

برقی آلات

خالد خان یوسفزئی

جامعہ کامیٹ، اسلام آباد

khalidyoufazai@comsats.edu.pk

عنوان

ix

دیباچہ

3	1 بنیادی حقائق
3	1.1 بنیادی اکائیاں
3	1.2 غیر سمتی
4	1.3 سمتیہ
5	1.4 محدود
5	1.4.1 کارتیسی محدودی نظام
7	1.4.2 تکلی محدودی نظام
9	1.5 سمتیہ رقبہ
11	1.6 رقبہ عمودی تراش
12	1.7 برقی اور مقناطیسی میدان
12	1.7.1 برقی میدان اور برقی میدان کی شدت
13	1.7.2 مقناطیسی میدان اور مقناطیسی میدان کی شدت

13	سطحی اور حجمی کشافیت	1.8
13	1.8.1 سطحی کشافیت	
14	حجمی کشافیت	1.9
15	صلیبی ضرب اور ضرب نقطہ	1.10
15	1.10.1 صلیبی ضرب	
17	1.10.2 نقطی ضرب	
20	1.11 تفرق اور جزوی تفرق	
20	1.12 خطی مکمل	
21	1.13 سطحی مکمل	
22	1.14 دوری سمتیہ	
27	2 مقناطیسی ادوار	
27	2.1 مزاحمت اور ہنگامی ہٹ	
28	2.2 کشافیت برقی رد اور برقی میدان کی شدت	
30	2.3 برقی ادوار	
32	2.4 مقناطیسی دور حصہ اول	
34	2.5 کشافیت مقناطیسی بہا اور مقناطیسی میدان کی شدت	
36	2.6 مقناطیسی دور حصہ دوم	
40	2.7 خود امالہ، مشترکہ امالہ اور توانائی	
47	2.8 مقناطیسی مادہ کے خواص	
51	2.9 ہجیان شدہ لچھا	

57	3	ٹرانسفارمر
58	3.1	ٹرانسفارمر کی اہمیت
61	3.2	ٹرانسفارمر کے اقسام
61	3.3	امالی برقی دباؤ
63	3.4	ہیجان انگیز برقی رد اور قابلی ضیاع
66	3.5	تبادلہ برقی دباؤ اور تبادلہ برقی رو کے خواص
70	3.6	ثانوی جانب بوجھ کا ابتدائی جانب اثر
71	3.7	ٹرانسفارمر کی علامت پر نقطوں کا مطلب
72	3.8	رکاوٹ کا تبادلہ
77	3.9	ٹرانسفارمر کا وولٹ-کمپیئر
79	3.10	ٹرانسفارمر کے امالہ اور مساوی ادوار
79	3.10.1	لچھے کی مزاحمت اور اس کی متعاملہ علیحدہ کرنا
81	3.10.2	رستا امالہ
82	3.10.3	ثانوی برقی رد اور قالب کے اثرات
83	3.10.4	ثانوی لچھے کا امالی برقی دباؤ
83	3.10.5	ثانوی لچھے کی مزاحمت اور متعاملہ کے اثرات
85	3.10.6	رکاوٹ کا ابتدائی یا ثانوی جانب تبادلہ
87	3.10.7	ٹرانسفارمر کے سادہ ترین مساوی ادوار
88	3.11	کھلے دور معائنہ اور کسر دور معائنہ
89	3.11.1	کھلا دور معائنہ
91	3.11.2	کسر دور معائنہ
95	3.12	تین دوری ٹرانسفارمر
103	3.13	ٹرانسفارمر چالو کرتے لمحہ زیادہ محرکی برقی رو کا گزر

105	4	برقی اور میکانی توانائی کا باہمی تبادلہ
105	4.1	مقناطیسی نظام میں قوت اور قوت مروڑ
111	4.2	تبادلہ توانائی والا ایک لچھے کا نظام
117	4.3	توانائی اور ہم-توانائی
121	4.4	متعدد لچھوں کا مقناطیسی نظام
129	5	گھومتے مشین کے بنیادی اصول
129	5.1	قانون فیئرڈے
130	5.2	معاصر مشین
140	5.3	محرک برقی دباؤ
143	5.4	پچیلے لچھے اور سائن نما مقناطیسی دباؤ
145	5.4.1	بدلتا رووالے مشین
153	5.5	مقناطیسی دباؤ کی گھومتی امواج
153	5.5.1	ایک دور کی لپٹی مشین
155	5.5.2	تین دور کی لپٹی مشین کا تحلیلی تجزیہ
159	5.5.3	تین دور کی لپٹی مشین کا تریسی تجزیہ
163	5.6	محرک برقی دباؤ
163	5.6.1	بدلتا رو برقی جزیئر
168	5.6.2	یک سمت رو برقی جزیئر
169	5.7	ہموار قطب مشینوں میں قوت مروڑ
170	5.7.1	میکانی قوت مروڑ بذریعہ ترکیب توانائی
172	5.7.2	میکانی قوت مروڑ بذریعہ مقناطیسی دباؤ

179	6 یکساں حال، برقرار چالو معاصر مشین
180	6.1 متعدد دوری معاصر مشین
183	6.2 معاصر مشین کے امالہ
184	6.2.1 خود امالہ
185	6.2.2 مشترکہ امالہ
187	6.2.3 معاصر امالہ
189	6.3 معاصر مشین کا مساوی دور یا ریاضی نمونہ
191	6.4 برقی طاقت کی منتقلی
195	6.5 یکساں حال، برقرار چالو مشین کے خواص
195	6.5.1 معاصر جزیر: برقی بوجھ بالقابل I_m کے خط
196	6.5.2 معاصر موٹر: I_a بالقابل I_m کے خط
199	6.6 کھلا دور اور کسر دور معائنہ
199	6.6.1 کھلا دور معائنہ
200	6.6.2 کسر دور معائنہ

- 7.1 ساکن لچھوں کی گھومتی مقناطیسی موج 212
- 7.2 مشین کا سر کا داور گھومتی امواج پر تبصرہ 212
- 7.3 ساکن لچھوں میں امالی برقی دباؤ 215
- 7.4 ساکن لچھوں کی موج کا گھومتے لچھوں کے ساتھ اضافی رفتار اور ان میں پیدا امالی برقی دباؤ 215
- 7.5 گھومتے لچھوں کی گھومتی مقناطیسی دباؤ کی موج 219
- 7.6 گھومتے لچھوں کے مساوی فرضی ساکن لچھے 220
- 7.7 امالی موٹر کا مساوی برقی دور 221
- 7.8 مساوی برقی دور پر غور 226
- 7.9 امالی موٹر کا مساوی تھونن دور یا ریاضی نمونہ 230
- 7.10 پنجرہ نما امالی موٹر 236
- 7.11 بے بوجھ موٹر اور جامد موٹر کے معائنہ 237
- 7.11.1 بے بوجھ موٹر کا معائنہ 237
- 7.11.2 جامد موٹر کا معائنہ 239

- 8.1 میکانی سمت کار کی بنیادی کارکردگی 245
- 8.1.1 میکانی سمت کار کی تفصیل 247
- 8.2 یک سمت جزیئر کی برقی دباؤ 252
- 8.3 قوت مروڑ 254
- 8.4 بیرونی پیمان اور خود پیمان یک سمت جزیئر 255
- 8.5 یک سمت مشین کی کارکردگی کے خط 260
- 8.5.1 حاصل برقی دباؤ بالمتقابل برقی بوجھ 260
- 8.5.2 رفتار بالمتقابل قوت مروڑ 262

باب 8

یک سمت رو مشین

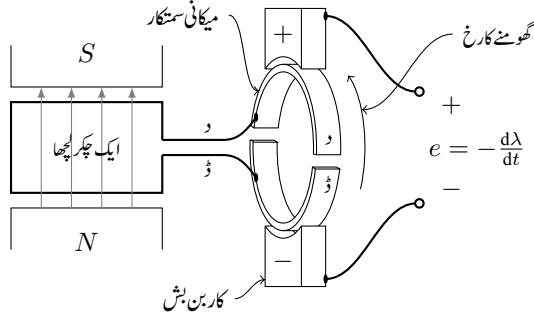
یکے سمت رو مشین¹ یک سمت رو¹ برقی طاقت پیدا کرتی ہیں یا ایک سمت رو برقی طاقت سے چلتی ہیں۔ یک سمت رو موٹروں کی اہمیت بتدریج کم ہو رہی ہے اور ان کی جگہ امالی موٹر لے رہے ہیں جن کی رفتار قوی برقیات² سے قابو کی جاتی ہے۔ موجودہ دور میں گاڑیوں کے یک سمت جزیئر بھی دراصل سادہ بدلتا رو جزیئر ہوتے ہیں جن کے اندر نسب ڈایوڈ³ بدلتا محرک برقی دباؤ کو یک سمت محرک برقی دباؤ میں تبدیل کرتے ہیں۔

اس باب میں دو قطب کے یک سمت مشینوں کا مطالعہ کیا جائے گا۔ میکانی سمت کار والے یک سمت مشینوں میں میدانی لچھا ساکن جبکہ قوی لچھا گھومتا ہے۔

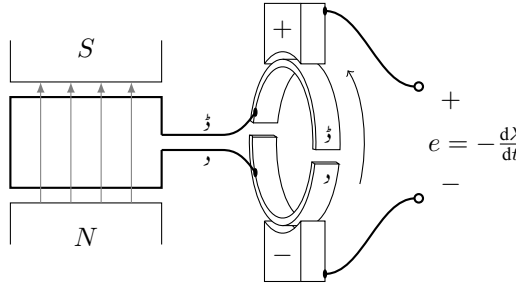
8.1 میکانی سمت کار کی بنیادی کارکردگی

جزیئر بنیادی طور پر بدلتا برقی دباؤ پیدا کرتا ہے۔ یک سمت جزیئر کے اندر نسب میکانی سمت کار⁴ میکانی طریقہ سے بدلتا دباؤ کو یک سمت دباؤ میں تبدیل کر کے برقی سروں پر فراہم کرتا ہے۔

dc, direct current¹
power electronics²
diode³
commutator⁴



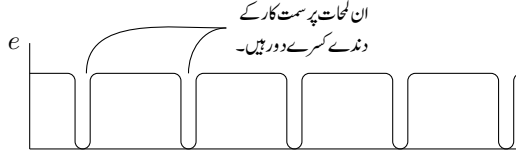
شکل 8.1: میکانی سمت کار۔



شکل 8.2: آدھے چکر کے بعد بھی بالائی بٹن مثبت ہی ہے۔

میکانی سمت کار کو شکل 8.1 میں دکھایا گیا ہے جہاں جنریٹر کے قوی لچھے کو ایک چکر کا دکھایا گیا ہے اگرچہ حقیقت میں ایسا نہیں ہو گا۔ قوی لچھے کے برقی سروں کو د اور ڈ سے ظاہر کیا گیا ہے جو سمت کار کے د اور ڈ حصوں کے ساتھ جڑے ہیں۔ قوی لچھا اور سمت کار ایک ہی دھرے پر نسب ہوتے ہیں لہذا دونوں ایک ساتھ حرکت کرتے ہیں۔ تصور کریں کہ دونوں خلاف گھڑی مقتطیسی میدان میں گھوم رہے ہیں۔ مقتطیسی میدان افقی سطح میں N سے S رخ ہو گا جسے نوکدار لکیروں سے دکھایا گیا ہے۔ سمت کار کے ساتھ ساکن کاربن بٹن، اسپرنگ کی مدد سے دبا کر رکھے جاتے ہیں۔ ان کاربن بٹنوں سے برقی دباؤ کو جنریٹر کے باہر منتقل کیا جاتا ہے۔ بٹنوں کو مثبت علامت + اور منفی علامت - سے ظاہر کیا گیا ہے۔

