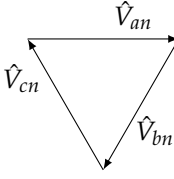
مسافات 11.2 میں لمحہ $t = 0$ پر v_{an} کی چوٹی پائی جاتی ہے۔ ہم کہتے ہیں کہ v_{an} کا زاویائی ہٹاؤ صفر کے برابر ہے۔ اگر v_{an} کا زاویائی ہٹاؤ θ ہو تب تین دوری نظام کے دوری سمتیات درج ذیل ہوں گے۔

$$\begin{aligned}\hat{V}_{an} &= 230/\theta \text{ Vrms} \\ \hat{V}_{bn} &= 230/(\theta - 120^\circ) \text{ Vrms} \\ \hat{V}_{cn} &= 230/(\theta - 240^\circ) \text{ Vrms}\end{aligned}\quad (11.8)$$

ایسی صورت میں شکل 11.1-ب کے تینوں دوری سمتیات θ زاویہ گھوم جائیں گے۔ تین دوری نظام کی بات کرتے ہوئے ہم v_{an} کا زاویہ ہٹاؤ صفر کے برابر لیں گے تاکہ بار بار اس کا ذکر نہ کرنا پڑے۔ ساتھ ہی ساتھ شکل 11.1-ب میں دکھایا گیا ہے ہم v_{bn} کو v_{an} سے 120° پیچھے اور v_{cn} کو v_{bn} سے 120° پیچھے تصور کریں گے۔ ایسے نظام کو abc نظام کہا جاتا ہے۔

شکل 11.1-الف کے تین دوری نظام abc کو شکل 11.2-الف میں ستارہ نما جزا² دکھایا گیا ہے۔ ساتھ ہی شکل-ب میں دوری سمتیات دکھائے گئے ہیں جو پہلے سے ستارہ شکل بناتے ہیں۔ تین دوری نظام کو اس طرح کاغذ پر بناتے ہوئے مکمل معلومات بغیر لکھے دی جاتی ہے۔ یوں شکل 11.1-الف سے ظاہر ہے کہ v_{an} کا زاویہ ہٹاؤ صفر کے برابر ہے اور v_{bn} اس سے 120° پیچھے ہے۔ یوں ظاہر ہے کہ یہ نظام abc ہے۔ ساتھ ہی آپ دیکھ سکتے ہیں کہ تینوں دباؤ کے حیطے برابر ہیں۔ تینوں دباؤ کو نقطہ n سے ناپا جاتا ہے۔

star connected, Y connected²

$$\hat{V}_{an} + \hat{V}_{bn} + \hat{V}_{cn} = 0$$


شکل 11.3: تین دوری نظام کے تینوں دباؤ کا مجموعہ صفر کے برابر ہے۔

دوری سمتیات کا مجموعہ حاصل کرتے وقت ایک دوری سمتیہ کی نوک کے ساتھ دوسری دوری سمتیہ کی دم ملائی جاتی ہے۔ اس ترکیب کو استعمال کرتے ہوئے شکل 11.3 میں درج ذیل مساوات ثابت کی گئی ہے۔

$$(11.9) \quad \hat{V}_{an} + \hat{V}_{bn} + \hat{V}_{cn} = 0$$