دکھائے گئے لمحے پر لچھے میں پیدا برقی دباؤ e کی وجہ سے لچھے کا سر د مثبت اور ڈ منفی ہے۔ یوں سمت کار کا حصہ د مثبت اور حصہ ڈ منفی ہوں گے لہذا کاربن کا + علامت والا بٹن مثبت اور - علامت والا بٹن منفی ہو گا۔ یوں بیرونی بالائی تار مثبت اور چلی تار منفی ہوں گے۔ آدھا چکر بعد، جیسا شکل 8.2 میں دکھایا گیا ہے، خلائی درز میں لچھا کے د



شکل 8.3: دو دندی سمت کار سے حاصل یک سمت برقی دباؤ۔

اور ڈاٹراف آپس میں جگہیں تبدیل کر چکے ہوں گے۔ لچھا کے د اور ڈاٹراف اب بھی سمت کار کے د اور ڈ حصوں کے ساتھ جڑے ہیں۔ لچھے پر برقی دباؤ الٹ ہے اور اس کا سر د منفی اور ڈ مثبت ہیں۔ یہاں سمت کار کی کارکردگی پر نظر رکھیں۔ اب بھی کاربن کا + علامت والا بش مثبت اور - علامت والا بش منفی ہے۔ یوں جزیئر کے بیرونی برقی سروں پر اب بھی بالائی سر مثبت اور نچلا سر منفی ہے۔ سمت کار کے دانتوں کے مابین برقی دباؤ ہوتا ہے لہذا ان کو غیر موصل کی مدد سے ایک دوسرے اور دھڑے سے دور رکھا جاتا ہے۔

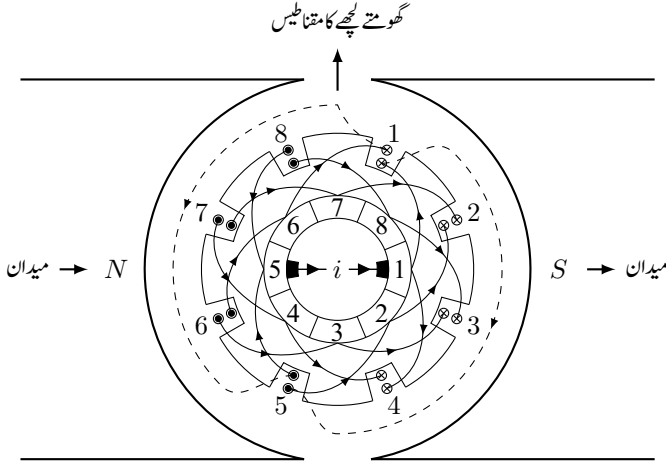
گھومتے وقت ایک ایسا لمحہ آتا ہے جب سمت کار کے دانتوں کو کاربن بش کسر دور کرتے ہیں۔ کاربن بش محیط پر اس طرح رکھے جاتے ہیں کہ جس لمحہ لچھے میں برقی دباؤ مثبت سے منفی یا منفی سے مثبت ہونا چاہے اسی لمحہ کاربن کے بش لچھے کو کسر دور کرتے ہوں۔ چونکہ اس لمحہ لچھے پر محرک دباؤ صفر ہوتا ہے لہذا اسے کسر دور کرنے سے کوئی نقصان نہیں ہوتا ہے۔ یوں حاصل برقی دباؤ شکل 8.3 میں دکھایا گیا ہے۔

یہاں دو دندی سمت کار اور دو مقناطیسی قطب کے درمیان گھومتا ہوا ایک قوی لچھا دکھایا گیا ہے۔ حقیقت میں جزیئر کے متعدد قطبین ہوں گے اور فی قطب سمت کار کے کئی دندے ہوں گے۔ چھوٹی مشینوں میں مقناطیس ہی مقناطیسی میدان فراہم کرتا ہے جبکہ بڑی مشینوں میں مقناطیسی میدان ساکن میدانی لچھے فراہم کرتے ہیں۔ دونوں اقسام کی مشینوں کے لچھے تقسیم شدہ ہوتے ہیں۔

اب ہم زیادہ دندوں کے ایک سمت کار کو دیکھتے ہیں۔

8.1.1 میکانی سمت کار کی تفصیل

پچھلے حصہ میں سمت کار کی بنیادی کارکردگی پر غور کیا گیا۔ اس حصہ میں اس پر تفصیلی بات کی جائے گی۔ شکل 8.4 میں امالی مشین دکھائی گئی ہے۔ اس شکل میں اندر کو سمت کار ہے جس کے دندوں کو گنتی لگائی گئی ہے۔ سمت کار کی

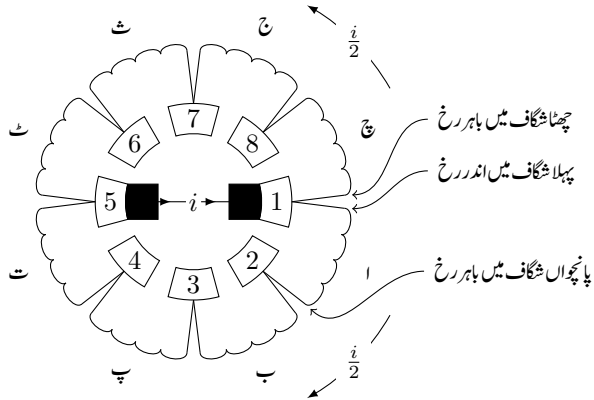


شکل 8.4: کاربن بش سیتکار کے دندوں کو کسر دور نہیں کر رہا ہے۔

اندر جانب دو عدد کاربن بش ہیں جن سے حاصل بیرون برقی رو i ہے۔ شکافوں کو بھی گنتی لگائی گئی ہے۔ جزیئر کے دو قطب اور آٹھ شکاف ہیں۔ اس طرح اگر ایک شکاف ایک قطب کے سامنے ہو تو تین شکاف چھوڑ کر موجود شکاف دوسرے قطب کے سامنے ہو گا۔ ہم کہتے ہیں کہ ایسے دو شکاف "ایک قطب فاصلہ" پر ہیں۔ یوں شکاف 1 اور 5 ایک دوسرے سے ایک قطب کے فاصلے پر ہیں جبکہ شکاف 2 اور 6 ایک دوسرے سے ایک قطب کے فاصلے پر ہیں۔

جیسا شکل 8.2 میں دکھایا گیا، اگر لچھے کا ایک طرف شمالی قطب کے سامنے ہو تب اس کا دوسرا طرف، ایک قطب فاصلہ پر، جنوبی قطب کے سامنے ہو گا۔ لچھوں کو شکافوں میں رکھا جاتا ہے۔ یوں شکل 8.4 میں اگر ایک لچھے کا ایک طرف شکاف 1 میں ہو تب اس کا دوسرا طرف، ایک قطب فاصلہ پر، شکاف 5 میں ہو گا۔ حقیقت میں ہر شکاف میں دو لچھے رکھے جاتے ہیں۔ ایک لچھے کو شکاف میں محور کے قریب اور دوسرے کو شکاف میں محور سے دور رکھا جاسکتا ہے۔ ایسا کرنے کے لئے ہمیں دو مختلف جسامت کے لچھے تیار کرنے ہوں گے۔ محور کے قریب رکھا گیا لچھا جسامت میں چھوٹا جبکہ محور سے دور لچھا بڑا ہو گا۔ لچھوں کو پہلے تیار کر کے بعد میں شکافوں میں رکھا جاتا ہے۔ اس سے بہتر ترکیب موجود ہے جو حقیقت میں استعمال ہوتی ہے۔

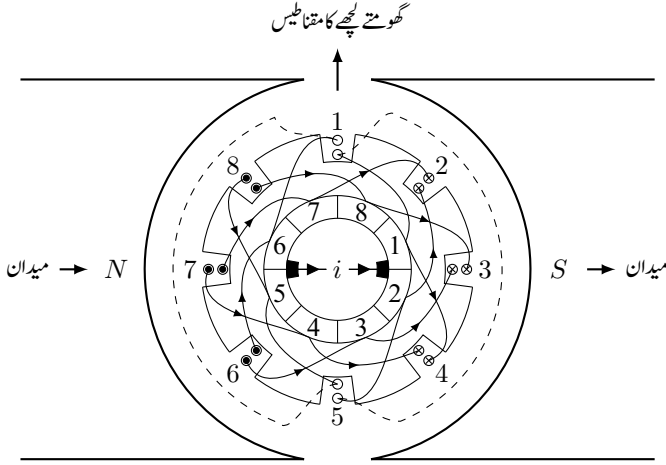
بہتر ترکیب میں ایک لچھے کے ایک طرف کو ایک شکاف میں محور کے قریب اور، ایک قطب فاصلہ پر، دوسرے شکاف میں محور کے دور رکھا جاتا ہے۔ دوسرے لچھے کو انہیں شکافوں میں باقی دو مقامات پر رکھا جاتا ہے۔ یوں دونوں لچھوں کی جسامت ایک دوسرے جیسے ہو گی اور ان میں اتنی ڈھیل ہو گی کہ انہیں شکافوں میں با آسانی رکھا جاسکے۔



شکل 8.5: سمت کار سے جڑے لچھے۔

اب شکل 8.4 کو تفصیل سے سمجھتے ہیں۔ شگافوں میں موجود لچھوں میں برقی رو کے رخ نقطہ اور صلیب سے ظاہر کئے گئے ہیں۔ نقطہ کا نشان، صفحہ سے عمودی باہر رخ رو کو ظاہر کرتا ہے جبکہ صلیب کا نشان اس کے مخالف رخ رو کو ظاہر کرتا ہے۔ یوں پہلا (1) شگاف میں برقی رو عمودی صفحہ کے اندر رخ ہے۔

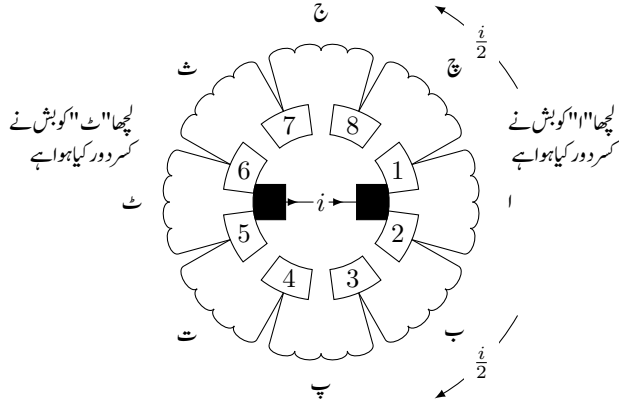
شکل 8.4 میں مشین کا عمودی تراش دکھایا گیا ہے۔ مشین کا محور کتاب کے صفحہ کو عمودی ہو گا۔ ہمیں مشین کا (قریبی، بالائی) "سامنے" طرف نظر آ رہا ہے جبکہ (ہم سے دور) "پچلا" طرف ہمیں نظر نہیں آ رہا ہے۔ "سامنے" طرف کی تاروں کو ٹھوس جبکہ "پچلے" طرف (نظر نہ آنے والے) تاروں کو نقطہ دار دکھایا گیا ہے۔ ہر شگاف میں دو لچھے دکھائے گئے ہیں جن میں سے ایک مشین کی محور کے قریب "اندر" جانب اور دوسرا محور سے دور "باہر" جانب ہے۔ پہلے (1) شگاف میں "اندر" جانب موجود لچھا، سمت کار کے پہلے دانت سے جڑا ہے۔ اس جوڑ کو موٹی لکیر سے دکھایا گیا ہے۔ شگاف 1 کے "پچلے" طرف سے نکل کر یہ لچھا شگاف 5 میں "پچلے" طرف سے داخل ہوتا ہے۔ اس بات کو نقطہ دار لکیر سے دکھایا گیا ہے۔ اسی طرح دو عدد لچھے شگاف 2 اور 6 میں پائے جاتے ہیں۔ ان میں ایک لچھا شگاف 2 میں "اندر" جانب اور شگاف 6 میں "باہر" جانب ہے جبکہ دوسرا لچھا دوسرے شگاف میں "باہر" جانب اور چھٹے شگاف میں "اندر" جانب ہے۔ نقطہ دار لکیریں صرف پہلی اور پانچویں شگافوں کے لئے دکھائی گئی ہیں۔ آپ خود باقی شگافوں کے لئے انہیں بنا سکتے ہیں۔ ہر لچھے کا ایک طرف شگاف میں "اندر" جانب اور دوسرا طرف ایک قطب دور شگاف میں "باہر" جانب ہو گا۔ سمت کار کا پہلا (1) دانت چوتھے (4) شگاف کے "باہر" جانب موجود لچھے سے بھی جڑا ہے۔ آپ یہاں رکھ کر شکل 8.5 کی مدد سے مشین میں برقی رو کے رخ سمجھیں اور تسلی کر لیں کہ یہ درست دکھائے گئے ہیں۔ اس شکل میں لچھوں کو ا، ب، پ، وغیرہ سے ظاہر کیا گیا ہے جبکہ سمت کار کے دندوں کو گنتی لگائی گئی ہے۔ کاربن کے ہش پہلے اور پانچویں دانت سے جڑے دکھائے گئے ہیں۔



شکل 8.6: کاربن بش سمت کار کے دندوں کو کسر دور کر رہا ہے۔

شکل 8.5 میں کاربن بش سے برقی رو سمت کار کے پہلے دانت سے ہوتا ہوا دو برابر حصوں میں تقسیم ہو کر دو یکساں متوازی راستوں گزرتا ہے۔ ایک راستہ سلسلہ وار جڑے ا، ب، پ اور ت لچھوں سے بنتا ہے جبکہ دوسرا راستہ سلسلہ وار جڑے ٹ، ث، ج اور چ لچھوں سے بنتا ہے۔ یہ دو عدد سلسلہ وار راستے آپس میں متوازی جڑے ہیں۔ برقی رو کے رخ نقطہ دار نوک دار لکیروں سے ظاہر کیے گئے ہیں۔ دو متوازی راستوں سے گزرتا برقی رو ایک مرتبہ دوبارہ مل کر ایک ہو جاتا ہے اور سمت کار کے پانچویں دانت سے جڑے کاربن بش کے ذریعہ مشین سے باہر نکل جاتا ہے۔ گھومتے حصہ کے شگافوں میں موجود لچھوں کا برقی رو، مقناطیسی دباؤ پیدا کرے گا جو ساکن مقناطیسی دباؤ کو عمودی ہو گا جیسا شکل 8.4 میں دکھایا گیا ہے۔ گھومتے لچھوں کے مقناطیسی دباؤ کا رخ جاننے کے لئے شکل 8.4 کے شگافوں میں برقی رو پر نظر رکھیں۔ بائیں جانب چار شگافوں میں رو صفحہ سے باہر جبکہ دائیں جانب چار شگافوں میں رو صفحہ کے اندر رخ ہے۔ دائیں ہاتھ کی چار انگلیوں کو انہیں کے رخ گھمانے سے انگوٹھا میدان کا رخ دے گا۔ آپس میں قائمہ مقناطیسی دباؤ دھرے پر گھڑی وار قوت مروڑ پیدا کریں گے۔ یوں اگر مشین موٹر کے طور پر استعمال کی جا رہی ہو تب یہ گھڑی وار گھومے گی اور کاربن بش پر ایسا بیرونی یک سمت برقی دباؤ لاگو ہو گا جو دکھائے گئے برقی رو پیدا کرتا ہو۔

اب تصور کریں کہ مشین ایک جزیئر کے طور پر استعمال کی جا رہی ہے جس کو خلاف گھڑی بیرونی میکانی طاقت سے گھمایا جا رہا ہے۔ سمت کار کے آدھے دانت کے برابر حرکت کے بعد جزیئر شکل 8.6 میں دکھائے گئے حالت میں ہو گا جہاں دایاں کاربن بش سمت کار کے پہلے اور دوسرے دانت کو کسر دور جبکہ بایاں کاربن بش پانچویں اور



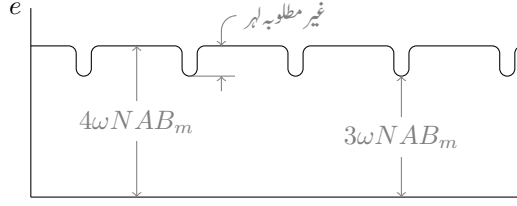
شکل 8.7: کاربن بٹن دودندوں کو کسر دور کر رہے ہیں۔

چھٹے دانت کو کسر دور کرتے ہیں۔ یوں پہلے اور پانچویں شگافوں کے لچھے کسر دور ہوں گے جبکہ باقی شگافوں کے لچھوں میں حسب معمول برقی رو ہو گا جو پہلے کی طرح اب بھی ساکن لچھوں کے مقناطیسی دباؤ کے عمودی مقناطیسی دباؤ پیدا کریں گے۔ آپ گھومتے لچھوں کے میدان کا رخ دائیں ہاتھ کے قانون سے جان سکتے ہیں۔ بائیں جانب تین شگافوں میں رو صفحہ سے باہر جبکہ دائیں جانب تین شگافوں میں صفحہ کے اندر رخ ہے۔ دائیں ہاتھ کی چار انگلیوں کو انہیں کے رخ گھمائیں۔ انگوٹھا میدان کا رک دے گا۔ اس لمحہ کی وضاحت شکل 8.7 میں کی گئی ہے۔

مشین جب سمت کار کے ایک دانت کے برابر حرکت مکمل کر لے تو کاربن بٹن دوسرے اور چھٹے دانت سے جڑ جائیں گے۔ پہلے اور پانچویں شگافوں میں برقی رو کا رخ پہلے کے مخالف ہو جائے گا جبکہ باقی شگافوں میں برقی رو کے رخ برقرار رہیں گے۔ گھومتے لچھوں کا برقی دباؤ اب بھی اسی رخ ہو گا۔

جبکہ دورانیہ کے لئے کاربن بٹن دو لچھوں کو کسر دور کرتے ہیں اتنے وقت میں ان لچھوں میں برقی رو کا رخ الٹ ہو جاتا ہے۔ کوشش کی جاتی ہے کہ اس دوران برقی رو وقت کے ساتھ بتدریج تبدیل ہو۔ ایسا نہ ہونے سے کاربن بٹن سے چنگاریاں نکلتی ہیں جن سے بٹن جلد ناکارہ ہو جاتے ہیں۔ جزیئر کے کسر دور لچھوں میں پیدا برقی دباؤ، کسر دور لچھوں میں گھومتا ناکارہ برقی رو پیدا کرتا ہے جو ہمارے کسی کام کا نہیں ہوتا ہے۔ لچھے اور کاربن بٹن کی مزاحمت اس ناکارہ رو کی قیمت تعین کرتے ہیں۔

حقیقت میں یک سمت جزیئر میں فی قطب درجن دانت کا سمت کار استعمال ہو گا اور اگر مشین بہت چھوٹی نہ ہو تو اس میں دو سے زیادہ قطب ہوں گے۔



شکل 8.8: آٹھ دندی میکانیکی سمت کار سے حاصل برقی دباؤ۔

8.2 یک سمت جزیئر کی برقی دباؤ

گزشتہ حصہ میں شکل 8.5 کے الف، ب، پ اور ت لچھے سلسلہ وار جڑے ہیں۔ اسی طرح ٹ، ث، ج اور چ لچھے سلسلہ وار جڑے ہیں۔ حصہ 5.3 میں مساوات 5.23 ایک لچھے کی یک سمت جزیئر کی محرک برقی دباؤ e_1 دیتی ہے۔ اسے یہاں یاد دہیانی کی خاطر دوبارہ دیا جاتا ہے۔

$$(8.1) \quad e_1 = \omega N \phi_m = \omega N A B_m$$

اگر خلائی درز میں B_m کی مقدار ہر جگہ یکساں ہو تو سب لچھوں میں برابر محرک برقی دباؤ پیدا ہو گا۔ یوں شکل 8.4 میں دکھائے لمحہ پر جزیئر کی کل محرک برقی دباؤ e ایک لچھے کی محرک برقی دباؤ کی چار گنا ہو گی یعنی

$$(8.2) \quad \begin{aligned} e &= e_{\text{الف}} + e_{\text{ب}} + e_{\text{پ}} + e_{\text{ت}} \\ &= e_{\text{ٹ}} + e_{\text{ث}} + e_{\text{ج}} + e_{\text{چ}} \\ &= 4\omega N A B_m \end{aligned}$$

جبکہ شکل 8.6 میں دکھائے لمحہ پر صرف تین لچھوں کی محرک برقی دباؤ زیر استعمال آتی ہے یعنی

$$(8.3) \quad \begin{aligned} e &= e_{\text{ب}} + e_{\text{پ}} + e_{\text{ت}} \\ &= e_{\text{ٹ}} + e_{\text{ج}} + e_{\text{چ}} \\ &= 3\omega N A B_m \end{aligned}$$

شکل 8.8 میں اس آٹھ دندی میکانیکی سمت کار سے حاصل برقی دباؤ دکھائی گئی ہے۔ اس شکل میں یک سمت برقی دباؤ پر سوار غیر مطلوبہ لہریں نظر آرہی ہیں۔ اگر جزیئر میں ایک جوڑی قطب پر کل n لچھے ہوں تو شکل 8.5 کی طرح یہ دو $\frac{n}{2}$ سلسلہ وار لچھوں جتنی محرک برقی دباؤ پیدا کرے گی۔

$$(8.4) \quad e = \frac{n}{2} \omega N \phi_m = \frac{n}{2} \omega N A B_m$$

اس صورت میں یہ غیر مطلوبہ لہریں کلہ یک سمت برقی دباو کی تقریباً

$$(8.5) \quad \frac{\omega N \phi_m}{\frac{n}{2} \omega N \phi_m} \times 100 = \frac{2}{n} \times 100$$

فی صد ہو گی۔ آپ دیکھ سکتے ہیں کہ اگر فی قطب دندوں کی تعداد بڑھائی جائے تو حاصل برقی دباو زیادہ ہموار ہو گی اور یہ غیر مطلوبہ لہریں قابل نظر انداز ہوں گے۔

اب تصور کریں کہ شکل 8.4 میں دیئے مشین کی خلائی درز میں B_m کی مقدار ہر جگہ یکساں نہیں ہے۔ اس صورت میں لچھوں میں محرک برقی دباو مساوات 8.1 کے تحت مختلف زاویوں پر مختلف ہو گی۔ اس طرح مشین سے حاصل کلہ برقی دباو چار سلسلہ وار لچھوں کی مختلف محرک برقی دباو کے مجموعہ کے برابر ہو گی یعنی

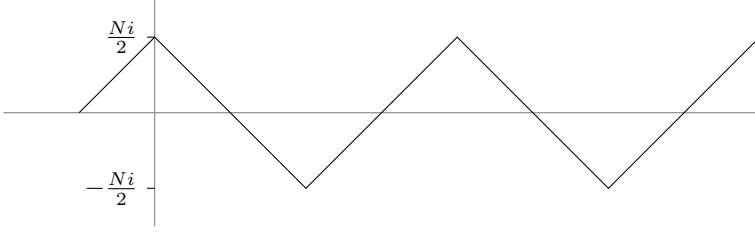
$$(8.6) \quad e = e_1 + e_2 + e_3 + e_4$$

جہاں e_1, e_2, \dots مختلف لچھوں کی محرک برقی دباو کو ظاہر کرتے ہیں۔

اب شکل 8.4 پر غور کریں۔ اگر گھومتا حصہ صرف ایک دندے برابر حرکت کرے تو اس شکل کی حالت دوبارہ حاصل ہوتی ہے اور اس سے حاصل برقی دباو بھی دوبارہ وہی ملتی ہے۔ اگر میکانی سمت کار کی فی قطب دندوں کی تعداد زیادہ کر دی جائے تو یہ حرکت قابل نظر انداز ہو جاتی ہے۔ اب اگر خلائی درز میں کثافت متناطیسی بہاو ہمواری کے ساتھ تبدیل ہو تو اتنی کم حرکت کے احاطے میں B_m کی مقدار میں کوئی خاص تبدیلی نہیں آئے گی اور اس احاطے میں اسے یکساں تصور کیا جاسکتا ہے۔ یوں اگر لچھا اس احاطے میں حرکت کرے تو اس میں محرک برقی دباو تبدیل نہیں ہو گی۔ یعنی جس لچھے کی محرک برقی دباو e_1 ہے اس کی اس احاطے میں محرک برقی دباو یہی رہے گی۔ یوں اگرچہ e_1, e_2, \dots آپس میں مختلف ہو سکتے ہیں مگر ان کی مقدار قطعی ہے، لہذا اس صورت میں مساوات 8.6 میں دی گئی محرک برقی دباو کی مقدار بھی قطعی ہو گی۔

ہم نے دیکھا کہ اگر خلائی درز میں B_m ہمواری کے ساتھ تبدیل ہو تو جزیئر سے معیاری یک سمت محرک برقی دباو حاصل ہوتی ہے۔ بدلتا روجزیئروں میں B_m سائن نما رکھنی ضروری ہوتی ہے۔ نہایت چھوٹی یک سمت آلوں میں خلائی درز میں B_m یکساں رکھا جاتا ہے جبکہ بڑی آلوں میں اسے ہمواری کے ساتھ تبدیل کیا جاتا ہے۔ جیسا اوپر ذکر ہوا عملاً میکانی سمت کار کے دندوں تک لچھوں کے سروں کی رسائی ممکن تب ہوتی ہے جب ہر شکاف میں دو لچھے رکھے جائیں۔ اس طرح رکھے لچھوں کی خلائی درز میں متناطیسی دباو آری کے دندوں کی مانند ہوتا ہے۔ یہ شکل 8.9 میں دکھایا گیا ہے۔

زیادہ قطب کے مشین میں شمالی اور جنوبی قطب کے ایک جوڑے کی پیدا یک سمت برقی دباو مساوات 8.4 سے حاصل ہو گی جہاں n ایک قطبین کے جوڑے پر میکانی سمت کار کے دندوں کی تعداد ہو گی۔ یوں زیادہ قطبین کے جوڑوں سے حاصل یک سمت برقی دباو کو سلسلہ وار یا متوازی جوڑا جاسکتا ہے۔



شکل 8.9: آری دندوں نمائندگی متناطیسی دباؤ۔

8.3 قوت مروڑ

ایک سمت آلوں کی امالی برقی دباؤ اور قوت مروڑ خلائی درز میں متناطیسی دباؤ کی شکل پر منحصر نہیں۔ اپنی سہولت کے لئے ہم ان کی خلائی درز میں متناطیسی دباؤ سائن نمائندگی کرتے ہیں۔ شکل 8.9 میں دکھائے گئے قوی لچھے کی متناطیسی دباؤ کی بنیادی فوریر جزو⁵

$$(8.7) \quad \tau_q = \frac{8}{\pi^2} \frac{NI}{2}$$

ہے۔ یوں چونکہ ایک سمت مشین میں ساکن اور گھومتے لچھوں کی متناطیسی دباؤ عمودی ہیں لہذا ان میں قوت مروڑ مساوات 5.103 کی طرح

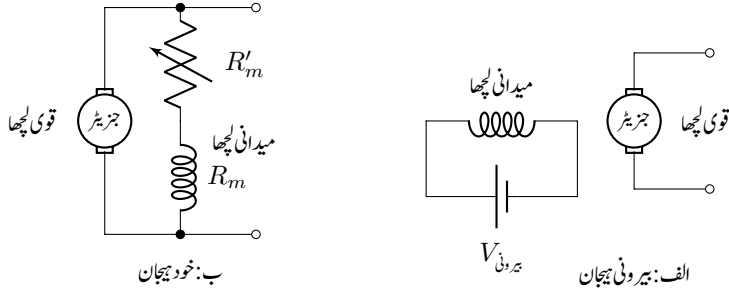
$$(8.8) \quad T = -\frac{\pi}{2} \left(\frac{P}{2} \right)^2 \phi_m \tau_q$$

ہوگی۔

مثال 8.1: دو قطب بارہ دندی میکانی سمت کار کے ایک سمت جزیر میں ہر قوی لچھا میں چکر کا ہے۔ ایک لچھے سے گزرتی متناطیسی بہاؤ 0.0442 ویر ہے۔ جزیر 3600 چکر فی منٹ کی رفتار سے گھوم رہا ہے۔

- اس کی پیدا ایک سمت برقی دباؤ میں غیر مطلوبہ لہریں کل برقی دباؤ کے کتنے فی صد ہیں۔
- ایک سمت برقی دباؤ حاصل کریں۔

⁵ fundamental Fourier component



شکل 8.10: بیرونی ہیمان اور خود ہیمان یک سمت جزیئر۔

حل:

- مساوات 8.5 سے غیر مطلوبہ لہریں $\frac{2}{12} \times 100 = \frac{2}{12} \times 100 = 16.66$ فی صد ہیں۔
- جزیئر کی رفتار $\frac{3600}{60} = 60$ ہرٹز ہے یوں مساوات 8.4 کی مدد سے حاصل یک سمت برقی دباؤ

$$e = \frac{12}{2} \times 2 \times \pi \times 60 \times 20 \times 0.0442 = 1999.82 \text{ V}$$

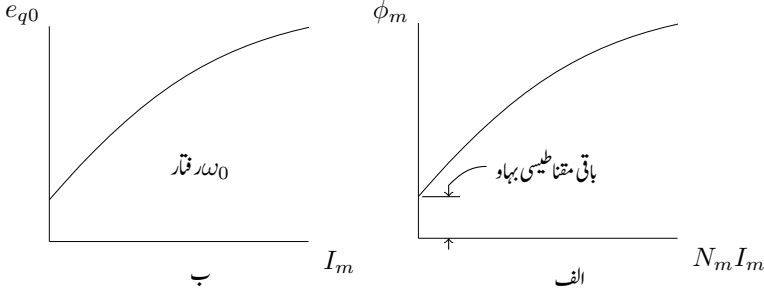
ہے۔

□

8.4 بیرونی ہیمان اور خود ہیمان یک سمت جزیئر

بیرونی ہیمان⁶ یک سمت جزیئر کے میدانی لچھے کو بیرونی یک سمت برقی دباؤ مہیا کی جاتی ہے جبکہ خود ہیمان⁷ یک سمت جزیئر کے میدانی لچھے کو اس جزیئر کی اپنی پیدا کردہ محرک برقی دباؤ ہی مہیا کی جاتی ہے۔ یک سمت جزیئر کی کارکردگی اس کو ہیمان کرنے کے طریقے پر منحصر ہے۔

separately excited⁶
self excited⁷



شکل 8.11: میدانی برقی رو سے محرکی برقی دباؤ کا بوجی جاتی ہے۔

شکل 8.10-الف میں قوی لچھے⁸ اور میدانی لچھے⁹ کو آپس میں عمودی بنایا گیا ہے۔ یہ ایک سادہ طریقہ ہے جس سے یہ یاد رہتا ہے کہ ان لچھوں کی پیدا کردہ مقناطیسی دباؤ عمودی ہیں۔ یہاں قوی لچھے کی شکل میکانیکی سمت کار کی طرح بنائی گئی ہے۔

چونکہ میدانی اور قوی لچھوں کی مقناطیسی دباؤ عمودی ہیں ہم اس سے یہ اخذ کرتے ہیں کہ ایک لچھے کی برقی دباؤ دوسرے لچھے کی برقی دباؤ پر اثر انداز نہیں ہوتی۔ اس کا مطلب ہے کہ مقناطیسی قالب کی کسی ایک سمت میں سیرائیت اس سمت کی عمودی سمت میں سیرائیت پر اثر انداز نہیں ہوتی۔

شکل 8.10-الف میں بیرونی ہیجان مشین کی میدانی لچھے کو بیرونی یک سمت برقی طاقت مہیا کی گئی ہے۔ یوں میدانی لچھے کی برقی رو تبدیل کر کے اس کی میدانی مقناطیسی دباؤ τ_m ، میدانی مقناطیسی بہاؤ ϕ_m اور کثافت مقناطیسی بہاؤ B_m تبدیل کی جاسکتی ہے۔ یوں جنریٹر کی محرک برقی دباؤ مساوات 8.1 کے تحت تبدیل کی جاسکتی ہے یا پھر موٹر کی قوت مروڑ مساوات 8.8 کے تحت تبدیل کی جاسکتی ہے۔

برقی رو بڑھانے سے قالب کا سیراب ہونا شکل 8.11 میں واضح ہے۔ یوں برقی رو بڑھاتے ہوئے شروع میں محرک برقی دباؤ اور میدانی لچھے کی برقی رو براہ راست تناسب ہوگی جبکہ زیادہ برقی رو پر ایسا نہیں۔ شکل میں خط ب مشین کے گھلے سرے معائنہ سے حاصل کی جاسکتی ہے۔ اس شکل میں محرکی برقی دباؤ کو e کی بجائے e_{q0} لکھ کر اس بات کی یاد دہیائی کرائی گئی ہے کہ یہ محرکی دباؤ قوی لچھے سے حاصل کی گئی ہے اور یہ ایک معین رفتار ω_0 پر حاصل

⁸armature coil
⁹field coil

کی گئی ہے۔ اگر کسی اور رفتار ω پر اس خط سے محرکی برقی دباؤ e_q حاصل کرنی ہو تو مساوات 8.4 کی مدد سے

$$(8.9) \quad \frac{e_q}{e_{q0}} = \frac{\frac{n}{2}\omega NAB_m}{\frac{n}{2}\omega_0 NAB_m} = \frac{\omega}{\omega_0}$$

یعنی

$$(8.10) \quad e_q = \frac{rpm}{rpm_0} e_{q0}$$

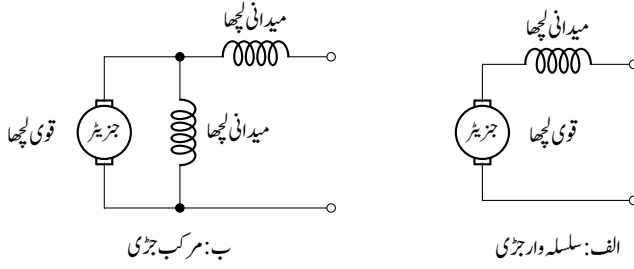
جہاں رفتار کو چکر فی منٹ 10 میں بھی لیا گیا ہے۔ یاد رہے کہ یہ مساوات صرف اُس صورت میں درست ہے جب مقناطیسی میدان تبدیل نہ ہو۔

مقناطیسی قالب اگر مقناطیس بنائی جائے تو اس میں بقایا مقناطیسی بہاؤ رہتی ہے۔ یہ شکل کے حصہ الف میں دکھائی گئی ہے۔ یوں اگر میدانی لچھے کو ہیجان نہ بھی کیا جائے تو جنریٹر کچھ محرکی برقی دباؤ پیدا کرے گی ¹¹۔ یہ بقایا محرکی برقی دباؤ شکل ب میں صفر میدانی برقی رو پر دکھائی گئی ہے۔

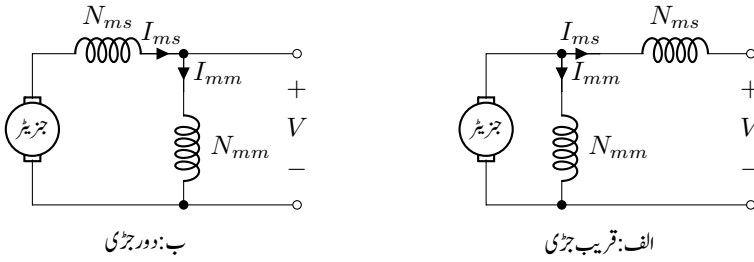
اگر خود ہیجان جنریٹر کو ساکن حال سے چالو کیا جائے تو بقایا محرکی برقی دباؤ پیدا ہوگی۔ اس محرک برقی دباؤ سے میدانی لچھے میں برقی رو رواں ہو گا اور یوں مقناطیسی میدان پیدا ہو گا جس سے مشین ذرا زیادہ ہیجان ہو جائے گا اور یوں اس کی محرکی برقی دباؤ بھی کچھ بڑھ جائے گی۔ اس طرح کرتے کرتے مشین جلد پوری محرک برقی دباؤ پیدا کرنے شروع ہوتا ہے۔ یہ سب اسی اثنا میں ہوتا ہے جب مشین کی رفتار بڑھ رہی ہوتی ہے۔

شکل 8.10- ب میں خود ہیجان مشین دکھائی گئی ہے جس کے میدانی اور قوی لچھے متوازی جڑے ہیں۔ اس طرح جڑی جنریٹر کو خود ہیجان متوازی جڑے ¹² جنریٹر کہتے ہیں۔ اس شکل میں میدانی لچھے کے ساتھ ایک مزاحمت سلسلہ وار جڑی ہے۔ اس مزاحمت کو تبدیل کر کے میدانی برقی رو تبدیل کی جاتی ہے جس سے بالکل بیرونی ہیجان مشین کی طرح جنریٹر کی محرکی برقی دباؤ یا موٹر کی قوت مروڑ تبدیل کی جاتی ہے۔

شکل 8.12 میں خود ہیجان جنریٹر کی دو اور قسمیں دکھائی گئی ہیں۔ ایک خود ہیجان سلسلہ وار جڑی جنریٹر اور دوسری خود ہیجان مرکب جنریٹر ہے۔ سلسلہ وار جڑی جنریٹر میں میدانی اور قوی لچھے سلسلہ وار جڑے ہوتے ہیں۔ مرکب جنریٹر میں میدانی لچھے کے دو حصے ہوتے ہیں جن میں ایک قوی لچھے کے متوازی اور دوسرا اس کے سلسلہ وار جڑے ہوتے ہیں۔ مزید یہ کہ متوازی جڑا حصہ قوی لچھے کے قریب ہو سکتا ہے یا پھر یہ سلسلہ وار لچھے کے دوسری جانب یعنی دور



شکل 8.12: سلسلہ وار اور مرکب جڑی خود پیچان جڑیٹر۔



شکل 8.13: مرکب قریب جڑی اور مرکب دور جڑی خود پیچان جڑیٹر

جُڑا ہو سکتا ہے۔ پہلی صورت میں اسے قریبے جڑی مرکبے جنریٹر اور دوسری صورت میں دور جڑی مرکبے جنریٹر کہیں گے۔ شکل 8.13 میں مرکب جنریٹر کے دونوں اشکال دکھائے گئے ہیں۔

یک سمت موٹر بھی اسی طرح پکارے جاتے ہیں۔ یعنی شکل 8.10 کی طرح جڑی دو موٹروں کو بیرونی بیجان موٹر اور خود بیجان متوازی جڑی موٹر کہیں گے۔ موٹر میں قوی لچھے کی برقی رو کی سمت جنریٹر کے برقی رو کی سمت کے الٹ ہوتی ہے۔

ہر طرح جڑی یک سمت جنریٹر کی میدانی مقناطیسی دباو اس کے میدانی لچھے کے چکر ضرب برقی رو کے برابر ہوتی ہے یعنی

$$(8.11) \quad \tau = N_m I_m$$

شکل 8.10 میں خود بیجان متوازی جڑی جنریٹر کی میدانی لچھے میں برقی رو اس لچھے اور اس کے ساتھ جڑی مزاحمت کے مجموعہ مزاحمت $R = R_m + R'_m$ پر منحصر ہوگی یعنی $I_m = \frac{V}{R}$ یوں خود بیجان متوازی جڑی جنریٹر کے لئے اس مساوات کو یوں لکھا جائے گا۔

$$(8.12) \quad \tau_{m,m} = \frac{I_m V}{R_m + R'_m}$$

سلسلہ وار جڑی جنریٹر میں میدانی برقی رو جنریٹر کے قوی لچھے کی برقی رو کے برابر ہوتی ہے لہذا اس صورت میں اس مساوات کو یوں لکھا جاسکتا ہے۔

$$(8.13) \quad \tau_{m,s} = N_m I_q$$

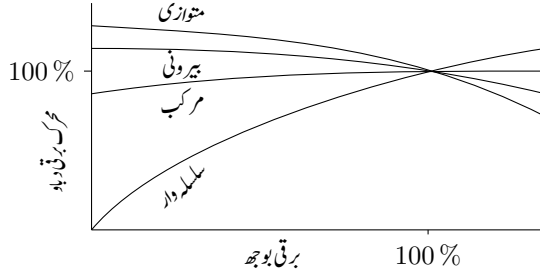
شکل 8.13 میں مرکب جنریٹر میں میدانی مقناطیسی دباو کے دو حصے ہیں۔ اس میں N_{mm} چکر کے متوازی جڑے میدانی لچھے میں برقی رو I_{mm} اور N_{ms} چکر کے سلسلہ وار جڑے میدانی لچھے میں برقی رو I_{ms} ہے لہذا

$$(8.14) \quad \tau_{m,mk} = N_{ms} I_{ms} + N_{mm} I_{mm}$$

rpm, rounds per minute¹⁰

¹¹ آپ ٹیک سوچ رہے ہیں۔ جنریٹر بنانے والے کارخانے میں قاب کو پہلی مرتبہ مقناطیس بنانا پڑتا ہے

¹² parallel connected



شکل 8.14: یک سمت جزیٹر کی محرک برقی دباؤ بمقابلہ برقی بوجھ کے خط۔

8.5 یک سمت مشین کی کارکردگی کے خط

8.5.1 حاصل برقی دباؤ بالمقابل برقی بوجھ

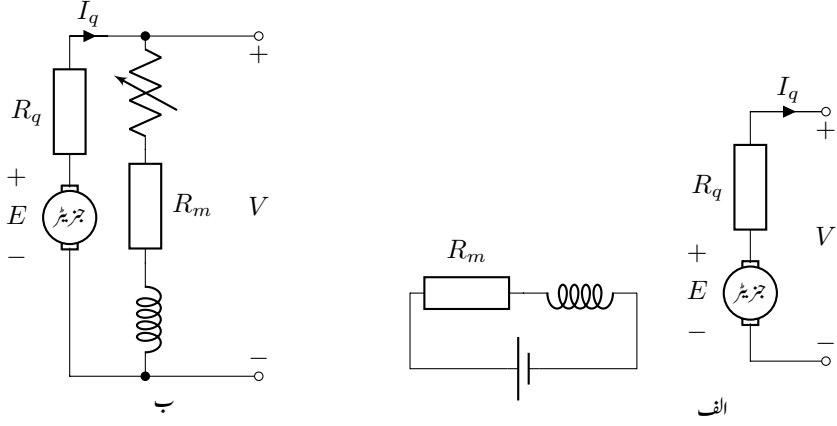
مختلف طریقوں سے جڑے یک سمت جزیٹروں سے حاصل برقی دباؤ بمقابلہ ان پر لدے برقی بوجھ کے خط شکل 8.14 میں دکھائے گئے۔ گھومتی رفتار معین تصور کی گئی ہے۔ دھرے پر لاگو بیرونی میکانی طاقت جزیٹر کی قوت مروڑ کے خلاف اسے گھمائے گی۔

ان خط کو سمجھنے کی خاطر پہلے بیرونی ہیجان جزیٹر پر غور کرتے ہیں جس کی مساوی برقی دور شکل 8.15-الف میں دی گئی ہے۔ بیرونی ہیجان جزیٹر پر برقی بوجھ لادنے سے اس کے قوی لچھے کی مزاحمت R_q میں برقی رو I_q گزرنے سے اس میں برقی دباؤ گھٹتی ہے۔ لہذا جزیٹر سے حاصل برقی دباؤ V ، جزیٹر کی اندرونی محرک برقی دباؤ E_q سے قدر کم ہوتی ہے یعنی

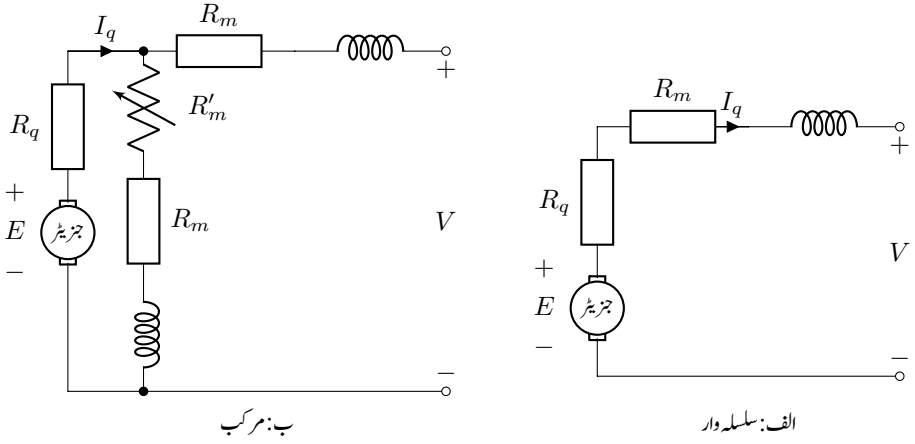
$$(8.15) \quad V = E_q - I_q R_q$$

برقی بوجھ I_q بڑھانے سے جزیٹر سے حاصل برقی دباؤ کم ہوگی۔ شکل میں بیرونی ہیجان جزیٹر کی خط ایسا ہی رجحان ظاہر کرتی ہے۔ حقیقت میں کچھ اور وجوہات بھی کارآمد ہوتے ہیں جن سے یہ خط سیدھی نہیں بلکہ جھکی ہوتی ہے۔

متوازی جڑی جزیٹر کے خط کا یہی رجحان ہے۔ متوازی جڑی جزیٹر پر بھی برقی بوجھ لادنے سے قوی لچھے کی مزاحمت میں برقی دباؤ گھٹتی ہے۔ یوں اس کے میدان لچھے پر لاگو برقی دباؤ کم ہو جاتی ہے جس سے میدانی لچھے میں برقی رو



شکل 8.15: بیرونی پیمائش اور متوازی چڑی جنریٹر کی مساوی برقی دور۔



شکل 8.16: سلسلہ وار اور مرکب جنریٹر کے مساوی برقی دور۔

بھی گھٹتی ہے۔ اس سے محرک برقی دباؤ مزید کم ہوتی ہے۔ اس طرح ان جنریٹر سے حاصل برقی دباؤ بمقابلہ برقی بوجھ کے خط کی ڈھلان بیرونی پیمانہ جنریٹر کی خط سے زیادہ ہوتی ہے۔

شکل 8.16 میں سلسلہ وار اور مرکب جنریٹر کی مساوی برقی داؤ دکھائے گئے ہیں۔ سلسلہ وار جڑی جنریٹر کے میدانی لچھے میں لدے بوجھ کی برقی رو ہی گزرتی ہے۔ اس طرح بوجھ بڑھانے سے میدانی مقناطیسی دباؤ بھی بڑھتی ہے جس سے محرک برقی دباؤ بڑھتی ہے۔ اس کا خط یہی دکھا رہا ہے۔ اس طرح جڑے جنریٹر عموماً استعمال نہیں ہوتے چونکہ ان سے حاصل برقی دباؤ، بوجھ کے ساتھ بہت زیادہ تبدیل ہوتی ہے۔

مرکب جڑی جنریٹر کی کارکردگی سلسلہ وار اور متوازی جڑی جنریٹروں کے مابین ہے۔ مرکب جنریٹر میں بوجھ بڑھانے سے قوی لچھے کی وجہ سے حاصل برقی دباؤ میں کمی کو میدانی لچھے کی بڑھتی مقناطیسی دباؤ پورا کرتی ہے۔ یوں مرکب جنریٹر سے حاصل برقی دباؤ اس پر لدے بوجھ کے ساتھ بہت کم تبدیل ہوتی ہے۔

بیرونی پیمانہ، متوازی اور مرکب جڑی جنریٹروں سے حاصل برقی دباؤ کو متوازی جڑی لچھے میں برقی رو کی مدد سے وسیع حد تک تبدیل کیا جاسکتا ہے۔

قوی لچھا چونکہ برقی بوجھ کو درکار برقی رو فراہم کرتی ہے لہذا یہ موٹی موصل تار کی بنی ہوتی ہے اور اس کے عموماً کم چکر ہوتے ہیں۔ سلسلہ وار جنریٹر کے میدانی لچھے سے چونکہ مشین کا پوری برقی رو ہی گزرتا ہے لہذا یہ بھی موٹی موصل تار کی بنی ہوتی ہے۔ باقی آلوں میں میدانی لچھے میں پورے برقی بوجھ کے چند ہی فی صد برقی رو گزرتی ہے لہذا یہ باریک موصل تار کی بنائی جاتی ہے اور اس کے عموماً زیادہ چکر ہوتے ہیں۔

8.5.2 رفتار بالمقابل قوت مروڑ

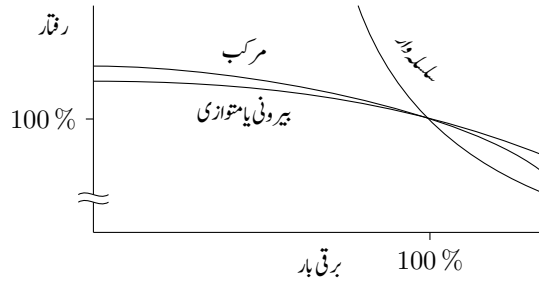
یہاں بھی شکل 8.15 اور شکل 8.16 سے رجوع کریں البتہ شکل میں برقی رو کی سمتیں الٹ کر دیں۔ یک سمت موٹر بھی جنریٹروں کی طرح مختلف طریقوں سے جڑے جاتے ہیں۔ موٹر کو معین بیرونی برقی دباؤ دی جاتی ہے جہاں سے یہ برقی رو حاصل کرتی ہے۔ برقی رو باہر سے قوی لچھے کی جانب چلتی ہے لہذا موٹر کے لئے لکھا جائے گا

$$V = E_q + I_q R_q$$

$$I = \frac{V - E_q}{R_q}$$

(8.16)

¹³ علامت R_q کے زبر نوشت میں q لفظ قوی کے پہلی حرف ق کو ظاہر کرتی ہے۔



شکل 8.17: یک سمت موٹر کی میکانیکی بوجھ بمقابلہ رفتار کے خط۔

بیرونی ہیجان اور متوازی جڑی موٹروں میں میدانی لچھے کو برقرار معین بیرونی برقی دباؤ فراہم کی جاتی ہے لہذا میدانی مقناطیسی بہاؤ پر میکانیکی بوجھ کا کوئی اثر نہیں۔ بڑھتی میکانیکی بوجھ اٹھانے کی خاطر مساوات 8.8 کے تحت قوی لچھے کی مقناطیسی بہاؤ بڑھتی ہوگی۔ یہ تب ممکن ہو گا کہ اس میں برقی رو بڑھے۔ مساوات سے ہم دیکھتے ہیں کہ قوی لچھے کی محرکی برقی دباؤ E_q گھٹنے سے ہی ایسا ممکن ہے۔ E_q موٹر کی رفتار پر منحصر ہے لہذا موٹر کی رفتار کم ہو جائے گی۔ یوں میکانیکی بوجھ بڑھانے سے موٹر کی رفتار کم ہوتی ہے۔ شکل 8.17 میں یہ دکھایا گیا ہے۔

متوازی جڑی یا بیرونی ہیجان موٹر تقریباً معین رفتار ہی برقرار رکھتی ہے۔ اس کی رفتار بے بوجھ حالت سے پوری طرح بوجھ بردار حالت تک تقریباً صرف پانچ فی صد گھٹتی ہے۔ ان موٹروں کی رفتار نہایت آسانی سے میدانی لچھے کی برقی رو تبدیل کر کے تبدیل کی جاتی ہے۔ ایسا میدانی لچھے کے ساتھ سلسلہ وار جڑی مزاحمت کی تبدیلی سے کیا جاتا ہے۔ ان کی رفتار یوں وسیع حدود کے مابین تبدیل کرنا ممکن ہوتا ہے۔ موٹر پر لاگو بیرونی برقی دباؤ تبدیل کر کے بھی رفتار قابو کی جاسکتی ہے۔ ایسا عموماً قوی الیکٹرانکس کی مدد سے کیا جاتا ہے۔

ان موٹر کی ساکن حال سے چالو کرتے لمحہ کی قوت مروڑ اور ان کی زیادہ سے زیادہ قوت مروڑ قوی لچھے تک برقی رو پہنچانے کی صلاحیت پر منحصر ہے یعنی یہ میکانیکی سمت کار پر منحصر ہے۔

سلسلہ وار جڑی موٹر پر لدی میکانیکی بوجھ بڑھانے سے اس کے قوی اور میدانی لچھوں میں برقی رو بڑھے گی۔ میدانی مقناطیسی بہاؤ بڑھے گی اور مساوات 8.16 کے تحت E_q کم ہوگی جو موٹر کی رفتار کم ہونے سے ہوتی ہے۔ بوجھ بڑھانے سے ان موٹر کی رفتار کافی زیادہ کم ہوتی ہے۔ ایسے موٹر ان جگہوں بہتر ثابت ہوتے ہیں جہاں زیادہ قوت مروڑ درکار ہو۔ بڑھتی قوت مروڑ کے ساتھ ان کی رفتار کم ہونے سے ان کو درکار برقی طاقت قوت مروڑ کے ساتھ زیادہ تبدیل نہیں ہوتا۔

یہاں اس بات کا ذکر ضروری ہے کہ بے بوجھ سلسلہ وار جڑی موٹر کی رفتار خطرناک حد تک بڑھ سکتی ہے۔ ایسے موٹر کو استعمال کرتے وقت اس بات کا خاص خیال رکھنا ضروری ہے کہ موٹر ہر لمحہ بوجھ بردار رہے۔

ساکن حالت سے موٹر چالو کرتے وقت I_q کی قیمت زیادہ ہوتی ہے جس سے زیادہ مقناطیسی بہاؤ پیدا ہوتا ہے۔ یوں چالو کرتے وقت موٹر کی قوت مروڑ خاصی زیادہ ہوتی ہے۔ یہ ایک اچھی خوبی ہے جس سے بوجھ بردار ساکن موٹر کو چالو کرنا آسان ہوتا ہے۔

مرکب موٹروں میں ان دو قسموں کی موٹروں کے خصوصیات پائے جاتے ہیں۔ جہاں بوجھ بردار موٹر چالو کرنا ضروری ہو لیکن رفتار میں سلسلہ وار موٹر جتنی تبدیلی منظور نہ ہو وہاں مرکب موٹر کارآمد ثابت ہوتے ہیں۔

مثال 8.2: ایک 75 کلو واٹ 415 وولٹ اور 1200 چکر فی منٹ کی رفتار سے چلنے والے متوازی جڑی یک سمت موٹر کے قوی لچھے کی مزاحمت 0.072 اوہم اور اس کی میدانی لچھے کی مزاحمت 83.2 اوہم ہے۔ موٹر جس بوجھ سے لدا ہے اس پر موٹر 1123 چکر فی منٹ کی رفتار سے چلتے ہوئے 112 ایمپیئر لے رہی ہے۔

- میدانی برقی رو اور قوی لچھے کی برقی رو حاصل کریں۔
- موٹر کی اندرونی پیدا کردہ برقی دباؤ حاصل کریں۔
- اگر میدانی لچھے کی مزاحمت 100.2 اوہم کر دی جائے مگر قوی لچھے کی برقی رو تبدیل نہ ہو تو موٹر کی رفتار حاصل کریں۔ قالب کی سیرابیت کو نظر انداز کریں۔

حل:

- شکل 8.18 سے رجوع کریں۔ 415 وولٹ پر میدانی لچھے کی برقی رو

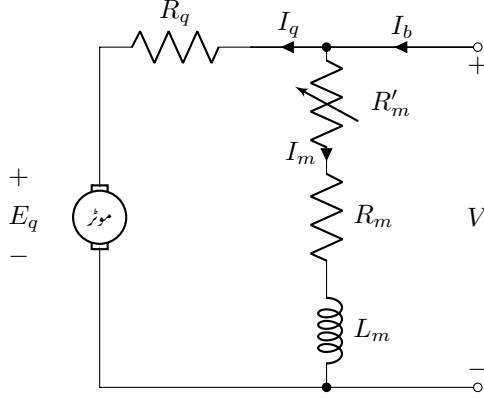
$$I_m = \frac{V}{R_m + R'_m} = \frac{415}{83.2} = 4.988 \text{ A}$$

ہوگی۔ یوں قوی لچھے کی برقی رو $I_q = I_b - I_m = 112 - 4.988 = 107.012 \text{ A}$ ہے۔

- یوں یک سمت موٹر کی اندرونی پیدا کردہ برقی دباؤ

$$E_q = V - I_q R_q = 415 - 107.012 \times 0.072 = 407.295 \text{ V}$$

ہے۔



شکل 8.18: یک سمت موٹر کی مثال۔

- اگر میدانی لچھے کی مزاحمت 100.2 اوہم کر دی جائے تب

$$I_m = \frac{V}{R_m + R'_m} = \frac{415}{100.2} = 4.1417 \text{ A}$$

ہو گی۔

- اگر قوی لچھے کی برقی رو 107.012 ایمپیر ہی رکھی جائے تب

$$E_q = V - I_q R_q = 415 - 107.012 \times 0.072 = 407.295 \text{ V}$$

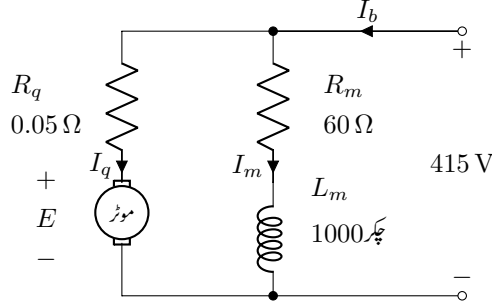
ہی رہے گی۔

- مساوات 8.4 کی مدد سے چونکہ اندرونی پیدا کردہ برقی دباؤ تبدیل نہیں ہوئی مگر مقناطیسی بہاؤ تبدیل ہوا ہے لہذا موٹر کی رفتار تبدیل ہو گی۔ ان دو مقناطیسی بہاؤ اور رفتاروں پر اس مساوات کی نسبت

$$\frac{E_{q1}}{E_{q2}} = \frac{\frac{n}{2} \omega_1 N \phi_{m1}}{\frac{n}{2} \omega_2 N \phi_{m2}}$$

میں چونکہ $E_{q1} = E_{q2}$ لہذا $\omega_1 \phi_{m1} = \omega_2 \phi_{m2}$ ہو گا۔ قلبی سیرابیت کو نظر انداز کرتے ہوئے چونکہ مقناطیسی بہاؤ میدانی دباؤ پر منحصر ہے جو از خود میدانی برقی رو پر منحصر ہے۔ لہذا اس آخری مساوات کو یوں لکھ سکتے ہیں۔

$$\frac{\omega_1}{\omega_2} = \frac{rpm_1}{rpm_2} = \frac{\phi_{m2}}{\phi_{m1}} = \frac{I_{m2}}{I_{m1}}$$



شکل 8.19: متوازی جڑی موٹر کی مثال۔

جس سے نئی رفتار

$$rpm_2 = \frac{I_{m1}}{I_{m2}} \times rpm_1 = \frac{4.988}{4.1417} \times 1123 = 1352.47$$

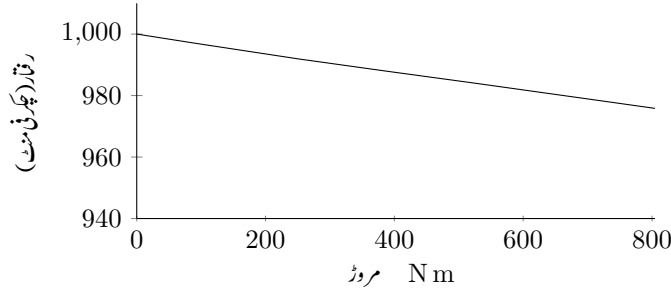
چکر فی منٹ حاصل ہوتی ہے۔ اس مثال میں ہم دیکھتے ہیں کہ میدانی برقی رو کم کرنے سے موٹر کی رفتار بڑھتی ہے۔

□

مثال 8.3: ایک 60 کلو واٹ، 415 ولٹ، 1000 چکر فی منٹ متوازی جڑی یک سمت موٹر کی قوی لچھے کی مزاحمت 0.05 اوہم اور میدانی لچھے کی 60 اوہم ہے۔ بے بوجھ موٹر کی رفتار 1000 چکر فی منٹ ہے۔ میدانی لچھا 1000 چکر کا ہے۔

- جب یہ موٹر ایمپیئر لے رہی ہو اس وقت اس کی رفتار معلوم کریں۔
- 140 ایمپیئر پر اس کی رفتار معلوم کریں۔
- 210 ایمپیئر پر اس کی رفتار معلوم کریں۔
- اس موٹر کی رفتار بالمقابل قوت مروڑ ترسیم کریں۔

حل:



شکل 8.20: رفتار بالمتقابل قوت مروڑ۔

- شکل 8.19 میں یہ موٹر دکھائی گئی ہے۔ متوازی میدان لپچے کی برقی رو پر بوجھ لادنے سے کوئی فرق نہیں پڑتا۔ لہذا میدانی مقناطیسی بہاو بے بوجھ اور بوجھ بردار موٹر میں یکساں ہے۔ بے باریک سمت موٹر کی قوی لپچے کی برقی رو I_q قابلہ نظر انداز ہوتی ہے۔ اس طرح مساوات 8.16 اور مساوات 8.10 سے

$$E_q = V - I_q R_q = 415 - 0 \times R_q = 415 \text{ V}$$

$$I_m = \frac{V}{R_m} = \frac{415}{60} = 6.916 \text{ A}$$

یعنی 415 وولٹ محرکی برقی دباؤ پر رفتار 1000 چکر فی منٹ یا 16.66 چکر فی سیکنڈ ہے۔ 70 ایمپیر برقی بوجھ پر بھی $I_m = 6.916 \text{ A}$ ہی ہے جبکہ

$$I_q = I_b - I_m = 70 - 6.916 = 63.086 \text{ A}$$

لہذا مساوات 8.16 سے اس صورت میں

$$E_q = V - I_q R_q = 415 - 63.086 \times 0.05 = 411.8458 \text{ V}$$

اور مساوات 8.10 سے رفتار (چکر فی منٹ) یوں حاصل ہوتا ہے

$$rpm = \frac{e_q}{e_{q0}} rpm_0 = \frac{411.8458}{415} \times 1000 = 991.95$$

- یہی کچھ دوبارہ کرتے ہیں۔ یہاں $I_b = 140 \text{ A}$ ہے۔

$$I_q = I_b - I_m = 140 - 6.916 = 133.084 \text{ A}$$

$$E_q = 415 - 133.084 \times 0.05 = 408.3458 \text{ V}$$

$$rpm = \frac{408.3458}{415} \times 1000 = 983.96$$

• یہاں $I_b = 210 \text{ A}$ ہے۔

$$\begin{aligned} I_q &= I_b - I_m = 210 - 6.916 = 203.084 \text{ A} \\ E_q &= 415 - 203.084 \times 0.05 = 404.8458 \text{ V} \\ rpm &= \frac{404.8458}{415} \times 1000 = 975.83 \end{aligned}$$

• موٹر میں طاقت کے ضیاع کو نظر انداز کرتے ہیں۔ یوں اس کی میکانی طاقت اسے فراہم کی گئی برقی طاقت کے برابر ہو گی یعنی

$$(8.17) \quad e_q I_q = T \omega$$

یوں پچھلے جزو سے حاصل جوابات کی مدد سے بے بوجھ موٹر کی قوت مروڑ صفر ہو گی یعنی $T_0 = 0 \text{ N m}$ جبکہ 70 ایمپیر پر قوت مروڑ کی قیمت

$$T_{70} = \frac{e_q I_q}{\omega} = \frac{411.8458 \times 63.086}{2 \times \pi \times 16.5325} = 250 \text{ N m}$$

ہو گی۔ یہاں 991.95 چکر فی منٹ کی رفتار کو 16.5325 ہرٹز لکھا گیا ہے۔ اسی طرح

$$T_{140} = \frac{e_q I_q}{\omega} = \frac{408.3458 \times 133.084}{2 \times \pi \times 16.399} = 527 \text{ N m}$$

$$T_{210} = \frac{e_q I_q}{\omega} = \frac{404.8458 \times 203.084}{2 \times \pi \times 16.26} = 805 \text{ N m}$$

یہ نتائج شکل 8.20 میں ترسیم کئے گئے ہیں۔

□

- earth, 97
- eddy current loss, 64
- eddy currents, 63, 130
- electric field
 - intensity, 12
- electrical rating, 61
- electromagnet, 135
- electromotive force, 63, 141
- emf, 141
- enamel, 64
- energy, 46
 - co, 117
- Euler, 22
- excitation current, 54, 62, 63
- excitation voltage, 63
- excite, 63
- excited coil, 63

- Faraday's law, 40, 129
- field coil, 135, 255
- flux, 32
- Fourier series, 65, 145
- frequency, 134
- fundamental, 146
- fundamental component, 66

- generator
 - ac, 163
- ground current, 97
- ground wire, 97

- harmonic, 146

- ampere-turn, 35
- armature coil, 135, 255

- carbon bush, 181
- cartesian system, 6
- charge, 12, 140
- circuit breaker, 183
- coercivity, 48
- coil
 - high voltage, 58
 - low voltage, 58
 - primary, 57
 - secondary, 57
- commutator, 168, 245
- conductivity, 27
- conservative field, 113
- core, 57, 130
- core loss, 64
- core loss component, 66
- Coulomb's law, 12
- cross product, 15
- cross section, 11
- current
 - transformation, 68
- cylindrical coordinates, 7

- delta connected, 96
- design, 199
- differentiation, 20
- dot product, 17

- E,I, 64

parallel connected, 257
 permeability, 28
 relative, 28
 phase current, 97
 phase difference, 24
 phase voltage, 97
 phasor, 23
 pole
 non-salient, 143
 salient, 143
 power, 46
 power factor, 24
 lagging, 24
 leading, 24
 power factor angle, 24
 power-angle law, 192
 primary
 side, 57

 rating, 99, 100
 rectifier, 168
 relative permeability, 28
 relay, 105
 reluctance, 27
 residual magnetic flux, 48
 resistance, 27
 rms, 21, 52, 168
 rotor, 39
 rotor coil, 108
 rpm, 159

 saturation, 49
 scalar, 3
 self excited, 255
 self flux linkage, 45
 self inductance, 45
 separately excited, 255
 side
 secondary, 57
 single phase, 25, 61
 slip, 213
 slip rings, 180, 235

harmonic components, 66
 Henry, 41
 hunting, 182
 hysteresis loop, 48

 impedance transformation, 73
 induced voltage, 40, 51, 63
 inductance, 41
 leakage, 187

 Joule, 46

 lagging, 24
 laminations, 33, 64, 130
 leading, 24
 leakage inductance, 81
 leakage reactance, 81
 line current, 97
 line voltage, 97
 linear circuit, 230
 load, 101
 Lorentz law, 140
 Lorenz equation, 106

 magnetic constant, 28
 magnetic core, 33
 magnetic field
 intensity, 13, 35
 magnetic flux
 density, 35
 leakage, 81
 magnetizing current, 66
 mmf, 32
 model, 83, 211
 mutual flux linkage, 45
 mutual inductance, 45

 name plate, 100
 non-salient poles, 181

 Ohm's law, 28
 open circuit test, 89
 orthonormal, 5

unit vector, 4

VA, 78

vector, 4

volt, 140

volt-ampere, 78

voltage, 140

DC, 168

transformation, 67

Watt, 46

Weber, 35

winding

distributed, 143

winding factor, 151

star connected, 96

stator, 39

stator coil, 108, 131

steady state, 179

step down transformer, 60

step up transformer, 60

surface density, 13

synchronous, 134

synchronous inductance, 188

synchronous speed, 159, 180

Tesla, 35

theorem

maximum power transfer, 233

Thevenin theorem, 230

three phase, 61, 95

time period, 103, 145

torque, 169, 213

pull out, 182

transformer

air core, 61

communication, 61

ideal, 67

oil, 79

transient state, 179

- ابتدائی
جانب، 57
لچھا، 57
ارتباط بہاؤ، 41
اضافی
زاویائی رفتار، 216
اکائی سمتیہ، 4
امالہ، 41
رستا، 187
امالی
برقی دباؤ، 51
امالی برقی دباؤ، 63، 40
اوہم میٹر، 242
ایک، تین پتیاں، 64
ایک میٹر چکر، 35
بار، 140
برقرار چالو، 103، 179
برقی بار، 12، 140
برقی دباؤ، 30، 140
تبادلہ، 58، 67
محرك، 141
ہیجانی، 189
ایک سمت، 168
برقی رو، 30
بھنور نما، 130
تبادلہ، 68
ہیجان انگیز، 54
برقی سکت، 61
برقی میدان، 12
شدت، 12، 30
بش، 181
بناوٹ، 89
بنیادی جزو، 66، 146
بوچھ، 101
بھٹی، 119
بھنور نما
برقی رو، 63
ضیاع، 64
بھنور نما برقی رو، 130
بے بوچھ، 62
- پتیری، 33، 130
پتیاں، 64
پورا بوچھ، 201
پیش زاویہ، 24
تاخیری، 82
تاخیری زاویہ، 24
تار کا برقی دباؤ، 97
تار کا برقی رو، 97
تانبہ، 30
تبادلہ
رکاوٹ، 73
متنخی، 100
تعدد، 134
تعقب، 182
تفرق، 20
جزوی، 20
تکونی جوڑ، 96
توانائی، 46
ہمہ، 117
تین دوری، 61، 95
ٹرانسفارمر
برقی دباؤ والا، 61
بوچھ بردار، 70
تیل، 79
خلائی قالب، 61
دباؤ بڑھاتا، 60
دباؤ گھٹاتا، 60
ذرائع ابلاغ، 61
رووالا، 61
کامل، 67
ٹسلا، 35
ٹھنڈی تار، 97
ثانوی جانب، 57
چاول، 46
جزو
پھیلاؤ، 151
جزو طاقت، 24
پیش، 24

- تانیخری، 24
جزیر
بدلتارو، 163
جوڑ
تکونی، 96
ستارہ نما، 96
چکری منٹ، 130
چوٹی، 215
حال
عارضی، 179
یکساں، 179
خطی
برقی دور، 230
خودار تہا بہاؤ، 45
خودامالہ، 45
داخلی ہیجان
سلسلہ وار، 257
متوازی، 257
مرکب، 257
دور چڑی مرکب، 257
دور شکن، 183
دوری سمتیہ، 190، 23
دوری عرصہ، 145، 103
رستا
امالہ، 81
متعاملہ، 81
رستا متعاملیت، 221
رفقار
اضافی زاویائی، 216
روغن، 64
ریاضی نمونہ، 211، 83
ریلے، 105
زاویائی فرق، 24
زاویہ جزو طاقت، 24
زمین، 97
زمینی برقی رو، 97
زمینی تار، 97
ساکن حصہ، 39
ساکن لچھا، 108، 131
ستارہ نما جوڑ، 96
سرک، 213
سرک چھلے، 180، 235
سطحی عمل، 185
سطحی کشاف، 13
سکت، 100، 99
سلسلہ وار، 149
سمت کار، 245
برقیاتی، 168
میکانی، 168
سمتیہ، 4
عمودی اکائی، 5
سمتی رفقار، 106
سیرابیت، 49
ضرب
نقطہ، 17
ضرب صلیبی، 15
طاقت، 46
طاقت بالقابل زاویہ، 192
طول موج، 20
عمودی تراش، 11
رقبہ، 11
غیر سمتی، 3
غیر معاصر، 182
فوریر، 254
فوریر تسلسل، 145، 65
فیراڈے
قانون، 129، 40
قالب، 130
قالبی ضیاع، 64
جزو، 66
قانون

- 28، اوہم
 12، کولب
 140، لوریز
 113، قدامت پسند میدان
 257، قریب جڑی مرکب
 قطب
 181، 143، ابھرے
 181، 143، ہموار
 213، 169، قوت مروڑ
 182، انتہائی
 245، 211، قوی الیکٹر انکس
 255، قوی لچھے
 181، کاربن بش
 204، کارگزاری
 198، کپیٹر
 کثافت
 30، برقی رو
 کثافت مقناطیسی بہاؤ
 48، بقایا
 40، کسر دور
 97، گرم تار
 39، گھومتا حصہ
 108، گھومتا لچھا
 لچھا
 57، ابتدائی
 143، پھیلے
 43، پیچیدار
 57، ثانوی
 137، رخ
 58، زیادہ برقی دباؤ
 108، سائن
 135، قوی
 58، کم برقی دباؤ
 108، گھومتا
 135، میدانی
 محدود
 6، کار تیمی
 7، نکلی
 63، محرک برقی دباؤ
 محوری
 165، لمبائی
 196، مخلوط عدد
 257، مرکب جزئیہ
 27، مزاحمت
 106، مساوات لوریز
 مسئلہ
 230، تھون
 233، زیادہ سے زیادہ طاقت کی منتقلی
 45، مشیر کہ ارتباط امالہ
 45، مشیر کہ امالہ
 134، معاصر
 180، مشین
 188، معاصر امالہ
 180، 159، معاصر رفتار
 معائنہ
 89، کھلا دور
 مقناطیس
 135، برقی
 48، چال کا دائرہ
 48، خاتم شدت
 66، مقناطیسی برقی رو
 32، مقناطیسی بہاؤ
 81، رستا
 35، کثافت
 54، مقناطیسی چال
 32، مقناطیسی دباؤ
 145، رخ
 57، 33، مقناطیسی قالب
 170، 28، مقناطیسی مستقل
 33، 28، جزو
 35، 13، مقناطیسی میدان
 شدت
 52، 21، موثر
 168، موثر قیمت
 146، 66، موسیقائی جزو
 27، موصلیت
 255، میدانی لچھے

ہیجان انگیز
برقی دباؤ، 63
برقی رو، 63
ہیجان انگیز برقی رو، 62
ہیجانی برقی دباؤ، 189

یک دوری، 25، 61
یک دوری برقی دباؤ، 97
یک دوری برقی رو، 97
یک سمت رو
مشین، 245
یولر مساوات، 22

واٹ، 46
دولٹ، 140
دولٹ-ایمپیر، 78
ویپر، 35
ویپر-چکر، 41

پچکا ہٹ، 27، 32
ہیجان، 63
بیرونی، 255
خود، 255
لچھا، 63